

Estimation ex-ante de l'impact du projet PAD-Nord sur le bilan GES et carbone

à partir de l'outil EX-ACT (*EX-Ante Carbon-balance Tool*) développé par la FAO



Martial Bernoux, IRD, UMR Eco&Sols

Clovis Grinand, Etc Terra

Nicolas Salaün, Hérauld Museau, Agrisud International

Louis Juste Charles, Béatrice Félix, Predner Duvivier, Université d'Etat d'Haïti (UEH), Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Port-au-Prince, Haïti

Juillet 2014



Estimation ex-ante de l'impact du projet PAD Nord sur le bilan GES et carbone à partir de l'outil EX-ACT (*EX-Ante Carbon-balance Tool*) développé par la FAO

Contenu

- Résumé 2
- 1. Contexte 3
 - 1.1. Dégradation des sols à Haïti 3
 - 1.2. Le cadre du projet 3
 - 1.3. Les outils pour les bilans « carbone » 5
 - 1.4. L'outil EX-ACT 7
- 2. Le Bilan ex-ante du projet 8
 - 2.1. Liens entre les activités et les modules de l'outil EX-ACT 9
 - 2.2. Hypothèse pour la mise en œuvre du bilan 11
 - 2.3. Résultats préliminaires 14
 - 2.4. Incertitude et analyse de sensibilité 15
- 3. Perspectives : adaptation de l'outil et application à échelle plus détaillée. 17
- 4. Références 18
- Annexe 1 19
- Annexe 2 20
- Annexe 3 25
- Annexe 4 26

Résumé

Ce document présente l'estimation du bilan carbone du projet intitulé « *Aménagement durable du bassin versant de Limbé et mesure de l'impact environnemental des activités agricoles – Nord-Haïti* » porté par Agrisud International et son partenaire haïtien Gradimirh, et financé par l'Agence Française de Développement (AFD) et le Conseil Régional de la Région Aquitaine. Ce projet vise avant tout l'aménagement et la valorisation durable d'un bassin versant, tout en tenant compte du développement des filières agricoles et de la protection des ressources naturelles. Les objectifs principaux sont de :

- Lutter contre la pauvreté et contribuer au développement économique et social durable des populations rurales.
- Contribuer à la préservation et valorisation des ressources naturelles (eau, sol, biodiversité).
- Contribuer à l'adaptation et la lutte contre le changement climatique (résilience des systèmes agricoles, réduction des émissions agricoles de GES et séquestration de carbone).

Ce document s'inscrit donc dans le 3^{ème} objectif du projet et démontre qu'un projet de développement peut également avoir un impact important et synergique en termes d'atténuation du changement climatique et de préservation du capital naturel. Cette étude préliminaire est menée en coopération avec l'Université d'Etat d'Haïti, et notamment sa Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, à Port au Prince.

Cette première estimation montre que la mise en place du projet, par rapport à une ligne de base sans projet, s'accompagne d'une réduction des émissions et surtout une séquestration de carbone, avec **un bilan net de -22 437 tCO₂-eq sur 400 ha sur 20 ans**. Rapporté à l'hectare, ce projet correspond à un bénéfice net, par rapport au scénario de référence sans mise en place du projet, de **2,8 tCO₂-eq /ha/an**, ce qui constitue une très bonne performance.

1. Contexte

Haïti est le pays le plus pauvre de la région de l'Amérique Latine et des Caraïbes et est un des plus pauvres du monde. L' « Agriculture, la Sylviculture, l'Élevage et la Pêche » est le deuxième secteur contribuant au Produit Intérieur Brut avec, en 2012-2013, une participation à hauteur de 22,4% selon IHSI¹. Selon le dernier recensement² de 2003, près de 60% de la population vivent en milieu rural. Malgré l'importance économique de l'agriculture pour le pays, la production nationale d'aliments ne couvrirait que 40% de la demande. L'économie rurale est dominée par une agriculture de type familiale avec entre 1 et 1,2 millions d'exploitations avec des surfaces moyennes comprises entre 0,5 et 1 ha. De plus, du fait d'une pression démographique croissante et de modes de gestion non-durables qui augmentent les contraintes environnementales, ce secteur est très vulnérable, notamment aux aléas climatiques (IICA³, 2010).

1.1. Dégradation des sols à Haïti

Comme de nombreux auteurs le montrent (voir Roose et al., 2012), l'érosion en Haïti résulte d'un contexte socioéconomique difficile pour la population associé à un contexte géographique et physique défavorable puisque 60% des terres présentent une pente supérieure à 20%. De plus la majeure partie de ces pentes est fortement déboisée du fait de pratiques, présentes ou passées, d'agriculture de plantes annuelles associées au travail du sol. Différentes pratiques de lutte antiérosives ont été proposées en Haïti dans différents contextes. Ainsi, Delerue (2012) propose une démarche participative basée sur la réalisation d'une maquette en 3 dimensions par les familles paysannes d'une communauté qui deviennent ainsi les acteurs de la réflexion. Parmi les pratiques proposées, celles qui impliquent la présence d'arbres semblent particulièrement intéressantes et efficaces (Delerue, 2012). D'une manière générale, depuis 1950 différentes approches se sont succédées (Smucker, 2012) avec des succès divers sur les courts et moyens termes. Smucker (2012) liste les principaux facteurs de réussites (cf. Annexe1), mais surtout montre que « *le défi primordial rarement achevé est le traitement de toutes les parcelles contiguës d'un flanc de morne, d'une ravine, d'un micro bassin versant ou d'un bassin versant au sens plus large* ».

1.2. Le cadre du projet

Ce projet concerne le bassin versant de Limbé (Figure 1) au niveau des 4 principales communes qui le composent : Limbé, Bas Limbé, Marmelade et Acul du Nord. Dans ce bassin versant, 3 grandes zones géomorphologiques s'échelonnent de l'amont vers l'aval :

- zone de montagne humide : systèmes de pente (manioc, taro, haricot, pois, maïs, élevage) ;
- zone de piémont : systèmes agroforestiers (fruitiers, caféiers, cacaoyers, bananiers et ignames) ;
- zone de plaines : systèmes de plaine sèche et humide (riz, cannes à sucre, arachides, bananes).

Les exploitations agricoles sont de petite taille (< 1 ha) et doivent faire face à de fortes contraintes dues à la dégradation du bassin versant. L'érosion des sols de pente diminue la qualité et la taille des parcelles exploitables (Photo 1), ne permet pas de sécuriser les cultures en cours, et menace d'inondation et d'ensevelissement les cultures de piémont et de plaine.

¹ Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique, Les comptes économiques en 2013.

² http://www.ihsi.ht/rgph_resultat_ensemble_population.htm

³ <http://www.iica.int/Esp/regiones/caribe/Haiti/IICA%20Bureau%20Document/STRATEGIE2010-2014.pdf>



Photo 1. Pente montrant une dégradation importante de la couverture pédologique (© M. Bernoux).

L'érosion y est très importante du fait d'évènements pluviométriques importants sur des terres parfois très pentues et déstabilisées par des pratiques agricoles inadaptées et le déboisement. De plus, souvent les sols sont très peu épais (moins de 20-30 cm) ce qui les rend d'autant plus vulnérables.

Le projet propose d'introduire des pratiques de foresterie et d'agroforesterie paysannes dans les systèmes existants pour stabiliser les parcelles de pente et améliorer leur rentabilité à plus long terme (produits forestiers et fruitiers). Il vise l'aménagement du bassin versant et la mesure de l'impact environnemental du projet (bilan GES et conservation des ressources naturelles).

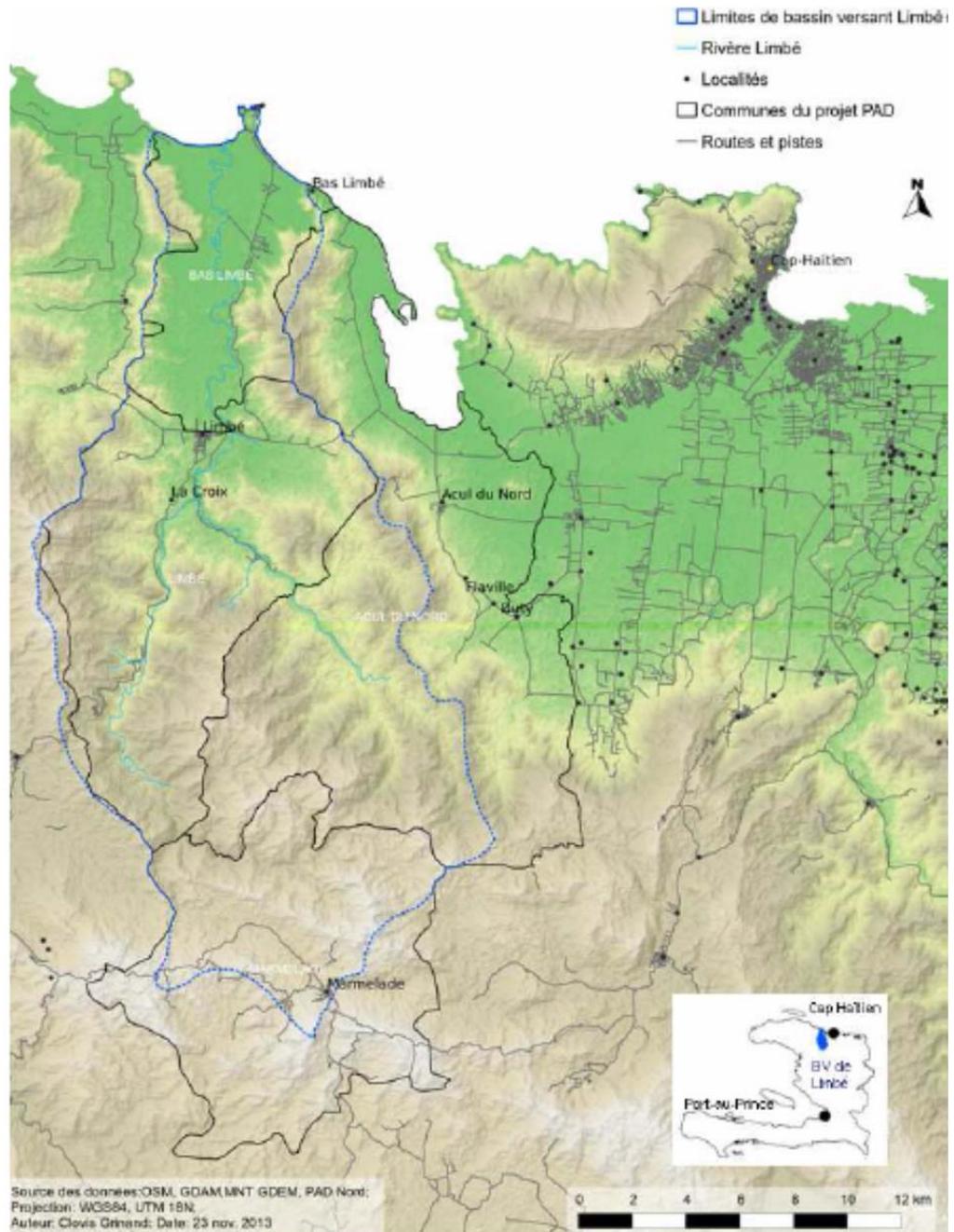


Figure 1. Cartographie physique du bassin versant de Limbé et des limites administratives des 4 communes du projet PAD Nord. Le fond de carte représente le relief (altitude et ombrage). Les couleurs correspondent environ aux unités géomorphologiques de la région, en vert les plaines, en jaune les piémonts et en marron claire les mornes (source Clovis Grinand)

1.3. Les outils pour les bilans « carbone »

Plusieurs outils ont été développés depuis quelques années pour estimer les émissions de gaz à effet de serre et/ou la séquestration de carbone liés aux activités agricoles et forestières (Colomb et al. 2013 et Milne et al., 2012). Toutefois, même si ils sont tous basés selon les méthodes proposés par le Groupe Intergouvernementale d'Expert sur le Climat (GIEC) pour les inventaires nationaux (IPCC, 2006), ils diffèrent suivant l'échelle d'étude (limité à une zone agroécologique, spécifique à un pays ou à une région, ou selon une approche détaillée à l'échelle d'une exploitation agricole). De

1.4. L'outil EX-ACT

EX-ACT (*Ex Ante Carbon-balance Tool*) 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'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 et la séquestration de carbone, indiquant leurs effets dans un bilan carbone (Bernoux et al. 2010).

EX-ACT estime l'empreinte carbone à partir de la séquestration du carbone et des émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et d'oxyde nitreux (N₂O). La séquestration du carbone est évaluée sur les cinq compartiments usuels : la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière, le bois mort, et le carbone organique du sol. Les émissions de CH₄ et N₂O comme par exemple, celles de CH₄ à partir de la culture du riz ou de l'élevage, ou encore les émissions de N₂O provenant de l'épandage d'engrais sont quantifiées puis converties en équivalent d'émissions CO₂ à partir des potentiels de réchauffement globaux proposés par le GIEC.

La plupart des coefficients pour calculer le bilan carbone utilisés dans EX-ACT sont issus du rapport « Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories » du GIEC (IPCC (2006), complétés par d'autres méthodologies et revues de coefficients. Ainsi, les valeurs par défaut pour l'atténuation selon les modes de gestions des cultures annuelles (travail du sol, couverture, irrigation,...) sont issues du volume sur l'atténuation du GIEC (IPCC, 2007) concernant l'agriculture.

C'est l'outil qui est actuellement le plus utilisé, à la fois par la FAO et la Banque mondiale, mais également par les ministères en charge de politiques agricoles de nombreux pays. EX-ACT se présente sous la forme d'un tableur Excel® constitué d'une série de feuilles de calcul dans lesquelles le responsable de projet peut insérer des données basiques sur l'utilisation du sol et les techniques de gestion prévues dans le cadre du projet. EX-ACT adopte une approche par module – chaque «module» décrit une utilisation spécifique du sol – suivant un cadre de travail avec une logique en trois phases (Figure 3) :

- 1) description générale du projet (aire géographique, caractéristiques du climat et du sol, durée) ;
- 2) identification des changements d'utilisation du sol et des technologies prévues par composante du projet utilisant des «modules» spécifiques (déforestation, boisement, dégradation des forêts, cultures annuelles/pérennes, riz irrigué, prairie, bétail, intrants, énergie, autres investissements comme la construction de route ou de hangars) ;
- 3) calcul des émissions et du bilan carbone.

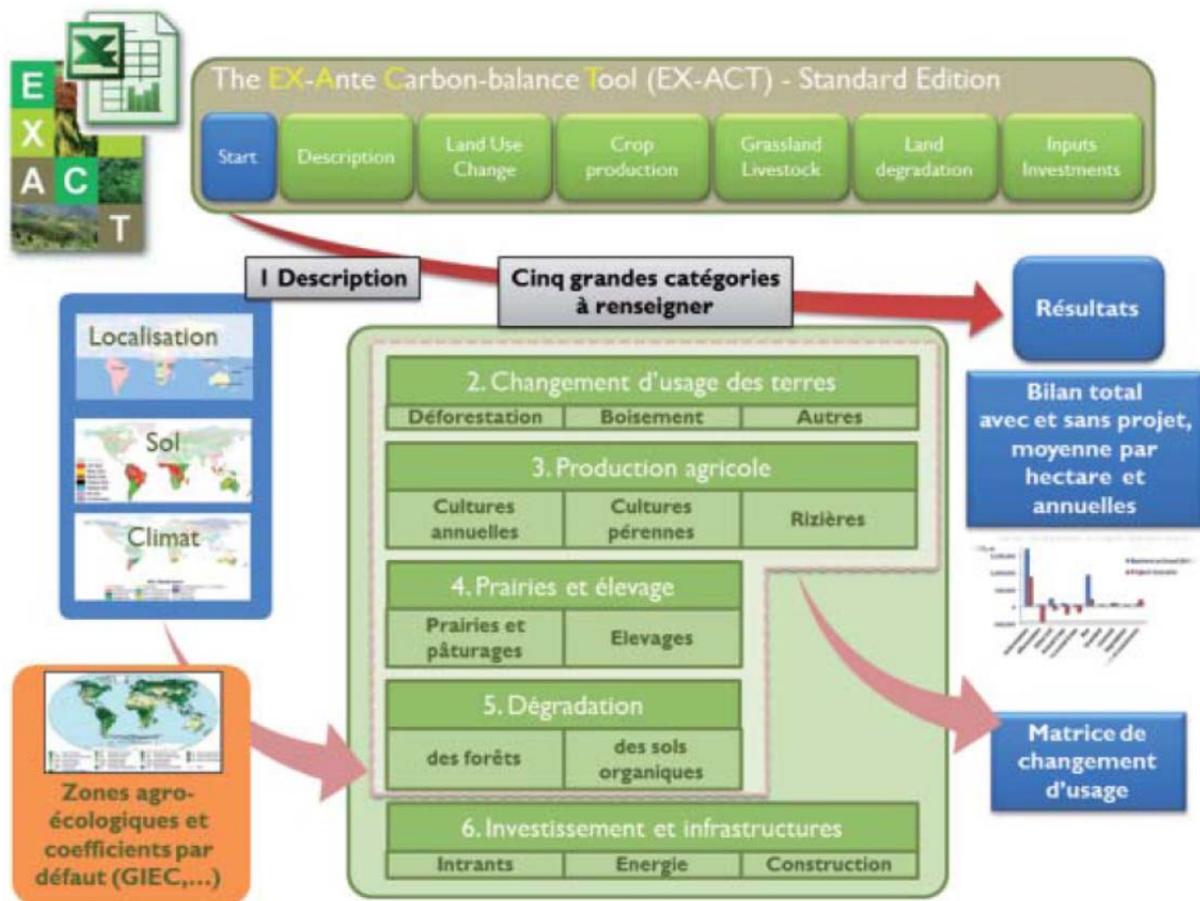


Figure 3. Représentation synthétique du mode opératoire d'EX-ACT.

L'estimation du bilan carbone ex-ante du projet a été réalisée avec la version 5.2 d'EX-ACT.

2. Le Bilan ex-ante du projet

Dans une première étape, les différentes activités proposées par le projet ont été analysées par rapport à leur potentiel impact sur le bilan des GES, à la fois en termes de puits et de sources (de séquestration et d'émissions). Cette analyse a été réalisée selon une approche participative entre porteur du projet et spécialistes des bilans carbone lors d'une séance de quelques heures (Figure 4). Au cours de cette approche, les activités du projet sont analysées et catégorisées en fonction des composantes disponibles dans EX-ACT, et les différentes alternatives sont discutées.

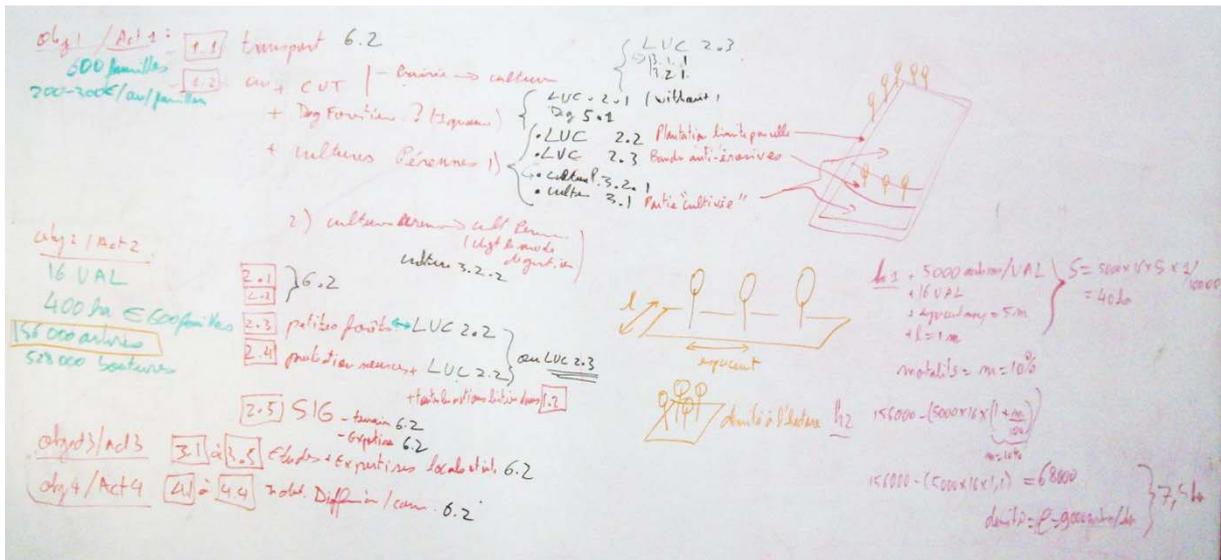


Figure 4. Copie du tableau élaboré de manière participative. Les parties en rouge correspondent aux activités du projet et les indications en noir aux différents modules qui seront mobilisés dans EX-ACT.

2.1. Liens entre les activités et les module de l'outil EX-ACT

Les activités identifiées ainsi que les modules d'EX-ACT qui seront mobilisés pour les calculs en fonction des différents objectifs du projet et des sous-activités détaillées dans le document du projet sont détaillés ci-dessous. Seuls les objectifs 1 et 2 qui peuvent concerner les modules d'EX-ACT qui traitent soit de changement d'usage des terres, soit de changements dans les modes de gestion sont détaillés ci-dessous.

- **OBJECTIF 1:** Des systèmes agricoles performants aux plans techniques, économiques et environnementaux, sont mis en œuvre par les familles d'agriculteurs de la zone.

Cet objectif comporte la description des systèmes agricoles qui seront mis en place. Il correspond à l'activité 1 « Accompagnement et formation à l'amélioration des performances techniques, économiques et environnementales des exploitations », et est subdivisé selon deux sous-activités :

- **Sous-activité 1.1: Formation adaptée au niveau des bénéficiaires et à leurs objectifs de production**
Aucune activité directe liée à un changement d'usage concerne cette sous-activités, néanmoins d'autres activités susceptibles d'avoir un impact sur le bilan GES, comme le transport, sont identifiées : Cela concerne dans EX-ACT, le Module 6 « Investissement et infrastructure », et sa partie 6.2 « consommation de combustible fossile ».
- **Sous-activité 1.2: Accompagnement dans la mise en œuvre des pratiques agroécologiques en foresterie, agroforesterie, cultures vivrières, fourragères et fruitières, cultures de rente (café/cacao).**
Cette sous activité concerne directement des activités liées à un changement d'usage des terres, les options en discussions sont :

- Conversion de prairies ou de terres dégradées en cultures (annuelles ou pérennes) : Dans EX-ACT la partie 2.3 « autres changements d’usage » (de plus si ce sont des prairies vers des cultures annuelles ou pérennes, il faudra renseigner la partie 3.1.1 ou 3.2.1)
- Eclaircies forestières lors de la mise en place des ignames dans le scénario sans projet : Dans EX-ACT, cela correspond au module « changement d’usage des terres » partie 2.1 « déforestation » pour l’option sans projet, et à la partie 5.1 « dégradation et gestion forestière » pour la mise en place du projet.
- Mise en place de cultures pérennes (correspond aux haies arborés en bordure de certaines parcelles et aux bandes anti-érosives) : Dans EX-ACT, cela correspond au module « changement d’usage des terres », soit la partie 2.2 « boisement / reboisement » soit la partie 2.3 « autres changements d’usage ». Les modes de gestion qui concernent la partie des parcelles qui restera cultivée seront renseignés dans le module 3 « Culture », soit la partie 3.2.1 pour les cultures annuelles soit 3.2.2 pour les cultures pérennes.

OBJECTIF 2 : Des plans d’aménagement des bassins versants sont élaborés et mis en œuvre aux échelles communales et locales (villages).

L’analyse de cet objectif permet de préciser les surfaces concernées par les activités décrites dans l’objectif n°1. Le projet concernera au total 400 hectares d’espaces agricoles répartis selon 4 plans d’aménagement prioritaires de Bassin versant (un par commune). Les plans d’aménagements seront mis en œuvre à travers 16 unités d’aménagements locaux. La description de cet objectif détaille également le nombre de plants (156 000) qui serviront à la réalisation des aménagements. Cet objectif correspond à l’activité 2 « Appui à la planification et la mise en œuvre de plans d’aménagement et de mise en valeur du bassin versant » qui est subdivisé selon 5 sous-activités :

- *Sous-activité 2.1 : Diagnostic des ressources et élaboration de 4 plans prioritaires communaux d’aménagement du bassin versant et de sécurisation des ressources naturelles.*
Cette sous-activité ne concerne éventuellement que le Module 6 « Investissement et infrastructure », et sa partie 6.2 « consommation de combustible fossile ».
- *Sous-activité 2.2 : Identification des localités, organisations, groupes des producteurs et de volontaires pour une sécurisation coordonnée des espaces agricoles, et pour une élaboration participative des diagnostics locaux et plans de valorisation tenant compte des aspects de protection des zones de pente et dynamisation des filières forestières d’intérêt*
Cette sous-activité ne concerne éventuellement que le Module 6 « Investissement et infrastructure », et sa partie 6.2 « consommation de combustible fossile ».
- *Sous activité 2.3 : Appui à la mise en œuvre des plans de valorisation par des actions de reboisement de zones de pente.*
Cette sous-activité concerne la mise en place de petites forêts : Dans EX-ACT, cela correspond au module « changement d’usage des terres », soit la partie 2.2 « boisement / reboisement » soit la partie 2.3 « autres changements d’usage ».

- *Sous-activité 2.4 : Appui à la mise en œuvre des plans de valorisation au travers d'actions d'aménagement et mise en valeur des sources et points d'eau.*

Cette sous-activité concerne la mise en place d'aménagements pour protéger les sources. Ces aménagement peuvent se faire soit par la mise en place de petites forêts, ou d'espèces pérennes et annuelles : Dans EX-ACT, cela correspond au module « changement d'usage des terres », soit la partie 2.2 « boisement / reboisement » soit la partie 2.3 « autres changements d'usage ».

- *Sous-activité 2.5 : Mise en place d'un système d'information géographique (SIG) de suivi des activités à l'échelle du projet.*

Cette sous-activité ne concerne éventuellement que le Module 6 « Investissement et infrastructure », et sa partie 6.2 « consommation de combustible fossile ».

Les objectifs 3 et 4 qui correspondent respectivement aux activités 3 « Développement de méthodes d'analyse et de suivi de l'empreinte environnementale du projet en termes de GES et de préservation des ressources naturelles » et 4 « Elaboration d'un programme de déploiement du projet et des outils associés ». Toutes les sous-activités détaillées ne concerne éventuellement que le Module 6 « Investissement et infrastructure », et sa partie 6.2 « consommation de combustible fossile ».

2.2. Hypothèse pour la mise en œuvre du bilan

La deuxième étape consiste à renseigner l'EX-ACT étape par étape. Dans un premier temps, il s'agit de renseigner le contexte du projet. La localisation géographique, le climat dominant et le type principal de sol sont renseignés à partir des menus « déroulants » (Figure 5).

Project Name	Estimation ex-ante du projet PAD Nord	
Continent	Central America	
Climate	Tropical	
Moisture regime	Moist	
Dominant Regional Soil Type	HAC Soils	
Duration of the Project (Years)	Implementation phase	3
	Capitalisation phase	17
	Duration of accounting	20

Figure 5. Description du Projet

La durée de mise en place (« implementation phase ») correspond à la durée du projet, et la phase de capitalisation à une phase où les bénéfices en termes environnementaux continuerons d'être assurés par les pratiques mises en place lors du projet. La totalité est souvent limité à 20 ans (cf Bernoux et al., 2010) pour être conservateur et pour pouvoir comparer différents projet entre eux. Cette valeur de 20 ans est souvent utilisée dans l'évaluation de projet dans les secteurs agricoles et forestiers.

Les onglets suivants sont ensuite abordés à partir des informations collectées et discutées dans la première étape (Partie 2.1.).

La mise en place des plantations le long des parcelles et sur les rampes sont considérées comme la mise en place de culture pérennes de type « agro-forêt » (Perennial/Tree Crop) sur des surfaces déjà mise en culture, alors que les plantations des petites forêts est considéré comme un boisement sur des terres dégradés.

Les hypothèses suivantes sont faites pour calculer la surface équivalente des agro-forêts :

- 5 000 arbres par unité d'aménagement locaux ;
- 16 unités d'aménagements locaux
- Une distance entre plant en moyenne de 5 m et une largeur moyenne de 1m.

La surface totale équivalente est de 40 ha.

Il est estimé que la mortalité moyenne sera de 10%, c'est-à-dire qu'au total la mise en place de ces 40 hectares nécessitera 88 000 plants. Il restera donc à disposition dans les pépinières 68 000 plants pour la réhabilitation des zones dégradées. La densité prévisionnelle initiale de plantation dans ces zones a été estimée à 9 000 plants /ha, soit une surface totale de 7,5 ha.

Dans cette partie les valeurs par défaut de niveau 1 (tier 1 selon la terminologie anglo-saxonne du GIEC) pour ces plantations sont les suivantes : un taux de croissance de 5.17 tC/ha pour la partie aérienne et 1,91 tC/ha pour la partie souterraine.

Les surface restante à disposition pour les autres activités du projet est donc de 352.5 hectares qui se répartissent entre 8 ha pour les cultures d'ignames, 8 ha pour des petits jardins (type agro-forestiers : associations d'arbres fruitiers par exemple avec des cultures de légumes) et 376,5 ha pour les cultures de manioc (et dans le scénario avec projet 336,5 ha et 40 ha de bandes arborées). La figure suivante résume l'évolution des surfaces dans les deux scénarios : mise en place du projet et ligne de base (option dite « sans projet »).

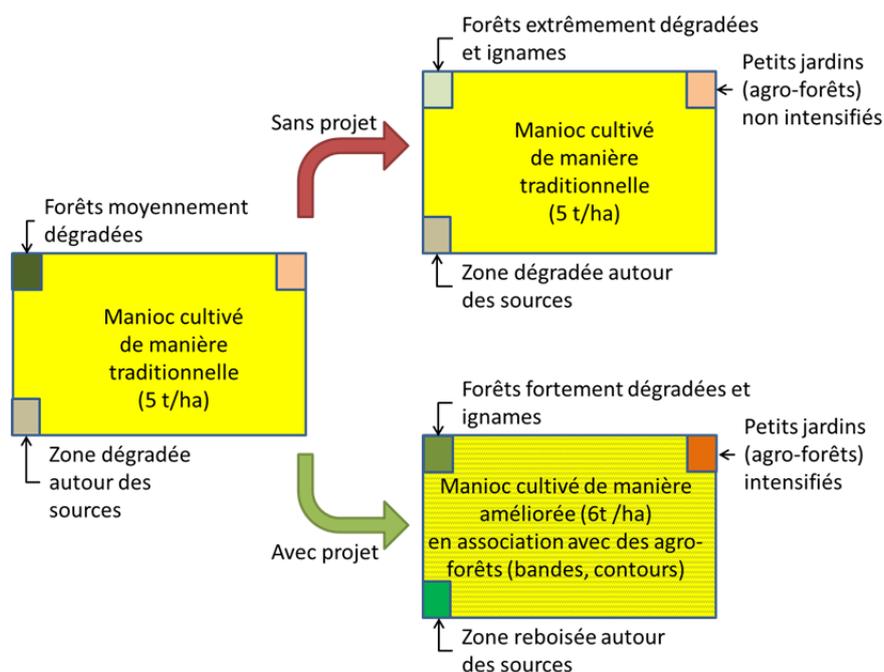


Figure 6. Représentation schématique des options avec et sans projets

Pour la partie des cultures annuelles, la mise en place de bandes agroforestières antiérosives permettra probablement d'augmenter les rendements, pour les calculs l'hypothèse est faite que le rendement moyen sans projet serait de 5 t/ha et de 6 t/ha avec projet. Ces valeurs sont estimées à partir des statistiques FAO disponibles dans EX-ACT (Figure 7) pour la zone caribéenne.

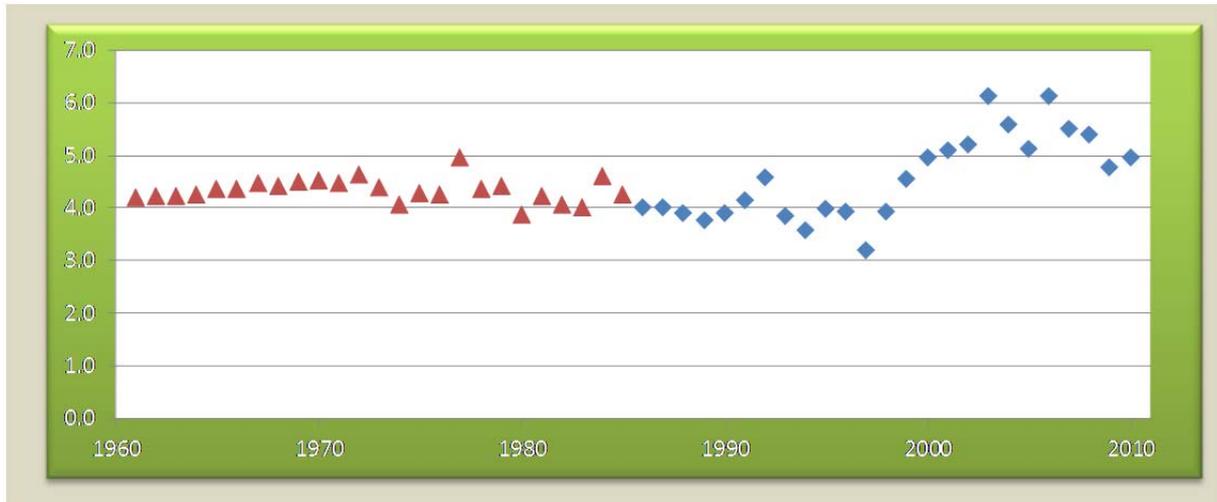


Figure 7. Evolution des rendements moyens en manioc entre 1960 et 2010 pour la zone caribéenne

L'amélioration de la culture du manioc est traitée selon l'option « improved agronomic practices » qui correspond à un taux de séquestration par défaut de 0,88 tCO₂ par hectare et par an (soit 240 kg C /ha/an).

Pour la partie qui correspond à la dégradation de forêt pour la mise en place d'ignames, l'hypothèse est faite que la dégradation induite, mais contrôlée, aura un moindre impact que la mise en place traditionnelle des ignames qui dégrade de manière extrême (c'est-à-dire que 80% du couvert est affecté) ces forêts proches des habitations.

Pour les petits jardins pérennes, les valeurs par défaut sont utilisées dans les systèmes non-intensifiés (option sans projet), c'est-à-dire une séquestration de C dans le sol équivalent à 0,7 tCO₂ /ha/an. Par contre pour les systèmes améliorés l'hypothèse est faite que les biomasses augmenteront à raison de 0,5 t CO₂/ha/an et 0,8 tCO₂/ha/an dans le sol.

Pour l'ensemble des activités liées au transport (formation, suivi des unités,...), les calculs sont basées sur l'utilisation de 2 voitures (2 pleins de 50 l par semaine) et 6 motos (2 litres par jours et par moto sur 240 jours ouvrables) donne une consommation totale de 16 m³ de diesel et 9 m³ d'essence. Quinze missions internationales (France-Haïti) associées au projet sont également considérées à raison de 3 t CO₂ par voyage.

Enfin, lors des échanges de la phase 1 (partie 2.1) il a été fait l'hypothèse que les conditions financières améliorées des petits producteurs entraîneraient indirectement une augmentation de 10% du cheptel estimé initialement à 120 vaches laitières, 1 440 volailles et 300 chèvres.

2.3. Résultats préliminaires

L'ensemble des résultats sont détaillés dans l'Annexe 2 qui réunit l'ensemble des copies des modules utilisés. Ces résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2. Emissions et séquestrations, exprimés en tCO₂-eq, pour les scénarios sans et avec projet, et la balance net.

Flux brutes	Scénarios		Balance (Avec – Sans)
	Sans projet	Avec projet	
Emissions	8 022	7 750	-272
Séquestration (puits)	-112	-22 277	-22 165
Total	7 910	-14 527	-22 437

Ces estimations montrent que la mise en place du projet s'accompagne d'un co-bénéfice environnemental en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre et augmentation de la séquestration du carbone. Si le projet n'avait pas lieu les 400 hectares concernés représenteraient une émission totale de 8 022 tCO₂-eq, soit environ 20 tCO₂-eq /ha, mais seulement un puits de 112 tCO₂-eq. Il est à noter que trois quarts des émissions sont dues à l'élevage qui n'est pas directement ciblé par le projet. La mise en place du projet se traduit par une augmentation de 9% des émissions liées à ce secteur suite à l'augmentation des revenus des familles. Toutefois, le bénéfice apporté par le projet est largement supérieur. Au total les estimations pour le scénario avec projet sont des émissions brutes de 7 750 tCO₂-eq mais une séquestration brute de 22 276 tCO₂-eq (Figure 8).

Le bilan environnemental est donc favorable avec une séquestration nette de 14 527 tCO₂-eq, soit 36,3 tCO₂-eq/ha, qui correspond surtout à une séquestration nette pour les 4 modules liés aux activités de boisement, mise en place des bandes arborées et améliorations des systèmes de cultures à base de manioc. La variation des émissions est moindre en volume (Figure 8).

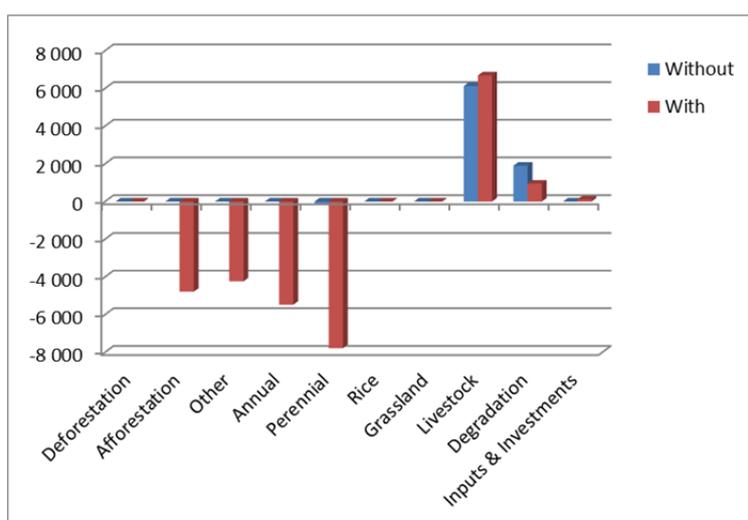


Figure 8. Emissions et puits, en tonnes de CO₂-eq, en fonction des différents modules d'EX-ACT.

Le bénéfice net de la réalisation du projet, qui correspond à la différence entre le scénario de mise en place du projet et la référence, ou ligne-de-base, sans projet, est de 22 437 tCO₂-eq.

Il est à noter que les émissions dues aux transports, même celle des experts internationaux, nécessaire à la gestion au quotidien de ce projet, ne représente *in fine* qu'une partie très faible d'émission avec 111 tCO₂-eq. Même un doublement voire triplement de ces émissions ne changerait que marginalement les résultats du projet.

L'analyse de ce projet montre qu'un relativement petit projet (400 ha et 600 familles) peut à l'image de projet de développement important être très efficace (Cf Branca et al., 2013) lorsque l'on ramène les valeurs à l'hectare. Les travaux de Branca et al (2013) montre que des projets de développement sur plusieurs centaines de milliers d'ha au sud du Brésil, ont une efficacité, en termes de séquestration et réduction des émissions, entre 0,2 et 1 tCO₂-eq par hectare et par an. Ce projet qui présente un bénéfice net de 2,8 tCO₂-eq /ha/an montre donc une très bonne performance.

En terme de répartition du bénéfice net par activité, l'analyse (Figure 9) montre que les postes les plus importants à suivre sont notamment la bonne mise en place des activités liées aux aménagements arborés et à l'amélioration des cultures annuelles. La dégradation forestière contrôlée pour les ignames n'apporte qu'un bénéfice mineur en valeur. Toutefois s'agissant d'émissions évitées, puisque l'on passe d'une émission de 1 900 sans projet à 950 tCO₂-eq avec la mise en place du projet, il s'agit d'un bénéfice permanent.

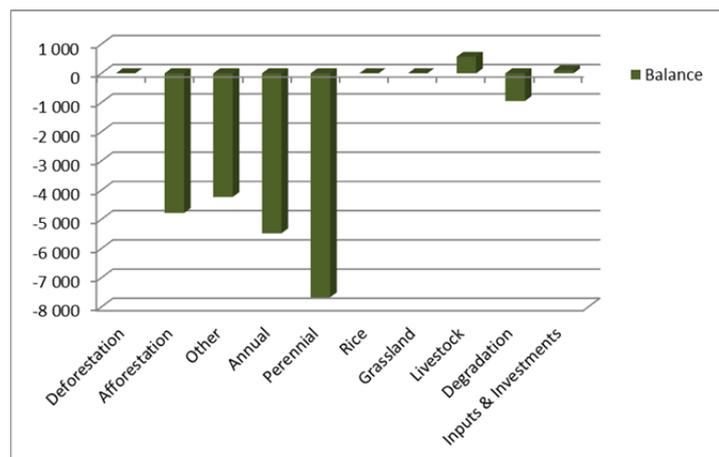


Figure 9. Balance (option avec projet moins option sans projet), en tonnes de CO₂-eq, en fonction des différents modules d'EX-ACT.

2.4. Incertitude et analyse de sensibilité

Le bilan net de -22 437 tCO₂-eq est accompagné d'une incertitude de 40%. Cette incertitude est basée sur l'utilisation des coefficients de niveau 1 peu précis. Toutefois ce niveau d'incertitude est habituel dans des estimations ex-ante. Cette incertitude ne doit pas masquer une autre incertitude qui réside dans la réalisation ou pas des activités telles qu'elles sont initialement prévues.

En complément, différentes analyses de sensibilité peuvent être réalisées. Une première analyse porte sur les potentiels de réchauffement globaux (PRG) employés. Le bilan net de 22 437 tCO₂-eq est obtenu en utilisant les PRG officiels pour la comptabilité carbone des projets de type mécanisme pour un développement propre de la convention climat : 21 pour le méthane et 310 pour le N₂O. L'utilisation des PRG adoptés pour la deuxième période d'engagement (25 pour le méthane et 298

pour le N₂O) ne change que très légèrement le bilan net final : 22 376 tCO₂-eq. Le même constat peut être fait en utilisant les PRG mis à jours par le dernier rapport du GIEC en 2 013 (34 pour le CH₄ et 298 pour le N₂O, cf. Ciais et al., 2013), avec un bilan net de 22 222 tCO₂-eq. L'impact majeur porte sur les émissions de méthane qui varient fortement dans les scénarios avec et sans projet, mais au final la balance entre ces deux scénarios est peu affectée.

Une deuxième analyse de sensibilité peut être conduite en faisant varier les éléments descriptifs du projet (climat, régime hydrique et sol) qui conditionnent les coefficients de niveau 1 utilisés dans les calculs. Le tableau 3 résume les bilans estimés dans les différents cas de figure.

Tableau 3. Estimations en fonction des paramètres descriptifs. Les valeurs sont en tCO₂-eq.

Paramètres utilisés dans la description	Sans projet	Avec Projet	Balance	Variation (% par rapport à la référence)
Référence (« Tropical moist » et « HAC soils »)	7 910	-14 527	-22 437	
Climat modifié : « Tropical dry »	7 823	-5 539	-13 362	-40%
Climat modifié : « Tropical mountains moist »	6 010	-9 266	-15 276	-32%
Type de sol modifié : « LAC soils »	7 813	-12 999	-20 811	-7%
Climat et sol modifiés : « Tropical dry » et « LAC soils »	7 807	-5 325	-13 132	-42%

Les valeurs descriptives retenues pour le projet fournissent l'estimation la plus forte. Tous les autres cas de figure induisent un bilan net moindre. Ces diminutions sont particulièrement fortes dans les options où le climat est modifié, et notamment le régime hydrique. Cela implique que lors du déroulé du projet, il est important de vérifier si les enregistrements météo seront ou pas dans les moyennes historiques.

Enfin, une troisième analyse de sensibilité peut être réalisée en changeant les facteurs d'émissions ou de séquestration afin de tenir compte de la dynamique locale des agrosystèmes. Deux simulations avec des hypothèses hautes et basses (voir Annexe 3) sur la base d'étude similaire (projet Mahavotra à Madagascar) et de pourcentage de variations arbitraire (ici 20%) ont été testées sur les facteurs de séquestration de carbone dans le bois, les racines et le sol. Les variations observées vont de -14% (-19 328 tCO₂-eq) à + 19% (26 760 tCO₂-eq) par rapport au bilan de référence. Cette analyse souligne le besoin de connaître précisément la croissance des arbres en tenant compte des espèces et de la densité de plantations réelles, ainsi que l'étude de la variabilité spatiale et temporelle du carbone organique à l'échelle des paysages.

3. Perspectives : adaptation de l'outil et application à échelle plus détaillée.

Cette étude permet d'obtenir une estimation globale au niveau du projet. Dans un deuxième temps les résultats pourraient être affinés en utilisant une approche (voir Annexe 4) de niveau 2, voire 3, basée sur des données plus spécifiques de la région soit sur des mesures directes. Dans ce dernier cas, l'outil EX-ACT peut être utilisé pour assurer une mise à jour régulière de la performance du projet en termes de bilans GES et séquestration du carbone.

Mais surtout la piste la plus prometteuse est l'application de l'outil sur des unités géographiques de plus en plus petites allant de la commune à l'exploitation, en passant par les unités d'aménagements locaux. Ce travail permettrait d'obtenir des valeurs plus robustes, mais surtout permettrait d'engager une réflexion avec les acteurs et les pouvoirs publics sur les bénéfices potentiels de projet de développement en termes d'impact environnemental.

4. Références.

- Bernoux M., Branca G., Carro A., Lipper L., Smith G., Bockel L. 2010. Ex-ante greenhouse gas balance of agriculture and forestry development programs. *Scientia Agricola*. 67, 1, 31-40.
- Branca G., Hissa H., Benez M.C., Medeiros K., Lipper L., Tinlot M., Bockel L., Bernoux M. 2013. Capturing synergies between rural development and agricultural mitigation in Brazil. *Land Use Policy*, 30, 507-518.
- Ciais P., Sabine C., Bala G., Bopp L., Brovkin V., Canadell J., Chhabra A., DeFries R., Galloway J., Heimann M., Jones C., Le Quéré, C., Myneni R.B., Piao S., Thornton P. 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles, Chapter 6. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (eds.) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 465-570. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (2013).
- Colomb V., Touchemoulin O., Bockel L., Chotte J.L., Martin S., Tinlot M., Bernoux M. 2013. Selection of appropriate calculators for landscape-scale greenhouse gas assessment for agriculture and forestry. *Environmental Research Letters*, 8, 015029
- Delerue F. 2012. L'intégration des familles paysannes haïtiennes dans la lutte antiérosive à travers la cartographie participative. In. *Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles* (Roose E., Duchaufour H., De Noni G., Editeurs), IRD Editions, Marseille, ISBN 978-2-7099-1728-5, 758 pp.
- IICA. 2012. *Stratégie de coopération technique de l'IICA en Haïti 2011-2014*. 22 pp.
- IPCC, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (Eggleston, H., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. Editeurs), The National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Milne E., Neufeldt H., Rosenstock T., Smalligan M., Cerri C.E.P., Malin D., Easter M., Bernoux M., Ogle O., Casarim F., Pearson T., Bird D.N., Steglich E., Ostwald M., Deneff K., Paustian K. 2013. Methods for the quantification of GHG emissions at the landscape level for developing countries in smallholder contexts. *Environmental Research Letters*, 8, 015019.
- Roose E., Duchaufour H., De Noni G. 2012. *Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles*. IRD Editions, Marseille, ISBN 978-2-7099-1728-5, 758 pp.
- Smucker G.R. 2012. Le paysan haïtien et la lutte antiérosive depuis 50 ans : un bilan. In. *Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles* (Roose E., Duchaufour H., De Noni G., Editeurs), IRD Editions, Marseille, ISBN 978-2-7099-1728-5, 758 pp.

Annexe 1

Conclusions de l'article de Glenn R. Smucker, 2012

« Les leçons qu'on peut tirer d'une lecture des éléments d'histoire des programmes de la conservation des sols et de l'eau en Haïti sont les suivantes :

- L'économie paysanne de conservation : coûts et bénéfices : La conservation du sol et la protection de l'environnement ne sont pas forcément les objectifs du premier ordre des paysans de morne en Haïti et surtout quant il s'agit d'investir de leur propres ressources limitées. Par contre, les paysans de morne se sont montrés prêt à adopter assez rapidement des pratiques antiérosives quand ces pratiques génèrent des bénéfices tangibles économiques à court et moyen termes.
- Donc le grand défi n'est pas la conscientisation générale en faveur de la protection de l'environnement mais tout simplement la rentabilité des approches durables. Le technicien qui propose des innovations doit faire preuve au cultivateur du lien pratique entre l'investissement de conservation et l'augmentation des bénéfices dans l'immédiat.
- Proposer des innovations à partir des éléments familiers aux paysans ou bien qui sont compatibles avec les pratiques courantes paysannes.
- Proposer des techniques économiquement accessibles au petit cultivateur en évitant autant que possible des dépenses en argent liquide.
- Gestion des risques. La technique proposée devra être gérable du côté paysan ne débordant pas sa capacité de risque comme facteur primordial des décisions agricoles paysannes.
- Identifier des cibles d'opportunité économique comme point de départ de la lutte antiérosive, alors des îlots de production supérieure par exemple les sites de production les plus producteurs aux environs de l'habitat tel que les *jaden nan lakou* et *jaden prè kay*, des ravines humides de plantations pérennes, des champs irrigués, et des poches de fertilité en ravines corrigées.
- Pour maximiser l'impact il est impératif de concentrer les efforts géographiquement, atteignant une masse critique de planteurs d'une zone et ciblant pour le traitement antiérosif des sites de haute priorité économique aussi bien que des sites de risque élevé.
- Faire la vulgarisation des techniques de conservation à base des incitations intrinsèques, et surtout économiques, tout en évitant la dépendance sur des incitations extrinsèques et artificielles de projet.
- Comme méthode d'organisation à la base, utiliser une approche participative auprès des bénéficiaires et parties prenantes.
- Utiliser le principe de subsidiarité pour des actions collectives ou publiques et pour les plans locaux d'aménagement, c'est-à-dire, la responsabilité organisationnelle doit être allouée à la plus petite entité capable de résoudre le problème, par exemple les parties prenantes d'une ravine, d'un micro bassin versant, d'un petit périmètre irrigué.
- Les paysans haïtiens et projets ont eu historiquement un certain succès parfois à l'établissement et l'entretien des cultures pérennes et des structures de conservation au niveau parcellaire. A raison de la fragmentation des parcelles paysannes, le défi primordial rarement achevé est le traitement de toutes les parcelles contiguës d'un flanc de morne, d'une ravine, d'un micro bassin versant ou d'un bassin versant au sens plus large.
- Le charbon comme opportunité au reboisement des pentes. Le marché de charbon n'est pas forcément l'ennemi à la transformation des paysages. La gestion durable des boisements destinés à la fabrication du charbon et d'autres produits peut inciter le reboisement, surtout dans des zones semi-arides.

D'une façon générale l'innovation antiérosive peut réussir dans des circonstances où les innovations se construisent sur des pratiques déjà familières aux paysans et sont accessibles par application de la main d'œuvre avec très peu de coût monétaire, et surtout avec le résultat tangible d'une augmentation significative des revenus. Un facteur critique est la mobilisation de la main d'œuvre nécessaire à l'établissement des structures de conservation. Pour la grande majorité de petits paysans la stratégie de mobilisation de main d'œuvre la meilleure réussie est l'exploitation des groupes rotatoires tels que les *eskwad*, petits groupements indigènes de cultivateurs qui travaillent régulièrement ensemble par rotation et qui partagent également entre eux les bénéfices et les risques du travail de groupe. »

Annexe 2 – Copies d'écran du fichier utilisé pour le bilan C du projet PAD-Nord

Description :

The EX-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT) - Standard Edition

Start Description Land Use Change Crop production Grassland Livestock Land degradation Inputs Investments

Project Name Estimation ex-ante du projet PAD Nord

Continent Central America

Climate Moisture regime Tropical Moist [Climate?](#)

Dominant Regional Soil Type HAC Soils [Soil?](#)

Duration of the Project (Years)

Implementation phase	3
Capitalisation phase	17
Duration of accounting	20

Module Changement d'Usage (Land Use Change) :

The EX-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT) - Standard Edition

Start Description Land Use Change Crop production Grassland Livestock Land degradation Inputs Investments [Detailed Results](#)

2.1. Deforestation
Available AEZ: 1.Tropical rain forest - 2.Tropical moist deciduous forest - 3.Tropical dry forest - 4.Tropical shrubland

Type of vegetation that will be deforested	HWP (D)M/ha (y/n)	Fire Use (y/n)	Final use after deforestation	Forested area (ha)				Deforested area (ha)		Total Emissions (tCO ₂ -eq)		Balance	
				Start	Without *	With *	With *	Without	With	Without	With		
Select the vegetation	0	NO	Select Use after deforestation	0	0	D	D	0	0	0	0	0	
Select the vegetation	0	NO	Select Use after deforestation	0	0	D	D	0	0	0	0	0	
Select the vegetation	0	NO	Select Use after deforestation	0	0	D	D	0	0	0	0	0	
Select the vegetation	0	NO	Select Use after deforestation	0	0	D	D	0	0	0	0	0	
Select the vegetation	0	NO	Select Use after deforestation	0	0	D	D	0	0	0	0	0	
Select the vegetation	0	NO	Select Use after deforestation	0	0	D	D	0	0	0	0	0	
Select the vegetation	0	NO	Select Use after deforestation	0	0	D	D	0	0	0	0	0	
* Note concerning dynamics of change : D correspond to "Default", "I" to Immediate and "E" to Exponential (Please refer to the Guidelines)													
Tier 2										Total Deforestation	0	0	0

2.2. Afforestation and Reforestation
Available AEZ: 1.Tropical rain forest - 2.Tropical moist deciduous forest - 3.Tropical dry forest - 4.Tropical shrubland

Type of vegetation that will be planted	Fire Use (y/n)	Previous land use	Area that will be afforested/reforested				Total Emissions (tCO ₂ -Eq)		Balance				
			Without *	With *	Without	With							
1) Forest Zone 1	NO	Degraded Land	0	D	7.5	D	0	-4 784	-4 784				
Select the vegetation	NO	Select previous use	0	D	0	D	0	0	0				
Select the vegetation	NO	Select previous use	0	D	0	D	0	0	0				
Select the vegetation	NO	Select previous use	0	D	0	D	0	0	0				
Select the vegetation	NO	Select previous use	0	D	0	D	0	0	0				
Select the vegetation	NO	Select previous use	0	D	0	D	0	0	0				
* Note concerning dynamics of change : D correspond to "Default", "I" to Immediate and "E" to Exponential (Please refer to the Guidelines)													
Tier 2										Total AffR-eforestation	0	-4 784	-4 784

2.3. Other Land use changes

Fill with you description	Initial land use	Final land use	Message	Fire use (y/n)	Area transformed				Total Emissions (tCO ₂ -Eq)		Balance		
					Without *	With *	Without	With	Without	With			
Plantation d'auro-forêt sur les rames et bordur	Annual Crop	Perennial/Tree Croo		NO	0	D	40	D	0	-4 234	-4 234		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
Select Initial Land Use	Select Initial Land Use	Select Final Land Use	Fill initial LU	NO	0	D	0	D	0	0	0		
* Note concerning dynamics of change : D correspond to "Default", "I" to Immediate and "E" to Exponential (Please refer to the Guidelines)													
Tier 2										Total Other LUCs	0	-4 234	-4 234

Module pour les systèmes de cultures annuelles (Crop Production) - avec les valeurs de niveau 2 :

E
X
A
C
T

The EX-ANTE Carbon-balance Tool (EX-ACT) - Standard Edition

Start
Description
Land Use Change
Crop production
Grassland Livestock
Land degradation
Inputs Investments

Detailed Results

3.1. Annual systems (to be used also for pluri-annual systems such as cotton or sugarcane)

3.1.1. Annual systems from other LUC or converted to other LUC (Please fill step 2.LUC previously)

Description	Improved agro-nomic practices	Nutrient management	NoTill./residues management	Water management	Manure application	Residue/Biomass Burning	Yield (t/ha/yr)	Area (ha)			Total Emissions (tCO ₂ -eq)		Balance
								Start	Without	With	Without	With	
Annual after Deforestation	?	?	?	?	?	NO		0	0	0	0	0	0
Converted to A/R	?	?	?	?	?	NO		0	0	0	0	0	0
Annual after non-forest LU	?	?	?	?	?	NO		0	0	0	0	0	0
Converted to OLU	?	?	?	?	?	NO	5	40	40	0	0	0	0

3.1.2. Annual systems remaining annual systems (total area must remains constant)

Fill with your description	Def?	Improved agro-nomic practices	Nutrient management	NoTill./residues management	Water management	Manure application	Residue/Biomass Burning	Yield (t/ha/yr)	Area (ha)				Total Emissions (tCO ₂ -eq)		Balance
									Start	Without	*	With	*	Without	
Manioc assoc. Tradit.		?	?	?	?	?	NO	5	336.5	336.5	D	0	D	0	0
Manioc assoc. Amélioré		Yes	?	No	?	?	NO	6	0	0	D	336.5	D	0	-5 478
description 3		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
description 4		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
description 5		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
description 6		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
description 7		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
description 8		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
description 9		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
description 10		?	?	?	?	?	NO	0	0	0	D	0	D	0	0
Total									336.5	336.5		336.5		0	0

* Note concerning dynamics of change: D correspond to "Default", "I" to Immediate and "E" to Exponential (Please refer to the Guidelines)

Tier 2

Total Annual syst.	0	-5 478	-5 478
--------------------	---	--------	--------

3.2. Perennial systems (Agroforestry, Orchards, Tree crops...)

3.2.1. Perennial systems from other LUC or converted to other LUC (Please fill step 2.LUC previously)

Description	Residue/Biomass Burning	Yield (t/ha/yr)	Area (ha)			Total Emissions (tCO ₂ -eq)		Balance
			Start	Without	With	Without	With	
Perennial after Deforestation	NO		0	0	0	0	0	0
Converted to A/R	NO		0	0	0	0	0	0
Perennial after non-forest LU	NO		0	0	40	0	-7 382	-7 382
Converted to OLU	NO		0	0	0	0	0	0

3.2.2. Perennial systems remaining perennial systems (total area must remains constant)

Fill with your description	Residue/Biomass Burning	Yield (t/ha/yr)	Area (ha)				Total Emissions (tCO ₂ -eq)		Balance	
			Start	Without	*	With	*	Without		With
Petit jardin (type agroforet) non intensifié	NO		8	8	D	0	D	-112	-8	104
Petit jardin (type agroforet) intensifié	NO		0	0	D	8	D	0	-390	-390
Enter description of your system 3	NO		0	0	D	0	D	0	0	0
Enter description of your system 4	NO		0	0	D	0	D	0	0	0
Enter description of your system 5	NO		0	0	D	0	D	0	0	0
Total			8	8		8		-112	-7 780	-7 668

* Note concerning dynamics of change: D correspond to "Default", "I" to Immediate and "E" to Exponential (Please refer to the Guidelines)

Tier 2

Total Perennial syst.	-112	-7 780	-7 668
-----------------------	------	--------	--------

3.2. Perennial systems (Agroforestry, Orchards, Tree crops...)

Back

Tier 2

Use this part only if you want to refine analysis with Tier 2 coefficients
(default values are provided for your information only, while EX-ACT will use Tier 2 values automatically wherever specified)

Systems	Above ground		Below ground		Rates of soil C sequestration		Burning (Quantity of residues and periodicity)			
	Growth rate (t C/ha/yr)		Growth rate (t C/ha/yr)		_t CO ₂ /ha/yr		Quantity (t DM per ha)		Periodicity (yr)	
	Default	Tier 2	Default	Tier 2	Default	Tier 2	Default	Tier 2	Default	Tier 2
Perennial systems from (or to) other LUC										
Perennial after Deforestation	2.6		0		0.7		10		1	
Converted to A/R	0		0		0.7		10		1	
Perennial after non-forest LU										
Converted to OLU	2.6		0		0.7		10		1	
Perennial syst. remaining perennial syst.										
Petit jardin (type agroforet) non intensifié	0		0		0.7	0.8	10		1	
Petit jardin (type agroforet) intensifié	0	0.5	0		0.7		10		1	
Enter description of your system 3	0		0		0.7		10		1	
Enter description of your system 4	0		0		0.7		10		1	
Enter description of your system 5	0		0		0.7		10		1	

21

Module pour le carburant consommé (Inputs and Investment) :

E
X
A
C
T

The EX-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT) - Standard Edition

Detailed Results

Start

Description

Land Use Change

Crop production

Grassland Livestock

Land degradation

Inputs Investments

6.1 Inputs (liming, fertilizers, pesticides, herbicides,...)

Description and unit to report	Amount applied per year				Total emissions at field level in (tCO ₂ -eq)				Emissions from production, transportation, storage and transfer (in tCO ₂ -eq)		Total Emissions (tCO ₂ -eq)		Balance	
	Start	Without	*	With	CO ₂ emissions		N ₂ O emissions		Without	With	Without	With		
					Without	With	Without	With						
Liming application														
Limestone (tonnes per year)	0	0	D	0	D	0	0	-	-	0	0	0	0	0
Dolomite tonnes per year)	0	0	D	0	D	0	0	-	-	0	0	0	0	0
not-specified (tonnes per year)	0	0	D	0	D	0	0	-	-	0	0	0	0	0
Fertilizers														
Urea (tonnes of N per year - Urea has 46.7% of N)	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other N-fertilizers (tonnes of N per year)	0	0	D	0	D	-	-	0	0	0	0	0	0	0
N-fertilizer in irrigated rice (tonnes of N per year)	0	0	D	0	D	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Sewage (tonnes of N per year)	0	0	D	0	D	-	-	0	0	-	-	0	0	0
Compost (tonnes of N per year)	0	0	D	0	D	-	-	0	0	-	-	0	0	0
Phosphorus (tonnes of P ₂ O ₅ per year)	0	0	D	0	D	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Potassium (tonnes of K ₂ O per year)	0	0	D	0	D	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Pesticides														
Herbicides (tonnes of active ingredient per year)	0	0	D	0	D	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Insecticides (tonnes of active ingredient per year)	0	0	D	0	D	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Fungicides (tonnes of active ingredient per year)	0	0	D	0	D	-	-	-	-	0	0	0	0	0

* Note concerning dynamics of change - D correspond to "Default", "I" to Immediate and "E" to Exponential (Please refer to the Guidelines)

Tier 2

Total from inputs 0 0 0

6.2 Energy consumption (electricity, fuel,...)

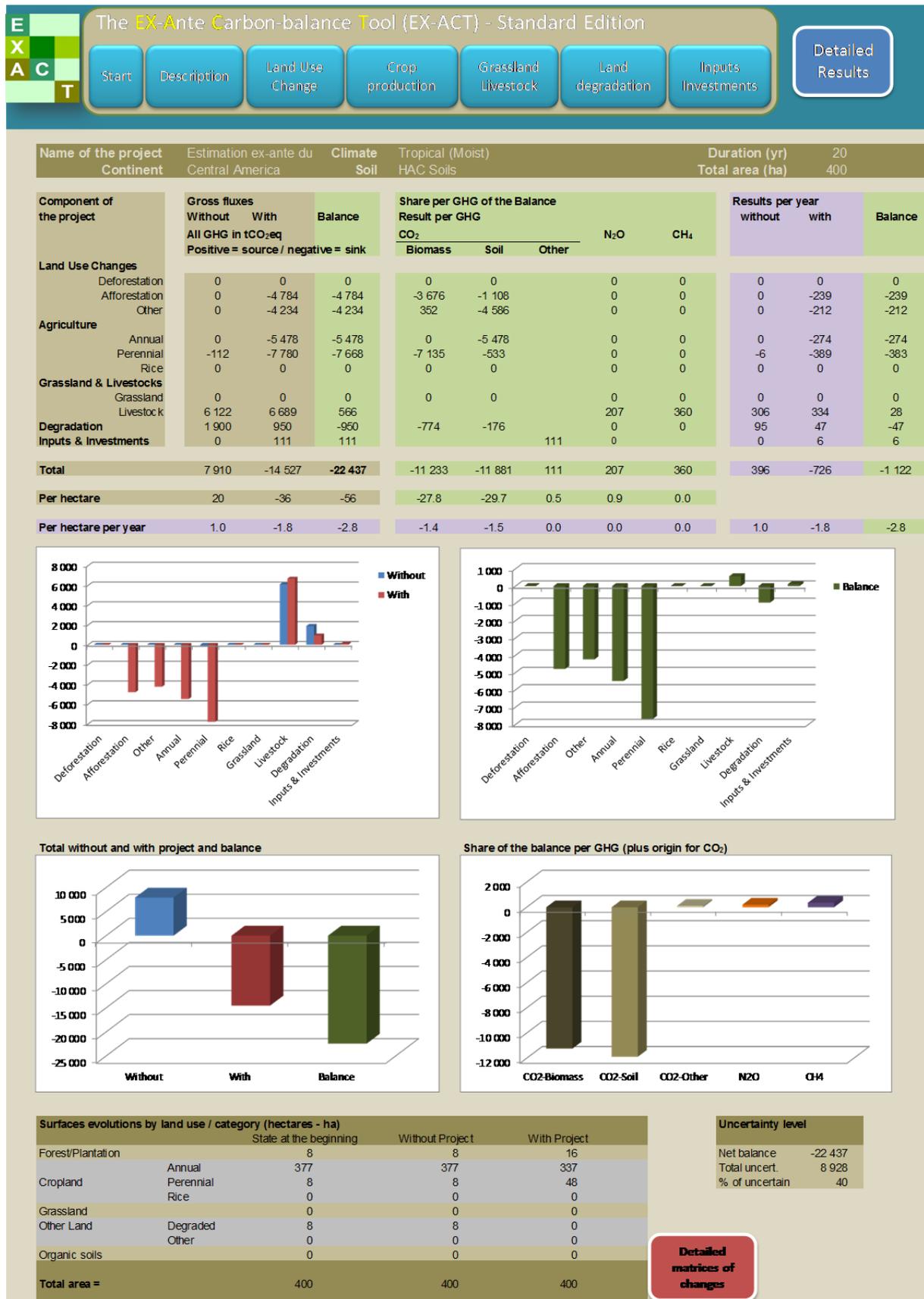
Description and unit to report	Quantity consumed per year				Total Emissions (tCO ₂ -eq)		Balance
	Start	Without	*	With	Without	With	
Electricity (MWh per year)							
Please select the country of origin	0	0	D	0	D	0	0
Liquide or gaseous (in m³ per year)							
Gasoil/Diesel	0	0	D	0.78	I	0	41
Gasoline	0	0	D	0.432	I	0	25
Gas (LPG/ natural)	0	0	D	0	D	0	0
Butane	0	0	D	0	D	0	0
Propane	0	0	D	0	D	0	0
Ethanol	0	0	D	0	D	0	0
User defined (Tier 2) voyage international	0	0	D	0.75	I	0	45
Solid (in tonnes of dry matter per year)							
Wood	0	0	D	0	D	0	0
Peat	0	0	D	0	D	0	0

* Note concerning dynamics of change - D correspond to "Default", "I" to Immediate and "E" to Exponential (Please refer to the Guidelines)

Tier 2

Total from energy 0 111 111

Résultats :



Annexe 3

Analyse de sensibilité - Modification des facteurs d'émissions et séquestration

Analyse de sensibilité - Modification des facteurs d'émissions et séquestration			
C biomasse (tC/ha/an)			
	Niveau1 (*)	Niveau 3 simulé (inf)	Niveau 3 simulé (sup)
Plantations après culture			
Croissance biomasse aérienne	5.17	3.33	7.50
Croissance biomasse souterraine	1.91	1.23	2.77
Agroforesterie après culture annuelle			
Croissance biomasse aérienne	2.66	2.13	3.19
C sol (tCO2/ha/an)			
	Niveau 1 (*)	Niveau 2 simulé** (inf)	Niveau 2 simulé** (sup)
Améliorations des pratiques de cultures annuelles			
Pratiques agricoles normales	0.00		
Pratiques agricoles améliorées	0.88	0.70	1.06
Améliorations des pratiques agroforestières (petit jardin)			
Séquestration dans le sol	0.80	0.64	0.96
Bilan net projet (tCO2) sur 20 ans	-22 437	-19 329	-26 760
Ecart à la première estimation		-14%	19%

* pour des conditions pédoclimatique : Tropical Moist et HAC soils

** variation arbitraire de + ou - 20%

Annexe 4

Les différents niveaux pour les secteurs agricoles et forestiers (d'après les Guides du GIEC pour les inventaires nationaux)

Les méthodes de **niveau 1** sont créées pour être les plus faciles d'utilisation. Des équations et valeurs paramétriques par défaut (par exemple, les facteurs de variations des stocks et d'émissions) sont fournies dans le présent volume. Des données sur les activités spécifiques au pays sont nécessaires, mais au niveau 1 il existe souvent des sources d'estimation des données sur les activités disponibles de par le monde (par exemple taux de déboisement, statistiques sur la production agricole, cartes de la couverture terrestre mondiale, utilisation d'engrais, données sur le bétail, etc.), quoique ces données soient souvent d'échelle spatiale grossière.

Le **niveau 2** peut utiliser la même méthodologie que le Niveau 1 mais utilise des facteurs de variations des stocks et d'émissions basés sur des données spécifiques au pays ou à la région, pour les catégories d'affectation des terres ou de bétail les plus importantes. Des facteurs d'émission/données sur les activités spécifiques au pays sont plus appropriés pour les régions climatiques et les systèmes d'affectation des terres/de bétail du pays. En général, le niveau 2 utilise des données sur les activités plus séparées et à résolution spatiale et temporelle plus élevée, qui correspondent aux coefficients définis par le pays pour des régions spécifiques et des catégories d'affectation des terres et de bétail spécialisées.

Le **niveau 3** utilise une méthodologie d'ordre supérieur, notamment des modèles et systèmes de mesures d'inventaires adaptés aux circonstances nationales, répétés dans le temps, axés sur des données sur les activités à résolution élevée et à des échelles sub-nationales. Ces méthodes d'ordre supérieur permettent d'obtenir des estimations ayant un niveau de certitude supérieur à celui des niveaux inférieurs. Ces systèmes peuvent inclure l'analyse complète d'échantillons de champs répétée à intervalles temporels réguliers et/ou des systèmes basés sur GIS et fournissant des données sur l'âge, la classe et la production, les sols, et les activités de gestion et d'affectation des terres intégrant plusieurs types de surveillance. Il est généralement possible de suivre —statistiquement en tous cas — l'évolution dans le temps des superficies de terres soumises à des changements d'affectation des terres. Dans la plupart des cas, ces systèmes dépendent du climat, et fournissent donc des estimations sources avec une variabilité interannuelle. Une représentation séparée du bétail en fonction du type d'animal, de l'âge, du poids, etc., pourra être utilisée. Les modèles devront être soumis à des contrôles de qualité, audits et validations, et être documentés de manière exhaustive.