

Déterminants édaphiques et agronomiques des stocks organiques des sols de la Martinique

Corinne Venkatapen
 Éric Blanchart
 Joële Louri
 Luc Rangon
 Raymond Totila
 Bertrand Urien

La matière organique du sol est un déterminant essentiel de nombreuses propriétés édaphiques majeures pour la productivité végétale (Blanchart et Langlais, 2001) : (1) stockage d'éléments nutritifs (fonction de réserve minérale) ; (2) propriétés d'échange (fonction d'échange et de sorption d'ions et de molécules organiques) ; (3) stabilité structurale des sols (amélioration de la diffusion de l'air, amélioration des capacités de rétention et d'infiltration de l'eau dans les sols, réduction de l'érosion) ; (4) amélioration des activités fauniques, microbiennes et enzymatiques (fonction de minéralisation et d'immobilisation déterminant les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore). Ainsi, l'évolution à moyen et à long terme des stocks organiques des sols est un indicateur important de la qualité du sol et de la durabilité des agro-écosystèmes.

Les stocks de carbone du sol sont en constante évolution sous l'effet de facteurs naturels (climat, végétation, nature du sol) et anthropiques (mode d'utilisation du sol, itinéraire technique, pratiques culturales). Malgré sa faible superficie, la Martinique présente, du fait de la variabilité des climats et des formations géologiques, une diversité remarquable de sols. La Martinique possède également une agriculture présentant différents niveaux d'intensification depuis des systèmes paysans semi-extensifs jusqu'à des monocultures très intensives (banane, canne, ananas). L'influence de la nature du sol et du mode d'occupation des terres sur les stocks organiques est étudié dans cet article.

1. Matériels et méthodes

Situations étudiées

Des échantillons ont été prélevés dans toute la Martinique, sur différents types de sols répertoriés

et cartographiés (Colmet-Daage, 1969 ; Figure 1) : les sols jeunes sur cendres et ponces (J), les andosols sur ponces (P), les andosols sur tufs (T), les sols brun-rouille à halloysite (H), les ferrisols (G), les vertisols (V), les sols rouges à montmorillonite (I-K) et les sols sur alluvions (A). Ces échantillonnages ont été réalisés sous différents couverts végétaux. Les pratiques culturales étudiées sont : les cultures en banane, canne à sucre, ananas, les situations sous verger, les polycultures traditionnelles ou "jardins créoles", les prairies, les cultures vivrières et maraîchères fortement ou moyennement intensifiées. Le degré d'intensification est établi en fonction de la durée des jachères intercalaires (Albrecht *et al.*, 1992a) : fortement intensifiées, pour des jachères intercalaires inférieures à quatre mois (deux cultures annuelles) ; moyennement intensifiées, pour des mises en jachères de quatre à neuf mois (une culture par an). Les situations sous végétation naturelle sont représentées par les prélèvements effectués sous forêt.

Prélèvements et préparation des échantillons

Les prélèvements ont été réalisés dans trois épaisseurs de sol : 0-10, 10-20, 20-30 cm sur trois fosses, afin de mesurer une éventuelle variabilité intra-parcellaire.

Analyses effectuées

Densité apparente

Des cylindres métalliques de volume connu (100 et 1000 cm³) ont été enfoncés, par percussion, dans le sol. Les échantillons ont alors été recueillis, séchés à l'étuve (105°C) et pesés. On effectue ensuite la mesure de la densité apparente du sol selon la relation : $D_a = P/V$ où P est le poids sec de l'échantillon, (g) et V le volume

de l'échantillon prélevé et séché (cm³).
 Pour les sols ponceux et certains prélèvements

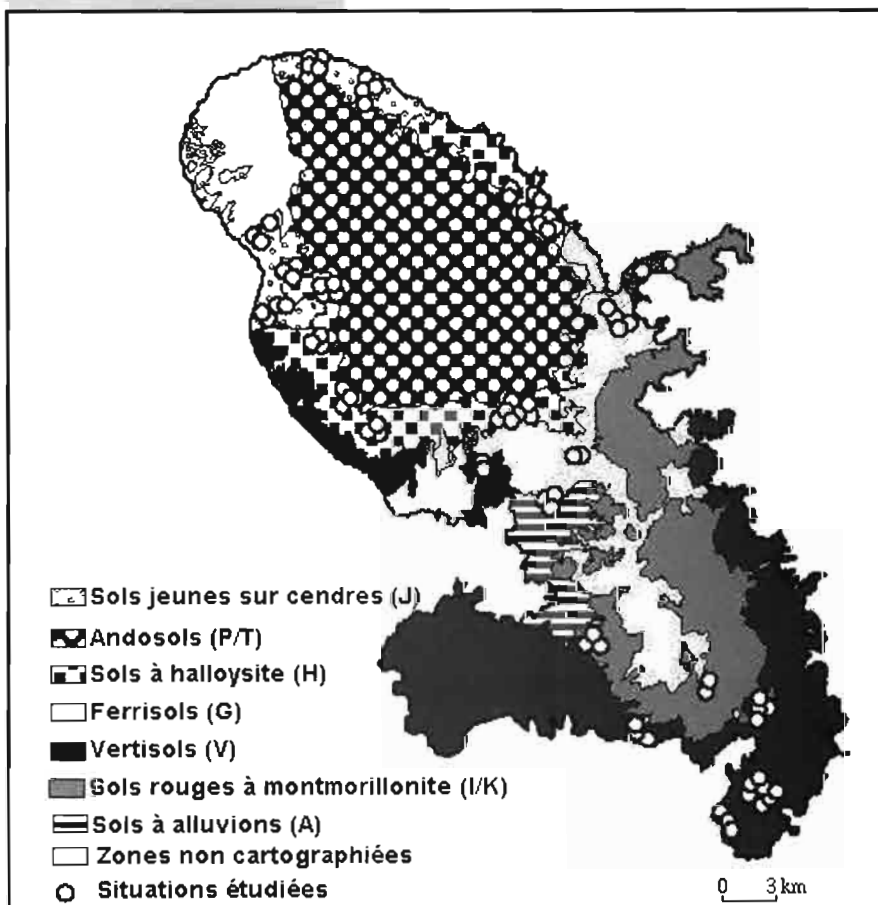


Figure 1 : Carte simplifiée des sols de la Martinique et localisation des situations étudiées

riches en graviers, les densités apparentes ont été corrigées par la proportion en éléments grossiers (> 2 mm). Une densité apparente moyenne de 0,72 g/cm³ a été mesurée pour les graviers ponceux. Lorsque ces éléments grossiers ne sont pas poreux (andésite), on prend pour densité apparente des graviers la valeur 2,6 g/cm³ (Mathieu et Pieltain, 1998).

Dosage du carbone total

Un échantillon composite est prélevé dans chaque fosse et pour chaque épaisseur de sol. Cet échantillon est séché à l'étuve 60°C puis broyé à 200 µm. La teneur en carbone est alors déterminée par chromatographie en phase gazeuse, grâce à un micro-analyseur CNS CARLO ERBA NA 1500 permettant un dosage simultané du carbone et de l'azote.

Les contenus organiques des sols sont exprimés en teneur (mgC/g sol) ou en stock (tC/ha). Les stocks organiques sont calculés d'après la formule : $C \text{ (t/ha)} = C \text{ (mg/g)} \times Da \times e$ avec Da, la densité apparente (g/cm³) et e, l'épaisseur de l'horizon exprimée en dm.

La somme des stocks organiques en carbone est d'abord calculée pour chaque fosse, sur l'horizon 0-30 cm, puis la moyenne des trois répétitions est effectuée pour toutes les situations agro-pédologiques.

2. Résultats et discussion

83 situations ont été étudiées (tableau 1).

Variations des stocks organiques selon le type de sol

Dans les sols jeunes sur cendre, les stocks de carbone moyens sont relativement faibles. Ils varient de 26 à 39 tC/ha : 32 tC/ha sous banane, de 37 tC/ha sous canne, 26 tC/ha sous maraîchage fortement intensifié et 39 tC/ha sous prairie.

Dans les sols jeunes à caractères andiques (J-P), les stocks organiques moyens présentent des valeurs élevées : 67 à 70 tC/ha sous cultures, 87 tC/ha sous prairie.

Dans les sols argileux (sols brun-rouille à halloysite, ferrisols et vertisols), les stocks organiques moyens présentent, pour un type de culture donné, des valeurs relativement similaires entre elles. Par exemple, les cultures en banane présentent des stocks organiques compris entre 45 tC/ha dans les sols H, 43 tC/ha dans les sols F, et 36 tC/ha dans les sols V.

A partir des valeurs moyennes des stocks en carbone mesurés sur les 30 premiers centimètres du sol, on distingue donc trois groupes de sols :

- les sols jeunes sur cendres, à forte teneur en sables présentant des stocks organiques relativement faibles, inférieurs à 40 tC/ha, et ce quelle que soit leur utilisation ;
- les sols peu évolués à caractères andiques présentant des valeurs moyennes élevées, généra-

lement supérieures à 65 tC/ha, et ce quel que soit le mode d'occupation du sol ;

- Les sols argileux avec des stocks organiques moyens généralement compris entre 40 et 65 tC/ha, sous cultures.

Variations des stocks organiques selon le type de culture

Sous cultures maraîchères, les stocks organiques sont généralement faibles, exception faite des situations sur les sols jeunes à caractères andiques. En outre, ces stocks organiques sous maraîchage sont systématiquement plus faibles sous maraîchage fortement intensifié : l'intensification des cultures maraîchères exerce un impact négatif sur les stocks organiques du sol. Ces variations concernent l'ensemble des couches de sol de l'horizon 0-30 cm (labour à plus de 30 cm de profondeur) et s'expliqueraient par les pertes gazeuses par minéralisation dues aux labours fréquents, par les faibles restitutions organiques des jachères de courte durée et par les pertes en terres provoquées par une érosion accrue de la surface du sol (Albrecht et al., 1992b ; Kulesza, 1994 ; Chevallier, 1999).

moyennes de stocks de carbone similaires pour un même type de sol : 67 tC/ha sous ananas, 68 tC/ha sous canne, 68 tC/ha sous banane dans les sols jeunes à caractères andiques, 45 tC/ha sous banane et 48 tC/ha sous canne dans les sols brun-rouille à halloysite. Cependant, des bananeraies étudiées sur sols jeunes sur cendres et sur vertisols présentent des valeurs moyennes de stocks de carbone inférieures à celles observées sous canne. Ces bananeraies ayant été installées sur d'anciennes cultures maraîchères fortement intensifiées, ces faibles valeurs de stocks organiques de carbone mesurées sur ces parcelles pourraient donc provenir de leur exploitation antérieure en maraîchage.

Les stocks organiques les plus élevés sont observés dans des parcelles sous forêt, avec des valeurs moyennes approchant les 78 tC/ha sur les sols brun-rouille à halloysite et les 100 tC/ha sur les vertisols. Sur les sols brun-rouille à halloysite, des situations en verger et en jardin créole ont également été étudiées, avec des valeurs de stocks organiques de l'ordre de 44 tC/ha sous verger et de 57 tC/ha sous jardin créole. Toutefois, il s'agit de valeurs isolées qui ne permettent pas de tirer de conclusion sur les effets de ces systèmes de culture sur les stocks organiques des sols.

3. Conclusion

Les stocks organiques élevés observés dans les sols jeunes à caractères andiques indiquent un "effet minéralogie" dans les sols. Albrecht et al. (1992a) expliquent ce fort "pouvoir de stockage" par une stabilisation des matières organiques par les allophanes.

Les stocks organiques relativement faibles observés dans les sols jeunes sur cendres mettent en évidence un "effet texture" à l'origine du faible pouvoir de stockage de la matière organique observé dans ces sols à forte teneur

Tableau 1

Stocks de carbone mesurés dans les prélèvements effectués dans l'horizon 0-30 cm

*Un échantillon correspond à trois fosses de 30 cm de profondeur effectuées dans la même parcelle.

Type de sol	Utilisation	Nombre d'échantillons*	Stock C (t/ha)		
			Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne
J	Banane	2	29,9	35,03	32,47
	Canne	2	36,44	39,36	37,9
	Maraîchage	1			26,59
	Prairie	1			39,25
J-P	Banane	3	58,38	77,22	68,83
	Canne	6	61,73	81,58	68,11
	Ananas	2	52,4	82,52	67,46
	Maraîchage	2	68,2	71,23	69,72
	Prairie	1			86,99
H	Banane	7	39,49	55,06	45,59
	Canne	4	42,78	52,14	48,47
	Maraîchage	4	38,13	55,54	46,18
	Verger	4	31,19	35,66	33,425
	Jardin créole	1			57,53
	Prairie	4	57,63	70,8	62,86
G	Forêt	4	72,88	85,9	77,7
	Banane	2	39,71	47,26	43,6
	Canne	7	45,08	64,59	57,02
	Prairie	6	53,38	74,3	63,52
V	Banane	1			36,26
	Canne	3	60,58	67,02	63,49
	Maraîchage	3	28,11	47,57	37,84
	Prairie	9	49,56	86,45	72,93
	Forêt	4	98,79	103,86	101,33

Sous monocultures (banane, canne, ananas), on observe généralement des valeurs

**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Albrecht A., Brossard M., Chotte J.-L. et Feller Ch., 1992a, Les stocks organiques des principaux sols cultivés de la Martinique (Petites Antilles), *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, vol. XXVII, n°1 : 23-36.

Albrecht A., Rangon L. et Barret P., 1992b, Effet de la matière organique sur la stabilité structurale et la détachabilité d'un vertisol et d'un ferrisol (Martinique), *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, vol. XXVII, n°1 : 121-133.

Blanchart E. et Langlais Ch., 2001, Matière organique et agriculture, *Les Cahiers du PRAM* n°1 : 13-16.
Chevallier T., 2000, *Dynamique et déterminants du stockage du carbone dans un vertisol sous prairie (Martinique)*, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 142 p. + annexes.

Colmet-Daage F., 1969, Légende de la Carte des sols des Antilles à 1/20000. Guadeloupe (partie volcanique)-Martinique, ORSTOM Antilles.

Feller Ch., Fritsch E., Poss R. et Valentin Ch., 1991, Effet de la texture sur le stockage et la dynamique des matières organiques dans quelques sols ferrugineux et ferralitiques (Afrique de l'Ouest, en particulier), *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, vol. XXVI, n°1 : 25-36.

Kulesza V., 1994, *Evolution de la structure des vertisols du sud-est de la Martinique en fonction du système de culture*, Mémoire de fin d'études, ISTOM, 58 p. + annexes.

Mathieu Ch. et Pieltain F., 1998, Analyse physique des sols : Méthodes choisies, Coll. Tec & Doc, Lavoisier (Paris) : 275 p.

en sables (Feller et al., 1991).

Les valeurs de stocks organiques observées dans les sols argileux pour un même système de culture ne montrent pas un effet spécifique de la minéralogie des argiles (argiles 1/1, halloysite et kaolinite pour les sols brunrouille à halloysite et les ferrisols ; argiles 2/1, smectites pour les vertisols) sur le stockage de la matière organique.

Pour un sol donné, les variations des stocks organiques observées à l'occasion d'un changement d'utilisation mettent en évidence des cultures favorisant un accroissement ou une diminution des contenus organiques du sol : les cultures maraîchères ont un impact négatif sur les stocks organiques des sols. Le remplacement de ces cultures maraîchères par un autre type de culture, quel qu'il soit, entraîne systématiquement une augmentation du stockage de carbone du sol. Les prairies ont un effet positif sur les stocks organiques des sols qui tendent à se rapprocher des valeurs observées sous forêt.

Les stocks organiques mesurés sous canne et sous banane ont des valeurs intermédiaires entre celles observées sous prairies et sous cultures maraîchères, avec une séquestration de carbone supérieure sous canne à celle réalisée sous banane. ■



Corinne Venkatapen

UMR (Laboratoire GEDDE, campus de Schœlcher, B.P. 7207, 97205 Schœlcher Cedex)

Accueil IRD-BOST

Bourse d'étude du Conseil Régional

Éric Blanchart, Joële Louri, Luc Rangon, Raymond Tottla, Bertrand Urien

IRD-BOST (IRD-Martinique-Caraïbe, B.P. 8606, 97259 Fort-de-France cédex, Martinique.)