



Ouvrir 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 au politiques agricoles FAO

Rédaction : Armel Gentien – Ecole Supérieur d'Agriculture, Angers, France
Juillet, 2010

Étude de cas : Analyse du potentiel de mitigation climatique du 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 consultant junior FIDA/FAO. L'étude a été réalisée grâce au soutien de toute l'équipe du PPRR et notamment Marcellin Léon, Responsable du suivi-évaluation (RSE) du Programme, Jean-Luc Ranaivomanana et Adeline Razoeliasoa, Agronomes, et Soja Sesy, Coordonateur du Programme. L'auteur tient également à remercier les bénéficiaires du Programme 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, 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

Introduction	1
1.1 Objectifs de l'étude de cas	1
1.2 Contexte climatique	1
1.3 Étapes d'analyse de l'évaluation ex-ante de l'outil carbone	1
1.4 L'outil EX-ACT	2
1.5 Contexte national	2
2. Les objectifs du Programme	3
3. Potentiel de mitigation du Programme d'après l'outil EX-ACT	4
3.1. Le module description d'EX-ACT	4
3.2. Une région touchée par la déforestation	7
3.3. Un appui aux agriculteurs pour les cultures maraîchères et vivrières	8
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	11
3.6. Une faible importance de l'élevage dans la région	13
3.7. Permettre l'accès aux intrants à tous les agriculteurs des pôles	14
3.8. Autres investissements : des émissions négligeables	15
4. Analyse des différents scénarios	15
4.1. Scénario optimiste	15
4.2. Scénario pessimiste	16
4.3. Scénario 3 - réalisation	18
5. Analyse économique simplifiée et crédits carbone	19
7. Conclusion	21

1. Introduction

1.1 Objectifs de l'étude de cas

Cette étude porte sur le potentiel du Programme de promotion des revenus ruraux (PPRR), un Programme 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), a été utilisé pour mesurer la concentration en gaz à effet de serre.

L'étude s'articule de la façon suivante : la première partie résume brièvement le Programme, ses objectifs ainsi que le contexte environnemental régional. La deuxième partie traite des données utilisées, de leur provenance, ainsi que des hypothèses formulées et de leurs résultats. La dernière partie concerne les différents scénarios possibles, depuis le scénario le plus pessimiste jusqu'au scénario plus optimiste, en passant par un état des lieux du stockage et des émissions de gaz à effet de serre du Programme.

1.2 Contexte climatique

Le changement climatique est l'un des défis majeurs du vingt-et-unième siècle. Tous les jours, les activités humaines tels les transports, la production d'énergie et l'industrie produisent une quantité non négligeable de gaz à effets de serre qui contribuent au changement climatique. Le climat terrestre est affecté de diverses façons par l'augmentation des émissions de gaz à effets de serre : la moyenne des températures augmente et les événements climatiques extrêmes tels les cyclones, sécheresses ou inondations se font de plus en plus fréquents.

L'agriculture et la déforestation sont également des sources importantes de gaz à effet de serre (GES), contribuant pour 13 et 17 % des GES globaux en 2004.

Les principaux GES sont le dioxyde de carbone (CO₂), le protoxyde d'azote (N₂O) et le méthane (CH₄). 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 CO₂ 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 Étapes 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 Programme :

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

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

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

1.4 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 Programme, et le second le scénario avec Programme. 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 PPRR.

1.5 Contexte national

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 km², 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 (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 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.

1.6 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. Le riz reste cependant 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, alors que sur les pentes, le manioc, les cultures maraichères et vivrières comme le maïs, le riz pluvial, etc. occupent la majeure partie des surfaces. La région est également réputée pour ses cultures de rente à l'exportation telles le girofle, le poivre, le café et les litchis.

Les techniques de défriche par 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'intrants dans cette zone est quasiment inexistante, le matériel génétique peu performant et l'accès aux intrants très limité. Les systèmes de riziculture intensive et améliorée (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 délaissées au profit du riz et sont donc non renouvelées et peu entretenues. Elles fournissent ainsi un très faible rendement aux agriculteurs. (RPE 2003)

2. Les objectifs du Programme

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 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 et microfinance

Composante 4 : Appui aux institutions politiques et gestion du programme

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

3. Potentiel de mitigation du Programme d'après l'outil EX-ACT

3.1. Le module description d'EX-ACT

Le climat

Le Programme 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 2 000 mm et des précipitations pouvant s'élever à 3 500 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 ferrallitique, cependant dans les plaines et les bas fonds les sols sont souvent alluvionnaires hydromorphes organiques à moyennement organiques. Les sols dominants de la région selon la classification du GIEC sont des sols LAC à faible teneur en argile (argile 1:1).

Durée et périmètre du Programme

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 Programme (notamment autour de Fénérive) et d'autres plus tardivement (autour de Brickaville).

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

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



Origine des données

Pour l'étude, toutes les dynamiques sont établies par défaut en linéaire¹. Les chiffres du présent rapport sont issus de la revue à mi-parcours et des documents de travail du Programme de 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 destinés 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 Programme. Les chiffres de l'élevage ont été collectés à partir des données des plans de développement des pôles (PDP). Ceux des surfaces forestières proviennent des données de l'organisation non-gouvernementale Conservation International (CI).

¹ 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 Programme

Activités ayant un effet sur le bilan carbone

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

- Amélioration de la base productive par les intrants (semences, engrais)
- Amélioration des techniques de production agricoles (culture vivrière et culture maraîchère)
- Développement de l'agroforesterie
- Réduction de la pratique du défriche par brûlis
- Développement de SRI /SRA
- Limitation de l'expansion agricole

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

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

Forêt - ha	Début	Sans Programme	Avec Programme	Commentaires
forêt côtière	18 306	17 188	17 351	Taux de déforestation de 0,112% et 0,448% /an avec Programme et de 0,13 et 0,53% sans Programme pour les régions Analanjirofo et Atsinanana
Forêt dense	34 705	33 814	33 936	
Cultures annuelles - ha	Début	Sans Programme	Avec Programme	Techniques utilisées
Cultures annuelles traditionnelle	9 826	9 826	0	Conseils agricoles/compost, gestion des résidus...
Cultures annuelles améliorées	0	0	9 826	
Riz - ha	Début	Sans Programme	Avec Programme	
Riz traditionnel irrigué	1 500	1 500	250	2 cultures par an/ inondé en permanence
Riz traditionnel irrigué avec mauvaise maîtrise de l'eau et terrain non drainé	1 500	1 500	250	
Riz irrigué SRI/SRA	0	0	1 250	2 cultures par an/ inondé par intermittence
Riz irrigué SRI/SRA avec compost	0	0	1 250	
Changement d'utilisation des terres agroforesterie-ha	Début	Sans Programme	Avec Programme	
SPI : de jachère à culture améliorée	0	0	262,5	Mise en place des sites de production intégrée 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 - nombre de têtes	Début	Sans Programme	Avec Programme	
Bovidés	42 000	42 000	46 200	Meilleure prophylaxie/ plus de compost
Suidés	8 800	8 800	9 680	

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 Conservation International a été de 0,56% et 0,14% par an pour les régions Atsinanana et Analanjirofo sur la période 2000-2005.

Le Programme n'a pas de lien direct avec la déforestation. Cependant, par l'amélioration du niveau de vie de la population et 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 Programme.

Grâce au Programme on peut espérer que le rythme de déforestation diminue de 20%² 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 Programme. 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.

Quelques actions luttant indirectement contre la déforestation sont tout de même suivies par le Programme, 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 Programme 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 brûlis 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 perd 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 intégrée 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 en 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 PPRR, nous avons choisi de distinguer deux types de forêts : 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.

² Hypothèse personnelle

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 Programme vont ainsi permettre une limitation de l'expansion agricole sur les forêts. Le Programme pourrait alors permettre de réduire les émissions de **195 400 tonnes d'équivalent CO₂** par rapport à une situation sans Programme.

3.3. Un appui aux agriculteurs pour les cultures maraîchères et vivrières

Le Programme n'a pas d'objectif chiffré concernant les cultures annuelles, les indicateurs du Programme 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 cultures, la fabrication de compost, la rotation de culture et une meilleure gestion des résidus de culture sur le sol.

Tableau 2 : Thèmes d'intensification du 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 Programme. L'incertitude est cependant augmentée par ce type de calcul.

Le Programme a pour prévision de former 28 073 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 Programme 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 surface³. 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 9 826 ha. Dans l'outil EX-ACT, les activités « pratiques agronomiques améliorées » et « gestion des engrais » sont activées pour les cultures améliorées grâce au PPRR. Si les nouvelles techniques agricoles préconisées par le Programme sont appliquées sur toutes les cultures annuelles, le stockage de carbone pourrait atteindre **142 040 tonnes d'équivalent CO₂**.



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

Le Programme prévoit la mise en place de 1 500 ha de site de production intégrée (SPI) ou sites agroécologiques. Ces sites sont placés 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 inclut 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 maraîchères. Afin de stopper l'érosion, des bandes de *flemingia* sont plantés selon les courbes de niveau. Entre ces bandes, l'agriculteur peut planter toutes sortes de cultures (cultures maraîchères, vivrières, riz pluvial, arbres fruitiers et arbres de

³ Hypothèses formulées suite à des discussions avec les bénéficiaires, les agronomes et le responsable du suivi-évaluation du Programme, et confirmées par des enquêtes de terrain

rente tel que les girofliers, poivriers, etc.). En haut de la parcelle, sur la colline, sont plantées des essences forestières à croissance rapide destinées au bois d'œuvre ou au charbon.

Pour traiter l'agroforesterie dans l'outil EX-ACT, il faut connaître la part d'arbres et de cultures dans la parcelle. Après observations de plusieurs sites, nous avons 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, etc.) et les cultures maraîchères et vivrières. Ainsi, l'hypothèse est que le nombre d'hectares de surface boisée est de 225 ha, celui des cultures pérennes de 637,5 ha et celui des cultures maraîchères ou vivrières de 637,5 ha.

Les sites de production intégrée sont implantés soit sur des « tanety », où l'occupation du sol est constituée de champs de riz pluvial ou de culture maraîchère 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 présumées 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 Programme :

- 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. Il en est de même pour les plantations pérennes
- 750 ha de jachère correspond à 225 ha de boisement (à prendre en compte dans boisement), 262,5 ha de culture améliorée et 262,5 ha de plantation pérennes
- 750 ha de culture traditionnelle correspond à 375 ha de culture améliorée (à prendre en compte dans annuel) et 375 ha de plantation pérennes

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

Au final, le stockage de carbone lié aux sites de production intégrée permettra, au bout de 20 ans, le stockage d'environ **530 000 tonnes d'équivalent CO₂**.

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 plantées dans cette zone, c'est-à-dire du café, du girofle, des litchis, etc.

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 l'un des objectifs du PPRR. Ce sont des mesures qui ont pour but de développer et de sécuriser le potentiel de production des exploitants. La surface totale prévue est de 3000 ha de périmètres irrigués dans les pôles d'intervention du Programme. Ce chiffre comprend à la fois à l'objectif du Programme d'appui à la résilience aux crises alimentaires à Madagascar (PARECAM), 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 conseils des techniciens agricoles du PPRR pour appliquer les nouvelles techniques de production.

A terme, on émet l'hypothèse que 1 000 ha passeront en système de riziculture intensive, 1 500 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 (CH₄) qui s'échappe dans l'atmosphère à travers les plants de riz. La quantité annuelle de méthane émise dans l'atmosphère par les rizières peut dépendre de plusieurs paramètres : le nombre de cultures, le régime hydrique avant et pendant la culture, les amendements organiques et inorganiques, le type de sol, la température, le cultivar de riz, etc. (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 autres, 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 pré-saison 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 pré-saison n'est pas 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.

Le tableau ci-dessous résume 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	Pré-saison 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 period (Days)	Water Regime		Organic Amendment type (Straw or other)
		During the cultivation Period	Before the cultivation period need help	
riz traditionnel	300	Irrigated - Continuously flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw incorporated shortly (<30d) before cultivation)
riz traditionnel pas de drainage	300	Irrigated - Continuously flooded	Flooded preseason (>30 days)	Straw incorporated shortly (<30d) before cultivation)
riz amélioré SRA/SRI	200	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Straw incorporated long (>30d) before cultivation)
riz amélioré SRA/SRI compost	200	Irrigated - Intermittently flooded	Non flooded preseason <180 days	Compost

CH4 emission from rice systems					
Areas (ha) of the different options					
Type	Start t0	Without Project		With Project	
		End	Rate	End	Rate
Rice 1	1500	1500	Linear	250	Linear
Rice 2	1500	1500	Linear	250	Linear
Rice 3	0	0	Linear	1250	Linear
Rice 4	0	0	Linear	1250	Linear

Default IPCC calculation	
kg CH4 per ha/day	kg CH4 per ha
3.92	1176.7
7.45	2235.8
1.28	255.6
0.84	168.0

Au final, le Programme 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 d'équivalent CO₂**. Ce chiffre important est en partie dû 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 CH₄ par ha et par jour. Alors qu'une rizière améliorée avec le SRI avec une irrigation par intermittence, des périodes d'assèchement, une pré-saison non inondée inférieure à 180 jours et une utilisation de compost, émet seulement 0,84 kg de CH₄ par ha et par jour, soit presque dix fois moins.

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

Après analyse des plans de développement des pôles (PDP), il s'avère que le cheptel bovin annuel ces dernières années s'élevait autour d'environ 42 000 zébus et de 8 800 porcs. Les régions d'Analanjirifo 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 de piétiner du sol lors de la préparation du sol des rizières de bas-fond.

Le but principal du Programme 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 également une augmentation des quantités de compost produites, le Programme finançant des petites étables pour rentrer le bétail le soir pour faire du fumier. Dans le futur, une hypothèse est émise selon laquelle le Programme permettra une augmentation de 10% du cheptel .

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

Choose Livestock:	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 tonnes d'équivalent CO₂**.

Volet prairies

Pour les prairies, le Programme n'a pas d'objectif spécifique. Il y a en effet peu de prairies à cause des précipitations élevées qui favorisent plutôt 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 Programme n'a pas d'influence sur ces surfaces.

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

Le Programme vise à améliorer l'accès aux intrants à tous les agriculteurs. Pour améliorer cet accès, il a d'abord pour objectif d'aider à l'installation et à l'approvisionnement continu d'un fournisseur d'intrant dans chaque pôle. À 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 Programme tente de trouver d'autres moyens pour distribuer les intrants.

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

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

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

	NPK(11-22-16)	Guano	urée	Dolomie	insecticide
Riz	200	400	50	-	-
Maïs/ culture maraîchère	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 fermentées). Malgré ces recommandations, peu d'agriculteurs suivent les quantités recommandées du Programme. 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 faibles émissions 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 Programme

	Surface (ha)	NPK (T/an)	Urée (T/an)	Dolomie (T/an)	Insecticide (T/an)
Riz	2 500	2 500	62 ,5	-	
Culture vivrière / maraîchère	9 825	9 825		491,5	3,9

Total		12 325	62,5	491,5	3,9
-------	--	--------	------	-------	-----

Pour la situation avant le Programme, 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 donc qu'aucun agriculteur n'utilisait d'engrais avant la mise en place du Programme.

Dans le futur sans Programme, l'utilisation d'engrais ne s'est pas améliorée et l'on considère que sans Programme 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 Programme émettrait l'équivalent de **230 301 tonnes d'équivalent CO₂**. (Cf. autre scénario pour prise en compte réelle de ce qui est consommé)

3.8. Autres investissements : des émissions négligeables

Après consultation du service de la 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 Programme a lieu.

Tableau 7 : Consommation électrique et de carburant du Programme

	2008	2009	Moyenne
Consommation de carburant (l)	35 655	31 342	34 048
Consommation d'électricité (Kwh)	12 953	17 543	15 248

Il est prévu la construction d'environ 65 bâtiments (centres d'accès au marché (CAM), installation de stockage et de transformation, etc.), pour une surface moyenne soit de 50 m². La surface totale inscrite dans EX-ACT est donc de 3 250 m².

Les émissions de carbone de l'onglet « autres investissements » d'EX-ACT sont relativement négligeables par rapport aux autres activités du Programme. Il est prévu que la construction émette 3 680 tonnes d'équivalent CO₂.

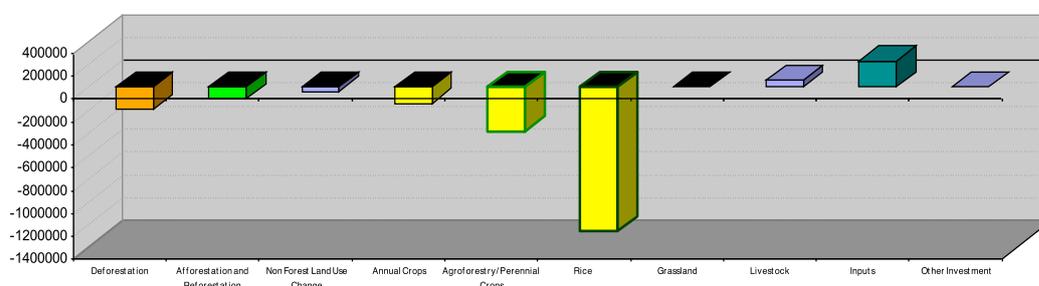
4. Analyse des différents scénarios

4.1. Scénario optimiste

Le scénario 1 - décrit en détails ci-dessous - est le scénario "optimiste" par rapport aux objectifs du Programme.

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

Components of the Project	Balance (Project - Baseline) All GHG in tCO ₂ eq	CO ₂		N ₂ O	CH ₄
		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 ₂ (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	---	---	---
Final Balance	-1821150 It is a sink	-474902	-220134	83246	-1209361
Result per ha	-27.2	-7.1	-3.3	1.2	-18.1



Le bilan final de ce scénario permet de stocker environ **1, 821 millions de tonne d'équivalent CO₂**. Les principales activités permettant de stocker ou d'éviter l'émission des gaz à effets de serre sont le riz et l'agroforesterie. Étant donnée la faible importance de l'élevage dans la région, celui-ci n'a qu'un faible impact négatif sur le résultat carbone du Programme. On peut également noter que si le Programme distribuait réellement les intrants qu'il préconise pour les agriculteurs ceux-ci auraient un impact sur le bilan global, les intrants étant la première source de gaz à effet de serre du Programme. Cependant, par rapport aux émissions de méthane évitées par la riziculture, celle-ci demeurent de moindre importance.

4.2. Scénario pessimiste

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

Les activités qui varient comprennent les points suivants :

- Seule la moitié des bénéficiaires appliquent les techniques promues par le Programme
- Les SPI se font en partie sur d'anciennes plantations de girofliers
- Il n'y a pas d'augmentation du cheptel bovin
- L'expansion du SRI est moins importante que prévu
- Les quantités engrais réellement appliqués sur le terrain sont plus faibles que prévu

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 moyens ou car ils ne veulent pas changer la pratique traditionnelle qu'ils estiment suffisante. Ainsi, 4 913 ha de culture annuelle sont améliorés au lieu de 9 826 ha grâce au Programme.

Sites de production intégrée

Dans ce scénario, une partie des sites de production intégrée se fera sur d'anciennes plantations de girofliers abandonnées car non productives, où 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 Programme n'aboutit pas et le cheptel bovin reste stable par rapport à la situation initiale.

Riziculture

Seulement 2 000 ha passent du système rizicole traditionnel aux systèmes améliorés du SRI et du SRA.

Intrants

En ce qui concerne les engrais, nous allons prendre pour ce scénario les vraies valeurs de l'année 2010 et les extrapoler sur toute la durée du Programme, car en réalité les valeurs fournies par la comptabilité sont bien plus faibles que celles préconisées. 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 présentées ci-dessous :

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

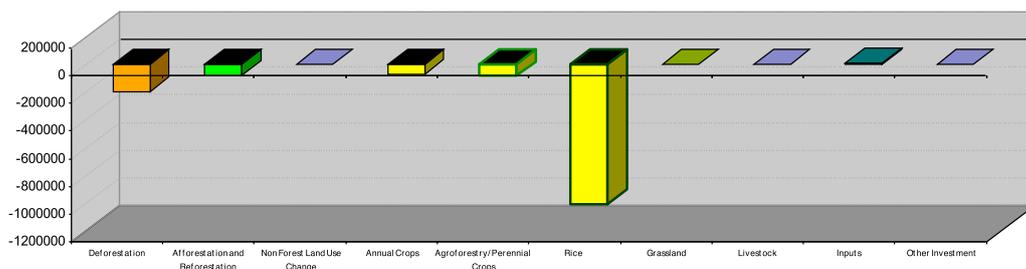
	NPK (T/an)	Pesticide (T)	Dolomie (T)	Urée (T)
Première moitié 2010	280	0,565	124,5	-
Extrapolation 2010	560	1,13	249	

Les valeurs utilisées pour les calculs sont celles de 2010. 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 ₂ eq		CO ₂		N ₂ O	CH ₄
			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 ₂ (other)			
Livestock	0		---		0	0
Inputs	13260	this is a source	10205		3055	---
Other Investment	3680	this is a source	3680		---	---
Final Balance	-1415168	It is a sink	-320530	-93401	3055	-1004292
Result per ha	-21.3		-4.8	-1.4	0.0	-15.1



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 d'équivalent CO₂**. 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 correspondent au 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 Programme et calcule le résultat carbone du Programme comme s'il s'était arrêté à cette date. Les 14 093 personnes formées par le Programme équivalent à environ 2 466 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.

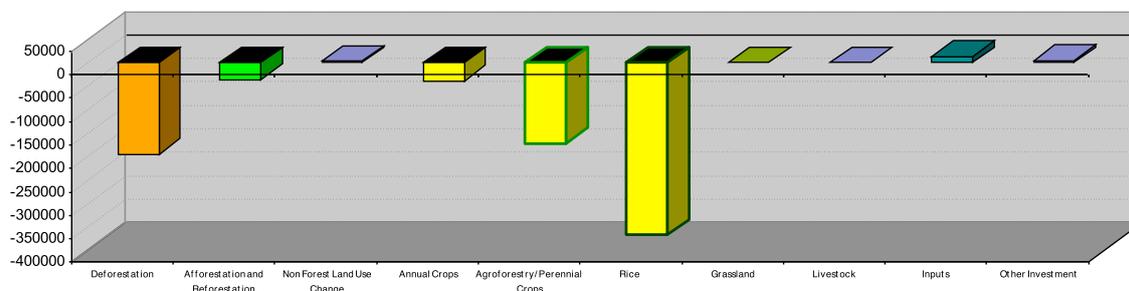
En ce qui concerne l'élevage peu de résultats sont visibles à ce jour, dû il y a une insuffisance de suivi et un manque de résultats. Ainsi, le cheptel bovin n'augmente pas dans ce scénario et reste à un niveau stable.

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. Enfin, les quantités d'intrants 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 tCO2eq		CO2		N2O	CH4
			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			CO2 (other)			
Livestock	0		---		0	0
Inputs	13260	this is a source	10205		3055	---
Other Investment	3483	this is a source	3483		---	---
Final Balance	-788866	It is a sink	-370759	-54596	3055	-366567
Result per ha	-12.8		-6.0	-0.9	0.0	-5.9



Si le Programme s'arrêtait à l'heure actuelle et si la situation reste stable dans les vingt prochaines années, avec ce scénario le Programme permettrait tout de même d'éviter l'émission d'environ **790 000 tonnes d'équivalent CO₂**. 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 Programme ont un fort potentiel de mitigation du changement climatique. Ces activités concernent la riziculture et les sites agroécologiques mis en place par le Programme. Ces deux volets pourraient obtenir des crédits carbonés 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 la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

Méthane évité par la riziculture

En ce qui concerne 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'assèchement et une utilisation de compost améliore considérablement le bilan carbone du Programme, et pourrait représenter jusqu'à 1,255 millions de tonnes d'équivalent CO₂ 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
Potentiel de mitigation des différents scénarios en éq CO ₂		1 255 365	1 004 292	366 567
Revenu sur 20 ans en dollars	T éq CO ₂ à 2\$	2 510 730	2 008 584	733 134
Revenu possible par an en dollars		125 536	100 429	36 656
Revenu par ha et par an en dollars		41,8	33,5	12,2
Revenu sur 20 ans en dollars	T éq CO ₂ à 5\$	6 276 825 \$	5 021 460 \$	1 832 835 \$
Revenu possible / an en dollars		313 841	251 073	91 642
Revenu par ha/an en dollars		104,6	83,7	30,5

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 tonnes d'équivalent CO₂ par an (ici pour le scénario 1 : 62 768 tonnes d'équivalent CO₂ par an). Cependant, sur le marché volontaire, les projets sont de l'ordre de 5 000 tonnes d'équivalent CO₂.

La partie riziculture du Programme pourrait ainsi dégager jusqu'à 104,6 dollars par 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'emplois de conseillers, 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

Sur les sites de production intégrée, 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 Programme.

En additionnant les puits de carbone des différents secteurs concernés par les sites de production intégrée (boisement, cultures annuelles ou 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
Potentiel de mitigation des différents scénarios en éq CO ₂		531 384	170 294	208 928
Revenu sur 20 ans en dollars	T éq CO ₂ à 2\$	1 062 768	340 588	417 856
Revenu possible par an en dollars		53 138	17 029	20 892
Revenu par ha et par an en dollars		35,4	11,3	13,9
Revenu sur 20 ans en dollars	T éq CO ₂ à 5\$	2 656 920	851 470	1 044 640
Revenu possible / an en dollars		132 846	42 573	52 232
Revenu par ha/an en dollars		88,6	28,4	34,8

Ces calculs montrent que les sites de production intégrée pourraient bénéficier de financements carbone relativement conséquents, allant de 84,8 dollars par ha et par an à 28,4 dollars par ha et par an pour 1 500 ha sur 20 ans. Il serait donc intéressant de se pencher sur la procédure du CDM permettant d'obtenir des crédits carbone pour le Programme, notamment à travers le mécanisme de développement propre (MDP) ou le marché volontaire avec des organismes tels le Crédit Carbone Volontaire (Voluntary Carbon Standard - VCS).

7. Conclusion

En conclusion, selon tous les scénarios, le PPRR permet d'agir favorablement sur la mitigation au changement climatique. En effet, la quantité de gaz à effet de serre stockée ou évitée varie entre 1,4 à 1,8 millions de tonnes d'équivalent CO₂ 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 tonnes d'équivalent CO₂ peuvent être évitées par l'adoption du SRI sur toute la zone réhabilitée par le Programme.

Si les 1 500 ha sont bien mis en place, les sites de productions intégrée du Programme permettront un stockage important de carbone, pouvant aller jusqu'à 500 000 tonnes d'équivalent CO₂ stockés sur 20 ans. Ces émissions de méthane évitées et le carbone stocké 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 dollars, alors que pour la mise en place du SRI à grande échelle, ceux-ci pourraient atteindre 2,5 million de dollars. 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 Programme 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.meeft.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 Programme

Tableau 2 : Thèmes d'intensification du 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 Programme / ha

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

Tableau 7 : Consommation électrique et de carburant du Programme

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

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