



Ouvrer pour que les  
populations rurales pauvres  
se libèrent de la pauvreté



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

---

## Programme de Promotion des Revenus Ruraux

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 Supérieur d'Agriculture, Angers, France  
Juillet, 2010

### **Etude de cas: Analyse du potentiel de mitigation climatique du projet PPRR**

**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 junior Consultant FIDA/FAO. L'étude a été réalisée grâce au soutien de toute l'équipe du projet PPRR et notamment Marcellin Léon le Responsable Suivi Evaluation(RSE) du projet, Jean-Luc Ranaivomanana et Adeline Razoeliasoa les agronomes du projet et Soja Sesy le coordonateur du projet. L'auteur tient également à remercier les bénéficiaires du projet pour le temps qu'ils ont consacré lors des visites terrains.

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

# Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objectifs de l'étude de cas .....	1
1.2. Contexte climatique.....	1
1.3. Etapes d'analyse de l'évaluation <i>ex-ante</i> de l'outil carbone .....	1
1.4. L'outil EX-ACT .....	2
1.5. Contexte national.....	2
<b>2. Les objectifs du projet.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Potentiel de mitigation du projet d'après l'outil EX-ACT .....</b>	<b>4</b>
3.1. Le module description d'EX-ACT .....	4
3.2. Une région touchée par la déforestation.....	6
3.3. Un appui aux agriculteurs pour les cultures maraichères et vivrières .....	7
3.4. Les sites de production intégrée : une innovation alliant production alimentaire et stockage de carbone .....	9
3.5. La Mise en place de nouveaux périmètres irrigués : une option pour réduire les émissions de méthane.....	10
3.6. Une faible importance de l'élevage dans la région .....	12
3.7. Permettre l'accès aux intrants à tous les agriculteurs des pôles .....	13
3.8. Autres investissements : des émissions négligeables .....	14
<b>4. Analyse des différents scénarios.....</b>	<b>15</b>
4.1. Scénario optimiste .....	15
4.2. Scénario pessimiste .....	15
4.3. Scénario 3 Réalisation .....	17
<b>5. Analyse économique simplifiée et crédits carbone .....</b>	<b>18</b>
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>20</b>

# **1. Introduction**

## **1.1. Objectifs de l'étude de cas**

L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel de mitigation du changement climatique du projet FIDA de Programme de Promotion des Revenus Ruraux à Madagascar. Cette évaluation des GES (Gaz à Effet de Serre) est réalisée avec l'aide de l'outil EX-ACT (EX-ante Appraisal Carbon balance Tool) développé par la FAO.

L'étude s'organise de la façon suivante, tout d'abord une courte présentation du projet, de ses objectifs ainsi que du contexte environnemental régional. La deuxième partie traite des données utilisées, de leurs provenances, ainsi que des hypothèses formulées pour obtenir ces données. La dernière partie concerne les différents scénarios possible dans le futur allant du scénario pessimiste au scénario plus optimiste en passant par un état des lieux à l'état actuel des stockages et émissions de GES du projet.

## **1.2. Contexte climatique**

Le changement climatique est l'un des défis majeurs du XXIème siècle. Tous les jours, les activités humaines produisent une quantité non négligeable de gaz à effets de serre (transport, énergie, industrie...) qui contribuent au changement climatique. A cause de cette augmentation des émissions de GES, le climat terrestre est affecté, la moyenne des températures augmente, et les événements climatiques extrêmes (cyclones, sécheresses...) se font de plus en plus fréquent.

L'agriculture et la déforestation sont aussi de grandes sources de gaz à effet de serre, ils contribuaient pour 13 et 17 % des GES globaux en 2004.

Les principaux GES sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et le méthane (CH<sub>4</sub>). Le méthane et le protoxyde d'azote sont principalement produits par l'agriculture, notamment la riziculture, l'application d'engrais, les brûlis, et l'élevage. Le CO<sub>2</sub> provient principalement de la déforestation et du changement d'utilisation des terres. Les secteurs de l'agriculture et de la forêt ont un fort potentiel de mitigation (atténuation du changement climatique). Les options d'atténuation peuvent aussi contribuer à augmenter la sécurité alimentaire et réduire la pauvreté rurale sachant également que 74 % de ce potentiel de mitigation se trouve dans les pays en voie de développement. (GIEC, 2007)

## **1.3. Etapes d'analyse de l'évaluation ex-ante de l'outil carbone**

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

### **i) Récolte et organisation des données du projet**

- L'occupation des terres actuelles avec les changements d'occupation selon les scénarios "sans projet" et "avec projet", une description des systèmes agricoles, le type de production de bétail, les intrants utilisés, les autres investissements liés au projet;
- Les pratiques agricoles en vigueur qui seront détaillées pour chaque sous module (forêts, cultures annuelles, prairies,...)

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

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

#### **1.4. L'outil EX-ACT**

EX-ACT (Ex Ante Carbon-balance Tool) est un outil conjointement développé par trois divisions FAO (Division de l'appui à l'élaboration des Politiques et Programmes de Développement [TCS] anciennement Division du Soutien aux Politiques et Mobilisation des Ressources [TCA], Division du Centre d'Investissement [TCI] et Division de l'Economie du Développement Agricole [ESA]). Il apporte 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 l'un « Bussines as usual » BAU qui représente le scénario de référence sans projet, et l'autre 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 agricoles et forestiers ou même durant la phase de mise en place du projet comme nous allons le voir dans l'étude du PPRR.

#### **1.5. Contexte national**

**Information sur le pays.** Madagascar est une île africaine dans l'océan indien, située à l'est du Mozambique. 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 29% 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. Approximativement les trois quarts de la population dépendent de l'agriculture pour leur subsistance. Les terres cultivables sont présentes sur la moitié de l'île, mais seulement un peu plus de 5% sont exploitées pour la culture, et une large partie sont cultivés par irrigation (environ 40%). Le riz est la culture de base principale, représentant 70% de la production totale agricole 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 le plus sérieux et le plus répandu pour 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 de brousses incontrôlés et fréquents (dans l'ouest).

La dégradation des terres est aussi causée par la déforestation dans un but agricole, causant une augmentation des émissions de carbone, une perte de biodiversité, et le déclin des

services environnementaux réguliers. Ces pratiques ne contribuent pas seulement à la dégradation et la faible productivité des sols de tanety, 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. (RPE, 2003)

## **Contexte régional**

La province de Toamasina, grâce à son climat avantageux tropical humide, est dotée d'un potentiel agricole important et varié permettant de cultiver une large gamme de produits, vivriers, fruitiers et de rente. Cependant le riz reste la principale culture pratiquée et représente la principale activité des producteurs. Les cultures sont très variées : les plaines sont généralement entièrement dédiées à la riziculture, et sur les pentes, le manioc, les cultures maraichères, vivrières (maïs, riz pluvial...) comprennent la majeure partie des surfaces. La région est également réputée pour ses cultures de rente à l'exportation telles les girofliers, les poivriers, les caféiers et les litchis.

Les techniques de défriche brûlis sont toujours pratiquées dans la région. Lorsqu'une parcelle ne produit plus, l'agriculteur la laisse en jachère puis revient la travailler 5 à 6 années plus tard en utilisant le feu pour la défricher. La pratique du « tavy » en forêt est encore fréquente dans les zones reculées où sont encore présent des reliquats de forêt primaire et une faible densité de population. Les exploitations ont une superficie moyenne comprise entre 0,5 et 2 ha avec environ 50% de la surface cultivée en riz. L'utilisation d'intrant dans cette zone est quasiment inexistante, le matériel génétique peu performant, l'accès aux intrants très limité. Les Systèmes de Riziculture Intensive et Amélioré (SRI et SRA) sont peu pratiqués et les rendements du riz traditionnel sont modestes (de 1,5 à 2 t/ha pour le riz irrigué). Les plantations de culture de rente qui pourraient représenter un revenu complémentaire important aux agriculteurs sont délaissés au profit du riz et sont donc non renouvelées et peu entretenues, et fournissent alors un très faible rendement aux agriculteurs. (RPE 2003)

## **2. Les objectifs du projet**

Le programme n'a pas été créé dans un but de mitigation au changement climatique mais dans un but de développement.

L'objectif général du programme de développement est la réduction de la pauvreté rurale dans la Province de Toamasina par l'accroissement des revenus ruraux et l'amélioration de la capacité des communautés de base à prendre en charge leurs projets de développement. Les objectifs spécifiques sont donc en résumé i) l'amélioration de l'accès des producteurs au marché et de la valorisation des produits, ii) l'intensification, l'accroissement et la diversification de la base productive notamment des populations les plus vulnérables, de façon positive pour l'environnement.

Ces objectifs se structurent à travers quatre composantes qui sont :

**Composante 1:** Appui au développement des pôles et aux partenariats commerciaux

**Composante 2:** Appui à la structuration du monde rural et à l'amélioration de la base productive

**Composante 3:** Appui aux services financiers ruraux, microfinance

**Composante 4 :** Appui aux institutions politiques et gestion du programme  
(fonctionnement Unité de Gestion du Programme)

L'analyse carbone d'EX-ACT ci-dessous prend en compte l'activité de la composante 2 qui peut avoir un impact significatif sur la balance 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 le tavy...). Les composantes 1 et 3 peuvent agir indirectement sur le carbone stocké par notamment une augmentation des revenus des agriculteurs qui entraînera une plus faible pression sur les forêts.

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

#### **3.1. Le module description d'EX-ACT**

##### *Le climat*

Le projet se déroule dans les régions d'Analanjirifo et d'Atsinanana, le climat de ces régions est très pluvieux avec une moyenne annuelle dans la province d'Analanjirifo proche de 2000 mm et des précipitations pouvant s'élever à 3500 mm par endroits. La température moyenne annuelle est de 24°C à Tamatave.

Le climat correspondant dans l'outil EX-ACT à ces caractéristiques est le type tropical pluvieux.

##### *Les sols*

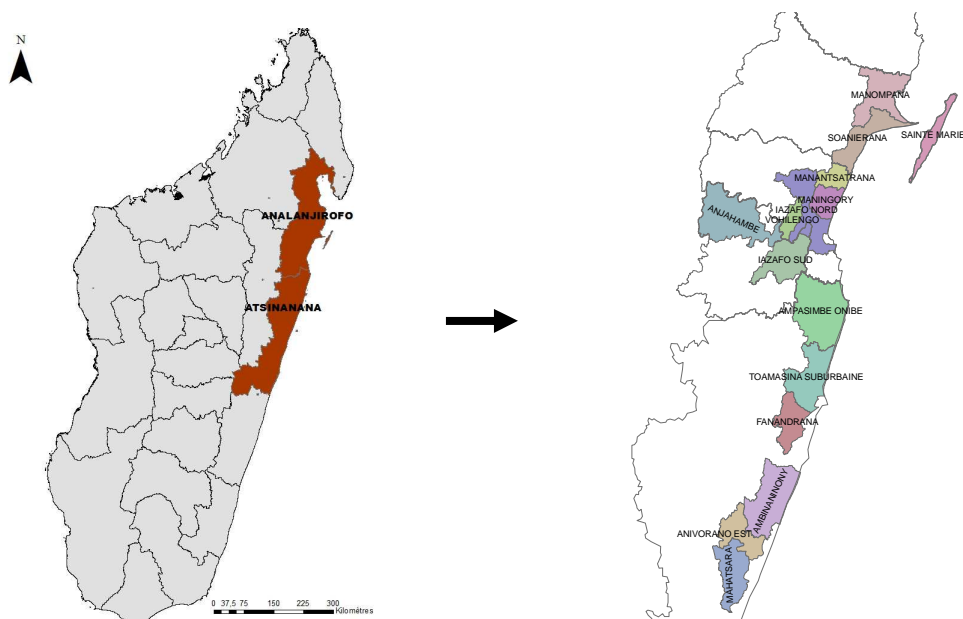
Les sols de la région sont de type ferralitique, cependant dans les plaines et les bas fonds les sols sont souvent alluvionnaires hydromorphes organiques à moyennement organiques. Les sols dominant de la région selon la classification du GIEC sont des sols LAC à faible teneur en argile (argile 1:1).

##### *Durée et périmètre du projet*

L'étude se concentre sur les 15 pôles de développement du PPRR. Ces pôles concernent les communes où l'on trouve des activités du PPRR. Certains pôles ont démarré dès le commencement du projet (Notamment autour de Fénérive) et d'autres plus tardivement (autour de Brickaville).

Le projet PPRR a une durée de 8 ans de début 2005 à fin 2012. Pour l'outil EX-ACT, nous prendrons donc une phase d'implémentation de 8 ans et une phase de capitalisation de 12 ans.

La carte ci-dessous, permet de situer la zone du projet.



### *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 à mi parcours et des documents de travail du projet 2009. La plupart des coefficients par défaut des émissions de GES et de séquestration de carbone utilisé 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'observation sur le terrain et de discussion avec les agronomes du projet. Les chiffres de l'élevage ont été collectés à partir des données des PDP (Plan de Développement des Pôles). Ceux des surfaces forestières viennent des données de CI (Conservation International).

### *Activités impactant le bilan carbone*

Les activités pouvant avoir un impact sur la balance carbone du projet sont les suivantes :

- améliorer la base productive par les intrants (semences, engrais)
- améliorer les techniques de production agricoles (culture vivrière, culture maraichère)
- développer l'agroforesterie
- réduction de la pratique du défriche brulis
- développer le SRI /SRA
- Limitation de l'expansion agricole

<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

Le tableau ci-dessous résume les différentes occupations du sol du projet et les nouvelles techniques utilisées grâce au projet.

**Tableau 1 :** Occupations du sol et élevage dans la situation avant, sans et avec projet

Forêt - ha	Début	Sans projet	Avec projet	commentaires
forêt côtière	18306	17188	17351	Taux de déforestation de 0,112% et 0,448% /an avec projet et de 0,13 et 0,53% sans projet pour les régions Analanjirofo et Atsinanana
Forêt dense	34705	33814	33936	
Cultures annuelles - ha	Début	Sans projet	Avec projet	Techniques utilisées
Cultures annuelles tradi	9826	9826	0	Conseils agricoles/compost, gestion des résidus...
Cultures annuelles améliorées	0	0	9826	
Riz – ha	Début	Sans projet	Avec projet	
Riz traditionnel irrigué	1500	1500	250	2 cultures par an/ inondé en permanence
Riz traditionnel irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau et terrain non drainé	1500	1500	250	
Riz irrigué SRI/SRA	0	0	1250	2 cultures par an/ inondé par intermittence
Riz irrigué SRI/SRA avec compost	0	0	1250	
Changement d'utilisation des terres agroforesterie- ha	Début	Sans projet	Avec projet	
SPI : de jachère à culture améliorée	0	0	262,5	Mise en place des Sites de Production Intégrés Plantation sur les pentes (sols occupé par jachères ou cultures traditionnelles)
SPI : de jachère à plantation pérenne	0	0	262,5	
SPI : de culture à plantation pérenne	0	0	375	
SPI : Reboisement	0	0	225	
Bétail – nbre de tête	Début	Sans projet	Avec projet	
Bovidés	42000	42000	46200	Meilleure prophylaxie/ plus de compost
Suidés	8800	8800	9680	

### 3.2. Une région touchée par la déforestation

Les régions de l'est de Madagascar ont été fortement touchées par la déforestation, la diminution de la couverture forestière selon CI a été de 0,56% et 0,14% par an pour les régions Atsinanana et Analanjirofo sur la période 2000-2005.

Le projet n'a pas de lien direct avec la déforestation, mais indirectement par l'amélioration du niveau de vie de la population, les nouvelles pratiques agricoles mises en place, la pression sur les forêts diminuera. Afin de pouvoir constater cela, il faut obtenir les surfaces forestières de chaque pôle et ensuite émettre des hypothèses quant aux émissions évitées grâce au projet. Grâce au projet on peut espérer que le rythme de déforestation diminue de 20%<sup>1</sup> et qu'il descende à 0,112% par an pour l'Analanjirofo et à 0,448% pour l'Atsinanana dans un scénario optimiste.

Ce pourcentage inclut la diminution du tavy dans la situation avec projet. Dans une situation de référence, on considère qu'il y a une légère baisse de la déforestation de 5% par an, soit des taux de déforestation de 0,13% et 0,53% par an pour Analanjirofo et Atsinanana.

<sup>1</sup> Hypothèse personnelle

Quelques actions luttant indirectement contre la déforestation sont tout de même suivies par le projet, par exemple la mise en place des SPI (Site de Protection Intégré) sur les collines afin de redonner de la fertilité au sol et ainsi éviter l'agriculture itinérante. D'autres facteurs indépendants du projet font que les pratiques de « tavy » diminuent, l'augmentation démographique de la région très importante durant la dernière décennie en est une cause, limitant les cultures sur brulis du fait de leur dangerosité.

Après la déforestation, les terres sont en général cultivées pendant quelques années puis ensuite laissées à l'abandon une fois que le sol a perdu sa fertilité. Après plusieurs années de jachères, le sol a recouvré un peu de fertilité et les terres sont à nouveau cultivées.

Une partie des parcelles des sites de production intégrés est consacré à la production de bois de chauffe et de bois d'œuvre à croissance rapide. Grâce à ces parcelles les bénéficiaires iront de moins en moins souvent prélever du bois dans les forêts naturelles environnantes pour leurs besoins de charbon.

Les données de CI ne différencient pas les différents type de forêt existant à Madagascar, mais donne un chiffre brut de l'ensemble des superficies forestières. Pour les pôles du projet PPRR, nous avons choisi de distinguer deux types de forêt, la forêt côtière et la forêt dense. On considère dans l'outil EX-ACT que la forêt côtière a un stock de carbone moins important que la forêt dense.

On considérera que l'utilisation du sol suite à la déforestation est pour moitié des jachères et pour moitié des cultures annuelles.

Les actions du projet vont ainsi permettre une limitation de l'expansion agricole sur les forêts. Le projet pourrait alors permettre de réduire les émissions de **195 400 t éq CO<sub>2</sub>** par rapport à une situation sans programme.

### **3.3. Un appui aux agriculteurs pour les cultures maraichères et vivrières**

Le projet n'a pas d'objectif chiffré concernant les cultures annuelles, les indicateurs du projet concernent essentiellement le nombre de bénéficiaires formés. Il prévoit la formation de nombreux bénéficiaires sur de nouvelles pratiques agricoles.

Les techniques et les sujets abordés par les techniciens agricoles lors des formations sont visibles dans le tableau 2 ci-dessous.

Pour les cultures annuelles les thèmes qui pourraient avoir un impact sur le carbone sont l'association de culture, la fabrication de compost, la rotation de culture, une meilleure gestion des résidus de culture sur le sol.

**Tableau 2** : Thèmes d'intensification du projet PPRR (Issue du RPE PPRR).

Spéculation	Thèmes d'intensification
Riziculture irriguée	drainage/irrigation planage, préparation du sol (traction bovine) variété améliorée, contrôle de la lame d'eau, repiquage à temps, sarclage mécanique, fumure organique et minérale
Riziculture pluviale	variété, fumure et préparation des trous de plantation, densité de plantation, sarclage, paillage et contrôle de l'humidité, mesures DRS/CES
Maïs	variété améliorée, multiplication de semences, mesures DRS/CES, cultures associées, fumure, séchage-stockage, GCV
Manioc	Variété améliorée, production de matériel végétal, place dans l'assolement, sanitation des cultures (lutte contre les viroses), transformation locale
Cultures maraîchères	Sélection de variétés adaptées à la zone, association d'espèces, compost, protection phytosanitaire, insecticide naturelle (à base d'extrait de neem), calage du calendrier cultural par rapport aux intempéries ou maladies, production en contre saison par rapport aux hautes terres
Petit élevage	productivité (géniteurs améliorés), conduite de l'élevage, hygiène, alimentation, protection sanitaire
Pisciculture	profondeur de l'étang, empoisonnement contrôlé, qualité et flux de l'eau, alimentation, planification des récoltes
Cultures de rente	rajeunissement/renouvellement des arbres, mesures DRS/CES, cultures intercalaires, conduite des vergers, techniques de récolte
Reboisement	parcelle boisée (bois d'œuvre de chauffe), densité de plantation fixation de lignes antiérosives, délimitation de parcelles, reboisement communautaire
Relance d'anciennes filières fruitières ou nouvelles spéculations	grenadille, banane, ramboutan, mangoustan, ananas palmier Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ), noni ( <i>Morinda Citrifolia</i> ): pour des producteurs plus aisés et capable d'attendre des revenus différés

Il n'y a pas d'objectif chiffré en termes de surface pour l'amélioration des cultures annuelles, on doit utiliser un moyen indirect pour arriver à la surface touchée par le projet. L'incertitude est cependant augmentée par ce type de calcul.

Le projet a pour prévision de former 28073 personnes aux méthodes et techniques de production agricoles, animale et halieutiques. Chaque personne présente à ces formations possède son exploitation agricole. La taille des exploitations de la région se situe entre 0,5 et 2 ha, mais la majorité des exploitants ont des exploitations inférieures à 1 ha. Pour les calculs on suppose qu'une exploitation moyenne a une surface de 0,7 ha.

La surface touchée par le projet est calculé de la manière suivante :

Nombre de bénéficiaires x taille moyenne d'une exploitation agricole x part des cultures annuelles.

La part des cultures annuelles hors riz concerne approximativement 50% de cette surface<sup>1</sup>. Cela donne environ 0,35 ha de culture annuelle par exploitation. En multipliant cette surface par le nombre de producteurs formés on peut déduire la surface améliorée moyenne pour les cultures annuelles.

Pour ce scénario ; elle équivaut à 9826 ha. Dans l'outil EX-ACT, les activités « pratiques agronomiques améliorées » et « gestion des engrais » sont activées pour les cultures améliorées grâce au projet PPRR.

Si les nouvelles techniques agricoles préconisées par le projet sont appliquées sur toutes les cultures annuelles, le stockage de carbone pourrait atteindre **142 040 t équivalent CO<sub>2</sub>**.

<sup>1</sup> Hypothèses suite à des discussions avec les bénéficiaires, les agronomes et le responsable suivi évaluation du projet, confirmé par des enquêtes terrain

### **3.4. Les sites de production intégrée : une innovation alliant production alimentaire et stockage de carbone**

Le projet prévoit la mise en place de 1500 ha de Sites de Production Intégrée (SPI) ou sites agroécologiques, ces sites sont placées sur les « tanety » dégradés et vont permettre une stabilisation du sol et une amélioration de la production des bénéficiaires. Ces sites peuvent être considérés comme des sites d'agroforesterie.

Les SPI auront plusieurs impacts, à l'échelle de la parcelle, et à une échelle globale. A l'échelle globale, ces sites ont pour vocation de sédentariser l'agriculteur afin qu'il ne pratique plus l'agriculture itinérante qui inclus le brûlis. Ces pratiques vont aussi permettre une réduction des « tavy » et donc indirectement une réduction de la déforestation. A l'échelle plus locale, ces SPI vont permettre de limiter l'érosion des sols, et d'augmenter la fertilité des sols de tanety qui sont relativement pauvres.

#### **Implantation**

La mise en place de ces sites se fait en fonction de la topographie. Les sites comprennent à la fois des arbres et des cultures maraichères. Afin de stopper l'érosion des bandes de flemingia sont plantés selon les courbes de niveau. Entre ces bandes, l'agriculteur peut planter toute sorte de culture (maraichère, vivrière, riz pluvial, arbres fruitiers et arbres de rente tel que les girofliers, poivriers...). En haut de la parcelle, sur la colline sont plantées des essences forestières à croissance rapide destinés au bois d'œuvre ou au charbon.



Pour traiter l'agroforesterie dans cet outil EX-ACT, il faut connaître la part d'arbres et de cultures dans la parcelle. Après observations de plusieurs sites, j'ai pu déduire que la part d'arbres de bois de chauffe et de bois d'œuvre sur les collines est d'environ 15%, et que le reste du sol se partage pour moitié entre les cultures pérennes (arbres fruitiers, giroflier...) et les cultures maraichère et vivrières.

Ainsi, l'hypothèse est que le nombre d'hectare de surface boisée est de 225 ha, celui de cultures pérennes de 637,5 ha et celui de culture maraichère/vivrière de 637,5 ha également.

Les sites de production intégrés sont implantés soit sur des « tanety » où l'occupation du sol est constituée de champs de riz pluvial ou de culture maraichère et vivrière abandonnés en jachère, soit sur des terrains cultivés dont l'exploitant voudrait bénéficier des conseils techniques du PPRR. Faute d'information précise, les occupations du sol antérieures sont identiques en termes de surface. Ainsi dans l'outil Ex-act 750 ha de jachère, et 750 ha de culture traditionnelle seront converties en SPI.

En résumé avec le projet:

Tous les boisements sont faits sur des terres improductives (« degraded land » dans l'outil Ex-act) au sommet des collines ou la culture n'est pas pratiquée.

Les cultures améliorées sont faites soit sur d'anciennes jachères soit à la place des cultures traditionnelles. De même pour les plantations pérennes.

750 ha de jachère → 225 ha de boisement (à prendre en compte dans boisement) 262,5 ha de culture améliorée, 262,5 ha de plantation pérennes.

750 ha de culture traditionnelle → 375 ha de culture améliorée (à prendre en compte dans annuel), 375 ha de plantation pérennes.

**Tableau 3 :** Répartition du potentiel de stockage de carbone des SPI

	en t CO <sub>2</sub> éq
reboisement sur les crêtes	-103 166
Changement d'utilisation des terres	-38 102
cultures annuelles	-8 976
cultures pérennes	-381 140
Stockage total	<b>-531 384</b>

Au final le stockage de carbone lié aux Sites de Production Intégrés permettra au bout de 20 ans le stockage d'environ **530 000 t équivalent CO<sub>2</sub>**.

Le coefficient de croissance par défaut utilisé pour les cultures pérennes dans les zones tropicales pluvieuses est de 10 T de MS /ha et par an. Afin d'affiner l'étude il serait intéressant de rechercher les coefficients de croissance des différentes cultures plantés dans cette zone, c'est-à-dire du café du giroflier, des litchiers...

### **3.5. La Mise en place de nouveaux périmètres irrigués : une option pour réduire les émissions de méthane**

#### **Réhabilitation des périmètres irrigués**

La réhabilitation des petits et moyens périmètres irrigués est un des objectifs du PPRR. Ce sont des mesures qui ont pour but de développer et sécuriser le potentiel de production des exploitants. La surface totale prévue est de 3000 ha de périmètre irrigué dans les pôles d'intervention du projet. Ce chiffre comprend à la fois l'objectif du PARECAM (Programme d'Appui à la Résilience au Crise Alimentaire à Madagascar) financé par l'Union Européenne et celui du PPRR.

La réhabilitation de ces périmètres permettra une meilleure maîtrise de l'eau et donc la possibilité de pratiquer la riziculture améliorée et intensive (SRA et SRI). En parallèle de ces infrastructures, les exploitants reçoivent des formations et les conseils des techniciens agricoles du PPRR pour appliquer les nouvelles techniques de production.

A terme, on émet l'hypothèse que 1000 ha passeront en système de riziculture intensive, 1500 ha en système de riziculture améliorée et 500 ha resteront en riziculture traditionnelle.

#### **Le méthane des rizières**

Pour les rizières inondées en permanence, la décomposition anaérobie de la matière organique produit du méthane (CH<sub>4</sub>) qui s'échappe dans l'atmosphère à travers les plants de riz. La quantité annuelle de méthane relarguée dans l'atmosphère par les rizières peut dépendre de plusieurs paramètres : le nombre de culture, le régime hydrique avant et pendant la culture, les

amendements organiques et inorganiques, le type de sol, la température, le cultivar de riz... (IPCC 2006).

### Prise en compte des différents systèmes dans l'outil EX-ACT

Le système traditionnel pratique une irrigation en continu lors de la période de culture. Cela est lié à plusieurs raisons : soit à un système d'irrigation déficient et une mauvaise gestion du périmètre irrigué, et donc une impossibilité d'assécher la parcelle ; soit une volonté de l'agriculteur de laisser l'eau en permanence dans les rizières afin entre autre de lutter contre les adventices. La tradition a également un poids important dans la société et de nombreux agriculteurs ne veulent pas changer leur manière de travailler. Le système de riziculture amélioré demande aussi plus de travail et plus de technique pour arriver à un bon rendement.

Avant la période de culture pour les systèmes traditionnels le régime hydrique va différer selon le type de sol et la maîtrise de l'eau. Pour des parcelles avec une mauvaise maîtrise de l'eau et un mauvais drainage, la présaison sera inondée et le repiquage du riz s'effectuera dans des conditions inondées. Pour des systèmes traditionnels avec une meilleure maîtrise de l'eau, la présaison est non inondée.

Pour les systèmes améliorés et intensifs le régime hydrique durant la période de culture est intermittent, c'est-à-dire que la parcelle subit au minimum une période d'aération de plus de trois jours. Généralement cette période dans la région équivaut à 15 jours après le repiquage et à encore 15 jours avant la récolte.

Pour l'outil EX-ACT, on considère que toutes les exploitations réalisent deux récoltes par an pour le riz irrigué et une récolte par an pour le riz pluvial. Le riz pluvial n'est pas pris en compte dans l'onglet riz de l'outil EX-ACT, en effet ce riz n'est alimenté que par la pluie et non par un système d'irrigation. On considère alors que le riz pluvial n'émet qu'une quantité négligeable de méthane.

Ci-dessous nous pouvons observer les différents systèmes de la région.

**Tableau 4 :** Les différents systèmes rizicoles de la région

Systèmes rizicoles	Période de culture(j)	Pendant la période de culture	Avant la période de culture	Type Amendement
Système traditionnel	150	Inondé de manière continue	Non inondée pré saison (<180 jours)	Paille incorporée < 30 j avant la culture
Système traditionnel avec mauvais drainage	150	Inondé de manière continue	Présaison inondée > 30 j	Paille incorporée < 30j avant la culture
Système Amélioré ou Intensif	100	Inondé de manière intermittente	Non inondée pré saison (<180 jours)	Paille incorporée > 30j avant la culture Compost et engrais
Riz pluvial traditionnel	180	Pluie	Pas d'inondation	Paille exportée ou laissée sur le sol
Riz pluvial amélioré	120	Pluie	Pas d'inondation	Engrais ou compost ou les deux

**Figure 1 :** Capture d'écran de l'onglet 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 <a href="#">need help</a>	
Riz traditionnel	300	Irrigated - Continuously flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw incorporated shortly (<30d) before cultivation)
Riz tradi mauvaise m	300	Irrigated - Continuously flooded	Flooded preseason (>30 days)	Straw incorporated shortly (<30d) before cultivation)
Riz amélioré SRA/SR	200	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw incorporated long (>30d) before cultivation)
Riz amélioré SRA/SR	200	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Compost

CH4 emission from rice systems						Default IPCC calculation	
Areas (ha) of the different options							
Type	Start t0	Without Project		With Project		kg CH4 per ha/day	kg CH4 per ha
		End	Rate	End	Rate		
Rice1	1500	1500	Linear	250	Linear	3,92	1176,7
Rice2	1500	1500	Linear	250	Linear	7,45	2235,8
Rice3	0	0	Linear	1250	Linear	1,28	255,6
Rice4	0	0	Linear	1250	Linear	0,84	168,0

Au final, le projet aura un impact très important sur les émissions de méthane des rizières des régions de la côte est de Madagascar. Le potentiel de mitigation s'élève à **1, 255 millions de tonnes équivalent CO<sub>2</sub>**. Ce chiffre important est en partie due aux techniques traditionnelles fortement émettrices de méthane. Une rizière traditionnelle mal irriguée, mal drainée, inondée en permanence durant et avant la période de culture et avec les pailles incorporées moins de 30 jours avant la période de culture émet en moyenne d'après l'outil EX-ACT, 7,45 kg de CH<sub>4</sub> /ha /jour. Alors qu'une rizière améliorée avec le SRI avec une irrigation par intermittence, des périodes d'assecs, une présaison non inondée inférieure à 180 jours et une utilisation de compost, émet seulement 0,84 kg de CH<sub>4</sub> par ha et par jour, soit presque 10 fois moins !

### 3.6. Une faible importance de l'élevage dans la région

Après analyse des PDP (Plan de Développement du Pôle), il s'avère que le cheptel bovin annuel ces dernières années s'élevait autour d'environ 42000 zébus et 8800 porcs. Les régions d'Analanjirofo et d'Antsinanana ne sont pas des grandes régions d'élevage, chaque ménage possède quelques zébus élevés de manière traditionnelle sans aucun apport extérieur. Ces zébus permettent surtout le piétinage du sol lors de la préparation du sol des rizières de bas-fond.

Le but principal du projet est d'améliorer la productivité par tête et la prophylaxie de l'élevage dans un but d'augmentation du cheptel.

Aucun objectif chiffré ne concerne l'élevage dans le PPRR. L'augmentation du cheptel permettra une augmentation également des quantités de compost produites, le projet finançant des petites étables pour rentrer le bétail le soir pour faire du fumier.

Dans le futur, une hypothèse est émise comme quoi le projet va permettre une augmentation du cheptel de 10%.

**Figure 2 :** Capture d'écran de l'onglet élevage d'EX-ACT

Choose Livestocks:	IPCC factor	Specific factor	Default Factor	Head Number				
				Start t0	Without Project		With Project	
					End	Rate	End	Rate
Dairy cattle	40		YES	0	0	Linear	0	Linear
Other cattle	31		YES	42 000	42 000	Linear	46 200	Linear
Buffalo	55		YES	0	0	Linear	0	Linear
Sheep	5		YES	0	0	Linear	0	Linear
Swine (Market)	1,5		YES	8 800	8 800	Linear	9 680	Linear

L'augmentation du Cheptel, provoquera une hausse des émissions de méthane et de protoxyde d'azote. L'augmentation pourra atteindre **60 070 t équivalent CO<sub>2</sub>**.

### Volet Prairie

Pour les prairies, le projet n'a pas d'objectif spécifique, il y a peu de prairie à cause des précipitations élevées entraînant directement une végétation luxuriante. Contrairement à l'ouest de Madagascar, les feux de brousses sont absents de la zone car inutiles pour la régénération de l'herbe.

On ne prendra pas en compte ce volet dans l'outil EX-ACT car aucune information n'est disponible sur les surfaces pâturées dans la zone et car le projet n'a pas d'influence sur ces surfaces.

### 3.7. Permettre l'accès aux intrants à tous les agriculteurs des pôles

Le projet vise à améliorer l'accès aux intrants à tous les agriculteurs. Pour améliorer cet accès il vise d'abord à aider à l'installation et à l'approvisionnement continu d'un fournisseur d'intrant dans chaque pôle. A ce jour les seuls fournisseurs se trouvent à Tamatave et Fénérive est, les grandes villes des régions. Pour le moment il y a des réticences de la part des fournisseurs, ainsi le projet essaye de trouver d'autres moyens pour distribuer les intrants.

Les agriculteurs achètent les intrants à crédit au projet et remboursent le projet une fois la récolte vendue. Les intrants sont pour le moment distribués par le projet.

Les quantités d'engrais préconisées sont les suivantes en kg /ha/an:

**Tableau 5 :** Quantités d'engrais préconisées par le projet / ha

	NPK(11-22-16)	Guano	urée	Dolomie	insecticide
Riz	200	400	50	-	-
Maïs/ culture maraichère	200	400	-	100 si sol acide	0,4

Bien entendu, ces quantités vont dépendre du type de sol, mais généralement les sols sont assez pauvres, ils ne reçoivent quasiment aucun engrais avec la technique traditionnelle (parfois des bouses de zébu fermentés). Malgré ces recommandations peu d'agriculteurs suivent les quantités recommandées du projet, à cause de l'investissement qu'implique l'engrais, ils appliquent au mieux 50% de la quantité d'engrais conseillée.

Le Guanomad n'est pas pris en compte dans l'outil EX-ACT, c'est un engrais biologique qui présente de faible émission de GES (extraction et transport seulement).

Dans ce scénario, la moitié de la quantité conseillée est appliquée par les agriculteurs. Les surfaces concernées dans ce scénario sont le riz SRI et SRA et les cultures annuelles.

**Tableau 6 :** Quantité d'engrais recommandée sur toute la surface de la zone du projet

	Surface (ha)	NPK (T/an)	Urée (T/an)	Dolomie (T/an)	Insecticide (T/an)
Riz	2500	2500	62,5	-	
Culture vivrière/maraichère	9825	9825		491,5	3,9
Total		12325	62,5	491,5	3,9

Pour la situation avant projet, le nombre d'agriculteurs utilisant des engrais était très faible voire nul, du fait qu'il n'y avait aucun fournisseur dans la zone. On considère qu'aucun agriculteur n'utilisait d'engrais avant la mise en place du projet.

Dans le futur sans projet, l'utilisation d'engrais ne s'est pas améliorée et l'on considère que sans projet les agriculteurs n'auraient pas utilisé d'engrais.

Si nous supposons que les préconisations concernant les intrants puissent être atteintes (improbable pour le moment), le projet émettrait l'équivalent **de 230 301 t équivalent CO<sub>2</sub>**. (Cf. autre scénario pour prise en compte réelle de ce qui est consommé)

### 3.8. Autres investissements : des émissions négligeables

Après consultation du service comptabilité, nous obtenons les chiffres suivant concernant les consommations annuelles de carburant et d'électricité. Nous nous baserons sur la moyenne entre 2008 et 2009 pour fixer la consommation moyenne annuelle des années durant lesquelles le projet a lieu.

**Tableau 7 :** Consommation électrique et de carburant du projet

	2008	2009	Moyenne
Consommation de carburant (l)	35655	31342	<b>34048</b>
Consommation électrique (Kwh)	12953	17543	<b>15248</b>

Concernant les constructions, il est prévu la construction d'environ 65 bâtiments ( CAM<sup>1</sup>, installation de stockage, de transformation...) en envisageant que la surface moyenne soit de 50 m<sup>2</sup>. La surface totale inscrite dans EX-ACT est donc de 3250 m<sup>2</sup>.

Les émissions de carbone de l'onglet « autres investissements » d'EX-ACT sont relativement négligeables par rapport aux autres activités du projet. Ce volet est censé émettre 3680 t équivalent CO<sub>2</sub>.

<sup>1</sup> Centre d'Accès au Marché

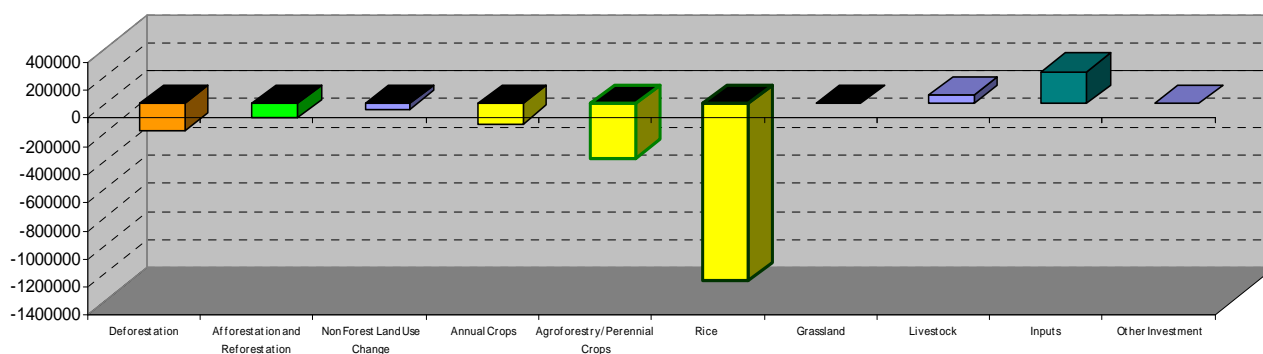
## 4. Analyse des différents scénarios

### 4.1. Scénario optimiste

Le scénario 1 est celui décrit en détail ci dessus, il peut être appelé scénario optimiste par rapport aux objectifs du projet.

**Figure 3 :** Capture d'écran des résultats d'EX-ACT scénario optimiste

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	-195388 this is a sink	-177894	-17494	0	0
Afforestation and Reforestation	-103166 this is a sink	-76634	-26532	0	0
Non Forest Land Use Change	-38102 this is a sink	-11688	-26928	407	106
Agriculture					
Annual Crops	-142040 this is a sink	0	-142040	0	0
Agroforestry/Perennial Crops	-381140 this is a sink	-374000	-7140	0	0
Rice	-1255365 this is a sink	0	0	0	-1255365
Grassland	0	0	0	0	0
Other GHG Emissions		CO <sub>2</sub> (other)			
Livestock	60070 this is a source	---		14172	45898
Inputs	230301 this is a source	161634		68667	---
Other Investment	3680 this is a source	3680		---	---
<b>Final Balance</b>	<b>-1821150 It is a sink</b>	<b>-474902</b>	<b>-220134</b>	<b>83246</b>	<b>-1209361</b>
<b>Result per ha</b>	<b>-27,2</b>	<b>-7,1</b>	<b>-3,3</b>	<b>1,2</b>	<b>-18,1</b>



Le bilan final de ce scénario permet de stocker environ **1, 821 millions de tonne équivalent CO<sub>2</sub>**. Les principales activités permettant de stocker ou d'éviter l'émission des gaz à effets de serre sont le riz et l'agroforesterie. Etant donné la faible importance de l'élevage dans la région, celui-ci n'a qu'un faible impact négatif sur le résultat carbone du projet. On peut également noter que si le projet distribuait réellement les intrants qu'il préconise pour les agriculteurs ceux-ci auraient un impact sur le bilan global, les intrants sont la première source de gaz à effet de serre du projet. Cependant par rapport aux émissions de méthane évités par la riziculture, celle-ci demeurent de moindre importance.

### 4.2. Scénario pessimiste

Ce scénario est plus pessimiste par rapport aux objectifs du projet.

Les activités qui varient comprennent les points suivants :

- Seuls 50% des bénéficiaires appliquent les techniques promues par le projet.
- Les SPI se font en partie sur d'anciennes plantations de girofliers.
- Pas d'augmentation du cheptel bovin
- Moins bonne expansion du SRI
- Engrais réellement appliqué sur le terrain

### **Cultures annuelles**

Pour la formation des producteurs, l'hypothèse est émise que seul 50% des bénéficiaires appliquent ensuite les techniques sur leur exploitations à cause d'un manque de moyen ou car ils ne veulent pas changer leur pratique traditionnelle qu'ils estiment suffisante. Ainsi 4913 ha de culture annuelle sont améliorées au lieu de 9826 ha grâce au projet.

### **Sites de production intégrés**

Dans ce scénario une partie des sites de production intégrée se fera sur d'anciennes plantations de girofliers abandonnés car non productives, pour cela il est nécessaire de défricher le terrain avant de replanter de nouveau des girofliers. On considère que cette action est neutre en termes de carbone sur le long terme. Les SPI s'installent sur 500 ha de jachère, 500 ha de culture annuelle et 500 ha de d'anciennes plantations de giroflier.

### **Cheptel Bovin**

Dans ce scénario, l'objectif du projet n'abouti pas et le cheptel bovin reste stable par rapport à la situation initiale.

### **Riziculture**

Pour le riz seulement 2000 ha passent du système traditionnel aux systèmes améliorés du SRI et du SRA.

### **Intrants**

Concernant les engrais nous allons prendre pour ce scénario les vraies valeurs de l'année 2010 et les extrapoler sur toute la durée du projet. Car en réalité les valeurs fournies par la comptabilité sont bien plus faible que celles préconisés. Nous n'avons que les valeurs du premier semestre 2010, donc une extrapolation a été faite pour avoir les quantités supposées sur l'année. On estime que par la suite les quantités seront identiques à celles présentés ci-dessous :

**Tableau 8 :** Quantité d'engrais utilisé en 2010 dans la zone du projet pour tous les agriculteurs

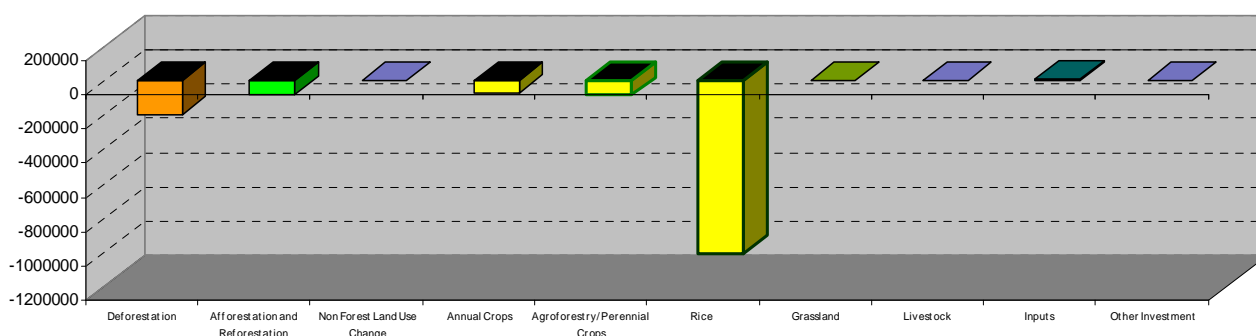
	NPK (T/an)	Pesticide (T)	Dolomie (T)	Urée (T)
Première moitié 2010	280	0,565	124,5	-
Extrapolation 2010	560	1,13	249	

Nous utilisons les valeurs de 2010 pour les calculs. Elles sont préférables à celle de 2009, car elles prennent en compte le nouveau programme PARECAM visant au développement de la culture du maïs.

## Résultats

**Figure 4 :** Capture d'écran de l'onglet résultat d'EX-ACT scénario pessimiste

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	-195388	this is a sink	-177894	-17494	0	0
Afforestation and Reforestation	-80462	this is a sink	-73334	-7128	0	0
Non Forest Land Use Change	1351	this is a source	-2521	3872	0	0
Agriculture						
Annual Crops	-71111	this is a sink	0	-71111	0	0
Agroforestry/Perennial Crops	-82207	this is a sink	-80667	-1540	0	0
Rice	-1004292	this is a sink	0	0	0	-1004292
Grassland	0		0	0	0	0
Other GHG Emissions			CO <sub>2</sub> (other)			
Livestock	0		---		0	0
Inputs	13260	this is a source	10205		3055	---
Other Investment	3680	this is a source	3680		---	---
<b>Final Balance</b>	<b>-1415168</b>	<b>It is a sink</b>	<b>-320530</b>	<b>-93401</b>	<b>3055</b>	<b>-1004292</b>
<b>Result per ha</b>	<b>-21,3</b>		<b>-4,8</b>	<b>-1,4</b>	<b>0,0</b>	<b>-15,1</b>



Ce scénario plus pessimiste, permet tout de même d'éviter ou de stocker, une quantité non négligeable de carbone de l'ordre de **1,42 millions de tonnes équivalent CO<sub>2</sub>**. Le potentiel de mitigation est ici très fortement lié à la riziculture et à l'adoption du SRI dans les rizières. L'agroforesterie ne représente plus qu'une petite partie du carbone évité, étant donné que dans ce scénario les arbres sont en fait le renouvellement des anciennes plantations de giroflier.

### 4.3. Scénario 3 Réalisation

Ce scénario est calculé à mi-parcours en 2009. Il permet de voir l'avancée du projet et calcule le résultat carbone du projet comme si il s'était arrêté à cette date.

14093 personnes formées par le projet équivalent à environ 2466 ha en admettant que tous les bénéficiaires mettent en place ce qu'ils ont appris lors de la formation.

Pour les SPI, 675 ha sont réalisés en 2010. La même hypothèse que pour le scénario 1 est utilisée. C'est-à-dire que les sites sont implantés pour moitié sur des jachères et pour moitié en remplacement des cultures traditionnelles en place. On considère que les SPI à ce stade comprennent 101 ha de reboisement (15% sur les collines), 287 ha de surface d'arbres et 287 ha de culture annuelle.

Concernant l'élevage, à ce jour, peu de résultat sont visibles, il y a une insuffisance de suivi et un manque de résultat. Ainsi le cheptel bovin n'augmente pas dans ce scénario et reste à un niveau stable.

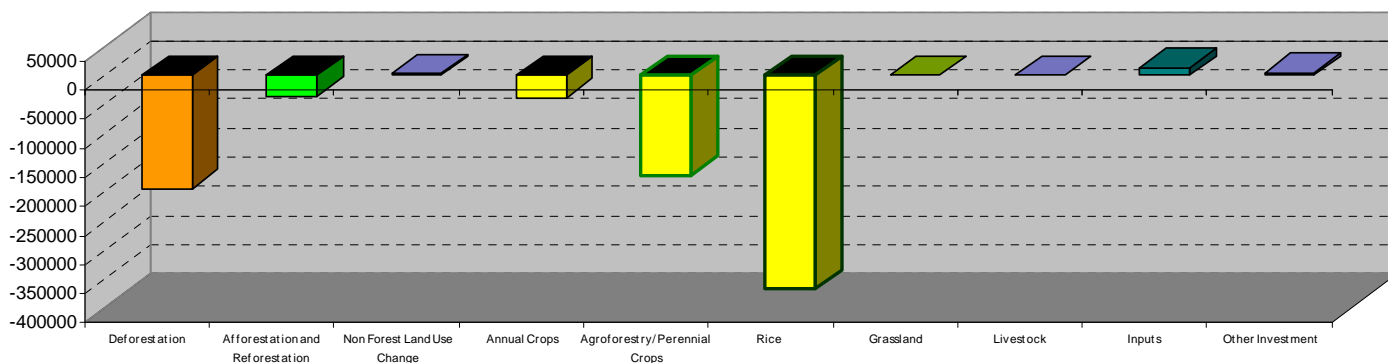
Concernant les périmètres irrigués pour le moment seuls 730 ha ont été aménagés fin 2009. Dans ce scénario, on considère que les 730 ha aménagés ont été passés en SRI et en SRA.

Concernant les intrants, les quantités dans ce scénario sont les mêmes que dans le scénario pessimiste.

## Résultats

**Figure 5 :** Capture d'écran de l'onglet résultat d'EX-ACT scénario réalisation

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	-195388	this is a sink	-177894	-17494	0	0
Afforestation and Reforestation	-36119	this is a sink	-32919	-3200	0	0
Non Forest Land Use Change	2820	this is a source	-5262	8082	0	0
Agriculture						
Annual Crops	-38769	this is a sink	0	-38769	0	0
Agroforestry/Perennial Crops	-171588	this is a sink	-168373	-3214	0	0
Rice	-366567	this is a sink	0	0	0	-366567
Grassland	0		0	0	0	0
Other GHG Emissions						
Livestock	0		CO <sub>2</sub> (other)		0	0
Inputs	13260	this is a source	---	---	---	---
Other Investment	3483	this is a source	10205	---	3055	---
			3483	---	---	---
<b>Final Balance</b>	<b>-788866</b>	<b>It is a sink</b>	<b>-370759</b>	<b>-54596</b>	<b>3055</b>	<b>-366567</b>
<b>Result per ha</b>	<b>-12,8</b>		<b>-6,0</b>	<b>-0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-5,9</b>



Si le projet s'arrêtait à l'heure actuelle et si la situation reste stable dans les vingt prochaines années, avec ce scénario le projet permettrait tout de même d'éviter l'émission d'environ **790 000 t équivalent CO<sub>2</sub>**. Ici les deux puits majeurs sont comme pour les précédents scénarios, la riziculture et les sites agroécologiques.

## 5. Analyse économique simplifiée et crédits carbone

Plusieurs activités du projet ont un fort potentiel de mitigation au changement climatique. Ces activités concernent la riziculture et les sites agro écologiques mis en place par le projet. Ces deux volets pourraient obtenir des crédits carbones et méthane via des organismes certifiés. Cependant pour le moment aucun organisme ne fournit de crédit pour les émissions de méthane évitées grâce à la riziculture. Ces crédits pourront être obtenus dans l'avenir avec une

amélioration de la méthodologie et des standards de calcul au niveau de l'UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).

#### *Méthane évité par la riziculture*

Concernant les émissions évitées grâce à la riziculture, le fait de passer d'un système inondé en permanence à un système SRI/SRA avec des périodes d'assecs et une utilisation de compost, améliore considérablement le bilan carbone du projet, et pourrait représenter jusqu'à 1, 255 millions de tonnes équivalent CO<sub>2</sub> évités dans l'atmosphère. L'analyse économique des différents scénarios est présentée ci-dessous.

**Tableau 9:** Analyse économique des différents scénarios concernant la riziculture

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
<b>Potentiel de mitigation des différents scénarios en éq CO<sub>2</sub></b>		<b>1 255 365</b>	<b>1 004 292</b>	<b>366 567</b>
<b>Revenu sur 20 ans en \$</b>	<b>T éq CO<sub>2</sub> à 2\$</b>	<b>2 510 730</b>	<b>2 008 584</b>	<b>733 134</b>
<b>Revenu possible/ an en\$</b>		<b>125 536</b>	<b>100 429</b>	<b>36 656</b>
<b>Revenu par ha et par an en \$</b>		<b>41, 8</b>	<b>33,5</b>	<b>12,2</b>
<b>Revenu sur 20 ans en \$</b>	<b>T éq CO<sub>2</sub> à 5\$</b>	<b>6 276 825 \$</b>	<b>5 021 460 \$</b>	<b>1 832 835 \$</b>
<b>Revenu possible / an en \$</b>		<b>313 841</b>	<b>251 073</b>	<b>91 642</b>
<b>Revenu par ha/an en \$</b>		<b>104,6</b>	<b>83,7</b>	<b>30,5</b>

I

Il faut savoir également que ces chiffres peuvent être réalistes car à ce jour la taille moyenne des projets sur le marché de Kyoto est de 50 000 t de CO<sub>2</sub>éq /an (ici pour le scénario 1 : 62 768 t de CO<sub>2</sub>éq /an). Cependant sur le marché volontaire, les projets sont de l'ordre de 5000 t équivalent CO<sub>2</sub>.

La partie riziculture du projet, pourrait ainsi dégager jusqu'à 104,6 \$ /ha et par an pendant 20 ans sur 3000 ha. Cela permettrait soit une subvention directe à l'agriculteur afin qu'il poursuive une culture de riz faiblement émettrice de méthane soit plusieurs créations d'emploi de conseiller par exemple pour la mise en place et le suivi des pratiques de réduction des émissions de méthane dans les rizières.

#### *Carbone stocké par les sites agroécologiques ou SPI*

Concernant les sites de productions intégrés la quantité d'équivalent carbone concernée est moindre, mais dans ce cas il s'agit de carbone stocké, et les crédits peuvent être plus facilement obtenus par rapport à l'activité riz du projet.

En additionnant les puits de carbone des différents secteurs concernés par les sites de productions intégrés (boisement, cultures annuelles, cultures pérennes), nous obtenons les quantités de carbone suivantes en fonction des différents scénarios :

**Tableau 10:** Analyse économique des différents scénarios concernant les sites de production intégrés

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
<b>Potentiel de mitigation des différents scénarios en éq CO<sub>2</sub></b>		<b>531 384</b>	<b>170 294</b>	<b>208 928</b>
<b>Revenu sur 20 ans en \$</b>	<b>T éq CO<sub>2</sub> à 2\$</b>	<b>1 062 768</b>	<b>340 588</b>	<b>417 856</b>
<b>Revenu possible/ an en\$</b>		<b>53 138</b>	<b>17 029</b>	<b>20 892</b>
<b>Revenu par ha et par an en \$</b>		<b>35,4</b>	<b>11,3</b>	<b>13,9</b>
<b>Revenu sur 20 ans en \$</b>	<b>T éq CO<sub>2</sub> à 5\$</b>	<b>2 656 920</b>	<b>851 470</b>	<b>1 044 640</b>
<b>Revenu possible / an en \$</b>		<b>132 846</b>	<b>42 573</b>	<b>52 232</b>
<b>Revenu par ha/an en \$</b>		<b>88,6</b>	<b>28,4</b>	<b>34,8</b>

Ces calculs montrent que les sites de production intégrés pourrait bénéficier de financement carbone relativement conséquent, allant de 84,8 \$ par ha et par an à 28,4 \$ par ha et par an pour 1500 ha sur 20 ans. Il serait donc intéressant de se pencher sur la procédure du CDM permettant d'obtenir des crédits carbone pour le projet, notamment à travers les mécanismes CDM (Clean Development Mechanisms) ou le marché volontaire avec des organismes tel le Voluntary Carbon Standard (VCS).

## 7. Conclusion

En conclusion, selon tous les scénarios, le projet PPRR permet d'agir favorablement à la mitigation au changement climatique. En effet la quantité de GES (Gaz à Effet de Serre) stockée ou évitée va de 1,4 à 1,8 millions de t équivalent CO<sub>2</sub> sur 20 ans. Le changement d'un système traditionnel à un système SRI pour le riz grâce aux aménagements hydro agricoles contribue pour la plus grande partie à ce chiffre. En effet jusqu'à 1,2 millions de t équivalent CO<sub>2</sub> peuvent être évitées par l'adoption du SRI sur toute la zone réhabilitée par le projet !

Si les 1500 ha sont bien mis en place, les sites de productions intégrés du projet permettront un stockage important de carbone, pouvant aller jusqu'à 500 000 t équivalent CO<sub>2</sub> stocké sur 20 ans. Ces émissions de méthane évitées et le carbone stockés pourraient correspondre à des activités de compensation carbone, qui ont donc la possibilité d'obtenir des crédits carbone. Pour la mise en place des SPI, le financement potentiel pourrait s'élever à 1 million de \$. Et pour la mise en place du SRI à grande échelle, ceux-ci pourraient atteindre 2,5 million de \$. Cependant pour le moment aucune méthodologie n'existe concernant les crédits méthane destinés aux émissions évitées de la riziculture.

Ce nouvel apport de crédit pourrait permettre au projet de développer ces sites, d'embaucher plus de personnel pour le conseil et la formation des agriculteurs et ainsi favoriser de nouvelles techniques moins émettrices de carbone tout en s'adaptant au changement climatique futur.

## REFERENCES

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

Document de Travail 3 de la Revue à Mi Parcours, 2008. Appui au développement agricole. Programme de Promotion des Revenus Ruraux. République de Madagascar.

Document de Travail 4 de la Revue à Mi Parcours, 2008. Désenclavement et infrastructures. Programme de Promotion des Revenus Ruraux. République de Madagascar.

FAO 2007, prospectus EX-ACT outil Bilan carbone Ex-ante.

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.

Rapport de Pré-Evaluation du Programme de Promotion des Revenus Ruraux, 2003. Vol I rapport principal. Rapport N°1453-MG. République de Madagascar.

Revue à Mi Parcours du Programme de Promotion des Revenus Ruraux, 2008. Rapport N°1978-MG. République de Madagascar.

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.

GIEC. 2007. Agriculture. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, E-U.A., Cambridge University Press.

Ministère de l'Environnement et des forêts. Site internet. Consulté le 31/08/2010. Evolution de la couverture forestière des régions de Madagascar.

[http://www.meef.gov.mg/index.php?option=com\\_content&task=view&id=9&Itemid=10](http://www.meef.gov.mg/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=10)

## Listes des tableaux et des figures

**Tableau 1** : Occupations du sol et élevage dans la situation avant, sans et avec projet

**Tableau 2** : Thèmes d'intensification du projet PPRR (Issue du RPE PPRR).

**Tableau 3** : Répartition du potentiel de stockage de carbone des SPI

**Tableau 4** : Les différents systèmes rizicoles de la région

**Tableau 5** : Quantités d'engrais préconisés par le projet / ha

**Tableau 6** : Quantité d'engrais recommandée sur toute la surface de la zone du projet

**Tableau 7** : Consommation électrique et de carburant du projet

**Tableau 8** : Quantité d'engrais utilisé en 2010 dans la zone du projet

**Tableau 9** : Analyse économique des différents scénarios concernant la riziculture

**Tableau 10** : Analyse économique des différents scénarios concernant les sites de production intégrés

**Figure 1** : Capture d'écran de l'onglet riz d'EX-ACT

**Figure 2** : Capture d'écran de l'onglet élevage d'EX-ACT

**Figure 3** : Capture d'écran des résultats d'EX-ACT scénario optimiste

**Figure 4** : Capture d'écran de l'onglet résultat d'EX-ACT scénario pessimiste

**Figure 5** : Capture d'écran de l'onglet résultat d'EX-ACT scénario réalisation