

Jean-Pierre Bouillet, Alain Rasamindisa, Hery A. Rakotondraoelina et Serge Razafimahatratra
Editeurs scientifiques



Financé par
l'Union européenne

ARINA



CAPITALISATION DES REALISATIONS ET DES ACQUIS DU PROJET ARINA

**Aménagement et Reboisements INTégrés
dans le district d'Anjozorobe en bois-énergie**



Jean-Pierre Bouillet, Alain Rasamindisa, Hery A. Rakotondraoelina et Serge Razafimahatratra
Editeurs scientifiques

CAPITALISATION DES REALISATIONS ET DES ACQUIS DU **PROJET ARINA**

Aménagement et Reboisements INTégrés dans le district d'Anjzorobe en bois-énergie

Projet mis en œuvre par :



Jean-Pierre Bouillet, Alain Rasamindisa, Hery A. Rakotondraoelina et Serge Razafimahatratra
Editeurs scientifiques



Financé par
l'Union européenne



CAPITALISATION DES REALISATIONS ET DES ACQUIS DU PROJET ARINA

Aménagement et Reboisements INTégrés dans le district d'Anjozorobe en bois-énergie



Ouvrage de synthèse édité à partir des résultats des travaux de recherche-action menés de 2015 à 2019 dans 3 districts et 8 communes de la région Analamanga à Madagascar.

Avec la participation du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), du Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural (FOFIFA), de l'Association PARTicipation à la Gestion de l'Environnement (PARTAGE), des partenaires associés des Administrations malgaches chargées des Forêts (DGEF, DREED, CEDD), de l'Energie (MEEH) et des prestataires de service (Association LLD - Fampandrosoana Ifotony, ONG HARDI, Association Angovo Maharitra et Association YPA).

Cette initiative rentre dans le cadre du contrat de subvention Union Européenne - CIRAD N° 2015/358-609 du 20 Avril 2019. Elle est issue de la réponse faite le 25/08/2014 par le CIRAD et ses partenaires FOFIFA et PARTAGE à l'appel à proposition EuropeAid/135-812/DD/ACT/MG sur le 10^{ème} Fonds Européen de Développement.

L'édition a été assurée par MYE Andohalo et financée dans le cadre du projet ARINA.

Le contenu de cette publication n'engage que la responsabilité des éditeurs scientifiques Jean-Pierre Bouillet, Alain Rasamindisa, Hery A. Rakotondraoelina et Serge Razafimahatratra et ne représente pas nécessairement l'opinion de l'Union Européenne. L'Union Européenne n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

Remerciements des éditeurs

Les résultats obtenus au cours des quatre années d'exécution du projet ARINA sont d'abord le fruit du travail des acteurs le plus souvent anonymes de la filière bois-énergie dans la région Analamanga. Nous les en remercions sincèrement. Cet ouvrage n'aurait néanmoins pas pu voir le jour sans l'appui, souvent déterminant, à différents moments, des institutions et personnes qu'il convient ici de remercier.

Nous voulons tout d'abord exprimer notre gratitude à l'Union Européenne à Bruxelles et à Madagascar et à tous les responsables successifs, d'avoir financé et soutenu ARINA et apporté leur confiance à l'équipe du projet.

Nous tenons aussi à adresser nos très vifs remerciements au chef de mission de l'Unité de Coordination et de Programmation ASA et à toute son équipe pour le soutien et les appuis techniques et administratifs qu'ils ont apportés et qui ont contribué fortement à la réussite du projet.

Nous n'oublions pas les partenaires associés du projet que sont le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, la Direction Générale de l'Environnement et des Forêts, la Direction Régionale de l'Environnement et du Développement Durable Analamanga, les Cantonnements de l'Environnement et de Développement Durable des districts d'Anjozorobe et de Manjakandriana et la Direction des Energies Alternatives au sein du Ministère de l'Energie, de l'Eau et des Hydrocarbures qui ont joué un rôle fondamental dans l'exécution des activités.

Nous remercions les maires et les présidents des fokontany des communes d'intervention du projet qui se sont pleinement associés à la réalisation des activités. Sans eux et sans les communautés villageoises associées, rien n'aurait été possible.

Au niveau local, il faut remercier les Comités Communaux de Bois-Energie, les associations des reboiseurs, les associations et les coopératives des charbonniers et les associations de producteurs de foyers améliorés. Leur rôle s'est avéré fondamental dans la mise en œuvre du projet.

Enfin, nous remercions très sincèrement l'ensemble de nos collègues ingénieurs, chercheurs, les personnels des services administratifs et comptables, les prestataires de service et le projet AFIBERIA qui ont contribué au bon déroulement des activités et participé également concrètement à l'élaboration de cet ouvrage.

Si une institution ou une personne a été omise, c'est parce que l'importance et la diversité des contributions dépassent notre mémoire – la richesse de cet ouvrage est grâce à vous tous une réalité.

Jean-Pierre Bouillet, Alain Rasamindisa, Hery A. Rakotondraolina, Serge Razafimahatratra
Editeurs scientifiques

Sommaire

ARTICLES	TITRES	AUTEURS	PAGE
	Remerciements des éditeurs		4
	Le projet ARINA		7
Article 1	Les Comités Communaux de Bois-Energie(CBBE) : structures de réflexion, prise de décision, et appui-conseil au développement de la filière Bois-Energie	Vatosoa Andoniaina Andriamifidy, Serge Razafimahatratra, Tiana Herimiasa, Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet	17
Article 2	Des clés pour des reboisements villageois réussis à Madagascar	Jean-Pierre Bouillet, Lovasoa Randriamanantena, Hery Andriantsitohaina Rakotondraoelina, Jean-Marc Bouvet, Larissa Milantosoanandrasana, Ny Andry Mahatsangy Razevason	25
Article 3	Mise en œuvre d'un Contrôle Forestier Décentralisé (CFD) au niveau local, en renforcement des actions de l'Administration Forestière	Vatosoa Andoniaina Andriamifidy, Serge Razafimahatratra, Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet	49
Article 4	La Technique Améliorée de Carbonisation - TAC	Aina Tantely Alaina Radimbison, Alain Rasamindisa, Vatosoa Andoniaina Andriamifidy, Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet	63
Article 5	Commercialisation du charbon amélioré 2M « Mitsitsy - Mateza »	Vatosoa Andoniaina Andriamifidy, Serge Razafimahatratra, Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet	75

Le projet ARINA

1. LE PROGRAMME ASA

Le Programme d'Appui à l'Agro-Sylviculture autour d'Antananarivo (ASA), financé par l'Union Européenne sur le 10^{ème} FED, a été mis en œuvre à Madagascar entre 2014 et 2019. Il visait à contribuer à l'alimentation et à la production d'énergie domestique de la capitale et des communes périphériques en appuyant les filières de **production agricole** (maraîchage, arboriculture fruitière, aviculture, lait et pisciculture), la filière **bois-énergie** et en intégrant un volet transversal de **sécurisation foncière**.

Ce programme est intervenu dans les régions d'Analamanga, Itasy et Vakinankaratra, sur 9 districts et 102 communes. Son objectif était d'atteindre 50 000 bénéficiaires directs (soit environ 50 000 ménages et 250 000 personnes) et indirectement toute la population malagasy avec l'appui du Programme National Foncier.

Le volet forestier a été mis en œuvre au vu des tensions grandissantes sur le marché du bois de chauffe et du charbon de bois d'Antananarivo, en parallèle au très fort accroissement démographique de la capitale (4.6% par an en 2014). La satisfaction des besoins énergétiques de la population malgache est assurée à plus de 90% par le bois, prélevé dans les formations forestières, naturelles ou plantées. Dans le cas d'Antananarivo, celles-ci correspondent majoritairement aux 140 000 ha de taillis d'Eucalyptus situés dans l'Analamanga et les régions limitrophes (Randrianjafy, 1999). Mais leur surexploitation entraîne une baisse de leur production et met en péril leur durabilité (mortalité de souches, rejets malingres présentant des signes de vieillissement précoce, ...) d'autant plus que ces peuplements sont âgés (Verhaegen et al., 2014). Par ailleurs, les techniques traditionnelles de carbonisation conduisent à des rendements très faibles et à un gaspillage des ressources ligneuses. Celui-ci est accentué par le faible taux d'utilisation par les ménages de foyers améliorés.

2. LE PROJET ARINA

C'est dans ce contexte que le projet « Aménagement et Reboisement Intégrés du district d'Anjozorobe en bois-énergie - ARINA », un des trois sous-lots du lot forestier d'ASA, a été mis en œuvre d'avril 2015 à août 2019, par le CIRAD¹, le FOFIFA² et l'Association PARTAGE³.

1 Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.

2 Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiarina amin'ny Fampandrosoana ny eny Ambanivohitra / Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural.

3 PARTICIPATION à la Gestion de l'Environnement.

2.1. Objectif général

L'objectif général du projet était de contribuer à la lutte contre la pauvreté et à la préservation de l'environnement naturel de la région d'Anjozorobe, via un accompagnement des populations rurales tout au long de la filière Bois-Energie (BE). Ses activités visaient à :

- Augmenter en quantité et qualité l'offre (bois, charbon, foyers améliorés) via un accès facilité aux intrants (pépinières, fertilisants,...) et structurer la filière par une formalisation juridique des groupements et transactions, des formations aux méthodes, techniques, outils et plans de gestion communaux.
- Créer un cadre favorable aux investissements par la formation technique, la dynamisation des relations de tous les acteurs de la filière BE.
- Promouvoir les économies en BE par l'amélioration des techniques de carbonisation conduisant à une augmentation des revenus des charbonniers et par la mise en marché de foyers améliorés adaptés à la diversité des utilisations et leur diffusion économiquement viable.
- Influencer sur la répartition des marges dans la structure du prix de vente en faveur des producteurs, des reboiseurs, des artisans et des ménages (ruraux et urbains).

2.2. Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, le projet visait à :

- Organiser et renforcer durablement les capacités organisationnelles et le potentiel de production des acteurs de la filière BE : organisations paysannes, producteurs, fournisseurs d'intrants, agents de contrôle, charbonniers, grossistes, transporteurs. Les groupes cibles étaient les communes, les groupements locaux, les services forestiers, les services fonciers, les Comités Communaux de Bois-Energie. Les bénéficiaires finaux de cette structuration étaient les petits propriétaires exploitants forestiers, les pépiniéristes, les ménages souhaitant reboiser, les charbonniers, les artisans producteurs de foyers améliorés et les consommateurs de charbon de bois et de bois de feu.
- Organiser la filière BE et améliorer la commercialisation de la production (bois, charbon, foyers améliorés) via la mise en place d'un système de pilotage, la formation à la gestion et à la gouvernance des organisations professionnelles et une gouvernance communale durable dans un cadre contractuel avec la Direction Générale et la Direction Régionale Analamanga de l'Environnement et du Développement Durable.
- Créer un environnement favorable aux investissements par la mise en place d'un réseau de pépinières, la protection des reboisements par des pare-feu, la mise en œuvre de plans de gestion des reboisements et la clarification de la situation foncière des reboisements.
- Mettre en place des reboisements villageois par un appui conseil et la diffusion de méthodes sylvoles efficaces et adaptées au contexte socio-économique, accompagnées de Plan de Gestion des Reboisements, d'une diversification des espèces reboisées et de la diffusion de documents didactiques pour l'optimisation de la productivité des plantations. Un appui aux reboiseurs pour l'achat des plants en pépinière était prévu dans le budget.
- Améliorer l'efficacité de la production de charbon de bois en augmentant le rendement pondéral de carbonisation par les charbonniers via un appui conseil, la formation et la diffusion de méthodes améliorées. Une meilleure qualité du charbon de bois devait être obtenue par une gestion adaptée de l'aération pendant la pyrolyse, l'élimination des incuits et la sélection de la taille des bois.
- Améliorer l'éco-efficacité de l'utilisation du bois-énergie par la promotion des foyers améliorés via la formation et le suivi de producteurs, la publication d'un guide pratique pour les consommateurs et gargotiers et une sensibilisation médiatique.

2.3. Objectif opérationnel

Il était prévu dans le cadre du projet :

- D'accompagner la mise en place de 2 200 ha de plantations villageoises,
- De former 1 500 charbonniers aux techniques améliorées de carbonisation,
- De former 20 artisans pour la production de 30 000 foyers améliorés.

Le projet devait ainsi toucher 18 ménages pépiniéristes, 2200 ménages reboiseurs, 1500 ménages charbonniers et 20 ménages producteurs de foyers améliorés. Outre ces bénéficiaires directs, les transporteurs et les commerçants de charbon de bois et de foyers améliorés devaient aussi profiter indirectement des actions du projet ARINA.

2.4. Communes d'intervention

Les communes cibles du projet ARINA correspondaient à trois types d'activités : la mise en place et la conduite de nouvelles plantations en espèces à vocation bois-énergie, la pratique de la Techniques Améliorées de Carbonisation (ou TAC) et la production de foyers améliorés.

Pour le premier volet, le projet a choisi les communes dans le district d'Anjozorobe où se situent de vastes superficies pour les reboisements. Le choix des communes d'intervention a reposé en priorité sur la disponibilité et la situation foncière des terrains, et la volonté des populations et des autorités locales à porter cette activité.

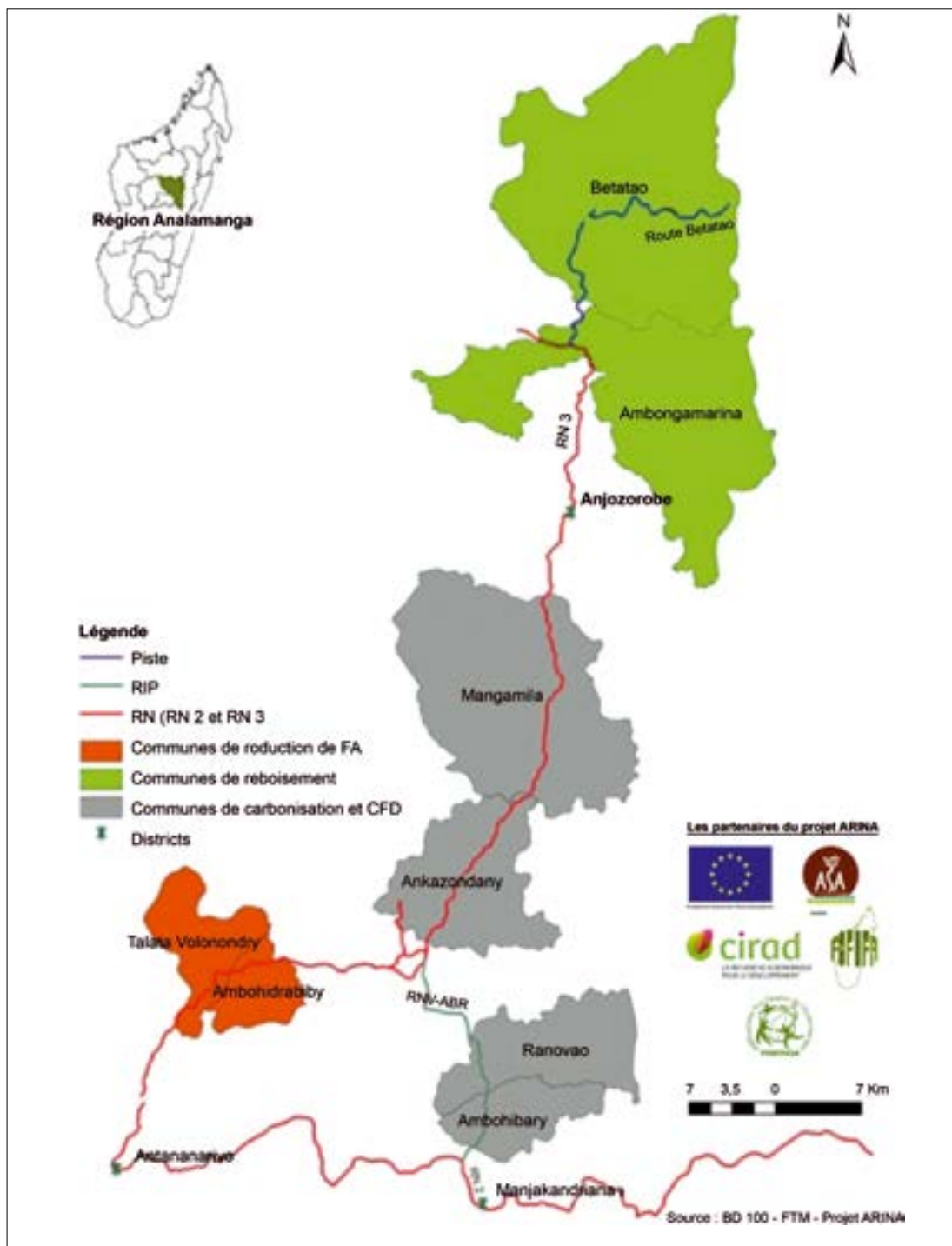
Le district de Manjakandriana qui fournit une part importante de l'approvisionnement en BE d'Antananarivo a été retenu en priorité pour appliquer la TAC. Le choix des communes a d'abord reposé sur la disponibilité des ressources exploitables, la vulnérabilité des populations locales et l'accessibilité des terrains pour faciliter l'évacuation des produits.

Le choix des zones de production de foyers améliorés s'est fait sur la base de leur accessibilité, leur distance par rapport à la capitale, la disponibilité des matières premières, la vulnérabilité des populations locales et leur volonté, ainsi que celle des autorités locales, à développer ce secteur d'activités.

Le projet est intervenu sur 2 communes pour le reboisement, 4 communes pour l'amélioration des techniques de carbonisation et la mise en place des activités de Contrôle Forestier Décentralisé au niveau local et pour 2 communes pour la production de foyers améliorés (tableau 1 et figure 1).

Tableau 1. Communes d'intervention du projet ARINA.

DISTRICT	COMMUNE	ACTIVITÉS
Anjozorobe	Ambongamarina	Reboisement
Anjozorobe	Betatao	Reboisement
Anjozorobe	Mangamila	Carbonisation (TAC) et CFD local
Manjakandriana	Ankazondandy	Carbonisation (TAC) et CFD local
Manjakandriana	Ranovao	Carbonisation (TAC) et CFD local
Manjakandriana	Ambohibary	Carbonisation (TAC) et CFD local
Avaradrano	Talata Volonondry	Production et diffusion Foyers Améliorés
Avaradrano	Ambohitrabiby	Production et diffusion Foyers Améliorés



Carte 1. Zones d'intervention du projet ARINA.

2.5. Objectifs de l'ouvrage

L'objectif de cet ouvrage est de partager, avec les acteurs de la filière Bois-Energie à Madagascar (administrations, bailleurs, autorités communales, développeurs, universités, institutions de recherche et d'enseignement, étudiants,...), les résultats et expériences acquis par le projet ARINA. Ceci dans les domaines du reboisement, de la pratique de la carbonisation améliorée «TAC», de la commercialisation du charbon amélioré «2M», du Contrôle Forestier Décentralisé local et des Comités Communaux de Bois-Energie (CCBE).

Le volet relatif à la fabrication et commercialisation des Foyers Améliorés «3M», conduit en commun avec le projet AFIBERIA - Planète Urgence, fait l'objet d'un document séparé de capitalisation.

BIBLIOGRAPHIE

- Randrianjafy, 1999. *Les plantations d'Eucalyptus à Madagascar. Superficie, rôle et importance des massifs*. Etude Commission Européenne DG VIII développement – FAO. Programme de Partenariat CE-FAO (1998-2002), 29 p.
- Verhaegen D. Randrianjafy H., Rakotondraoelina H., Trendelenburg Rakotonirina MC., Andriamampianina N., Montagne P., Rasamindisa A., Chaix G., Bouillet JP, Bouvet JM, 2014. *Eucalyptus robusta pour une production durable de bois-énergie à Madagascar : bilan des connaissances et perspectives*. Bois et Forêts des Tropiques, 320, 15-30.

Auteurs

NOM ET PRÉNOMS	FONCTIONS - RESPONSABILITÉS - INSTITUTIONS	ADRESSE ET TÉLÉPHONE	ADRESSE ÉLECTRONIQUE
Andriamifidy Andoniaina Vatosoa	Ingénieur agronome Superviseur de site carbonisation ONG PARTAGE	ONG PARTAGE Lot 194 Bis Faralaza Talatamaty 105 Madagascar 032 67 682 03	avatosoa@yahoo.fr
Andrianjafiarimino Tiana Herimiasa	Environnementaliste Socio-organisateur ONG PARTAGE	ONG PARTAGE Lot 194 Bis Faralaza Talatamaty 105 Madagascar 034 07 017 11	athmiasa@yahoo.fr
Bouillet Jean-Pierre	Chercheur forestier Coordinateur du projet CIRAD	CIRAD BP 853 Antananarivo 101 Madagascar 032 07 235 80	jpbouillet@cirad.fr
Bouvet Jean-Marc	Chercheur et expert Cirad en foresterie et gestion des ressources génétiques Expert en PGR CIRAD	CIRAD BP 853 Antananarivo 101 Madagascar 032 03 335 13	jean-marc.bouvet@ cirad.fr
Milantosoanandrasana Larissa	Ingénieur forestier Responsable des reboisements ONG PARTAGE	ONG PARTAGE Lot 194 Bis Faralaza Talatamaty 105 Madagascar 034 46 888 33	ainamilanto@gmail.com
Radimbison Aina Tantely Alain	Ingénieur énergéticien Responsable carbonisation ONG PARTAGE	ONG PARTAGE Lot 194 Bis Faralaza Talatamaty 105 Madagascar 034 28 430 92	radimbison_tantely@ yahoo.fr
Rakotondraoelina Andriatsitohaina Hery	Chercheur Responsable FOFIFA - Pépinière FOFIFA/DRFGRN	FOFIFA/DRFGRN BP 904 Ambatobe 101 Antananarivo 0341357564	rakotondraoelina@ yahoo.fr
Randriamanantena Lovaso	Ingénieur Forestier Responsable Suivi-Evaluation CIRAD	CIRAD BP 853 Antananarivo 101 Madagascar Tél: 034 87 939 60	lovasoa.rl@gmail.com
Rasamindisa Alain	Chercheur Foresterie et Transformations énergétiques du bois FOFIFA/DRFGRN	FOFIFA/DRFGRN BP 904 Ambatobe 101 Antananarivo 0341253738	amrasami@yahoo.fr
Razafimahatratra Serge	Socio-organisateur Président ONG PARTAGE	ONG PARTAGE Lot 194 Bis Faralaza Talatamaty 105 Madagascar 032 04 625 22	srazaf@gmail.com
Razevason Ny Andry Mahatsangy	Ingénieur forestier Responsable des reboisements ONG PARTAGE	ONG PARTAGE Lot 194 Bis Faralaza Talatamaty 105 Madagascar 034 81 391 12	razevason.mahatsangy@ gmail.com

Tableaux, cartes, figures, photos

ARTICLE	INTITULÉ	PAGE
Le projet ARINA	Tableau	
	1. Communes d'intervention du projet ARINA	7
	Carte	
	1. Zones d'intervention du projet ARINA	8
1	Tableau	
	1. Facteurs de réussite et d'échec pour la continuité des CCBE	21
	Photos	
	1. Assemblée ordinaire du CCBE d'Ambohibary	18
	2. Vélos fournis par le projet aux membres fokontany des CCBE d'Ambongamarina et Betatao	19
2	Tableaux	
	1. Surface potentielle de reboisement par commune	25
	2. Production et vente des plants sur les 4 campagnes de plantation d'ARINA	29
	3. Compte d'exploitation d'une pépinière pour la production annuelle de 37 500 plants	30
	4. Surfaces reboisées par commune durant les 4 campagnes	31
	5. Effet de la fertilisation sur les valeurs moyennes de croissance des arbres et de production des peuplements. Parcelles d'Eucalyptus de 1 an et 2 ans	35
	6. Répartition des coûts de reboisements	36
	Carte	
	1. Surfaces potentielles de reboisement en fonction du Zonage à Dires d'Acteurs, du statut foncier des parcelles et des valeurs de pente ($\leq 12\%$). Exemple de la commune de Betatao	26
	Figures	
	1. Diagramme ombrothermique de la région d'Anjozorobe	27
	2. Impact de la fertilisation sur la hauteur dominante pour les plantations de 2016 (2 ans) et 2017 (1 an)	35
	Photos	
1. Plants d' <i>Eucalyptus robusta</i> en phase d'élevage après repiquage	28	
2. Trou de plantation (40 cm x 40 cm x 40 cm)	32	
3. Plantation d' <i>Eucalyptus robusta</i> de 3 ans	33	
4. Plantation de 2 ans d' <i>Acacia dealbata</i> , <i>A. mangium</i> et <i>A. leptocarpa</i>	34	
5. <i>Eucalyptus robusta</i> de 1 an fertilisé et non fertilisé	34	
6. Tamisage du substrat utilisé pour le remplissage des pots	43	
3	Tableaux	
	1. Diagnostic participatif de la filière Bois-Energie	54
	2. Réalisations identiques pratiquées dans les 4 communes TAC dans le cadre du CFD - Projet ARINA »	55
	3. Mesures spécifiques mises en place par les communes TAC dans le cadre du CFD local	56
	4. Facteurs de réussite et d'échecs du CFD local	57
	Figures	
	1. Représentation du dispositif de CFD local mis en place par le projet ARINA	52
	2. Principe de fonctionnement du CFD local	53

Photos		
	1. Assemblée Générale du CCBE de Betatao	51
	2. Barrière de contrôle d'Ambohibary	57
4	Tableaux	
	1. Nombre de charbonniers formés à la TAC directement ou en cascade sur la durée du projet ARINA	70
	2. Nombre de charbonniers certifiés comme maîtrisant la TAC par le projet ARINA	70
Figures		
	1. Représentation d'une meule VMTP (vue de dessus)	63
Photos		
	1. Séance d'information et sensibilisation sur l'intérêt et les attendus de la formation en Technique	62
	& 2. Améliorée de Carbonisation. Commune de Ranovao	
	3. Remise de certificats aux charbonniers maîtrisant la TAC de la commune de Ranovao	62
	4. Meule VMTP après la phase d'empilement des bois et en cours de creusement des événements	66
	5. Meule après la phase de recouvrement par des matières végétales et des mottes de terres	67
	6. Meule éteint en cours de refroidissement	68
	7. Pesage du bois et du charbon pour l'estimation des rendements de carbonisation des meules	69
	& 8. traditionnelles et TAC	
5	Tableau	
	1. Points de vente où sont vendus des charbons TAC 2M - Projet ARINA	76
	2. Opportunités et contraintes pour la vente du charbon TAC	77
	3. Facteurs de réussite et d'échec pour la commercialisation du charbon TAC	77
Photos		
	1. Sac de charbon 2M et traditionnel	74
	2. Plaque placée au niveau des lieux de Vente des charbons 2M	76

Acronymes et abréviations

ZM	Mitsitsy - Mateza (Economique - Durable)
AFIBERIA	Projet d'Appui à la Filière Bois-Energie dans les régions Itasy et Analamanga
ARINA	Projet Aménagement et Reboisements INTégrés dans le district d'Anjozorobe en bois-énergie
ARSF	Programme d'Appui à la Reforme et à la Sécurisation Foncière
ASA	Programme d'Appui à la L'Agro-Sylviculture autour d'Antananarivo
BE	Bois-Energie
BIF	Birao Ifoton'ny Fananan-tany (guichet foncier)
CCBE	Comité Communal de Bois-Energie
CEDD	Cantonnement de l'Environnement et du Développement Durable
CFD	Contrôle Forestier Décentralisé
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CR	Commune Rurale
CRIF	Centre de Ressource et d'Information Foncière
CTD	Collectivité Territoriale Décentralisée
DRAEP	Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
DRFGRN	Département de Recherches Forestières et Gestion des Ressources Naturelles
DUEM	Délégation de l'Union Européenne à Madagascar
FED	Fonds Européen pour le Développement
FIVA	Fikambanana Ivondronan'ny VakiniAiana (association des exploitants forestiers de la commune d'Ambohibary)
FKT	Fokontany
FOFIFA	Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiarina amin'ny Fampandrosoana ny eny Ambanivohitra / Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural
KASTI	Kaomitin'ny Ala sy ny Tontolo Iainana (représentant du comité local de la forêt et l'environnement)
KMDT	Kaomity Miady amin'ny Doro- <i>Tanety</i> (comité de lutte contre les feux de brousse)
MGA	Malagasy Ariary
OP	Organisation Professionnelle
OSC	Organisation des Sociétés Civiles
PARTAGE	PARTicipation à la Gestion de l'Environnement
PCD	Plan Communal de Développement
PGR	Plan de Gestion des Reboisements
PPNT	Propriété Privée Non Titree
RVI	Reboisement Villageois Individuel
SLC	Structure Locale de Concertation
SNGF	Silo National des Graines Forestières
SRABE	Stratégie Régionale de l'Approvisionnement en Bois-Energie
SRC	Service Régional du Contrôle
STD	Service Territorial Déconcentré
TAC	Technique Améliorée de Carbonisation
TDR	Termes De Référence
UCP	Unité de Coordination du Programme
UE	Union Européenne
ZADA	Zonage A Dire d'Acteurs
ZODAFARB	Zone d'Acton en Faveur de l'ARBre

Comités Communaux de Bois-Energie (CCBE) :

Structures de réflexion, prise de décision, et appui-conseil au développement de la filière Bois-Energie

Rédacteurs : Vatosoa Andoniaina Andriamifidy, Serge Razafimahatratra, Tiana Herimiasa, Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

L'objectif général d'ARINA était de contribuer à améliorer les revenus des producteurs ruraux de bois-énergie (BE) et créer les conditions écologiques et économiques favorables à l'approvisionnement durable en BE d'Antananarivo. Dans ce cadre, le projet est intervenu sur six Communes Rurales des Districts d'Anjozorobe et de Manjakandriana : Ambongamarina et Betatao pour les activités de reboisement à vocation de production de BE, et Ambohibary, Ranovao, Ankazondandy et Mangamila pour la production de charbon de bois fabriqué avec des techniques améliorées de carbonisation (TAC).

La réussite du projet passait impérativement par une collaboration étroite avec les Collectivités Territoriales Décentralisées (CTD), un des principaux acteurs et bénéficiaires de la filière BE. Dans ce contexte, des Comités Communaux de Bois-Energie (CCBE) ont été créés dans chacune des communes d'intervention. Structure de réflexion, prise de décision, et appui-conseil à la mise en œuvre des activités d'ARINA, l'ambition des CCBE est d'être des lieux privilégiés pour discuter et résoudre de manière participative les problèmes auxquels sont confrontés localement les acteurs de la filière.

1.2 Cadre légal

Après approbation et délibération du conseil communal et contrôle de légalité effectué auprès du district, les CCBE ont été reconnus et institués légalement en tant que sous-commission élargie de la commission économique de la commune, commission traitant des problématiques liées à la filière BE.

Le comité est présidé par le maire de la commune concernée. En tant que sous-commission élargie elle comprend comme membres, outre les conseillers communaux de la commission économique, des représentants des bénéficiaires du projet et des techniciens qualifiés dans le domaine du BE (art. 28 de la Loi 94-008 fixant les règles relatives à l'organisation, au fonctionnement et aux attributions des collectivités territoriales). En pratique, le comité comprend les représentants locaux de tous les acteurs et institutions de la filière BE, afin qu'ils puissent échanger et trouver des solutions durables aux problèmes identifiés.

1.3. Différence par rapport à la Structure Locale de Concertation (SLC)

La SLC régie par le décret n°2015-957 est une structure large traitant de toutes les thématiques liées au développement du territoire. Les membres constituent des collèges (Services Territoriaux Déconcentrés (STD), élus, jeunes, secteur privé, Organisation des Sociétés Civiles (associations,...), notables, partis politiques, population, etc...). Chaque collège choisit un représentant pour être membre du « noyau dur », lieu de dialogue et de concertation de cette structure. La SLC est présidée par le maire tout comme le CCBE.

Comme il n'existait pas encore de SLC dans les communes d'intervention d'ARINA et que ce projet traitait d'une thématique précise – le bois-énergie – il est apparu nécessaire de mettre en place des CCBE comme acteur-clé du développement de cette filière. Ses membres intégreront par la suite les SLC quand celles-ci auront été mises en place et continueront à se réunir pour rapporter le fruit de leurs concertations auprès du noyau dur.

2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

2.1. Objectif des CCBE

L'objectif des CCBE est de favoriser les relations et collaborations entre les acteurs locaux de la filière BE (personne individuelle, association, autorités communales, administration,...) pour la rendre plus efficace et durable. L'approche participative et inclusive de leur fonctionnement doit permettre à ces comités d'assurer la continuité des actions après le retrait du projet.

2.2. Etapes de création

Les procédures de mise en place d'un CCBE ont suivi différentes étapes :

Etape 1 : Sensibilisation et information des acteurs concernés

Durant la phase de lancement des activités du projet, des premières réunions d'information et de sensibilisation sur le rôle et importance des CCBE se sont tenues avec les autorités communales (mairies et fokontany), les STD (Direction Régionale de l'Environnement et du Développement Durable ou DREDD, Cantonnement de l'Environnement et du Développement Durable ou CEDD, Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche ou DRAEP), et les autres acteurs de la filière (BIF⁴, KASTI⁵, FIVA⁶, représentants des exploitants forestiers, des charbonniers, des reboiseurs, des pépiniéristes, des producteurs de foyers améliorés et des transporteurs).

Etape 2 : Etablissement des termes de référence pour la mise en place des CCBE

La version provisoire des termes de référence (TDR) pour la mise en place des CCBE ont ensuite été élaborés par le projet pour expliquer les démarches à suivre.

Etape 3 : Rencontre et discussion avec les maires des communes sur l'initiative de création des CCBE

Des discussions ont eu lieu avec les maires, premiers concernés par la mise en place des CCBE, sur l'importance, le rôle et le fonctionnement de ces comités.

4 BIF : Birao ifoton'ny Fananan-tany (Guichet Foncier).

5 KASTI : Kaomitin'ny Ala Sy ny Tontolo Iainana (représentant du comité local de la forêt et de l'environnement).

6 FIVA : Fikambanan'ny Vakinadiana (Association des exploitants forestiers de la commune d'Ambohibary).

Etape 4 : Présentation des TDR en Conseil Communal, délibération du Conseil et approbation par voie d'arrêté

Une réunion avec chacun des conseils communaux a permis la lecture et l'explication des TDR. Après une phase de questions-réponses permettant de préciser les attendus des CCBE, les conseils ont délibéré et accepté la mise en place des CCBE. Ces décisions ont été formalisées par des arrêtés communaux.

Etape 5 : Organisation de réunions d'informations avec les membres provisoires du CCBE

Les membres provisoires des CCBE ont été appelés à se réunir et informés des décisions de mise en place des comités et des démarches à suivre. Ces membres étaient constitués, au sein de chaque commune, par les représentants des STD, des CTD, des chefs de fokontany, et des représentants de tous les opérateurs et acteurs de la filière. Sur la base des TDR, le rôle des membres et leurs responsabilités, ainsi que les modalités de fonctionnement du comité ont été discutés.

Etape 6 : Etablissement du cahier des charges et du règlement intérieur des CCBE avec les membres provisoires

Les membres provisoires des CCBE ont ensuite procédé à l'élaboration du cahier des charges et du règlement intérieur de chaque comité.

Etape 7 : Election des membres du bureau permanent et constitution des membres définitifs

Les membres du bureau des CCBE ont ensuite été élus : président, vice-président, secrétaire, secrétaire trésorier et trois conseillers. Le comité n'a pas de trésorier en propre car son budget de fonctionnement est intégré dans celui de la commune, géré par un comptable public. Cependant, le secrétaire trésorier rend compte aux membres du CCBE des états de décaissements et encaissements et des mobilisations de fonds nécessaires aux activités du comité. *In fine*, la liste des membres définitifs représentant chaque type d'acteur et institution a été dressée.

Etape 8 : Validation officielle de la mise en place des CCBE

Les documents suivants ont été regroupés et déposés auprès du district pour valider leur légalité : arrêté communal relatif à la création du CCBE, procès-verbal de création, cahier des charges, règlement intérieur, liste des membres du bureau, liste des membres définitifs.

Après examen du dossier, un certificat de conformité a été remis par le district à chaque commune avec avis favorable à la création du CCBE.

3.1. Membres et responsabilités

Les CCBE regroupent les personnes désignées ou volontaires responsabilisées pour le suivi au niveau de la commune des thématiques techniques du projet (reboisements, exploitation et carbonisation, sécurisation foncière et économies d'énergie).

Chaque CCBE est composé des membres suivants :

- Maire de la commune concernée
- Adjoint au Maire
- Secrétaire exécutif
- Président du Conseil communal
- Membres de la Commission concernée
- Chef Cantonement de l'Environnement et du Développement Durable
- Chef triage forestier
- Représentants des KASTI
- Représentants des Tribunaux Terriers Ambulants
- Représentants de l'Association des exploitants forestiers FIVA (pour la commune d'Ambohibary)
- Représentants des pépiniéristes
- Représentants des reboiseurs
- Représentants des charbonniers
- Représentants des transporteurs
- Représentants des producteurs de foyers améliorés.

3.2. Fonctionnement des CCBE

Le projet a accompagné et appuyé les communes durant toutes les étapes de mise en place des CCBE. Les CCBE créés dans les six communes d'intervention sont tous opérationnels. Ils se réunissent en Assemblées Générales ordinaires, la fréquence étant définie dans le règlement intérieur du comité (en général, deux fois/an), ou en Assemblées Générales extraordinaires à chaque fois que le président en exprime le besoin.

Durant l'AG ordinaire (photo 1)

- (i) Les membres discutent de sujets précis sur les problèmes observés localement relatifs à la filière BE,
- (ii) Après échanges et partages entre les membres, une décision est prise planifiant une ou des activités visant à la résolution du/des problème(s) identifié(s),
- (iii) Les membres se répartissent les tâches en responsabilisant les personnes concernées/habilitées pour la réalisation de l'activité, selon le cahier des charges du comité,
- (iv) Les activités nécessitant la mobilisation des fonds sont budgétées, un appui du projet pouvant être alors sollicité.

Lors de l'AG ordinaire suivante

- (i) Le président rédige un compte-rendu sur la réalisation ou non des activités précédemment planifiées,
- (ii) Les membres discutent des raisons ayant conduit à ne pas réaliser certaines activités, des contraintes, rencontrées et des résolutions envisagées,
- (iii) Les membres élaborent le planning des activités pour le prochain semestre/trimestre, ainsi que la budgétisation de ces activités si besoin.



Photo 1. Assemblée ordinaire du CCBE d'Ambohibary.

3.3. Source de financement

Le projet ARINA a accompagné les CCBE et été présent lors de toutes les Assemblées Générales. Durant les trois premières années d'activité des CCBE, le projet a pris en charge la majorité des dépenses pour le fonctionnement des comités, à savoir :

- Les *per diem* des membres participant aux réunions extraordinaires ;
- Les indemnités de déplacement lors des descentes effectuées par les maires, les chefs de cantonnement ou les chefs de fokontany pour des missions de sensibilisation et/ou de contrôle ;
- Les indemnités des représentants des reboiseurs pour le suivi des parcelles (nettoyage, pare-feu) ;
- La dotation de fournitures de bureau et autres équipements (*photo 2*).



Photo 2. Vélos fournis par le projet aux membres fokontany des CCBE d'Ambongamarina et Betatao pour le suivi de terrain des opérations de pépinière et de reboisement.

Cette aide est apparue indispensable dans la phase de lancement des comités. L'objectif étant que le fonctionnement des CCBE puisse être intégré progressivement dans le budget communal (*cf infra*).

3.4. Activités des CCBE

Les actions des CCBE se sont révélées nombreuses et diversifiées, impliquant pour chacune d'elles une partie des membres du comité, en fonction de leurs compétences et domaines d'activité. Sont donnés ci-après un certain nombre d'exemples.

DANS LA ZONE DE CARBONISATION (COMMUNES D'AMBOHIBARY, RANOVAO, ANKAZONDANDY ET MANGAMILA) :

Validation des acteurs des formations TAC

Les CCBE via les maires, chefs de fokontany et maîtres charbonniers ont été appelés à contrôler la liste des candidats à la formation TAC. Ainsi, certaines personnes n'étaient pas réellement des charbonniers de métier mais parfois justes intéressées par les indemnités de formation, ce qui n'était pas recevable. D'autres personnes n'étaient également pas connues de la commune et des fokontany et ne pouvaient de fait accéder à la formation pour des raisons pratiques (nombre de places disponibles, défraiement,...).

Information/Formation

De nombreux acteurs ne maîtrisent pas encore bien les textes et les procédures réglementant l'exploitation forestière et beaucoup d'activités illicites sont observées (e.g pas d'autorisation de coupe et/ou de laissez-passer). Certains charbonniers formés peuvent aussi revenir parfois à la pratique traditionnelle. Les chefs CEDD ont été ainsi amenés à réaliser des formations d'élus et de divers responsables sur les textes réglementant la fabrication de charbon de bois et les procédures d'obtention d'autorisation de coupe. En parallèle, des réunions au niveau des fokontany se sont tenues pour des sensibilisations au respect de ces textes et aux avantages de la pratique de la TAC. Des descentes inopinées ont été par la suite effectuées par les CEDD et les KASTI pour contrôler sur le terrain l'application de la formation TAC et se rendre compte des impacts pratiques des sensibilisations.

Les CCBE sont aussi intervenus, via les chefs de fokontany, pour l'actualisation régulière des registres des charbonniers qui pouvaient même ne pas exister dans certains fokontany. Or, cette liste constitue un outil de travail de premier ordre pour les autorités locales (commune, fokontany, cantonnement,...) et les personnes/entités extérieures (projets, bailleurs de fonds, personnels administratifs, ...).

Recettes fiscales

Les recettes fiscales (ristournes, droits de prélèvement,...) liées à l'exploitation des plantations et la commercialisation du charbon de bois et bois de chauffe sont une part très importante des revenus des communes. Or, leur recouvrement reste encore très faible à cause de l'absence de dispositifs *ad hoc* et de personnels chargés de leur perception en parallèle à la forte présence du circuit informel. Les CCBE via les maires et des conseillers communaux ont ainsi décidé de mettre en place des barrières de contrôle économique et de recruter des agents de contrôle et de perception des ristournes.

Enfin, les CCBE doivent assurer leur autonomie financière et continuer leurs activités après la fin du projet. C'est pourquoi ont-ils argumenté auprès des conseils communaux pour que ceux-ci leur affectent un budget de fonctionnement. Des accords de principe ont été donnés avec la planification de mesures concrètes dans ce sens (*cf infra*).

DANS LA ZONE DE REBOISEMENT (COMMUNES D'AMBONGAMARINA ET BETATAO) :

Sensibilisation des acteurs du reboisement

Comme dans la zone de carbonisation, les CCBE de la zone de reboisement procèdent aussi à des campagnes de sensibilisation auprès des bénéficiaires. En effet, les personnes sont souvent assez réticentes vis-à-vis d'interventions extérieures, surtout si celles-ci touchent le foncier. Or, la réalisation de plantations nécessite la mise à disposition de terrains par les reboiseurs. Une première action des CCBE a été de réaffirmer que le projet ne visait à les spolieur de leurs terrains mais au contraire à les aider à les mettre en valeur par des reboisements.

L'implication des CCBE pour arrêter les listes des reboiseurs a été aussi essentielle pour éviter des plantations sur des terrains à risques de conflits fonciers. Par ailleurs, l'implication continue des membres du CCBE au niveau des communes et des fokontany pour la prévention et l'organisation de la lutte contre les feux est indispensable à la réussite et la pérennité des plantations.

Sylviculture et suivi technique

Le projet a préconisé la mise en œuvre de pratiques sylvicoles relatives à la dimension des trous de plantation, aux écartements, au nettoyage des parcelles, à l'installation de pare-feu et à l'épandage des engrais. Les membres des CCBE (fokontany, chefs cantonnement,...) ont participé avec l'équipe du

projet à la sensibilisation des reboiseurs sur l'intérêt de ces techniques et au contrôle sur le terrain de leur application.

Pérennisation des actions de reboisement

Les CCBE joueront un rôle majeur dans la mise en œuvre de la stratégie de pérennisation des actions de reboisements via un appui aux activités des pépiniéristes et à l'organisation des campagnes de plantation (cf infra).

4. ACQUIS DU PROJET

4.1. Facteurs de réussite et facteurs d'échec

Le tableau 1 fait apparaître les principaux facteurs favorables ou défavorables à la poursuite des actions des CCBE.

Tableau 1. Facteurs de réussite et d'échec pour la continuité des CCBE.

FACTEURS DE RÉUSSITE	FACTEURS D'ÉCHEC
<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilisation de tous les acteurs de la filière BE au niveau local • Approche participative et inclusive • La structure est une sous-commission communale et non pas une simple association, ce qui va dans le sens de sa pérennité. Son élargissement aux acteurs autres que les personnels communaux permet également d'avoir un résultat efficace 	<ul style="list-style-type: none"> • L'absence d'autonomie financière influe négativement sur la motivation des membres • Prépondérance des activités illicites (absence d'autorisation pour pratiquer la carbonisation, non-paiement des ristournes) • Les maires doivent assumer de nombreuses tâches alors que le dynamisme du comité dépend souvent beaucoup de leur implication

4.2. Risques et solutions adoptées

Le principal risque pesant sur les CCBE est l'arrêt de leurs activités une fois le projet achevé.

Les membres des CCBE doivent finaliser leur autonomisation vis-à-vis des agents du projet pour l'organisation des activités (organisation d'Assemblée Générale, ...). Ce processus doit se comprendre dans la continuité et va de pair avec l'autonomisation financière de la structure.

Cette autonomisation est plus problématique dans la zone de reboisement où les activités de plantation ne génèrent pas de recettes à court terme. La situation apparaît moins complexe dans la zone de carbonisation où une partie des recettes (ristournes, droits de prélèvement, droits fixes, achat de laissez-passez) perçues par la commune peut revenir au fonctionnement des CCBE. Cependant, au-delà que toutes les recettes ne sont pas recouvrées par les communes, les compromis entre entités/acteurs peuvent s'avérer difficiles pour la répartition des sommes perçues.

Des solutions ont toutefois été trouvées au travers d'un dialogue entre CCBE et conseils communaux pour permettre aux comités de continuer à fonctionner après l'arrêt du projet. L'accent est mis sur les activités qui peuvent s'autofinancer sans l'aide d'appui extérieur et/ou qui contribuent au financement des CCBE :

- Les KASTI de Mangamila reçoivent 6 000 MGA/demande d'exploitant, lors de leurs descentes au niveau des fokontany pour la reconnaissance des terrains faisant l'objet de demande d'autorisation de coupe et pour l'appui aux démarches et regroupement des dossiers à adresser à la commune et au CEDD.
- Lors de ses descentes de terrain pour la vérification de l'application de la TAC et la possession d'autorisation de coupe et pour le paiement des ristournes, l'agent de contrôle de la commune d'Ambohibary reçoit 30% du montant perçu sur les amendes (application du dina).
- 10% des ristournes perçues par la commune d'Ankazondandy reviennent au fonctionnement du CCBE.

- Dans la commune de Ranovao, une clé de répartition des montants perçus lors de l'observation d'activités illégales et la non-adoption de la TAC a été arrêtée : 50% revient à la commune, 25% pour le fonctionnement des CCBE et 25% pour la rémunération de l'agent de contrôle et du chef de fokontany.
- Le mécanisme d'appui aux pépiniéristes (cf recommandations) doit permettre d'assurer dans un premier temps un budget de fonctionnement minimal pour les CCBE d'Ambongamarina et Betatao. Par ailleurs ces communes ont pu bénéficier en fin de projet d'une formation à la TAC d'une partie de leurs charbonniers. Des mesures comme celles mises en œuvre dans les communes charbonnières sont envisageables.

5. IMPACTS DU PROJET

Un certain nombre d'impacts de l'action des CCBE peuvent déjà être mis en avant :

- Sur le plan socio-économique : L'action des CCBE dans le renforcement des capacités et la sensibilisation des acteurs aux techniques proposées par le projet contribueront à l'amélioration des revenus de ces derniers. C'est déjà le cas pour les pépiniéristes ou aux charbonniers pratiquant la TAC qui ont vu une nette amélioration de leurs revenus.
- Sur le plan environnemental : Les CCBE ont contribué à conscientiser les bénéficiaires que, sans une gestion raisonnée (e.g reboisements, respect des durées de rotation de coupe), la régression des ressources forestières disponibles est inéluctable.
- Sur le plan politique : La commune est de plus en plus impliquée dans la gestion de la filière BE : suivi des activités de reboisement, prises de décision pour les activités de contrôle des activités illégales, renforcement de la perception des ristournes, vulgarisation de la TAC.

6. RECOMMANDATIONS

Un certain nombre de recommandations peuvent être émises pour la pérennisation des CCBE :

Dans la zone de reboisement

- Poursuite des activités de reboisement : réalisation envisagée de ≈ 100 ha par commune et par an ;
- Dotation du CCBE en intrants/petits matériels pour la production des plants, avancés aux pépiniéristes en début de campagne ;
- Vente des plants aux particuliers sur la base de 100 MGA/unité pour un coût de production de 30 MGA (qui retourne au CCBE), une commission de 10 MGA pour le CCBE et une marge de 60 MGA pour le pépiniériste ;
- Suivi de la gestion financière des CCBE par les communes ;
- Élaboration d'un guide de plan de gestion des reboisements confortant la dynamique de plantation en cours.

Dans la zone de carbonisation

- Renforcement de capacité des personnes impliquées dans le contrôle (agent de contrôle et de barrière, KASTI, chef fokontany). Une collaboration avec la DREDD Analamanga envisagée pour le contrôle des productions illicites et le renforcement de capacités des acteurs ;
- Maintien des Assemblées Générales ordinaires : compte-rendu des actions (agent de contrôle, agent de barrière, chef fokontany, commune, CEDD, KASTI, coopératives de charbonniers), discussion et résolutions des problèmes ;
- Appui au fonctionnement des barrières mises en place dans les communes de Mangamila, Ankazondandy et Ambohibary. Nécessité de faire appel à une personne tierce pour résoudre les conflits et dysfonctionnement par rapport aux textes en vigueur ;
- Dotation de matériels et équipements pour faciliter les opérations de contrôle et de suivi.

Des clés pour des reboisements villageois réussis à Madagascar

Rédacteurs : Jean-Pierre Bouillet, Lovasoa Randriamanantena, Hery Andriantsitohaina Rakotondraoelina, Jean-Marc Bouvet, Larissa Milantosoanandrasana, Ny Andry Mahatsangy Razevason

1. INTRODUCTION

La diversité biologique exceptionnelle de Madagascar est menacée par l'extrême pauvreté des populations rurales et un des taux d'accroissement démographique les plus importants au monde (la population malgache devrait doubler d'ici 2050). Ces facteurs engendrent une augmentation de la pression anthropique sur les ressources forestières pour faire face à une demande croissante en bois-énergie (BE). En effet, l'insuffisance des énergies de substitution et la cherté des énergies fossiles font que le charbon de bois et le bois de chauffe sont prédominants dans l'approvisionnement énergétique des ménages. Ainsi dans la région d'Antananarivo, la consommation moyenne annuelle par habitant est de 104 kg charbon et 270 kg bois de feu en milieu urbain, et de 91 kg charbon et 513 kg bois de feu en milieu rural, avec un taux d'adoption > 90% (SRABE, 2019). Ce BE provient en majorité des ≈ 140 000 ha de vieux taillis d'Eucalyptus, essentiellement *E. robusta* (Randrianjafy, 1999), situés dans l'Analamanga et les régions périphériques et de plantations de pins (ASA, 2018).

En parallèle des mesures ont été prises par l'Etat pour préserver les forêts naturelles restantes en mettant en place un système d'Aires Protégées. Cette initiative a connu des succès notoires mais a aussi présenté des limites en ne prenant pas assez en compte la demande croissante en BE et la sécurisation alimentaire des paysans. Par ailleurs, même s'il existe une volonté politique de promouvoir des énergies alternatives comme l'éthanol, le BE devrait rester à court et moyen terme la source première d'énergie domestique vu les contraintes d'investissement, de temps et d'espace pour mettre en place des filières de substitution.

Face à ce constat, l'Union Européenne, via le programme ASA et les trois projets du Lot 3 bois-énergie a financé sur le 10^e FED la mise en place de 9200 ha de reboisements villageois dans les régions Analamanga et Itasy. ARINA, un de ces projets, est intervenu sur le district d'Anjozorobe, situé à une centaine de kilomètres au nord d'Antananarivo, et plus précisément sur les communes rurales de Betatao et d'Ambongamarina, au vu de leurs fortes potentialités de reboisement (carte 1). ARINA a supervisé la plantation entre 2015 et 2019 de 2593 ha de reboisements à vocation énergétique (tableau 4). L'évolution des surfaces reboisées au cours du projet, de 310 ha la première année à près de 900 ha pour la dernière campagne reflète l'établissement de relations de confiance avec les acteurs du reboisement (pépiniéristes, reboiseurs). Ceux-ci ont dû en particulier se convaincre de l'intérêt des techniques/actions préconisées (e.g. fertilisation) et de la capacité du projet à les maîtriser, à les adapter au contexte local et à les transmettre. Pour qu'ensuite, moyennant un suivi du projet et un dialogue rapproché, ces propositions soient intégrées et appliquées.

2. APPROCHE SOCIO-ÉCONOMIQUE DU PROJET

Le projet a privilégié les Reboisements Villageois Individuels (RVI) sur des propriétés privées non titrées (PPNT) et non par exemple sur des parcelles appartenant à l'Etat, comme ceux réalisés dans les années 1980 dans les ZODAFARB. En effet, malgré l'accord de principe initial, très peu de reboiseurs ont pu à ce jour se voir octroyer de titre foncier (<http://www.observatoire-foncier.mg/article-122/>). A l'inverse, le reboisement de PPNT peut conduire rapidement, moyennant la reconnaissance de mise en valeur effective des terrains par une commission d'évaluation communale, à la délivrance de certificats fonciers par les guichets fonciers, document qui doit avoir la même valeur juridique que le titre foncier (<https://www.newsmada.com/2018/08/10/valeur-juridique-du-certificat-foncier-letat-leve-le-doute/>). ARINA a été appuyé sur ce volet par le projet d'Appui à la Réforme et à la Sécurisation Foncière (ARSF) du programme ASA. Cette sécurisation foncière facilitée a contribué à l'implication et la participation active des acteurs pour la mise en œuvre des pratiques portées par le projet, basées sur des techniques efficaces, simples, adaptées et reproductibles par les populations rurales (cf infra).

Le projet a subventionné en partie les activités de reboisement via la fourniture gratuite des plants aux reboiseurs, la prise en charge des engrais et une contribution aux entretiens des plantations et la réalisation des pare-feux. Par contre, les travaux de préparation du sol et de mise en place des plants ont été intégralement à la charge des reboiseurs. Plus généralement, le projet a considéré cette participation effective des reboiseurs (tableau 6 : coûts du reboisement) comme essentielle à l'appropriation et la durabilité des reboisements.

Le principe de la prise en charge par le projet d'une partie des coûts, au-delà du fait qu'il apparaissait nécessaire pour remplir les objectifs assignés de surface de plantations, a été motivé par le besoin d'appuyer financièrement les reboisements qui ne sont rentables qu'après quelques années, contrairement aux cultures annuelles par exemple. Cette nécessité apparaissait d'autant plus forte que le projet visait les populations les plus vulnérables qui n'ont que peu ou pas de trésorerie disponible.

Plus généralement, la réalisation des objectifs élevés de reboisement à Madagascar (40 000 ha/an) passe en toute logique par des appuis financiers dédiés (projets internationaux de développement rural, crédits carbone, Paiement pour Services Environnementaux, appuis spécifiques du Gouvernement, ...), comme observé dans des pays du Nord (eg. Fond Forestier National en France) et du Sud (eg. programme «10 Billion Tree Tsunami» au Pakistan : <https://gulfnnews.com/world/asia/pakistan/pakistan-launches-mega-tree-plantation-campaign-1.2273805>). Ce type d'appui ne remet pas en cause la pérennité des reboisements à partir du moment où les acteurs ont déjà contribué significativement à leurs coûts d'installation et d'entretien et constatent la bonne croissance des arbres grâce à l'application de techniques adaptées (cf infra). Par ailleurs, la réussite de ces plantations ne peut qu'entraîner la mise en place - même si au début sur des surfaces plus limitées - d'autres reboisements sur fonds propres de certains des acteurs.

3. RÉALISATIONS

3.1. Zonage à dire des acteurs et diagnostic socio-foncier

Une des conditions de la pérennité d'une opération d'afforestation est la connaissance des modes d'occupation et du statut foncier des terrains à reboiser pour prévenir les conséquences de potentiels conflits entre ayant-droits (coupe d'arbres ou mise à feu dans les parcelles litigieuses, ...). Le projet ARINA

a ainsi conduit en début de projet un zonage à dire d'acteurs (ZADA) suivi d'un diagnostic socio-foncier des parcelles concernées. Le projet n'est cependant pas intervenu dans la sécurisation foncière définitive des terrains (certificat foncier délivré par les guichets fonciers ou titre foncier obtenu auprès du Service des Domaines), ce volet étant sous la responsabilité de la composante ARSF du programme ASA.

La démarche du ZADA consiste à consulter en amont tous les acteurs potentiellement concernés (district, administration forestière, administration foncière, ministères, communes, fokontany, population locale, société civile,...) pour la délimitation des zones de reboisements. Lors d'ateliers, il a été ainsi demandé aux acteurs d'identifier sur le territoire de chaque commune toutes les surfaces ne pouvant être reboisées (car potentiellement destinées à l'établissement d'habitations, à l'élevage, à l'agriculture,...). Les zones appartenant à l'Etat ont été aussi écartées comme celles relevant du Domaine Forestier National, des forêts naturelles ou des plantations des ministères. A l'issue de ces rencontres une première carte délimitant le périmètre potentiel de reboisement par commune a pu être établie.

Une analyse cartographique a été ensuite réalisée à l'échelle de 1/30 000^{ème} sur la base d'une image satellite de 2007 fournie par le Centre de Ressource et d'Information Foncière (CRIF) de Mangamila. Cette analyse a consisté à retirer de la première carte les endroits non reboisables. Pour ce faire, plusieurs critères ont été pris en compte comme les pentes (limite supérieure fixée à 12%) et l'occupation effective du sol. L'objectif étant d'établir une deuxième carte, identifiant les parcelles sur lesquelles il était effectivement possibles de reboiser.

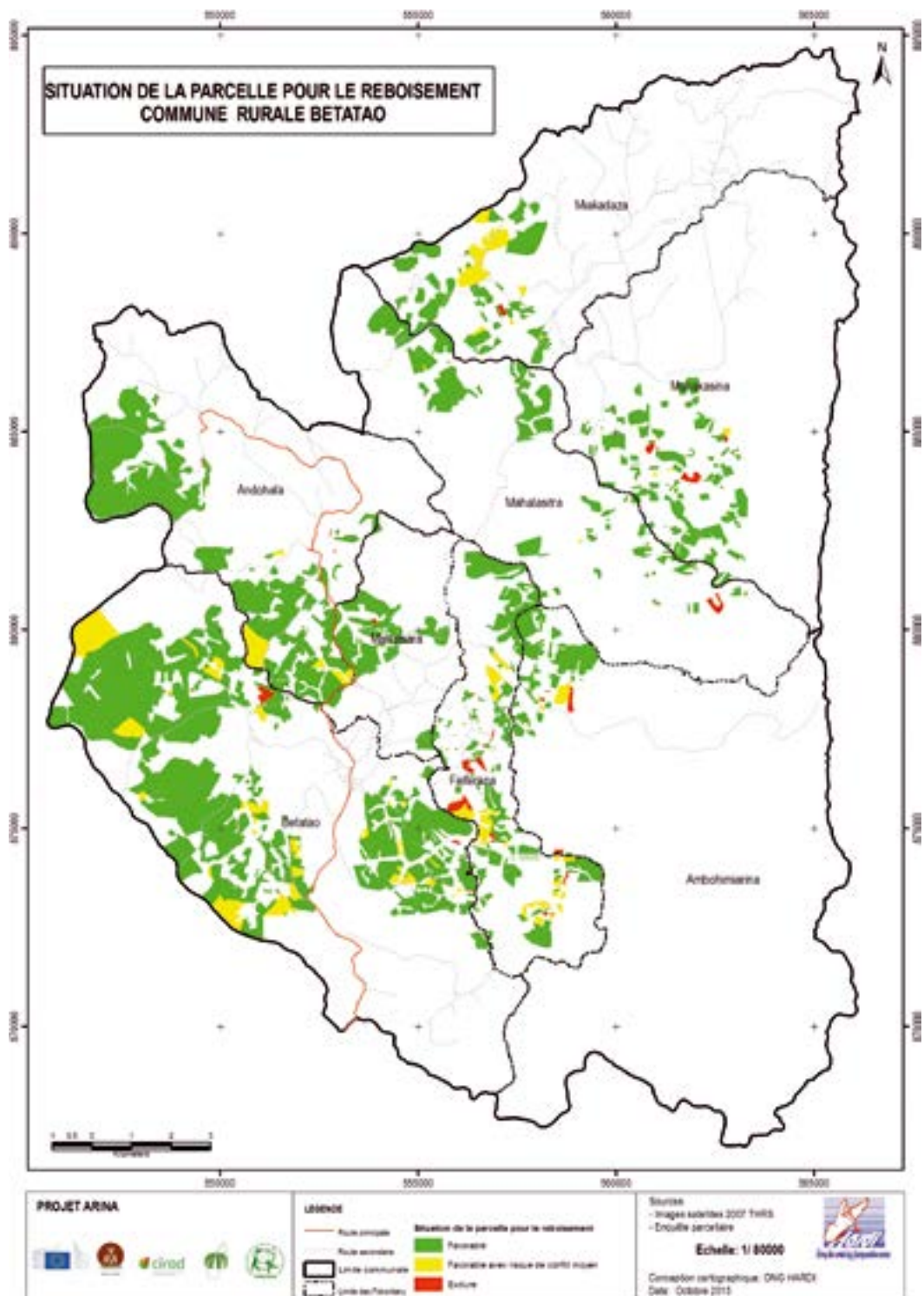
La dernière phase du processus a consisté à établir, via une étude diagnostic approfondie, le statut foncier et la situation de chacune des parcelles favorables techniquement au reboisement. Ceci afin d'identifier le statut juridique du terrain, le propriétaire revendiqué, l'existence de conflits potentiels entre ayant droits ou les liens entre propriétaire et occupant. Il a été ainsi possible de classer les terrains en trois catégories : 1) parcelles favorables aux reboisements, 2) parcelles favorables aux reboisements à condition que les problèmes fonciers soient résolus et 3) parcelles impropres au reboisement.

Ce zonage a ainsi permis d'estimer la surface potentielle totale de reboisements à 21 618 ha (tableau 1) sur les 4 communes du district d'Anjozorobe où le projet avait prévu de travailler : Anjozorobe, Analaroa, Betatao (carte 1) et Ambongamarina. L'objectif initial d'ARINA étant 2200 ha de plantations, le projet a décidé de concentrer ses efforts sur les seules communes d'Ambongamarina et Betatao. Celles-ci représentaient 15 018 ha potentiels avec un pourcentage important (100% à Betatao) de PPNT susceptibles, comme indiqué précédemment, d'une certification foncière auprès des guichets fonciers communaux, après une procédure assez légère et relativement peu onéreuse (35 000 MGA par certificat, 5 000 MGA avec l'appui du projet ARSF). Alors que celles des communes d'Analaroa et d'Anjozorobe faisaient très majoritairement l'objet d'un cadastre inachevé, ce qui aurait rendu très difficile leur sécurisation foncière via l'obtention d'un titre foncier auprès du Tribunal Terrier qui, de plus, aurait été plus coûteux (200 000 MGA par titre, 35 000 MGA avec l'appui du projet ARSF). Par ailleurs, le très faible nombre de parcelles déjà titrées appartenait à de gros propriétaires qui n'étaient pas la cible du projet.

Tableau 1. Surface potentielle de reboisement par commune.

COMMUNE	ZONE POTENTIELLE DE REBOISEMENT (HA)	% SURFACE COMMUNE
Ambongamarina	4 734	18 %
Betatao	10 284	27 %
Analaroa	3 389	20 %
Anjozorobe	3 211	10 %
SURFACE TOTALE	21 618	

Source : HARDI Mai 2016 – Etude diagnostic socio-foncier des zones d'intervention du projet ARINA.



Carte 1. Surfaces potentielles de reboisement en fonction du Zonage à Dires d'Acteurs, du statut foncier des parcelles et des valeurs de pente ($\leq 12\%$). Exemple de la commune de Betatao.

3.2. Pépinières villageoises

3.2.1. MATÉRIEL VÉGÉTAL

En fonction des résultats de la recherche (Chaix and Ramamonjisoa, 2001 ; Verhaegen et al., 2014), de la connaissance du personnel du projet et des préconisations du Silo National des Graines Forestières (SNGF), diverses espèces à vocation bois-énergie ont été proposées aux reboiseurs : *Eucalyptus robusta*, *Acacia dealbata*, espèces pures ou hybrides d'*Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa* et *Acacia auriculiformis* ainsi qu'*Acacia leptocarpa* et *Casuarina cunninghamiana*.

Dans les conditions prévalant dans la région d'Anjozorobe (Figure 1), comme les températures basses en hiver et une période sèche marquée, surtout dans la partie ouest de la zone, *A. leptocarpa* et *C. cunninghamiana* ont été des échecs.

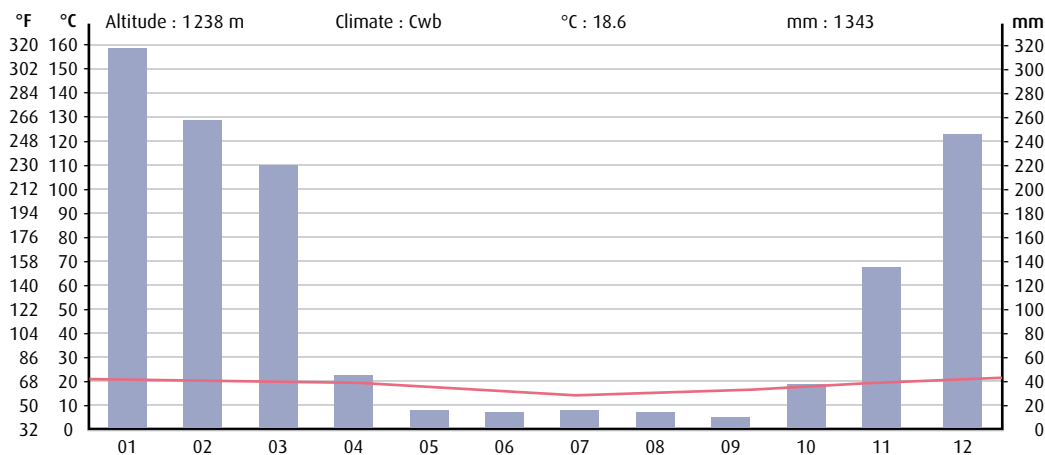


Figure 1. Diagramme ombrothermique de la région d'Anjozorobe.

Source : <https://fr.climate-data.org/afrique/madagascar/anjozorobe/anjozorobe-762140/#climate-graph>

Ceci à l'inverse d'*E. robusta*, espèce principale de reboisement sur les hauts plateaux ayant démontré depuis plus de 100 ans son adaptation et son potentiel de croissance. Cependant, les graines récoltées localement ont généré pour cette espèce un pourcentage élevé de plants qui, après une bonne croissance en pépinière, ont présenté des problèmes de forme (arbres flexueux ou tordus), de croissance horizontale ou de pertes de dominance apicale conduisant à la formation de fourches. Les causes peuvent être liées aux conditions édaphiques difficiles mais aussi aux caractéristiques propres du matériel récolté (vieillesse des pieds mère, récolte sur des arbres mal conformés ou isolés augmentant les risques de consanguinité, ...). Quoiqu'il en soit, des graines en provenance d'Australie et du Brésil ont été importées pour être plantées à partir de la troisième campagne sur environ 350 ha. Les premiers résultats visuels - qui devront être confirmés par des inventaires dédiés - montrent que les arbres issus de ces provenances importées sont mieux conformés, présentent un aspect plus juvénile et une meilleure résistance aux éventuelles attaques de *Leptocibe invasa* que ceux issus des récoltes locales.

Acacia dealbata présente également un potentiel intéressant. Cette légumineuse a la possibilité de fixer l'azote et d'améliorer les sols (May and Attiwill, 2003), mais peut aussi présenter localement de bonnes croissances (photo 4). Cependant les reboiseurs ont été globalement réticents pour utiliser cette espèce sub-spontanée dans la zone, considérée comme poussant « gratuitement » et potentiellement envahissante. Par ailleurs, les arbres étant exploités à courte rotation, les reboiseurs n'ont que peu d'exemple d'*A. dealbata* de grande taille. D'autres espèces d'acacias (désignés comme *Acacia* sp., espèces pures ou hybrides d'*A. mangium*, *A. auriculiformis* et *A. crassicarpa*) n'ont pas été non plus appréciées par les reboiseurs car ne rejetant pas de souches après la coupe.

3.2.2. TECHNIQUES DE PÉPINIÈRE ET PRODUCTION DES PLANTS

Les pratiques traditionnelles de pépinière consistent à semer directement les graines sur une plate-bande pour ensuite arracher les plants germés (entre 20 à 50 cm de haut) et les mettre en terre. Le projet a formé les pépiniéristes à une technique plus performante mais restant très facile à appliquer (Ranivomboahangy and Rakotondraoelina, 2015), basée sur un semis en germoir suivi d'un repiquage en pots au stade de 3 à 4 feuilles. La période de semis a été également planifiée en fonction de la température nécessaire pour obtenir de bons taux de germination : en pratique les premiers semis sont à faire fin septembre - début octobre quand la température moyenne est de $\approx 25^{\circ}\text{C}$. La présence permanente des pépiniéristes est aussi impérative pour garantir le bon entretien des plants (arrosage, désherbage, ...).

Les quantités de graines à semer dépendent de leur poids individuel, du taux de germination et *in fine* du nombre des individus pouvant être plantés (*photo 1*), ceux malingres ou mal conformés devant être systématiquement écartés et détruits à la pépinière. Pour les *Eucalyptus*, le nombre de semis plantables a été de 80 à 100/gramme de graines pour les provenances locales et 200-250/gramme de graines provenant d'Australie. Pour *A. dealbata* et *Acacia* sp., le nombre d'individus plantables a été respectivement de 50 et 40/gramme. Au total le projet a utilisé de 35,2 kg de graines pour *E. robusta*, 13,8 kg pour *A. dealbata*, 13,8 kg pour *Acacia* sp., 1,6 kg pour *A. leptocarpa* et 0,12 kg pour *C. cunninghamiana*.



Photo 1. Plants d'*Eucalyptus robusta* en phase d'élevage après repiquage. Les individus mal conformés et poussant mal ont été écartés. Pépinière de M Albert, commune de Betatao.

La densité de plantation recommandée était de 1111 plants/ha, pour un écartement théorique de 3 m entre lignes et entre plants. Mais les reboiseurs ayant globalement diminué les écartements (*cf infra*), la production des pépinières a été planifiée sur la base de 1300 plants/ha. L'objectif initial d'ARINA était la

production 2 660 000 plants en 4 ans. L'objectif a été largement dépassé avec une production supérieure d'environ 20% grâce à la motivation des pépiniéristes et à l'efficacité de l'approche adoptée pouvant satisfaire la forte demande des reboiseurs (tableau 2).

Tableau 2. Production et vente des plants sur les 4 campagnes de plantation d'ARINA.

ESPECES	CAMPAGNE								TOTAL GENERAL	
	2015-2016		2016-2017		2017-2018		2018-2019		PROD.	SORTIE
	PROD.	SORTIE	PROD.	SORTIE	PROD.	SORTIE	PROD.	SORTIE		
<i>Eucalyptus robusta</i>	257 060	255 358	994 820	898 041	817 650	769 892	1 061 635	1 053 451	3 131 165	2 976 742
<i>Casuarina cunningham</i>	34 303	32 809							34 303	32 809
<i>Acacia leptocarpa</i>	27 339	26 090							27 339	26 090
<i>Acacia dealbata</i>			96 309	81 658	89 090	59 663	38 122	37 346	223 521	178 667
<i>Acacia sp. (Kianjasoa)</i>			50 510	42 922	111 890	85 624	34 032	33 526	196 432	162 072
TOTAL CAMPAGNE	318 702	314 257	1 141 639	1 022 211	1 018 630	915 180	1 133 789	1 124 323	3 612 760	3 376 381

3.2.3. APPROCHE SOCIO-ORGANISATIONNELLE

La première intervention a consisté à sélectionner les pépiniéristes. Pour ce faire, le projet a travaillé avec les chefs de fokontany pour pouvoir sélectionner des personnes dynamiques et disponibles sachant lire, écrire et calculer. La sélection finale a été faite via des entretiens directs avec les candidats et le recoupement des informations auprès des riverains et des autorités locales.

Le projet a ensuite identifié avec les acteurs les endroits propices à la localisation des pépinières (proximité de sources d'eau, ...). En début du projet la capacité de production des pépiniéristes, encore peu expérimentés, était en moyenne d'environ 30 000 plants/an. A partir de la 2^{ème} année, cette capacité a augmenté pour atteindre 50 000 plants/an, voire même 100 000 plants/an pour quelques pépiniéristes. Cependant le projet n'a pas voulu que la production soit assurée par un nombre trop réduit de personnes. En effet, répartir la production sur un nombre plus élevé de pépinières - 31 au lieu des 22 prévues initialement - a réduit les risques liés aux événements climatiques (foudre, grêle, tornade localisée (*rambon-danitra*, ...) ou sanitaires (leptocybe, grillons), aux problèmes familiaux (décès...) et aux impondérables (vandalisme...). Par ailleurs, un nombre plus élevé de pépinières a permis de limiter les transports de plants sur de longues distances pour leur mise en terre. Enfin, le projet a pu ainsi toucher un plus grand nombre de bénéficiaires.

Le projet a pris en charge les matériaux pour la mise en place des pépinières (poteaux, ombrières...), les intrants (semences, engrais organiques, sable) et les petits matériels pour la production des plants (brouette, arrosoir, cuvette, pulvérisateur, ...). Ces matériels ont été fournis uniquement la première campagne pour continuer à être utilisés les années suivantes. Les pépiniéristes ont également bénéficié d'une formation initiale complétée par un recyclage après un an pour évaluer et combler leurs éventuelles lacunes techniques. En parallèle, le projet a localisé un technicien local, un ingénieur forestier et un socio-organisateur dans chacune des deux communes. Ceci afin d'apporter un appui pérenne aux pépiniéristes pour le suivi des préconisations techniques aux différentes étapes de production des plants et faciliter l'atteinte des objectifs de production. A titre d'exemple, un arrosage régulier est indispensable sous peine très rapidement (2-3 jours) d'entraîner la mortalité de tous les plants, que ce soit en phase de germination ou en plate-bande de repiquage.

Enfin, le projet a pris en charge les dépenses de main d'œuvre pour l'aménagement de la pépinière, le rebouchage des pots, le repiquage des plants, le pépiniériste assurant l'arrosage et le désherbage. Au début de la première campagne, la totalité du montant avait été donné aux pépiniéristes, acteurs très vulnérables qui n'ont souvent pas les moyens d'avancer les sommes nécessaires. Mais cette approche a présenté rapidement ses limites, certains pépiniéristes ayant pu avoir tendance à utiliser ces fonds à d'autres fins (familiales, ...). Ceci entraînant alors le retard voire même l'inachèvement des travaux et *in fine* la non atteinte des objectifs de production et l'augmentation des dépenses de la campagne suivante. Le projet a modifié alors son approche avec l'octroi au début des travaux de 70% du montant nécessaire, le solde n'étant réglé qu'après constatation de la réalisation des objectifs.

Le compte d'exploitation présenté au tableau 3 montre que pour une pépinière de 37500 plants/an le coût de production d'un plant a avoisiné 55 MGA sur les 2 premières campagnes et 70 MGA sur les 2 dernières. Cette dépense se décompose en 2018-2019 en 4 MGA de coûts d'investissements, 31 MGA de salaires (dont 13 MGA de participation du pépiniériste), 29 MGA de fournitures et 6 MGA de location/gardiennage (à la charge du pépiniériste). En se basant sur un objectif de marge des pépiniéristes de 45-50 MGA/plant le projet a acheté les plants à 100 MGA/plant sur les 2 premières campagnes et 120 MGA sur les 2 suivantes.

Tableau 3. Compte d'exploitation d'une pépinière pour la production annuelle de 37 500 plants.

DÉSIGNATION	UNITÉ	QTÉ	PRIX UNITAIRE 2015-2016 (MGA)	PRIX UNITAIRE 2018-2019 (MGA)	MONTANT 2015-2016 (MGA)	MONTANT 2018-2019 (MGA)
Matériels pour 4 ans						
- Bois rond	pièce	63	2 000	2 000	125 000/4 = 31 250	125 000/4 = 31 250
- Pointe	kg	3.5	4 000	4 000	14 000/4 = 3 500	14 000/4 = 3 500
- Briques	pièce	1335	100	100	133 500/4 = 33 375	133 500/4 = 33 375
- Ombrières	pièce	34	8 000	8 000	270 000/4 = 67 500	270 000/4 = 67 500
- Angady	pièce	1	10 000	10 000	10 000/4 = 2 500	10 000/4 = 2 500
- pelle	pièce	1	5 500	5 500	5 500/4 = 1 375	5 500/4 = 1 375
- Arrosoir	pièce	1	18 000	18 000	18 000/4 = 4 500	18 000/4 = 4 500
- Tamis*	pièce	1	6 000	6 000	6 000/4 = 1 500	6 000/4 = 1 500
- Cuvette	pièce	1	3 500	3 500	3 500/4 = 875	3 500/4 = 875
- Etiquette	pièce	27	500	500	13 500/4 = 3 375	13 500/4 = 3 375
- Brouette	pièce	1	60 000	60 000	60 000/4 = 15 000	60 000/4 = 15 000
Salaire						
- Nettoyage/ installation plate-bande	H/j	15	3 500	5 000	52 500	75 000
- Rebouchage	H/j	76	3 500	5 000	266 000	380 000
- Repiquage	H/j	38	3 500	5 000	133 000	190 000
- Arrosage	H/j	45	3 500	5 000	157 500	225 000
- Désherbage, binage...(*)	H/j	76	3 500	5 000	266 000	380 000
- Reclassement *	H/j	19	3 500	5 000	66 500	95 000
Fournitures						
- Graines	kg	0.481	50 000	50 000	24 050	24 050
- Pots plastiques (8 cm X 15 cm)	pièce	38 000	18	23	684 000	874 000
- Insecticide (2l pour 9 pépinières)	l	0.22	43 000	43 000	9 556	9 556
- Fumier	m ³	7.5	15 000	15 000	112 500	112 500
- Sable	m ³	7.5	10 000	10 000	75 000	75 000
Terrain*						
- Location terrain pépinière	forfait	1	15 000	15 000	15 000	15 000
- Gardiennage	forfait	1	200 000	200 000	200 000	200 000
TOTAL					2 078 356	2 614 856
COÛT D'UN PLANT (MGA)					55	70

(*) : contribution du pépiniériste
Fluctuation de prix (en gris clair)

3.3. Mise en place des reboisements

Le projet ARINA a tenu à vulgariser des techniques sylvicoles simples, efficaces, éprouvées et aisément reproductibles par les populations locales. Des productions supérieures des reboisements sont potentiellement atteignables mais elles nécessitent des moyens qui sont, sauf cas particulier, hors de portée des acteurs du reboisement à Madagascar et parfois inaccessibles sur la plupart des terrains dans les Hautes Terres centrales (e.g. utilisation d'engins lourds pour un décompactage des sols en profondeur par sous-solage : e.g. <https://www.youtube.com/watch?v=YsurpDdQNjs>). Cependant, des techniques alternatives ont aussi été testées comme une fertilisation starter, sur en moyenne 52% de la surface des parcelles. Le coût de cette pratique qui augmente significativement la production des plantations (cf infra) a été supporté par le projet, comme cela pourrait être le cas via des incitations gouvernementales mais également des initiatives individuelles (exemple de 2 reboiseurs dans les communes de Betatao et d'Ambongamarina). Au-delà, cette pratique qui est appliquée très largement sur les plantations d'Eucalyptus dans le monde (Goncalves et al., 2008) ne demande pas la mise en œuvre de moyens spécifiques d'épandage.

Pour garantir la continuité des activités, il est conseillé de promouvoir des techniques faciles à adopter par les paysans.

Tableau 4. Surfaces reboisées par commune durant les 4 campagnes.

CAMPAGNE	SURFACE REBOISÉE (HA)		
	COMMUNE AMBONGAMARINA	COMMUNE BETATAO	TOTAL
Campagne 1	148,58	173,89	322,47
Campagne 2	292,97	426,01	718,97
Campagne 3	304,85	364,75	669,60
Campagne 4	356,19	525,75	881,94
TOTAL	1 102,59	1 490,40	2 592,99

3.3.1. TRAVAIL DU SOL

De nombreux travaux ont montré l'importance, pour les espèces pionnières, d'installer rapidement leur système racinaire (Gong et al., 2016 ; Pinheiro et al., 2016). Ceci pour leur permettre d'explorer le sol et bénéficier des nutriments et de l'eau disponibles dans les horizons prospectés et d'avoir un avantage compétitif par rapport aux autres espèces (notion de stratégie territoriale : Schenk et al., 1999). Ce point est particulièrement important pour les Eucalyptus qui ont la capacité d'explorer très rapidement les couches profondes (jusqu'à 10 m à 2 ans sur des sols sablo-argileux, Christina et al., 2011). Un bon départ initial des arbres est une condition nécessaire à une bonne production des peuplements (Goncalvez et al., 2013), le retard pris par les plants ne se rattrapant pas par la suite.

ARINA a ainsi promu, conformément aux prescriptions du Service des Eaux et Forêts, une trouaison manuelle de 40 cm x 40 cm x 40 cm (photo 2). Ce volume de sol décompacté est alors exploité facilement par le système racinaire des plants qui bénéficient ainsi d'une réserve d'eau utile aisément accessible pouvant s'avérer déterminant pour passer la première saison sèche. Ceci d'autant plus que cette trouaison peut constituer une cuvette permettant de capter l'eau de ruissellement. Le taux de reprise élevé (≈ 90%) après un an (YPA, 2018) va bien dans le sens de cette préconisation.



Photo 2. Trou de plantation (40 cm x 40 cm x 40 cm). On peut observer l'horizon plus humifère en surface et jaune en profondeur qui doivent être remis en respectant l'ordre des couches au moment du rebouchage des trous. Commune d'Ambongamarina.

Cette trouaison a été réalisée même dans le cas d'un labour préalable derrière zébu que pratiquent certains reboiseurs. En effet, dans la zone de reboisement, la compacité des sols liée à leur texture argileuse (40-60% : Bouillet, 2016), ne permet de les décompacter que sur une dizaine de centimètres de profondeur, ce qui est insuffisant pour permettre un bon développement des plants. Il peut aussi y avoir un mauvais contact entre le sol en place et la terre labourée où est installé le plant, ajoutant encore à la difficulté de reprise et de croissance des arbres. Une étude sur des plantations de 1 et 2 ans (YPA, 2018) a montré que le labour derrière zébu suivi d'une trouaison - et donc *a fortiori* le labour seul - n'induit pas de croissance supérieure à celle d'une simple trouaison. Le labour derrière zébu sert alors essentiellement à délimiter les lignes de plantation et aider à la lutte contre les adventices (ce qui peut cependant présenter un avantage).

3.3.2. ESPACEMENTS DE PLANTATION ET REGARNIS

Sur la base des résultats à Madagascar et des pratiques dans de nombreux pays, le projet ARINA a préconisé une plantation à 3 m x 3 m. La plantation au carré permet aux houppiers de pouvoir se développer de manière homogène. La densité de 1111 tiges/ha présente l'avantage de limiter le nombre de trous à réaliser et le nombre de plants à mettre en terre - et donc le coût induit - et d'une fermeture assez rapide des houppiers, élément clé pour réduire le développement des adventices. C'est aussi à partir de ce moment qu'on peut considérer que la production à l'hectare ne dépend plus du nombre de tiges par unité de surface : pour une production équivalente par unité de surface une plantation plus serrée conduit à plus de tiges mais de plus petits diamètres qu'une plantation à écartements plus larges. Sur le terrain, les densités de plantation ont été en moyenne de 1300 tiges/ha, une des raisons étant le sentiment de certains reboiseurs d'augmenter la production avec le nombre de tiges. En pratique, cette densité un peu plus forte peut éviter les regarnis qui en tout état de cause doivent impérativement être réalisés durant la saison des pluies initiale sous peine de voir l'arbre être toujours dominé par ses voisins (photo 3).



Photo 3. Plantation d'*Eucalyptus robusta* de 3 ans – plant regarni après un an, cerclé en orange.

3.3.3. MONOCULTURES VS PLANTATIONS MÉLANGÉES

Le projet a poussé à la diversification des espèces sur le terrain via la mise en place de plantations mélangées sur la base de 80% *E. robusta* et 20% d'espèces fixatrices d'azote. Cette diversification a de nombreux avantages comme l'amélioration de la fertilité azotée du sol (Koutika et al., 2014), de sa diversité microbienne et de son fonctionnement (Pereira et al., 2019), du cycle biologique et de la décomposition des litières (Santos et al., 2018) et la possibilité d'une meilleure production des peuplements via des processus de facilitation et de complémentarité entre espèces (Bouillet et al., 2013 ; Santos et al., 2016). Ces interactions positives sont d'autant plus probables que les conditions du milieu sont difficiles (hypothèse du gradient de stress : Maestre et al., 2009).

Si des plantations mélangées ont pu être observées sur le terrain, la majorité des reboiseurs ont utilisé les espèces fixatrices d'azote en périmètre des parcelles d'*Eucalyptus*, voire les ont plantées en parcelles pures ou ne les ont pas utilisées. Même si la présence d'*A. dealbata* au sein des plantations d'*E. robusta* est courant dans la zone, la réticence des reboiseurs pour la mise en place de plantations mélangées ne doit pas surprendre, un temps d'adaptation étant toujours requis quand sont préconisées des modifications substantielles aux itinéraires techniques classiques. Les acteurs doivent voir pour croire - ce qui est très compréhensible - même si, dans le cas de la foresterie, les résultats ne sont tangibles qu'après plusieurs années, contrairement aux cultures agricoles. A ce sujet des parcelles de reboisement réussis près des localités peuvent constituer un outil didactique très intéressant (photo 4).



Photo 4. Plantation de 2 ans d'*Acacia dealbata*, *A. mangium* et *A. leptocarpa*. Parcelle de Mme Hélène située à proximité de la commune d'Ambongamarina.

3.3.4. FERTILISATION

Dans la région d'Ankazobe, les terrains pour les reboisements - essentiellement les parties sommitales et hauts de pente des collines (*tanety*) - sont très carencés en potassium (K) et en phosphore (P) et présentent des déficiences variables en azote (N) (Bouillet, 2016). Cette pauvreté en éléments majeurs est classique pour les sols ferrallitiques des hauts plateaux de Madagascar. Après la prise en compte des résultats des essais de fertilisation locaux et dans les principaux pays planteurs d'Eucalyptus (Afrique du Sud, Australie, Brésil, Chine, Congo, Indonésie) le projet a recommandé l'application à la plantation de 120 g NPK (11-22-16) par arbre, cette formulation étant celle qui se trouve le plus facilement à Antananarivo. A une densité de plantation de 1111 tiges/ha, cette fertilisation correspond à l'apport de 12,2 kg de N, 17,8 kg de P₂O₅ et 24,4 kg de K₂O par ha, quantités qui restent tout de même limitées, surtout en prenant en considération qu'une seule fertilisation est apportée sur l'ensemble de la rotation. L'engrais est mis en place le plus rapidement

Intérêt de l'application d'un engrais starter.



Photo 5. *Eucalyptus robusta* de 1 an fertilisé (à gauche) et non fertilisé (à droite). Parcelle de M. Tsiry Ramarakoto, commune d'Ambongamarina.

possible après la mise en terre des plants, en couronne ou dans deux poquets symétriques à ≈ 20 cm du plant. La quantité nécessaire à appliquer correspond au volume d'une tasse à café par arbre. Dès la première année, cette fertilisation a un effet très marqué sur la croissance des plants et la production des reboisements d'*E. robusta* de (tableau 5 et photo 5) qui tend encore à s'accroître l'année suivante (YPA, 2018).

Tableau 5. Effet de la fertilisation sur les valeurs moyennes de croissance des arbres et de production des peuplements. Parcelles d'Eucalyptus de 1 an et 2 ans. Nombre de parcelles jumelles (fertilisées/non fertilisées) : 110 à 1 an ; 91 à 2 ans. Communes d'Ambongamarina et Betatao (district d'Anjozorobe).

PARAMÈTRES	AGE	ZONES NON FERTILISÉES	ZONES FERTILISÉES	GAIN AVEC LA FERTILISATION
H totale (m)	1 an	0,76	1,20	+ 60 %
	2 ans	1,08	1,77	+ 65 %
Ccollet (cm)	1 an	4,29	7,90	+ 85%
	2 ans	7,56	14,22	+ 90 %
C1.30m (cm)	1 an	0,10	0,78	+ 680 %
	2 ans	0,72	3,98	+ 450 %
Gcollet (m ² /ha)	1 an	0,22	0,74	+ 230 %
	2 ans	0,68	2,36	+ 250%
G (m ² /ha)	1 an	0,01	0,05	+ 400 %
	2 ans	0,06	0,41	+ 600 %

La fertilisation fait globalement gagner plus d'une année de croissance sur les 2 premières années - les plants de 1 an fertilisés présentent des développements supérieurs à des arbres de 2 ans non fertilisés - lié à un changement marqué de fertilité apparente du sol (Figure 2). A noter que si les résultats présentés ne concernent que les Eucalyptus, des espèces comme les Acacias nécessitent aussi une alimentation correcte en éléments minéraux. Ainsi, la fixation symbiotique de l'azote implique l'absorption par la plante de phosphore assimilable pour fournir l'énergie nécessaire (sous forme d'ATP) pour la réduction du N₂ atmosphérique.

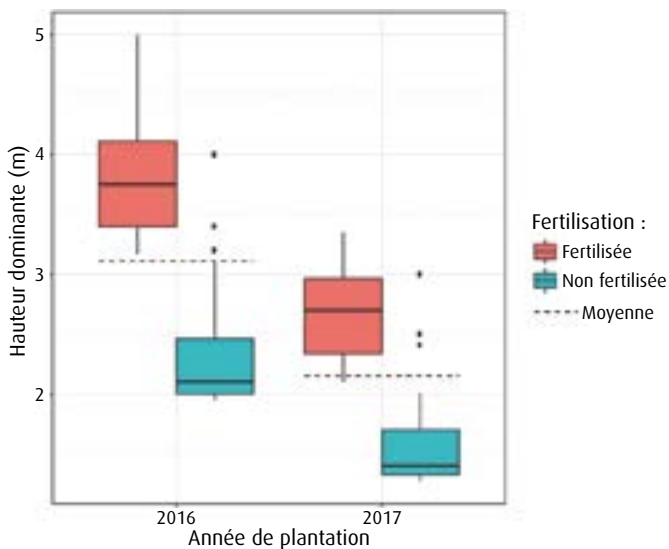


Figure 2. Impact de la fertilisation sur la hauteur dominante (i.e hauteur des 100 plus gros arbres/ha, indicateur de la fertilité apparente du sol) pour les plantations de 2016 (2 ans) et 2017 (1 an). Les lignes horizontales en gras représentent la médiane des hauteurs dominantes. Nombre de parcelles jumelles (fertilisées / non fertilisées) : 91 en 2016 et 110 en 2017. Communes d'Ambongamarina et Betatao (district d'Anjozorobe).

Même si des évaluations ultérieures sont nécessaires, ce gain de croissance devrait s'accroître jusqu'à la fin de la rotation via la mise en place d'un cercle vertueux : la plus forte croissance des arbres conduit à la production de plus de feuilles, d'écorce, de petites branches, de fruits qui en retournant au sol puis en se décomposant libèrent plus d'éléments minéraux que pour des arbres non fertilisés. Ce phénomène, combiné à un système racinaire plus développé qui permet un prélèvement supérieur de nutriments et d'eau dans le sol met à disposition plus de ressources pour les arbres. Ceux-ci qui captent plus d'énergie lumineuse grâce à une plus grande surface foliaire peuvent alors les utiliser pour plus de photosynthèse, de production d'assimilats, de biomasse racinaire et aérienne, etc... En pratique, une telle fertilisation starter devrait permettre une coupe des arbres entre 7 et 10 ans en fonction des conditions du milieu, alors qu'elle devrait être plus tardive pour les parcelles non fertilisées. Par ailleurs le développement plus rapide des houppiers limite la compétition des adventices qui peut s'observer sur l'ensemble du cycle pour des plantations poussant mal, ce qui renforce l'effet positif de la fertilisation.

FERTILISATION MINÉRALE OU FERTILISATION ORGANIQUE ?

Une fertilisation minérale n'empêche pas l'apport de fumures organiques très bénéfiques pour la biodiversité, le fonctionnement biologique et l'agrégation des sols, les cycles du carbone et des nutriments, et la productivité des écosystèmes (Six *et al.*, 2002 ; Barrios, 2007 ; Chen *et al.*, 2019).

Une des contraintes de la fertilisation organique est, dans la zone de reboisement, la disponibilité limitée des matériaux (lisiers, compost, poudrette de zébu) utilisés préférentiellement sur les cultures agricoles. Leur faible concentration en éléments minéraux nécessite aussi d'en apporter de grandes quantités (plusieurs kilogrammes/arbre) avec les contraintes de transport qui sont liées. Par ailleurs, en se minéralisant la matière organique libère des ions (*e.g.* NO_3^- , NH_4^+ , K^+ , PO_4^{3-}) de la même façon que les engrais minéraux. Lesquels ici, aux faibles doses apportées, n'ont très vraisemblablement pas d'effet délétère sur le fonctionnement biologique de l'écosystème et pourrait même, sur ces terrains très pauvres de *tanety*, augmenter la biomasse microbienne du sol (Wu *et al.*, 2011). Ceci pourrait ne pas être le cas dans le cas de fortes fertilisations minérales comme observées dans les plantations forestières industrielles (Aslam *et al.*, 2015). Le même raisonnement peut cependant être tenu dans le cas de très forts apports organiques (*e.g.* lisiers de porc en Europe conduisant à l'eutrophisation des cours d'eau).

3.3.5. ENTRETIENS

Les Eucalyptus, à l'inverse d'autres espèces comme les pins, souffrent fortement de la compétition des adventices, en particulier des graminées. Cette observation générale (Goncalves *et al.*, 2008) s'explique en particulier par la forte consommation hydrique des herbacées (Vargas *et al.*, 2018). Une telle compétition peut s'avérer particulièrement néfaste en début de rotation conduisant à une mauvaise croissance initiale, voire à la mort des plants, spécialement lors du passage de la première saison sèche. Dans l'absolu, il serait nécessaire de sarcler l'ensemble de la surface. Mais, pour des raisons pratiques et d'adoption par les reboiseurs, le projet a préconisé un entretien dans un rayon minimum de 1 m autour des plants. Dans le cas d'un labour avant plantation, des entretiens ont aussi été effectués sur la zone labourée, les mauvaises herbes pouvant s'y développer fortement. Le sarclage a été réalisé en superficie - arrachage des touffes de graminées par grattage du sol - pour ne pas endommager les racines d'Eucalyptus qui prospectent les couches superficielles du sol (Bouillet *et al.*, 2002), les moins pauvres en matière organique et en éléments minéraux. Certains reboiseurs ont apporté au pied des plants les herbes enlevées, ce mulch présentant l'intérêt de garder l'humidité et de fournir un peu d'éléments minéraux lors de sa décomposition. Par contre, une telle pratique implique un bon contrôle des feux, cette accumulation de matière inflammable à proximité de l'arbre augmentant le risque de mortalité lors du passage de feux courants. L'entretien des plantations a été effectué au minimum les deux premières années après la plantation, cette opération étant dans tous les cas bénéfique tant que le couvert ne s'est pas totalement refermé.

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES PLANTATIONS D'EUCALYPTUS ?

Des critiques sont souvent émises sur la durabilité des plantations d'Eucalyptus et les impacts environnementaux associés, auxquelles il convient de répondre.

Fertilité du sol et biodiversité associée

Les Eucalyptus pourraient-ils diminuer la fertilité des sols, voire les « stériliser » et les transformer en « désert vert » ? Beaucoup de travaux ont été menés sur cette problématique avec des résultats contrastés en fonction des caractéristiques écologiques et des modes de gestion des plantations. On peut citer quelques résultats. Au Nigeria, l'afforestation en *E. camaldulensis* de savanes en zone semi-arides a conduit à une diminution des quantités de matière organique et d'éléments minéraux dans le sol superficiel (Jaiyeoba, 1995). Le mécanisme évoqué étant l'augmentation des pertes par drainage de surface sous plantations. Au Brésil, en comparaison à la savane originelle (Cerrado), une diminution de la concentration en carbone du sol superficiel a été observée sous *E. camaldulensis* planté sur sols sableux mais pas argileux (Zinn et al., 2002). Les concentrations en K^+ , Ca^{2+} et Mg^{2+} sont inférieures après plusieurs rotations d'Eucalyptus par rapport au contrôle (pâturages dégradés) à l'inverse du P assimilable (Leite et al., 2010). En Inde, les quantités échangeables dans le sol de P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe and B diminuent avec l'âge des plantations d'*E. citriodora*. L'inverse est observé pour N, S et Zn (Ramamurthy et al., 2016). En Ethiopie, les plantations d'*E. globulus* présentent dans le sol de plus fortes concentrations de carbone et d'azote total ainsi que des capacités d'échanges cationique (CEC) supérieures par rapport aux systèmes cultivés (Feyisa et al., 2018). Au Congo, équilibrer le bilan d'éléments minéraux pour le compartiment sol à la fin de la 1^{ère} rotation de futaie nécessite un apport de 120 kg N/ha (Laclau et al., 2005). Par contre le bilan est équilibré pour les autres éléments. Une même tendance au déséquilibre du bilan N sans fertilisation est observée au Brésil, et d'une manière générale pour les plantations productives d'Eucalyptus (Laclau et al., 2010). Il n'apparaît donc pas de réponse univoque, un point essentiel étant la mise en œuvre de pratiques sylvicoles adaptées, avec un effort particulier sur la limitation des feux de brousse.

L'impact de l'afforestation en Eucalyptus sur la faune du sol apparaît aussi contrasté en fonction des conditions écologiques et des systèmes de référence. Dans l'horizon de surface (0-5 cm) une biomasse microbienne identique a été trouvée sous *E. grandis* et *E. cloeziana* et dans des reliquats de forêts avoisinantes dans le Minas Gerais (Brésil) (Braga et al., 2016). Dans le Nord de ce pays, la diversité de fourmis relevée dans les litières d'Eucalyptus était intermédiaire entre celle en forêt naturelle et en monocultures de maïs (de Nadai Corassa et al., 2015). Au Brésil, Camara et al. (2012) ont trouvé une diversité d'arthropodes du sol supérieure en forêt naturelle qu'en plantations d'Eucalyptus. L'inverse a été observé en Inde dans des afforestations d'Eucalyptus par rapport aux savanes originelles (Reddy and Venkataiah, 1990). Au Brésil, la diversité de collemboles et d'acariens était inférieure dans des plantations d'Eucalyptus par rapport aux formations herbeuses natives (Rieff et al., 2016). En Chine, la litière d'*E. grandis* présentait une plus grande quantité de collemboles que celle d'*Alder formosa* (aulne). Une plus grande quantité de macrofaune a été relevée quand la litière des deux espèces était en mélange (Li et al., 2013).

Eau

Une des préoccupations majeures liées à l'utilisation des Eucalyptus en reboisement est leur impact sur les ressources hydriques du sol et le débit des rivières (Cossalter and Pye-Smith, 2003 ; Smethurst et al., 2015). Il est certain que ces espèces, comme toute plante, consomment de l'eau pour leur croissance et leur entretien physiologique et peuvent impacter, par exemple, le niveau des nappes phréatiques (observations faites sur les plantations d'Eucalyptus d'Antanimieva dans la région de Tuléar). Dans le cas de plantations très productives (production moyenne de 50 m³/ha/an dans l'Etat de São Paulo-Brésil) la consommation a pu être estimée en moyenne à 1390 mm/an sur une rotation de 6 ans, pour des précipitations totales moyennes de 1450 mm/an (Christina et al., 2016). Cette consommation est bien sûr inférieure pour des plantations aux productions modestes comme celles du projet ARINA. Même si des travaux spécifiques devraient être menés pour tenir compte des conditions écologiques locales (températures, sécheresse de l'air, ...), on peut donc avancer que leur consommation hydrique est très inférieure aux précipitations annuelles (≈ 1350 mm) et n'empêchent pas la recharge des nappes phréatiques et des sources. Il reste cependant préférable de ne pas planter à très faible distance des cours d'eau pour y limiter les prélèvements des arbres.

3.3.6. APPROCHE SOCIO-ORGANISATIONNELLE

Les conditions écologiques de la zone auraient permis de commencer les plantations en décembre pour que les arbres profitent au mieux de la saison des pluies. En fonction de la date d'arrivée et de l'intensité des premières précipitations (la texture argileuse des sols empêche cette opération en saison sèche), la trouaison aurait alors été effectuée en novembre, un laps de quelques semaines étant conseillé avant la plantation pour laisser le temps au sol décompacté d'être bien saturé en eau.

Mais pour des raisons de compatibilité avec les calendriers agricoles (repiquage du riz, cultures maraichères, ...), dans tous les cas prioritaires pour les paysans, la mise en terre des plants n'a jamais pu commencer avant janvier. La préparation de la campagne de plantation s'étalant sur 6 mois, les 3 premiers (juillet, août et septembre) étaient consacrés à la collecte des demandes des reboiseurs, à la sélection de celles éligibles par les membres des Comités Communaux de Bois-Energie (cf article sur les CCBE) et à la

planification de la production des plants par pépinière. A partir d'octobre, les pépiniéristes procédaient à l'aménagement de leur site et à la réalisation des semis. Les plants étaient ensuite repiqués et élevés en pots pendant 2 mois pour pouvoir être mis en terre en début d'année. Les plants ont alors été distribués en fonction des calendriers de trouaison, les plantations s'échelonnant ensuite sur 6 à 8 semaines.

Le suivi de la réalisation des actions et le respect des normes techniques ont été effectués à plusieurs niveaux. Le suivi de la trouaison (dimensions, espacements) a été assuré par des membres du CCBE⁷. Cette phase a permis au CCBE, en interaction avec le personnel technique du projet, de valider l'octroi de plants aux reboiseurs qui ont effectivement finalisé la trouaison. Après la plantation, les parcelles ont été suivies par le personnel technique du projet⁸. Chaque parcelle individuelle - des reboiseurs pouvant planter la même année sur plusieurs parcelles - a été visitée pour évaluer le taux de reprise des plants, le respect des pratiques techniques (dimensions des trous, espacements, épandage d'engrais...). Des recommandations techniques étant faites au reboiseur à la fin de la visite de sa parcelle. Le contrôle de la réalisation des entretiens et des pare-feu a été assuré par des membres du CCBE. Leur travail a ensuite été validé par le chef de Cantonnement de l'Environnement et du Développement Durable d'Anjozorobe - également membre du CCBE - via un échantillonnage des parcelles. Cette validation a déclenché le versement d'une aide partielle du projet sur la base de 15 000 MGA/ha pour chacune des deux opérations d'entretiens et de création de pare-feu pour un coût total estimé à 65 000 MGA/ha.

Tableau 6. Répartition des coûts de reboisements.

ACTIVITÉS	UNITÉS	PRIX UNITAIRE	PLANTS/ HA	MONTANT TOTAL	APPORT DU PROJET	APPORT DU BÉNÉFICIAIRE
Coût de production des plants supporté par le projet	MGA/plant	70	1 111	77 778	77 778	
Coût d'achat des plants	MGA/plant	50	1 111	55 556	55 556	
Coût de transport des plants	MGA/plant	10	1 111	11 111	11 111	
Coût de main d'œuvre (MO) pour la réalisation des trouaisons	MGA/trou	100	1 111	111 111		111 111
Coût de l'engrais y compris les frais de transport (sur la base de 20% de surfaces fertilisées)	MGA/ha	58 667	1	58 667	58 667	
Coût MO pour la plantation	MGA/plant	10	1 111	11 111		11 111
Coût MO pour l'épandage de l'engrais	MGA/personne	5 000	2	10 000		10 000
Coût MO pour le nettoyage des parcelles	MGA/ha	55 556	1	55 556	15 000	40 556
Coût MO pour la mise en place des pare-feu	MGA/ha	40 000	1	40 000	15 000	25 000
Valorisation du temps passé par le reboiseur	MGA/jour	5 000	10	50 000		50 000
TOTAL GENERAL (MGA)				480 889	233 111	247 778
POURCENTAGE				100%	48%	52%

7 Les membres impliqués ont touché une indemnité (5 000 MGA / jour) mais l'objectif est que cette action perdure après la fin du projet via des processus spécifiques (ristournes perçues par les communes : cf § « Pérennisation »).

8 Les équipes techniques profitent de leur passage pour délimiter la parcelle à l'aide d'un GPS (Trimble) avec une précision < 1 m. Ce matériel intègre un système d'exploitation permettant l'installation d'une application pour l'enregistrement de données spécifiques (e.g. nom de la commune, du fokontany, du propriétaire, provenance des graines, type de plantation, année de plantation, fertilisation). Ce GPS donne aussi une estimation de la surface horizontale de la parcelle. Ce matériel est cependant onéreux (3.5 k€ avec l'intégration du logiciel TerraSync). Il est possible d'utiliser d'autres types de GPS moins chers (< 1 k€), mais nécessitant alors de noter séparément les informations connexes (e.g. sur support papier pour être ensuite intégrées dans une base de données informatique).

3.4. Plan de Gestion des Reboisements (PGR) au niveau communal

3.4.1. LE STATUT DES REBOISEMENTS AU SEIN DES COMMUNES SUR DES TERRAINS PRIVÉS – L’INITIATIVE PLAN DE GESTION DES REBOISEMENTS (PGR)

Dans le cadre du projet ARINA la majorité des reboisements a été réalisée sur des terrains privés avec un statut de PPNT (propriété privée non titrée). Selon la loi forestière (Loi n° 97-017 du 8 Août 1997 portant révision de la législation forestière : J.O. n° 2449 du 25.08.94, p. 1717) ces terrains une fois reboisés sont considérés comme forêt compte tenu du fait que leur exploitation a pour but la production de bois (bois de service, bois d’énergie, bois de construction) et qu’ils peuvent contribuer aussi à lutter contre l’érosion.

Dans le contexte de Madagascar (augmentation de la population, difficulté d’approvisionnement en bois de forêt naturelle, transition énergétique vers des énergies renouvelables, dégradation des écosystèmes forestiers naturels, ...), les initiatives de reboisement et leur gestion sur des terrains privés au sein des communes vont prendre une place prépondérante. Des instruments juridiques permettant de renforcer la gestion durable de cet état boisé, considéré comme forêt, sont donc à promouvoir. Il s’agit donc de doter la commune de moyen juridique lui permettant de mieux organiser la gestion des reboisements pour faire face aux aléas pouvant mettre en péril tout ou partie des zones plantées ; c’est le cas des feux, des vols de bois ou autres malversations, des attaques parasitaires, etc. C’est dans ce cadre qu’a été développé le concept de Plan de Gestion des Reboisements au niveau communal (PGR).

3.4.2. LE PROCESSUS DE RÉFLEXION SUR LE PLAN DE GESTION DES REBOISEMENTS

Ce processus a été initié au démarrage du projet ARINA par une mission d’expert et fait l’objet de plusieurs ateliers dans le cadre du projet ARINA, puis d’ASA en regroupant les trois lots impliqués dans le Bois-Energie. Les différentes étapes du processus de réflexion sont présentées dans l’encadré ci-dessous :

- *Rapport de mission d’appui au Projet ARINA Aménagement et Reboisements Intégrés du district d’Anjozorobe en Bois-Energie (ARINA)*. Jean-Marc Bouvet (juin 2015) 27 p + annexes.
- *Atelier méthodologique opérationnel ARINA 8-13 mai 2015 – Antananarivo. Réflexions concernant la mise en œuvre des Plans de gestion des reboisements*. Objectif de l’atelier : partage du concept avec les équipes nouvellement mises en place dans le cadre d’ARINA.
- *Atelier sur le Plan de Gestion des Reboisements (PGR) - Concept dans ARINA – 5 décembre 2016 – Antananarivo*. Objectif Atelier : améliorer le processus de mise en œuvre du cahier des charges des reboiseurs (CDC) et des Plans de Gestion des Reboisements (PGR).
- *Atelier sur le Plan de Gestion des Reboisements PGR Concept dans ASA – 31 janvier 2018 – Antananarivo*. Objectif Atelier : partager le concept au sein du projet ASA avec les lots chargés du programme bois-énergie.
- *Atelier de présentation de la démarche PGR devant les maires concernés par le projet ASA 8 août 2018 - Antananarivo - Ny fambolen-kazo sy ny fitantanana azy.*

3.4.3. L’OBJECTIF DU PGR

L’ambition du PGR est d’améliorer la gestion des parcelles reboisées au sein des communes non soumises au régime forestier. Il s’agit de tenir compte de tous les reboisements antérieurs à la réalisation du PGR et prendre en considération les futurs reboisements.

Le PGR est une charte de gestion durable des reboisements au niveau communal, de la plantation jusqu’à l’exploitation de parcelles reboisées. Cet outil est également un document de suivi-évaluation

des reboisements. Il est à mettre à la disposition des responsables communaux et des agents de l'administration forestière au niveau du district pour une meilleure gestion du territoire communal. Il doit aussi servir d'outil de référence en reboisement pour tout autre acteur intervenant dans la gestion et la protection de l'environnement afin d'instaurer la complémentarité entre actions de développement.

La plus-value du PGR par rapport aux textes régissant la gestion des ressources naturelles au niveau communal est de promouvoir une gestion solidaire des reboisements privés. Celle-ci peut concerner les techniques de plantation, la fertilisation, l'entretien des parcelles et des pare-feux, les types de matériel végétal à utiliser et les sources de graines les plus performantes (e.g. mise à disposition de peuplements grainiers par certains propriétaires de plantation), les alertes dans le cas d'attaques parasitaires, les techniques de plantation anti érosives, les réseaux de pépiniéristes, etc... Cette gestion solidaire doit s'opérer dans le cadre d'un suivi et évaluation des plantations privées au sein de la commune pouvant se concrétiser par des réunions périodiques entraînant des décisions pour améliorer la gestion des plantations. Ce suivi peut s'opérer par un comité communal existant ou à créer en parallèle au PGR et composé des représentants des parties prenantes liées au reboisement.

3.4.4. LE CONTENU DU PGR : ARTICLES ET ANNEXES

Au cours des ateliers et des réflexions au sein du projet ARINA puis ASA, un canevas de PGR a été élaboré ; nous donnons ci-après les principes qui paraissent intéressants à développer pour construire les articles qui sont présentés dans leurs grandes lignes dans l'encadré ci-dessous.

Contexte

Dans un premier temps, il est nécessaire de rappeler dans quel contexte sont effectués les reboisements dans la commune. Il est intéressant de donner des éléments historiques et préciser quels sont les grands enjeux auxquels est confrontée la filière bois de la commune sur un plan économique, social et environnemental.

Les dispositions générales

Cette partie décrit les objectifs du PGR, sa zone d'application et sa durée. Elle décrit aussi les parties prenantes concernées par son application et qui sont chargées de son suivi

L'engagement des parties prenantes

Il s'agit d'expliciter ici les droits et obligations des parties prenantes, autorités communales, reboiseurs, administration forestière et éventuels comités *ad hoc* (intervenants pour la gestion des ressources naturelles au sein de la commune), dans la mise en œuvre du PGR, c'est à dire la gestion des reboisements : sylviculture, exploitation et commercialisation des produits, gestion environnementale...

Suivi et évaluation du PGR

Cette partie définit la façon dont l'entité qui pilote le PGR suit sa mise en œuvre et réalise sa mise en jour.

Annexes

Le PGR est explicité aussi par des annexes contenant les plans de la commune, les cartes qui sont utiles pour le reboisement, les plans de parcelles, la liste des reboiseurs, le cahier des charges des plantations et de leur suivi, etc...

Le document du PGR peut comporter les chapitres et articles suivants :

CONTEXTE DES REBOISEMENT AU SEIN DE LA COMMUNE

- Historique des reboisements
- Contexte économique et social
- Politique de la commune en matière de gestion des ressources naturelles

DISPOSITIONS GENERALES

- **Article 1** : Définition du PGR
- **Article 2** : Parties prenantes pour l'application du PGR
- **Article 3** : Objectifs du PGR
- **Article 4** : Zones d'application du PGR
- **Article 5** : Durée du PGR
- **Article 6** : Conditions de réalisation des reboisements

ENGAGEMENTS DES PARTIES PRENANTES POUR L'APPLICATION DU PGR AU NIVEAU COMMUNAL

- **Article 7** : Droits et obligations des autorités communales
- **Article 8** : Droits et obligations du reboiseur
- **Article 9** : Droits et obligations de l'administration forestière
- **Article 10** : Droits et obligations des comités *ad hoc* pour la gestion des ressources naturelles

SUIVI ET EVALUATION DU PGR

- **Article 11** : Suivi de l'application du PGR
- **Article 12** : Mise à jour du PGR

ANNEXES du PGR

- Cartes de la commune
- Cartes des reboisements
- Liste de reboiseurs
- Bilan des reboisements et diagnostic à la date d'élaboration du PGR
- Eléments des documents de planification du développement communal (Plan Communal de Développement, Schéma d'Aménagement Communal...)
- Cahier des charges des reboiseurs existants

3.4.5. LES PROCHAINES ÉTAPES DE MISE EN ŒUVRE DU PGR

La mise en place d'un PGR au sein d'une commune est un processus nouveau à Madagascar qui doit être validé par de nombreuses parties prenantes, notamment les administrations des ministères en charge de l'aménagement du territoire et de la gestion des ressources naturelles.

La réflexion du PGR a été très poussée en interne du projet ASA au sein des trois sous-lots forestiers. La réflexion a été partagée avec les administrations concernées à différentes étapes du processus mais n'a pas pu être complètement validé faute de temps et vu la priorité donnée au caractère participatif de la démarche. En effet, l'élaboration du PGR initialement destiné au projet ARINA puis aux trois lots bois-énergie du projet ASA est arrivé à un stade de réflexion, pointant l'utilité d'un PGR à un niveau national. Cette problématique est née du fait que le reboisement à Madagascar va prendre une place de plus en plus importante pour pallier la raréfaction du bois provenant de forêt naturelle et du fait que la décentralisation donne aux pouvoirs locaux, notamment élus, des responsabilités pour la cogestion des ressources sur des terrains privés.

Il a donc été décidé de prolonger le processus de réflexion du PGR au-delà du projet ASA sous la forme d'un guide d'élaboration du PGR. Ce guide est le fruit d'une réflexion en interne du projet ASA et a été soutenu par le projet ARINA sous la forme d'une prestation d'un expert forestier (Jean-Marc Bouvet). Un document a été produit « *Guide pour l'élaboration d'un plan de gestion des reboisements (PGR) non soumis au régime*

forestier au niveau communal - Version du 20 juin 2019» issu d'une collaboration entre les responsables des trois lots et de l'Unité de Coordination et Programmation animée par l'expert. Ce guide a pour ambition une procédure générique et pourra donc servir pour la mise en place d'un PGR sur toutes les communes du territoire malgache désireuses d'utiliser cet outil. A ce stade, il a aussi pour rôle d'être un document de réflexion avec les autorités compétentes des ministères de tutelle. Au-delà du projet ASA il est donc prévu d'échanger avec les administrations sur la pertinence de ce guide (et donc du PGR) vis à vis de la loi en cours et de son évolution et sur les amendements possibles pour améliorer son contenu et le rendre applicable.

Compte tenu du fait que le PGR n'a pas pu être mis en place dans les communes d'ASA, il a été décidé que chaque commune produirait un arrêté spécifiant les actions du projet ASA en terme de reboisement sous la forme d'un document incluant : la liste des reboiseurs, le plan des parcelles, le cahier des charges. Cette démarche aidera à la mise en place d'un PGR lorsque ce processus aura été validé.

4. LES LEÇONS APPRISES ET RECOMMANDATIONS POUR LES FUTURES INTERVENTIONS

4.1. Pépinières

- L'établissement d'un contrat par pépiniériste rend ce dernier plus responsable vis-à-vis du projet. En effet, une pépinière peut être gérée par deux ou trois pépiniéristes. Mais au début du projet un seul contrat avait été établi avec un de ces pépiniéristes. Dans le cas de la faillite d'un de ses partenaires, la personne qui avait signé le contrat en subissait seule les conséquences. C'est pourquoi en 3^{ème} et 4^{ème} année le projet a signé 31 contrats au lieu des 22 initiaux pour impliquer l'ensemble des personnes concernées.
- Un suivi rapproché par les techniciens de terrain doit être réalisé pour pouvoir intervenir rapidement en cas de problème (e.g. fonte de semis, foudre, grêle). Il est intéressant dans ce cas que le pépiniériste puisse disposer d'un téléphone pour avertir directement le responsable.
- Lors des visites, les instructions et recommandations doivent être écrites sur le cahier du pépiniériste. Cette procédure permet lors de la visite suivante de contrôler le respect des instructions et recommandations.
- Ce cahier doit être tenu à jour pour faciliter le suivi des travaux. Cette précaution limite les pertes d'information ou le report d'informations erronées.
- Il faut, dans l'objectif de production des plants, inclure les pertes pouvant être occasionnées lors du transport des plants jusqu'au champ et les regarnis de plants n'ayant pas repris après la mise en terre. En pratique il est nécessaire de prévoir + 20% de plants par rapport à la densité théorique.
- Il est judicieux de fractionner le paiement pour la main d'œuvre (rebouchage des pots, repiquage) et régler le solde à la fin des travaux pour limiter le risque d'utilisation d'une partie de l'appui à d'autres fins, entraînant un retard dans l'exécution des travaux, voire la non atteinte des objectifs de production.
- De bons résultats passent par une phase en germe réussie. Pour ce faire, il est important de :
 - Bien tamiser le substrat puis l'exposer suffisamment au soleil pour éliminer les œufs et larves d'insectes et réduire l'apparition ultérieure de champignons (*photo 6*),
 - Arroser suffisamment les plantules par pulvérisation,
 - Maintenir une température suffisante grâce à une ombrière assez épaisse d'herbes sèches, placée à une dizaine de centimètres du sol après le semis puis remontée au fur et à mesure de la croissance des plantules.
- Dans le cas de retard des pluies, une gestion adaptée des ombrières est indispensable pour limiter la croissance des plants.



Photo 6. Tamisage du substrat utilisé pour le remplissage des pots. Pépinière de Mme Landy, Commune de Betatao.

- La sélection des plants après repiquage est impérative, en éliminant systématiquement ceux présentant une mauvaise forme et de faible croissance.

- Dans la même logique, les «fonds de pépinière» restant après distribution des plants doivent être détruits, ces plants ne poussant pas bien au champ ce qui ne pourrait que décourager les reboiseurs les utilisant. Même dans le cas de plants de bonne conformation et croissance, ceux-ci seraient trop grands pour être plantés l'année suivante et joueraient dans la pépinière le rôle de réservoir pour les parasites.

4.2. Reboisement

- Durant la formation des reboiseurs, il est conseillé de privilégier les exercices pratiques et la communication orale aux leçons théoriques auxquelles les paysans ne sont que peu réceptifs ;
- Il est important de conduire une sécurisation foncière en accompagnement des reboisements pour rassurer la population cible et leur permettre de récolter le fruit de leur travail ;
- Les personnes assurant la trouaison ont parfois du mal à respecter l'écartement entre les trous et les lignes de plantation. Il est ainsi nécessaire de leur fournir des gabarits comme des morceaux de tiges ajustés aux dimensions recommandées et de «Grand A»⁹ si possible ;
- Il faut réaliser un suivi des plantations rapidement après leur mise en terre pour évaluer le taux de survie des jeunes plants et effectuer les regarnis éventuels ;
- Le travail du sol préconisé est une trouaison de grandes dimensions (de type 40 cm x 40 cm x 40 cm), le labour derrière zébu ne pouvant être qu'une mesure complémentaire aidant au contrôle des mauvaises herbes ;
- L'application des engrais doit se faire le plus rapidement possible après plantation et durant la saison des pluies pour maximiser leur effet starter sur la croissance des arbres ;
- Les engrais doivent être enfouis en bordure du trou de plantation et non au niveau du collet des plants pour limiter le risque de brûlures de racines. Cette recommandation contribue aussi à ce que les reboiseurs respectent bien la dimension des trous de plantation.

⁹ Dispositif en forme de «A» permettant de respecter l'écartement entre plants et leur implantation sur une courbe de niveau.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le projet ARINA a permis le reboisement de 2593 ha à vocation énergétique sur le district d'Anjozorobe, touchant un nombre important d'acteurs : 31 pépiniéristes et 2290 reboiseurs. Cette réalisation a reposé sur l'instauration de liens de confiance avec les communautés locales qui se sont traduites par une augmentation régulière de la demande en plants sur les 4 campagnes, la surface finale reboisée dépassant de 18% l'objectif initial.

L'application des techniques simples, efficaces et aisément reproductibles tant au niveau de la production des plants que de leur mise en terre et du suivi des plantations a permis un bon démarrage de la majorité d'entre elles. Les croissances observées peuvent faire espérer une première exploitation des peuplements après une dizaine d'années, voire moins pour les plus belles parcelles fertilisées. Dans ce cas, même si des études spécifiques sont nécessaires, des productions moyennes annuelles de 6-8 m³/ha/an sont envisageables alors que celles des plantations dans la zone dépassent rarement 2-3 m³/ha/an (Ravelomanana, 2016).

Il faut bien sûr être conscient que la prise en charge par ARINA d'une partie des coûts a contribué à ce succès. Cette position est assumée par le projet et a paru indispensable pour aboutir, dans un laps de temps réduit, au reboisement de surfaces importantes par des acteurs vulnérables. Il est essentiel de souligner que ces derniers ont de leur côté apporté leur force de travail pour environ la moitié du coût des reboisements. Cette implication est une condition nécessaire à l'appropriation et à la durabilité des plantations mises en place.

Mais la pérennisation de ces actions reste un défi. A court terme, sur une estimation de 100 ha par commune de reboisements individuels lors de la campagne 2019-2020, le projet a fourni les CCBE d'Ambongamarina et Betatao en intrants (graines, pots plastiques, sable, compost...) pour permettre aux pépiniéristes de ne pas avancer ces achats (évalués à 30 MGA /plant). En retour les pépiniéristes rembourseront cette aide sur la vente des plants (100 MGA/unité). Ils verseront aussi une contribution de 5-10 MGA au CCBE pour le service rendu et l'organisation de la campagne de reboisement (collecte et fourniture de la liste des reboiseurs, contrôle de la distribution des plants,...).

A plus long terme, la poursuite et la réussite de reboisements villageois reposera sur un ensemble d'éléments.

Forces : Les pépiniéristes, formés à des techniques simples et efficaces, sont à même de produire des plants présentant de bonnes aptitudes de reprise et de croissance. Les techniques efficaces d'afforestation sont connues et appliquées par les reboiseurs d'Ambongamarina et Betatao et même par d'autres de communes limitrophes (exemples d'Anjozorobe, Amparatazana, Mazovazaha). Le maintien de la dynamique de reboisement peut s'appuyer sur l'approche participative et intégrée initiée par le projet et en particulier sur les CCBE via leur rôle de coordination de la chaîne des acteurs depuis la prévision des surfaces à reboiser, l'appui technique aux nouveaux pépiniéristes et/ou reboiseurs jusqu'à la coordination de la lutte contre les feux. L'administration forestière, via les CEDD, membres des CCBE, est aussi à même d'assurer un appui technique et un rôle de conseil de proximité.

Faiblesses. Les contraintes à une expansion des plantations sont cependant réelles. Les sols, très pauvres, limitent fortement la croissance des arbres sans apport de fertilisation à la plantation. Les reboiseurs ont des capacités faibles d'autofinancement pour l'achat de plants et de fertilisation (même si certains ont acheté en propre des engrais minéraux ou ont appliqué des intrants organiques). Les provenances locales sont globalement de qualité médiocre conduisant à une proportion significative d'arbres de croissance faible et de mauvaise forme.

Opportunités. Celles-ci tiennent, en premier lieu, à la demande croissante en bois-énergie de la capitale permettant de valoriser les efforts de reboisements via la vente de bois de feu ou de charbon de bois. Des surfaces importantes peuvent être reboisées dans le district d'Anjozorobe dont une proportion significative en Propriétés Privées Non Titrées dont la sécurisation foncière est relativement aisée (démarche locale auprès des guichets fonciers). La volonté affirmée de l'Etat pour favoriser / accompagner les reboisements

(objectif de 40 000 ha/an sur Madagascar) peut amener à des aides spécifiques soit directes, soit via des projets dédiés (UE, ...). L'importation de matériel végétal d'Australie ou du Brésil a été prônée pour élargir la base génétique des *Eucalyptus robusta* et améliorer leurs performances. Ce matériel importé est utilisé par la SNGF pour l'établissement de vergers à graines qui devraient entrer en production à moyen terme. Le projet a aussi promu, avec cependant un succès mitigé, la diversification des espèces, essentiellement via l'utilisation d'Acacias, espèces fixatrices d'azote et amélioratrices du fonctionnement du sol.

Menaces. Les feux de brousses (*doro tanety*) constituent la principale menace à la pérennité et l'extension des plantations. Les peuplements jeunes (< 2 ans) peuvent être détruits par des feux de fortes intensité, ceux plus âgés aptes à rejeter dans le cas des Eucalyptus, pouvant souffrir de fortes pertes de croissance. Les comités de lutte contre les feux (KMDT) ont ici un rôle prépondérant à jouer en interaction avec les CCBE. L'implication des populations dans cette lutte sera aussi déterminante, renforcée par leur désir de protéger leurs plantations et les bénéfices à en tirer lors de leur exploitation. Au-delà, une approche intégrant l'ensemble des acteurs (en particulier les éleveurs) est nécessaire. Le manque de matériel végétal de qualité pourrait conduire les pépiniéristes à récolter des graines sur des arbres isolés. Même si ces derniers présentent de bonnes caractéristiques de croissance et de forme, les graines seront issues d'autofécondation entraînant inévitablement une proportion importante d'individus de mauvaises conformation/croissance. Les problèmes phytopathologiques émergents - essentiellement les attaques de *Leptocybe invasa* provoquant des galls sur les nervures et le pétiole des feuilles - peuvent devenir préoccupants. Au-delà des mesures en pépinière (destruction des fonds de pépinière qui jouent le rôle de réservoir d'insectes, ...), l'utilisation de matériel importé, *a priori* moins sensible que les provenances locales est conseillée ainsi que les pratiques favorisant le démarrage rapide des plants pour que la pousse terminale dépasse rapidement la hauteur maximum de vol de ces insectes ($\approx 2-3$ m).

La plupart des impacts du projet ne pourront être quantifiés qu'à moyen ou long terme. Mais on peut penser qu'ils seront perceptibles dans différents domaines :

- **Sur le plan socio-économique** en générant des revenus supplémentaires à des populations vulnérables. Par exemple la production de plants crée des emplois de main d'œuvre et a conduit durant le projet à un bénéfice moyen annuel de 1 200 000 MGA par pépiniériste. Certains ont pu ainsi acheter un veau ou une génisse par an. D'autres ont pu réhabiliter leurs maisons (changement du toit en chaume par des tôles, ajout d'un étage, ...). A moyen terme, les plantations mises en place permettront aussi aux reboiseurs de bénéficier de revenus durables grâce à l'exploitation de leurs parcelles. Elles contribueront également à générer des revenus sur l'ensemble de la filière pour l'approvisionnement en bois-énergie du district d'Anjozorobe et de la ville d'Antananarivo.
- **Sur le plan environnemental** en diminuant l'occurrence des feux de brousse, en participant à la préservation/régénération de la fertilité des sols et à la séquestration du carbone. Par ailleurs, les plantations contribueront à protéger les reliquats des forêts naturelles des Hauts Plateaux (comme l'Aire Protégée d'Anjozorobe) qui subissent des exploitations régulières de faute de l'écart important entre la demande et l'offre en bois-énergie.
- **Sur le plan politique** via un changement de vision des acteurs sur l'application de nouvelles techniques comme l'usage d'engrais qui n'avait jamais été envisagé auparavant.

BIBLIOGRAPHIE

- ASA, 2018. *Etude des flux du bois-énergie entrant dans la ville d'Antananarivo*. Rapport final. 36 p + annexes.
- Aslam, T.J., Benton, T.G., Nielsen, U.N., Johnson, S.N., 2015. *Impacts of eucalypt plantation management on soil faunal communities and nutrient bioavailability: trading function for dependence ?* Biology and Fertility of Soils, 51, 637-644.
- Barrios, 2007. *Soil Biota, ecosystem services and land productivity*. Ecological Economics, 64, 259-285.
- Bouillet J.P., Laclau J.P., Arnaud M., Thongo A., 2002. *Changes with age in the spatial distribution of roots of a Eucalyptus clone in the Congo. Impact on water and nutrient uptake ability*. Forest Ecology and Management, 171, 43-57.
- Bouillet J.P. 2016 *Aménagement et Reboisements Intégrés du district d'Anjozorobe en Bois-Energie (ARINA). Rapport de mission d'expertise pour le démarrage des activités C : «Reboisement et gestion durable des plantations»*, Rapport complémentaire «Résultats des analyses pédologiques - Fertilisation des plantations» 12p.
- Bouillet J.-P., Laclau J.-P., Gonçalves J.L.M., Voigtlaender M., Gava J.L., Leite F.P., Hakamada R., Mareschal L., Mabiála A., Tardy F., Levillain J., Deleporte P., Epron D., Nouvellon Y., 2013. *Eucalyptus and Acacia tree growth and stand production over a full rotation in single - and mixed-species plantations across 5 sites in Brazil and Congo*. Forest Ecology and Management, 301, 89-101.
- Braga, R.M., Sousa, F.F.D., Venturin, N., Braga, F.D.A., 2016. *Biomass and microbial activity under different forest covers*. Cerne, 22, 137-144.
- Chaix G., Ramamonjisoa I., 2001. *Production de semences pour les reboisements malgaches*. Bois et Forêts des Tropiques, 269 (3) : 49-63.
- Chen, L., Redmile-Gordon, M., Li, J., Zhang, J., Xin, X., Zhang, C., Ma, D., Zhou, Y., 2019. *Linking cropland ecosystem services to microbiome taxonomic composition and functional composition in a sandy loam soil with 28-year organic and inorganic fertilizer regimes*. Applied Soil Ecology, 139, 1-9
- Christina M, Laclau J.P., Gonçalves J.L.M., Jourdan C., Nouvellon Y., Bouillet J.P. 2011. *Almost symmetrical vertical growth rates above and below ground in one of the world's most productive forests*. Ecosphere, 2(3):art27. doi:10.1890/ES10-00158.1.
- Christina, M., Nouvellon, Y., Laclau, J.P., Stape, J.L., Bouillet, J.P., Lambais, G.R., le Maire, G., 2016 *Importance of deep water uptake in tropical eucalypt forest*. Functional Ecology, 31, 509-519.
- Cossalter, C., Pye-Smith, C., 2003. *Fast-Wood Forestry: Myths and Realities*. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- De Nadai Corassa, J., Faixo, J.G., Andrade Neto, V.R., Santos, I.B., 2015. *Biodiversity of the ant fauna in different soil uses in North Mato Grosso*. Comunicata Scientiae, 6, 154-163.
- Feysa, D., Kissi, E., Kebebew, Z., 2018. *Rethinking Eucalyptus globulus labill. Based land use systems in smallholder farmers livelihoods: A case of kolobo watershed, West Shewa, Ethiopia*. Ekologia Bratislava, 37, 57-68.
- Gonçalves, J.L.M., Stape, J.L., Laclau, J.-P., Bouillet, J.-P., Ranger, J., 2008. *Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: The Brazilian experience*. Southern Forests, 70, 105-118.
- Gonçalves J.L.M., Alvares C.A., Ferraz S.F.B., Lima W.P., Higa AR, Silva L.D., Alfenas A.C., Stahl J., Brancalion P.H.S., Hubner A., Bouillet J.-P., Laclau J.-P., Nouvellon Y., Epron D., 2013. *Joining genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in eucalypt plantations of Brazil*. Forest Ecology and Management, 301, 6-27.
- Gong, H.D., Wang, H., Jiao, D.Y., Cai, Z.Q., 2016. *Phenotypic plasticity of seedlings of five tropical tree species in response to different light and nutrient availability*. Tropical Ecology, 57, 727-737.
- Jaiyeoba, I.A., 1995. *Changes in soil properties related to different land uses in part of the Nigerian semi arid Savannah*. Soil Use and Management, 11, 84-89.
- Koutika, L.S., Epron, D., Bouillet, J.P., Mareschal, L., 2014. *Changes in N and C concentrations, soil acidity and P availability in tropical mixed acacia and eucalypt plantations on a nutrient-poor sandy soil*. Plant and Soil, 379, 205-216.
- Laclau, J.P., Ranger, J., Deleporte, P., Nouvellon, Y., Saint-André, L., Marlet, S., Bouillet, J.P., 2005. *Nutrient cycling in a clonal stand of Eucalyptus and an adjacent savanna ecosystem in Congo 3. Input-output budgets and consequences for the sustainability of the plantations*. Forest Ecology and Management. 210, 375-391.
- Laclau J.-P., Ranger J., Gonçalves J.L.M., Maquère V., Krushe A.V., M'Bou Thongo A., Nouvellon Y., Saint-André L., Bouillet J.P., Piccolo M.C., Deleporte P. 2010. *Biogeochemical cycles of nutrients in tropical Eucalyptus plantations. Main features shown by intensive monitoring in Congo and Brazil*. Forest Ecology and Management, 259, 1771-178.
- Leite, F.P., Silva, I.R., Novais, R.F., de Barros, N.F., Neves, J.C.L., 2010. *Alterations of soil chemical properties by Eucalyptus cultivation in five regions in the rio doce valley*. Revista Brasileira de Ciencia do Solo.
- Li, Y., Yang, W., Luo, C., Wu, F., Hu, J., 2013. *Dynamics on soil faunal community during the decomposition of mixed eucalypt and alder litters*. Acta Ecologica Sinica, 201, 159-167.
- Maestre, F.T., Callaway, R., Valladares, F.; Lortie, C.J., 2009. *Refining the stress-gradient hypothesis for competition and facilitation in plant communities*. Journal of Ecology, 97, 199-205.
- May, B., Attiwill, P.M., 2003. *Nitrogen-fixation by Acacia dealbata and changes in soil properties 5 years after mechanical disturbance or slash-burning following timber harvest*. Forest Ecology and Management, 181, 339-355.
- Pereira, A.P.A., Durrer, A., Gumiere, T., Gonçalves, J.L.M., Robin, A., Bouillet, J.-P., Wang, J., Verma, J.P., Singh, B.K., Cardoso, E.J.B.N.,

2019. *Mixed Eucalyptus plantations induce changes in microbial communities and increase biological functions in the soil and litter layers*. Forest Ecology and Management, 433, 332-342.
- Pinheiro, R.C., de Deus, J.C., Nouvellon, Y., Campoe, O.C., Stape, J.L., Aló, L.L., Guerrini, I.A., Jourdan, C., Laclau, J.-P., 2016. *A fast exploration of very deep soil layers by Eucalyptus seedlings and clones in Brazil*. Forest Ecology and Management, 366, 143-152
- Randrianjafy, 1999. *Les plantations d'Eucalyptus à Madagascar. Superficie, rôle et importance des massifs*. Etude Commission Européenne DG VIII développement – FAO. Programme de Partenariat CE-FAO (1998-2002), 29 p.
- Ramamurthy, V., Singh, M., Srinivas, A., Silpasree, S., Ramesh Babu, A.C., Naidu, L.G.K., Prakasa Rao, E.V.S., 2016. *Effect of age of plantation and season on leaf yield, content and composition of oil of Eucalyptus citriodora Hook. and soil properties in semi-arid conditions of Karnataka*. Research on Crops, 17, 112-117.
- Ranivomboahangy F., Rakotondraaelina H., 2015. *Torolalana famokarana zanakazo*. Tetikasa ARINA-SNGF-FOFIFA.
- Ravelomanana, E., 2016. *Etude de la productivité des futaies d'Eucalyptus robusta dans le district d'Anjozorobe*. Mémoire de fin d'études d'ingénieur ESSA-Forêts, 54 p.
- Reddy, M.V., Venkataiah, B., 1990. *Effects of tree plantation on qualitative and quantitative composition of soil arthropods of a semi-arid tropical savanna*. Environment and Ecology, 8, 361-367.
- Rieff, G.G., Natal-da-Luz, T., Sousa, J.P., Wallau, M.O., Hahn, L., de Sá, E.L.S., 2016. *Collembolans and mites communities as a tool for assessing soil quality: Effect of Eucalyptus plantations on soil mesofauna biodiversity*. Current Science, 110, 713-719.
- Santos, F.M., Balieiro, F.C., Ataíde, D.H.S., Diniz, A.R., Chaer, G.M., 2016. *Dynamics of aboveground biomass accumulation in monospecific and mixed-species plantations of Eucalyptus and Acacia on a Brazilian sandy soil*. Forest Ecology and Management, 363, 86-97.
- Santos, F.M., Balieiro, F.C., Fontes, M.A., Chaer, G.M., 2018. *Understanding the enhanced litter decomposition of mixed-species plantations of Eucalyptus and Acacia mangium*. Plant and Soil, 423, 141-155.
- Schenk, H.J., Callaway, R.M., Mahall, B.E., 1999. *Spatial root segregation: are plants territorial ?* Advances in Ecological Research, 28, 145-180.
- Six J, Feller C, Deneff K, Ogle S.M., de Moraes Senior J.C., Albrecht, A., 2002. *Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils*. Agronomie, 755-775.
- Smethurst, P.J., Almeida, A.C., Loos, R.A., 2015. *Stream flow unaffected by Eucalyptus plantation harvesting implicates water use by the native forest streamside reserve*. Journal of Hydrology: Regional Studies, 3, 187-198.
- SRABE, 2018. *Schéma Régional d'Aménagement en Bois-Energie - Région Analamanga - période 2018-2030*, 104 p.
- Vargas, F., Gonzalez-Benecke, C.A., Rubilar, R., Sanchez-Olate, M., 2018. *Modelling the Effect of Weed Competition on Long-Term Volume Yield of Eucalyptus globulus Labill. plantations across an Environmental Gradient*. Forests, 9, 480, doi: 10.3390/f9080480.
- Verhaegen D. Randrianjafy H., Rakotondraaelina H., Trendelenburg Rakotonirina MC., Andriamampianina N., Montagne P., Rasamindisa A., Chaix G., Bouillet JP, Bouvet JM, 2014. *Eucalyptus robusta pour une production durable de bois-énergie à Madagascar : bilan des connaissances et perspectives*. Bois et forêts des Tropiques, 320, 15-30.
- Wu, F., Dong, M., Liu, Y., Ma, X., An, L., Young, J.P.W., Feng, H., 2011. *Effects of long-term fertilization on AM fungal community structure and Glomalin-related soil protein in the Loess Plateau of China*. Plant and Soil, 342, 233-247.
- Young Progress Association, 2018. *Estimation des croissances des arbres et des productions des plantations mises en place par le projet ARINA sur les campagnes 2015-2016 et 2016-2017*. Programme ASA – Projet ARINA, 93 p.
- Zinn, Y.L., Resck, D.V.S, Da Silva, J., 2002. *Soil organic carbon as affected by afforestation with Eucalyptus and Pinus in the Cerrado region of Brazil*. Forest Ecology and Management, 166, 285-294.

ARTICLE 3

Mise en œuvre d'un Contrôle Forestier Décentralisé (CFD) au niveau local, en renforcement des actions de l'Administration Forestière

Rédacteurs : Vatosoa Andriamifidy, Serge Razafimahatratra, Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

Une gestion rationnelle des ressources forestières à vocation bois-énergie (BE) passe par la mise en place d'un dispositif de régulation et d'organisation de la filière. Ainsi, une équipe de consultants composée d'une experte juriste et d'un expert forestier a réalisé en début de projet une étude de faisabilité sur la mise en place d'un Contrôle Forestier Décentralisé (CFD) dans les zones d'intervention du projet. Ce travail a souligné l'intérêt et la pertinence d'intervenir sur cette problématique afin de soutenir les initiatives sur l'organisation et la professionnalisation des acteurs intervenant dans la filière BE. Des recommandations ont été formulées afin de structurer les interventions d'appui à trois niveaux :

- National, pour l'institutionnalisation de la filière,
- Régional, pour les orientations stratégiques et la coordination des actions,
- Local, pour l'information et l'accompagnement des acteurs locaux.

Il a été demandé au projet ARINA de ne travailler qu'à l'échelle locale, une des raisons étant le temps et les fonds nécessaires pour la mise en œuvre des deux premiers niveaux. Un CFD local a été ainsi mis en œuvre, en collaboration avec les Comités Communaux en Bois-Energie (CCBE), pour les quatre communes (Mangamila, Ankazondandy, Ranavao et Ambohibary) où intervenait ARINA pour la vulgarisation de la Technique Améliorée de Carbonisation (TAC). Cette initiative était fortement soutenue par les acteurs institutionnels et les opérateurs économiques de la filière BE tel que ceci était apparu lors des séances d'échange avec les CCBE.

L'ambition d'un tel dispositif qui complète et s'intègre au contrôle de l'administration forestière est multiple. D'un point de vue écologique, il doit permettre de rationaliser l'utilisation des ressources en BE et d'assurer une disponibilité pérenne en bois et charbon de bois au niveau des communes. D'un point de vue social, il peut participer à changer les pratiques et le comportement des acteurs. D'un point de vue économique, il doit contribuer à assurer des revenus équitables entre ménages et opérateurs économiques de la filière, et générer ainsi des rentrées financières et fiscales pour les Collectivités Territoriales Décentralisées (communes) et les différents échelons locaux (fokontany, KASTI, comité de reconnaissance local,...). Ce dispositif fait intervenir tous les acteurs concernés par la problématique BE dont l'administration forestière et ses démembrements, les communes, les institutions et autorités locales, ainsi que les opérateurs économiques engagés dans la filière.

1.2. Objectif

Le CFD local, qui s'applique au niveau de la commune et de ses fokontany, a pour objectif global d'informer et accompagner les acteurs locaux afin d'harmoniser, créer et/ou renforcer les dispositifs de contrôle forestier existants. Concrètement, ce dispositif visait, dans le cadre du projet ARINA à :

- Adopter des stratégies efficaces pour inciter les charbonniers et exploitants à pratiquer la TAC.
- Sécuriser le marché des charbons issus de la TAC ainsi que leur prix, pour les différencier de ceux issus de la technique traditionnelle.
- Réguler les prélèvements de ristournes aux différents échelons locaux.
- Prendre des mesures incitatives appropriées pour réduire les activités clandestines qui démotivent les acteurs agissant dans la légalité.

2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Le projet a suivi la méthodologie déclinée en 4 points proposée par la mission d'étude.

2.1. Renforcer les capacités des collectivités territoriales dans la promotion et la coordination des actions de développement

De par les textes juridiques et les nouvelles politiques nationales, les communes sont amenées à jouer un rôle grandissant dans la gestion des ressources naturelles. Ainsi les interventions des opérateurs du programme ASA en général et d'ARINA en particulier doivent privilégier l'appui et le renforcement des structures existantes, en particulier celles promues dans l'architecture de la décentralisation. Afin d'assurer l'information, la concertation et la prise de décision concernant l'intervention des communes sur la filière BE, des espaces de dialogue multi acteurs doivent être instaurés. Plusieurs possibilités existent (commission, structure locale de concertation,...) mais le plus important est de permettre à la commune d'assurer sa fonction d'animation concertée du développement. Le projet ARINA avait d'ores et déjà accompagné les communes de sa zone d'intervention dans la création et la reconnaissance des CCBE. Ces derniers sont une sous-commission de la commission économique de la commune et font l'objet d'une délibération du conseil communal. Ils regroupent les représentants des communes, des fokontany, des sylviculteurs, des charbonniers, des artisans producteurs de foyers améliorés quand ils existent et des services techniques déconcentrés, en particulier les agents de l'administration forestière.

2.2. Définir des dispositifs de contrôle décentralisé accessible et opérationnel

La diversité des contextes communaux doit être prise en compte. Il est ainsi important d'étudier les dispositifs de contrôle forestier décentralisé déjà installés dans la région. Plusieurs problématiques ont été ainsi identifiées pour améliorer l'efficacité et la pérennité de ces dispositifs. Il paraît nécessaire d'améliorer l'information et l'appropriation du CFD par les différents acteurs ainsi que de développer des outils visant à l'autonomisation financière des dispositifs de contrôle et la mise en place/renforcement d'une parafiscalité sur les axes routiers (barrières économiques, contrôle des forces de l'ordre...). Toutes les initiatives locales doivent être étudiées et valorisées pour les intégrer dans le référentiel présentant les modalités du contrôle forestier décentralisé.

Le dispositif de contrôle doit également permettre de vérifier la propriété foncière de la parcelle pour laquelle une autorisation de coupe est sollicitée. Différentes initiatives locales peuvent être mises en place comme des constats à l'amiable de limite de terrain, des affichages de permis de coupe, des possibilités de contestation,...

2.3. Renforcer l'information, la formation et les capacités des acteurs locaux

Afin de prendre en compte la grande variabilité des situations locales, l'information, la formation et le renforcement de capacités doivent offrir aux acteurs locaux les éléments d'une grande souplesse et réactivité dans l'exercice de leurs compétences, dans le respect des textes en vigueur et d'une totale transparence. La compréhension et l'appropriation du dispositif de CFD doit passer par une démarche ascensionnelle favorisant le dialogue et renforçant le rôle des communes et des fokontany.

2.4. Soutenir les actions de contrôle forestier inopiné

Progressivement, suite à l'information des acteurs sur les règles et procédures à respecter lors de l'exploitation, la transformation et le transport du bois-énergie, des actions de contrôle devraient être organisées et soutenues. L'administration forestière ainsi que les agents communaux responsabilisés doivent intervenir de manière collégiale pour des opérations de vérification des documents liés à l'autorisation de l'exploitation et la circulation du bois de chauffe et du charbon. Dans un premier temps, il apparaît plus opportun et réaliste d'organiser des actions de contrôle inopiné sur des périodes assez réduites. L'objectif est d'assainir progressivement la filière BE par des mesures à l'encontre des clandestins et de permettre ainsi le développement d'un comportement d'autocontrôle auprès des acteurs et institutions locales de la filière. Pour soutenir cette activité, les opérateurs pourraient mettre à la disposition des autorités en charge du contrôle forestier (organisation locale, commune, administration forestière) des moyens financiers et/ou matériels additionnels. Ces besoins d'appuis doivent être identifiés, quantifiés et accordés de manière transparente en cohérence avec les procédures de l'administration malgache et de l'Union Européenne.

3. RÉSULTATS

3.1. Diagnostic participatif

Les CCBE se sont réunis au début du processus (photo 1) pour débattre des principaux blocages de la filière, afin d'identifier des solutions réalisables et durables au niveau local même (tableau 1).



Photo 1. Assemblée Générale du CCBE de Betatao.

3.2. Concept du CFD local

A la suite de cette phase de diagnostic, le processus de mise en place du CFD local a été engagé, en s'approchant au plus du schéma représenté à la *figure 1*.

Deux niveaux de contrôle sont à distinguer : le fokontany et la commune.

- (i) L'exploitant forestier ou le charbonnier effectue les démarches requises auprès du fokontany, de la commune et du cantonnement de l'Environnement et du Développement Durable (CEDD) pour l'obtention de l'autorisation de coupe.
- (ii) L'idéal est l'existence d'une organisation professionnelle (OP) regroupant les exploitants et les charbonniers au niveau des fokontany. Dans cette configuration, ces OP approvisionnent le dépôt communal en charbon de bois provenant uniquement de la TAC. Les maîtres charbonniers et leur équipe procèdent alors à la vérification et l'authentification des sacs de charbon, au moment de l'approvisionnement du dépôt.
- (iii) Au moment de la commercialisation, un point de contrôle au sein de la commune serait nécessaire, avec des agents vérifiant les autorisations, la légalité de la production, les quittances justifiant le paiement des ristournes et procédant au comptage des flux de BE entrant et sortant de la commune.
- (iv) Des mesures incitatives sont discutées auprès du CCBE et arrêtées par la commune pour réduire les activités clandestines.
- (v) Des activités de sensibilisation sont menées et renforcées dans les fokontany pour inciter les exploitants et charbonniers à adopter la TAC.

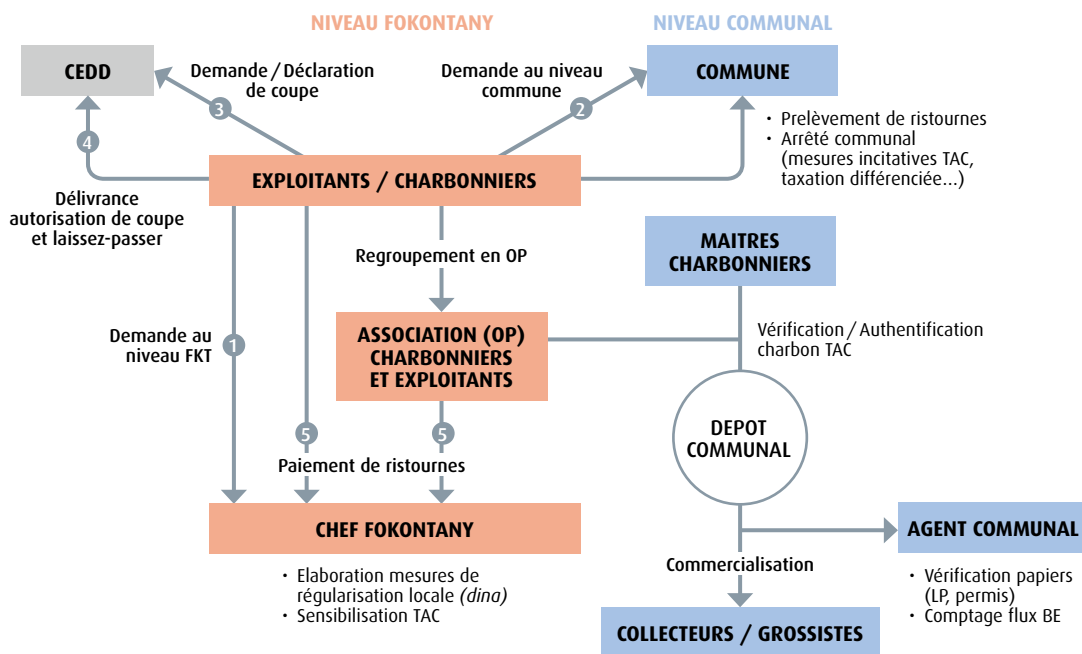


Figure 1. Représentation du dispositif de CFD local mis en place par le projet ARINA.

3.3. Grandes lignes d'activité pour la mise en œuvre du CFD local

Suite à ce travail de diagnostic et de conceptualisation, des réunions d'informations sur le CFD local se sont tenues auprès des CCBE pour présenter et discuter des cinq activités principales à mener :

- (i) Améliorer la perception des ristournes,
- (ii) Vulgariser et contrôler l'application de la TAC
- (iii) Adopter des mesures incitatives pour réduire les activités clandestines et avantager la TAC,
- (iv) Contrôler les flux de charbon entrants et sortants de la commune,
- (v) Veiller à la continuité des activités des CCBE et à leur autonomie financière après-projet.

Le principe de la démarche suivie est représenté à la *figure 2*.

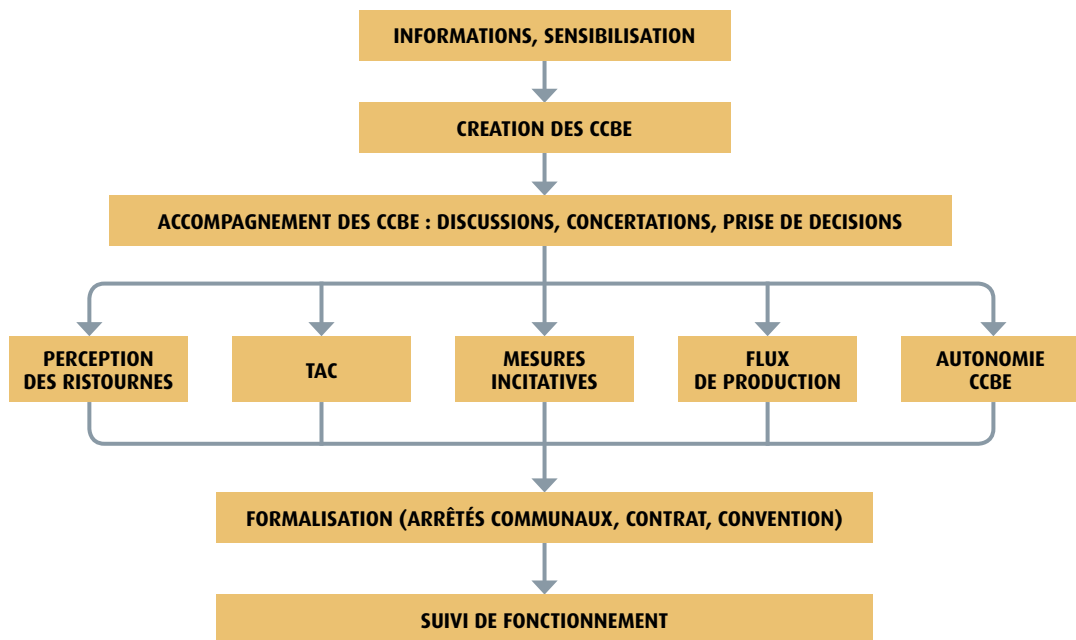


Figure 2. Principe de fonctionnement du CFD local.

Tableau 1. Diagnostic participatif de la filière Bois-Energie.

ACTEURS	PROBLÈMES CONSTATÉS	SOLUTIONS ENVISAGÉES
Commune	<p>Les ristournes s'échappent du circuit formel, constituant un manque à gagner important pour les communes à cause de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fausses déclarations par certains exploitants au moment de la procédure de demande d'autorisation de coupe, faute de contrôle et de reconnaissance au préalable par le chef fokontany ou les agents de l'administration forestière • Transports clandestins et de trafics de laissez-passer <p>Les textes sur l'exploitation forestière ne sont pas maîtrisés et donc mal appliqués. Les communes n'ont pas en leur possession ces textes et particulièrement ceux relatifs à la fabrication du charbon de bois.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La mise en place d'un point de contrôle au niveau de la commune ; • L'existence de magasin de stockage au sein de la commune, approvisionné uniquement en charbon TAC pour une meilleure maîtrise des prix de charbon, et avantager ainsi les adoptants de cette technique ; • L'élaboration d'un cahier des charges au sein du CCBE, en fonction des textes en vigueur, pour expliciter les responsabilités de chaque institution/acteur notamment le fokontany, la commune et le CEDD. La coordination des actions et le renforcement des relations entre ces institutions sont nécessaires.
Fokontany	<p>L'autorité des chefs fokontany n'est pas effective : ceux-ci se plaignent de leur incapacité d'agir contre les exploitations et transports illicites.</p> <p>Ces responsables disent ne pas avoir à disposition et/ou connaître les textes appropriés ainsi que leur rôle vis-à-vis de ces activités clandestines. Ceci alors que certains transporteurs procèdent au chargement et transport de charbon sans les documents administratifs requis, et sans se rapprocher du chef fokontany pour le paiement des ristournes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La mise en place des <i>dina</i> pour sanctionner les activités clandestines • La professionnalisation des charbonniers
Services déconcentrés des Forêts	<p>Il est mis en avant un manque de personnels, et de budget pour investir dans les matériels de transport (vélo, moto) pour effectuer les reconnaissances des forêts à exploiter, le contrôle sur terrain et le règlement des différents conflits.</p> <p>Sont observés également de fausses déclarations par les exploitants. Le chef CEDD est souvent convoqué au tribunal car soupçonné d'être complice ou corrompu par ces exploitants.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'augmentation des ristournes pour des personnes extérieures aux communes qui achètent plus chères les parcelles (phénomène de dumping) que les acteurs locaux grâce aux moyens financiers dont elles disposent
Exploitants forestiers	<p>Les exploitants soulignent l'existence de points noirs sur les pistes dans la commune/fokontany rendant difficile l'évacuation des produits.</p> <p>Selon eux, le prix de vente du sac de charbon n'augmente pas proportionnellement à celui du bois sur pied, de plus en plus élevé.</p> <p>Malgré l'application de la TAC qui pourrait augmenter le prix des sacs de charbon, les grossistes de Tananarive préfèrent acheter à un prix plus bas (charbon produit suivant la technique traditionnelle), les exploitants étant donc contraints d'aligner leur prix.</p> <p>De nombreux exploitants en provenance d'Antananarivo monopolisent l'achat de forêts grâce à leur capacité financière plus importante.</p> <p>Une des contraintes dans l'application de la TAC est le respect du délai réduit d'approvisionnement exigé par les grossistes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'explication des textes afin que tous les acteurs en aient la même compréhension • Réparation des points noirs routiers
Charbonniers	<p>Les charbonniers sont souvent contraints de s'endetter auprès des exploitants (remboursement des avances) à cause de leur faible rémunération par sac produit (<i>tsangan-gony</i>).</p> <p>Un des freins à la diffusion de la TAC est le délai réduit, incompatible avec l'application de cette technique, exigé par beaucoup d'exploitants pour satisfaire les livraisons des commandes à Tananarive.</p> <p>Les charbonniers sont dans une situation précaire, n'ayant pas les moyens pour acheter du bois sur pied et effectuer les travaux à leur compte. Ils se retrouvent ainsi toujours dépendants des exploitants.</p>	

3.4. Activités réalisées dans le cadre du CFD local

Les quatre communes d'intervention ont mis en place un certain nombre d'activités identiques (tableau 2). A l'inverse, elles en ont priorisé d'autres actions en fonction du contexte local, l'idée maîtresse étant la responsabilisation de tous les acteurs impliqués dans le développement de la filière BE.

Tableau 2. Réalisations identiques pratiquées dans les 4 communes TAC dans le cadre du CFD - Projet ARINA.

ADOPTION MESURES INCITATIVES	VULGARISATION ET CONTROLE TAC	PERCEPTION RISTOURNES	CONTROLE FLUX DE PRODUCTION	AUTONOMIE CCBE
<ul style="list-style-type: none"> Mise à jour du <i>dina</i> dans les communes d'Ambohibary et de Ranovao, et promulgation par voie d'arrêté. La mise à jour porte sur les mesures prises en cas d'observation d'activités illégales, et les mesures d'incitation à l'adoption de la TAC Soumission du projet d'élaboration d'un arrêté communal pour l'application exclusive de la TAC (pour les bénéficiaires formés) au niveau du Conseil Communal de la commune d'Ankazondandy Plein pouvoir aux KASTI pour l'observation d'activité illégale, contrôle TAC et appui aux démarches d'obtention des autorisations de coupe dans la CR de Mangamila 	<ul style="list-style-type: none"> Formation des élus, et chefs FKT sur les textes réglementant l'exploitation forestière, notamment celui de la production de charbon de bois, sur les procédures à suivre pour l'obtention des autorisations de coupe, et sur la sensibilisation aux avantages de la TAC Descente auprès des 65 FKT pour l'ensemble des 4 communes pour des actions de sensibilisation, et contrôle inopiné du chef CEDD Activité relayée plus tard par agent de contrôle, KASTI et chef FKT dans les CR Ambohibary, Ranovao, Mangamila 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de la situation existante en matière de perception des ristournes, et comptage de flux de production de chaque commune : collecte de données <ul style="list-style-type: none"> Taux de ristournes appliqué dans chaque commune Montant perçu annuellement par la commune Estimation production (légale) Mode de perception : Qui collecte les ristournes ? A quel niveau ? Comment ? Autres recettes issues du charbon de bois Problèmes rencontrés Estimation des recettes potentielles issues du charbon de bois Elaboration de différents scénarii pour optimiser la perception des ristournes et y affecter un pourcentage pour le fonctionnement CCBE Présentation des résultats d'analyse, et discussions avec la commune (maire, conseillers communaux) <ul style="list-style-type: none"> 1^{ère} résolution : augmentation/uniformisation du taux de ristournes entre deux communes voisines 2^{ème} résolution : renforcement de la méthode de collecte des ristournes (barrière de contrôle économique, agent contrôleur et perceuteur de ristournes – Photo 2) 	<p>Décisions consignées dans des procès-verbaux, présentées en conseil communal pour approbation</p> <ul style="list-style-type: none"> La mise en place d'un magasin de stockage par commune, pour le contrôle des flux et de la production TAC n'est pas réalisable en une année car nécessitant un d'investissement important et une organisation minimum (gestion du magasin) 	

Tableau 3. Mesures spécifiques mises en place par les communes TAC dans le cadre du CFD local.

PERCEPTION RISTOURNES	CONTRÔLE FLUX DE PRODUCTION	AUTONOMIE CCBE
<ul style="list-style-type: none"> • L'uniformisation/augmentation du taux de ristournes sur le transport du charbon entre les 4 communes n'a pas encore fait l'objet de délibération des conseils communaux. En effet, il est constaté que même avec les taux actuels, les exploitants/transporteurs arrivent à contourner le circuit formel d'où un manque à gagner pour les communes. Une augmentation de ces taux risquerait de favoriser ces circuits informels ou de voir les acteurs payer les ristournes là où elles sont les moins chères. Une telle décision nécessite des mesures à un niveau élargi (harmonisation du taux entre toutes les communes voisines,...) • Le renforcement de la méthode de collecte des ristournes : les décisions et les modes d'application diffèrent entre les communes 		
CR AMBOHIBARY	CR RANOVAO	
<ul style="list-style-type: none"> • 1 agent percepteur et contrôleur de recette (tous produits confondus) a été nommé par arrêté communal. Il effectue 10 descentes par mois (sur les 10 fokontany) et reçoit 30% du montant des amendes perçues pour la constatation d'activités illégales (pas d'autorisation de coupe, non-pratique de la TAC par un charbonnier déjà formé, non-paiement des ristournes) → application du <i>dina</i> • Une barrière de pluie et de contrôle des ristournes a été mise en place à Mangabe, fokontany d'Ampanazava en février 2019, suite à la réhabilitation de la piste Ambohimahandry Ambohibary. Au niveau de la barrière : <ul style="list-style-type: none"> - Perception par la commune d'une taxe de roulage sur tous les véhicules - Contrôle des quittances de paiement des ristournes. En cas de non-paiement, renvoi auprès du chef fokontany pour règlement - L'agent de barrière reçoit 20% du montant perçu 	<p>En application du <i>dina</i>, un agent est en cours de nomination pour effectuer les activités de contrôle sur site. La répartition du montant perçu est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50% commune • 25% CCBE • 25% chef fokontany et agent de contrôle 	
CR ANKAZONDANDY	CR MANGAMILA	
<ul style="list-style-type: none"> • Une barrière de contrôle économique a été mise en place à Ambatofantsika du Fokontany Antanetibe en fin d'année 3. Néanmoins, depuis sa mise en service en 2018, elle rencontre des difficultés dans son fonctionnement : <ul style="list-style-type: none"> - Les ristournes perçues ne sont pas optimales, pour des raisons de détournement/corruption. Les agents ont été de ce fait remplacés - Mais un manque de compétences des agents actuels est constaté - La barrière ne fonctionne pas 24h/24 pour des raisons de sécurité la nuit - Les agents de la barrière sont payés forfaitairement au mois, et ont donc tendance à un certain laisser-aller - Il y a désaccord / entente difficile entre la commune, les chefs de fokontany et le Délégué d'Arrondissement sur la redistribution des ristournes • Prise de décision des CCBE pour l'affectation de 10% des ristournes pour leur fonctionnement • Taux de ristournes par sac de 100 MGA au lieu de 60 MGA auparavant 	<ul style="list-style-type: none"> • Le CCBE a priorisé ses activités sur la réduction des activités clandestines (exploitation sans autorisation de coupe) • A cet effet il y a eu un renforcement de capacité des KASTI en fin d'année 3 (mars 2018). La formation a été conduite par le chef CEDD. Des appuis matériels ont été fournis par le projet dans la réalisation des activités. Ces KASTI ont désormais plein pouvoir pour effectuer les missions de reconnaissance des terrains, le regroupement et la vérification des dossiers de demande d'autorisation de coupe. Puis ils les font remonter auprès de la commune et CEDD d'Anjozorobe pour la facilitation des procédures. Le KASTI perçoit 6000 MGA/descente/demande • En fin d'année 4, un recyclage des KASTI a été réalisé sur la TAC. L'objectif de la formation étant d'intégrer dans leur mission les activités de contrôle de la TAC 	



Photo 2. Barrière de contrôle d'Ambohibary.

4. ACQUIS DU PROJET

4.1. Facteurs de réussite et d'échec

Un certain nombre de facteurs favorables ou défavorables à la mise en place et l'efficacité d'un CFD local ont pu être identifiés (tableau 4).

Tableau 4. Facteurs de réussite et d'échecs du CFD local.

FACTEURS DE RÉUSSITE	FACTEURS D'ÉCHEC
<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilisation de tous les acteurs dans la filière BE • Beaucoup d'initiatives et d'engagement de la part des communes • Accompagnement du projet : échanges, appuis, ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Les discussions auprès du conseil communal pour la délibération des arrêtés sont difficiles sans de solides argumentations et des données précises • Entente/compromis difficile entre certaines entités (car touchant à leurs intérêts personnels) ce qui peut constituer un blocage à la réalisation des activités • Non-maîtrise des textes • Peu de charbonniers trouvent un intérêt à se regrouper, privilégiant encore une approche individuelle • Production charbon TAC encore trop faible pour assurer la continuité de l'approvisionnement • Manque de temps du projet pour le suivi du fonctionnement de l'ensemble du système mis en place • Non harmonisation des actions avec les communes voisines des zones d'intervention du projet

4.2. Contraintes et solutions adoptées

Une contrainte majeure a été le temps limité pour le suivi du fonctionnement des activités. Pour diverses raisons, la mise en œuvre de ce volet n'a pu en effet commencer qu'en troisième année, ce qui s'est révélé insuffisant pour stabiliser un dispositif de régulation de la filière BE efficace au niveau local. Il est important de pouvoir suivre et accompagner sur un laps de temps suffisant les acteurs locaux pour évaluer l'efficacité d'un tel dispositif et prendre des résolutions adéquates dans le cas de non adaptation des actions préconisées ou de blocage. En effet, la prise de décisions contraignantes et leur application peuvent faire l'objet de débats tendus entre membres du CCBE et au sein des conseils communaux qui rassemblent des acteurs aux intérêts parfois divergents.

Malgré les prévisions, certaines activités n'ont pas pu de ce fait être réalisées, leur réussite nécessitant des prises de décisions à un niveau élargi avec les mesures accompagnatrices adéquates (arrêtés communaux pour l'application exclusive de la TAC, mise en place des magasins de stockage ; mise en place de points de contrôle de la pratique de la TAC sur l'ensemble des communes...).

Cependant, on peut considérer que le processus est bien engagé avec une volonté affirmée et une réelle implication des communes dans les prises de décisions au sein des CCBE.

5. IMPACTS DU PROJET

La plupart des impacts du projet ne pourront être quantifiés qu'à moyen ou long terme. Mais ils commencent à être perceptibles dans différents domaines :

- Sur le plan socio-économique : Les maîtres charbonniers et charbonniers qui adoptent réellement la TAC constatent une augmentation de leurs revenus et de leur niveau de vie qui se traduit concrètement par l'acquisition de nouveaux matériels, l'achat de zébus, ...
- Sur le plan environnemental : Les bénéficiaires sont conscients que la régression des ressources forestières est inéluctable si une gestion raisonnée n'est pas appliquée (respect des durées de rotation de coupe, ...)
- Sur le plan politique : La commune est de plus en plus responsabilisée dans la gestion et le suivi des activités de la filière BE : reboisement, prises de décisions pour le contrôle et la réduction des activités illégales, renforcement de la perception des ristournes, vulgarisation de la TAC.

6. RECOMMANDATIONS

Un certain nombre de recommandations peuvent être émises pour la pérennisation des actions de CFD au niveau local :

- Nécessité de renforcer les capacités des personnes impliquées dans le contrôle (agent de contrôle, agent de barrière, KASTI, chef de fokontany). Pour ce faire, une collaboration avec le Service Régional du Contrôle au sein de la DREDD Analamanga doit être mise en place.
- Maintien des Assemblées Générales ordinaires des CCBE qui permettent de rendre compte des actions réalisées dans le cadre du Contrôle Forestier Décentralisé local ou CFD (par les agents de contrôle, agents de barrière, chefs de fokontany, commune, CEDD, KASTI, coopératives de charbonniers) et de discuter des problèmes rencontrés et des solutions à apporter.
- Un appui au fonctionnement des barrières existantes/mises en place dans les communes de Mangamila, Ankazondandy et Ambohivary. A ce titre, il apparaît important de faire appel à une personne tierce pour résoudre les conflits et les dysfonctionnements constatés par rapport aux textes en vigueur.

- La nécessité de doter en matériels et en équipements les agents de contrôle, agents de barrière et les KASTI pour qu'ils puissent assurer pleinement leur rôle (e.g. vélos pour les opérations de contrôle...).

Le CFD local a déjà montré des impacts positifs sur la régulation de la filière BE au niveau des fokontany et communes concernées. Cependant un tel dispositif est insuffisant pour réguler la filière sur l'ensemble d'un bassin d'approvisionnement comme celui d'Antananarivo. En effet, quand une réglementation est mise en place au sein d'une commune, la tendance est forte pour des exploitants de contourner ces règles en se déplaçant dans d'autres communes où un CFD n'a pas été encore mis en place. Il serait donc important d'appliquer un CFD local pour toutes les communes de ce bassin.

La Technique Améliorée de Carbonisation (TAC)

Rédacteurs : Aina Tantely Alaina Radimbison,
Alain Rasamindisa, Vatosoa Andoniaina Andriamifidy,
Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Le charbon de bois est utilisé pour la cuisson des aliments par plus de 90% des ménages d'Antananarivo et des communes périphériques (ASA, 2018). Il est fabriqué majoritairement à partir de bois d'*Eucalyptus* provenant pour près de la moitié de vieux taillis d'*E. robusta* de la région Analamanga (ASA, 2018). Mais les techniques traditionnelles de carbonisation ont un très faible rendement (10 à 12% de masse de charbon produit par rapport à celle du bois mis en meule (SRABE, 2018)) ce qui contribue au raccourcissement des rotations de taillis et à la mise en péril de la durabilité des ressources forestières (SRABE, 2018). C'est dans ce cadre que le projet ARINA a travaillé à la vulgarisation et diffusion d'une Technique de Carbonisation Améliorée (TAC) visant à augmenter le rendement de carbonisation. Cette technique, mise au point par le FOFIFA-DRFGRN pour la conduite d'une meule en terre «Voay MiTaPy» (VMTP), est basée sur des améliorations simples et efficaces des pratiques traditionnelles. Elle avait permis, dans la région du Boeny, des rendements de 18-20% dans le cadre du projet CARAMCODEC (Montagne et al., 2010). Par ailleurs, le charbon produit est de meilleure qualité avec un plus faible taux d'incuits, de fines et de brisures. Mais à l'inverse, la TAC nécessite, avant la mise en meule, un séchage plus long des tiges abattues et une durée de carbonisation un peu plus élevée ce qui peut présenter un frein à son acceptation (nécessité de satisfaire une demande en flux tendus de charbon de bois). Plus généralement, comme toute innovation à vulgariser dans le monde agricole, l'adoption et la pratique à large échelle de la TAC nécessite que les bénéficiaires soient pleinement convaincus de l'intérêt à l'appliquer.

Dans ce contexte, l'objectif d'ARINA était de sensibiliser et former à la TAC les charbonniers de quatre communes des districts de Manjakandriana (Ambohibary, Ankazondrany, Ranovao) et d'Anjozorobe (Mangamila), de quantifier les rendements de carbonisation de la VMTP dans les conditions locales et juger de son acceptabilité socio-économique.

2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Comme pour les autres volets du projet, cette activité a été menée en étroite participation avec les acteurs de la filière Bois-Energie (BE). En premier lieu le ministère de l'Environnement et du Développement Durable, la région Analamanga, les districts et les autorités communales. Le projet s'est aussi appuyé, dans chaque commune, sur les Comités Communaux de Bois-Energie (CCBE) composé des acteurs locaux de la filière BE, et plus spécifiquement des chefs de Cantonnement de l'Environnement et du Développement Durable (CEDD), des charbonniers et des représentants des fokontany. Ces comités ont participé de manière active aux sensibilisations des bénéficiaires sur les avantages de la TAC (photos 1 et 2), à leur formation et, *in fine*, à l'adoption de cette technique.



Photos 1 et 2. Séance d'information et sensibilisation sur l'intérêt et les attendus de la formation en Technique Améliorée de Carbonisation – Commune de Ranovao.

Au-delà, il faut souligner le rôle majeur joué par les bénéficiaires locaux dans ce processus participatif. Dans un premier temps, dix maîtres charbonniers, reconnus localement pour leur compétence, ont été formés sur la base de la comparaison de la TAC et de la technique traditionnelle. La formation comprenait une partie théorique expliquant un certain nombre de procédures administratives, les principes de base à respecter pour une bonne carbonisation des bois et des exercices pratiques. L'ensemble du processus était structuré autour de questions-réponses suivies de discussions et d'échanges d'expériences entre participants. Ceux-ci se sont montrés très intéressés par la TAC au vu de l'augmentation du nombre de sacs charbon avec les meules améliorées par rapport à celles traditionnelles. Les maîtres charbonniers ont par la suite participé, avec les agents du projet, à la formation d'autres charbonniers¹⁰ résidant dans leurs communes. Ils ont ensuite appuyé les nouveaux adoptants de la TAC pour leurs premières meules mettant en œuvre cette technique. Par la suite, ces adoptants ont eux-mêmes formé à la TAC de nouveaux charbonniers (formation en cascade).



Photo 3. Remise de certificats aux charbonniers maîtrisant la TAC de la commune de Ranovao.

¹⁰ Personne résidente dans la commune acceptant de pratiquer la TAC après la formation et charbonniers de métier de la commune.

Les charbonniers ayant appliqué correctement la TAC, au moins 2 fois, ont reçu un certificat d'aptitude professionnelle du Projet (photo 3). Ceux ayant formé au moins 1 charbonnier en cascade ont reçu en plus un kit de matériels (pelle, fourche, machette, hache) pour la production de charbon de bois. Ces mesures ont contribué à conforter la dynamique d'adoption et de vulgarisation de la technique (cf résultats).

3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

3.1. Caractéristique technique de la meule

Le modèle VMTP est une meule traditionnelle améliorée ne nécessitant pas d'investissement spécifique, ce qui est très important pour les paysans charbonniers dont le pouvoir d'achat est limité. Toute utilisation de matériaux tels que tôles ou briques est ainsi évitée pour faciliter l'adoption de ce modèle.

La meule est à tirage direct et combustion interne. Elle est de forme parallélépipédique de $L \times l \times H = 3 \times 1,50 \times 1,20$ m. Ces dimensions ont été retenues car se rapprochant de celles des meules traditionnelles et pour que la durée de carbonisation coïncide avec celle de la formation. L'utilisation de meules de tailles plus grandes est cependant envisageable. La présence d'évents d'allumage, d'aération et de cheminée sur les bases des parois latérales constitue de premières améliorations au modèle traditionnel (figure 1). Les autres améliorations se rapportent à la durée de séchage des bois sur coupe, la préparation de la plate-forme, l'orientation de la meule, son étanchéité, sa conduite, sa surveillance et son refroidissement (cf infra).

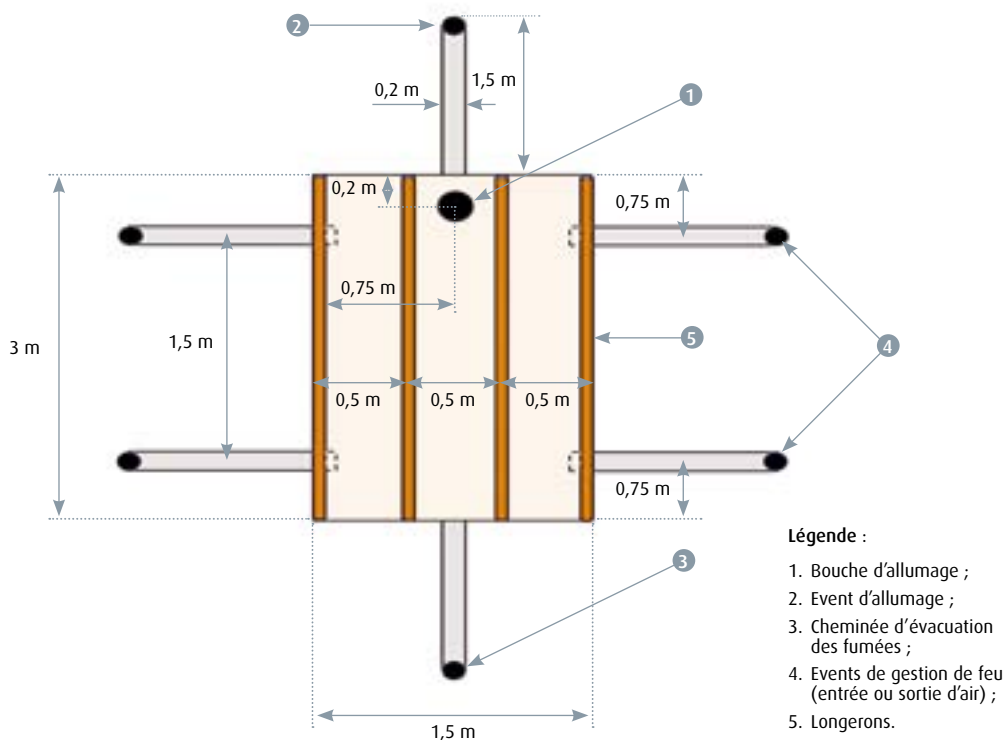


Figure 1. Représentation d'une meule VMTP (vue de dessus).

3.2. Le contenu des formations¹¹

Les formations des charbonniers à la TAC ont porté sur différents volets.

Procédures administratives

Les règlements et procédures qui régissent la carbonisation doivent être respectés par le charbonnier pour travailler dans la légalité. Les principaux points abordés concernaient :

- L'exploitation du bois, avec la définition précise des zones d'exploitation et des modes de récolte du bois à carboniser ;
- La carbonisation en elle-même, avec l'édiction de règles de sécurité pour prévenir toute propagation de feu ;
- La commercialisation du charbon de bois avec notamment la définition des mécanismes de taxation sur la vente des produits.

La connaissance de ces règlements permet aux charbonniers de prendre en compte et respecter les procédures en vigueur, notamment l'acquisition d'une autorisation de coupe pour les bois provenant de parcelles de particuliers - ou de permis d'exploitation pour ceux provenant du domaine forestier de l'Etat - et de permis de transport pour la vente de produits (décret N° 82-312).

Préparations du site de carbonisation

Il a été conseillé aux charbonniers de regrouper plusieurs meules sur un même site, les avantages étant les suivants :

- Meilleure application des techniques acquises au cours des formations par le biais des discussions et échanges entre les charbonniers opérant sur un même site ;
- Facilitation des travaux de chargement et de recouvrement des meules, les charbonniers pouvant s'entraider pour la réalisation de ces tâches lourdes ;
- Allègement des travaux de suivi et surveillance des meules en cours de carbonisation via un système de rotation entre charbonniers ;
- Facilitation des travaux d'acheminement et d'évacuation des produits.

Pour le choix du site, les principales conditions à remplir sont :

- Installation dans la zone autorisée ;
- Ne pas être trop éloigné des peuplements exploités, pour éviter le transport du bois sur de longues distances ;
- Choisir un terrain peu accidenté, pas trop humide ni trop pierreux ;
- Être éloigné des tombeaux et des lieux sacrés ;
- Être situé à proximité d'un point d'eau pour prévenir les risques d'incendie et de propagation des feux.

Exploitation et préparation des bois à carboniser

L'abattage des arbres de franc pied (futaie) doit se faire au ras du sol, à une hauteur maximale de 15 à 20 cm, pour favoriser les rejets de souches. La découpe en longueur des bois doit être égale à la largeur de la meule (1,50 m dans ce cas).

L'abattage des rejets de souche doit s'effectuer le plus ras possible pour favoriser l'émission de rejets ultérieurs et éviter la formation de souches « en têtard ». Les rejets de moins de 3 cm de diamètre ne doivent pas être utilisés. La longueur de découpe du bois est la même que précédemment. Dans les deux cas, les bois courbes ou présentant des fourches doivent être découpés pour obtenir le maximum de bois droits.

Les bois découpés sont séchés à côté des meules et classés par catégorie de diamètre. Pour accélérer leur séchage, ils sont disposés en « tipis » (séchage en bout renversé) ou laissés sur coupe avec les houppiers qui continuent pendant plusieurs jours à évapo-transpirer l'eau contenue dans le bois. Cette phase de séchage est une des pratiques distinguant la TAC des techniques traditionnelles qui n'y portent pas d'attention particulière avec des bois abattus plus rapidement mis en meule (1 mois vs 2 mois). La combustion étant interne, une partie du bois de la meule fournit l'énergie pour la carbonisation : les rendements sont donc améliorés en utilisant un bois plus sec, limitant la perte d'énergie pour le séchage

11 Le processus de montage et de conduite de la meule VMPT a fait l'objet d'une vidéo consultable à l'adresse <https://www.projet-arina-mg.org/www.cirad>

avant le processus de carbonisation. La durée de la carbonisation en est diminuée avec un meilleur rendement et un charbon de meilleure qualité.

Marquage et orientation de la meule

L'emplacement de la meule doit être bien débroussaillé et nettoyé : les débris végétaux sont écartés et empilés à au moins 5 m de la meule pour éviter les accidents et les risques de départ de feux. La base de la meule est délimitée par 4 piquets sur les 4 coins du rectangle de $L \times L = 3 \times 1,5$ m. L'orientation de la meule est celle du vent dominant qui peut être déterminée par :

- Un drapeau ;
- L'inclinaison des cimes des arbres due au vent.

Dans le cas de plusieurs meules sur le même site, celles-ci doivent être disposées de façon à ne pas perturber les activités des charbonniers. Pour que la circulation de l'air au niveau de chaque meule ne soit pas gênée par la présence d'une meule voisine, une distance entre elles d'au moins 4-5 m doit être gardée.

Chargement de la meule

Le chargement se décompose en 4 étapes :

- La pose des longerons ;
 - L'installation de la bouche d'allumage ;
 - Le plancher ;
 - L'empilage des bois.
- (i) La pose des longerons : les longerons sont constitués de 4 bois, idéalement de 10 à 15 cm de diamètre, posés dans le sens de la longueur. Des bois de la longueur de la meule (3 m) ne sont pas indispensables : ils peuvent être posés bout à bout pour assurer une continuité correspondant à cette longueur. Ces longerons vont faciliter la circulation de l'air dans la meule et supporter le poids de la charge de bois à carboniser.
- (ii) Installation de la bouche d'allumage : la bouche d'allumage est une cavité créée dans le chargement de la meule. Elle est aménagée en utilisant un piquet de 20 cm de diamètre (ou plusieurs piquets joints de façon à obtenir un équivalent de 20 cm de diamètre) disposé à environ 20 cm du bord opposé au vent, au milieu de la largeur de la meule. Ce piquet va délimiter la bouche d'allumage de la meule une fois le chargement terminé (*photo 5*). Le piquet est maintenu verticalement par la charge de bois au fur et à mesure du chargement. Ce piquet doit être d'au moins 1,5 m de hauteur pour faciliter son enlèvement, une fois l'empilage effectué.
- (iii) Plancher : c'est le premier lit de bois disposés sur les longerons dans le sens de la largeur du four sous forme de plancher avec des bois de plus petites dimensions. Il sert de support de la charge de bois à carboniser. Par ailleurs la combustion partielle de ces bois permet la carbonisation des tiges de dimensions supérieures placées au-dessus
- (iv) Empilage des bois : le bois est empilé sur le plancher dans le sens de la largeur, en minimisant les vides et les interstices (*photo 4*). Il faut, si nécessaire, refendre avec une hache les bois trop courbes et insérer des plus petits morceaux de bois dans les interstices. Les bois les plus gros doivent être placés au centre de la meule et proches de la zone d'allumage. Ils doivent également être entourés de bois de diamètre moindre, deux gros tronçons disposés côte à côte laissant des interstices trop importants. Ces derniers diminueraient la qualité de la carbonisation et augmenteraient les risques de prises de feu dans la meule. La surface supérieure de la charge doit être bien plane et horizontale afin de faciliter la couverture. Pour éviter l'effondrement de la charge, il est recommandé de renforcer les 4 piquets de coins à l'aide de piquets de soutènement.

Préparation des événements

L'énergie pour la transformation du bois en charbon est apportée par la combustion d'une partie de la charge et nécessite donc un apport d'air. Un bon dosage de la circulation de l'air dans la meule est donc un paramètre essentiel. Un excès d'air entraînerait une trop grande perte de bois par combustion, alors qu'un déficit en air ne produirait pas suffisamment de chaleur et diminuerait la qualité du charbon produit. Les événements ont pour rôle de réguler l'entrée et la sortie de l'air à l'intérieur de la meule (*photo 4*). Leur conception et leur utilisation conditionnent le rendement de la carbonisation, en qualité et en quantité.

L'utilisation d'évents est une des particularités de la meule VMTP. Ils sont constitués de tranchées creusées dans le sol, à la base de la meule, selon les dimensions suivantes :

- longueur : environ 1,5 m ;
- largeur : 20 cm ;
- profondeur : 15 cm.

Trois types d'évents doivent être prévus :

- Un événement d'allumage qui permet l'entrée d'air nécessaire pour l'allumage. Il est situé en face de la bouche d'allumage, i.e. à l'extrémité du four opposée à la direction du vent dominant.
- Une cheminée qui sert à la sortie des fumées. Elle doit être creusée à l'extrémité opposée de celle de l'événement d'allumage.
- Quatre événements d'aération (pour une meule de longueur 3 m). Ces 2 x 2 événements d'entrée et de sortie d'air sont placés de chaque côté du four (suivant la longueur).

Pour éviter le bouchage des événements lors du recouvrement du four (cf infra), les tranchées doivent être protégées par une rangée de petites branches recouvertes de feuilles ou d'herbes, puis remblayées avec de la terre.



Photo 4. Meule VMTP après la phase d'empilement des bois et en cours de creusement des événements. On peut observer le lit de bois de petites dimensions en bas de la meule.
Commune d'Ambohibary.

Recouvrement de la meule

Le recouvrement a pour but de rendre la meule hermétique à l'air et permettre une bonne carbonisation de la charge de bois. De l'air pénétrant dans la meule de manière incontrôlée entraînerait une simple combustion de la charge de bois sans carbonisation. Ainsi, l'air ne doit circuler dans la meule que par l'intermédiaire des événements d'aération.

Le recouvrement est réalisé à l'aide de feuilles, de branchages ou d'herbes disposés sur les parois de la meule. Ce dispositif est ensuite remblayé avec de la terre sous forme de mottes pour en assurer l'étanchéité. Le recouvrement du four commence par un coin de la meule, du bas vers le haut. Lors de cette opération, le charbonnier doit veiller à ne pas combler ou endommager les événements. La paroi supérieure de la meule est recouverte en dernier, la bouche d'allumage ne devant être ni couverte, ni obstruée (photo 5).



Photo 5. Meule après la phase de recouvrement par des matières végétales et des mottes de terres. On peut observer les événements d'aération sur le côté de la meule et d'allumage en face de l'emplacement de la bouche d'allumage qui n'est pas encore ouverte (les piquets ne sont pas encore enlevés). Commune d'Ambohibary.

Allumage de la meule

Pour allumer le feu dans la meule, le charbonnier procède aux opérations suivantes :

- Enlever le (ou les) bois placés dans la bouche d'allumage pour laisser apparaître un trou au niveau de la paroi supérieure de la meule ;
- Y disposer des petits morceaux de bois secs (éclats, branches, incuits, etc.) ;
- Introduire par le haut, de la braise préparée à l'avance ;
- Laisser le feu s'allumer ;
- Remplir la bouche d'allumage de branches d'arbres ou de brindilles sèches ;
- Recouvrir la bouche d'allumage quand la meule est bien allumée : des braises sont alors visibles à travers l'évent d'allumage.

Conduite et surveillance de la carbonisation

La conduite et la surveillance des meules constituent les étapes les plus importantes de la carbonisation améliorée car elles conditionnent en grande partie le rendement et la durée de la carbonisation, ainsi que la qualité du charbon. Il n'y a pas de règles strictes : une bonne conduite de la carbonisation dépend de l'expérience du charbonnier et du sérieux qu'il apporte à son travail. En fonction des dimensions des bois

à carboniser, de la taille des meules, des conditions du milieu et de l'avancement de la carbonisation, la conduite et la surveillance de la meule consistent principalement à :

- Régler la circulation de l'air dans la meule par le jeu d'ouvertures ou de fermetures partielles ou entières des événements d'aération. La carbonisation peut être interrompue puis reprise suivant les cas qui se présentent : vent trop violent, impossibilité de surveiller le four, intempéries, ... ;
- Assurer l'étanchéité de la meule en tassant bien la partie supérieure, en fonction de l'avancement du front de carbonisation ;
- Obturer les éventuelles fissures causées par la diminution du volume de la charge de bois au cours de la carbonisation. Ces fissures peuvent provoquer la prise de feu de la charge (à cause d'un excès d'oxygène entrant dans la meule) et entraîner le départ de feux de forêts.

La conduite de la carbonisation se fait, en fonction de la cuisson du bois dans la meule, par le jeu d'ouverture et de fermeture des événements :

- Au début, la couleur des fumées est blanche correspondant à la phase de dégagement de l'eau du bois: la carbonisation se déroule convenablement ;
- Une couleur bleue des fumées est signe d'une entrée d'air trop importante dans la meule entraînant une forte combustion de la charge et une progression rapide de la carbonisation qu'il faut réduire en réglant/bouchant les événements du côté où il y a trop de vent ;
- Dans le cas d'une trop forte émission de fumées d'un des deux côtés, il est alors nécessaire de boucher les événements du côté opposé.

La surveillance consiste à boucher des entrées d'air dues aux effondrements de la partie supérieure de la meule causés par une réduction de volume de la charge au cours de la carbonisation (*photo 6*).

La couleur des fumées change suivant la carbonisation du bois. Toute la charge n'est pas carbonisée en même temps. Le développement du front de carbonisation s'effectue du côté de l'événement d'allumage vers le côté de la cheminée. Cette partie présente un affaissement qu'il faut bien surveiller en rajoutant de la terre ou en tassant légèrement celle en place à coups de pelle.

La durée de la cuisson est de 4 à 5 jours (pour une meule de longueur 3 m) en fonction de l'état d'humidité et de la dimension des bois, du régime des vents et de la conduite de la carbonisation.

Extinction du feu

L'absence de fumée sortant des événements ou la présence de fumée de couleur "bleue transparente" indique que la carbonisation est achevée.

A ce moment, le charbonnier doit :

- Boucher tous les événements avec de la terre pour qu'il n'y ait plus d'entrée ni de sortie d'air dans la meule ;
- Bien recouvrir de terre toutes les autres sorties ou entrées d'air qui ont pu apparaître (fentes au niveau du recouvrement).
- Bien tasser la partie supérieure de la meule pour supprimer le vide créé entre le toit de la meule ayant séché et la charge de bois carbonisée qui a fortement diminué de volume.

La durée d'extinction et de refroidissement du four est d'environ 2 jours (*photo 6*). Le refroidissement de la meule est atteint quand les parois de la meule ne sont plus chaudes.

La surveillance de la meule reste très importante durant cette phase, même si le risque de reprise de feu est moindre.



Photo 6. Meule éteint en cours de refroidissement. On peut observer les événements bouchés et la partie supérieure de la meule, affaissée. Commune de Ambohibary.

Défournement du charbon produit

Le défournement nécessite un espace propre de $\approx 10 \times 5$ m pour étaler le charbon produit. De préférence, il a lieu au petit matin pour bien distinguer les braises restantes. Ces dernières sont alors recouvertes de terre ou de poussière. La couverture de la meule est enlevée avec précaution à l'aide d'une pelle : la terre d'abord puis les herbes ensuite. Le charbon est étalé sur l'espace préparé à cet effet. Le charbon refroidit à l'air libre pendant quelques heures avant l'ensachage.

3.3. Rendements de carbonisation

Les rendements pondéraux de carbonisation ont été estimés sur 12 meules TAC et 12 meules traditionnelles (photos 7 et 8). La technique améliorée permet un doublement des rendements qui passent de 12% avec la technique traditionnelle à 24% avec la TAC¹².

Ce gain est dû aux améliorations suivantes :

- Le plus long séchage du bois sur coupe qui permet de diminuer la durée et faciliter la carbonisation de la charge de bois ;
- L'orientation de la meule et l'emplacement de la bouche d'allumage dans le sens opposé de la direction du vent dominant qui ralentit la vitesse de la carbonisation et augmente la qualité et la quantité du charbon produit ;
- La qualité du chargement qui minimise les vides pouvant créer des prises de feu incontrôlables de la charge ;
- Le recouvrement de la meule qui permet une meilleure étanchéité et une carbonisation homogène ;
- L'ouverture et la fermeture des événements d'aération en fonction des conditions climatiques qui permet une meilleure conduite de la carbonisation ;
- L'extinction des braises par de la terre de préférence à l'eau, évitant de ce fait l'éclatement des morceaux de charbon et augmentant le poids de charbon commercialisé.



Photo 7 et 8. Pesage du bois et du charbon pour l'estimation des rendements de carbonisation des meules traditionnelles et TAC.

3.4. Qualité du charbon

Une étude réalisée par le projet a mis en évidence, sur échantillons entiers, le pouvoir supérieur calorifique anhydre et le taux en carbone fixe un peu plus élevés pour le charbon TAC que le traditionnel (les différences n'étant pas statistiquement significatives), avec des valeurs respectives de 31.28 et 31.18 MJ/kg et 85.92 et 85.61% (R&SD, 2019). Le taux de matières volatiles est pour sa part légèrement inférieur (12.17 vs 12.47%).

¹² Ces valeurs incluent les brisures et fines encore récupérables dont le volume est très faible avec la TAC. La différence de rendement de production de charbon réellement utilisable doit donc être a priori plus marquée en faveur de la TAC. Ce rendement devrait aussi augmenter au fur et à mesure de l'appropriation technique et la pratique de la TAC par les charbonniers.

Ces différents résultats vont dans le sens d'un charbon TAC se consommant moins vite et donc mieux adapté à la cuisson longue des aliments (e.g riz) telle que pratiquée à Madagascar. Au-delà, le charbon produit par la TAC est beaucoup moins cassant que celui traditionnel, ce qui se traduit par l'absence quasi-totale de fines et brisures dans les sacs, en cohérence avec les observations effectuées lors du défournement des meules.

3.5. Charbonniers formés et certifiés

Le projet a formé 1940 charbonniers à la TAC (tableau 1), dépassant de près de 30% l'objectif assigné (1500). Ceci pour répondre aux nombreuses demandes et conforter la dynamique engagée. Celle-ci est aussi illustrée par le fait que près de 40% des charbonniers ont été formés par un de leur pair (formation en cascade). C'est aussi dans cette logique qu'à la demande du CCBE d'Ambongamarina, une formation de 25 charbonniers a été conduite dans cette commune où, à l'origine, seules des activités de reboisement étaient programmées dans le cadre du projet.

Tableau 1. Nombre de charbonniers formés à la TAC directement ou en cascade sur la durée du projet ARINA.

NOMBRE DE CHARBONNIERS FORMÉS PAR COMMUNE ET PAR TYPE DE FORMATION											
ANNÉES	Ankazondandy		Mangamila		Ambohibary		Ranovao		Ambongamarina		TOTAL
	Formés directs	Formés en cascade	Formés directs	Formés en cascade	Formés directs	Formés en cascade	Formés directs	Formés en cascade	Formés directs	Formés en cascade	
Année 1	42	25	42	46	94	24	39	32	0	0	344
Année 2	97	49	100	21	100	107	102	65	0	0	641
Année 3	100	39	100	104	100	67	100	104	0	0	714
Année 4	100	2	75	36	0	1	0	2	25	0	241
TOTAL	339	115	317	207	294	199	241	203	25	0	1940

Le nombre de charbonniers certifiés correspond à 35% du nombre de ceux ayant suivi des formations TAC (tableau 2). Ce pourcentage encore limité s'explique en partie par le fait que des formations se sont déroulées les derniers mois du projet (cf chiffres de l'année 4) et qu'un certain nombre de charbonniers n'exercent cette activité qu'à temps partiel (i.e il peut se passer plusieurs mois entre la formation suivie et la mise en pratique de la technique).

Tableau 2. Nombre de charbonniers certifiés comme maîtrisant la TAC par le projet ARINA.

NOMBRE DE CHARBONNIERS CERTIFIÉS					
ANNÉES	Ankazondandy	Mangamila	Ambohibary	Ranovao	TOTAL
Année 1	27	31	84	16	158
Année 2	54	58	46	24	182
Année 3	30	74	105	80	289
Année 4	24	17	5	3	49
TOTAL	135	180	240	123	678

4. LES ACQUIS

La meule VMTP est basée sur une adaptation des meules traditionnelles et n'exige aucun investissement supplémentaire pour les charbonniers. L'apport d'un certain nombre d'améliorations techniques, aisément reproductibles, conduit au doublement du rendement de carbonisation et un charbon de bois de meilleure qualité. L'ensemble de ces facteurs fait que la TAC apparaît comme une technique prometteuse adaptée aux conditions socio-économiques des populations locales.

Les formations à la TAC ont pu bénéficier de l'appui des autorités communales et de l'administration forestière via les CEDD, appui qui s'est révélé particulièrement important pour faire connaître aux charbonniers les nécessités légales (e.g. nécessité de permis de coupe et de permis de transport) liées à leur activité. L'implication de maîtres charbonniers dans ces formations a aussi été très positive. Membres respectés des communes pour leur savoir-faire, ils sont écoutés par les candidats à la TAC et sont garants à leurs yeux de l'efficacité et adoptabilité des améliorations proposées. Il en est de même de la participation des chefs fokontany qui facilitent la sensibilisation des personnes cibles.

Cependant le projet n'a pu satisfaire toutes les demandes sur les communes d'intervention, ni a *fortiori* celles émanant des charbonniers de communes limitrophes. L'application pour les 4 communes du décret 82-312 qui stipule que tout charbonnier doit avoir suivi une formation sur les techniques améliorées de carbonisation et posséder un certificat *ad hoc* reste donc encore partielle.

5. LIMITES/CONTRAINTE

Les procédures relatives à l'octroi de permis ou autorisation de coupe sont considérées par les producteurs comme assez lourdes (nécessité de reconnaissance des terrains, déplacement auprès de la commune et du CEDD,...) et longue. Ceci freine le suivi de ces procédures et, *a contrario*, justifie aux yeux d'un certain nombre d'entre eux la poursuite des pratiques illicites. Pour pallier ce problème, la commune de Mangamila a mandaté les KASTI¹³ pour effectuer ces démarches moyennant un paiement par le bénéficiaire de 6 000 MGA par demande.

Beaucoup des charbonniers formés par le projet travaillent comme tâcherons pour des exploitants. Ces derniers peuvent exiger l'application de la technique traditionnelle au détriment de la TAC. Cette position peut paraître étonnante puisqu'avec la même quantité de bois à carboniser, l'exploitant obtiendrait plus de charbon et générerait donc plus de recettes. Mais au-delà de la force des habitudes, un des facteurs de décision de ces exploitants qui sont aussi souvent transporteurs, est la volonté que leurs véhicules soient le moins souvent sans chargement et d'avoir des rentrées d'argent rapides, même si elles ne sont pas maxima. Or, la TAC nécessite un temps plus long que la pratique traditionnelle, ce qui peut constituer à cet égard un frein à son application. Face à cette situation, la commune de Ranovao a promulgué un arrêté communal obligeant les charbonniers de pratiquer la TAC, en cohérence avec le décret 82-312, sous peine d'amendes. Des sensibilisations des exploitants sur les avantages de la TAC ont aussi menées.

D'autre part, les différences de prix entre les charbons TAC et traditionnels ne sont pas encore très marquées (1000 à 2000 MGA par sac de 35 kg), même si des efforts ont été conduits dans ce sens (cf l'article « Commercialisation du charbon 2M »). Ce facteur reste à ce stade un frein à la diffusion de cette technique.

13 KASTI : Kaomitiny Ala Sy ny Tontolo Iainana (représentant du comité local de la forêt et de l'environnement)

6. IMPACTS SOCIAUX, ÉCONOMIQUES, POLITIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Un certain nombre de charbonniers, convaincus des avantages de la TAC, ont totalement arrêté la pratique traditionnelle. D'autres ont intégré seulement une partie des améliorations techniques proposées ou les ont modifiées. Ceci ne doit pas apparaître comme un point négatif mais plus comme un signe d'appropriation/adaptation de la technique par les bénéficiaires, ceci d'autant plus que ces techniques hybrides peuvent conduire à des augmentations déjà très sensibles de rendement telle qu'observée sur les communes d'intervention. Ainsi l'étude sur les rendements de carbonisation précédemment mentionnée a mis en évidence des rendements de l'ordre de 20%, très largement supérieurs à ceux obtenus avec les pratiques traditionnelles (12%).

Suite aux sensibilisations et à quelques descentes du CEDD et du projet auprès des fokontany, on constate une augmentation régulière du nombre de demandes de permis ou d'autorisation de coupe ainsi que le paiement des ristournes sur le transport du charbon.

La diminution de l'impact environnemental de la TAC par rapport aux techniques traditionnelles peut aussi se révéler très sensible dans le cas d'une appropriation de cette technique par un nombre élevé de charbonniers. En effet, la meilleure conduite de la meule et l'amélioration du rendement de carbonisation contribue à réduire l'émission de dioxyde de carbone (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre, en particulier le méthane (CH₄). La TAC peut aussi contribuer à augmenter le stockage temporaire de carbone atmosphérique dans la biomasse aérienne des plantations : pour une demande donnée de charbon de bois, la TAC permet de n'exploiter que 50% des surfaces nécessaires aux techniques traditionnelles. Une augmentation de la durée de rotation des coupes est donc théoriquement possible ce qui, au-delà du stockage de CO₂ contribuerait à la durabilité des peuplements.

7. RECOMMANDATIONS

L'adoption de la TAC sur l'ensemble des communes d'intervention, incluant le respect des dispositions légales pour la fabrication de charbon, passe par la poursuite et renforcement des activités des Contrôles Forestiers Décentralisés locaux mis en place dans le cadre du projet (cf article sur le CFD local). La vulgarisation à une plus large échelle de cette technique nécessite des CFD locaux dans les communes limitrophes pour éviter les risques de contournement des procédures par des exploitants cherchant des conditions moins contraignantes. A terme, de tels CFD locaux devraient être mis en place sur l'ensemble des communes du bassin d'approvisionnement d'Antananarivo.

Par ailleurs, des études scientifiques pour quantifier les émissions comparées de gaz à effet de serre des meules VMTP et traditionnelles seraient importantes à mener pour juger de l'impact réel du changement de pratique de carbonisation sur la diminution de l'émission de ces gaz.

BIBLIOGRAPHIE

- ASA, 2018. *Etude des flux du bois-énergie entrant dans la ville d'Antananarivo*. Rapport final. 36 p + annexes.
- Montagne P, Razafimahatratra S., Rasamindisa A, Grehay R, ARINA, *le charbon de bois à Madagascar entre demande urbaine et gestion durable*. Projet CARAMCODEC, Contrat EIE/06/244/SI2.449538, Cirad Madagascar (Ed), Antananarivo, Madagascar, 87p.
- SRABE, 2018. *Schéma Régional d'Aménagement en Bois-Energie- Région Analamanga - période 2018-2030*. 104 p.
- R&SD, 2019. *Qualité du charbon TAC en comparaison avec le charbon traditionnel d'Eucalyptus rencontré sur le marché d'Antananarivo* - Rapport Final d'études, 38 p.

ARTICLE 5

Commercialisation du charbon 2M Mitsitsy - Mateza

Rédacteurs : Vatosoa Andriamifidy, Serge Razafimahatratra, Lovasoa Randriamanantena, Jean-Pierre Bouillet

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

La consommation de charbon de bois d'Antananarivo et de sa périphérie s'élève à environ 240 000 tonnes/an (ASA, 2018). Il est fabriqué majoritairement à partir de bois d'Eucalyptus, provient pour près de la moitié de la région Analamanga (ASA, 2018) et suit divers circuits de production/distribution impliquant un nombre important d'acteurs : propriétaires, exploitants, charbonniers, charbonniers-exploitants, exploitants/vendeurs, transporteurs, grossistes, vendeurs au détail (SRABE, 2018).

Le charbon issu des Techniques Améliorées de Carbonisation (TAC) ne représente encore qu'un très faible pourcentage de cette production. Il ne bénéficie pas d'une identification et d'un circuit de commercialisation en propre garantissant sa traçabilité et sa visibilité auprès des consommateurs, et justifiant un prix de vente plus élevé que celui du charbon traditionnel. Cette lacune est un des freins majeurs à la vulgarisation et la généralisation de cette technique.

C'est dans ce contexte que le projet ARINA a conduit des activités sur la commercialisation du charbon de bois TAC avec l'objectif général de contribuer à l'approvisionnement durable d'Antananarivo en charbon de bois et à l'augmentation des revenus des acteurs de la filière. Plus spécifiquement, ce volet répondait aux attentes des charbonniers des communes d'intervention du projet pour la recherche de débouchés du charbon TAC et la maîtrise des prix des produits commercialisés.

La coordination de ce volet a été menée avec le projet AFIBERIA pour lequel la commercialisation du charbon TAC avait été identifiée dès l'origine comme un des attendus du projet. Ce n'était pas le cas d'ARINA qui a tenu cependant à s'impliquer la dernière année du projet au vu de la demande des charbonniers et l'importance stratégique de cette activité. C'est ainsi qu'une ligne spécifique avait été identifiée lors de la demande de prolongation de 6 mois du projet auprès de l'Union Européenne.

Les actions envisagées étaient la mise en place et le suivi d'un système d'authentification des charbons et la recherche de débouchés rémunérateurs par la mise en relation des acheteurs-vendeurs.

1.2. Objectif

L'objectif général était de contribuer à l'approvisionnement de la ville d'Antananarivo en charbon TAC tout en améliorant les revenus des acteurs intervenant sur la filière. D'une manière spécifique, il s'agissait

- (i) D'authentifier les charbons TAC en amont, par la mise en place d'un système de suivi de la production et d'étiquetage des sacs.
- (ii) De mettre en place des points de vente de charbon 2M, pour commercialiser les produits auprès des consommateurs d'Antananarivo et sa périphérie.
- (iii) D'identifier les éventuels blocages et les conditions de mise en œuvre d'un système de commercialisation efficace.

2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

2.1. Sacs 2M

Des sacs spécifiques ont été fabriqués par l'entreprise ENDUMA où apparaît la mention 2M : «Mitsitsy sy Mateza» («Economique et Durable»). Ces sacs présentent la particularité d'être plus hauts que les sacs traditionnels et d'une ligne horizontale correspondant à la hauteur de remplissage du charbon dans les sacs conventionnels (*photo 1*). Cette caractéristique permet de replier le haut du sac au niveau de cette ligne puis de le coudre, pour éviter ultérieurement des mélanges avec des charbons traditionnels. Une étiquette «2M» à usage unique est ensuite apposée pour prévenir l'ouverture/re-fermeture du sac (*cf infra*). Le prix d'achat du sac est de 2300 MGA pour un sac de 35 kg.



Photo 1. Sac de charbon 2M (à gauche) et traditionnel (à droite). La bande rouge sur le sac 2M correspond à la hauteur de remplissage d'un sac traditionnel.

2.2. Conditions d'utilisation du sac 2M

Un certain nombre de conditions doivent être remplies pour utiliser les sacs 2M et marquer la spécificité des charbons TAC par rapport à ceux vendus dans les sacs ordinaires :

- Les sacs 2M doivent exclusivement contenir du charbon TAC. Un contrôle rigoureux est effectué à la base par des maîtres charbonniers et des agents de terrain, avant l'apposition de l'étiquette 2M. Chaque producteur pilote y inscrit un code spécifique au moment de la mise en sac, garant de la provenance TAC du charbon et permettant sa traçabilité, du transporteur au consommateur final et de sa vente.
- Les producteurs et revendeurs sont libres de négocier et pratiquer les prix du charbon TAC - d'achat sur site ou livré à Antananarivo et de vente aux consommateurs - à leur convenance. Mais l'objectif est que le prix du charbon TAC soit supérieur (minimum de + 1000 MGA/sac) au charbon traditionnel pour motiver les producteurs et justifier de sa qualité supérieure vis à vis des consommateurs.

- L'approvisionnement doit se faire autant que possible de manière continue.
- La vente au niveau des points de vente se fait exclusivement au sac, et non au détail (au tas). Le sac ne doit être ni ouvert ni reconditionné. Aucun mélange entre charbon TAC et traditionnel ne peut être toléré, que ce soit sur site ou sur le point de vente.
- Le sac fait l'objet d'une consigne (3000 MGA) pour limiter les risques de non-retour et de possibles utilisations par des vendeurs de charbon traditionnels.

2.3. Sélection des revendeurs et charbonniers pilotes

Vu le temps limité à disposition (*cf supra*), cette activité a correspondu à une « phase test » pour établir les bases d'un système de commercialisation fiable et durable. L'accent a été mis sur les blocages éventuels et les limites de l'approche préconisée sur la base du retour des consommateurs et des problèmes rencontrés par les revendeurs et/ou les producteurs. Ces réflexions pouvant servir de base pour la poursuite du projet (e.g. Programme AFAFI Centre). Huit producteurs pilotes (adoptants TAC) ont été sélectionnés sur les quatre communes d'intervention du projet, avec pour tâche d'assurer l'approvisionnement continu en charbon TAC de six points de vente sur Antananarivo et sa périphérie.

2.4. Organisation de réunions d'informations et couplage des producteurs-vendeurs de charbon 2M

Une réunion d'information a été organisée avec les revendeurs et producteurs retenus. Son objet était de :

- Montrer et tester le sac 2M (sac fermé/cousu avec apposition de l'étiquette).
- Informers les deux parties sur les conditions d'utilisation du nouveau sac.
- Mettre en relation des producteurs et des revendeurs pour assurer un approvisionnement continu en charbon TAC, authentifié à la source.

Après avoir débattu des conditions à remplir, les revendeurs et producteurs se sont dits prêts à se lancer conjointement dans cette activité. La principale réticence des revendeurs tenait au fait de ne pouvoir ouvrir le sac et vendre le charbon au détail. L'argument étant qu'avant de procéder à l'achat de charbon, les consommateurs ont l'habitude de se rendre compte de sa qualité en regardant à l'intérieur du sac. Par ailleurs les ménages les plus vulnérables ne peuvent se procurer que de petites quantités de charbon, l'achat d'un sac entier demeurant inaccessible. Le projet ARINA s'est dit conscient de ces contraintes qui se révèlent cependant indispensables dans cette phase de lancement du produit. Il est impératif de limiter au maximum les risques de fraude qui pourraient avoir des répercussions majeures sur la confiance des consommateurs qui acceptent de payer un peu plus cher le charbon proposé, sous réserve qu'il soit effectivement issu de la TAC. De leur côté, les charbonniers ont insisté pour que le prix auquel leur est acheté le charbon TAC leur permette de dégager une rentabilité suffisante pour qu'ils puissent satisfaire les demandes sur la durée.

In fine, un couplage des producteurs et revendeurs de charbon 2M a été possible. Certains producteurs approvisionneront leur propre point de vente ou celui d'une famille proche. Dans les autres cas, il existe déjà une relation de confiance des charbonniers avec les points de vente avec lesquels ils ont déjà l'habitude de travailler.

3. RÉSULTATS

3.1. Suivi de l'approvisionnement en charbon TAC

Au moment du défournement de la meule TAC, le charbonnier pilote fait appel aux agents de terrains et/ou aux maîtres charbonniers pour authentifier qu'il s'agit bien de charbon produit par la TAC. L'agent et/ou le maître charbonnier suit le déroulement de la mise en sac et s'assure qu'il n'y a pas de mélange

avec du charbon traditionnel et que le sac ne contient quasiment pas de fines et de brisures. Le producteur ferme alors le sac puis l'agent et/ou le maître charbonnier met l'étiquette avec le code de provenance du charbon.

3.2. Points de vente 2M



Photo 2. Plaque placée au niveau des lieux de vente des charbons 2M.

En juin 2019, six points de vente de charbon 2M ont pu être établis ayant permis en deux mois la commercialisation de 300 sacs. Comme prévu, ces sacs sont cousus pour éviter des reconditionnements ou la vente en détail qui représenterait un risque (mélange de charbon traditionnel et 2M vendu comme charbon TAC). Des plaques sont installées au niveau des points de vente pour indiquer que ceux-ci commercialisent du charbon 2M (photo 2).

La liste des points de vente 2M est donnée au tableau 1.

Tableau 1. Points de vente où sont vendus des charbons TAC 2M - Projet ARINA.

	NOMS	LIEU DE VENTE	CHARBON VENDU	TÉLÉPHONE
1	Rakotondrainibe Faratiana	Soavinandriana	Exclusivement TAC	0320229460
2	Rabemananjara Robert	Tsarahonenana	TAC et traditionnel	0328022853
3	Andrianarisoa Noro	Mahitsy	TAC et traditionnel	0334674819
4	Zarina	Tsarahonenana (poteau double)	TAC et traditionnel	0332921893
5	Rivo	Ivato tsena	TAC et traditionnel	0337644736
6	Fara	Ankadikely	TAC et traditionnel	0331406190

3.3. Visite-contrôle des points de vente 2M

Les points de vente 2M ont fait l'objet de visites régulières et inopinées par l'équipe du projet. L'objectif était d'obtenir des informations auprès des revendeurs sur la vente des charbons TAC, les retours des consommateurs (points positifs et négatifs), ainsi que sur les difficultés rencontrées dans l'exercice de cette activité (tableau 2).

Tableau 2. Opportunités et contraintes pour la vente du charbon TAC.

POINTS POSITIFS	POINTS NÉGATIFS
<ul style="list-style-type: none"> • Les charbons 2M s'écoulent très vite (≈ 15 sacs en une semaine par point de vente). Les consommateurs qui sont en général attirés par les nouveaux produits ont tendance à se procurer du charbon 2M même si du charbon traditionnel est vendu sur le même point de vente • Après cette phase de découverte, la plupart des consommateurs redemandent du charbon TAC après le premier achat. • Les consommateurs ont l'impression que le sac 2M est plus grand que le sac ordinaire, même si en fait la contenance est la même. • Certains revendeurs font du porte à porte pour faciliter l'écoulement des produits • Les sacs ne sont ni ouverts ni reconditionnés. • Le prix du charbon 2M est plus élevé - 1000 à 3 000 MGA/sac - que celui du charbon traditionnel dans certains points de vente 	<ul style="list-style-type: none"> • Il existe des ruptures de stock dans certains points de vente, l'approvisionnement n'arrivant pas à suivre les besoins des consommateurs. • Dans un point de vente, le niveau de vie des consommateurs ne leur permet pas d'acheter plus cher le charbon 2M que le traditionnel. • Dans ce cas les revendeurs vendent au même prix les deux types de charbon, une des raisons évoquées étant aussi le manque de sensibilisation auprès des consommateurs.

4. ACQUIS DU PROJET

4.1. Facteurs de réussite et d'échec

Le tableau fait apparaître les principaux facteurs favorables ou défavorables à la commercialisation du charbon 2M.

Tableau 3. Facteurs de réussite et d'échec pour la commercialisation du charbon TAC.

FACTEURS DE RÉUSSITE	FACTEURS D'ÉCHEC
<ul style="list-style-type: none"> • Visibilité (spots publicitaires, plaques, T-shirts, gilets, flyers, étiquettes, etc.) • Respect des conditions par les producteurs : charbon issu exclusivement de la TAC présentant des calibres plus gros et beaucoup moins de fines et brisures que le charbon traditionnel • Respect des conditions par les revendeurs : pas d'ouverture de sac, pas de reconditionnement, prix sensiblement supérieur du charbon TAC 	<ul style="list-style-type: none"> • Points de vente peu nombreux • Approvisionnement non continu • Peu de recul sur la stabilisation des mesures préconisées et absence de suivi post-projet

4.2. Contraintes et solutions adoptées

La principale contrainte a été le temps insuffisant sur la fin du projet pour que cette activité soit stabilisée. Cette stabilisation dépendra de l'implication et l'intérêt des producteurs et des revendeurs pilotes à suivre les règles édictées et adoptées conjointement. Il est prévu de continuer à suivre ce volet après la fin du projet mais sans pouvoir véritablement intervenir si des améliorations sont à apporter.

Les communes (notamment via leur CCBE) sont responsabilisées pour le contrôle sur site de la production de charbon TAC et l'étiquetage des sacs. Mais la mise en place d'un magasin de stockage pour centraliser les charbons TAC n'a pu être réalisée dans le laps de temps du projet, faute de moyens disponibles.

La nomination de responsables pour l'authentification à la source du charbon TAC reste encore problématique, ces personnes devant être indemnisées par la commune ou par le charbonnier lui-même.

Vu le nombre encore restreint de charbonniers pilotes, le suivi a été réalisé sur la fin du projet par le personnel d'ARINA et/ou les maîtres charbonniers dans le cadre du suivi de la TAC. Mais par la suite, il est nécessaire que les communes prennent des décisions (e.g. utilisation d'une partie des ristournes perçues sur la production du charbon pour indemniser les contrôleurs).

5. RECOMMANDATIONS

Quelques recommandations peuvent être apportées pour contribuer à la continuité des activités :

- Agrandissement de la taille des plaques informant les consommateurs de la disponibilité de sacs 2M sur le point de vente,
- Suivi des producteurs et des revendeurs pilotes au-delà de la fin d'ARINA, du moins jusqu'à la reprise de ce volet au sein d'un nouveau projet,
- Regroupement des revendeurs ARINA avec ceux d'AFIBERIA pour conforter la dynamique de commercialisation (échanges d'information, acquisition commune de nouveaux sacs auprès d'ENDUMA...).

BIBLIOGRAPHIE

- ASA, 2018. *Etude des flux du bois-énergie entrant dans la ville d'Antananarivo*. Rapport final. 36 p + annexes.
- SRABE, 2018. *Schéma Régional d'Aménagement en Bois-Energie - Région Analamanga - période 2018-2030*. 104 p.

Projet ARINA

.....

.....

.....

Maquette et suivi : Stève Ramiamanantsoa

Achévé d'imprimer sur les presses de MYE Andohalo, août 2019

CAPITALISATION DES REALISATIONS ET DES ACQUIS DU PROJET ARINA

Aménagement et Reboisements INTégrés dans le district d'Anjozorobe en bois-énergie

Dans le cadre du Programme d'Appui à l'Agro-Sylviculture autour d'Antananarivo (ASA), financé par l'Union Européenne sur le 10^{ème} FED (2014-2019), le projet «Aménagement et Reboisement Intégrés du district d'Anjozorobe en bois-énergie – ARINA» a été mis en œuvre par le CIRAD, le FOFIFA et l'association PARTAGE.

CIRAD est un organisme public français de recherche pour le développement à vocation internationale. A Madagascar, il conduit des recherches et des actions d'expertise et de gestion de projets pour valoriser la haute biodiversité présente, gérer les services environnementaux et promouvoir une approche agro-écologique, particulièrement en destination des exploitations familiales. Ces activités sont menées en partenariat avec les principales institutions de recherche, les universités et les acteurs du développement. Le CIRAD contribue également à différents observatoires sur le développement et les politiques publiques et collabore à de nombreux réseaux scientifiques et techniques dans l'Océan Indien.

FOFIFA est la composante principale du Système National de Recherche Agricole à Madagascar. Placé sous la tutelle du Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique, cet Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial conduit toutes recherches se rapportant au développement rural. Plus spécifiquement, il a développé, au travers de son département de recherches forestières et gestion de ressources naturelles (DRFRGN), une expertise reconnue sur les techniques de pépinière, de reboisement et de carbonisation améliorée.

PARTAGE est une association malgache à but non lucratif intervenant dans le domaine du développement rural à Madagascar. Ses compétences touchent notamment à la mise en place et la gestion durable de plantations d'espèces forestières locales et exotiques. Ceci sous forme de reboisements individuels et/ou communautaires poursuivant différents objectifs tel la production de bois de service et de bois d'énergie ou la restauration forestière. PARTAGE s'investit aussi fortement dans la structuration/institutionnalisation, l'appui et le renforcement des capacités des acteurs.



Jean-Pierre Bouillet est chercheur au CIRAD depuis 1985, affecté actuellement à l'Unité Mixte de Recherches «Eco&Sols» dont le siège est à Montpellier. A Madagascar, il travaille au sein du Dispositif de Recherche et d'Enseignement en Partenariat «Forêts et Biodiversité». Ingénieur forestier, il est spécialiste du fonctionnement biogéochimique des plantations forestières et expert en sylviculture et gestion durable des plantations d'espèces à croissance rapide. Il a travaillé sur cette thématique à Madagascar entre 1986 et 1995. Après des postes au Congo (Pointe-Noire), en France (Montpellier) et au Brésil (Piracicaba - SP), il est revenu à Antananarivo en 2016 et a repris la coordination du projet ARINA en 2017 au départ du précédent coordinateur, Daniel Verhaegen.

Hery Rakotondraoelina Andriatsitohaina est chercheur généticien au sein du FOFIFA depuis 1987 et a contribué à la mise en place et la gestion de vergers à graines de résineux avec le Silo National des Graines Forestières, et de feuillus avec le CIRAD dans le cadre du projet FED «Création de vergers à graines forestières». Il est expert en techniques de pépinière et en formation en reboisement. A ce titre, il est intervenu sur de nombreux projets de développement et a contribué, au sein d'ARINA, à la formation de 31 pépiniéristes et plus de 2000 reboiseurs.

Alain Michel Rasamindisa est chercheur au FOFIFA depuis 1983. Il a participé à de nombreux travaux relatifs à la filière Bois-Energie : e.g. production de plants, conduite des reboisements, caractérisation des propriétés énergétiques du bois et dérivés. Expert en techniques de transformation énergétique du bois, il a amélioré les pratiques de carbonisation des meules traditionnelles, permettant une augmentation à moindre coût des rendements de carbonisation et de la qualité du charbon produit. Cette meule améliorée «VMTP» a démontré son efficacité et son acceptation par les charbonniers au sein de projets dans différentes régions de l'île. Dans le cadre du projet ARINA, il a formé plus de 2000 charbonniers sur la conduite de ces meules améliorées.

Serge Razafimahatratra est Président de l'Association PARTAGE, créée en 2008. Socio-économiste de formation, il a travaillé depuis 20 ans au sein de projets de développement dans différentes régions de Madagascar. Il y a développé une expertise en gestion participative des ressources forestières, négociation patrimoniale, formation et appui socio-organisationnel, plan d'aménagement et législation forestière. Dans le cadre d'ARINA, il s'est plus spécifiquement impliqué dans la mise en place des Comités Communaux de Bois-Energie et des Contrôles Forestiers Délocalisés à l'échelle locale.