



Collection :

**AGRICULTURES PAYSANNES
et DEVELOPPEMENT :
Caraïbe - Amérique tropicale**

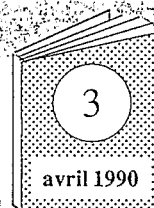
Politiques agricoles

Haïti

Histoire a graine

**les Grands-Fonds de la
Grande Terre (Guadeloupe)
fertilité et pratiques
paysannes dans la Caraïbe**

Systèmes de production



100 F

Groupe de Recherche / Formation
Systèmes Agraires Caribéens et Alternatives de
Développement
Université des Antilles et de la Guyane

Fonds Documentaire IRD



010021549

Fonds Documentaire IRD
Cote : B*21549 Ex : 1

SYSTEMES DE PRODUCTION :

FERTILITE ET PRATIQUES
PAYSANNES DANS LA
CARAIBE

CONSEQUENCES OF SMALL FARMING PATTERNS ON THE SOILS AND THE SOIL-PLANT RELATIONS IN THE LESSER ANTILLES

Between 1985 and 1989 a research programme co-financed by the EEC was carried out by ORSTOM and various French and Caribbean Research and Development agencies (Institutes, Ministries, CARDI, CIRAD, INRA, French Cooperation, UWI...).

The research was on «soil productivity in caribbean small farming patterns and the effect of different forms of organic restitution...»

The principal islands under study were Dominica, Guadeloupe, Martinique and St-Lucia.

The first inventory stage consisted of assessing the crop systems in use at present and the various development projects under way. As a result of this it was decided to study primarily «Fallow crop systems» and prairie systems. The second stage is devoted to the effects of these different farming systems, (including the length of the fallow period) on the specific features of major soils types in the region (vertisol, andosol and oxysols) and in particular on the organic stock variations as well as the consequences on aggregation and the phosphorus fixation potential of the soil.

Finally, agronomic experiments are carried out on some of the agro-pedological soils under study (peasant plots or experimental plots) for two years, in order to assess productivity and nitrogen nutrition (^{15}N) variations of a sample maize using previous experiment data and fertilisation practises.

EFFECTOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO CAMPESINOS EN UNAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y RELACIONES SUELO-PLANTA EN LA ZONA DE LAS PEQUEÑAS ANTILLAS

El ORSTOM y diversas estructuras (Instituto, Ministerios, etc...) de Investigación y/o de Desarrollo, francesas y caribeñas (Cardi, Cirad, Inra, Mission Française de Coopération, UWI...) han llevado de 1985 a 1989, un programa de investigación co-financiado por la CEE a propósito de la «Fertilidad de los suelos en las Agriculturas campesinas caribeñas y el efecto de diferentes formas de restituciones orgánicas». Las principales islas interesadas en ese proyecto son : Dominica, Guadalupe, Martinica, y Santa-Lucía.

Una primera fase de inventario de los sistemas de cultivo actuales y de los proyectos de desarrollo ha llevado a privilegiar el estudio de los «sistemas de cultivo de barbecho» y de los sistemas de praderas. En una segunda fase, el interés se lleva en efecto de esos diferentes sistemas de cultivo (tomando en cuenta la duración del barbecho) en las propiedades de unos grandes tipos de suelo de la región (vertisols - andosols - oxysols) con un acento particular en las variaciones de los estocques orgánicos y las consecuencias sobre la agregación y el poder de fijación del suelo con respecto al fósforo (^{32}P).

Por fin, unos experimentaciones agrónomicos están probados en algunas de las situaciones agro-pedológicas inventariadas (parcelas campesinas o estaciones agronómicas) y seguidos durante dos años con la meta de medir la productividad y la nutrición nitrogeno (^{15}N) del maíz según diversos precedentes y prácticas de fertilización.

EFEITOS DE DIFERENTES SISTEMAS CULTURAIS CAMPONESES SOBRE ALGUMAS PROPRIEDADES DE SOLOS E INTERCONEXÕES SOLO-CULTIVO NA ÁREA DAS PEQUENAS ANTILHAS

A ORSTOM e diversas estruturas (institutos, ministérios) de Pesquisa e/ou de Desenvolvimento, francesas e caríbas (CARDI, CIRAD, INRA, Missão francesa de cooperação, UWI) conduziram, desde 1985 até 1989, um programa de pesquisa co-financiado pela CEE, sobre « a fertilidade dos solos nas agriculturas camponesas da Caraíba e o efeito de diferentes formas de restituições orgânicas ». As ilhas principalmente concernidas por esse projeto são a Dominica, a Guadeloupe, a Martinique e Saint Lucia. Uma primeira fase de levantamentos dos sistemas de cultura atuais e de projetos de desenvolvimento levaram a privilegiar o sistema de cultura em alqueive e sistemas pradiais.

Numa segunda fase, observamos os efeitos desses diferentes sistemas de cultura (incluindo a duração do alqueive) sobre os lotes de alguns grandes tipos de solos da região (vertisolos, andosolos, solos ferralíticos) com enfoque particular sobre as variações das reservas orgânicas e as consequências na agregação e a capacidade do solo para fixar o fósforo.

Por final, experimentações agronômicas são evidenciadas sobre algumas situações agro-pedológicas levantadas (parcelas camponesas, estabelecimentos agronômicos) e estudadas ao longo de dois anos com vistas de medir a produtividade e o nutrimento azotado de um milho conforme diversos precedentes e práticas de fertilização.

EFFETS DE DIFFERENTS SYSTEMES DE CULTURE PAYSANS SUR QUELQUES PROPRIETES DES SOLS ET RELATIONS SOL-PLANTE DANS LA ZONE DES PETITES ANTILLES (*)

C. FELLER⁽¹⁾, A. ALBRECHT⁽¹⁾, M. BROSSARD⁽¹⁾, J.L. CHOTTE⁽¹⁾, P. CADET⁽¹⁾, J.M. HETIER⁽²⁾, I. BARROIS⁽³⁾, A. MARIOTTI⁽⁴⁾, C. CASTELLANET⁽⁵⁾, E. de GUIRAN⁽⁵⁾, M. CLAIRON⁽⁶⁾, P. DALY⁽⁷⁾, M. MAHIEU⁽⁸⁾, R. PILGRIM⁽⁹⁾, A. RAMDASS⁽¹⁰⁾, N. AHMAD⁽¹⁰⁾, S.M. GRIFFITH⁽¹⁰⁾, J.C. FARDEAU⁽¹¹⁾

- (1) ORSTOM, B. P. 81, 97256 Fort-de-France Cedex, Martinique (F.W.I.).
- (2) ORSTOM c/o ULA, Labo. Suelos, Merida, Venezuela.
- (3) E.N.S., Lab. de Zoologie, 46 rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05, France.
- (4) Université de Paris VI, Département de Géologie Dynamique, 2 place Jussieu, 75211 Paris Cedex 05, France.
- (5) MFC-TREDU, Ambassade de France, P.O. Box 937, Castries, Ste-Lucie (W.I.).
- (6) CRAAG-INRA, B.P. 1232, 97184 Pointe-à-Pitre Cedex, Guadeloupe (F.W.I.).
- (7) IRAT-CIRAD, B.P. 427, 97204 Fort-de-France Cedex, Martinique (F.W.I.).
- (8) S.E.C.I., Sainte-Anne, Martinique (F.W.I.).
- (9) CARDI, P.O. Box 971, Castries, Ste-Lucie (W.I.).
- (10) UWI, Départ. Soil Science, Ste-Augustine, Trinidad (W.I.).
- (11) CEA-DB/SRA, B.P. 1, 13115 St-Paul-lez-Durance, France.

RESUME

L'ORSTOM et diverses structures (Instituts, Ministères, etc...) de Recherche et/ou de Développement, françaises et caribéennes (CARDI, CIRAD, INRA, Mission Française de Coopération, UWI...) ont mené, de 1985 à 1989, un programme de recherche co-financé par la CEE, sur la «Fertilité des sols dans les agricultures paysannes caribéennes et l'effet de différentes formes de restitutions organiques». Les principales îles concernées par ce projet sont la Dominique, la Guadeloupe, la Martinique et Sainte-Lucie.

Une première phase d'inventaire des systèmes de culture actuels et des projets de développement a conduit à privilégier l'étude des «systèmes de culture à jachère» et des systèmes prairiaux.

Dans une deuxième phase, on s'intéresse à l'effet de ces différents systèmes de culture (dont la durée de la jachère) sur les propriétés de quelques grands types de sols de la région (vertisols, andosols, sols ferrallitiques) avec un accent particulier sur les variations des stocks organiques et les conséquences sur l'agrégation et le pouvoir de fixation du sol vis-à-vis du phosphore (³²P).

Enfin, des essais agronomiques sont mis en place, sur quelques-unes des situations agro-pédologiques inventoriées (parcelles paysannes ou stations agronomiques) et suivis pendant deux années, afin de mesurer la productivité et la nutrition azotée (¹⁵N) d'un maïs selon divers précédents et pratiques de fertilisation.

(*) Etude co-financée par la C.E.E. (DG 12, STD 1, projet N° A-0178S) et les instituts participants.

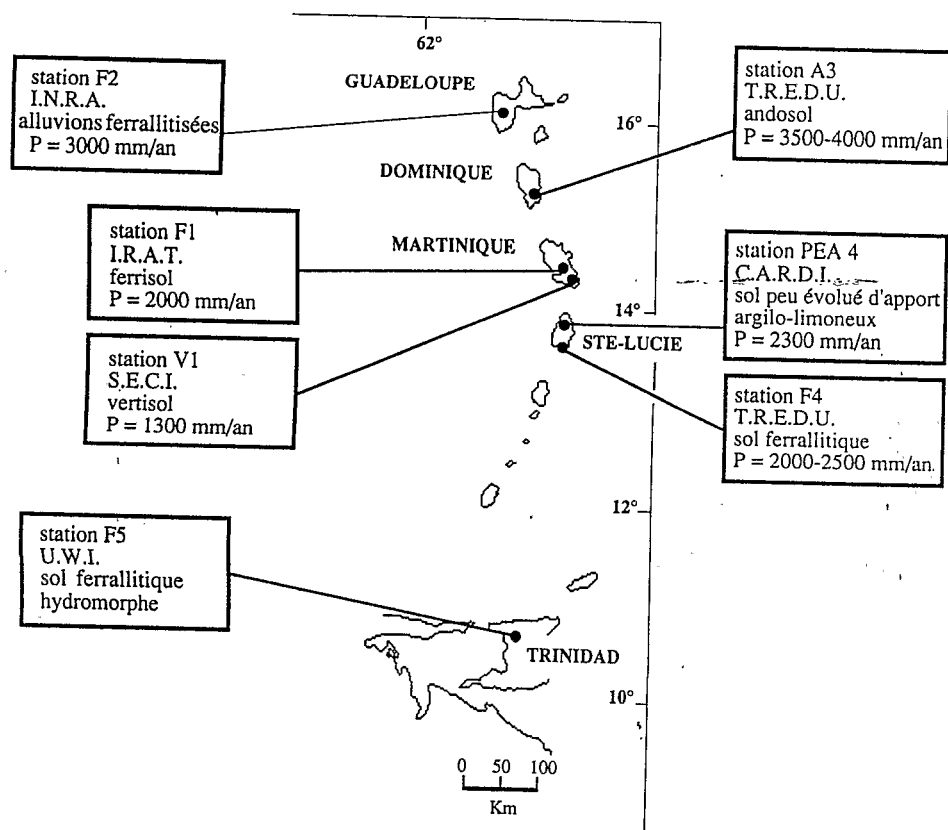


Figure 1 : Carte générale de situation.

INTRODUCTION

Dans les agricultures paysannes des zones tropicales la « gestion de la fertilité des sols » est généralement caractérisée par des restitutions organiques d'origine végétale ou animale plus ou moins importantes et par des rotations culturales intégrant des jachères de durée variable ; les niveaux d'intrants chimiques sont souvent très faibles (Singh, 1975 ; Greenland, 1980). Les propriétés édaphiques de ces milieux sont alors très dépendantes du niveau des stocks organiques (Fauck *et al.*, 1969 ; Sibon, 1974 ; Pichot, 1975 ; Feller et Milleville 1977 ; Turenne *et al.*, 1981). Les diminutions importantes des teneurs en matière organique des sols peuvent s'accompagner d'une baisse de la productivité végétale et d'un accroissement de l'érosion (Roose, 1977). C'est ce que l'on constate en particulier dans la zone sahélo-soudanienne (Pieri, 1989) et au Brésil (Leprun, 1988).

Le devenir de la matière organique dans les sols des Petites Antilles était régulièrement évoqué par les organismes de développement mais il n'existait aucun référentiel régional sur ce sujet. Des organismes de développement agricole (Ministère, Instituts de Recherche et de Développement, Chambre d'Agriculture, ...) mènent dans la zone caraïbe des recherches sur la filière plante (canne, banane, ...) en vue d'accroître la productivité (le plus souvent dans le cadre d'une monoculture intensive). Les recherches entreprises par l'ORSTOM, l'UWI et l'INRA sur les sols de cette zone ont porté sur des travaux d'inventaire et de cartographie, puis sur l'étude de certaines propriétés édaphiques dans les systèmes intensifs de plantations ou de cultures maraîchères. A l'exception de quelques cas ponctuels, les divers instituts régionaux ont accordé peu d'attention à l'effet des systèmes de culture paysans sur les propriétés et la productivité des sols.

Aussi, un programme de recherche bénéficiant d'une aide financière de la CEE (DG XII, STD 1, sous-programme Agriculture tropicale) a été mis en place sur ce thème sous l'égide de l'ORSTOM. Ce projet intitulé : « Fertilité des sols dans les agricultures paysannes caribéennes : effets des restitutions organiques » s'appuie sur une coopération inter-Etats et inter-instituts avec une délocalisation des diverses situations dans plusieurs îles volcaniques des Petites Antilles. Il s'agit de la Dominique, de la Guadeloupe, de la Martinique, de Ste-Lucie et de Trinidad.

Si l'on devait, d'un seul mot, caractériser le milieu caribéen, on utiliserait probablement le terme « diversité », aussi bien sur le plan humain que pour celui de l'environnement physique : diversité des sociétés, des climats, des sols, des formations végétales, et donc des systèmes de production, des systèmes de culture et des situations agro-pédologiques. Si cette diversité est une richesse en soi, elle pose, par contre, de sérieux problèmes aux scientifiques dont le mode de fonctionnement, ce n'est un secret pour personne, ne s'accorde pas toujours au mieux d'une telle profusion de « cas

exemplaires», aussi riches que variés, sur des superficies réduites ! Le choix est donc difficile pour ne pas multiplier les situations d'étude sans retenir toutefois les cas particuliers. Il nécessite, pour une région donnée, une étude pédologique préalable (ce qui est relativement aisé et parfois existant) et, surtout, un inventaire relativement détaillé des systèmes de culture paysans (ce qui n'existe souvent pas). La collaboration pédologue-agronome «Recherche /Développement» est alors indispensable.

Une première partie de l'étude présentée ici est consacrée à l'inventaire des systèmes de culture paysans existant actuellement dans ces îles, ainsi que ceux amenés à se développer au cours des prochaines années (projets de développement). Ceci permet un choix de situations agro-pédologiques pour l'étude de l'évolution des propriétés des sols dans les agricultures paysannes (deuxième partie). Ce travail a été complété par la mise en place d'un dispositif expérimental multi-local d'essais agronomiques installés en milieu paysan et en station de recherche, destiné à tester l'effet global «sol-climat-précédents cultureux et fertilisation azotée» sur la productivité du maïs durant deux années consécutives.

On présente ici les observations majeures, les résultats détaillés ayant été présentés dans le rapport final de cette étude (ORSTOM-CEE).

Les abréviations utilisées dans cet article figurent tableau 1.

I - L' AGRICULTURE PAYSANNE DES PETITES ANTILLES

Les résultats présentés résultent des travaux menés ces dernières années d'une part en Dominique, à Ste-Lucie, Grenade et St-Vincent (Castellanet *et al.*, 1987 ; De Guiran et Smolikowski, 1987 ; Morizot et Le Bouteiller, 1987 ; Weller *et al.* ; 1987) et d'autre part en Martinique et Guadeloupe (synthèse par Degras, 1985 des travaux de Clairon, Degras, Etifier-Chalono, Marlier, Messiaen, Rabot et Risede).

1 . Le milieu naturel

En raison de la nature et de l'âge des dépôts d'une part, et des variations climatiques existant sur de faibles distances d'autre part, les îles volcaniques des Petites Antilles offrent une vaste diversité de sols tropicaux à minéralogie souvent très contrastée : vertisols à argile de type 2:1, sols à caractères ferrallitiques à argile de type 1:1, andosols à allophane, par exemple.

Tableau 1 : Principales abréviations utilisées.

Sol		localisation
V	= Vertisol	1 = Martinique
A	= Andosol	2 = Guadeloupe
F	= Sol ferrallitique, Ferrisol, ou Alluvions ferrallitisées	3 = Dominique
PEA	= sol peu évolué d'apport alluvial	4 = Sainte-Lucie
		5 = Trinidad

Situations culturelles	
FT	= forêt
BI	= plantation bois d'Inde (longue durée)
DA	= dasheen
TC	= "tree-crops" (vergers)
TA	= tannia
BA	= culture de banane
CS	= culture de canne à sucre
DC	= rotation de cultures diverses, généralement à cycles courts, avec durée de jachères annuelles inférieures à 6 mois
PR	= prairie à <u>Digitaria decumbens</u> (Dd)
JP	= jachère pâturée
Ja	= jachère arbustive, L=longue (ex : JLa)
JA	= jachère arborée, L = longue (ex : JLA)
CC	= rotation maïs - autre culture dans le cadre des essais agronomiques mis en place dans ce projet
(PR, (DC) etc.	= précise si nécessaire le précédent. Ex : PR(DC) = mise en place de prairie à <u>Digitaria</u> après rotation diverses cultures à cycles courts
2, 3, 10 etc.	= précise la durée de fonctionnement du système cultural. Ex : JP1 = jachère pâturée 1 an
Fu	= fumier

Essais agronomiques du projet : traitements	
Te	= témoin, ni fertilisation minérale NPK, ni fumure organique
NPK	= avec fertilisation NPK (100.80.80/culture)

2. La gestion agricole paysanne des sols

Dans ces îles, la petite exploitation paysanne familiale issue de l'émancipation des esclaves occupe généralement les surfaces délaissées par les anciennes exploitations. Les parcelles sont en altitude et aux reliefs accentués. Les superficies des exploitations peuvent atteindre 10 hectares mais sont le plus souvent inférieures à 3 hectares. Les cultures dominantes sont de type vivrier-maraîcher, associées à des degrés divers, dans les îles de la Dominique et de Ste-Lucie à l'agro-industrie de la banane et de l'ananas.

A l'exception des zones bananières des îles de la Dominique et de Ste-Lucie, 70 à 80 % des surfaces cultivées sont concernées par des rotations culturales comportant des jachères, pâturées ou non. Le niveau des intrants chimiques, comme les engrais minéraux et les produits phytosanitaires, est faible. Le reste des surfaces est occupé par les «jardins bo-kay»⁽¹⁾ (5 % environ) et/ou par des cultures continues comme la banane (20 à 30 %).

Ce premier inventaire nous a conduit à proposer une classification régionale des «systèmes de culture à jachère» (voir tableau 2).

Cette classification repose sur la connaissance de la durée (sous-classe), de la nature herbacée, arbustive ou arborée de la jachère (groupe), du climat (sous-groupe), de l'éloignement de l'habitation et de la pente (série) et enfin des successions culturales dans lesquelles la jachère, avec la nature de son utilisation agricole, intervient (type). Ainsi neuf types sont proposés dont six sont en rapport avec le pâturage d'une jachère herbacée. La conséquence en est que l'essentiel des rapports organiques aux sols provient des jachères *via* les racines et la fumure animale (pâturage au piquet). De ces observations il ressort que l'étude des propriétés des sols dans le cas des systèmes de culture à jachères a été en grande partie privilégiée dans ce travail.

L'apparition de la fertilisation chimique dans les agricultures caribéennes a eu pour conséquence, malgré les faibles niveaux d'apport, une diminution des pratiques de fertilisation par les fumiers et autres types de restitutions végétales. Cependant, pour des raisons de développement agricole, et malgré la diversité des situations agro-économiques des différentes îles, on observe actuellement une augmentation, à des degrés variables, de l'intensification simultanée de l'élevage et des cultures maraîchères. La conséquence en sera, à terme, une augmentation des surfaces cultivées en jachères améliorées ou en prairies artificielles qui provoquera une disponibilité mais aussi une demande accrues en fumiers. Aussi des situations de cultures maraîchères intensifiées et de prairies ont-elles été retenues pour cette étude.

En conclusion, ces inventaires des systèmes de culture et des sols ont conduit à une sélection de situations agro-pédologiques, où pour chaque type de sol, on dispose généralement de plusieurs situations culturales variant selon la nature et/ou la durée de

1) Signifie «jardin près de la maison» en créole. Appelés parfois aussi (ou faisant partie des) «jardins créoles».

Tableau 2 : Classification des systèmes de culture à jachère.

Unités majeures			Unités mineures			symbole	techniq. culturales (travail de remise en culture du sol)	utilisation de la jachère
sous-classe (durée)	groupe (stratification végétale jachère)	sous-groupe (climat)	série (éloignement habitations)	pente	type (succession culturale)			
à jachère longue	arborée	humide ou perhumide	forte	forte	dasheen/igname/plantain 2 à 3 ans puis jachère 3 à 10 ans ou plus	JLA	défriche-brûlis puis travail localisé (trou)	charbon de bois brûlis ("boucan"), lutte anti- érosive, (pâturage très faible)
	arbustive dite "maigre"	subhumide	moyen à faible	forte	dasheen/igname/plantain 1 à 3 ans puis jachère 3 à 10 ans ou plus	JLa1	défriche-brûlis et parfois enfouissement puis travail localisé ou labour	brûlis lutte anti-érosive, (pâturage faible)
		sec	moyen à faible	forte	patate douce/manioc /divers (haricot maïs) 1 à 3 ans, puis jachère 3 à 10 ans ou plus	JLa2		
	herbacée	subhumide	moyen à faible	moyenne	idem à JLa1 mais jachère pâturée	JPL1	grattage à la houe et enfouissement	pâturage
à jachère courte (<2 ans)	herbacée	humide	faible à très faible	variable	dasheen/igname/plantain puis jachère 6 à 24 mois	JPC1	labour et/ou billonnage avec enfouissement	pâturage
		subhumide	faible à très faible	variable	patate douce et divers (maïs, haricot, pois d'angle) puis jachère 6 à 18 mois	JPC2		
		sec	faible à très faible	variable	carotte/choux pomme puis jachère 2 à 6 mois en patate douce	JPC3		
à jachère très courte plus jachère longue	herbacée	subhumide à sec	faible	variable	culture/jachère (1 an) pendant 5 ans puis jachère pâturée longue de plus de 5 ans	JPC/JPL	idem à JPC2 ou JPC3 puis idem à JPL1 ou JPL2	pâturage

la jachère ou de la prairie dans la rotation : des jachères ou prairies pâturées de longue durée (> 10 ans) aux systèmes vivriers-maraîchers à durées variables de jachère (4, 2 et < 1 an).

C'est donc tout à la fois différents systèmes de culture et différents niveaux de restitutions organiques qui sont étudiés ici quant à leurs effets sur les propriétés des sols et leur productivité. Les principales situations retenues sont localisées sur la figure 1 et présentées au tableau 3.

Tableau 3 : Présentation schématique des principales situations étudiées.

symbole situation et durée en années			autre nomenclature selon	
V1 (Martinique)	PR7 (ans)	prairie à Dd fortement intensifiée (*)	station SECI, Ste Anne	P.T. (1986) (**) VP1
	PR10	prairie à Dd moyennement intensifiée	Vauclin	VP2
	PR'10	prairie à Dd faiblement intensifiée	Vauclin	VP3
	JP10	jachère pâturée "améliorée" (±Dd)	prox. SECI	VP4
	JP'10	jachère pâturée peu améliorée (±Dd)	Ste Anne	VP5
	JA	"savanne" arborée peu pâturée	Qr Les Anglais, Ste Anne	VP6
	DC10	marâchage fortement intensifié	station SECI	VM1
	DC'10	marâchage moyennement intensifié	prox. SECI	VM2
	DC''10	marâchage faiblement intensifié	Qr Les Anglais Ste Anne	VM3
F1 (Martinique)	JA	"savanne" arborée peu pâturée	Ducos	FP
	DC10	marâchage fortement intensifié (*)	station IRAT, Lareinty	FM1
	DC'10	marâchage moyennement intensifié	Qr Morne Vert	FM2
	DC''10	marâchage faiblement intensifié	Ducos	FM3
F2 (Guadeloupe)	PR10	prairie à Dd intensifiée	station INRA, Duclos	
	DC10	marâchage intensifié	station INRA, Duclos	
F4 (Sainte-Lucie)	JP10	jachère pâturée longue durée	Dugard	
	JP4	jachère pâturée moyenne durée	Dugard	
	DC2 (JP2)	culture vivrière derrière jachère	Dugard	
	DC10	culture vivrière longue durée	Roblot	
	Ja4	jachère arbustive	Lamaze	
	JA7	jachère arborée	Lamaze	
A3 (Dominique)	DC'10	culture vivrière longue durée	Lamaze	
	TC-BA-DA	treecrops/banane/dasheen	Grand Fond (R. Robert)	J.B. (1985) (**) GF1
	BA-DA	banane ± dasheen	Grand Fond (Arnold)	
	BA	banane	Grand Fond (P. Samuel)	GF5
	JP4	jachère pâturée moyenne durée	Grand Fond (R. Printz)	GF4
A'3 (Dominique)	JP10	jachère pâturée longue durée	Grand Fond (Arnold)	
	JA30	recru forestier faiblement pâturé	La Plaine (rivière)	LP3
	BI	"forêt" bois d'Inde 20-25 ans	La Plaine (Bartley)	LP2
	BA-TA	banane + tania	La Plaine (Bartley)	LP1
	BA26	banane longue durée (26 ans)	La Plaine (Boniface)	LP5
	DA + Fu	dasheen + apports fumiers importants	La Plaine (Boniface)	LP4

(*) "L'intensification" du système est d'autant plus forte que les doses d'irrigation et de fertilisants sont élevées, que la rotation animale est rapide sur les prairies ou jachères, et la durée de la jachère courte pour les cultures vivrières et maraichères.

(**) P.T. = Patrick Tyburn, J.B. = Jérôme Balesdent.

II. PROPRIETES DES SOLS ET SYSTEMES DE CULTURE

Afin de pouvoir étudier l'effet de différents systèmes de culture sur les propriétés de chaque type de sol, les critères pédologiques suivants ont commandé le choix des situations :

- profil pédologique identique et même épaisseur initiale des horizons ;
- texture et minéralogie semblables des horizons de surface (coefficient de variation 0-20 µm = 7 % environ).

1. Propriétés chimiques des sols

A) Matière organique

Par comparaison avec les systèmes de cultures continues à cycles courts (DC) les systèmes à jachères et prairies (JA, Ja, JP ou PR) provoquent dans tous les types de sol, à l'exception des andosols, un accroissement des teneurs en matière organique .

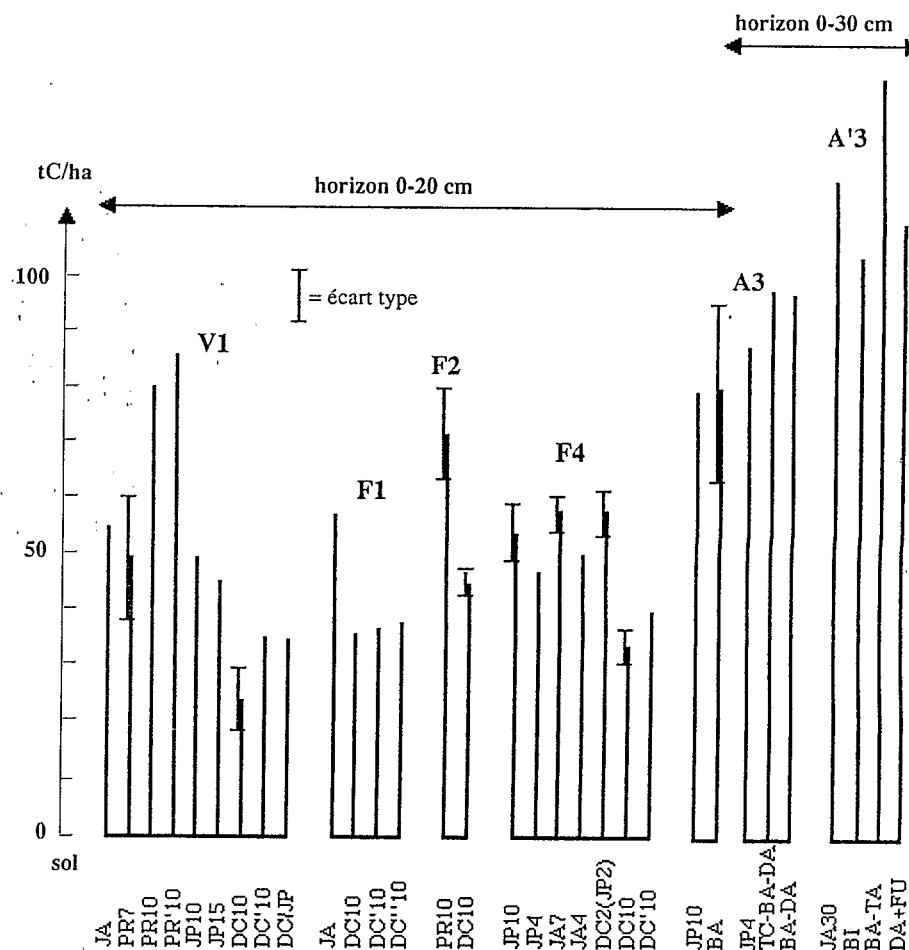
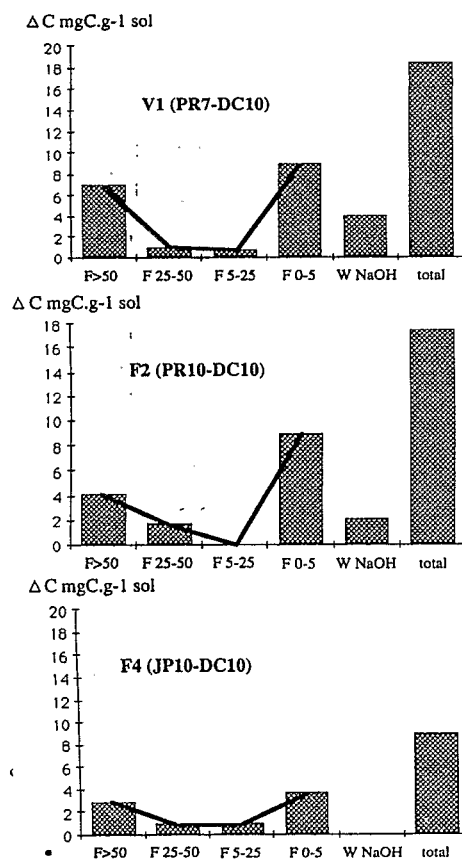


Figure 2 : Stocks de carbone des horizons 0-20 ou 0-30 cm, en tC.ha⁻¹, des sols V1, F1, F2, F4, A3, A'3.

Les augmentations concernent uniquement l'horizon 0-20 cm pour les jachères mais parfois également l'horizon 0-40 cm pour les prairies. La matière organique est caractérisée par une méthode de fractionnement granulométrique inspirée de Feller *et al.* (1983) et décrite en détail dans le rapport CEE-ORSTOM (1988).

L'augmentation $\Delta C = C$ (jachères ou prairies) - C (cultures cycles courts), des teneurs en carbone sous jachères et prairies est due essentiellement à l'accroissement des teneurs en carbone dans les fractions supérieures à 50 μm et dans les fractions inférieures à 5 μm . Les teneurs en carbone relativement faibles des fractions limoneuses varient peu.

Figures 3a, 3b, 3c : Différences des teneurs en carbone des fractions granulométriques des sols des différentes situations agropédologiques.



Les différences d'accumulation de matière organique entre les trois situations V1, F2 et F4) semblent plus dépendre du niveau d'intensification agricole (modification de l'importance des restitutions racinaires ?) que du type de sol ou de sa minéralogie. En effet, les variations les plus faibles s'observent sous jachère pâturée (F2, JP10) et les plus élevées sous la prairie la plus intensifiée (V1, PR7).

Ces observations permettent de proposer quelques hypothèses sur les voies de l'humification sous prairies ou jachères dans ces sols tropicaux. On sait que les fractions organiques de taille supérieure à 50 μm , associées aux sables, ont un caractère végétal figuré marqué avec un rapport C/N généralement supérieur à 15. Les fractions comprises entre 5 μm et 50 μm , associées aux limons, sont souvent formées d'un mélange de débris végétaux humifiés (taille 25-50 μm , C/N de 13 à 16) et de micro-agrégats organo-minéraux (taille 5-25 μm , C/N de 12 à 15). La fraction de 0 à 5 μm constitue le complexe organo-minéral *sensu stricto*.

Le stockage dans les fractions supérieures à 50 μm s'explique facilement par l'existence de restitutions racinaires en quantités élevées dans les sols sous prairies et jachères. Les débris racinaires subiraient alors une altération des tissus avec une diminution du rapport C/N des racines fraîches vers les débris végétaux plus humifiés de taille supérieure à 25 μm .

Le stockage dans la fraction organo-minérale (0-5 μm) peut résulter de deux mécanismes :

- soit par apports directs (exsudation) de composés organiques solubles ou pseudo-solubles issus de l'activité rhizosphérique puis adsorption de ces composés sur les argiles ;
- soit par des apports de composés organiques provenant de la décomposition des biomasses et nécromasses végétales ou microbiennes.

B) Phosphore assimilable et pouvoir fixateur. Examen avec $^{32}PO_4$

Toutes situations confondues, il n'apparaît pas, pour les horizons de surface, de corrélation entre les teneurs en phosphore total ou assimilable et celles en carbone. Le coefficient de corrélation entre le carbone et le phosphore assimilable est même négatif dans le cas du vertisol ($r = -0,69$) ; ce résultat s'explique, d'une part, par la forte fertilisation minérale sur cycles courts pendant de nombreuses années ; d'autre part, par la diminution, simultanément, des teneurs en matière organique des sols sous ces cultures.

Le pouvoir de fixation des sols vis-à-vis des ions phosphates a été analysé par la méthode des cinétiques de dilution isotopique des ions $^{32}PO_4$ dans des systèmes sol-solution en état stationnaire (Fardeau *et al.*, 1977). Deux paramètres ont été pris en compte :

- la concentration, c , des ions phosphates dans le système sol-solution ;
- le rapport $r1/R$, de radioactivité $r1$ restant en solution 1 minute après l'injection dans le mélange sol-solution de la quantité R de radioactivité.

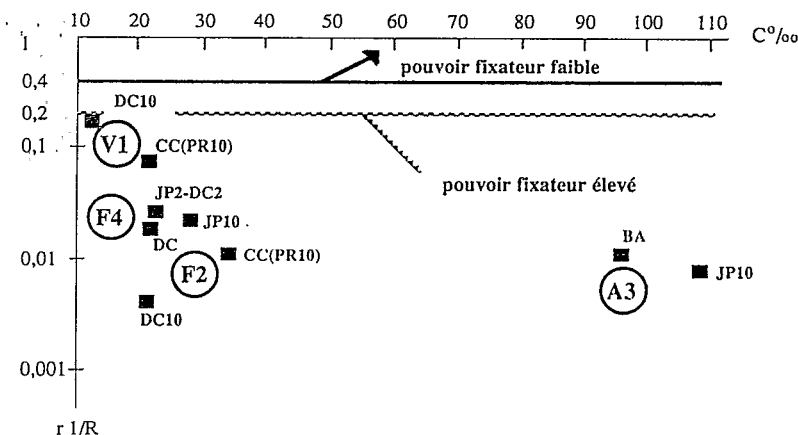


Figure 4 : Pouvoir fixateur des sols vis à vis du phosphore et teneur en carbone, horizons 0-20 cm.

Tableau 4 : Effets d'apports de phosphate naturel (Pnat) et soluble (KH_2PO_4) sur les indices de cinétique de dilution isotopique.

Situation	Précédent	N° d'échantillon	Forme P	Indices	
				r1/R	Ml $\mu\text{g P.g}^{-1}\text{sol}$
A3	JP10	1503	O	0,006	0,085
			Pnat.	0,006	0,270
			KH_2PO_4	0,006	0,110
	BA	1500	O	0,009	0,068
			Pnat.	0,009	0,150
			KH_2PO_4	0,010	0,230
V1	PR7	1264	O	0,070	0,730
			Pnat.	0,160	1,000
			KH_2PO_4	0,250	5,130
	DC10	1249	O	0,170	1,960
			Pnat.	0,260	2,000
			KH_2PO_4	0,400	12,000
F2	PR10	1525	O	0,009	0,200
			Pnat.	0,023	0,410
			KH_2PO_4	0,016	0,440
	DC10	1530	O	0,004	0,300
			Pnat.	0,005	0,160
			KH_2PO_4	0,008	0,130
F4	JP10	1100	O	0,020	0,240
			Pnat.	0,070	0,540
			KH_2PO_4	0,080	0,620
	JP2	1103	O	0,024	0,250
			Pnat.	0,080	0,500
			KH_2PO_4	0,080	0,660
	DC10	1115	O	0,016	0,230
			Pnat.	0,070	0,760
			KH_2PO_4	0,060	0,710

Les résultats présentés tableau 4 et figure 4 obtenus avec, ou sans, apports d'engrais phosphatés confirment des données antérieures (Chevignard *et al.*, 1987).

Les andosols A3 et les sols à caractère ferrallitique F2 et F4 ont un pouvoir fixateur très élevé à l'égard du phosphore : r1/R très nettement inférieur à 0,2, et concentration c en phosphore de la solution de sol, inférieure à 0,1 mgP.l⁻¹.

Ces résultats indiquent que le phosphore pourrait, dans certaines circonstances, être un facteur limitant de la productivité (Fox *et al.*, 1974).

Le vertisol V1 a un pouvoir fixateur plus limité mais qui reste encore élevé.

Comme pour le P total ou P assimilable, il n'y a pas de corrélation entre le pouvoir fixateur et les teneurs en carbone des sols. Les prairies et jachères ne modifient pas de manière significative cette caractéristique des sols. Même des apports massifs de fumier (10 t MS.ha⁻¹) à l'andosol A3 ne permettent pas de modifier ce paramètre. Seuls des apports de 10 tonnes mais surtout 100 t MS.ha⁻¹ de boues résiduelles de station d'épuration des eaux usées sur le sol ferrallitique F2 ont une influence significative sur le pouvoir de fixation de ce sol (concentration c comprise entre 1 et 5 $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$ sur une période de 56 jours dans un essai en incubation).

C) Propriétés d'échanges cationiques

Dans les sols ferrallitiques, la capacité d'échange cationique croît avec la teneur en matière organique ($r = 0,89$) tandis que la teneur en aluminium échangeable diminue ($r = 0,93$). Dans les andosols A3, dont la teneur en matière organique varie peu selon les divers systèmes de culture, aucune relation matière organique-Al échangeable n'apparaît mais par contre Al échangeable est fortement corrélé au pH ($r = 0,98$).

2. Propriétés physiques des sols

L'étude porte sur le vertisol V1 et les sols ferrallitiques F2 et F4.

A) Cultures maraîchères-vivrières (DC)

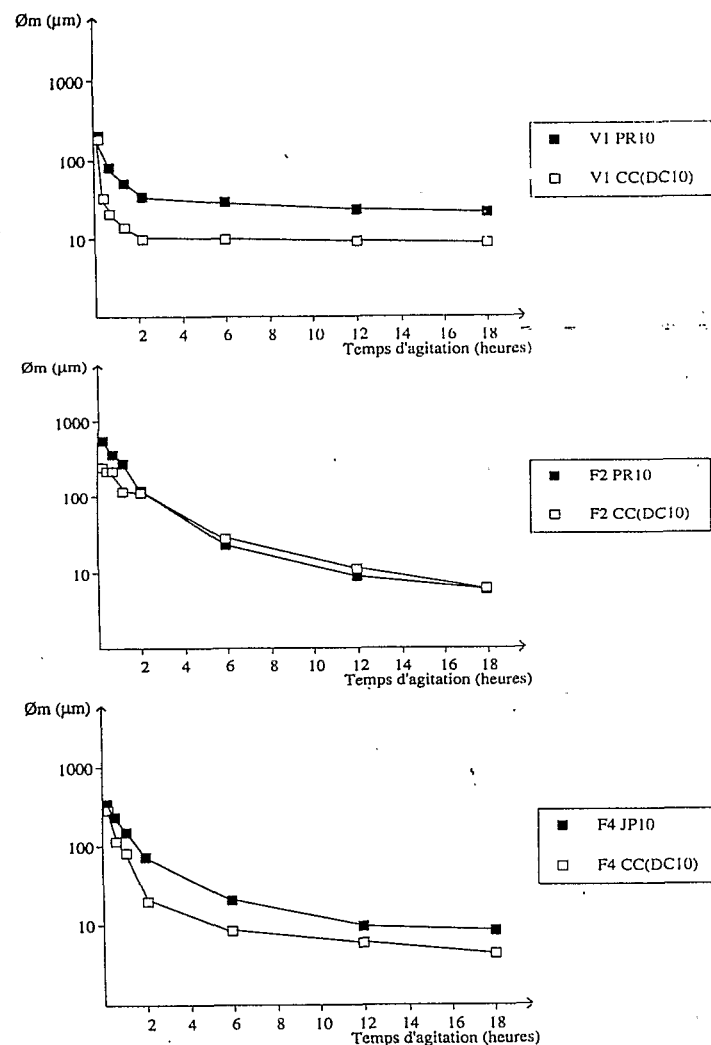
Dans le vertisol sous culture maraîchère (V1, DC) la stabilité des macro-agrégats (diamètre médian $D = 10\text{ mm}$) est faible avec une dispersion élevée des particules fines ($D < 5\text{ }\mu\text{m}$).

Dans les sols à caractères ferrallitiques sous cultures maraîchères/vivrières (F2 et F4, DC) la stabilité des macro-agrégats ($D = 2\text{ mm}$) est également faible, mais la libération des particules fines, inférieures à $5\text{ }\mu\text{m}$, est réduite. Par contre, la libération des méso-agrégats de taille comprise entre $50\text{ }\mu\text{m}$ et $2000\text{ }\mu\text{m}$ est importante.

B) Jachères et prairies

La granulométrie des agrégats structuraux est modifiée par la présence des jachères et des prairies. L'accroissement des teneurs en carbone, dû aux jachères et prairies sur le vertisol V1, est corrélé ($r = 0,73$) à l'indice d'instabilité structurale Is (Henin *et al.*, 1969).

Par voie de conséquence, la perméabilité des matériaux est accrue. Les divers tests d'appréciation de la stabilité structurale utilisés ici (perméabilités, granulométries des agrégats avant et après test de perméabilité, cinétiques de désagrégation par agitation dans l'eau) révèlent que l'accroissement de la stabilité résulte plus de l'augmentation de la teneur en carbone des fractions inférieures à 5 µm que de celles supérieures à 50 µm.



Figures 5a, 5b, 5c : Evolution cinétique du diamètre des méso-agrégats et micro-agrégats des horizons 0-10 cm des sols V1, F2 et F4.

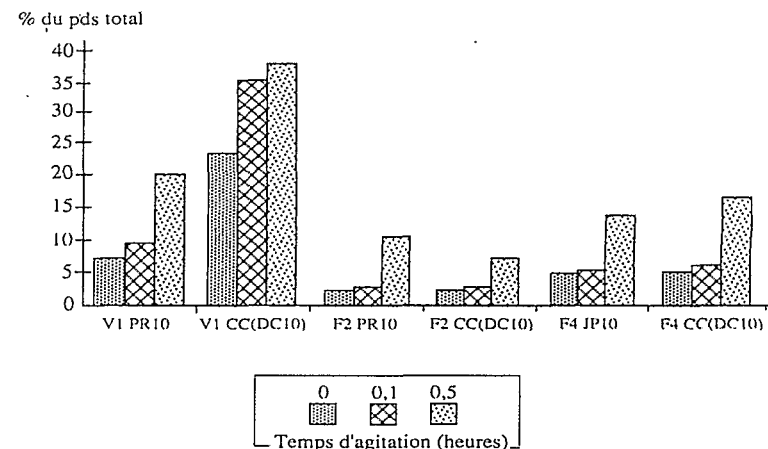


Figure 6 : Dispersibilité des fractions fines (0-5 µm) en début de cinétique d'agitation.

Les processus mis en œuvre, et surtout leur intensité, diffèrent selon les types de sols. Le rôle de la faune du sol, et en particulier des vers de terre sous prairie, est évoqué.

3. Propriétés biologiques : faune des sols

L'examen biologique a eu pour objet de dénombrer dans chaque situation les populations de la macrofaune et celles des nématodes phytoparasites, puis de chercher à préciser l'effet des jachères ou prairies et des remises en culture sur cette faune.

A) Macrofaune

Des biomasses très importantes, parmi les plus élevées observées en milieu tropical, ont été mesurées dans le vertisol sous prairie irriguée (tab. 5). L'inventaire des espèces a fait apparaître d'une part la dominance des vers de terre sous prairies et jachères et d'autre part la diminution de leur nombre lors des remises en culture.

Tableau 5 : Faune du sol (g/m²) des horizons 0-30 cm, des situations prairies (PR) et cultures (DC) sur vertisol (V1) et sol ferrallitique (F2).

Sol	Situation	Faune (g/m ²)	
		Totale	Vers de terre
V1	PR	366,4 ± 74,3	359,4 ± 73,9
	DC	3,1 ± 3,3	0
F2	PR	52,2 ± 28,7	39,4 ± 28,5
	DC	3,3 ± 1,4	1,8 ± 1,8

B) Nématodes phytoparasites

Les nématodes phytoparasites peuvent constituer en milieu tropical un des facteurs limitants majeurs de la productivité des cultures maraîchères et vivrières. Ainsi a-t-on voulu apprécier⁽²⁾ si les rotations comportant des jachères ou des prairies pâturées pouvaient être une alternative à l'utilisation des nématicides ; l'emploi de ces produits est généralement limité en agriculture paysanne caribéenne en raison de leur coût et d'une efficacité incertaine dans ces milieux.

Les résultats des sols ferrallitiques F4 et vertisol V1 sont portés dans les tableaux 6 et 7. Les conditions opératoires (dates de prélèvements et délais d'analyses) n'autorisent pas à comparer les différentes situations pédologiques mais permettent de juger l'abondance, à un instant donné, d'un genre par rapport à l'autre dans un site donné.

Dans les trois types de sols une dizaine de genres, représentés chacun par plusieurs espèces qui n'ont pas toutes été identifiées, ont été trouvés. Il s'agit de *Helicotylenchus* dont *H. dihystra*, *Clavilenchus*, *Trichodorus*, *Criconemoides* dont *C. onensis*, *Rotylenchulus reniformis*, *Pratylenchus*, *Hoplolaimus* dont *H. paraxobustus*, *Meloïdogyne* et *Radopholus similis*, parasite universel du bananier. Les genres *Helicotylenchus* et *Rotylenchulus* sont présents dans toutes les situations. *Rotylenchulus reniformis* représente un danger majeur pour les cultures, *Helicotylenchus* est considéré comme peu pathogène.

Pour le sol ferrallitique F4 une jachère de longue durée conduit à une colonisation uniforme du sol par de nombreuses espèces. Par contre, les jachères non entretenues JP10 et JP2 ou les jachères intercalaires JPC provoquent la multiplication de certaines espèces comme *Meloïdogyne* sur carotte et patate douce ou *Pratylenchus* sur igname.

Lors de la remise en culture avec du maïs, on observe un assainissement des parcelles d'autant plus marqué que la jachère a été plus longue. Pour le vertisol V1 on trouve *Meloïdogyne* et *Pratylenchus*, sous cultures maraîchères et vivrières derrière prairies pâturées à *Digitaria*.

Tableau 6 : Evolution du peuplement nématologique sur vertisol V1 (Martinique).

Précédent cultural	Cultures maraîchères				Prairie		Prairie puis maïs
	Maïs		Prairie		Maïs		Jachère courte
culture étudiée	Sol	Rac	Sol	Rac	Sol	Rac	Sol
<i>Helicotylenchus</i>	4800	0	1800	0	1120	0	220
<i>Pratylenchus</i>	0	0	120	0	80	1200	1287
<i>Meloïdogyne</i>	0	0	0	200	0	0	0
<i>Hoplolaimus</i>	0	0	0	0	0	0	467

2) Il s'agit ici d'une étude préliminaire.

Ainsi, à l'exception de la remise en culture de maïs après jachère sur le sol ferrallitique F4, des précédents jachère ou prairie ne semblent pas provoquer, compte tenu des rotations pratiquées, une diminution significative et durable du niveau des nématodes phytoparasites sous culture maraîchère.

Tableau 7 : Evolution du peuplement nématologique sur sol ferrallitique F4 (St-Lucie), horizon 5-20 cm.

Situation paysanne précédente	genre		JP10* Sol		JP2* Sol		DC**	
							Sol*	Rac*
	<i>Helicotylenchus</i>		500		0		40	-
	<i>Criconemoides</i>		700		700		0	-
	<i>Rotylenchulus</i>		100		400		600	150
	<i>Meloïdogyne</i>		0		150		240	256
	<i>Pratylenchus</i>		300		150		160	1659
Culture de maïs			Sol	Rac	Sol	Rac	Sol	Rac
	<i>Helicotylenchus</i>	NPK	50	0	2133	300	6584	0
		T	380	300	133	0	3016	0
	<i>Rotylenchulus</i>	NPK	50	0	40	0	480	0
		T	0	0	553	0	344	0
	<i>Pratylenchus</i>	NPK	0	0	0	0	0	0
		T	0	0	0	1500	132	0
	<i>Clavilenchus</i>	NPK	50	0	133	0	0	0
		T	200	0	0	0	40	0
	<i>Hoplolaimus</i>	NPK	0	0	0	0	0	0
		T	1000	0	0	0	0	0
	<i>Meloïdogyne</i>	NPK	50	0	0	0	0	0
		T	0	0	0	0	0	0

(*) Nématodes/dm³ sol, ou par gramme de racine.

- Seul le sol a été analysé compte tenu du mélange de plantes qui poussait en jachère.

(**) Nombre moyen de nématodes pour les quatre cultures paysannes échantillonnées individuellement = patate douce, oignon, carotte et chou.

III - INTENSIFICATION AGRICOLE ET FERTILISATION MINERALE DU MAÏS : PRODUCTIVITE ET NUTRITION AZOTEE

La variété de maïs utilisée «Eto Amarillo» a été sélectionnée par le CYMITT dans une population locale.

1. Productivité et systèmes de culture

Des essais, dont la situation est résumée tableau 8, sont mis en place pour tester, par type de milieu sol-climat, l'effet d'une fertilisation complète (100 kgN.ha⁻¹, 80 kgP.ha⁻¹, 80 kgK.ha⁻¹) et de divers précédents cultureaux.

Tableau 8 : Présentation des situations retenues pour les essais agronomiques et principaux traitements.

Situation				Essai						
Sol	Pluviométrie annuelle (mm)	Précédent	Nbre de répétitions	Parcelle surface utile (m ²)	Traitements	Successions culturales au 30/11/87			Marq. ¹⁵ N	
						1 ^{er} maïs	culture interc.	2 ^e maïs		
Andosol	A3	4500	JP10	6	5,4	Tb/NPK	oui	carotte, patate	oui	oui
			BA	6	5,4	Te/NPK	oui	carotte, patate	oui	oui
Alluvions ferratilisées	F2	3000	PR>10	6	12	Te/NPK	oui	patate	oui	oui
			DC>10	6	12	Te/NPK	oui	patate	oui	oui
Vertisol	V1	1300	PR7	6	12,8	Te/NPK	oui	melon	en cours	oui
				6	12,8	Te/NPK	oui	melon	en cours	oui
Sol ferrallitique	F4	2000	JP10	4	12	Te/NPK	oui	jachère	oui	oui
			JP4	4	12	Te/NPK	oui	jachère	oui	oui
			JP2	4	12	Te/NPK	oui	jachère	oui	oui
			DC10	4	12	Te/NPK	oui	jachère	oui	oui
Ferrisol	F1	2000	DC>10	6	9,6	Te/NPK	oui	patate	oui	non

Les rendements ont varié de 0 à 6 t grains/ha selon les situations et les années. Les résultats doivent être interprétés avec prudence compte tenu des variations de la pluviométrie totale et de sa distribution au cours du cycle cultural (en saison sèche pour les différentes situations). En prenant en compte ces données, il ressort toutefois les tendances suivantes lorsque la pluviométrie ne peut être considérée comme facteur limitant du rendement :

a) effet de la fertilisation sur les rendements

Par comparaison aux témoins non fertilisés, on observe que :

- la fumure NPK a un effet généralement positif pour toutes les situations agro-pédologiques ;
- le fumier (10t MS/ha) a un effet positif sur andosol, mais est sans effet sur ferrisol ;
- les amendements calcaires sur andosol acide ont toujours un effet positif, équivalent ou supérieur aux traitements NPK.

En absence de stress hydrique marqué la productivité est de l'ordre de 4 t grains.ha⁻¹, comparable à celle mesurée par Taylor et Bailey (1979) en milieu tropical.

b) effet des précédents sur les rendements (tableau 9)

Sur les sols ferrallitiques et andosols on observe, l'année du retournement de la jachère ou de la prairie, un effet dépressif sur la productivité du maïs. L'effet du retournement est nul dans le cas des vertisols et des alluvions ferrallitisées.

La seconde année, un effet positif des précédents jachère ou prairies est observé pour les sols à caractère ferrallitique. Pour des raisons climatiques et des problèmes phytosanitaires, les résultats de l'arrière-effet des jachères ou prairies sur les rendements des situations andosols et vertisols sont ininterprétables.

L'effet «durée du précédent jachère» peut être étudié pour le sol ferrallitique F4. C'est toujours le précédent jachère courte (2 ans) qui conduit aux meilleurs résultats. Toutefois, il faut être très prudent dans l'interprétation de l'ensemble de ces résultats compte-tenu de la mauvaise maîtrise de nombreux paramètres de l'itinéraire technique.

2. Fertilisation et nutrition azotée du maïs: traçage isotopique ¹⁵N

Sur les situations A3, V1, F2 et F4, le dispositif agronomique comprenait, en première année, des parcelles de maïs sur lesquelles de l'urée marquée à l'azote ¹⁵N a été apportée à la dose uniforme de 100 kgN/ha, 4 semaines après apport de P et K (80 kg/ha).

L'utilisation du traceur ¹⁵N permet, en fin de culture :

- de connaître la répartition de N-engrais apporté entre la plante et le sol et donc d'en déduire les pertes,
- de mesurer les proportions respectives de N-sol et N-engrais participant à la nutrition de la plante.

Compte tenu de très faibles marquages ¹⁵N des sols après récolte, seuls les horizons 0-10 cm, marqués de manière mesurable, seront pris en compte ici ⁽³⁾.

3) Les teneurs en ¹⁵N des végétaux sont déterminées par spectrométrie optique et celles des sols par spectrométrie de masse adaptée aux faibles teneurs ($\Delta^{15}N$).

Tableau 9 : Rendements en grain de deux années de culture de maïs.

Situation	Traitement	année 1986					année 1987				
		Pluies (mm/j)	M.S.q/ha	grains			Pluies (mm/j)	M.S. (q/ha)	grains		
				stat.	CV %				stat.	CV %	
A3	JP10	Te	6,4	14,1	a	40	6,1	0	a	0	0
		NPK	6,4	25,5	b	16	6,1	0	a	0	0
	BA	Te	6,4	25,9	b	34	6,1	0	a	0	0
		NPK	6,4	37,1	c	15	6,1	6,0	b	50	50
		Fu	6,4	36,7	c	11	6,1	5,4	b	50	50
		Fu+NPK	6,4	46,5	d	11	6,1	12,2	c	50	50
		Ca	6,4	31,6	c	11	6,1	15,5	c	26	26
		Ca+NPK	6,4	39,2	c	14	6,1	19,3	c	30	30
F2	PR10	Te	6,1	29,0	a	20	2,9	25,1	c	19	19
		NPK	6,1	44,0	b	13	2,9	27,2	c	27	27
	DC10	Te	6,1	23,6	a	11	2,9	10,1	a	24	24
		NPK	6,1	48,1	b	11	2,9	16,2	b	17	17
V1	PR7	Te	irrig.	29,7	a	15					
		NPK	irrig.	41,2	b	26					
	DC10	Te	irrig.	22,7	a	33					
		NPK	irrig.	41,6	b	10					
F4	JP10	Te	5,2	0,0	a	0	8,7	0	a	0	0
		NPK	5,2	7,2	c	18	8,7	26,5	b	14	14
	JP4	Te	5,2	0,3	a	100	8,7	1,9	a	100	100
		NPK	5,2	13,4	c	14	8,7	32,6	b	22	22
	JP2	Te	5,2	1,9	b	40	8,7	2,6	a	14	14
		NPK	5,2	21,5	d	20	8,7	38,4	c	8	8
	DC	Te	6,5	1,8	b	40	10,3	2,3	a	100	100
		NPK	6,5	25,2	d	8	10,3	22,1	b	22	22
F1	DC	Te	irrig.	24,0	a	6	irrig.	26,3	a	12	12
		NPK	irrig.	55,0	b	6	irrig.	29,1	a	12	12
		Fu	irrig.	15,8	a	11	irrig.	24,1	a	12	12
		Fu+NPK	irrig.	59,9	b	11	irrig.	32,4	a	12	12

(*) L'analyse statistique est faite par situation et ne vise pas à comparer les situations entre elles. Une même lettre indique des différences non significatives à 1%, une lettre différente, des différences significatives à 1%.

(**) Pluie utile (mm/j) entre la floraison et le stade 90 jours.

A) Devenir de N-urée dans le système sol-plante

Les résultats obtenus, exprimés en Kg N.ha⁻¹, ont été schématisés au moyen de la figure 7.

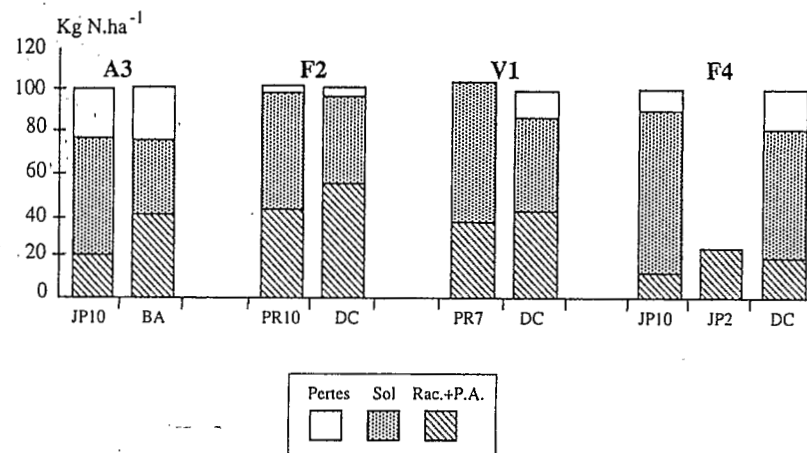


Figure 7 : Bilans N-urée (plante -PA et racines-, sol -horizon 0-10 cm- et pertes) pour les différentes situations agropédologiques.

a) le coefficient réel d'utilisation (CRU) de N-urée par la plante

Il varie de 12 à 51 % pour un apport de 100 kg N.ha⁻¹. Il est égal à 40% dans les situations où le maïs dépasse le stade de l'épiaison. Des valeurs semblables dans des conditions de fertilisation azotée équivalentes sont obtenues par Chabalier (1985). Les CRU mesurés sont fortement corrélés ($r = 0,96$) à la quantité de matière sèche récoltée.

b) incorporation de N-urée à la matière organique du sol

La part de N-urée transformée en azote organique du sol est toujours supérieure à 20% et peut atteindre 60 % dans le sol ferrallitique F4 maintenu longtemps en jachère. Quelles que soient les situations pédologiques, l'organisation de l'azote engrais dans les sols ayant porté des jachères ou prairies est toujours supérieure à celles observées après cultures vivrières ou maraîchères. L'explication la plus vraisemblable de ce phénomène est que l'organisation microbienne de l'azote ammoniacal (provenant de l'hydrolyse de l'urée) croît en présence de résidus végétaux aisément biodégradables. Par ailleurs, on a noté une corrélation négative faible entre la quantité d'azote originaire de l'urée ainsi organisée dans le sol et celle exportée par la récolte. Ces résultats illustrent la compétition possible entre sol et culture pour l'azote apporté comme engrais.

c) pertes en N-urée

A l'exception de la situation A3, où les fortes pertes (40 % N-urée) peuvent être en partie expliquées par les fortes précipitations qui ont suivi l'apport d'engrais, les pertes en N-urée sont faibles (autour de 20%). Ceci milite en faveur de l'utilisation de cet engrais en milieu paysan pour les principaux types de sol de ces îles. L'hydrolyse rapide de l'urée en NH_4^+ , les pH acides à neutres et les CEC élevés des sols concourent, en effet, à limiter les pertes par volatilisation (Faurie et Bardin, 1979 ; Ferguson *et al.*, 1984).

B) Participations respectives de N-urée et de N-sol à la nutrition azotée du maïs

Tableau 10 : Nutrition azotée de la plante.

Situation et traitement			Np (*)	Np dfu (*) (Kg N/ha)	Np dfs (*)
A3	JP10	Te	55,0	0	55,0
		¹⁵ NPK	99,0	20	79,0
	BA	Te	84,0	0	84,0
		¹⁵ NPK	142,0	35	107,0
F2	PR10	Te	60,0	0	60,0
		¹⁵ NPK	107,0	40	67,0
	DC10	Te	50,0	0	50,0
		¹⁵ NPK	114,0	51	63,0
V1	PR7	Te	72,0	0	72,0
		¹⁵ NPK	123,0	38	85,0
	DC10	Te	51,0	0	51,0
		¹⁵ NPK	131,0	42	89,0
F4	JP10	Te	2,3	0	2,3
		¹⁵ NPK	24,0	12	12,0
	JP2	Te	11,6	0	11,6
		¹⁵ NPK	55,0	21	34,0
	DC10	Te	6,0	0	6,0
		¹⁵ NPK	43,0	22	21,0

(*) Np = N-total plante, Np dfu = N-plante provenant de l'urée,
Np dfs = N-plante provenant du sol.

De 60% à 80% de l'azote présent dans la plante provient de la minéralisation de l'azote organique des sols. Les quantités d'azote de la plante originaires du sol sont fortement corrélées ($r = 0,91$) aux quantités de matière sèche récoltées mais ne sont pas corrélées aux stocks d'azote total (donc aux niveaux de matière organique) des sols. Ainsi, même pour les teneurs les plus basses ($C\% = 1$) en matière organique (cas du vertisol V1 DC10) atteintes parfois dans ces agricultures paysannes caribéennes, la fourniture d'azote par le sol à la plante n'apparaît pas comme un facteur limitant du rendement. Ce n'est pas le cas pour les mêmes types de sols mais fortement perturbés par «remodelage»⁽⁴⁾ dans lesquels l'abaissement des teneurs en carbone à des valeurs généralement inférieures à 1% s'accompagne de la dégradation de diverses propriétés édaphiques (Chevignard *et al.*, 1987) et, en particulier, d'une très forte diminution des quantités d'azote minéralisable du sol.

C) Bilan de l'azote, à l'échelle annuelle, dans ces agrosystèmes fertilisés

Un apport de $100 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$, un coefficient réel d'utilisation de 40%, une immobilisation biologique dans le sol de 50%, des pertes de 10% et une proportion de l'azote présent dans la plante et originaire du sol de 70% en moyenne permettent d'établir un bilan réel de l'azote dans un tel agrosystème.

L'engrais fournit en moyenne $40 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$ aux plantes et représente 30% de l'azote récolté. La plante contient donc $133 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$ dont $93 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($133 - 40$) proviennent du sol. Or seulement $50 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1}$ de l'engrais sont immobilisés dans le sol. Il existe donc un bilan négatif de $43 \text{ kgN} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}$ ($93 - 50$). Encore s'agit-il d'une valeur minimale puisqu'il faut compter les pertes par lessivage originaires de l'azote du sol. Celles-ci peuvent ne pas être négligeables (Guiraud, 1984). Ce déficit, si l'on n'augmente pas les quantités de N-engrais apporté ne peut être compensé que par la présence, dans les rotations culturales, de jachères ou prairies intégrant des légumineuses ou des bactéries non symbiotiques fixatrices d'azote.

4) Les sols «remodelés» sont des sols dont on a arasé les horizons A, et parfois B, pour aplanir les reliefs afin de pouvoir mécaniser les cultures.

CONCLUSION

Les systèmes de culture paysans et les projets de développement agricoles de quelques îles des Petites Antilles ont été inventoriés. Cet inventaire permet de distinguer les systèmes de cultures continues à cycle court et/ou à très faible durée de jachère de jachères de longues durées et/ou prairies intensifiées. Ces deux groupes de systèmes induisent sur andosols, vertisols et sols ferrallitiques des variations de quelques propriétés édaphiques et parfois de productivité.

Les prairies et jachères accroissent les teneurs en carbone des vertisols et sols ferrallitiques, les biomasses des vers de terre et la stabilité structurale. L'essentiel de l'accroissement en carbone se trouve associé aux particules supérieures à 50 µm et à celles inférieures à 5 µm. L'augmentation de la stabilité structurale à moyen et long termes résulterait de l'accroissement des teneurs en carbone de la fraction organo-minérale (inférieure à 5 µm), les fractions végétales figurées supérieures à 50 µm ayant un rôle mineur.

Le pouvoir fixateur pour les ions phosphates, estimés par une technique isotopique, très élevé dans le cas des andosols et des sols ferrallitiques, élevé à moyen dans les vertisols, n'est pas modifié même lorsque les variations des teneurs en carbone sont importantes. Seuls des apports de fumier et de boues résiduaires, à raison de 10 t MS/ha sont susceptibles d'accroître pour une période limitée le potentiel alimentaire en phosphore. Dans de tels sols, en raison de leur pouvoir fixateur très élevé, le phosphore doit être apporté au plus près, dans le temps et dans l'espace, des besoins des cultures.

L'effet "améliorant" des précédents jachères et prairies sur l'ensemble des propriétés édaphiques n'a pas été accompagné d'une augmentation des rendements du maïs à l'occasion de la culture qui a suivi le retournement. La cause pourrait en être la compétition pour l'azote minéral entre les bactéries du sol et les plantes lorsque celles-ci sont en présence de sources de carbone facilement dégradable. Un effet positif semble toutefois apparaître en seconde année.

L'utilisation de l'urée comme engrais azoté est intéressante car, le coefficient réel d'utilisation de son azote est tout-à-fait acceptable (40% en moyenne) et les pertes sont relativement faibles (0 à 25%). Un accroissement significatif du CRU devrait être obtenu en fractionnant les apports en fonction du rythme des besoins de la végétation.

Contrairement à d'autres situations tropicales, telles que celles des sols ferrugineux et ferrallitiques de l'Afrique tropicale, ou bien celle des oxisols du Brésil, les teneurs en matière organique des sols, même dans ceux comportant des durées faibles de jachère, semblent encore suffisamment élevées pour que l'azote ne soit pas encore le premier facteur limitant de la production végétale. Cependant les résultats obtenus par le biais du traçage isotopique ^{15}N montrent, que les conditions culturales utilisées pour le maïs, ne peuvent que conduire à une lente diminution du stock organique du sol. Le renouvellement de ce stock, ou même seulement son entretien, ne semble pouvoir être assuré que par la présence de jachères ou de prairies comportant des légumineuses.

BIBLIOGRAPHIE

- CASTELLANET C., GENTHON M. et ROUCOU J., 1987 - Les systèmes de production paysans du Sud Est de la Dominique, Agricultures Caraïbéennes et Développement (tome 2), SACAD- UAG Ed..
- CEE-ORSTOM, 1988 - Etude de la fertilité des sols dans les agricultures paysannes caraïbéennes. Effet des restitutions organiques. Rapport final Projet TSDA 0178 F. Coordination C. Feller. Rapp. mult. ORSTOM-Martinique, 127 p. + annexes.
- CHABALIER P.F., 1985 - Etude comparative de deux engrais azotés marqués ^{15}N : urée et nitrate, sur une culture de maïs en Côte d'Ivoire. L'agron. Trop., 40 (2), 107-114.
- CHEVIGNARD T., FELLER C., ANDREUX F. et QUANTIN P., 1987 - Le «remodelage» des terres en Martinique. Modification des propriétés de «ferrisols» et d'andosols cultivés en canne à sucre. Cath. ORSTOM, Sér. Pédol., 23 (4) : 1228-1248.
- DEGRAS L.M., 1985 - Etude de la polyculture vivrière («Jardins créoles») des Antilles et de la Guyane. C.R. projet ECAR, n°MIR 81 GO 981. Rapp. mult. 32 p. + annexes (45 p.), INRA-GRAAG, Guadeloupe.
- FARDEAU J.C., CHABOUI C. et HETIER J.M., 1977 - Méthodes de cinétique de dilution isotopique des ions PO_4^{4-} et K^+ : application à l'analyse des modifications de fertilité dans les essais de très longue durée. Science du Sol, Bull. AFES, 2:111-122.
- FAUCK R., MOUREAUX C. et THOMANN C., 1969 - Bilan de l'évolution des sols de Séfa (Casamance, Sénégal) après quinze années de culture continue. Agron. Trop., 29 (12):1228-1248.
- FAURIE G. et BARDIN R., 1979 - La volatilisation de l'ammoniac. I : Influence de la nature du sol et des composés azotés. Annales agronomiques, 30, 363-385.
- FELLER C. et MILLEVILLE P., 1977 - Evolution des sols de défriche récente dans la région des Terres Neuves (Sénégal Oriental). Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 12 (3) : 195-207.
- FELLER C. et al., 1983 - Etude de la matière organique de différentes fractions granulométriques d'un sol sableux tropical. Effet d'un amendement organique (compost). Cath. ORSTOM, Sér. Pédol., 20 (3) : 223-238.
- FERGUSON R. B., KISSEL D.E., KOELLIKER J.K. et BASEL W., 1984 - Ammonia volatilization from surface-applied urea : effect of hydrogen ion buffering capacity. Soil Sci. Soc. Amer. J., 48 (2) : 578-582.
- FOX R.L., NISHIMOTO R.K., THOMPSON R.S. and R.S. de la PENA, 1974 - Comparative external phosphorus requirements of plant growing in tropical soils. Int. Congr. Soil Sci., Trans. 10th (Moscow) 4 : 232-239.

- GREENLAND D.J., 1980 - Organic recycling in agriculture : some research needs. *FAO Soils Bulletin*, 43 : 230-234.
- GUIRAN de E. et SMOLIKOWSKI B., 1987 - L'agriculture paysanne du Sud-Ouest de Sainte-Lucie. Paysage agraire, systèmes de production et typologie. *SACAD Ed.*, t. 1.
- GUIRAUD G., 1984 - Contribution du marquage isotopique à l'évaluation des transferts d'azote entre les compartiments organiques et minéraux dans les systèmes sol-plante. *Th. Doct. Etat, Paris VI*, 335 p.
- HENIN S., GRAS R. et MONNIER G., 1969 - Le profil cultural. *Masson Ed.*, Paris. 332 pp.
- LEPRUN J.C., 1988 - Matière organique et conservation des sols. Exemples brésiliens. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol*, 24 : 4, pp 333-335.
- MORIZOT F. et LEBOUTEILLER R., 1987 - Les systèmes de production de la région de Brizan, Grenade. *Doc. de travail ronéo*.
- PICHOT J., 1975 - Le rôle de la matière organique dans la fertilité du sol. *Agron. Trop.*, 30 (2) : 170-175.
- PIERI C., 1989 - Fertilité des terres de savanes. Bilan de 30 ans de recherches et de développement agricoles au Sud du Sahara. *Ministère de la Coopération, CIRAD/IRAT Eds.*, 444 p.
- ROOSE E., 1977 - Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest : vingt années de mesure en petites parcelles expérimentales., *ORSTOM Ed.*, Travaux et Documents N° 78, Paris .
- SIBAND P., 1974 - Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance. *Agron. Trop.*, 29 (12) : 1228-1248.
- SINGH A., 1975 - Use of organic materials and green manures as fertilizers in developing countries. *FAO-SIDA, FAO Soils Bulletin*, 27 : 19-30.
- TAYLOR B.R. et BAILEY T.B., 1979 - Response of maize varieties to environment in West Africa. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 56 (2), 89-97.
- TURENNE J.F., BROCHET M., CAVALIER J., PILLOT D. et de REYNAL Y., 1981 - Equilibre d'un système agraire et dynamique du stock organique en Haïti. *C.R. 17th Meeting of the Caribbean Food Crop Society, Caracas, Vénézuéla*, 13 p.
- WELLER B., PAUL J.L. et TROALEN D., 1987 - Les systèmes de production de la région de Troumaca, St-Vincent. *Document de travail ronéo*.