



Sylvie MAUBOURGUET ¹
Frédéric SAUDUBRAY ²

*1 Stagiaire de DESS
en Economie et
Environnement, PRAM /
Cemagref Martinique et
IRD*

*2 PRAM / Cemagref
Martinique, UR
Agriculture et espace
insulaire,
Quartier Petit Morne,
BP 214,
97285 Lamentin cedex 2*

Estimation de la valeur de la tonne de carbone du sol dans le secteur agricole martiniquais

Fonds Documentaire IRD
Cote : B* 36821 Ex :

La Martinique pourrait participer aux efforts de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) auxquels la France s'est engagée en signant et ratifiant le protocole de Kyoto ; l'agriculture, elle-même émettrice de GES, est concernée par ce processus. Mais toute politique publique incitant les exploitants agricoles à stocker du carbone doit être précédée d'une évaluation de ses coûts.

L'opportunité d'une politique agricole de "séquestration du carbone dans les sols" en Martinique peut se mesurer par le calcul du coût marginal des ressources macroéconomiques engagées pour stocker une tonne de carbone supplémentaire dans les sols.

Ce coût, encore appelé "valeur de la tonne de carbone", est le rapport entre la variation des coûts sociaux (coûts privés et coûts publics) induite par les mesures décidées (en euros) et la variation des quantités de carbone stocké (en tonnes de C) :

$$\text{Coût marginal} = \frac{\Delta \text{ Coûts sociaux}}{\Delta \text{ Stocks de carbone}}$$

Ce ratio pourrait servir de base au choix de la rémunération incitatrice à accorder à tout exploitant pour qu'il accepte de changer de pratique pour favoriser la réduction nette des émissions de gaz à effet de serre.

LE CADRE ÉCONOMIQUE DE L'INTERVENTION PUBLIQUE

Dans la théorie néoclassique standard, le raisonnement marginaliste permet de montrer que dans le cas d'un équilibre concurrentiel, tout producteur de bien privé supposé rationnel adopte un comportement d'optimisation : il choisira de produire la quantité qui égalise le prix du bien (sa recette marginale) et le coût marginal de production (supplément de coût pour une unité additionnelle de bien produit), c'est-à-dire celle qui maximise son profit marginal.

Ce niveau de production optimal peut engendrer des effets secondaires appelés externalités : lorsqu'elles sont négatives, elles entraî-

nent une perte de bien-être pour plusieurs agents, sans que le marché ne dédommage les agents affectés. Les émissions de GES représentent un cas d'externalités négatives issues des activités de production et de consommation.

Le stockage du carbone dans le sol est en revanche un cas d'externalité environnementale positive : l'agent qui met en place des techniques de réduction des émissions par le stockage du carbone génère des bénéfices environnementaux pour la collectivité (gain en bien-être) sans recevoir de rémunération par le marché.

Les externalités sont une des manifestations des "défaillances" du marché mises en évidence par les théoriciens de l'économie du bien-être, et justifient l'intervention publique. L'État peut contraindre ou inciter les agents pollueurs à assumer le coût social de la "dépollution". Il peut aussi rémunérer les agents qui améliorent le bien-être de leurs concitoyens.

DE L'ANALYSE COÛTS-AVANTAGES À L'ANALYSE COÛTS-EFFICACITÉ

Les pays qui se sont engagés dans le cadre du Protocole de Kyoto à réduire leurs émissions de GES privilégieront des politiques dont les coûts ne dépassent pas les avantages (réduction des émissions brutes, puits de carbone). Cette démarche, appelée analyse coûts-avantages (ACA), est une transposition à l'économie publique des règles de choix des projets d'investissements privés, et nécessite de comparer coûts sociaux et avantages sociaux de la dépollution. Il faut donc recenser tous les effets d'un projet sur le bien-être, positifs et négatifs, et les estimer monétairement.

Concernant la séquestration du carbone par les activités agricoles en Martinique, l'ACA permettrait donc d'estimer la "valeur du carbone séquestré" ou le coût nécessaire pour absorber une tonne supplémentaire de carbone dans les sols agricoles. Toutefois, l'évaluation marchande (au prix du marché) des dommages sociaux évités pose problème : elle se heurte d'une part à des incertitudes scientifiques sur les phénomènes de changement climatique, d'autre part à des problèmes d'estimation

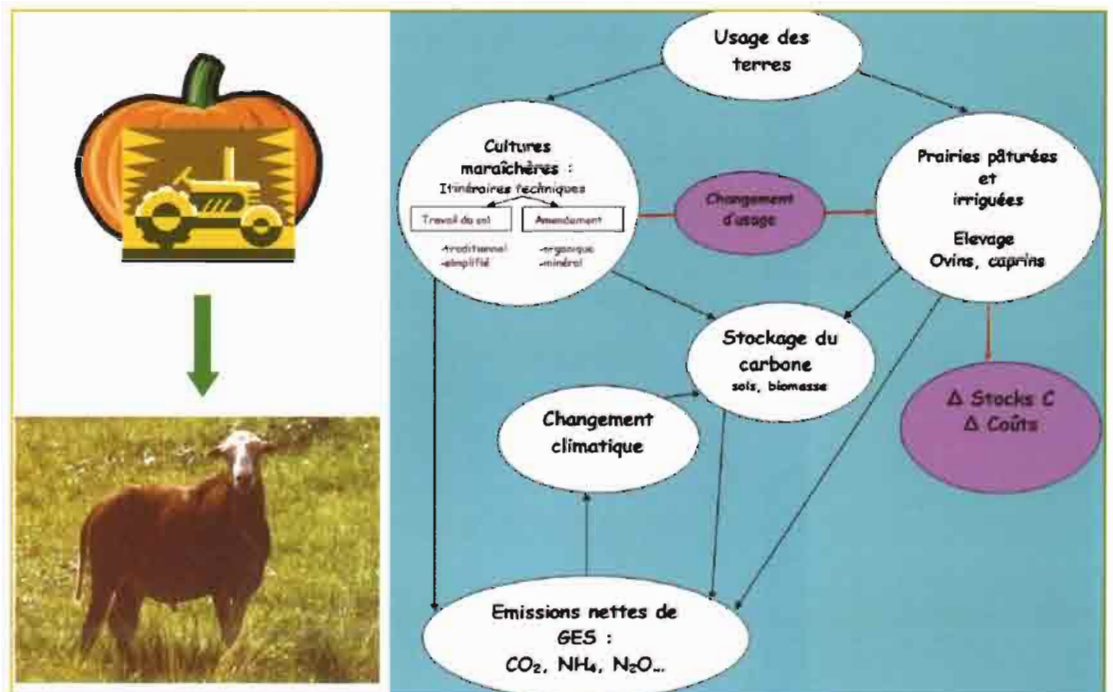


monétaire des avantages non marchands qui constituent la plus grande part des effets de la stratégie de réduction des émissions. En effet, estimer le coût d'évitement des risques de morbidité et de mortalité, de la détérioration des écosystèmes, de la disparition de territoires ou des déplacements de population,... soulève des questions d'ordre méthodologique et éthique (la vie humaine peut-elle avoir un prix ?). D'autre part, une politique de réduction de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère a des effets sur les générations présentes, mais en aura aussi sur les générations futures, en Martinique, et au-delà du territoire ; du fait de la longue durée de vie des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ("polluants stocks"), les effets d'une stratégie de séquestration ne se feront sentir qu'après des décennies. L'estimation de la valeur de ces avantages repose sur un calcul intertemporel qui nécessite le choix, délicat, d'un taux d'actualisation. Enfin, recenser les avantages de manière exhaustive pour toutes les parties concernées, à l'échelle de la Martinique, de la région Caraïbe et au-delà s'avère très difficile.

Pour toutes ces raisons le recours à une analyse coûts-efficacité (ACE) peut être justifié : forme d'évaluation économique qui tente d'identifier le moyen le plus économe et le plus efficace pour atteindre un objectif pré-établi, elle ne comporte pas d'évaluation monétaire des avantages issus de la réalisation de l'objectif, à la différence de l'analyse coûts-

avantages. Ce dernier est posé comme acquis *ex-ante*, par exemple du fait d'un engagement public existant (niveau de réduction des émissions dans le cadre du Protocole de Kyoto) ; l'analyse consiste alors à trouver le moyen de l'atteindre à moindre coût, les coûts représentant les dépenses privées (agriculteurs exploitants) et publiques (montant des subventions, coûts des contrôles) engagées pour des changements d'orientation culturelle ou d'itinéraire technique. La démarche pratique consiste à "minimiser" le coût total des mesures permettant d'atteindre l'objectif préétabli, et d'en déduire la valeur du carbone ou coût marginal du stockage. Deux méthodes peuvent être mobilisées pour estimer la valeur du carbone : les "modèles énergétiques" s'en tiennent à l'optimisation du coût marginal pour le secteur étudié, ici un coût brut ou direct pour l'agriculture, alors que les "modèles d'équilibre général" permettent d'estimer un coût macroéconomique (coût marginal des ressources de l'ensemble de l'économie qui doivent être engagées pour diminuer les émissions d'une tonne de carbone supplémentaire). C'est cette dernière approche qu'il conviendrait de conduire pour estimer la valeur du carbone en Martinique, mais compte tenu de la faiblesse des outils de modélisation économique disponibles et de l'insuffisance des données pré-existantes, la première méthode a été retenue dans le cadre du programme GESSOL.

Figure 1.
Changement d'usage :
conversion
du maraîchage
en prairie





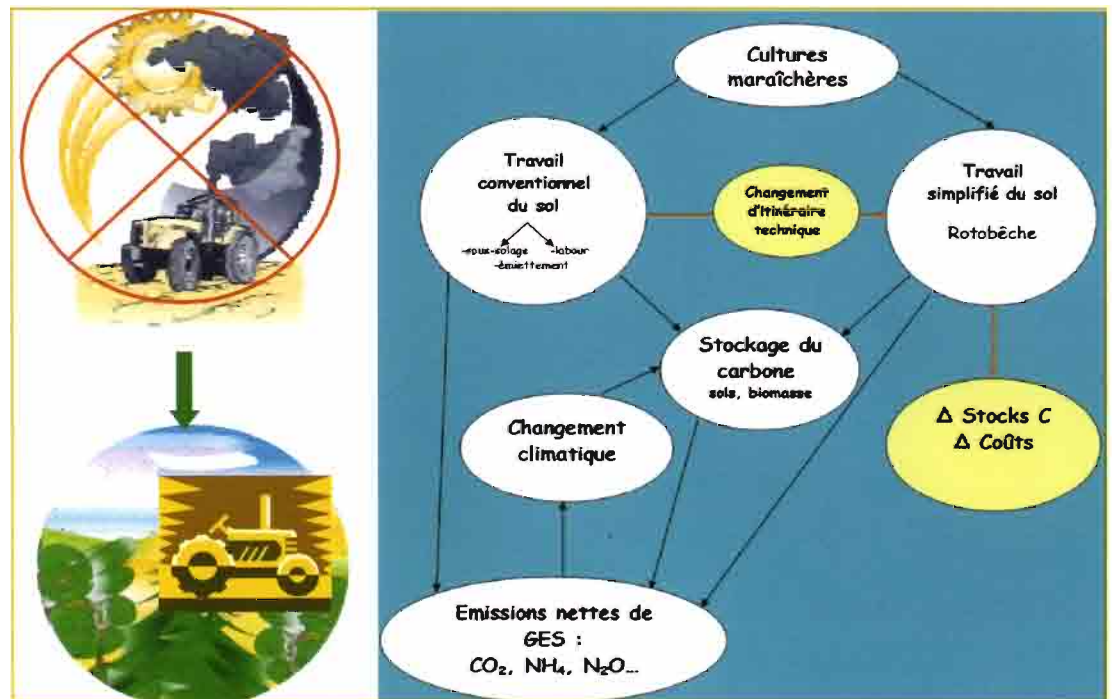
LA MÉTHODE EMPLOYÉE

L'optimisation du coût macroéconomique pour un objectif de stockage du carbone dans les sols de Martinique est un travail de long terme ; dans un premier temps, seuls les coûts bruts pour le secteur agricole ont pu être estimés dans le cas de deux "situations séquestrantes". Un changement d'usage des terres et un changement d'itinéraire technique ont été choisis, leur coût direct privé (supporté par l'agriculteur exploitant) a été calculé puis mis en relation avec les variations de stocks de carbone induites.

Dans le sud-est de la Martinique, la création d'un périmètre irrigué entre 1979 et 1988 a permis le développement, sur vertisols, de cultures maraîchères et de prairies irriguées (ou non) et pâturées par les petits ruminants. Ce sont donc ces deux orientations culturelles qui

En Martinique et sur vertisols, le travail conventionnel du sol est composé de trois ou quatre opérations (souvent après le passage d'un girobroyeur) : quelquefois sous-solage, labour à 40 centimètres de profondeur avec une charrue à soc, et souvent deux reprises après labour, dont le passage d'un pulvérisateur (à disques) ou d'un rotavator pour sectionner les mottes, émietter le sol et préparer le lit de semences. Le remplacement du travail traditionnel par un travail simplifié sur les 10 premiers centimètres, réalisé avec une rotobèche (machine composée d'une multitude de bèches articulées qui effectuent les trois opérations précédentes en un seul passage) permet d'accroître annuellement les stocks de carbone de 0,223 tonne par hectare (IRD, 1998). Il peut donc être intéressant de comparer les coûts des deux types de préparation, et d'estimer l'économie ou le coût de la simplification du travail du sol.

Figure 2.
Changement d'itinéraire technique : simplification du travail du sol



ont été comparées en raison de leur intérêt économique et social (faible taux de couverture de la demande par la production locale, activités traditionnelles bénéficiant d'un certain savoir-faire, etc.)

La conversion des cultures maraîchères en prairies pâturées accroît le stockage du carbone d'environ 1,2 tonne de carbone par hectare et par an (Chevalier, 1999). Le coût par tonne de carbone de ce changement a alors été estimé.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Trois systèmes types de production maraîchère et deux systèmes d'élevage de petits ruminants ont été identifiés à l'issue d'un travail d'enquêtes mené auprès des agriculteurs exploitants de trois communes (Le Marin, Le Vauclin, Sainte-Anne) : cultures maraîchères pour le marché local, melons d'exportation, production de laitues, élevage sur prairie naturelle ou sur prairie artificielle.

La méthode comptable a permis d'estimer les

coûts directs de la conversion d'un système à l'autre, à l'échelle de l'exploitation agricole. Ces coûts s'obtiennent en additionnant le coût d'ajustement (différence de coût de production = ΔCP) et le coût d'opportunité (coût monétaire par hectare "du renoncement au chiffre d'affaire" obtenu dans le système antérieur = $-\Delta CA$). Pour prendre en compte la diversité des formes juridiques

La méthode comptable a aussi permis d'estimer des coûts directs pour l'exploitant de la conversion du labour conventionnel (LC) au travail simplifié (TS), compte tenu des changements technico-économiques qu'elle implique :

Le passage du labour conventionnel au travail simplifié avec rotobèche en vertisols engendre une économie directe de 752 euros par hectare soit 3320 euros par tonne de carbone séquestré.

Coût direct ou brut pour l'exploitant en euros par hectare			
Changement d'usage	Coût d'ajustement CAJ = ΔCP	Coût d'opportunité 'monétaire' COM = $-\Delta CA$	Coût direct de conversion CC = CAJ + COM = $-\Delta R$
Prairie naturelle avec antécédent "maraîchage système 1"	-10636 à -14427	8585* à 15177	+4541 à -5842
Prairie plantée avec antécédent "maraîchage système 1"	-7518 à -11922	5662 à 12262	+4204 à -6260
Prairie naturelle avec antécédent "melon"	-13831 à -14157	12948 à 13102	-730 à -1210
Prairie plantée avec antécédent "melon"	-11253 à -11652	10025 à 10187	-1067 à -1628
Prairie naturelle avec antécédent "laitue"	-22478 à -22804	4279 à 42945	+19987 à +20467
Prairie plantée avec antécédent "laitue"	-19900 à -20299	39868 à 40030	+19569 à +20130

* Un coût d'opportunité de +8585 euros correspond en réalité à une baisse du produit d'activité par hectare (rendement) de 8585 euros entre l'activité maraîchage et l'activité élevage.

d'exploitation agricole, le coût de la main-d'œuvre, estimé au niveau du SMIC, prend en compte la main d'œuvre familiale et les salaires agricoles.

Le passage de l'activité "melon d'exportation" à l'élevage de petits ruminants permet d'économiser de 730 à 1628 euros par hectare (coût négatif), soit si l'on se ramène au coût évité par tonne de carbone, une fourchette de 608 à 1357 euros économisés. En revanche, passer des autres activités maraîchères destinées au marché local à l'élevage n'est pas forcément rentable, avec un désavantage certain pour l'abandon du système 3 (laitue) : le passage de la laitue à l'élevage entraîne un coût annuel supplémentaire pour l'exploitant d'environ 16700 euros en moyenne par tonne de C stocké.

Concernant la mise en œuvre éventuelle d'une politique de séquestration du carbone en Martinique, il apparaît donc que :

- La simplification du travail du sol semble pertinente puisqu'elle permet à la fois un accroissement des stocks de carbone dans les vertisols et une économie directe pour le producteur. De plus, des recherches précédentes de l'IRD ont mis en évidence l'intérêt de cette pratique pour limiter l'érosion, cela sans affecter les rendements.
- En revanche, envisager un changement d'usage des terres du maraîchage vers l'élevage ovin ne semble pas rationnel. D'une part, les calculs effectués montrent que, même si cette conversion est efficace en terme de stockage de carbone dans les sols, elle peut engendrer des coûts directs importants pour les producteurs. D'autre part, elle



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BLANCHARD O., CRIQUI P.
(2^{ème} trim. 2000),
"La valeur du carbone : un
concept générique pour les
politiques de réduction des
émissions", Economie
internationale, La revue du
CEPII (Centre d'études
prospectives et
d'informations
internationales),
n°82, 28 p.

Changements technico-économiques		
OUTILS	LABOUR	TRAVAIL SIMPLIFIÉ
		CONVENTIONNEL 1 sous-soleuse 2 charrues à socs 3 pulvérisateurs
TRACTEUR		
Puissance conseillée	90 chevaux	55 chevaux
Productivité horaire de l'outil : temps d'utilisation par hectare et par an	162 heures	90 heures
Consommation de carburant (l/ha)	55	37
Coûts en euros		
Coûts des investissements matériels :		
Tracteur	39000	27000
Outils	19550	12400
TOTAL	58550	39400
Charges d'amortissement et charges financières (en € par ha), pour une exploitation moyenne de 4,5 ha	2081	1400
Charges de carburants et lubrifiants (€ par ha)	33	22
Coûts de main-d'œuvre (€ par ha)	130	70
Charges totales affectées par le changement d'itinéraire technique (€/ha)	2244	1492
Comparaison des itinéraires techniques LC, et TS avec rotobèche, pour la préparation des vertisols en cultures maraîchères.		

entraînerait une perte d'emplois de l'ordre de 75%, dans la mesure où le maraîchage est environ quatre fois plus intensif en emplois que l'élevage, et où l'extension des surfaces en prairies pâturées n'est pas concevable dans le contexte actuel. Le coût social de cette perte d'emplois est aussi à prendre en compte.

Enfin, il est nécessaire de rappeler que seuls les coûts directs pour l'exploitant ont ici été évalués. Pour les deux situations séquestrantes envisagées, il faudrait, pour estimer un coût pour la collectivité, ajouter les coûts de mise en œuvre et de contrôle par les pouvoirs publics, les coûts collectifs de suppression et de créations d'emplois, les coûts d'opportunité non monétaires (coûts culturels et affectifs du renoncement à l'usage antérieur de la terre) et les coûts directs environnementaux.

Finalement, l'estimation pertinente d'une valeur "macroéconomique" de la tonne de carbone en Martinique nécessiterait l'élaboration d'un modèle d'optimisation des coûts en fonction d'un objectif de stockage, qui permettrait de comparer des orientations cultu-

rales, des usages hors production agricole des terres, et leurs impacts climatiques, agronomiques, économiques, environnementaux et sociaux dans la région prise dans son ensemble.

n°4 Décembre 2004

Les Cahiers du

PRAM

Pôle de Recherche Agronomique
de la Martinique

LES STOCKS DE CARBONE DANS LES SOLS DES ANTILLES

Importance agronomique et environnementale

B* 36821

Fonds Documentaire IRD



010036821