



**HAL**  
open science

## Focus 3-2. Stocks et stockage de carbone: le cas des sols des Antilles

Jorge Sierra

### ► To cite this version:

Jorge Sierra. Focus 3-2. Stocks et stockage de carbone: le cas des sols des Antilles. Stocker du carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût?, 2020. hal-03289447

HAL Id: hal-03289447

<https://hal.inrae.fr/hal-03289447v1>

Submitted on 17 Jul 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Focus 3-2. Stocks et stockage de carbone : le cas des sols des Antilles

Auteur : Jorge Sierra

### Le pédoclimat : clé de voute du stockage de C dans les sols antillais

Les Antilles présentent une forte pédodiversité (ferralsols, vertisols, nitisols, andosols, calcisols, fluvisols) qui représente environ 30% des sols tropicaux. Cette diversité résulte de la variation des roches mères (volcanique, calcaire, alluvions marines), du gradient pluviométrique (de 0,8 à 12 m/an) et de la durée de la pédogenèse (de  $10^3$  à  $10^7$  années) (Cabidoche *et al.*, 2004). De ce fait, ces sols ont développé une large gamme de minéraux secondaires fins dont la teneur dépasse 70% (argiles au sens large), cristallisés ou amorphes, caractérisés par une grande et contrastée capacité de stabilisation de la matière organique. Ces traits sont à l'origine d'une forte variabilité spatiale des stocks de C à l'échelle de quelques kilomètres : pour la couche 0-0,25 m des sols agricoles, 90-120 t C/ha pour les andosols (allophanes, climat perhumide), 60-75 t C/ha pour les vertisols (smectites, climat subhumide), 50-65 t C/ha pour les ferralsols (oxy-hydroxydes de Fe et d'Al, climat humide), et 40-55 t C/ha pour les nitisols (halloysite, climat humide) et les calcisols (smectites, climat subhumide) (Sierra *et al.*, 2015). Le pédoclimat est donc le principal facteur explicatif des stocks de C dans les sols antillais (Sierra et Causeret, 2018). Il est intéressant de souligner que, à égalité de climat, ces stocks sont en général 1.5-2 fois supérieurs à ceux observés dans d'autres régions tropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. Ce constat implique que l'on ne peut pas parler strictement de la capacité de stockage de C des "sols tropicaux" sans tenir compte de leur genèse et minéralogie.

### Effet des modes d'occupation du sol et des pratiques culturales

L'agriculture antillaise est traditionnellement basée sur les cultures d'exportation de type pluriannuel (par ex., la banane et la canne à sucre représentent ensemble environ 50% de la SAU en Martinique et Guadeloupe). Ce type de culture a trois caractéristiques qui favorisent le maintien des stocks de C (Sierra *et al.*, 2015) : i- un recouvrement rapide et complet, ce qui réduit la température du sol et modère le taux de minéralisation, ii- une restitution de C relativement élevée (4,5 t C/ha/an pour la banane et 7,5 t C/ha/an pour la canne), et iii- un travail du sol peu intensif qui limite la minéralisation (tous les 5-6 ans à la replantation). Ainsi, certains sols canniens en Martinique (Blanchart *et al.*, 2004) et sous banane en Guadeloupe (Clermont-Dauphin *et al.*, 2004) ont des stocks carbonés qui excèdent ceux de la forêt primaire.

Les stocks de C des sols sous monoculture d'exportation et prairie (savanes naturelles non gérées) varient peu dans le temps ( $\pm 2-3\%$  sur les deux dernières décennies), et se placent couramment dans la tranche supérieure de la gamme des valeurs citées pour chaque type de sol (Sierra *et al.*, 2015). Ces stocks déclinent rapidement sous maraîchage et cultures vivrières (cultures dites de diversification) ; p. ex.,  $-0,5\%/an$  en monoculture maraîchère sur andosol et vertisol (Venkatapen, 2012; Sierra *et al.*, 2017). Ces systèmes de culture sont de type annuel, peu couvrants, avec une faible restitution carbonée (1,0-2,5 t C/ha/an) et avec un travail du sol très intensif (jusqu'à 8 labours/an). Le système de culture est ainsi le deuxième facteur en importance affectant les stocks de C.

Certaines pratiques appliquées par les agriculteurs peuvent contribuer à conserver voire augmenter le stock carboné des sols sous culture de diversification ( $+0,2-0,4\%/an$ ), et cela concerne notamment la réduction du travail du sol, **l'utilisation des jachères améliorées et l'application d'amendements organiques ( $\geq 10$  t compost/ha/an)**. Cette gestion du sol n'est pourtant pas généralisée et elle est à présent restreinte aux petites exploitations de  $< 1$  ha (Sierra *et al.*, 2017).

### L'application du 4 pour mille est-il envisageable aux Antilles ?

Les sols antillais sont relativement riches en matière organique et les taux annuels de minéralisation varient entre 2,5% et 4,5% en fonction du pédoclimat et du système de culture considérés (Sierra *et al.*, 2015), ce qui confère au C des sols antillais une dynamique plus rapide que sous climat tempéré. Dans ce contexte, alors que le maintien des stocks carbonés est possible sous les cultures d'exportation et sous prairie mais problématique sous les cultures annuelles et dans les sols les plus riches (andosols et vertisols), une séquestration de C au niveau du 4 pour mille serait difficile à atteindre au niveau du territoire ou de la région pédoclimatique. Néanmoins, le 4 pour mille pourrait

être envisagé dans des situations particulières ou moyennant le changement des pratiques et des systèmes de culture. Dans ce sens, des simulations réalisées en Guadeloupe avec le modèle MorGwanik (Sierra *et al.*, 2015), en considérant l'impact du changement climatique pour la période 2015-2045 et sans modification de la distribution des cultures et des pratiques actuelles, ont indiqué que le 4 pour mille serait atteint sur 18% de la SAU. La fraction de la SAU concernée par le 4 pour mille serait de 21% si la surface amendée s'accroît de 50% (17% de la SAU est actuellement amendée) et de 24% sous un scénario de réduction du travail du sol (J. Sierra, non publié). Dans tous les cas le 4 pour mille serait atteint sous la canne à sucre et les cultures de diversification cultivées sur les ferralsols, les nitisols et les calcisols ayant les teneurs les plus faibles en C (<20 g C/kg).

Une étude récente a montré que la mise en place de ces changements de pratiques serait abordable pour une grande partie des agriculteurs antillais (Paul *et al.*, 2017). En revanche, l'évolution de l'agriculture antillaise vers des systèmes de culture plus stockants de C est soumise à des contraintes socio-économiques difficiles à contourner à l'heure actuelle (Chopin *et al.*, 2016). Ainsi, bien que l'agroforesterie ait un grand potentiel de séquestration de C aux Antilles (~1 t C/ha/an sur ferralsol et vertisol; Sierra et Nygren, 2005) son adoption par les agriculteurs est négligeable à cause des coûts d'installation et de gestion. Concernant les prairies, elles occupent un tiers de la SAU mais leur contribution à la séquestration de C apparaît à présent limitée. En effet, il s'agit de savanes anciennes de faible valeur fourragère qui ne sont ni fertilisées ni améliorées et, comme il a été mentionné auparavant, elles sont à l'équilibre en termes des stocks carbonés du sol. Néanmoins, une étude réalisée en Guadeloupe sur un vertisol sous savane a mis en évidence que la fertilisation organique à des doses modérées (3 t compost/ha/an) induit une amélioration rapide de la production et de la qualité du fourrage et permet d'atteindre le 4 pour mille (+0,5%/an du stock carboné initial ; Boval *et al.*, 2013). De toute évidence, l'adoption par les agriculteurs de systèmes de culture plus stockants de C nécessiterait des mesures incitatives de long terme destinées à réduire les coûts de transition, lesquels sont particulièrement élevés aux Antilles (Blazy *et al.*, 2015).

### Références bibliographiques

- Blanchart, E.; Cabidoche, Y.-M.; Sierra, J.; Venkatapen, C.; Langlais, C.; Achard, R., 2004. Stocks de carbone dans les sols pour différents agrosystèmes des Petites Antilles. *Cahiers du PRAM*, 4: 31-34.
- Blazy, J.M.; Barlagne, C.; Sierra, J., 2015. Environmental and economic impacts of agri-environmental schemes designed in French West Indies to enhance soil C sequestration and reduce pollution risks. A modelling approach. *Agricultural Systems*, 140: 11-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2015.08.009>
- Boval, M.; Faverial, J.; Mulciba, P.; Loranger-Merciris, G.; Sierra, J., 2013. Intensifier la production animale au pâturage. *Innovations Agronomiques*, 32: 83-93.
- Cabidoche, Y.; Blanchart, E.; Arrouays, D.; Grolleaux, E.; Lehmann, S.; Colmet-Daage, F., 2004. Les Petites Antilles: des climats variés, des sols de natures contrastées et de fertilités inégales sur des espaces restreints. *Les Cahiers du PRAM*, (4): 21-25.
- Chopin, P.; Tirolien, J.; Blazy, J.M., 2016. Ex-ante sustainability assessment of cleaner banana production systems. *Journal of Cleaner Production*, 139: 15-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.036>
- Clermont-Dauphin, C.; Cabidoche, Y.M.; Meynard, J.M., 2004. Effects of intensive monocropping of bananas on properties of volcanic soils in the uplands of the French West Indies. *Soil Use and Management*, 20 (2): 105-113. <http://dx.doi.org/10.1079/sum2003231>
- Paul, J.; Sierra, J.; Causeret, F.; Guinde, L.; Blazy, J.M., 2017. Factors affecting the adoption of compost use by farmers in small tropical Caribbean islands. *Journal of Cleaner Production*, 142: 1387-1396. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.168>
- Sierra, J.; Causeret, F., 2018. Changes in soil carbon inputs and outputs along a tropical altitudinal gradient of volcanic soils under intensive agriculture. *Geoderma*, 320: 95-104. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.01.025>
- Sierra, J.; Causeret, F.; Chopin, P., 2017. A framework coupling farm typology and biophysical modelling to assess the impact of vegetable crop-based systems on soil carbon stocks. Application in the Caribbean. *Agricultural Systems*, 153: 172-180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.004>
- Sierra, J.; Causeret, F.; Diman, J.L.; Publicol, M.; Desfontaines, L.; Cavalier, A.; Chopin, P., 2015. Observed and predicted changes in soil carbon stocks under export and diversified agriculture in the Caribbean. The case study of Guadeloupe. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 213: 252-264. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.08.015>
- Sierra, J.; Nygren, P., 2005. Role of root inputs from a dinitrogen-fixing tree in soil carbon and nitrogen sequestration in a tropical agroforestry system. *Australian Journal of Soil Research*, 43 (5): 667-675. <http://dx.doi.org/10.1071/sr04167>
- Venkatapen, C., 2012. *Étude des déterminants géographiques et spatialisés des stocks de carbone des sols de la Martinique*. Thèse de doctorat (Géographie). Université des Antilles et de la Guyane, U.F.R. des Lettres et Sciences Humaines. 333 p. <http://www.theses.fr/2012AGUY0513/document>