

Influence de l'état hydrique des vertisols de Guadeloupe sur la nutrition azotée et le rendement de la canne à sucre

Introduction

En Grande Terre (Guadeloupe), la diminution de la production de canne à sucre sur vertisol ces vingt dernières années a été attribuée à deux facteurs : la réduction des surfaces plantées et une baisse des rendements. Une première enquête agronomique fondée sur des analyses de sol et des diagnostics foliaires a montré que les teneurs en azote des feuilles des cannes sont généralement inférieures à la valeur de 1,9 %, prise comme valeur seuil indicatrice d'une bonne alimentation azotée, alors que les vertisols semblent bien pourvus en cet élément. A pratiques culturales identiques, ce phénomène n'apparaît pas chez les cannes cultivées sur les sols ferrallitiques de la Basse Terre, pourtant connus pour leur moindre fertilité (tableau 1). Enfin, les apports d'engrais azoté ne permettent pas de relever les teneurs en azote des feuilles.

L'utilisation de l'engrais azoté par la canne à sucre sur vertisols

L'objectif des études présentées ici est de préciser l'alimentation en azote des cannes cultivées sur vertisols, notamment l'utilisation de l'engrais azoté par la canne et la relation entre l'alimentation en eau de la canne et

sa nutrition azotée. Les modalités particulières de l'alimentation hydrique de la canne, qui conditionnent la croissance de la canne sur vertisols, seront identifiées comme la cause des difficultés d'interprétation des diagnostics foliaires sur ces sols. En conclusion, des recommandations seront émises en direction des agriculteurs.

Résultats obtenus avec l'azote marqué

Deux outils ont été utilisés pour étudier l'alimentation en azote des cannes : l'azote marqué et les diagnostics foliaires. L'emploi d'urée marquée, dans un essai mis en place à Gardel (COURTAILLAC, 1998), a permis de comparer l'absorption de l'engrais azoté par une canne nouvellement plantée (vierge) et par une sixième repousse (figure 1).

Après 10 mois de culture, les parties aériennes des plantes en sixième repousse ont récupéré moins du quart de l'engrais azoté apporté, alors que les cannes vierges en ont récupéré le tiers. Les cannes ont puisé l'essentiel de leur azote dans la réserve du sol, qui correspond à 80 % de l'azote assimilé. Les quantités d'engrais azoté non retrouvées représentent 30 à 40 % de l'engrais apporté. La volatilisation ammoniacale, après hydrolyse de l'urée en quelques jours, est le processus majeur à l'origine de ces pertes.

N. COURTAILLAC

Mas de Matour, 34790 Grabels, France



Tableau 1. Caractéristiques du milieu de Basse Terre et de Grande Terre, à la Guadeloupe.

	Basse Terre	Grande Terre
Point culminant	1 457 m	200 m
Sols	- ferrallitiques - profonds au nord-est - humifères en altitude sous forêt	- vertiques - peu profonds, avec cailloux calcaires sur les pentes
Végétation	- Nord : canne à sucre - Sud : bananes - Forêt sur les versants du volcan	- canne sur presque toute l'île - Sud-est : cultures maraîchères

Le diagnostic foliaire

Le diagnostic foliaire en azote chez les cannes de l'essai se place à un niveau satisfaisant, même si la réponse à l'azote est faible. Ces mêmes diagnostics effectués l'année précédente dans des conditions identiques indiquaient une déficience en azote. Cette variation est expliquée par des alimentations hydriques différentes en début de cycle, et cela montre que l'usage de cet indicateur est délicat dans les conditions pédoclimatiques de la zone d'étude. En effet, au moment du prélèvement d'échantillons, les cannes des deux essais présentaient des degrés de développement différents, en fonction de leur alimentation en eau : logiquement, les cannes n'ayant pas subi de stress hydrique sont plus avancées dans leur développement et ont des teneurs foliaires en azote plus faibles, en raison d'une mobilisation de l'azote des feuilles pour la

croissance des tiges. Les résultats de diagnostic foliaire doivent être rapportés à un stade physiologique des cannes, surtout si un stress intervient en début de croissance.

L'alimentation hydrique, facteur limitant

Le facteur limitant principal dans cette zone d'étude est l'alimentation hydrique. Pour en juger, un simple cumul de pluviométrie est insuffisant et il est nécessaire de tenir compte de l'état hydrique du sol. Le critère retenu pour apprécier cet état hydrique est un gonflement durable du sol dû à une hydratation des argiles. GUILLAUME (1993) a montré que la croissance de la canne est accélérée dans la phase de gonflement (jusqu'à 2 cm/jour) et forte-

ment ralentie (jusqu'à 0,25 cm/jour) dans les phases de retrait. L'eau facilement utilisable par la plante est contenue dans une porosité dite « structurale », d'origine biologique (CABIDOUCHE et OZIER-LAFONTAINE, 1995).

Les faibles valeurs des diagnostics foliaires et leur variabilité, qui avaient permis d'émettre initialement l'hypothèse d'une déficience en azote, peuvent être imputées à des problèmes de développement des cannes, liés en premier lieu à des différences d'alimentation en eau.

La dégradation de la qualité agronomique des sols

Au-delà du problème posé par la croissance irrégulière de la canne qui résulte du fonctionnement hydrique particulier du vertisol, la difficulté rencontrée par le planteur est l'éventuelle dégradation de la qualité agronomique du sol au fil des années de culture en relation avec la mécanisation. Précisément, le passage d'engins lourds (tracteurs, *cane loaders*) provoque-t-il une diminution de la porosité du sol préjudiciable aux repousses ? Cet effet défavorable, qui se répète à chaque récolte, aurait un aspect cumulatif et

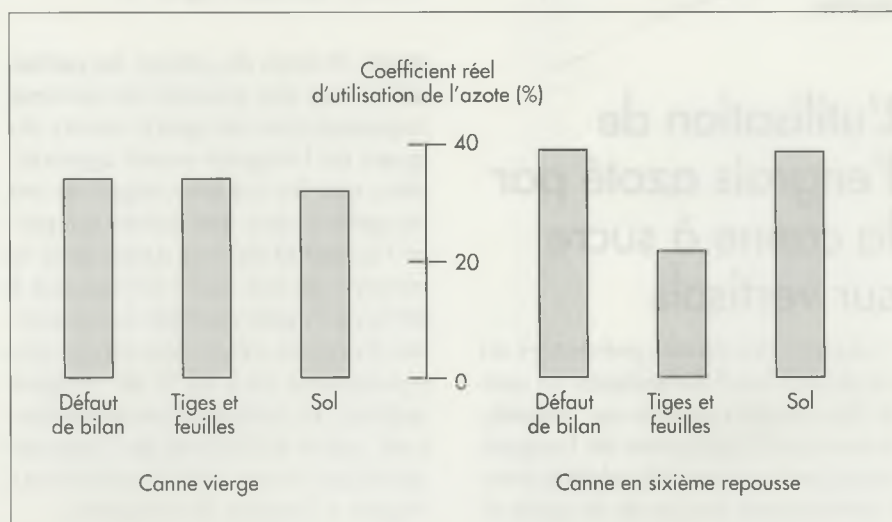


Figure 1. Bilan de répartition de l'azote de l'urée après 10 mois de culture (essai sur vertisols, Guadeloupe).

serait donc lié au rang de la repousse. Il est toutefois délicat à étudier directement chez la canne car la vigueur d'une repousse dépend de celle dont elle est issue. Pour contourner cette difficulté méthodologique, une plante test — le maïs — a été cultivée simultanément sur des parcelles de repousses jeunes de rang différent (vierge et troisième repousse) ayant subi une « destruction chimique ». L'effet du nombre d'années (ou rang) de la repousse est net (tableau 2).

L'irrigation permet d'augmenter la production de matière sèche. Cette augmentation est significative après 20 jours de culture pour le maïs cultivé après la troisième repousse, et après 47 jours pour le maïs cultivé après la canne vierge. Ce décalage dans le temps de réponse est expliqué par une réserve en eau du sol moins importante dans le cas de l'ancienne parcelle en troisième repousse, vraisemblablement induit par une diminution du volume de la porosité structurale.

L'alimentation en azote n'est donc pas le facteur limitant pour le développement des cannes sur les vertisols de Grande Terre. La croissance des cannes est surtout limitée par les conditions hydriques, conséquences de la pluviosité et de l'état de « fertilité du sol » régi principalement par la porosité structurale des vertisols (OZIER-LAFONTAINE, 1992 ; GUILLAUME, 1998). Cette porosité conditionne l'aération du sol, ainsi que la dynamique de l'eau et de l'azote (figure 2). La réduction du volume de cette porosité peut être imputée au passage d'engins lourds notamment au moment de la récolte. Le risque de dégradation sera d'autant plus fort que le sol est humide au moment du passage. La régénération de cette porosité sera un processus lent, lié à l'activité biologique du sol (GUILLAUME, 1998).

L'alimentation en azote est affectée par les mêmes facteurs ; elle est donc révélatrice des conditions environnementales (COURTAILLAC, 1998). Elle est conditionnée par la satisfac-

tion des besoins en eau des cannes et l'aération du sol, et est favorisée par des périodes de dessèchement et de réhumectation induisant une activation de l'activité biologique et de la minéralisation de l'azote. Ces conditions ne sont pas aisées à satisfaire en vertisols car l'intervalle des teneurs en eau favorables tant pour la canne que pour l'activité microbienne du sol est étroit, et ce d'autant plus que le volume de la porosité structurale est réduit.

Recommandations pour la conduite de la canne à sucre

Concrètement, nous recommandons :

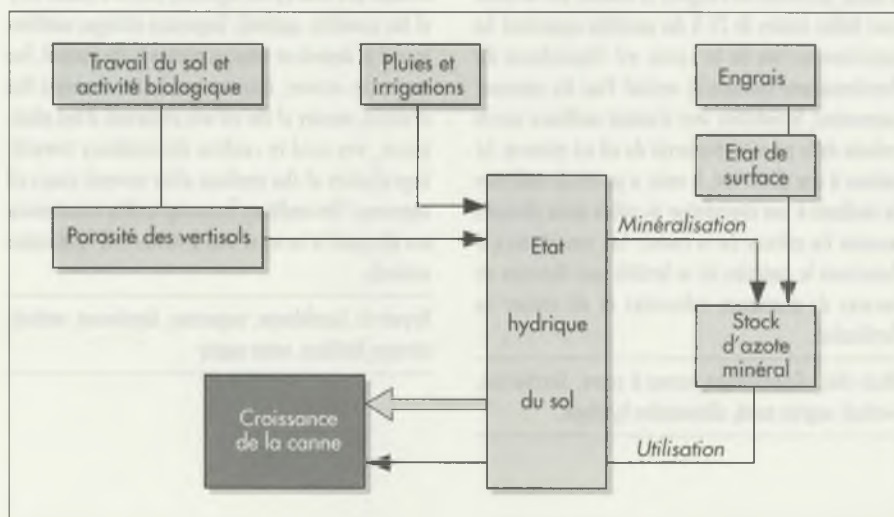
- de satisfaire au mieux les besoins en eau des cannes en utilisant des capteurs de déplacement pour piloter les irrigations (GUILLAUME et CABIDOUCHE, 1999) ;

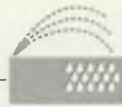
Tableau 2. Rendement en matière sèche des parcelles anciennement en vierge et en 3^e repousse, avec ou sans traitement (fertilisation + irrigation).

Type de parcelle	Traitement fertilisé et irrigué Rendement (t/ha)	Témoin sans engrais azoté Rendement (t/ha)
Ancienne parcelle de vierge	9,4	6,8
Ancienne parcelle en 3 ^e repousse	6,5	2,6

Figure 2. Influence de l'état hydrique du vertisol sur la croissance et la nutrition azotée de cannes à sucre (Grande Terre, Guadeloupe).

L'état hydrique du sol, fonction des quantités d'eau reçues (pluies et irrigation) et modulé par le volume de la porosité structurale, est le premier facteur déterminant pour la croissance des cannes à sucre cultivées sur les vertisols. L'alimentation en azote des cannes sera dépendante de cet état hydrique : la minéralisation de l'azote est notamment favorisée par des phases de dessèchement-réhumectation.





- d'enfouir l'engrais ou de veiller à ce qu'il pénètre dans le sol afin de limiter les pertes par volatilisation ammoniacale ;
- de veiller à ce que l'utilisation d'engins agricoles n'entraîne pas la dégradation de la structure du sol (pas de passages en sol humide) ;
- de maintenir, voire de régénérer l'état structural du sol.

Les techniques conseillées pour le maintien de la structure du sol sont les suivantes :

- pratiquer un travail du sol en surface, entre les cycles de culture (qui pourrait être combiné avec un enfouissement de l'engrais) ;
- enfouir les pailles avant plantation (ce qui permet aussi d'entretenir le pool d'azote du sol) ;

- utiliser des techniques favorisant l'activité biologique (racinaire, microbienne et fongique), génératrice d'une porosité structurale stable (trous de vers, cavité des hyphes de champignons). Le sol, mieux structuré, posséderait une réserve en eau et en air plus importante, ce qui serait bénéfique pour les cannes et la dynamique de l'azote (COURTAILLAC *et al.*, 1998).

Bibliographie

CABIDOUCHE Y.-M., OZIER-LAFONTAINE H., 1995. THERESA : I. Matric water content measurements through thickness variations in vertisols. *Agricultural Water Management* 2 : 133 – 147.

COURTAILLAC N., 1998. Maîtrise du cycle de l'azote dans le système vertisol-canne à sucre. Conséquences sur la gestion des parcelles. Thèse de doctorat, Ensaia Nancy, France, 220 p.

COURTAILLAC N., BARAN R., OLIVER R., CASABIANCA H., GANRY F., 1998. Efficiency of nitrogen fertilizer in the sugarcane-vertisol system in Guadeloupe according to growth and ratoon age of the cane. *Nutrient Cycling in Agrosystems* 52 : 9-17.

GUILLAUME P., 1993. Détermination d'un optimum économique d'utilisation des ressources en eau sur canne à sucre. Cirad Guadeloupe, 32 pages + annexes.

GUILLAUME P., 1998. Analyse tridimensionnelle directe de la porosité structurale de vertisols. Relations entre formes

et fonctionnement hydrique. Thèse de doctorat, Agro-Montpellier, France, 146 p.

GUILLAUME P., CABIDOUCHE Y.-M., 1999. Stratégies de gestion des irrigations sur les vertisols de Guadeloupe. *Agriculture et développement* 24 : 132-140.

OZIER-LAFONTAINE H., 1992. Disponibilité de l'eau dans un système « sol argileux gonflant-canne à sucre-atmosphère ». Application à la recherche d'indicateur de l'état hydrique. Thèse de doctorat, Ina-pg, Paris, France, 142 p.

Résumé...Abstract...Resumen

N. COURTAILLAC — Influence de l'état hydrique des vertisols de Guadeloupe sur la nutrition azotée et le rendement de la canne à sucre.

L'emploi d'urée marquée, combiné à des diagnostics foliaires, a permis d'étudier la nutrition azotée de canne à sucre cultivée sur vertisols en Guadeloupe. Les quantités d'azote, provenant de l'engrais, et utilisées par la canne sont faibles (moins de 25 % des quantités apportées). La nutrition azotée de la canne est dépendante du fonctionnement hydrique du vertisol. Pour les repousses successives, la nutrition sera d'autant meilleure que le volume de la porosité structurale du sol est préservé. Le recours à une plante test, le maïs, a permis de confirmer la tendance à une dégradation du milieu après plusieurs années de culture de la canne. Les conditions qui favorisent le maintien de la fertilité sont discutées en termes de pratiques culturales et de modes de fertilisation.

Mots-clés : Guadeloupe, canne à sucre, *Saccharum*, vertisol, engrais azoté, alimentation hydrique.

N. COURTAILLAC — Impact of the water status of vertisols in Guadeloupe on sugarcane nitrogen nutrition and yields.

Labelled urea, combined with leaf analyses, was used to study nitrogen nutrition in sugarcane grown on vertisols in Guadeloupe. The amounts of nitrogen supplied by the fertilizer and used by the sugarcane were low (under 25% of the quantities applied). Sugarcane nitrogen nutrition proved to depend on water circulation in the vertisol. For successive ratoons, nutrition was better the more the structural porosity of the soil was preserved. A test plant, maize, was used to confirm the tendency towards degradation of the medium after several years of sugarcane. The conditions favouring fertility maintenance are discussed in terms of crop practices and fertilization methods.

Keywords: Guadeloupe, sugarcane, *Saccharum*, vertisol, nitrogen fertilizer, water supply

N. COURTAILLAC — Influencia de estado hídrico de los vertisoles en Guadalupe sobre la nutrición nitrogenada y el rendimiento de la caña de azúcar.

El empleo de urea marcada, combinado con diagnósticos foliares ha permitido estudiar la nutrición nitrogenada de caña de azúcar cultivada en vertisoles de Guadalupe. Las cantidades de nitrógeno, procedentes del fertilizante, y utilizadas por la caña son bajas (menos del 25% de las cantidades aportadas). La nutrición nitrogenada de la caña depende del funcionamiento hídrico del vertisol. En los sucesivos rebotes, la nutrición será mejor si se conserva el volumen de la porosidad estructural del suelo. El recurso a una planta test, el maíz, permitió confirmar la tendencia a una degradación del medio tras varios años de cultivo de caña. Se discuten las condiciones que favorecen el mantenimiento de la fertilidad en términos de prácticas de cultivo y de modos de fertilización.

Palabras clave: Guadalupe, caña de azúcar, *Saccharum*, vertisol, fertilizante nitrogenado, alimentación hídrica.