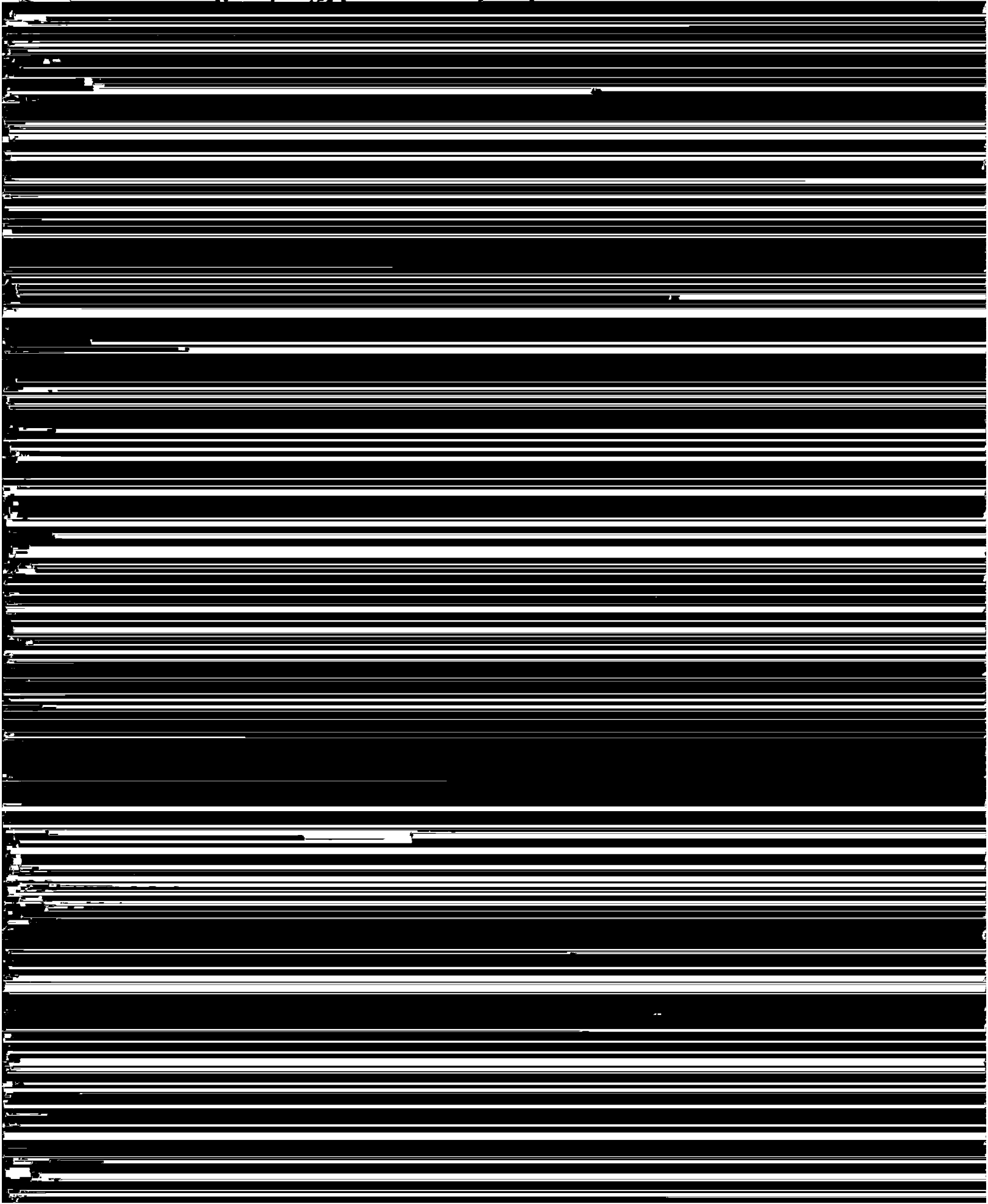


# Effets de divers précédents culturaux sur l'utilisation de l'azote par un maïs,



## Matériel et méthode

### Les situations agropédologiques

#### Les sols

Quatre sols sont étudiés : un andosol désaturé (Dominique, A3) ; un vertisol magnésio-sodique (Martinique, V1) ; deux sols à caractères ferrallitiques, un sol ferrallitique (Sainte Lucie, F4) et des alluvions ferrallitisées (Guadeloupe, F2).

Ils correspondent à des sols représentatifs des îles volcaniques des Petites Antilles (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965), et leurs caractéristiques pédologiques sont présentées dans les tableaux I a et I b.

TABLEAU I a Teneurs en matière organique, phosphore et éléments fins (A + LF %) des échantillons de surface (0-10 cm) [ALBRECHT *et al.*, 1988].

Type de sol	Précédent	Matière organique			A + LF %	P (ppm) total
		C %	N %	C/N		
A3	BA	93,4	9,10	10	-	1 469
F2	DC	19,9	1,64	12	75	100
V1	DC	11,8	1,68	7	63	196
F4	DC	19,0	2,21	9	70,1	143

#### Les précédents culturaux

Après un inventaire agropédologique (DE GUIRAN et CASTELLANET, 1986) au cours duquel les auteurs notent l'importance de la jachère dans les pratiques paysannes caribéennes, les essais agronomiques sont implantés, pour chaque type de sol, sur des parcelles précédemment en

### La culture et les traitements

Sur le tableau II est décrit l'ensemble du dispositif multilocal. Deux traitements, comportant six répétitions (sauf pour le sol ferrallitique [F4] où le nombre de répétitions est de 4) sont mis en place sur chaque situation agropédologique : un traitement témoin (Te) sans apport d'engrais, et un traitement avec fertilisation minérale (NPK). Les doses sont de 80 kg P/ha (supertriple), 80 kg K/ha (KCl) et 100 kg N/ha (urée), P et K sont apportés en granulé au semis et N en solution à un mois (stade 5 à 7 feuilles du maïs). Trois répétitions NPK reçoivent, sur 3 m<sup>2</sup> de l'urée dont l'azote est marqué <sup>15</sup>N (E% = 1,20).

Le maïs est semé à raison de 50 000 pieds/ha (écartement = 0,80 m). A la récolte (100 à 120 jours de croissance) on sépare « tiges + feuilles » rafles et grains. On détermine le rendement en matière fraîche (M.F.) sur ces organes. La matière sèche totale (M.S.) et les rendements en grains à l'hectare sont calculés après séchage à 80 °C d'une aliquote des différents organes végétaux. Les mesures isotopiques sont réalisées sur les 5 pieds centraux de la sous parcelle <sup>15</sup>N.

### Les analyses

L'azote des parties aériennes du maïs est mesuré après minéralisation, selon la méthode Olsen modifiée (GUIRAUD et FARDEAU, 1977), et distillation selon la méthode Kjeldahl.

L'azote 15 est dosé après conversion du sulfate d'ammonium en azote gazeux selon une technique dérivée de celle de RITTENBERG (1948) dans un dispositif apparenté à celui de ROSS et MARTIN (1970). Ces analyses sont réalisées au laboratoire <sup>15</sup>N de la Faculté des Sciences Forestières à Mérida (Venezuela) à l'aide d'un spectromètre optique type GS1 (SOPRA).



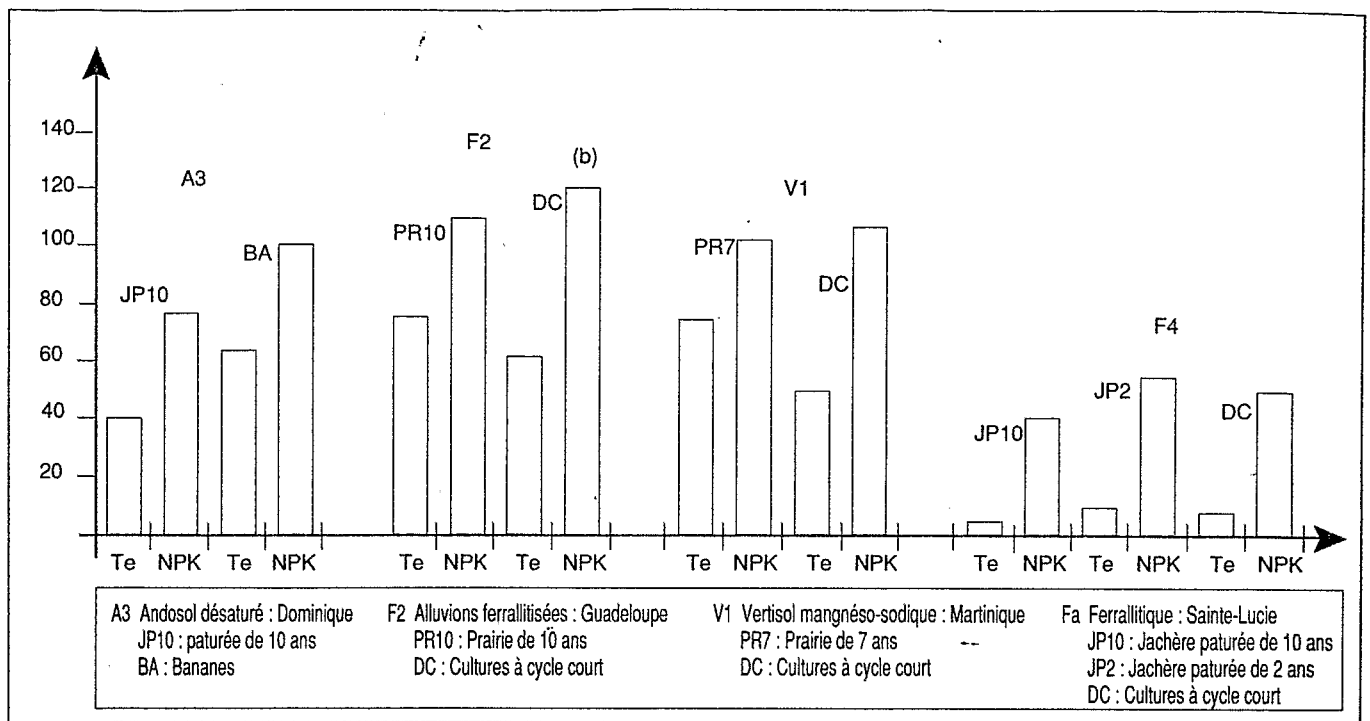


FIGURE 1 : Matière sèche totale produite en quintaux par hectare.

chiffrer, dans l'azote total plante ( $N_p$ ) la fraction venant de l'urée ( $N_{pdfu}$ ) (Nitrogen derived from urea) ; exprimé en % de  $N_p$ ) et donc celle venant de l'azote sol ( $N_{pdfs}$ ) (Nitrogen derived from soil) ; exprimé en % de  $N_p$ ). Notons que ces deux paramètres sont définis sans faire intervenir les quantités d'azote exporté et leurs variations.

#### CRU-N-Urée

Sur vertisol (V1) et alluvions ferrallitisées (F2), la valeur du CRU-N-urée n'est pas différente selon le précédent. Sur les 100 kg N-Urée apportés, environ 45 % sont utilisés par le maïs (figure 2). Cette fraction est la plus élevée de tout le dispositif.

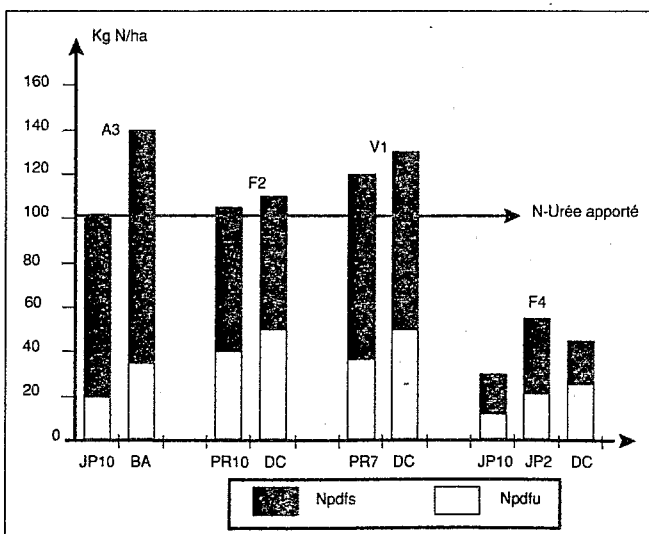


FIGURE 2 : Contribution de l'azote de l'urée ( $N_{pdfu}$ ) et de l'azote du sol ( $N_{pdfs}$ ) aux exportations, en kilos par hectare.

Pour l'andosol (A3), l'efficacité de l'apport azoté est moindre. Sur le précédent jachère pâturée (JP10) elle est de 20 % et de 35 % sur le précédent bananes (BA).

C'est sur la jachère longue du sol ferrallitique que l'engrais azoté est le moins utilisé par la plante : à peine 12 % de l'apport est exporté au niveau des parties aériennes. Cette fraction est très inférieure à celle mesurée après les cultures continues à cycle court (20 %).

#### Azote exporté venant de l'urée et du sol ( $N_{pdfu}$ - $N_{pdfs}$ )

A l'exception du sol ferrallitique (F4), où la productivité du maïs est très faible, le  $N_{pdfs}$  représente plus de la moitié (de 60 à 80 %) de l'azote total exporté dans la plante (figure 3). On n'observe pas d'effet précédent cultural sur cette répartition. Pour les quatre sols étudiés, la proportion d'azote

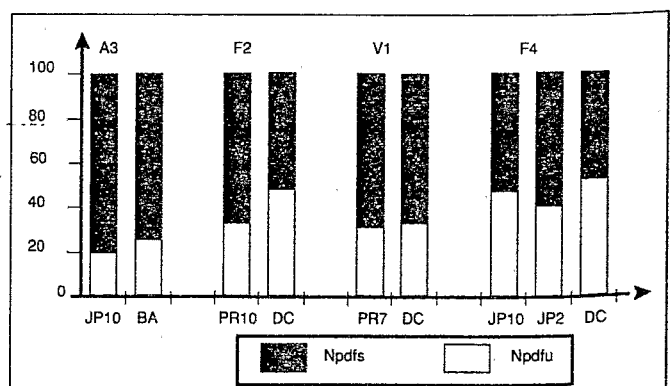


FIGURE 3 : Contribution de l'azote exporté par la plante ( $N_p$ ), de l'azote de l'urée ( $N_{pdfu}$ ) et de l'azote du sol ( $N_{pdfs}$ ), en pourcentage.



Comparé aux cultures continues à cycle court, l'effet positif des jachères/prairies sur le statut organique des sols est généralement admis (HOUGHTON *et al.*, 1983 ; DETWILLER, 1986). Mais la relation matière organique/productivité est beaucoup plus controversée. Pour certains auteurs (SIBAND, 1974), en milieu tropical, la matière organique joue un rôle très important dans le maintien de la productivité, alors que pour SANCHEZ et MILLER (1986) les facteurs essentiels sont les problèmes de toxicité que l'on rencontre dans les sols tropicaux. Dans notre étude, aucun sol n'a manifesté des phénomènes de toxicité mesurables et exprimés par des symptômes visibles sur la plante.

Dans les conditions où le maïs dépasse le stade de l'épiaison, 45 % de l'azote-urée est exporté sur vertisol et alluvions ferrallitisées et 30 % sur andosol. AHMAD *et al.* (1982), CHABALIER (1985) obtiennent, pour un maïs cultivé en milieu tropical, des valeurs équivalentes. En milieu tempéré, malgré une productivité beaucoup plus élevée, on ne trouve (GUIRAUD, 1984 ; CHOTTE, 1986) une utilisation de l'azote engrais que légèrement supérieure (50 % - 60 %). On peut donc penser que la faible exportation par la plante de l'azote-urée sur sol ferrallitique ne s'explique pas par sa productivité. Sur cette situation, où les facteurs du milieu tels que la pluviométrie ne permettent pas d'expliquer ces résultats (CASTELLANET *et al.*, 1988), l'urée apportée semble avoir été soustraite à l'alimentation de la plante. Il est impossible, en l'état actuel de notre analyse, d'établir avec précision la nature de ce processus (pertes et/ou organisation dans le sol). A l'exception de cette situation, la majeure partie de l'azote exporté est fournie par le sol. Cette contribution n'est pas différente selon le précédent. Par exemple, sur vertisol, environ 85 kg N/ha venant du sol sont exportés par le maïs après cultures maraîchères ou après prairie, alors que ces deux stations possèdent un statut organique qui varie du simple au double (N respectivement égal à 1,68 et 3,06 sur N·kg<sup>-1</sup> sol).

A l'heure actuelle, les pratiques paysannes ne conduisent pas, par le biais d'une intensification des cultures maraîchères et vivrières à une réduction critique des niveaux de matière organique des sols. Mais, comparées aux jachères/prairies, de telles pratiques vont conduire plus rapidement à ce seuil.

## Conclusion

Dans les agricultures paysannes caribéennes, la jachère occupe une place non négligeable au sein des systèmes d'exploitation. Si son implantation est dictée par de nombreux facteurs, il n'en demeure pas moins qu'elle permet, sur ces sols argileux, de maintenir leur statut organique et conjointement, d'améliorer leurs propriétés générales.

Cependant, au cours des trois premiers mois d'une culture de maïs, ces modifications n'ont pas eu d'effet positif sur la productivité et sur la nutrition azotée de la plante. Sur les situations andosol (A3) et alluvions ferrallitisées (F2), on constate même une tendance inverse. Mais en règle générale

on peut dire que l'épiaison dépassée, le maïs exporte globalement 40 % de l'azote urée apportée en solution à un mois, et plus de la moitié de l'azote total exporté provient de la matière organique du sol. Sur chacune des situations, cette contribution n'est pas modifiée par la nature du précédent cultural.

Dans la zone Caraïbe, comparée aux jachères/prairies, l'intensification des cultures maraîchères/vivrières, tout en provoquant une diminution des stocks de matière organique des sols, ne modifie pas encore la taille de la réserve en éléments assimilables pour la plante. Mais il faut noter que le seuil critique sera d'autant plus vite atteint que les pratiques agricoles visent à maintenir ces cultures continues à cycle court, à faible niveau de restitution organique, plutôt qu'à installer des jachères ou des prairies.

Une seconde année de résultats montre, dans certains cas, un effet bénéfique des précédents jachères/prairies sur la productivité, insistant sur la nécessité de prolonger les essais au champ sur plusieurs années.

Reçu le 18 juillet 1988.  
Accepté le 22 décembre 1989.

## Références bibliographiques

- AHMAD N., REID E.D., NKUMAH M., GRIFFITH S.M., GABRIEL L., 1982. Crop utilization and fixation of added ammonium in soils of the West Indies. *Plant Soil*, 67 (1-3) : 167-186.
- ALBRECHT A., BROSSARD M., CHOTTE J.-L., LAURENT J.-Y., FELLER C., 1988. Système de culture et propriétés générales de quelques types de sols. In : Rapport final contrat CEE-ORSTOM n° TSD-A-178F.
- CASTELLANET C., DE GUIRAN E., PILGRIM R., RASUDAN A., GRIFFITH S.M., AHMAD N., CLAISSON M., DALY P., MAHICO M., CHOTTE J.-L., 1988. Précédents culturaux, fertilisation et productivité d'un maïs pour quelques types de sol. In : Rapport final, contrat CEE-ORSTOM n° TSD A 178 F.
- CERRI C.C., FELLER C., CHAUVÉL A., 1985. Evolução das principais propriedades de um latossolo vermelho escuro cultivado por 12 e 15 anos com cana-de-açúcar (à paraître).
- CHABALIER P.-F., 1985. Etude comparative de deux engrais marqués par <sup>15</sup>N : urée et nitrate, sur une culture de maïs en Côte-d'Ivoire. *L'Agron. Trop.*, 40 (2) : 107-114.
- CHARREAU C., NICOU R., 1971. L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. *L'Agron. Trop.*, 26 (2) : 209-255.

- CHOTTE J.-L., 1986. Evolution d'une biomasse racinaire doublement marquée ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) dans un système sol-plante. Etude sur un cycle annuel d'une culture de maïs. Thèse de doctorat, université de Nancy-I, 116 p.
- COLMET-DAAGE F., LAGACHE P., 1965. Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles françaises. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, 3 (2) : 91-121.
- DE GUIRAN E., CASTELLANET C., 1988. Système de culture, pratiques de la jachère et fertilité dans les agricultures paysannes des Petites Antilles. In : Rapport final, contrat CEE-ORSTOM n° TSD -A- 178F.
- DETWILLER R.P., 1986. Land use change and the global carbon cycle : the role of tropical soils. *Biogeochemistry*, 2, p. 67-93.
- DIATTA S., 1975. Evolution sous culture des sols de plateau en Casamance continentale. Compte rendu de deux années d'essais. *L'Agron. Trop.*, 30 (4) : 344-353.
- GREENLAND D.J., NYE P.H., 1959. Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soils under natural fallows. *J. Soil Sci.*, 10 (2) : 284-299.
- 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. Thèse de doctorat d'Etat ès sciences naturelles, université Paris-VI, 316 p.
- GUIRAUD G., FARDEAU J.-C., 1977. Dosage par la méthode Kjeldahl des nitrates contenus dans les sols et les végétaux. *Ann. Agron.*, 28 (3) : 329-333.
- HOUGHTON R.A., HOBIE J.M., MELILLO J.M., MOORE B.J., PETERSON B.J., SHAVER G.R., 1983. Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980 : a net release of  $\text{CO}_2$  to the atmosphere. *Ecol. Monogr.*, 53, p. 253-262.
- JOHNSTON A.E., 1980. The effects of farming system on the amount of soil organic matter and its effect on yield at Rothamsted and Woburn. Land use seminar on soil degradation. Wageningen, 13-15 octobre, p. 187-202.
- JOHNSTON A.E., 1986. Soil organic matter, effects on soils and crops. *Soil use and management*, 2 (3) : 97-105.
- LEPRUN J.-C., 1986. Matière organique, propriétés physiques, pertes par érosion et productivité. Exemples brésiliens. Réunion des réseaux RHUM-EROS de l'ORSTOM, 8 septembre 1986, Paris.
- LINDSTROM M.J., SHUMACHER T.E., LEMME G.D., GOLLANY H.M., 1986. Soil characteristics of a Mollisol and corn (*Zea mays* L.) growth 30 years after topsoil removal. *Soil Tillage Res.*, 7 : 51-62.
- LUGO A.E., SANCHEZ M.J., BROWN S., 1986. Land use and organic carbon content of some subtropical soils. *Plant Soil*, 96 (2) : 185-196.
- MARQUETTE J., 1986. Maintien et amélioration des rendements du maïs sur les terres de barre dans le sud du Togo. *L'Agron. Trop.*, 41 (2) : 132-148.
- MULEBA N., HART T.G., PAULSEN G.M., 1983. Physiological factors affecting maize (*Zea mays* L.) yields under tropical and temperate conditions. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 60 (1) : 3-10.
- PICHOT J., 1975. Rôle de la matière organique dans la fertilité du sol. *L'Agron. Trop.*, 30 (2) : 170-175.
- RITTENBERG D., 1948. The preparation of gas sample for mass spectographic isotopic analysis. In : *Preparation and measurement of isotopic tracers*. D.J. Wilson, A.O.C. Nier, S.P. Reimann, Editors, Ann Arbor, Michigan, J.W. Edwards, p. 31-42.
- ROSS P.J., MARTIN A.E., 1970. A rapid procedure for preparing gas samples for  $^{15}\text{N}$  determination. *Analyst*, 95 (1134) : 817-822.
- SANCHEZ P.A., MILLER R.H., 1986. Organic matter and soil fertility management in acid soils of the tropics. In : XIII<sup>e</sup> congrès de l'association internationale de la science du sol. Hambourg, 1986, p. 609-625.
- SIBAND P., 1974. Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance. *L'Agron. Trop.*, 29 (12) : 1228-1248.
- TAYLOR B.R., BAILEY T.B., 1979. Response of maize varieties to environment in West Africa. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 56 (2) : 89-97.
- TIESSEN H., STEWART J.W.B., 1983. Particle-size fractions and their use in studies of soil organic matter : II - Cultivation effects on organic matter composition in size fractions. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 47 (3) : 509-514.

## Summary

CHOTTE J.-L., LOURI J., HETIER J.-M., CASTELLANET CH., DE GUIRAN E., CLAIRON M., MAHIEU M. — **Effects of various previous crops on nitrogen use by maize and  $^{15}\text{N}$  - Urea applications on four types of tropical soils (French West Indies).**

Field studies (on farmer's fields and on station) have been carried out on four tropical soils in the French West Indies for determining the effect of the previous cropping history, fallows pasture and vegetable and/or food crops on the productivity of a maize crop (CIMMYT population, Eto Amarillo) and the use of urea nitrogen ( $^{15}\text{N}$ ) and soil nitrogen. An agro pedological survey shows that fallows/pasture lead systematically to an increase of organic content in the soil. A general improvement of the physical chemical properties of the soils is positively correlated to these variations. Nevertheless, all these changes have a slightly positive effect on maize productivity and nitrogen nutrition (urea N - soil N) the first year. A nul or even negative effect of fallows/pasture before a maize crop on maize yields and no effect on urea nitrogen uptake by the plant are reported. Urea nitrogen uptake reach 40 % after the earing stage. Under these conditions, the soil provides more than half of total nitrogen uptaken by the plant, without this contribution being modified by the nature of the previous crop. After comparing all the agropedological situations soil organic matter does not appear to be a limiting factor to plant nitrogen supply.

**Key words :** *Zea mays*, maize, previous crop effect, nitrogen fertilization, nitrogen nutrition, organic matter, maize productivity,  $^{15}\text{N}$  urea, tropical soils, West Indies.

## Resumen

CHOTTE J.-L., LOURI J., HETIER J.-M., CASTELLANET Ch., DE GUIRAN E., CLAIRON M., MAHIEU M. — **Efectos de diversos precultivos sobre la utilización del nitrógeno por un maíz. Aplicación de urea  $^{15}\text{N}$  en cuatro tipos de suelos tropicales (Pequeñas Antillas).**

Se han estudiado (medio rural y estación agronómica) cuatro suelos tropicales de las Pequeñas Antillas a fin de determinar el impacto de los precultivos barbechos/praderas y cultivos hortícolas y/o (alimenticios) sobre la productividad de un cultivo de maíz (problección del CIMMYT, Eto Amarillo) y sobre la utilización del nitrógeno-urea ( $^{15}\text{N}$ ) y del nitrógeno-suelo. Un inventario agroedafológico muestra que los barbechos/praderas inducen sistemáticamente un aumento de las reservas orgánicas de estos suelos. En correlación positiva con estas variaciones, se observa un aumento general de las propiedades fisicoquímicas de estos suelos. Sin embargo, el efecto positivo de todas estas modificaciones sobre la productividad y la nutrición nitrogenada (N-urea y N-suelo) del maíz es escaso el primer año. Se comprueba un efecto nulo, e incluso negativo, de los barbechos/praderas anteriores sobre los rendimientos, y ninguno sobre la exportación del nitrógeno urea por la planta que, pasada la fase de espigazón del maíz, asciende a un 40 %. En semejantes condiciones, el suelo suministra más de la mitad del nitrógeno total exportado a la planta, sin que el precultivo modifique esta contribución. Comparando todas las situaciones agroedafológicas, la materia orgánica de los suelos no parece ser un factor limitante del suministro de nitrógeno a la planta.

**Palabras-clave :** *Zea mays*, maíz, efecto precultivo, fertilización nitrogenada, nutrición nitrogenada, materia orgánica, productividad maíz, urea  $^{15}\text{N}$ , suelos tropicales, Antillas.