

EVOLUTION DE LA COMPOSITION DE LA SOLUTION DU SOL SOUS CULTURE DE COTONNIER. CENTRE TOGO. PREMIERS RESULTATS.

D. BLAVET - Centre ORSTOM de Lomé.

I. CADRE DE L'ETUDE

La station cotonnière expérimentale IRCT de Dalanda, au Centre Togo, (8°30' lat. Nord; 1°00' Long. EST; 350 Km du Centre ORSTOM de Lomé) est implantée sur un versant du socle granito-gneissique antécambrien. Elle est située dans la zone tropicale soudano-guinéenne (A. AUBREVILLE 1969) : une saison des pluies de 4 mois (mi juin à mi septembre) alterne avec une longue saison sèche. La pluviométrie annuelle est de 1100 mm (moyenne obtenue en 12 ans de mesure sur la station). Le cotonnier y est cultivé à titre expérimental de fin Juin à mi Décembre.

L'étude pédologique (D. BLAVET et E. MATHE - 1989 et 1990) a montré que les surfaces d'essai de cette station sont situées exclusivement sur 2 unités de modelé en milieu de versant (glacis d'érosion et glacis colluvial) (Fig. 1). Corrélativement, deux types de sol apparaissent sur la station proprement dite : sol ferrugineux induré à carapace de subsurface" dans la zone amont de la station; sol ferrugineux non induré "lessivé profond" dans la zone aval. Il s'agit de types de sol très fréquemment observés sur socle granito-gneissique (A. LEVEQUE-1979).

Depuis 1988, un traitement agronomique homogène a été appliqué sur 8 parcelles agronomiques représentatives des sols de la station. La fumure est la suivante : 1°) apport 18 jours après le semis de 300 kg/ha d'un complexe NPKSB (42 Kg de NH₄, 66 Kg de P₂O₅, 35 Kg de K₂O, 50 Kg de KCl, 25 Kg de S total, 1 Kg de B total) plus 50 Kg de KCl; 2°) apport 40 jours après le semis de 50 kg/ha d'urée.

Sous ce traitement unique, l'étude de la variabilité spatiale du comportement du cotonnier a mis en évidence de nettes différences en fonction du type de sol (A. AUDEBERT et D. BLAVET, 1989 et 1990, à paraître). Sur sol à carapace, on observe en particulier un meilleur développement du système aérien du cotonnier (Fig. 2). Finalement, malgré un enracinement peu profond (40 cm en fin de croissance pour 120 cm sur sol "lessivé"), on y obtient de meilleurs rendements en coton-graine (plus de 2000 kg/ha pour moins de 1000 kg/ha sur sol "lessivé").

II. MATERIEL ET METHODE

1. matériel

Pour étudier les relations entre le fonctionnement du sol et le comportement de la plante, 3 sites de mesure de 96 m² ont été délimités au sein des parcelles agronomiques expérimentales. Ces sites représentent les deux situations principales (sol à carapace et sol "lessivé") et une situation particulière (passage entre les deux types de sol avec des rendements particulièrement élevés).

Au cours du cycle cultural de 1990, chacun de ces sites de mesure a fait l'objet d'un suivi portant sur :
- la dynamique de l'eau dans le sol (charge hydraulique et niveau de la nappe phréatique ;(1))
- la composition de la solution du sol
- l'état physiologique de la plante (développement des systèmes racinaires et aériens; analyses foliaires et pétiolaires).

Au sein d'un site de mesure, 8 capteurs de solution à céramique poreuse ont été implantés dans les billons aux profondeurs 20 et 40 cm, et 4 capteurs aux profondeurs 80 et 120 cm, soit au total 24 capteurs par sous-parcelle.

Un espacement de 80 cm entre ces capteurs définit une grille d'implantation dans un périmètre carré de 4 mètres de côté. Celui-ci comporte 80 plants de cotonnier. La position de chacun des 24 capteurs sur un point de la grille d'implantation est déterminée par un double tirage aléatoire.

La céramique poreuse est une bougie de type soil moisture - ref. 1900 collée sur un tube pvc constituant le corps du capteur.

Au moment de l'implantation, des précautions ont été prises pour assurer un contact satisfaisant entre la céramique et le sol et pour éviter les infiltrations préférentielles le long du tube pvc.

2. prélèvements et analyses

Les captages ont été effectués hebdomadairement entre la 2^{ème} et la 25^{ème} semaine après le semis (7/07/90 au 31/12/90) par mise en dépression du capteur (après purge préalable) durant 24 heures à - 600 mmbar (2). Les solutions ont été recueillies directement dans des flacons hermétiques en plastique inerte de 250 ml. Le pH a été analysé sur le site dans les heures suivant les captages, puis les échantillons ont été stockés au réfrigérateur à 4 °C durant une période maximale de 15 jours avant l'acheminement en glacière vers le laboratoire du Centre ORSTOM de Lomé.

Compte tenu des possibilités du laboratoire, des dosages ont été effectués comme suit :

- nitrates, nitrites, ammonium et conductivité électrique toutes les semaines.
- Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺ et PO₄⁻⁻ tous les 15 jours.

Les concentrations en NO₃/NO₂/NH₄/PO₄ ont été dosées par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (respectivement : après coloration développée par acide phénoldisulfonique et ammoniacale/ par méthode AFNOR NFT90-V13/ après action du réactif de NESSLER/ par méthode au bleu de molybdène). Les concentrations en Ca, Mg, K, Na ont été dosées par spectrophotométrie de flamme en absorption atomique (Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺) ou en émission (K⁺ et Na⁺).

Fig. 1 Vue générale de la station

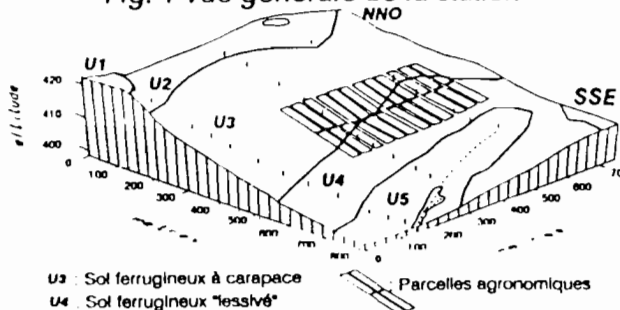
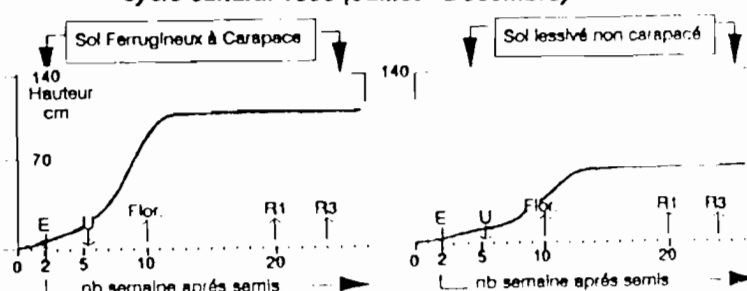


Fig. 2 CROISSANCE COMPAREE DU COTONNIER cycle cultural 1990 (Juillet - Décembre)



1 Des tubes d'accès pour sondage neutronique ont été également implantés en prévision du suivi hebdomadaire de l'humidité volumique. Ce suivi n'a pu être effectué en 1990 en raison de panne électronique de l'humidimètre à neutron.

2 Dépression correspondant à celle marquée en valeur par ROSS et SARAGIONI (1986 & 1988) sur terres de Basse au Sud Togo.

III. RESULTATS

Les premiers résultats relatifs à l'évolution de la concentration de la solution de sol dans 2 sites de mesure sont comparés (fig 3). Ces 2 sites correspondent aux 2 cas de figure principaux :- 1°) site sur sol ferrugineux "lessivé" non carapacé à horizons sableux à sablo-limoneux sur plus de 1,5 mètres de profondeur, de rendement inférieur à 1000 Kg/ha; - 2°) site sur sol ferrugineux à carapace à 40 cm de profondeur, de rendement supérieur à 2000 Kg/ha.

En première approche, les résultats pour NH_4 et NO_2 ne sont pas présentés car, comparativement à NO_3 , les concentrations sont très faibles (pic à 25 mg/l pour NH_4 une semaine après apport d'engrais et teneurs toujours inférieures à 1 mg/l en NO_2).

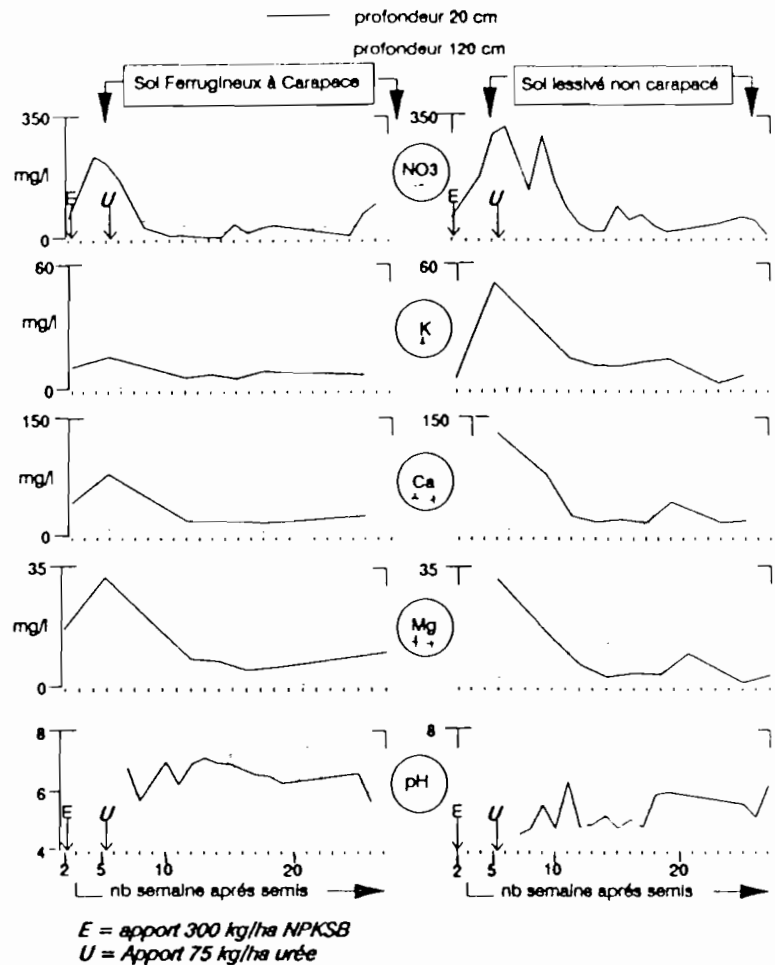
fig.3 EVOLUTION COMPAREE DE LA SOLUTION DU SOL au cours du cycle cultural 1990 (Juillet - Décembre)

Fig. 3. Cette figure indique l'évolution dans les deux sites des concentrations en NO_3 , K, Ca, Mg et du pH aux profondeurs 20 et 120 cm.

A 20 cm de profondeur, les concentrations de la solution du sol en NO_3 , K, Ca, et Mg, évoluent sensiblement de la même façon pour les deux types de sol : l'allure des courbes indique la présence d'un pic de concentration, environ 3 semaines après le premier apport d'engrais (dans le sol "lessivé", NO_3 présente en outre un second pic environ 3 semaines après l'apport d'urée).

A cette profondeur, les sites se différencient surtout par la valeur absolue des pics de concentration, qui est plus élevée sous sol lessivé pour NO_3 , K, et Ca.

A 120 cm de profondeur, les 2 sites présentent des différences marquées dans l'évolution des concentrations en NO_3 , Ca et Mg : dans le sol "lessivé", l'évolution est caractérisée par une élévation progressive de la concentration. Celle-ci semble sensiblement parallèle à la diminution de concentration à 20 cm de profondeur. En revanche, dans le sol à carapace, la composition de la solution du sol ne semble pratiquement pas évoluer à ce niveau.



IV. DISCUSSION A PROPOS DES METHODES

Les céramiques utilisées avaient déjà servi à une étude sur terres de Barre. Ayant été traitées à HCl dilué avant leur première utilisation, elles ont été ici simplement nettoyées intérieurement et extérieurement au détergent dilué et rincées abondamment plusieurs fois à l'eau distillée. L'effet du passage de la solution à travers la céramique a été testé au laboratoire. Le test a indiqué l'absence d'effet significatif sur Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{--} , pH et NH_4^+ . Par contre, une dérive de NO_3^- est apparue par rapport au témoin (+ 39 % par rapport au témoin avec un coefficient de variation de 6 % entre les capteurs) ainsi qu'une sous-estimation de NO_2^- (- 73 % par rapport au témoin avec un coefficient de variation de 7 % entre les capteurs). Pour NO_3^- , on peut penser au fait que les bougies mal nettoyées libèrent des substances organiques et/ou azotées qui rendent "optimistes" les dosages colorimétriques de laboratoire. Cet effet additif resterait cependant très faible (+ 1 mg/l pour des concentrations 10 à 350 fois plus concentrées en NO_3 sur le terrain). Pour NO_2^- , une imprécision de laboratoire pourrait être liée aux faibles quantités dosées (inférieures à 1 mg/l). Enfin, pour PO_4^{--} , l'effet des céramiques s'est avéré extrêmement variable (coefficient de variation de 126 %), ce qui correspond à des observations antérieures (in CHEVERRY 1980).

A PROPOS DES RESULTATS

a) Les faibles concentrations en NH_4 pourraient indiquer une nitrification très rapide des engrais, surtout dans le sol ferrugineux à carapace. Le pic de NO_3 , 3 semaines après le premier apport d'engrais, est vraisemblablement dû à la nitrification de ces derniers, car la reprise naturelle d'activité biologique après la saison sèche s'est effectuée beaucoup plus tôt (environ 1 mois avec l'arrivée des pluies). Néanmoins, pour lever le doute, il faudrait envisager un suivi comparatif sur un essai sans engrais.

b) Des pics de Ca et Mg accompagnent ceux de NO_3 et K, mais ne peuvent pas en principe s'expliquer par l'apport d'engrais. Ce fait a été observé ailleurs (notamment SARAGONI, 1987 et 1988).

c) la montée progressive des concentrations en NO_3 , Ca et Mg à 120 cm dans le sol "lessivé" pourrait indiquer un entraînement depuis la surface de NO_3 mais pas forcément de Ca et de Mg compte tenu de la remarque précédente. De même, l'absence de ce phénomène dans le sol à carapace pourrait s'expliquer par une limitation de la lixiviation de NO_3 (effet de la carapace possible). Le calcul des flux hydriques est donc à faire pour comparer les possibilités de lixiviation dans les deux types de sol.

d) La composition, en concentration, de la solution du sol ne reflète pas la composition du sol. En effet, les analyses de terre effectuées en début et fin de cycle à 20 cm indiquent, contrairement à la solution du sol, des teneurs pour N, Ca et K plus élevées dans le sol à carapace que dans le sol "lessivé". Seul le pH de la solution est relativement en accord avec les analyses de terre. Parmi les causes de ce phénomène, on peut invoquer l'effet de la plante qui se développe mieux et qui consommerait d'avantage sous sol à carapace. Il peut s'agir aussi simplement de dilutions différentes liées à des conditions hydriques différentes.

EN CONCLUSION, IL APPARAÎT QU'ON DEVRAIT EVALUER LES QUANTITES ABSOLUES EN SOLUTION PAR VOLUME DE SOL. L'humidité volumique, par sondage neutronique pourrait servir de première base à ce calcul.

**QUATRIEME REUNION DU GROUPE DE REFLEXION
SUR L'ETUDE DE LA SOLUTION DU SOL
EN RELATION AVEC L'ALIMENTATION DES PLANTES
(GRESSAP)**

CNEARC Montpellier - 13 septembre 1991