



FOOD AND  
AGRICULTURE  
ORGANIZATION  
OF THE UNITED  
NATIONS, FAO

**REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA**  
*Tanindrazana – Fahafahana – Fandrosoana*  
MINISTRE DE L'AGRICULTURE (MINAGRI)

SECRETARIAT GENERAL et  
DIRECTION GENERALE DE L'AGRICULTURE

---

Projet d'appui au développement de Menabe et Melaky (AD2M)

ETUDE DE CAS PROGRAMME PAYS MADAGASCAR

Direction: Benoît Thierry, Chargé de Programme FIDA Madagascar  
Louis Bockel, Expert, Appui aux politiques agricoles, FAO

Rédaction: Armel Gentien – Ecole Supérieure d'Agriculture, Angers, France  
Juin, 2010

**Etude de cas: Analyse du potentiel de mitigation climatique du projet  
AD2M**

**Outil EX-ACT pour l'analyse bilan carbone des projets d'investissements**

---

## **Remerciements**

L'analyse présentée dans ce document est le résultat du travail d'Armel Gentien, consultant junior FIDA/FAO. L'étude a été réalisée grâce au soutien de toute l'équipe du projet AD2M et notamment Alain Razafindratsima, Responsable suivi-évaluation (RSE) du projet, Manoa Andriantsilavo, Responsable production agricole, Andriamaherison Ramboanilaina, Responsable élevage, Andrianiainaso Rakotondratsima, Coordonateur du projet et Toetra Rakotonanahary, assistant suivi-évaluation.

L'auteur tient également à remercier et à citer la contribution au rapport de Louis Bockel, économiste et Responsable du développement d'EX-ACT, Marianne Tinlot, consultante FAO et Benoît Thierry, Coordonateur du programme FIDA à Madagascar, pour l'appui à la rédaction, les commentaires et la correction de cette étude de cas.

## Sommaire

1. Introduction	1
1.1. Objectifs	1
1.2. Étapes d'analyse de l'évaluation ex-ante de l'outil carbone	1
1.3. L'outil EX-ACT	1
1.4. Contexte	2
2. Le projet et ses objectifs	4
3. Potentiel de mitigation du projet d'après l'outil EX-ACT	6
3.1. Agir sur la déforestation	7
3.2. De nouveaux périmètres irrigués rizicoles	8
3.3. De nouvelles variétés et des pratiques améliorées pour les cultures annuelles	12
3.4. Mise en place de cultures fruitières	14
3.5. Reboisement de protection	14
3.6. Les pâtures, un potentiel important pour le stockage du carbone	15
3.7. L'élevage, une source importante de gaz à effet de serre	16
3.8. Les intrants, des émissions négligeables	17
3.9. Autres investissements	17
3.10. Changement d'utilisation des terres	18
4. Analyse des résultats des différents scénarios	19
4.1. Scénario « normal » du projet (1)	19
4.2. Scénario pessimiste (2)	20
4.3. Scénario optimiste (3)	21
4.4. Modifications de quelques objectifs du projet : le scénario amélioré (4)	22
5. Analyse économique simplifiée	24
6. Conclusion	24

# 1. Introduction

## 1.1. Objectifs

Cette étude porte sur le potentiel du Projet d'appui au développement de Menabe et Melaky (AD2M), un projet du Fonds international de développement agricole (FIDA) à Madagascar, à contribuer à la mitigation du changement climatique mondial. L'outil EX-ACT (Ex-ante Appraisal Carbon Tool), développé par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), permet en effet d'évaluer la concentration en gaz à effet de serre. Des hypothèses ont été formulées et plusieurs scénarios sont présentés dans l'étude afin de prendre en compte les différentes évolutions possibles du projet.

## 1.2. Étapes d'analyse de l'évaluation *ex-ante* de l'outil carbone

L'évaluation du bilan carbone des projets agricoles *ex-ante* se construit autour de trois étapes principales :

i) Récolte et organisation des données du projet :

- Occupation actuelle des terres et changements d'occupation prévus selon les scénarios "sans projet" et "avec projet", description des systèmes agricoles, type de production de bétail, intrants utilisés, et autres investissements liés au projet
- Pratiques agricoles en vigueur détaillées pour chaque sous-module (forêts, cultures annuelles, prairies, etc.)

ii) Estimation du bilan carbone du projet en utilisant EX-ACT

iii) Description des scénarios, analyse des résultats et analyse économique

## 1.3. L'outil EX-ACT

EX-ACT est un outil conjointement développé par trois divisions de la FAO : Division de l'appui à l'élaboration des politiques et programmes de développement [TCS], Division du centre d'investissement [TCI] et Division de l'économie du développement agricole [ESA]). Il produit des estimations *ex-ante* de l'impact des projets de développement agricole et forestier sur les émissions de GES (dioxyde de carbone, protoxyde d'azote et méthane) et la séquestration de carbone, indiquant leurs effets dans un bilan carbone.

L'outil EX-ACT compare deux scénarios: le premier représente le scénario de référence sans projet, et le second le scénario avec projet. Le résultat carbone final est la différence entre les deux scénarios. C'est un outil facile d'utilisation qui est généralement utilisé dans un contexte de formulation *ex-ante* des projets de développement agricole et forestier, ou même durant la phase de mise en place du projet comme le démontre l'étude du projet AD2M.

## 1.4. Contexte

**Information sur le pays.** Madagascar est une île située à l'est du Mozambique, dans l'Océan indien. Avec une surface totale de 587 041 km<sup>2</sup>, elle est divisée en 22 régions (faritra). La population, estimée en 2009, s'élevait à 20,7 millions d'habitants (CIA, 2010), dont 71% vivent en zone urbaine.

**Agriculture, riz et irrigation.** L'agriculture représente la base de l'économie domestique de Madagascar. Elle contribue à environ un tiers du PIB total et à 40% des exportations totales. Environ les trois quarts de la population dépendent de l'agriculture pour leur subsistance. Environ la moitié de Madagascar comprend des terres cultivables, mais seulement un peu plus de 5% sont utilisées pour la culture, avec une large partie de ces terres exploitées par irrigation (environ 40%). Le riz est la culture de base principale, représentant 70% de la production agricole totale et quelque 10 millions d'habitants du pays en sont tributaires pour leur alimentation et leurs revenus.

**Dégradation des terres, ressources naturelles et aménagement du territoire.** La dégradation des terres est l'un des problèmes les plus sérieux et les plus répandus dans le secteur agricole à Madagascar. Avec la stagnation des rendements dans les plaines irriguées et la croissance démographique, les agriculteurs ont étendu leurs activités sur les flancs des collines. L'occupation des terres en amont des bassins versants est souvent basée sur des pratiques extensives avec une gestion non durable, la plus importante étant le manque de contrôle de l'érosion et le manque de gestion de la fertilité des sols sur les parcelles agricoles, l'agriculture sur brûlis (tavy) et les feux fréquents des pâtures.

La dégradation des terres est aussi causée par la déforestation dans un but agricole, causant une augmentation des émissions de carbone, une perte de la biodiversité et le déclin des services environnementaux réguliers. Ces pratiques ne contribuent pas seulement à la dégradation et la faible productivité des plateaux, elles ont aussi un impact significatif sur l'agriculture de plaine. L'érosion des sols des plateaux et le ruissellement des eaux de surface causent également une sédimentation des infrastructures en aval, contribuant à la réduction des zones cultivées et irriguées, à des inondations locales des parcelles de riz durant la saison des pluies et à un manque d'eau durant la saison sèche.

### Contexte régional

Les zones du projet peuvent être séparées en deux catégories, les plaines où les sols sont de bonne qualité avec des ressources en eau importantes et les plateaux avec des collines dénudées très sensibles à l'érosion. La végétation naturelle est caractérisée par de vastes étendues de savane herbeuse et arborée sur les plateaux basaltiques (Menabe) et une forêt sèche sur le plateau calcaire gréseux (Melaky). Dans les vallons, des lambeaux de forêt galerie cohabitent avec les cultures.

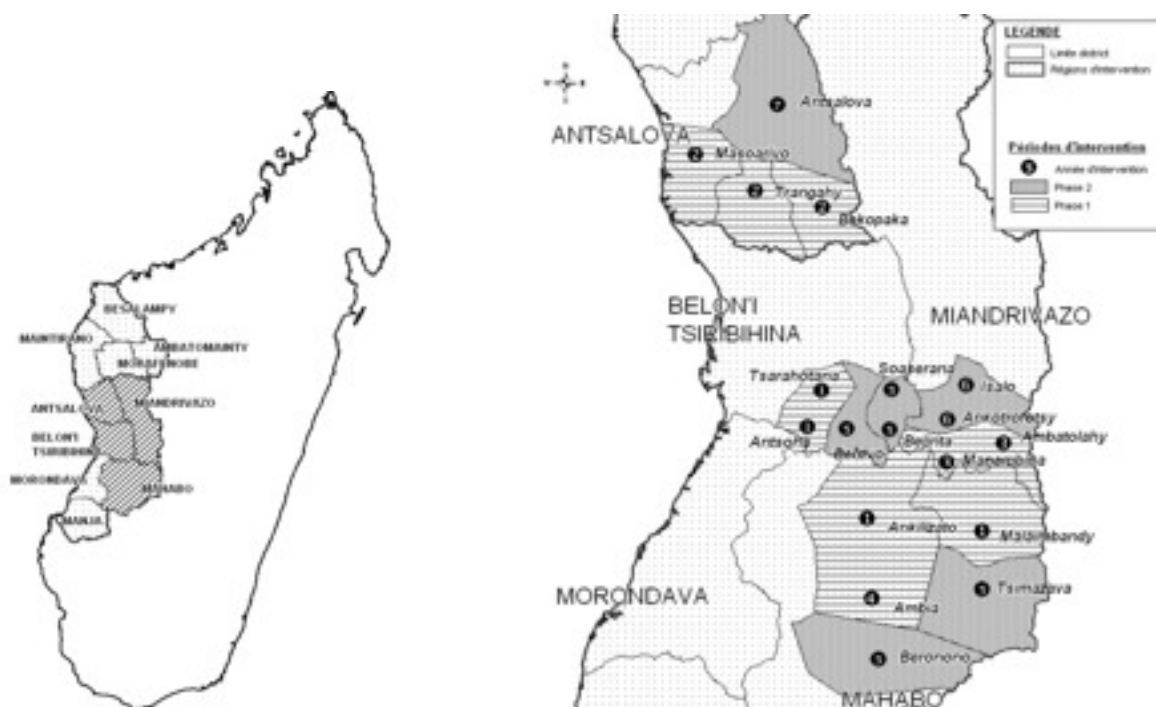
Les secteurs agricoles dominants sont l'élevage et les productions vivrières avec 33 000 ha de cultures vivrières (dont 25 000 ha de riz cultivés sur les deux saisons culturales). La superficie des exploitations oscille entre 0,5 et 2 ha, les rendements de la zone sont modestes

avec 1,5 à 2,5 t/ha pour le riz irrigué. Les pratiques de « tavy », défrichement, feux de brousse et exploitation forestière à outrance sont toujours pratiquées. Les groupes cibles du projet sont les suivants :

- les ménages sans terres agricoles
- les ménages agricoles disposant de parcelles sur tanety ou baiboaho pour des cultures pluviales ou de décrue
- les ménages agri-pastoraux ayant des parcelles irriguées (maximum 2 ha)
- les ménages pastoraux

La densité de la population dans la zone est très faible. Elle était en 2004 de 8,0 habitants au km<sup>2</sup> dans le Menabe et de 4,5 habitants au km<sup>2</sup>.

Le foncier a un impact important sur le développement agricole. Sans sécurisation foncière, l'exploitant ne réalise aucun investissement productif, car il n'est pas assuré de pouvoir cultiver les terres dans le futur. La sécurisation foncière doit permettre l'obtention d'un titre de propriété reconnu juridiquement aux agriculteurs afin de pouvoir exploiter les parcelles. Cette sécurisation permet sur le long terme un meilleur entretien du sol et des investissements dans des moyens de production, comme des matériels agricoles, par exemple, afin d'intensifier la production. La sécurisation foncière permet aussi indirectement de réduire la pression sur la forêt et les feux de brousse. (RPE AD2M, 2006)



**Figure 1 :** Carte du projet et des communes concernées

Le projet AD2M se situe dans les régions du Menabe et du Melaky à l'ouest de Madagascar. Les districts concernés par le projet sont ceux de Miandrivazo, Mahabo, Belo sur Tsiribihina dans le Menabe et d'Antsalova dans le Melaky.

## 2. Le projet et ses objectifs

L'objectif général du projet est d'améliorer l'accès des ruraux pauvres à la gestion des ressources en terre et en eau permettant ainsi la sécurisation des revenus des petits producteurs et l'amélioration durable de la base productive.

Ces objectifs se structurent à travers trois composantes que sont :

- Composante 1: Appui à la gouvernance locale et à la sécurisation foncière
- Composante 2: Appui à la mise en valeur durable de la base productive
- Composante 3: Gestion du Projet et suivi-évaluation

Concernant le bilan carbone nous nous intéresserons principalement aux deux premières composantes.

**La première composante** a plusieurs objectifs : le renforcement des capacités de la gouvernance locale par un meilleur accompagnement des communautés grâce à la création d'une Unité de gestion de projet (UGP) basée à Morondava, et de plusieurs organisations non-gouvernementales de terrain (ONG) directement implantées dans les communes, permettant l'appui, le suivi, l'animation la formation des communautés via des socio-organisateurs, des techniciens agricoles et des opérateurs techniciens spécialisés (OTS). Ce volet comprend aussi l'alphabétisation et le renforcement des organisations paysannes (OP). Un autre volet important de la première composante est l'appui à la sécurisation foncière et à l'accès au foncier des groupes vulnérables dans les communes d'intervention.

**La deuxième composante** vise l'appui à la mise en valeur de la base productive et va permettre un désenclavement des villages reculés par la création de pistes permettant ainsi de créer de meilleurs débouchés pour la production agricole. La restauration de plus de 5 000 ha de périmètres irrigués et la diffusion de nouvelles techniques agricoles va permettre une augmentation nette du rendement des rizières. Il est également prévu d'intensifier la production, notamment en permettant l'augmentation du cheptel bovin par une meilleure prophylaxie, des nouvelles variétés plus productives, un renouvellement des semences, des conseils agricoles et des nouvelles techniques agricoles (système rizicole intensif (SRI), meilleure gestion des résidus, sensibilisation contre les cultures sur brûlis, etc.).

Un autre aspect est le développement de l'agroforesterie avec la mise en place de pépinières pour fournir au villageois des arbres fruitiers et d'autres essences permettant d'améliorer leur qualité de vie, de fournir du bois d'œuvre et du fourrage pour le bétail.

L'analyse bilan carbone prend en compte les activités des composantes 1 et 2 qui peuvent avoir un impact significatif sur le bilan carbone du projet soit directement par des changements d'utilisation des terres et des pratiques agricoles, soit indirectement en promouvant des actions qui peuvent avoir un impact sur les émissions et le stockage de GES (utilisation d'intrant, prophylaxie animale, sensibilisation contre les feux de brousse, etc.).

Le tableau ci-dessous fournit l'occupation du sol dans la situation avec et sans projet. Il correspond aux données de base requises pour évaluer le bilan carbone du projet.

**Tableau 1 :** Aperçu de l'occupation des terres sur la zone avec et sans le projet

<b>Cultures annuelles pluviale - ha</b>	<b>Début</b>	<b>Sans projet</b>	<b>Avec projet</b>	<b>Techniques utilisées</b>
Système manioc inchangé	3 725	3 725	0	Traditionnelle
système manioc amélioré	0	0	3 725	Nouvelle variété plus productive
Système haricot maïs	1 001	1 001	0	Traditionnelle
Système haricot maïs amélioré	0	0	1 001	Variété plus productive, gestion des résidus
Arachide	451	451	0	Traditionnelle
Arachide améliorée	0	0	451	Variété plus productive
Lentille	169	169	0	Traditionnelle
Lentille améliorée	0	0	169	Variété plus productive, gestion des résidus
<b>Cultures pérennes – ha</b>	<b>Début</b>	<b>Sans projet</b>	<b>Avec projet</b>	
Arbres fruitiers	0	0	675	Plantation sur terres dégradées
<b>Riz – ha</b>	<b>Début</b>	<b>Sans projet</b>	<b>Avec projet</b>	
Riz irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau	10 400	10 400	3 975	2 cultures/an - inondé par intermittence
Riz irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau améliorée	0	0	3 975	Nouvelle variété plus adaptée - 2 cultures/an
Riz irrigué avec bonne maîtrise de l'eau	0	0	4159	SRI - 2 cultures/an
Riz irrigué avec bonne maîtrise de l'eau améliorée	0	0	1791	SRI – 2 cultures/an - compost
Riz irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau	4 015	4 015	0	1 culture /an
Riz irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau améliorée	0	0	515	1 culture/an et nouvelle variété
Total riz 1 culture/an	4 015	4 015	4 015	les nouvelles parcelles sont prise en compte
Total riz deux cultures/an	10 400	10 400	13 900	
<b>Prairie – ha</b>	<b>Début</b>	<b>Sans projet</b>	<b>Avec projet</b>	
Savane naturelle	1 133 000	1 022 533	1 044 173	Utilisation du feu 1/2 ans et 1/5 ans sans et avec projet
Savane dégradée par feux de brousse	0	110 467	88 827	Utilisation du feu 1/2 ans et 1/5 ans sans et avec projet
Total	1 133 000	1 133 000	1 133 000	
<b>forêt</b>	<b>Début</b>	<b>Sans projet</b>	<b>Avec projet</b>	
Forêt dense sèche et forêt ripicole	171 000	154 328	157 594	Forêt 3
Forêt sèche dégradée	17 000	15 343	15 667	Forêt 4
Savane arborée	514 000	463 885	473 702	Plantation 4
<b>Changement d'utilisation des terres- ha</b>	<b>Début</b>	<b>Sans projet</b>	<b>Avec projet</b>	
De prairie à culture annuelle	0	0	990	Augmentation des surfaces cultivées
De terres dégradées à rizière	0	0	2 367	Remise en état de rizières et riz de décrue
De prairie à rizière	0	0	1 167	Augmentation de la surface cultivée
<b>Bétail – nombre de têtes</b>	<b>Début</b>	<b>Sans projet</b>	<b>Avec projet</b>	
Bovidés	171 724	171 724	188 896	Amélioration prophylaxie



### **3. Potentiel de mitigation du projet d'après l'outil EX-ACT**

Les activités supposées avoir un impact sur le bilan carbone du projet sont les suivantes :

- Réduire la déforestation
- Développer l'agroforesterie
- Étendre et améliorer les cultures annuelles
- Étendre et améliorer les cultures de riz
- Réduire les feux de brousse
- Améliorer la production grâce aux intrants
- Augmentation de l'élevage

#### **Description de la zone d'étude**

##### *Le climat*

La côte ouest possède un climat particulier très différent de la zone est et centrale de Madagascar. Le climat de type tropical sec est caractérisé par deux saisons contrastées : la saison sèche de mai à octobre et la saison chaude et pluvieuse de novembre à avril. La saison pluvieuse est aléatoire (précipitations de 600 à 1 200 mm) et mal répartie durant l'année (de novembre à avril) pouvant causer des sécheresses certaines années.

Pour l'outil EX-ACT, le climat de la zone est de type tropical sec avec des températures annuelles autour de 25C° et des précipitations allant de 800 (Morondava) jusqu'à 1 300 mm dans la région de Miandrivazo.

##### *Les sols*

Le type de sol dominant dans la région est caractérisé par des sols ferrugineux tropicaux (ORSTOM) et les sols rocheux sur les plateaux, cependant on peut trouver d'autres types de sols plus minoritaires tels que les sols calcaires de type vertisols sur le plateau du Bemahara où l'on peut également observer le paysage des tsingy. Les zones de culture sont majoritairement situés dans les baibohos (terres inondables) avec des sols majoritairement alluvionnaires limono-argileux. Selon la classification simplifiée du GIEC, les sols majoritaires sont donc des sol à argile, ou sols LAC (Low Activity Clay 1/1).

##### *Durée et périmètre du projet*

Le projet a une durée totale de huit ans, de 2006 à 2012, et une phase de capitalisation de 12 ans sera considérée.

Le périmètre de l'étude comprend 19 communes dans quatre districts (Antsalova, Miandrivazo, Belo sur Tsiribihina et Mahabo) (Cf. figure 1).

### *Origine des données*

Pour l'étude, toutes les dynamiques sont établies par défaut en linéaire<sup>1</sup>. Les chiffres du présent rapport sont issus de la revue intermédiaire, des documents de travail du projet 2009 et des cartes IEFN<sup>2</sup>2004 fournies par la Direction régionale de l'environnement et des forêts (DREF) du Menabe. La plupart des coefficients par défaut des émissions de GES et de séquestration de carbone utilisés dans EX-ACT sont issus du volume 4 des lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effets de serre destiné à l'agriculture, la foresterie et les autres affectations des terres. Les différentes pratiques agricoles sont issues d'observations sur le terrain et de discussions avec les agronomes du projet.

### **3.1. Agir sur la déforestation**

La déforestation est un problème majeur dans la région du Menabe et du Melaky : en dix ans, de 1990 à 2000, la forêt a régressé de 6% dans la zone du Menabe (source : Plan régional de développement du Menabe). Cette régression est surtout due à l'exploitation forestière, mais également à l'agriculture sur brûlis. Ce type d'agriculture consiste à défricher une parcelle forestière et à la brûler pour pouvoir bénéficier pendant quelques années de la fertilité du sol. Une fois épuisées, les parcelles sont laissées à l'abandon. Ces brûlis provoquent une forte érosion des sols, accentuée par les fortes pluies et les fortes pentes des bassins versants. L'érosion entraîne aussi des conséquences indirectes tel l'ensablement des rizières.

Sans aucun projet mis en place, l'hypothèse émise est que la déforestation diminuera légèrement du fait de la prévention réalisée en dehors du projet, à un rythme de 5% de régression tous les dix ans.<sup>3</sup>

Le projet n'a pas d'objectif clair en termes de déforestation, cependant, le projet influera indirectement sur la déforestation à long terme, en considérant qu'il y aura un meilleur niveau de vie de la population, un meilleur accès au foncier, une sensibilisation de la population aux feux de brousse, etc. On suppose une baisse du rythme de déforestation à 4% de régression tous les dix ans.<sup>3</sup>

Les surfaces des forêts ont été obtenues à partir des données de la DREF. Les données datent de 2004.

Pour le district d'Antsalova dans le Melaky, les données du Plan régional de développement du Melaky) sont incohérentes, voire fantaisistes, ainsi la superficie forestière est obtenue provisoirement à partir du pourcentage de forêt de la région du Menabe.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Indique un taux d'adoption progressif d'une pratique par les agriculteurs. La dynamique linéaire représente 50% d'adoption pour la phase d'implémentation du projet.

<sup>2</sup> Inventaire Ecologique Forestier National

<sup>3</sup> Hypothèse personnelle

<sup>4</sup> Cette superficie ne reflète pas la réalité et doit donc être modifiée une fois les nouvelles données obtenues

Plusieurs types de forêt sont répertoriés dans l'IEFN, la forêt dense sèche<sup>5</sup>, la forêt dense sèche dégradée<sup>6</sup> et la forêt ripicole. La savane arborée (considérée comme plantation 4 dans l'outil EX-ACT<sup>7</sup>) est également prise en compte dans l'onglet forêt.

La baisse de la déforestation permettra un gain de carbone d'environ **2 670 000 t** équivalent CO<sub>2</sub> sur 20 ans par rapport à la situation sans projet.

**Tableau 2** : le module déforestation d'EX-ACT<sup>8</sup>

Name	Vegetation Type	HWP before		Fire use		Final Use after deforestation
		tonne	t C exported	yes/no	% released	
Defor.1	Plantation4	0	0	YES	0.72	Paddy Rice
Defor.2	Plantation4	0	0	YES	0.72	Annual Crop
Defor.3	Plantation4	0	0	NO	0	Annual Crop
Defor.4	Plantation4	0	0	YES	0.72	Degraded
Defor.5	Forest3	0	0	YES	0.36	Degraded
Defor.6	Forest4	0	0	YES	0.72	Degraded

Vegetation Type	Forested Area (ha)				
	Start t0	Without Project		With Project	
		End	Rate	End	Rate
Defor.1	1167	1167	Linear	0	Linear
Defor.2	316.5	316.5	Linear	0	Linear
Defor.3	316.5	316.5	Linear	0	Linear
Defor.4	512200	462085	Linear	471902	Linear
Defor.5	171000	154328	Linear	157594	Linear
Defor.6	17000	15343	Linear	15667	Linear
<b>total</b>	<b>702 000</b>	<b>633 556</b>		<b>645 163</b>	

### 3.2 De nouveaux périmètres irrigués rizicoles

#### Augmentation des surfaces cultivées

Pour le riz, 7 000 ha de nouvelles plantations sont prévus grâce au projet. Ce chiffre comprend le riz de première et de deuxième culture (2 cultures dans l'année). Ainsi, la surface réelle concernée par le changement d'utilisation des terres en rizières est grossièrement de 3 500 ha (7 000 / 2 cultures dans l'année, Cf. tableau 6). Ces surfaces de rizières sont principalement plantées sur les baibohos. Ces sols, situés dans les plaines à proximité des cours d'eau, présentent un fort potentiel agricole. L'inondation annuelle pendant la saison des

<sup>5</sup> Considérée comme forêt 3 (forêt sèche tropicale)

<sup>6</sup> Considérée comme forêt 4 soit fourrés.

<sup>7</sup> La savane arborée de la zone du Menabe après observation correspond globalement à une biomasse aérienne à l'ha de 30 t de MS, correspondant à la catégorie « plantation 4 » de l'outil EX-ACT

<sup>8</sup> Les 1 167 ha correspondent à la savane arborée convertie en rizière (voir plus loin partie consacrée à la riziculture). Les surfaces de Defor. 4 à Defor. 6 proviennent des surfaces de la zone du projet tirés de l'IEFN (Inventaire écologique forestier national). Les 633 ha (316,5 x 2) correspondent à la savane arborée convertie en culture annuelle (voir plus loin dans la partie destinée aux cultures annuelles) par le feu et en absence de feu.

pluies permet un apport de limons provenant des tanety qui rend ces terres très fertiles. Elles sont cultivées ensuite pendant la saison sèche. En termes de stockage de carbone, on considère les baibohos comme des terres dégradées car ce sont des sols très jeunes<sup>9</sup>. Cependant, il peut y avoir de la végétation sur ces terres, c'est pourquoi dans l'outil EX-ACT ces surfaces seront distribuées soit sur des terres dégradées, soit sur des pâtures ou soit des savanes arborées, ou forêts ripicoles (catégories concernées dans l'outil EX-ACT).

Du fait qu'il n'y a pas d'information précise sur quelles surfaces sont implantées les nouvelles surfaces rizicoles et compte tenu de la diversité des paysages et des couvertures du sol sur toute la surface du projet, on attribue à chaque usage du sol la même part. Ainsi disparaissent 1 167 ha de terres dégradées, 1 167 ha de pâtures et 1 167 ha de savane arborée. Notons que la perte des 1 167 ha de savane arborée est placée dans l'onglet déforestation dans la catégorie « tropical shrublands plantation » (les coefficients correspondent mieux à la végétation présente d'après des observations de terrains).

### Les différents systèmes rizicoles

Les différents systèmes rizicoles sont résumés dans le tableau 4 ci dessous.

**Tableau 3 :** Les différents systèmes rizicoles

Systèmes rizicoles	Période de culture	Pendant la période de culture	Avant la période de culture	Type Amendement
Irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau (système traditionnel)	150	Inondé de manière intermittente	Non inondé pré saison (<180 jours)	Paille exportée
Irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau et nouvelle technique	90	Inondé de manière intermittente	Non inondé pré saison (<180 jours)	Paille exportée
Riz irrigué avec aménagement périmètre	105	Inondé de manière intermittente	Non inondé pré saison (<180 jours)	Paille exportée Compost
Riz de décrue « toko toko »	90	Inondé en permanence	Non inondé pré-saison (>180 jours)	Paille exportée

#### *Système traditionnel*

Le système de riz le plus courant avant le projet est le **riz irrigué avec une mauvaise gestion de l'eau**. La variété actuellement employée et la plus couramment utilisée possède un cycle long qui nécessite une période de culture d'environ 150 jours. Du fait de problèmes d'irrigation, la rizière n'est pas continuellement inondée, mais l'est de manière intermittente durant la période de culture. La pré-saison non inondée est généralement inférieure à 180 jours pour les parcelles pratiquant deux cultures de riz par an et supérieure à 180 jours pour les parcelles ne pratiquant qu'une seule culture. La possibilité de pouvoir réaliser deux cultures par an dépend de la situation de la parcelle, si celle-ci peut être irriguée à la fois

<sup>9</sup> Hypothèses personnelles d'après une communication avec Alain Albrecht, spécialiste du carbone du sol, IRD.

pendant la saison des pluies et la saison sèche alors deux cultures sont possibles, sinon la parcelle est seulement cultivée durant la saison des pluies et laissée en jachère pendant la saison sèche.

Pour les surfaces où deux récoltes sont possibles par an, la technique dans l'outil EX-ACT consiste à doubler la période de culture afin de prendre en compte la deuxième culture de riz.

Avant le projet, 10 400 ha sont concernés par deux cultures de riz et 4 015 ha par une seule culture par an<sup>10</sup> (Cf. tableau 6). Le projet vise une augmentation des surfaces, avec un objectif de 13 900 ha de riz avec deux cultures et de 4 015 ha<sup>11</sup> de riz avec une culture dans l'année (Cf. tableau 6).

On émet l'hypothèse haute que tous les systèmes d'irrigation avant le projet sont dégradés et ont une mauvaise gestion de l'eau. Ainsi, avant projet, 14 415 ha de rizières fonctionnent avec une mauvaise gestion de l'eau (dont 4 015 avec une seule culture).

#### *Système amélioré avec bonne gestion de l'eau*

La réhabilitation et l'aménagement des périmètres irrigués vont permettre l'amélioration de **5 950 ha** de rizières. Pour les **parcelles bien aménagées avec une bonne gestion de l'eau**, le projet préconise une variété à cycle court de 100 à 110 jours en relation avec la méthode de culture SRI. On supposera que le cycle est de 105 jours dans l'outil EX-ACT.

Le projet a également pour but de favoriser l'utilisation de compost comme engrais organique. On émet l'hypothèse qu'à terme, 10% des surfaces cultivées totales utiliseront du compost. L'utilisation de compost concerne uniquement les systèmes avec déjà une bonne gestion de l'eau. Cela donne 1 791 ha<sup>12</sup> de rizières avec utilisation de compost et 4 159 ha<sup>13</sup> sans compost mais avec une bonne gestion de l'eau.

#### *Système amélioré avec mauvaise gestion de l'eau*

Le projet préconise l'emploi d'une **nouvelle variété** recommandée par le Groupement de semis direct à Madagascar (GSDM) pour **les systèmes d'irrigation avec une mauvaise maîtrise de l'eau**. Cette variété, d'une période de culture beaucoup plus courte, est mieux adaptée à la saison des pluies de la région et convient donc mieux aux systèmes d'irrigation moins performants. On émet l'hypothèse que la variété sera utilisée sur la moitié des surfaces avec une mauvaise gestion de l'eau où deux cultures sont possibles, soit 3 975 ha<sup>14</sup>.

---

<sup>10</sup> Pour obtenir les 4 015 ha il suffit de soustraire la surface où a lieu la première culture de riz (14 415 ha) à la surface où ont lieu deux cultures de riz (10 400 ha)

<sup>11</sup>  $17\,915 - 13\,900 = 4\,015$  ha avec une seule culture par an

<sup>12</sup>  $10\% \times 17\,915$  ha . (Cf. tableau 5)

<sup>13</sup>  $5\,950 - 1\,791 = 4\,159$  ha

<sup>14</sup>  $13\,900 - 5\,950 = 7\,950$  ha de périmètre avec une mauvaise gestion de l'eau et deux cultures par an.  $7\,950/2 = 3\,975$  ha de rizières avec la variété et les techniques du GSDM.

**Le riz « Toko Toko »**, ou riz de décrue, se concentre principalement autour des lacs. Le projet prévoit la mise en place de 1 200 ha de riz de décrue. On considère que ce riz sera mis en place sur des terres dégradées. La variété utilisée possède une période de culture de 90 jours correspondant à la période de pluie. Le système sera continuellement inondé et la période non inondée avant la culture sera supérieure à 180 jours.<sup>15</sup>

Pour tous les systèmes de riziculture, la paille est exportée, le projet n'ayant pas émis de préconisation particulière concernant cette pratique.

Les surfaces de rizière où une seule culture par an est possible sont reportées (dans l'outil EX-ACT, pour plus de facilité) dans les nouvelles surfaces gagnées sur la savane, les terres dégradées et les pâtures, soit 3 500 ha. On considère ces parcelles comme étant gérées de manière traditionnelle.

Pour conclure sur le module riz, l'amélioration de l'activité riz de la région grâce au projet a permis un meilleur potentiel de mitigation. Ce potentiel se traduit principalement par l'aménagement et le réaménagement des périmètres irrigués qui va permettre l'utilisation de nouvelles variétés à cycle plus court, donc une période inondée moins longue conduisant à moins d'émissions de méthane.

Malgré l'amélioration des systèmes, le riz émet plus de GES par rapport à la situation sans projet, soit **48 000 t** équivalent CO<sub>2</sub>. Ces émissions correspondent à l'augmentation des superficies rizicoles inondées dans lesquelles se produisent des fermentations anaérobies qui serait inexistantes sans projet.

---

<sup>15</sup> Dû à une limite provisoire de l'outil, ce riz apparaît dans la rubrique « from deforestation ». En effet, il ne peut pas être pris en compte dans « from OLUC » car il y a dans cette catégorie deux types de culture de riz totalement différentes (et la deuxième a une surface plus importante): le riz toko toko et le riz implanté sur de nouvelle surface terres dégradés et savane. Cela représente 1 200 ha pour le riz toko toko, 1 167 ha pour le riz implanté sur des terres dégradées et 1 167 ha pour le riz implanté sur la savane.

**Tableau 4 : le module riz d'EX-ACT**

	Your description	Cultivation Water Regime		Organic Amendment type (Straw or other)	
		period (Days)	During the cultivation Period		Before the cultivation period
<b>Reserved system R1</b>	from Deforestation	90	Irrigated - Continuously flooded	Non flooded preseason >180 days	Straw exported
<b>Reserved system R3</b>	from OLUK	150	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw exported
Rice5	2 culture/an (riz irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau)	300	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw exported
Rice6	1 culture/an (riz irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau)	150	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw exported
Rice7	riz mauvaise maîtrise eau, nvlle variété 2 cult	180	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw exported
Rice8	riz mauvaise maîtrise eau, nvlle variété 1 cult	90	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw exported
Rice9	riz irrigué bon aménagement t 2 cult	210	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw exported
Rice10	riz irrigué bon aménagement t 2 cult compost	210	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Compost

Areas (ha) of the different options					
Type	Start t0	Without Project		With Project	
		End	Rate	End	Rate
System R1	0	0	Linear	1167	Linear
System R3	0	0	Linear	3534	Linear
Rice 5	10400	10400	Linear	3975	Linear
Rice 6	4015	4015	Linear	0	Linear
Rice 7	0	0	Linear	3975	Linear
Rice 8	0	0	Linear	515	Linear
Rice 9	0	0	Linear	4159	Linear
Rice 10	0	0	Linear	1791	Linear
<b>Total Système riz 5 à 10</b>	<b>14415</b>	<b>14415</b>		<b>14415</b>	

### 3.3. De nouvelles variétés et des pratiques améliorées pour les cultures annuelles

#### *Changement d'utilisation des terres*

Concernant le changement d'utilisation des terres tout d'abord, 1 900 ha de nouvelles superficies vont être mis en valeur. Comme pour le riz, ces nouvelles superficies concernent principalement les zones de baibohos. On prendra pour l'outil EX-ACT la même hypothèse que pour le riz c'est-à-dire que pour chaque usage du sol la même part de savane, de savane arborée et de terres dégradées disparaît. Cela représente 633 ha de prairies, 633 ha de forêts et 633 ha de terres dégradées passant à des cultures annuelles.

A l'origine, le projet visait la mise en valeur des « tanety » mais cet objectif a été en partie abandonné à cause de la pauvreté de ces sols et le projet s'est donc recentré sur les zones de baibohos.

Pour le passage de savane arborée à culture annuelle, malgré la prévention, on émet l'hypothèse que 50% des parcelles sont brûlées avant la culture. On considère ainsi deux fois 316,5 ha dans le module déforestation.

Enfin, on considère qu'il n'y a pas d'utilisation du feu pour la conversion des terres de pâtures en cultures annuelles, grâce à la prévention et la formation des agriculteurs par le projet.

#### *De nouvelles pratiques agricoles*

Le projet appuiera la promotion d'un programme de multiplication locale de semences de riz, de manioc, de haricot, et de lentilles, pour une meilleure production de semences et de plants améliorés afin d'augmenter la productivité. À terme, toutes les surfaces auront augmenté leur productivité grâce à ces semences. Dans l'outil EX-ACT, « yes » dans la colonne « improved agronomic practices » est donc coché pour les cultures avec le projet. Concernant l'utilisation du feu, on considère que le projet va permettre l'arrêt des cultures sur brulis sur tanety, notamment pour le manioc et les arachides. Avec l'aide du GSDM, des techniques d'agriculture de conservation telles le SCV (semis sous couvert végétal) sont testées sur le projet. On considère que les cultures sur baiboho de haricot et de lentilles utilisent cette technique.

La mise en place de nouvelles pratiques agricoles permettra le stockage d'environ **34 000 t équivalent CO<sub>2</sub>** dans la zone du projet.

**Tableau 5 :** Superficies actuelles et prévues avec le Projet (ha) (*source : RMP AD2M, 2009*)

Culture	Situation actuelle	Avec Projet	Augmentation	%
Riz 1° culture	14 415	17 915	3 500	24%
Riz 2° culture	10 400	13 900	3 500	34%
<b>Riz irrigué</b>	<b>24 815</b>	<b>31 815</b>	<b>7 000</b>	<b>28%</b>
Riz de décrue		1 200	1 200	
<b>Total riz</b>	<b>24 815</b>	<b>33 015</b>	<b>8 200</b>	
Manioc	3 725	4 825	1 100	30%
Haricot	1 001	1 501	500	50%
Arachide	451	651	200	44%
Lentille	169	239	70	41%
Maraîchage (oignon)	0	30	30	
<b>Total (ha)</b>	<b>30 161</b>	<b>40 261</b>	<b>10 100</b>	<b>33%</b>



**Tableau 6 :** Le module « autres changements d’usages des terres » d’EX-ACT

Your Name	Initial Land Use	Final Land Use
remise en état de rizière	Degraded Land	Paddy Rice
rizière sur pâture	Grassland	Paddy Rice
riz de décrue	Degraded Land	Paddy Rice
culture annuelle sur terres dégradées	Degraded Land	Annual Crop
culture annuelle sur savane	Grassland	Annual Crop
arbres fruitiers	Degraded Land	Perennial/Tree Crop

	Without Project		With Project	
	Area	Rate	Area	Rate
remise en état de rizière	0	Linear	1167	Linear
rizière sur pâture	0	Linear	1167	Linear
riz de décrue	0	Linear	1200	Linear
culture annuelle sur terres dégradées	0	Linear	633	Linear
culture annuelle sur savane	0	Linear	633	Linear
arbres fruitiers	0	Linear	675	Linear

### 3.4. Mise en place de cultures fruitières

Le projet envisage de mettre en place des sites de démonstration de cultures agroécologiques. Il finance également la mise en place de pépinières qui vont permettre le développement de nombreuses plantations sur la zone du projet. Un total de 270 000 arbres fruitiers est projeté pour les pépinières (le projet comptabilise les arbres vendus et non la surface plantée). Ces arbres sont ensuite achetés par les bénéficiaires avec l’aide du projet pour les planter autour des villages. L’outil EX-ACT exige des surfaces et non des nombres d’arbres, l’hypothèse est émise d’une densité de 400 arbres /ha<sup>16</sup>, correspondant à environ 675 ha d’arbres fruitiers. Ces arbres ne seront pas plantés sur des grandes surfaces, ils sont plutôt destinés aux abords des maisons (sur des terres dégradées) pour fournir un supplément alimentaire et de revenu aux bénéficiaires.

Comme c’est une nouvelle culture, on l’inclut dans la catégorie « autres changements d’utilisation des terres ». Ces arbres vont permettre un stockage de carbone d’environ **123 000 t équivalent CO<sub>2</sub>**.

### 3.5. Reboisement de protection

Le projet a pour but d’effectuer un reboisement de protection pour éviter l’érosion, avec 60 000 arbres. Les espèces plantées sont des essences à croissance rapide et à usage multiple (bois d’œuvre, fourrage...) comme *Eucalyptus camaldulensis*, *Jatropha*, *Acacia mangium*, *Arofy* et *Moringa oleifera*. Ces espèces ne sont pas plantées sur des parcelles, mais sur les bords de champs, autour des rizières et sur les talus. Les plants sont également fournis par les pépinières financées par le projet, tout comme les arbres fruitiers. C’est une des raisons pour

<sup>16</sup> Après discussion avec les agronomes du projet

lesquelles le projet réfléchit en termes de nombre d'arbres plantés et non en termes de superficie.

Ces espèces sont indiquées dans la classe plantation 3 « tropical dry forest » de l'onglet reboisement de l'outil EX-ACT. D'après les agronomes, la densité de plantation est de 2 000 arbres/ha<sup>1</sup>. On a donc un reboisement d'environ 30 ha grâce au projet. Le reboisement de protection permettra un stockage de carbone d'environ **13 000 t équivalent CO<sub>2</sub>**.

**Tableau 7 :** le module Boisement/Reboisement d'EX-ACT.

Conversion details (Previous land use, use of fire before afforestation/reforestation,...)			
Name	Vegetation Type	Previous use before	Burnt before
		afforestation/reforestation	conversion
A/R1	Plantation3	Degraded Land	NO

Vegetation Type	Afforested or reforested Area (ha)				
	Start t0	Without Project		With Project	
		End	Rate	End	Rate
A/R1	0	0	Linear	30	Linear

Default	Your name	Initial state	Succession type	Fire used to manage			
			Final (with or without project) State of the Grassland	Without project Fire*	Frequency	With project Fire	Frequency
<b>Reserved system G4</b>	<b>Grassland to OLUC</b>	Moderately Degraded	Moderately Degraded	YES	1	NO	5
Grass-1	Savane Savane dégradée par feux de brousse	Moderately Degraded	Moderately Degraded	YES	2	YES	5
Grass-2		Moderately Degraded	Severely Degraded	YES	2	YES	5

### 3.6. Les pâtures, un potentiel important pour le stockage du carbone

Concernant les prairies, le projet n'a pas d'objectif particulier, mais il recommande et appuie les ONG de terrain et les associations pour éviter l'utilisation du feu sur les pâtures. Le pâturage étant totalement libre, les pâtures ne sont pas améliorées. Les animaux divaguent librement dans la savane. D'après les agronomes de terrain, la surface pâturée est brûlée tous les ans à tous les deux ans. On émet l'hypothèse que grâce au projet, les feux de brousse seront réduits et passeront à une fréquence d'un feu tous les cinq ans. On considère le système comme «moderately degraded» c'est-à-dire que les prairies sont principalement des prairies naturelles sans aucune gestion.

Le rapport de pré-évaluation de 2006 préconisait d'améliorer l'alimentation animale en pratiquant des cultures de fourrages. Cependant, le projet de culture fourragère n'a pas abouti, en raison de la réticence des éleveurs et il n'est pas pris en compte dans les calculs.

Après une analyse SIG<sup>17</sup>, il ressort que la surface de pâture totale sur les zones du projet est de 1 133 000 ha. Supposons que sans le projet 5% des surfaces passent de « moyennement dégradées » à « sévèrement dégradées » à cause des feux de brousse trop fréquents<sup>18</sup>. Une hypothèse de réduction du taux de dégradation de la savane à 4% est émise pour le scénario avec projet.<sup>19</sup>

Cette hypothèse et la réduction des feux de brousse permettraient d'éviter l'émission de **1 950 000 t d'équivalent CO<sub>2</sub>**.

**Tableau 8 :** Le module prairie de l'outil EX-ACT

	Without project		With Project	
	End	Rate	End	Rate
Grassland to OLUC	1800	Linear	0	Linear
Savane	1022533	Linear	1044173	Linear
Savane dégradée par feux de brousse	110467	Linear	88827	Linear

### 3.7. L'élevage, une source importante de gaz à effet de serre

Concernant l'élevage, le projet cherche à atténuer l'effet de certaines contraintes telles que les

Choose Livestock:	IPCC factor	Specific factor	Default Factor	Start t0	Without Project		With Project	
					End	Rate	End	Rate
Other cattle	31		YES	171724	171724	Linear	188896.4	Linear

maladies des bovins et des animaux de basse-cour. A terme le projet vise une augmentation du cheptel bovin via une meilleure prophylaxie. Après discussion avec les agronomes, l'hypothèse d'une augmentation de 10%<sup>20</sup> du cheptel bovin grâce à la prophylaxie est validée. Il n'y a pas de préconisation particulière concernant l'utilisation d'aliments concentrés, ni de techniques de sélection pour améliorer les races, ni d'utilisation de produits permettant de diminuer les émissions de méthane.

D'après les documents fournis par le responsable élevage du projet, le cheptel bovin en 2008 dans la région d'Antsalova (district concerné par le projet AD2M) s'élevait à environ 101 359 têtes. Dans le Menabe, ce cheptel s'élevait à 70 390 têtes. Ces chiffres ne sont que des estimations basées sur des questionnaires auprès des éleveurs. En effet ce chiffre pourrait être beaucoup plus élevé, de 30 à 40%. Les éleveurs, par crainte des voleurs de bétail, ne déclarent jamais tout leur troupeau.

Sans projet, le cheptel resterait à une taille identique à la taille actuelle. Il n'y a pas de préconisation concernant les autres catégories d'élevage mis à part l'élevage aviaire en termes

<sup>17</sup> Carte IEFN 2004, Inventaire Ecologique Forestier National

<sup>18</sup> Hypothèse personnelle

<sup>20</sup> Hypothèse agronome du projet

de prophylaxie. Mais étant donné le manque de coefficients et les émissions négligeables de ce type d'élevage à Madagascar, il n'est pas pris en compte.

La mise en place de ces objectifs de prophylaxie pourrait émettre jusqu'à **235 000 t équivalent CO<sub>2</sub>** mais permettrait aussi une augmentation du niveau de vie des habitants via l'augmentation de leur source de revenu.

**Tableau 9** : le module élevage de l'outil EX-ACT

### 3.8. Les intrants, des émissions négligeables

Les prévisions par an concernant la quantité d'intrants utilisés sont les suivantes :

**Tableau 10** : Liste des intrants utilisés par le projet<sup>21</sup>

Intrants utilisés par an	Début	Sans projet	Avec projet
Urée (T)	0	0	20
NPK(11-22-16) (T)	0	0	10
Guanomad (T)	0	0	20
Fongicide (T)	0	0	0,001
Herbicide(T)	0	0	0,325
Insecticide(T)	0	0	0,150

Le Guanomad est un engrais organique issu des fientes de chauves souris. Il n'y a pas de catégorie dans EX-ACT pour les engrais biologiques car il n'existe pas de facteur d'émission pour les engrais renouvelable. Cependant, étant donné que cet engrais est biologique est produit exclusivement à Madagascar, il est censé avoir un impact plus faible lors de son extraction et de son transport. Au vue de la très faible quantité d'intrant utilisée par le projet, le module aura un impact insignifiant sur le résultat final, avec **470 t équivalent CO<sub>2</sub>** émises.

### 3.9. Autres investissements

Le projet a pour objectif la construction de 71 km de pistes rurales. Les pistes rurales seront sélectionnées en fonction de leur impact sur le désenclavement des bassins de production et viseront l'amélioration de l'acheminement des intrants et de la production. Ce seront des pistes en terre, donc avec une faible émission de carbone et elles ne sont pas prises en compte dans le bilan des GES.

Le projet vise également la construction de nombreux bâtiments, destinés à de nombreux usages. Les bâtiments concernés sont les suivants: 13 guichets fonciers, 3 CRIF, 5 guichets de commercialisation de produits agricoles, 6 ateliers de fabrication de matériels, 4 magasins semi-grossistes, 19 points de vente et 25 magasins de groupage. Les bâtiments, généralement

<sup>21</sup> Information fournie par le Responsable suivi-évaluation du projet

en béton, sont classés dans la catégorie « bâtiment agricoles » en ciment. On suppose une surface générale de 50 m<sup>2</sup> par bâtiment pour 75 bâtiments construits.

Concernant la quantité de gazole utilisé par le projet, une hypothèse est posée d'une utilisation de 20 000 l de gazole par an.

L'impact de l'onglet « autres investissements » est négligeable par rapport aux autres activités mais représente tout de même **3 303 t équivalent CO<sub>2</sub>** pendant toute la durée du projet.

### 3.10. Changement d'utilisation des terres

Cette section fournit une vue d'ensemble de l'usage des terres pour toute la surface du projet et des changements d'usages prévus par le projet.

La surface totale du projet couvre 1 860 266 ha.

**Tableau 11 :** capture d'écran de la matrice de changement d'usage des terres d'EX-ACT (scénario « normal ») dans le futur avec projet et sans projet.

Without Project			FINAL							Total Initial
			Forest/ Plantation	Cropland			Grassland	Other Land		
				Annual	Perennial	Rice		Degraded	Other	
INITIAL	Forest/ Plantation	633556	0	0	0	0	68444	0	702000	
	Annual	0	5346	0	0	0	0	0	5346	
	Cropland	Perennial	0	0	0	0	0	0	0	
		Rice	0	0	14415	0	0	0	14415	
	Grassland	0	0	0	1134800	0	0	1134800		
	Other Land	Degraded	0	0	0	0	3705	0	3705	
		Other	0	0	0	0	0	0	0	
Total Final		633556	5346	0	14415	1134800	72149	0	1860266	

With Project			FINAL							Total Initial
			Forest/ Plantation	Cropland			Grassland	Other Land		
				Annual	Perennial	Rice		Degraded	Other	
INITIAL	Forest/ Plantation	645163	633	0	1167	0	55037	0	702000	
	Annual	0	5346	0	0	0	0	0	5346	
	Cropland	Perennial	0	0	0	0	0	0	0	
		Rice	0	0	14415	0	0	0	14415	
	Grassland	0	633	0	1167	1133000	0	0	1134800	
	Other Land	Degraded	30	633	675	2367	0	0	3705	
		Other	0	0	0	0	0	0	0	
Total Final		645193	7245	675	19116	1133000	55037	0	1860266	

## 4. Analyse des résultats des différents scénarios

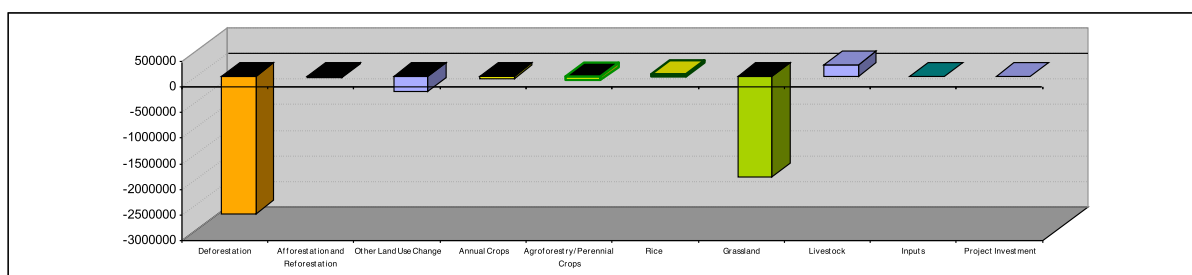
### 4.1. Scénario « normal » du projet (1)

Dans ce scénario, le projet permet de séquestrer 4,7 millions de tonnes de carbone. Les composantes qui contribuent le plus à ce résultat sont la baisse de la déforestation par rapport au scénario « BAU » (Business as usual) et la baisse des feux de brousse qui n'entraîneraient plus la dégradation de la savane. Ces deux chiffres représentent des effets indirects du projet et sont basés sur des hypothèses. Des scénarios, pessimiste et optimiste, formulés par la suite, exploreront d'autres hypothèses.

Les puits de carbone très élevés pour le module déforestation et prairie, sont liés aux importantes surfaces utilisées pour l'analyse. Il semble difficilement envisageable que le projet atteigne ce résultat compte tenu des objectifs différents du projet (peu d'activités directement liés à la baisse de la déforestation ou à la lutte contre les feux de brousse). Cependant, en revoyant les objectifs initiaux du projet (plus de sensibilisation à l'environnement, au rôle de la forêt, une surveillance accrue des forêts de la zone...) et avec une forte volonté de tous les acteurs (politiques, associations et agriculteurs), le chiffre de 4,7 millions de t équivalent CO<sub>2</sub> évité dans l'atmosphère peut être facilement atteint.

**Tableau 12:** Résultats d'EX-ACT scénario 1

Components of the Project	Balance (Project - Baseline) All GHG in tCO <sub>2</sub> e <sub>q</sub>	CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
		Biomass	Soil		
Deforestation	-2669766 this is a sink	-1638694	-961967	-20920	-48184
Afforestation and Reforestation	-12679 this is a sink	-10615	-2064	0	0
Other Land Use Change	-290495 this is a sink	-56012	-234483	0	0
Agriculture					
Annual Crops	-34366 this is a sink	0	-34366	0	0
Agroforestry/Perennial Crops	-74844 this is a sink	-71280	-3564	0	0
Rice	48237 this is a source	0	0	0	48237
Grassland	-1950126 this is a sink	0	-577644	-787906	-584576
Other GHG Emissions		CO <sub>2</sub> (other)			
Livestock	235916 this is a source	---	---	53246	182670
Inputs	470 this is a source	369	---	101	---
Project Investment	3303 this is a source	3303	---	---	---
<b>Final Balance</b>	<b>-4744350 It is a sink</b>	<b>-1772930</b>	<b>-1814088</b>	<b>-755480</b>	<b>-401852</b>
<b>Result per ha</b>	<b>-2.6</b>	<b>-1.0</b>	<b>-1.0</b>	<b>-0.4</b>	<b>-0.2</b>



## 4.2. Scénario pessimiste (2)

Un autre scénario plus pessimiste quant aux objectifs du projet est mis en place. Ce scénario pourrait être défini comme calculant uniquement les effets directs du projet, ou ce qui est prévu dans le RPE. Il n'y a donc pas d'extrapolation par rapport à une possible diminution de la déforestation ou des feux de brousse.

### Dans ce scénario :

- L'objectif indirect de diminution de la culture sur brûlis et des feux de brousse est supprimé en raison de la révision des objectifs à mi parcours et de coupes budgétaires.

- Avec le projet, la pratique des feux de brousse dans un but de régénération de la végétation est toujours pratiquée (bénéfique du point de vue des agriculteurs) et il n'y a aucun changement entre le futur sans projet et le futur avec projet.

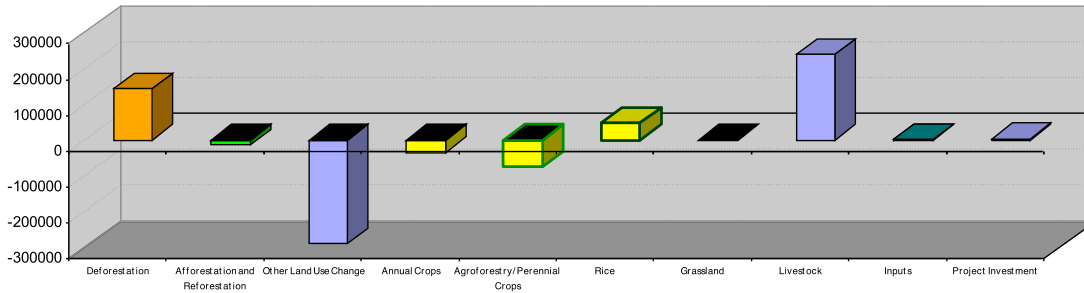
- La culture de tavy sur tanety n'est pas limitée, et continue au même rythme avec le projet que sans projet. On considère donc que le projet n'a plus d'influence indirecte sur la déforestation.

Dans ce scénario le bilan des GES final du projet est positif<sup>22</sup> avec une émission d'environ **22 000 t équivalent CO<sub>2</sub>**. Les gaz émis sont générés à 55% par l'élevage à cause de l'augmentation du cheptel bovin dans les vingt prochaines années, à 33% par la déforestation due à la mise en culture de baiboho présentant une végétation arbustive et à 11% par la riziculture à cause de l'augmentation des surfaces rizicoles.

**Tableau 13:** Résultats d'EX-ACT scénario 2

Components of the Project	Balance (Project - Baseline) All GHG in tCO <sub>2</sub> eq		CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
			Biomass	Soil		
Deforestation	144650	this is a source	121374	15314	2411	5552
Reforestation and Reforestation	-12665	this is a sink	-10608	-2064	4	3
Other Land Use Change	-288241	this is a sink	-56012	-234483	1294	960
Agriculture						
Annual Crops	-34366	this is a sink	0	-34366	0	0
Agroforestry/Perennial Crops	-74844	this is a sink	-71280	-3564	0	0
Rice	48237	this is a source	0	0	0	48237
Grassland	-2892	this is a sink	0	0	-1660	-1232
Other GHG Emissions			CO <sub>2</sub> (other)			
Livestock	237884	this is a source	---		53246	184638
Inputs	470	this is a source	369		101	---
Project Investment	3724	this is a source	3724		---	---
<b>Final Balance</b>	<b>21957</b>	<b>It is a source</b>	<b>-12434</b>	<b>-259163</b>	<b>55395</b>	<b>238158</b>
<b>Result per ha</b>	<b>0.0</b>		<b>0.0</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>

<sup>22</sup> Positif pour l'outil EX-ACT signifie augmentation des GES atmosphérique



### 4.3. Scénario optimiste (3)

Ce scénario se base sur une baisse beaucoup plus importante de la déforestation avec par exemple, la mise en place d'un nouveau volet de sensibilisation avec des formations pour les agriculteurs permettant de limiter la déforestation et de stopper les feux de brousse.

Dans ce scénario on envisage :

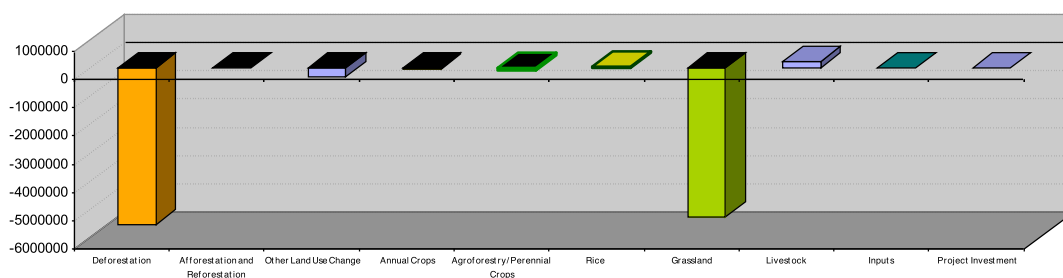
- Un ralentissement plus marqué de la déforestation : 3% de déforestation tous les dix ans
- Un arrêt total des feux de brousse, la savane ne se dégrade plus.

La différence entre la situation avec et sans projet est très élevée dans ce bilan, l'effet de mitigation pourrait s'élever à 10,9 millions de t de CO<sub>2</sub> ! Cela, grâce à un énorme effort pour diminuer la déforestation et arrêter les feux de brousse.

**Tableau 14:** Résultats d'EX-ACT scénario 3

Components of the Project	Balance (Project - Baseline) All GHG in tCO <sub>2</sub> eq		CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
			Biomass	Soil		
Deforestation	-5512497	this is a sink	-3417339	-1949584	-44070	-101504
Afforestation and Reforestation	-12679	this is a sink	-10615	-2064	0	0
Other Land Use Change	-290495	this is a sink	-56012	-234483	0	0
Agriculture						
Annual Crops	-34366	this is a sink	0	-34366	0	0
Agroforestry/Perennial Crops	-74844	this is a sink	-71280	-3564	0	0
Rice	48237	this is a source	0	0	0	48237
Grassland	-5231382	this is a sink	0	-2948732	-1310410	-972240
Other GHG Emissions						
Livestock	235916	this is a source	CO <sub>2</sub> (other)		53246	182670
Inputs	470	this is a source	---		101	---
Project Investment	3724	this is a source	369		---	---
			3724		---	---
<b>Final Balance</b>	<b>-10867916</b>	<b>It is a sink</b>	<b>-3551153</b>	<b>-5172793</b>	<b>-1301133</b>	<b>-842836</b>
<b>Result per ha</b>	<b>-5.8</b>		<b>-1.9</b>	<b>-2.8</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.5</b>





#### 4.4. Modifications de quelques objectifs du projet : le scénario amélioré (4)

Le but principal de ce projet n'est pas de maîtriser l'érosion ni de limiter la déforestation, mais indirectement ces problèmes sont l'une des causes de la pauvreté dans cette région. Afin d'améliorer la situation et le résultat carbone final, il faudrait coupler les objectifs actuels avec un projet de reboisement à grande échelle des zones déforestées en amont des bassins versant. Il faudrait un projet ambitieux de reboisement multi-espèces sur tanety dans un but multiple (séquestration du carbone, mais aussi lutte contre l'érosion, ralentissement de la perte de biodiversité et exploitation durable par les villageois) alliant les communautés villageoises et les bailleurs internationaux. Les fonds pourraient être obtenus via des crédits carbone et fournir un emploi à de nombreux villageois. Dans l'absolu, les actions actuelles du projet ne permettent pas d'obtenir des fonds carbone, cependant, en orientant davantage le projet vers le semis sous couvert végétal avec un partenariat avec le GSDM, ou encore vers l'agroforesterie, les possibilités d'obtenir des fonds seraient beaucoup plus importantes.

Ce scénario est construit par rapport au scénario pessimiste, ainsi ne sont pas prises en compte la diminution de la déforestation, des feux de brousse et de la remise en état des pâtures afin de ne pas écraser les autres volets (agroforesterie, cultures annuelles) du fait des surfaces importantes mobilisées. Le scénario utilise donc des pratiques sur lesquelles on peut agir directement.

Les objectifs additionnels sont les suivants :

- Encourager le reboisement des tanety

Une plantation de 1 000 000 d'arbres supplémentaires à raison de 2000 arbres par ha correspondant à 500 ha, permettrait de stocker 211 309 t de CO<sub>2</sub> supplémentaire après 20 ans.

- Développer l'agroforesterie et les surfaces fruitières

Une plantation de 1 000 000 d'arbres fruitiers au lieu des 270 000 prévue initialement (correspond environ à 2 500 ha) séquestrerait environ 456 500 t équivalent CO<sub>2</sub> au bout de 20 ans. Cela serait couplé avec une formation des agriculteurs à l'agroforesterie. Bien entendu, vu la forte augmentation de la production fruitière dans ce scénario, de nouveaux débouchés (labellisation, exportation) devraient être mis en place pour écouler une production trop importante pour le marché local.

- Adoption de meilleures pratiques agronomiques pour toutes les cultures annuelles  
Admettons que, grâce au projet, toutes les surfaces cultivées adoptent de meilleures pratiques de gestion des résidus, le non labour quand le sol le permet, et le semis sous couvert végétal pour la majorité des cultures. Ces mesures permettraient de stocker 38 254 t de CO<sub>2</sub> soit 4 000 t de plus sur 20 ans que pour le scénario normal.

- Meilleure gestion du cheptel

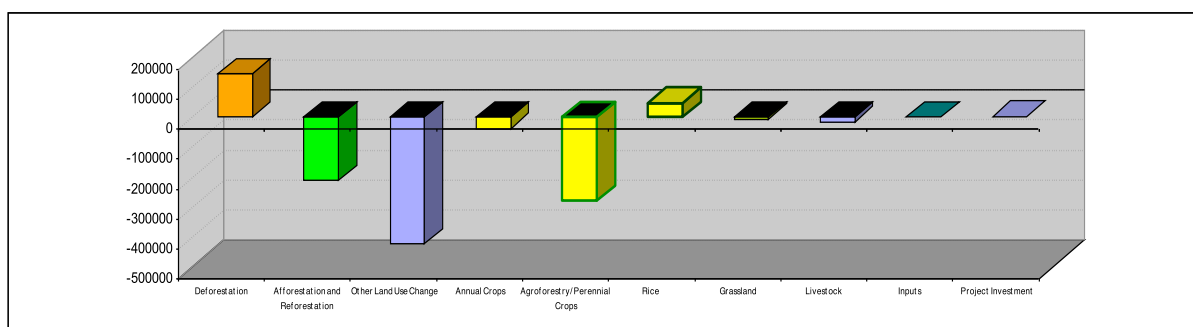
Amélioration des pratiques d'alimentation du bétail et une meilleure gestion de la reproduction et de la sélection pour 50 % du cheptel, entraînant une augmentation du poids des bêtes et un maintien du nombre de têtes du troupeau dans le futur. Ces améliorations permettraient un évitement de GES équivalent à 14 309 t de CO<sub>2</sub>.

Dans ce nouveau scénario, le projet devient un puits net de GES, permettant de stocker 773 000 t équivalent CO<sub>2</sub> sur 20 ans. La performance par ha est d'environ 0,4 t équivalent CO<sub>2</sub>, stockés sur l'ensemble des communes du projet.

Ces options ne sont que des propositions. Pour qu'elles soient recevables, il faut obtenir l'aval de la population locale, qui serait peut être réticente quant à la mise en place d'un projet à vocation de mitigation si aucun bénéfice direct en terme de revenu ne se fait sentir.

**Tableau 15:** Résultats d'EX-ACT, scénario 4

Components of the Project	Balance (Project - Baseline) All GHG in tCO <sub>2</sub> eq		CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
			Biomass	Soil		
Deforestation	143250	this is a source	121374	15314	1987	4576
Afforestation and Reforestation	-211309	this is a sink	-176916	-34393	0	0
Other Land Use Change	-421384	this is a sink	-61365	-360019	0	0
Agriculture						
Annual Crops	-38254	this is a sink	0	-38254	0	0
Agroforestry/Perennial Crops	-277200	this is a sink	-264000	-13200	0	0
Rice	48237	this is a source	0	0	0	48237
Grassland	-5784	this is a sink	0	0	-3320	-2464
Other GHG Emissions			CO <sub>2</sub> (other)			
Livestock	-14309	this is a sink	---		0	-14309
Inputs	470	this is a source	369		101	---
Project Investment	3303	this is a source	3303		---	---
<b>Final Balance</b>	<b>-772981</b>	<b>It is a sink</b>	<b>-377236</b>	<b>-430552</b>	<b>-1233</b>	<b>36040</b>
<b>Result per ha</b>	<b>-0.4</b>		<b>-0.2</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>



Ces quelques exemples de scénarios permettent de faire varier le résultat carbone du projet AD2M de manière positive. Il faut se rappeler que ce ne sont que des hypothèses basées sur les objectifs du projet (outil *ex-ante*), qu'il faut ensuite concrétiser et parvenir à mettre en place sur le terrain.

## 5. Analyse économique simplifiée

**Tableau 16:** analyse économique

	Bilan final en t CO <sub>2</sub> éq	Valeur dégagée avec un prix du carbone de	
		2 US \$/t	5 US \$/t
Scénario «normal» (1)	-4 744 350	9 488 700	23 721 750
Scénario «pessimiste» (2)	+21 957	0	0
Scénario «optimiste» (3)	-10 867 916	21 735 832	54 339 580
Scénario «amélioré» (4)	-772 981	1 545 962	3 864 905

Ces valeurs montrent l'importance des fonds qui pourraient être dégagés grâce au carbone. Cependant, pour le moment, aucun crédit n'est accordé pour le ralentissement de la déforestation indirecte ou la non dégradation de la savane (qui concerne ici les scénarios 1 et 3). Les crédits sont accordés seulement pour le réel stockage de carbone, comme par exemple le scénario 4 ou 1 ou du carbone évité (protection des forêts : REDD+). Le scénario 4, amélioré suite à quelques modifications des objectifs, pourrait à terme mobiliser des fonds carbone de US\$1,5 à 3,9 millions sur 20 ans soit de US\$77 000 à US\$193 000 par an. Ces calculs sont effectués avec un prix du carbone relativement faible, certaines prévisions du GIEC envisageant un prix du marché compris entre US\$40 à US\$60 d'ici 2020.

## 6. Conclusion

Sans lutte contre la déforestation et les feux de brousse, le projet est un émetteur net de gaz à effet de serre avec 22 000 t équivalent CO<sub>2</sub> émises sur 20 ans (scénario 2). Cependant, le

projet aura certainement un impact sur ces activités et il pourrait alors stocker des GES (scénario 1 et 3). Avec un objectif renforcé de lutte contre la déforestation et les feux de brousse, le projet pourrait éviter l'émission de 4,7 millions à 10,9 millions de t de CO<sub>2</sub> sur 20 ans.

Les feux de brousse sont utilisés depuis plusieurs siècles et sont un problème important dans la région. Des lois sont promulgués fréquemment depuis plus de 100 ans contre les feux de brousse mais celle-ci n'ont eu que peu d'effet (Kull, 2004). Il faut donc trouver les moyens adéquats pour les faire diminuer. Cela pourrait être possible par des actions de sensibilisation/éducation de la population aux feux de brousse afin de diminuer leurs fréquences, un contrôle des feux accrus afin que ceux-ci ne se propagent pas aux forêts avoisinantes, et même une formation à l'utilisation raisonnée du feu sur les pâtures (écobuage).

Une autre option pourrait être également un maintien du cheptel actuel afin d'éviter des émissions supplémentaires et une plus grande dégradation des terres pour les années à venir. Cela pourrait se faire par une amélioration à grande échelle des pâtures, avec des cultures de plantes fourragères quand cela est possible, et une meilleure maîtrise de l'alimentation animale afin d'augmenter le poids des animaux.

Le reboisement est également un moyen efficace de stocker du carbone, avec un objectif supplémentaire de 2 500 ha de cultures fruitières et 500 ha de reboisement, ces deux volets pourraient stocker jusqu'à 800 000 t équivalent CO<sub>2</sub>. Ces mesures (stabilisation du cheptel, augmentation du poids des animaux, reboisement) pourraient permettre d'améliorer fortement le bilan carbone et stocker ainsi jusqu'à 772 000 t équivalent CO<sub>2</sub> pour l'ensemble du projet. Malgré un objectif de sécurité alimentaire et d'amélioration du niveau de vie de la population éloigné de la problématique du changement climatique, le projet (en se basant sur les scénarios 1 et 3) participe à l'effort global de limitation des gaz à effet de serre. Les activités de mitigation au changement climatiques sont de plusieurs ordres : reboisement, lutte contre les feux de brousse, améliorations des techniques agricoles et des systèmes irrigués plus performants.

Ainsi, ces résultats montrent que les projets de sécurité alimentaire et de mitigation au changement climatique peuvent être complémentaires. Cependant, pour être efficace en termes de mitigation du changement climatique il faut réfléchir dès le début du projet aux activités environnementales qui peuvent être mises en place ((re)boisement, lutte contre la déforestation, lutte contre les feux de brousse, promotion de l'agriculture de conservation, promotion de systèmes riziocoles moins émetteurs de méthane, etc.). Afin que ces activités soient mises en place, il faudrait une personne à plein temps pour traiter la composante environnementale ou même une cellule de plusieurs personnes afin que ces activités soient élargies.

## Références

AD2M, 2009. Note technique d'orientation de la composante "aménagement et mise en valeur productive" du projet d'Appui au Développement du Menabe et Melaky.

Bernoux M., Bockel L., Giacomo B., Tinlot M., Gentien A., 2010. Guide technique, outil EX-ACT (Ex-ante Appraisal Carbon Tool). Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, FAO.

Région du Menabe mars 2006., PRD Programme Régional de Développement de la région du Menabe.

Région du Melaky, 2005. PRD Programme Régional de Développement de la région du Melaky.

FIDA, mars 2006. Projet d'Appui au Développement du Menabe et du Melaky A2DM, Rapport de préévaluation. Rapport N°1709.

FIDA, 2009. Rapport de revue intermédiaire du projet AD2M. Documents de travail 1 à 6.

Intergovernmental Panel on Climate Change GIEC, 2006. GIEC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), Agriculture, Forestry and Other Land Use, vol. 4. IGES, Japan.

ORSTOM, carte pédologique de Madagascar à l'échelle 1:1000000. Office de la Recherche Scientifique et Techniques d'Outre Mer.

Smith, P.; Martino, D.; Cai, Z.; Gwary, D.; Janzen, H.H.; Kumar, P.; Mccarl, B.; Ogle, S.; O'mara, F.; Rice, C., Scholes, R.J.; Sirotenko, O. 2007. Agriculture. Chapter 8. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, .A. Meyer, Eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

## Listes des tableaux et des figures

**Figure 1:** Carte du projet et des communes concernées

**Tableau 1:** Aperçu de l'occupation des terres sur la zone avec et sans le projet

**Tableau 2:** Le module « déforestation » d'EX-ACT

**Tableau 3:** Les différents systèmes rizicoles

**Tableau 4:** Le module « riz » d'EX-ACT

**Tableau 5:** Superficies actuelles et prévues avec le Projet (ha)

**Tableau 6:** Le module « autres changement d'usage des terres » d'EX-ACT

**Tableau 7:** Le module « Boisement/Reboisement » d'EX-ACT.

**Tableau 8:** Le module « prairie » de l'outil EX-ACT

**Tableau 9:** Le module « élevage » de l'outil EX-ACT

**Tableau 10:** Liste des intrants utilisés par le projet

**Tableau 11 :** Capture d'écran de la matrice de changement d'usage des terres d'EX-ACT (scénario « normal ») dans le futur avec projet et sans projet.

**Tableau 12:** Résultats d'EX-ACT scénario 1

**Tableau 13:** Résultats d'EX-ACT scénario 2

**Tableau 14:** Résultats d'EX-ACT scénario 3

**Tableau 15:** Résultats d'EX-ACT, scénario 4

**Tableau 16:** Analyse économique

## Annexes

**Annexe 1 :** Répartition de l'occupation du sol des communes du projet dans le Menabe (source : iefn Menabe 2004, DREF)

**Annexe 2 :** Calculs réalisés pour estimer la déforestation future sur la zone du projet, basés sur une hypothèse de déforestation de 4% et 5% tous les dix ans

**Annexe 3 :** Flyer de présentation de l'outil EX-ACT

**Tableau 1** : Répartition de l'occupation du sol des communes du projet dans le Menabe (source : iefn Menabe 2004, DREF)

	Andohahelo	Tsarobitana	Antoha	Berovo	Antsirorivy	Antsirato	Isalo	Antsirakoty	Belinta	Masandrina	Malainbandy	Tsimazava	Andia	Dromovoa	
communes															
surface en ha															
Forêts densées sèches sans a Dallerga, Comophora et Hibiscus	20	16526	6483	10446	estimation en surface	3033	758	46	4716	70	863	545	46		
Forêts sèches sans a Dallerga, Comophora et Hibiscus dégradées	317		333	1875		620	25	71	1064	189		1064	271	1036	
Forêts sèches	4181	80	889	2172		11618	2285	1743	3838	4227	15802	3117	3364	388	
Formations marécageuses	147					62	481	0	0	0	0	0	0	0	
Rizières	1078	906	378	380		3267	352	309	796	752	2611	340	1463	1495	
Jolis bois et sabiers	308	54	85	32		940	393	493	15	268	2248	1887	1072	1271	
Plans d'eau	1672	1449		856		1874	2693	3671	87	879	2091	1196	1037	871	
Mosaïque de cultures, jachères, semences forestiers	1484	1320	546	1078		1327	2141	1880	1033	2191	1664	330	277	238	
Savanes et/ou pseudosavanes avec éléments ligneux	8567	1874	9380	1079		110325	3487	10737	25260	13679	45200	20306	48831	29794	
Savanes et/ou pseudosavanes sans éléments ligneux	87889	519	27887	1871		108518	13882	86421	23880	30390	160386	10470	11891	92508	
<b>total commune</b>	<b>16263</b>	<b>34838</b>	<b>44750</b>	<b>33735</b>		<b>0</b>	<b>367131</b>	<b>26878</b>	<b>91036</b>	<b>40204</b>	<b>43631</b>	<b>226356</b>	<b>141802</b>	<b>103447</b>	<b>132758</b>

**Tableau 2** : Calculs réalisés pour estimer la déforestation future sur la zone du projet, basés sur une hypothèse de déforestation de 4% et 5% tous les dix ans

	total projet Menabe sans Antsirorivy	extrapolation Antsirorivy	total Menabe	pourcentage d'occupation du sol dans le Menabe	surface pour les communes du projet en Menabe par rapport au % d'occ. de sol régime Menabe	estimation total projet Menabe et Antsirorivy	surface après 10 ans sans projet avec rythme de déforestation de 5%	surface après 10 ans avec projet avec rythme de déforestation de 4%	classification selon ICR-ICT
surface en ha									
Forêts densées sèches sans a Dallerga, Comophora et Hibiscus	44607	14798	58 885	4,4	25 766	84 000	75 810	77 414	soin 3
Forêts sèches sans a Dallerga, Comophora et Hibiscus dégradées	3630	2635	12 264	6,9	5 417	17 000	15 343	15 627	soin 4
Forêts sèches	6862	2027	88 883	4,5	25 913	87 000	78 118	80 179	soin 3
Formations marécageuses	271	0	324	6,4	268	-	-	-	
Rizières	13627	712	14 189	1,5	8 316	28 000			
Jolis bois et sabiers	5713	402	9 795	6,7	4 322	14 000			
Plans d'eau	18618	1046	19 665	1,5	8 752	28 000			
Mosaïque de cultures, jachères, semences forestiers	14803	1675	17 078	1,3	7 089	24 000			
Savanes et/ou pseudosavanes avec éléments ligneux	372396	18207	355 883	26,7	108 324	514 000	463 885	475 330	plantation 4
Savanes et/ou pseudosavanes sans éléments ligneux	772307	13800	784 782	58,9	349 167	1 533 000	1 522 530	1 544 172	prairie
<b>surface totale</b>	<b>1279829</b>	<b>63647</b>	<b>1 333 325,83</b>						