

Bilan carbone à l'échelle des exploitations agricoles en Haïti, cas du bassin versant de Limbé

L. J. Charles, P. Duvivier, et B. A. Felix, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Université d'Etat d'Haïti

RESUME

Charles, L. J., Duvivier, P. et Felix., B. A. 2019. Bilan Carbone à l'échelle des exploitations agricoles en Haïti, cas du Bassin Versant de Limbé. RED 8 (2): 32 - 38

Les pratiques agricoles au niveau du bassin versant (BV) de Limbé, comme partout dans le pays, sont les unes émettrices, les autres séquestrantes de gaz à effet de serre (GES). Cependant, les recherches bibliographiques effectuées n'ont permis de recueillir aucune donnée chiffrée antérieurement générée sur le bilan carbone à l'échelle des exploitations agricoles (EA) en Haïti. La présente étude a été réalisée pour estimer le bilan carbone des EA traditionnelles au sein de ce BV. Pour réaliser l'étude, un échantillon de 30 EA a été choisi sur la base de deux critères : la position topographique et le système de mise en valeur des parcelles exploitées. Les 30 EA ont été réparties en cinq types. Le type I correspond à des parcelles situées sur des terrains en pente réservées à l'agroforesterie. Les parcelles du type II sont situées sur des terrains en pente et sont utilisées pour des cultures sarclées, excluant le riz. Les parcelles du type III sont situées en plaine exondée et utilisée pour l'Agroforesterie. Le type IV correspond à des parcelles situées en plaine exondée utilisées pour des cultures sarclées, excluant le riz. Les parcelles du type V correspondent à des dépressions marécageuses utilisées pour la culture du riz ou de la canne à sucre. L'outil EX-ACT développé par la FAO a été utilisé pour estimer le bilan carbone des EA de chaque type. Les bilans obtenus ont été respectivement de : 6.52, 2.20, -0.44, 12.40 et 5.59 t eqCO₂/ha pour les types I, II, III, IV et V. Les types I, II, IV et V sont émetteurs parce qu'ils ont un bilan positif variant de 2.20 à 12.40 t eqCO₂/ha. Le type III est séquestrant avec un bilan de -0.44 t eqCO₂/ha. En moyenne, tous types confondus, les EA du BV de Limbé ont un bilan carbone émetteur de 5.25 t eqCO₂/ha. Cette valeur du bilan carbone avoisine celle des EA en France (4.7 t eqCO₂/ha). Elle est supérieure à celle obtenue en moyenne pour les EA au Royaume-Uni (1.28 t eqCO₂/ha) et en Écosse (2.78 t eqCO₂/ha).

Mots clés : Changement climatique, gaz à effet de serre (GES), émission, pratiques agroécologiques, séquestration

ABSTRACT

Charles L. J., Duvivier P. and Félix B. A. 2019. Carbon footprint of farms in Haiti: case study of Limbé watershed. RED 8 (2): 32 - 38

As in any part of the country, agricultural practices in the Limbe Watershed either release or sequester Green House Gas (GHG). Yet, no record of carbon footprint at the agricultural exploitations (AE) scale in Haiti could be found in the literature. This study aimed to assess carbon footprint of traditional farms in the Limbe Watershed. For that, a sample of 30 AE was selected based on two criteria: topographic position and the cropping systems. The 30 AE were divided into 5 types. The type I corresponds to sloping lands devoted to agroforestry. Plots from Type II are on sloping lands used for row crops except rice. Plots pertaining to the Type III are located in unflooded plains and used for Agroforestry. Type IV corresponds to plots in unflooded plains used for root crops, excluding rice. Type V plots are swampy depressions used for growing rice or sugar cane. The EX-ACT tool developed by FAO was used to estimate the carbon footprint of AEs of each type. The resulting balances were respectively: 6.52, 2.20, -0.44, 12.40 and 5.59 t eqCO₂/ha for types I, II, III, IV and V. Types I, II, IV and V are emitting because they have a positive balance sheet ranging from 2.20 to 12.40 t eqCO₂/ha. Type III is sequestering with a balance of -0.44 t eqCO₂/ha. On average, all types combined, Limbé BV AEs have an emission carbon footprint of 5.25 t eqCO₂/ha. This value of the carbon footprint is close to that of the AEs in France (4.7 t eqCO₂/ha). It is higher than that obtained on average for AEs in the United Kingdom (1.28 t eqCO₂/ha) and Scotland (2.78 t eqCO₂/ha).

Keywords: Climate change, greenhouse gas (GHG), emission, agro-ecological practices, sequestration

Introduction

La température globale de la planète a augmenté de 0.74 °C au cours du 20^e siècle (12). En plus du rôle joué par le manque d'équilibre entre la quantité d'énergie solaire reçue par la terre et les radiations réfléchies, l'augmentation de la tempé-

rature pourrait être due aux gaz à effet de serre (GES) qui retiennent une partie de la chaleur du soleil autour de la terre. La concentration de ces GES (CO₂, CH₄, N₂O, etc.) dans l'atmosphère a significativement augmenté depuis la fin du 20^e siècle (9).

Les préoccupations dues aux changements climatiques à l'échelle mondiale sont de plus en plus grandes, en raison des perturbations qui en résultent au niveau de l'environnement, de l'agriculture, de l'élevage, de l'économie en général, et des nombreuses pertes en vies humaines. En effet, entre 2000 et 2012, plus de 220 millions de personnes en moyenne ont été annuellement affectées par les catastrophes naturelles, dont 10.9% sont liées à des phénomènes climatiques, et plus de 92 000 y ont péri (19). Les effets des changements climatiques sont fortement ressentis en Haïti. Ils se manifestent en particulier par l'augmentation de la température et des irrégularités au niveau des saisons des pluies depuis les quatre dernières décennies (8). Les cyclones, les sécheresses prolongées, les inondations deviennent aussi plus fréquentes et la dégradation des terres arables plus sévère (23).

De plus, il ne semble plus y avoir de doute que les activités humaines sont grandement responsables de ces changements (13). Pour l'année 2000, tous les secteurs confondus, le bilan carbone d'Haïti aurait atteint un total de 7 832.32 Gg eqCO₂ dont 4 771.36 soit plus de 50% pour le secteur agricole qui représente près de 30% du PIB national (16, 21). Exprimé en tonne équivalent de dioxyde de carbone par hectare (t eqCO₂/ha) (3, 24), le terme bilan carbone renvoie à une estimation de l'impact des activités anthropiques sur l'environnement, en termes de quantité de GES produits, émis dans l'atmosphère ou séquestrés (2). Pour Haïti, aucune donnée chiffrée n'a pu être retrouvée au niveau de la littérature sur le bilan carbone à l'échelle des exploitations agricoles (EA).

Certaines pratiques agricoles sont émettrices (écobuage, labourage,

élevage bovin, ...) ou séquestrantes à termes de GES (épandage à la surface des parcelles des résidus de récolte, ou leur enfouissement, agroforesterie, ...). Cette étude a été réalisée dans le BV de Limbé Pour comprendre comment les activités agricoles impactent le bilan carbone à l'échelle de différents types d'EA en Haïti dans le but de fournir une première estimation du bilan carbone à l'échelle des EA.

Matériels et méthodes

Caractéristiques du bassin versant de Limbé

Le bassin versant (BV) de Limbé est à cheval entre la partie sud du département du Nord et la partie Nord du département de l'Artibonite. Il a une superficie d'environ 31 000 ha repartis sur les communes de Marmelade (Artibonite), Limbé, Acul du Nord et Bas Limbé (Figure 1). Il a été divisé en unités de paysage, aussi appelées « blocs » ou unités d'aménagement locales (UAL), par des institutions qui y interviennent. Les blocs ou UAL correspondent chacun à un espace ayant une superficie de 10 à 40 hectares sur un versant. Ils renferment des parcelles appartenant à des agriculteurs différents. Ces derniers peuvent avoir des parcelles à l'intérieur et à l'extérieur des blocs. La Rivière de Limbé, principal cours-d'eau du BV, a un sens d'écoulement Sud-Nord. L'étude a été réalisée dans huit blocs répartis sur les 4 communes.

Les caractéristiques du BV varient d'une commune à une autre, notamment en ce qui concerne la pluviométrie (14). À Marmelade (en amont), le climat est de type tropical humide avec un régime de pluies orageuses à fortes intensités. Une saison pluvieuse allant d'avril à novembre est suivie d'une saison sèche allant de décembre à Mars (2). Dans les communes de Limbé et de Bas Limbé (en aval), il y a deux saisons pluvieuses (septembre - décembre et février- mai). Les mois de janvier, juin, juillet et août sont secs (5). La température annuelle varie de 14°C à 27°C avec une moyenne de 25°C à Marmelade. Les mois les moins

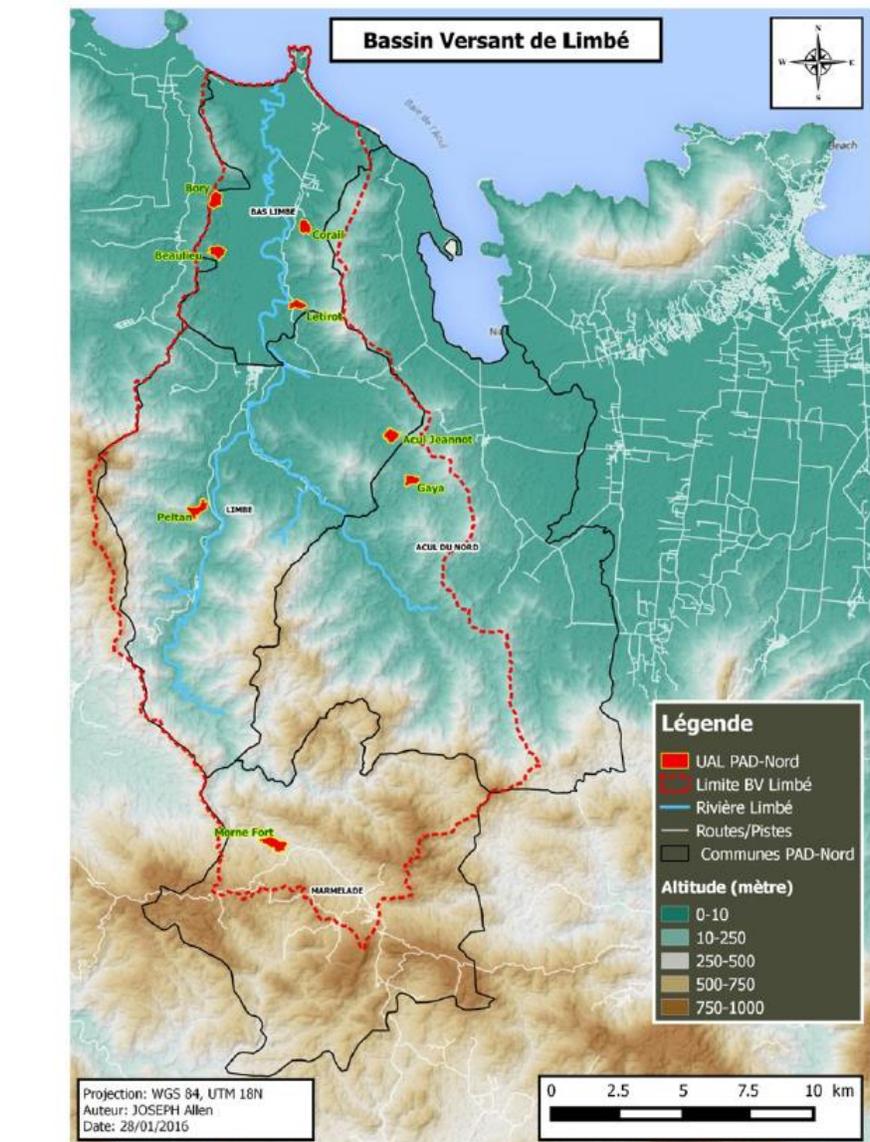


Figure 1. Bassin versant de Limbé

chauds vont de décembre à mars (14 à 15°C), alors que les plus chauds vont de juin à septembre (26 à 27°C ; 18). À Limbé (en aval), la température moyenne annuelle est de 25,8°C (20).

La zone d'étude présente un relief particulièrement accidenté regroupant vallées (Bas Limbé), plateau (Marmelade) et des zones escarpées avec des pentes pouvant atteindre jusqu'à 75%. Les roches sont principalement de type basaltique et calcaire datant du miocène sur certains sommets. Les vallées sont constituées des matériaux provenant des zones de pente suite à l'érosion de la couche arable, donnant ainsi naissance à des alluvions d'origine ba-

saltique et calcaire. En piémonts, on trouve aussi des colluvions. Sur les pentes dénudées, se trouvent des lithosols, tandis que sur les versants moins érodés, se rencontrent des sols provenant du basalte et du calcaire.

La densité moyenne de la population sur les 4 communes (402.74 habitants/km²) est supérieure à la moyenne nationale estimée à 385 habitants/km² (17). Cette densité élevée sous-entend une forte pression sur les ressources naturelles au sein du BV. Des groupements traditionnels de travailleurs agricoles « ranpono et konbit » existent dans la zone et constituent une forme de solidarité entre les habitants (2).

Echantillonnage des exploitations agricoles

Une base de données sur les agriculteurs établie par l'ONG AgriSud Internationale dans le cadre de ses interventions sur le bassin versant (projet Pad Nord) a été utilisée comme base de sondage. Les informations contenues dans cette base de données incluent la composition de l'EA, la localisation des parcelles et les systèmes de cultures pratiqués. Des visites de reconnaissance de la zone d'étude ont été effectuées pour rencontrer des agriculteurs et recueillir des informations préliminaires, notamment sur les positions topographiques des parcelles, leurs superficies et les systèmes de mise en valeur. L'analyse de la base de données et les visites de terrain ont permis d'identifier cinq types d'EA sur le BV sur la base de la position topographique des parcelles et des systèmes de cultures pratiqués (Tableau 1). Un échantillon de 30 EA réparties dans les cinq types et dans les huit UAL a été constitué. Les interviews ont été conduites avec les chefs d'EA et des observations de terrain réalisées. Des données ont été collectées sur les activités et pratiques courantes sur les exploitations agricoles, notamment les superficies exploitées, les cultures pratiquées, l'élevage, etc.

Dénombrement des arbres sur les parcelles et détermination de leur âge

Un comptage systématique des arbres et leur répartition en 3 classes d'âge (< 5 ans ; 5 à 10 ans ; > 10 ans) ont été effectués sur les parcelles de chaque EA pour la détermination des coefficients de séquestration de carbone. Ce comptage a été nécessaire parce que les espèces ligneuses constituent un important poste de séquestration de carbone par le biais de la photosynthèse. Elles peuvent impacter le bilan carbone des EA. Leur répartition en classe d'âge a été nécessaire aussi parce que la séquestration de carbone par les arbres varie avec l'âge. L'âge des arbres a été obtenu à partir des estimations des chefs d'EA interviewés.

Tableau 1. Types d'exploitation agricoles rencontrées sur le bassin versant de Limbé

Système de cultures pratiqué sur plus de 50% des parcelles (base superficie)	Position topographique de plus de 50% des parcelles		
	Pentes	Plaines exondées	Dépressions marécageuses
Agroforesterie	Type I	Type III	-
Cultures sarclées, sauf riz	Type II	Type IV	-
Riz ou canne à sucre	-	-	Type V

Les plantes annuelles et les adventices ne sont pas inclus dans le calcul des coefficients de séquestration de carbone en raison de leur courte durée de vie. Les plantes cultivées sont récoltées à maturité et les adventices sont enlevés au moment de la préparation de sol. Par contre, les résidus de récolte et les adventices sont pris en compte dans l'analyse des pratiques agroécologiques (enfouissement dans le sol ou non).

Mesures dendrométriques

Des mesures dendrométriques (DHP, hauteur) ont été effectuées à l'aide d'un ruban métrique et d'un dendromètre Haglöf Sweden. Ainsi, selon les techniques consacrées, ces mesures ont été effectuées sur 779 arbres appartenant à neuf espèces (*Cedrela odorata* L., *Anacardium occidentale* L., *Theobroma cacao* L., *Catalpa longissima*, Jacqu., *Swietenia mahogany* L., *Simaruba glauca* DC, *Citrus aurantium* L., *Persea americana* Mill. et *Mangifera indica* L.) avec 30 unités par espèce recensée au niveau de la zone d'étude pour la détermination des coefficients de séquestration du carbone.

Méthode de calcul des coefficients de séquestration du carbone

La biomasse aérienne de chaque arbre a été obtenue par l'équation de Chave *et al* : biomasse aérienne = $e^{(-2.977 + \ln(\rho(D+D)H))}$ dans laquelle ρ est la densité du bois en g/cm³; D est le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de l'arbre en cm et H, la hauteur en cm (7, 10)). Le calcul a été effectué pour tous les individus sur lesquels des mesures dendrométriques ont été effectuées. La quantité de carbone aérien (CA)

pour chaque arbre a été obtenue en multipliant la biomasse aérienne par 0.5, car le carbone aérien représente 50% de la biomasse aérienne (4). Les neuf espèces recensées ont été réparties en deux catégories suivant la densité du bois ($\rho < 0.5$ et $\rho > 0.5$). La combinaison des deux densités avec les trois classes d'âge a donné 6 groupes d'arbres. La moyenne arithmétique (\overline{CA}) des n valeurs individuelles (CA_i) du carbone aérien de chaque groupe a été calculée : $\overline{CA} = \sum_i^n CA_i$. C'est le coefficient de séquestration du carbone aérien. Les arbres séquestrent aussi du carbone au niveau de leurs racines (carbone souterrain, CS). Le carbone souterrain représente 20% du carbone aérien. Aussi, le carbone souterrain a-t-il été calculé en multipliant la valeur du CA par 0.2 selon par la formule CS=CAx0.2 (7).

Calcul du bilan carbone

Le calculateur EX-ACT employé pour déterminer le bilan carbone de chaque EA a été conçu pour permettre d'utiliser des valeurs par défaut, d'ajouter des données ou d'inactiver des paramètres selon les réalités locales. Dans le cadre de cette étude, les paramètres suivants ont été pris en compte : coefficients de séquestration du carbone, nombre d'arbres inventoriés, âge des arbres, densité du bois, pratiques agroécologiques, cultures annuelles, systèmes pérennes, riz inondé, bétail, intrants et autres investissements (11). Les données collectées ont été saisies dans le calculateur EX-ACT version 5.2. Une valeur positive correspond à une émission nette de GES dans l'atmosphère, tandis qu'une valeur négative

Tableau 2. Superficies exploitées (ha) par les cinq types d'EA du bassin versant de Limbé ventilées par système de mise en valeur

Type d'EA	Système de mise en valeur				Total
	Agroforesterie	Cultures sarclées, sauf riz	Riz	Canne à sucre	
I	0.73	0.23	-	-	0.96
II	0.26	0.72	-	-	0.98
III	0.41	-	-	0.07	0.48
IV	-	0.35	0.03	-	0.38
V	0.05	0.16	0.17	0.20	0.59

Tableau 3. Nombre moyen de tête de bétail dans les cinq types d'EA du bassin versant de Limbé ventilé par espèce

Type EA	Bovins	Caprins	Volailles	Porcins	Lapins	Equins
I	2.43±1.99	1.00±2.24	7.14±9.06	-	-	0.14±0.38
II	1.75±1.67	1.00±0.93	6.00±4.66	0.25±0.71	0.13±0.35	-
III	1.50±2.12	0.50±0.71	3.00±2.83	-	-	-
IV	2.00±1.41	2.60±3.97	8.60±13.22	-	-	-
V	1.38±1.85	0.63±0.74	9.00±12.15	1.00±2.83	-	-

Tableau 4. Nombre moyen d'arbres dans les cinq types d'EA étudiées dans le bassin versant de Limbé en fonction de l'âge et de la densité du bois

Type EA	Age des arbres < 5		Age des arbres = 5 - 10		Age des arbres > 10	
	$\rho < 0,5$	$\rho > 0,5$	$\rho < 0,5$	$\rho > 0,5$	$\rho < 0,5$	$\rho > 0,5$
I	17.4±26.4	80.6±158.0	5.1±5.4	23.9±23.4	10.3±16.5	39.0±34.1
II	4.4±6.0	22.5±53.3	1.9±3.2	10.9±18.9	12.3±18.0	20.5±31.1
III	56.0±21.2	47.0±14.1	10.0±14.1	28.5±33.2	8.0±11.3	28.0±17.0
IV	-	-	-	-	-	-
V	6.3±16.8	13.1±30.1	2.8±4.8	3.4±8.8	2.9±7.0	6.1±12.8

correspond à une séquestration nette de carbone au niveau de l'EA. Les paramètres qui ne s'appliquent pas à la réalité des EA étudiées ont été masqués.

Analyse statistique des données

Les données obtenues ont été soumises à une analyse de variance pour déterminer la variation entre les types d'exploitation. Un test de F a été effectué au seuil de probabilité 5% et une comparaison multiple des moyennes a été réalisée par le test de Duncan. Le logiciel R version 2.13.1 a été utilisé pour réaliser l'analyse.

Résultats et discussion

Caractéristiques des EA échantillonnés

Les cinq types d'EA qui ont fait l'objet de la présente étude ont des caractéristiques un peu différentes les unes par rapport aux autres. Elles sont toutes de petite taille (moins d'un ha), mais les superficies qu'elles exploitent varient presque du simple au triple entre 0.30 à environ 1,0 ha (Tableau 2).

Les parcelles ne sont pas emblavées seulement par des cultures qui ont servi à la désignation du type d'EA. La SAU est en grande partie soumise aux cultures qui ont servi à

désigner le type, mais une portion (moindre) est souvent consacrée à une réalité différente. Dans le type I, les systèmes agroforestiers sont généralement mis en place avec des cultures telles que taro (*Colocasia esculenta*), igname (*Dioscorea sp*), banane (*Musa sp*). En outre, au sein de ce type, d'autres parcelles sont emblavées en cultures sarclées sauf riz.

Le manioc (*Manihot sp*), le pois congo (*Cajanus cajan*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le maïs (*Zea mays*) et l'arachide (*Arachis hypogaea*) sont les principales cultures sarclées retrouvées sur les parcelles des EA du type II. Par ailleurs, des parcelles en agroforesterie ont été aussi retrouvées au niveau de ce type. Comme les systèmes agroforestiers du type I, ceux du type III sont dominés par la présence des cultures de taro, banane et d'igname. Une petite portion est consacrée à la culture de la canne à sucre (*Saccharum officinarum* L.). Les cultures dominantes dans le type IV sont le maïs, le pois congo, l'arachide et la patate douce. La culture du riz (*Oryza sativa* L.) est aussi présente au niveau de ce type, mais sur une faible portion de la superficie disponible. Le type V est mis en valeur par la culture de la canne à sucre et du riz. Les autres parcelles qui composent ce type sont en cultures sarclées, autres que riz, ou en agroforesterie.

Les principaux types d'élevage pratiqués au sein des EA sont les bovins, caprins et volailles. Le nombre de têtes de bétail a varié en moyenne de 1.38 à 2.43 pour les bovins, de 0.50 à 2.60 pour les caprins et de 3.00 à 9.00 pour les volailles. Il existe d'autres types d'élevage (porcins, lapins et équins), mais ils ne sont pas présents sur tous les cinq types d'EA étudiées (Tableau 3).

Nombre moyen d'arbres dans les EA

Le Tableau 4 présente le nombre moyen d'arbres par EA en fonction de la densité du bois et de la classe d'âge. Un plus grand nombre

Tableau 5. Coefficient de séquestration de carbone aérien et souterrain (kg C/an) dans les EA étudiées dans le bassin versant de Limbé en fonction de l'âge des arbres et de la densité du bois

Age des arbres (an)	Densité du bois (g/cm ³)	Carbone aérien	Carbone souterrain
< 5	<0.5	0.32	0.1
5 - 10	<0.5	4.03	0.8
> 10	<0.5	4.84	1.0
< 5	>0.5	1.62	0.3
5 - 10	>0.5	6.52	1.3
> 10	>0.5	7.89	1.6

Tableau 6. Bilan carbone (t éq.CO₂/ha) des cinq types d'EA étudiées dans le bassin versant de Limbé ventilé par système de mise en valeur des terres

Type EA	Cultures annuelles	Systèmes pérennes	Riz	Bétail	Intrants et consommation d'énergie
I	-0.56±0.33 a	-3.67±2.06 bc	-	10.48±13.26 a	0.26±0.26 a
II	-0.23±0.38 a	-1.82±2.20 ab	-	4.05±3.75 a	0.19±0.14 a
III	-0.59±0.41 a	-4.80±2.68 c	-	4.68±6.61 a	0.27±0.12 a
IV	-0.31±0.20 a	-	0.23±0.52 b	12.03±5.81 a	0.23±0.14 a
V	-0.43±0.25 a	-0.56±0.89 a	1.09±0.63 a	5.18±6.48 a	0.32±0.23 a

Les moyennes accompagnées d'une même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes.

Tableau 7. Bilan carbone (t éq. CO₂/ha) des cinq types d'EA étudiées dans le bassin versant de Limbé ventilé par type de GES

Type EA	CO ₂ biomasse	CO ₂ sol	CO ₂ combustion	N ₂ O	CH ₄
I	-3.67±2.06 bc	-0.55±0.33 a	0.26±0.26 a	2.43±2.88 a	8.06±10.44 a
II	-1.82±2.20 ab	-0.29±0.37 a	0.18±0.12 a	1.10±0.87 a	2.97±2.93 a
III	-4.80±2.68 c	-0.59±0.41 a	0.25±0.10 a	1.09±1.52 a	3.61±5.11 a
IV	-	-0.31±0.20 a	0.23±0.15 a	3.18±1.60 a	9.09±4.64 a
V	-0.56±0.89 a	-0.43±0.25 a	0.32±0.23 a	1.37±1.52 a	4.90±5.24 a

Les moyennes accompagnées d'une même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes.

d'arbres a été dénombré au niveau des EA de types I et III. De plus, le type III regroupe non seulement un nombre plus important d'arbres, mais aussi des individus plus âgés et de densité plus élevée. Il n'y a pas eu d'arbres dans les EA du type IV.

Coefficient de séquestration de carbone

Le coefficient de séquestration de carbone a varié de 0.32 à 7.89 g/cm³

pour le carbone aérien et de 0.1 à 1.6 g/cm³ pour le carbone souterrain (Tableau 5).

Bilan carbone des EA en fonction du mode de mise en valeur des terres

Les cultures annuelles (sauf riz) et la culture des espèces ligneuses pérennes se sont révélées de véritables postes de séquestration de GES. En effet, le bilan carbone a varié de -0.59 à -0.23 t éq. CO₂/ha pour les

cultures annuelles et de -4.80 à -0.56 t éq. CO₂/ha pour la culture des espèces ligneuses pérennes (Tableau 6). En outre, pour la culture des espèces ligneuses pérennes, la séquestration du carbone a été significativement plus élevée au niveau du type III des EA comparé aux quatre autres. Ceci s'explique par le nombre plus important des espèces ligneuses au niveau de ce type d'EA.

De leur côté, la riziculture, l'élevage et la consommation d'énergie se sont révélés émetteurs de GES avec des bilans carbone variant de +0.19 à 12.03 t éq. CO₂/ha. Ces émissions s'expliquent par la décomposition anaérobie de la matière organique en riziculture inondée, la fermentation entérique dans l'élevage et la combustion des ressources énergétiques. Il n'y a pas eu de différences significatives entre les cinq types d'EA pour le bilan carbone des cultures annuelles (sauf riz), l'élevage et la consommation d'énergie. Pour la riziculture, le bilan carbone des EA du type V (1.09 t éq. CO₂/ha) est significativement plus élevé que celui du type IV (0.23 t éq. CO₂/ha).

Bilan carbone des EA en fonction du type de GES

Les principaux GES émis par les EA sont le dioxyde de carbone (CO₂) par la combustion des ressources énergétiques (charbon de bois, bois de chauffe, carburants), le protoxyde d'azote (N₂O) et le méthane (CH₄) par la fermentation entérique des animaux (Tableau 7). La biomasse et le sol sont des séquestreurs de CO₂. Le CO₂ biomasse n'a pas été mesuré dans les EA du type IV, car il n'y a pas de parcelles en agroforesterie pour ce type.

Il n'y a pas eu de différences significatives entre les cinq types d'EA étudiées en termes d'émissions de N₂O et de CH₄ par la fermentation entérique des animaux et de CO₂ par la combustion.

Bilan carbone global des EA

Les EA du type III qui pratiquent l'agroforesterie en plaine exondée sont séquestrantes de carbone avec un bilan de -0.44 t éq. CO₂/ha

Tableau 8. Bilan carbone global (t éq. CO₂/ha) des cinq types d'EA étudiées dans le bassin versant de Limbé

Type EA	Bilan carbone par ha
I	6.52 ± 12.34 ab
II	2.20 ± 4.66 ab
I	-0.44 ± 4.46 b
IV	12.40 ± 6.03 a
V	5.59 ± 7.09 ab
Moyenne	5.25.

Les moyennes suivies de même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes.

(Tableau 8). Cette performance est due essentiellement à la présence des arbres en nombre important dans les parcelles. Les quatre autres types sont émetteurs avec des bilans carbone variant de 2.20 t éq. CO₂/ha pour le type II à 12.40 t éq. CO₂/ha pour le type IV. Cette valeur élevée du bilan carbone dans les EA de type IV est due en partie à l'absence d'arbres dans les parcelles. De plus, les EA de ce type qui pratiquent les cultures sarclées (sauf riz) en plaine exondée exploitent la plus faible superficie (0.38 ha en moyenne), comparées à celles des autres types et ont le nombre de têtes de ruminant le plus élevé.

Le bilan carbone moyen des EA du BV de Limbé est de 5.25 t éq. CO₂/ha. Cette valeur est proche de celles mesurées dans les EA françaises (4.7 t éq. CO₂/ha) et malgaches (5.33 t éq. CO₂/ha), mais quatre fois plus élevée que celle des EA du Royaume-Uni estimée à 1.28 t éq. CO₂/ha (1, 15). Toutefois, comparées aux EA du BV de Limbé, les EA européennes susmentionnées émettent beaucoup plus GES dans l'atmosphère, dû à leur grande taille soit 45.3 ha en moyenne en France et 72.1 ha en moyenne au Royaume Uni (6).

Conclusion

Le bilan carbone moyen des EA du BV de Limbé a été de 5.25 t éq. CO₂/ha. Ce résultat est proche de ceux obtenus dans les EA françaises et

malgaches, mais quatre fois plus élevé que celui obtenu dans les EA du Royaume-Uni. Les EA qui pratiquent l'agroforesterie ont eu un bilan carbone plus faible que celles qui ne la pratiquent pas. Ce qui prouve que ce bilan est fortement influencé par la présence d'arbres dans les parcelles. Il a été trouvé que le mode de mise en valeur des terres influence aussi le bilan carbone des EA du BV de Limbé. Les résultats ont montré que le principal gaz émis par les activités d'élevage est le méthane, tandis que le CO₂ est le gaz principal émis dans les autres activités, incluant la consommation d'énergie. Or, le méthane a un potentiel de réchauffement 25 fois plus élevé que le CO₂.

Au regard des résultats obtenus et de ces conclusions, il paraît nécessaire que des efforts soient faits pour aider les agriculteurs à augmenter la couverture arborée de leurs parcelles pour compenser les émissions de GES inévitables par les activités d'élevage et la consommation de l'énergie, en particulier le bois de chauffe et charbon de bois. Les agriculteurs ont aussi besoin d'utiliser davantage de pratiques séquestrantes de carbone dans la mise en valeur de leurs terres (ex. paillage, enfouissement de la matière organique dans le sol, fabrication et utilisation de compost).

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Projet d'Aménagement Durable du bassin versant de Limbé (Projet PAD Nord) mis en œuvre par Agrisud International et le Groupe de Recherche et d'Action pour le Développement Intégré du Milieu Rural Haïtien (GRADIMIRH). Les auteurs remercient toute l'équipe du projet, en particulier les Ingénieurs-Agronomes Hérauld MUSEAU et Nicolas SALAÛN.

Références bibliographiques

1.ADEME. 2007. Synthèse 2006 des bilans PLANETE – Consommation d'énergie et émissions de GES des exploitations agricoles ayant réali-

sé un bilan PLANETE.

- Amy, A. 2008. Diagnostic de la Dégradation du Bassin Versant de la Rivière Marmelade en vue de son Aménagement. Mémoire d'Ingénieur-Agronome, FAMV/UEH, Damien, Haïti, 63p.
- Bockel, L., Tinlot, M. et Gentien, A. 2010. Potentiel de mitigation climatique de la filière riz: Bilan carbone de scénarios stratégiques sur la filière riz à Madagascar à l'horizon 2020. FAO, 10 p.
- Brown, S. 2002. Measuring Carbon in Forest current status and future challenges, environment pollution, 116p.
- CFAIM. 2000. Données pluviométriques collectées. Limbé, Haïti
- Chatellier, V. et Delame, N. 2007. Les exploitations agricoles européennes et françaises. Insee, France, 15 p.
- Chave, J., Andalo, C., Brown S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Folster H., Fromard, F., Higuuchi, N., Kira, T., Les-curej-P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riera B. and Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbone stock and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145: 87-99.
- Cohen, M. et Singh, B. 2014. Adaptation aux changements climatiques, le cas d'Haïti. Université de Montréal/Oxfam America, 40 p.
- Coquillaud, S. 2015. Kits pédagogiques sur les changements climatiques. Impro, Montreuil, France, 87 p.
- FAO. 2014. List of wood densities for tree species from tropical America, Africa, and Asia. Rome, Italie, 3 p.
- GIEC. 2006. Lignes directrices pour les inventaires nationaux de GES. Volume 1.
- GIEC. 2014. Bilan 2014 des changements climatiques. Rapport de synthèse, 114 p.
- Gore, J. A. 2007. Une vérité qui dérange. Édition de la Martinière, France, 325 p.

14. Grinand, C. 2013. Mission lancement officiel du Projet d'Aménagement Durable du bassin versant de Limbé, Nord Haïti (PAD Nord). Cap-Haïtien, Haïti, 35 p.
15. Hillier, J., Hawes C., Squire, G., Hilton A., Wale, S. and Smith, P. 2009. The carbon footprints of food crop production, *International Journal of Agricultural Sustainability*, P. 107–118.
16. IHSI. 2009. Recensement du Ministère de l'Économie et des Finances.
17. IHSI. 2012. Recensement du Ministère de l'Économie et des Finances.
18. Lebelon, J. B. 2003. Etude comparative des performances économiques des systèmes de cultures à base de caféiers et à base vivrière dans la commune de Marmelade. Mémoire d'Ingénieur-Agronome, FAMV/UEH, Damien, Haïti, 41p.
19. Magdelaine, C. 2014. Statistiques sur les catastrophes naturelles: http://www.notreplanete.info/terre/risques_naturels/catastrophes_naturelles.php Consulté le 08 avril 2015 à 16h34
20. Manigat, Y. 2000. Etude des agrosystèmes rencontrés sur le transect Port Margot (Nord) - Ennery (Artibonite). Mémoire d'Ingénieur-Agronome, FAMV/UEH, Damien, Haïti, 64 p.
21. MDE. 2013. Deuxième communication nationale sur les changements climatiques. Haïti, 181 p.
22. RAKOTOVAO, H. N. 2011. Empreinte carbone de différents types d'exploitation agricole basés sur des pratiques agroécologiques, région Itasy. Madagascar. Mémoire d'Ingénieur-Agronome, École des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, 108 p.
23. Toussaint, J. R. 2012. Haïti, évaluation environnementale et des changements climatiques. Rapport principal pour la préparation du Programme d'Options Stratégiques pour le Pays 2013-2018 du FIDA. Haïti, 97 p.
24. Wiedmann, T. et Minx, J. 2007. A definition of Carbon Footprint. ISA Research report, 11 p.