

Contribution à l'étude d'un agrosystème prairial dans le milieu tropical humide de la Côte d'Ivoire

1. Analyse de quelques paramètres de l'état physique du sol (1)

Jean-Claude TALINEAU*, Bernard BONZON**, Claude FILLONNEAU***, Guy HAINNAUX***

Chercheurs Agronomes ORSTOM

**ORSTOM, 70-74 route d'Aulnay, 93140 Bondy*

***ORSTOM, BP A5, Nouméa - Cedex, Nouvelle-Calédonie*

****ORSTOM Adiopodoumé, BP V51, Abidjan, Côte d'Ivoire*

RÉSUMÉ

L'objectif final de cette étude est d'apprécier le rôle d'une sole fourragère d'une durée de trois à quatre ans, sur les facteurs de fertilité du milieu tropical humide.

Dans cette première partie, il s'agit d'examiner le niveau et la rapidité des évolutions de quelques caractéristiques de l'état physique du sol.

Les résultats de l'évolution globale dans le temps témoignent de l'intérêt exceptionnel du couvert prairial quant à l'amélioration de la stabilité structurale du sol.

L'approfondissement de la connaissance du déterminisme de la stabilité structurale de l'horizon de surface revêt un intérêt méthodologique indéniable. L'état instantané est bien défini à partir des liaisons avec un petit nombre de paramètres au rang desquels le carbone total, en particulier la fraction humifiée, joue un rôle prépondérant. Plus importante encore est la dépendance plus ou moins étroite entre les états de stabilité structurale qui se succèdent dans le temps. C'est un moyen puissant pour différencier les évolutions propres à chacun des milieux.

De plus, associée aux liaisons établies à chaque instant, elle permet une analyse des effets traitements par covariance. Il devient alors possible de fixer avec précision l'apparition des effets et de fournir des explications en rapport avec les histoires climatiques et culturelles concomitantes.

(1) « Cette publication présente des résultats de recherches menées en Côte d'Ivoire dans le cadre d'accords conclus entre l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) et d'une part l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT) sur le Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké, d'autre part successivement le Ministère de l'Agriculture de Côte d'Ivoire puis l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières (IRAT) sur la station de Gagnoa ».

Ont également participé aux travaux sur le terrain et à l'obtention des données MM. E. BONNIN, D. PICARD, M. SICOT.

ABSTRACT

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF A MEADOW AGROSYSTEM IN HUMID TROPICAL IVORY COAST

The final objective of this study lies in the appreciation of the role of a three to four year forage crop on the fertility factors of a soil in a humid tropical environment.

In this first part the level and the speed of the evolution of some soil physical characteristics are examined.

The results of the global evolution with time highly attest the importance of the meadow cover in the improvement of the structure stability.

A thorough study of the determinism of the stability of the upper horizon assumes an unquestionable methodological interest.

The instantaneous state is well defined through relationships with a small number of parameters such as total organic carbon and the humified fraction.

Still more important are the relations between the various structural stability states which succeed to one another. It is a powerful way to differentiate the various environment which evolve in its own manner. Moreover, associated with the relation established at each step, it allows an analysis of covariance treatments. It is then possible to settle with accuracy the coming out of effects and to provide explanations related with the climatic and cultural records.

Depuis de nombreuses années une majorité d'auteurs s'accorde à reconnaître un rôle spécifique à la sole fourragère introduite dans une rotation de cultures annuelles. L'importance de l'amélioration des rendements résultant de cette introduction, quand elle est constatée, est en partie attribuée à de larges modifications de l'état physique du sol, en particulier de sa structure.

L'état structural du sol s'améliore par l'accroissement simultané du taux d'agrégats et de leur stabilité. Le fractionnement et le ré-assemblage des particules de sol est dû, en dehors de tout travail du sol, en majeure partie aux possibilités de gonflement et de fissuration du matériau et plus accessoirement, aux conséquences de la prolifération de fines racines et de l'activité de la micro et macro-faune du sol.

Les effets bénéfiques d'une prairie s'expliquent principalement par l'accroissement des teneurs en matière organique du sol, à la suite d'incorporation massive de chaumes, litières et racines. Sans entrer dans le détail des mécanismes de stabilisation des agrégats, il a été démontré que, outre l'augmentation quantitative, l'évolution qualitative et la distribution homogène des composés organiques observées sous prairies, sont autant de facteurs favorables au développement de la cimentation des agrégats (GREENLAND *et al.* 1962).

Un intérêt tout particulier a été porté au mode d'action des prairies sur les principaux paramètres de l'état structural dans d'importants travaux conduits en France depuis plus de dix ans. Les résultats les plus marquants sont ceux de MONNIER (1965) qui mettent

en évidence le rôle de substances pré-humiques sur la stabilisation de la structure et ceux de BUI HUU TRI (1968, 1973) qui expliquent les conditions et le mode d'action des racines de graminées sur la granulation des particules de sol; ce dernier processus est lié à des caractéristiques texturales particulières relatives à un taux minimal de limon et une qualité donnée d'argile, montmorillonite notamment, permettant un minimum de gonflement et de retrait.

Les conséquences de l'introduction de prairies ou de jachères dans les systèmes culturels tropicaux sont une très ancienne préoccupation déjà analysée par WEBSTER en 1954. Ce problème est toujours d'actualité et de nombreux chercheurs continuent d'y apporter leur contribution (MOREL *et al.*, 1972, AGBOOLA, 1975, JUO *et al.* 1977).

Nos propres recherches qui se situent dans le cadre du milieu tropical humide, apportent une contribution à une meilleure connaissance des termes de l'évolution de l'état structural sous prairie en s'efforçant :

— d'une part, de préciser le déterminisme des états successifs observés pendant la phase fourragère; ces états sont, non seulement influencés par les traitements culturels choisis, mais encore déterminés par des systèmes de corrélations entre plusieurs paramètres à un moment donné et entre les états successifs eux-mêmes,

— d'autre part, d'analyser, compte tenu des précédentes relations, les effets des traitements culturels choisis.

1. CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Elles ont déjà été évoquées par ailleurs (TALINEAU *et al.* 1976), notamment en ce qui concerne les conditions de milieu relatives au Sud (Adiopodoumé), Centre-Ouest (Gagnoa) et Centre (Bouaké) de la Côte d'Ivoire.

Rappelons que le dispositif expérimental était constitué par deux séries d'essai. La première appelée A, représentée seulement à Adiopodoumé et Gagnoa, était du type bloc à trois répétitions et mettait en comparaison pendant trois années (quatre à Adiopodoumé) sur des parcelles de 192 m², six graminées : *Panicum maximum*, *Setaria anceps*, *Pennisetum purpureum*, *Tripsacum laxum* à port dressé en touffes, *Brachiaria mutica*, *Cynodon aethiopicus* à port rampant, deux légumineuses : *Stylosanthes guyanensis*, *Centrosema pubescens* et une parcelle nue. Un seul rythme d'exploitation appelé lent, 3 coupes par an avec exportation du fourrage et un seul niveau de fertilisation, les légumineuses ne recevant pas d'azote, étaient appliquées dans cette série.

La deuxième série appelée B était du type factoriel 2⁴ à deux répétitions mettant en comparaison deux familles botaniques, graminées et légumineuses, deux types de port de plante, dressé ou rampant, la combinaison de ces deux facteurs déterminant l'espèce fourragère à savoir graminée dressée : *Panicum*, graminée rampante : *Cynodon*, légumineuse dressée : *Stylosanthes*, légumineuse rampante : *Centrosema*. Les deux autres facteurs étaient deux rythmes d'exploitation, lent à trois coupes par an, rapide à quatre ou huit coupes annuelles et deux niveaux de fertilisation, avec et sans engrais.

Les prélèvements d'échantillons et les déterminations analytiques ont été effectués trois fois par an, approximativement aux moments des principaux changements de saison, de 1968 à 1971.

S'agissant d'apprécier l'état physique du sol, c'est la stabilité structurale qui a le plus retenu l'attention. Elle est exprimée par le taux d'agrégats stables, de taille supérieure à 100 microns, après traitement de l'échantillon au benzène. La résistance des agrégats à la dispersion s'explique par le rôle protecteur de la matière organique qui empêche la pénétration du benzène au niveau d'un grand nombre de pores.

En fin d'essai, cette stabilité a été testée par une analyse d'agrégats, soumis à plusieurs pré-traitements eau, alcool, benzène dont on détermine les fractions stables et dispersées. Il permet le calcul d'un indice d'instabilité I_S (HENIN *et al.* 1960)

$$I_S = \frac{(A + L) \text{ max.}}{\frac{Ag_b + Ag_e + Ag_a - 0,9 SG}{3}}$$

(A + L) max. représente le taux d'argile et de limon fin dispersé par le pré-traitement de l'échantillon au benzène; Ag_b, Ag_e, Ag_a représentent les taux d'agrégats et de sables grossiers retenus sur un tamis de maille 200 microns après les pré-traitements respectifs au benzène, à l'eau et à l'alcool; enfin SG est le taux moyen de sables grossiers contenu dans ces agrégats.

L'étude de la porosité du sol en place a également été effectuée en fin d'essai sur un nombre limité d'échantillons jugés représentatifs. Pour ce faire, des mesures de densité apparente sèche, ont été pratiquées sur des mottes et agglomérats terreux de différentes tailles, obtenus par fractionnement manuel et tamisage à sec d'une partie des monolithes de sol non perturbés et prélevés en surface (0-10 cm). Ces mesures n'ont pu être réalisées sur les échantillons en provenance d'Adiopodoumé étant donné le type particulaire de la structure des sols de cette station.

Les méthodes utilisées pour la détermination du volume des agglomérats sont celles mises au point par MONNIER *et al.* (1972, 1973); elles consistent à enrober les mottes de vernis et, à partir d'une certaine taille, à imprégner les agrégats par du pétrole. L'influence du taux de gravillons de diamètre supérieur à 2 mm et constitués essentiellement de quartz de densité constante et égale à 2,65 a été prise en compte. La densité apparente sèche de la terre fine d a été obtenue à l'aide de la formule suivante,

$$d = \frac{D(P-q)}{P - Dq} \frac{2,65}{2,65}$$

où P est le poids total du sol sec, q le poids de gravillons et D la densité apparente sèche du sol total.

2. RÉSULTATS

D'une manière générale les mises en relation des paramètres ont été établies en faisant abstraction des effets des traitements culturaux, c'est-à-dire calculées sur les résidus de l'ajustement des variables au modèle d'analyse de variance expliquant la part de variabilité due aux facteurs contrôlés.

2.1. Déterminisme de l'état structural à un instant donné : relations intra-état

2.1.1. RÔLE DU CARBONE TOTAL

Les liaisons les plus déterminantes du taux d'agrégats stables au benzène AGB, en début et fin d'essai, figurent au tableau I.

TABLEAU I

Explication de la variabilité du taux de carbone total et d'agrégats stables au benzène dans 0-10 cm en début et fin d'essai. Seuils de signification des corrélations + 5 %
++ 1 % +++ 1⁰/100.

La mise entre parenthèses d'une variable indique que la liaison a été établie pour un niveau constant de cette variable.

		Etat initial			Etat final		
		Liaison	Sens	% Variabilité expliquée	Liaison	Sens	% Variabilité expliquée
ADIOPODOUME	A	CT-ARG ⁺⁺⁺	> 0	72	CT-ARG ⁺⁺	> 0	30
		AGB-CT(ARG) ⁺⁺	> 0	29	AGB-CT ⁺⁺	> 0	27
		AGB-ARG(CT) ⁺	> 0	20			
	B	CT-ARG ⁺⁺	> 0	28	CT-ARG ⁺⁺⁺	> 0	45
		AGB-CT ⁺⁺⁺	> 0	58	AGB-CT ⁺⁺⁺	> 0	58
		AGB-ARG ⁺⁺⁺	> 0	37	AGB-ARG ⁺⁺⁺	> 0	37
GAGNOA	A	CT-ARG ⁺⁺	< 0	28	CT-TF ⁺⁺⁺	< 0	46
		CT-TF ⁺⁺⁺	< 0	34	AGB-CT ⁺⁺⁺	> 0	58
		AGB-CT ⁺⁺⁺	> 0	46	AGB-TF ⁺⁺⁺	< 0	59
		AGB-TF ⁺⁺	< 0	32			
	B	CT-ARG ⁺⁺⁺	> 0	31	CT-ARG ⁺⁺⁺	> 0	49
		CT-TF ⁺⁺⁺	< 0	53	CT-TF ⁺⁺⁺	< 0	36
	AGB-CT ⁺⁺⁺	> 0	36	AGB-CT ⁺⁺⁺	> 0	79	
	AGB-TF ⁺⁺⁺	< 0	38	AGB-TF ⁺⁺	< 0	29	
BOUAKE	B	CT-ARG ⁺⁺⁺	> 0	64	CT-ARG ⁺⁺⁺	> 0	60
		AGB-CT ⁺	> 0	20	AGB-CT ⁺⁺⁺	> 0	60
					AGB-ARG ⁺⁺	> 0	29

Deux catégories de paramètres, dont l'interdépendance figure également au tableau I, déterminent le plus fréquemment l'état structural à un instant donné :

— des éléments considérés comme invariants pour l'échelle de temps considérée : teneurs en terre fine (TF) et argile (ARG);

— la teneur simultanée en carbone total (CT).

Le taux d'agrégats stables au benzène est systématiquement lié aux taux de carbone total, souvent aussi, mais moins fortement, au taux d'argile : en fait, cette dernière dépendance est le plus souvent induite par la liaison carbone total — taux d'argile.

Les comportements selon les stations ne sont pas fondamentalement différents. On notera cependant qu'à Bouaké, le taux de terre fine n'est pas déterminant pour la stabilité structurale, contrairement à Gagnoa.

Les différences entre état initial et final sont plus importantes; elles mettent en évidence le renforcement du rôle du carbone total sur le déterminisme du taux d'agrégats. L'accroissement de l'intensité de cette liaison est toutefois beaucoup plus élevé dans le cas des essais de type B : ainsi à Adiopodoumé le taux

de variabilité expliquée est deux fois plus élevé sur l'essai B — 58 % que sur l'essai A — 27 %.

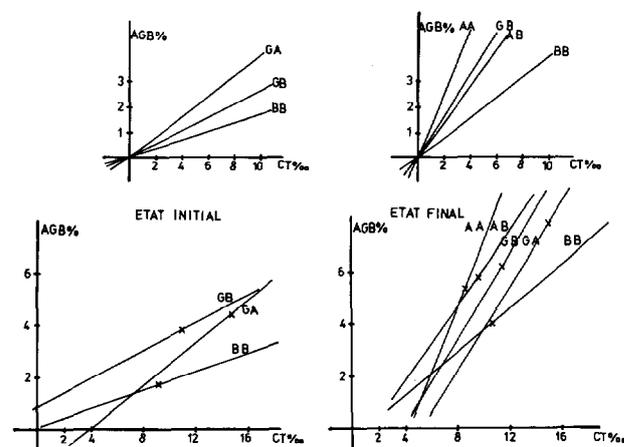


FIG. 1. — Droites de régression, centrées sur la moyenne et réelles, entre agrégats stables au benzène 100 μ (AGB) et carbone total. (x : coordonnées des valeurs moyennes). AA : essai A Adiopodoumé; GA : essai A Gagnoa; BB : essai B Bouaké; AB : essai B Adiopodoumé; GB : essai B Gagnoa.

L'examen des droites de régression en figure 1 fournit l'illustration de ces résultats, à savoir l'augmentation dans le temps de la part prise par les fluctuations de la matière organique dans l'explication de la variabilité du taux d'agrégats. La comparaison des pentes de ces droites, au moyen d'un test de parallélisme, oppose, initialement, l'essai B à Bouaké et l'essai A à Gagnoa. Cette même opposition se retrouve dans l'état final, les comportements à Adiopodoumé et Gagnoa n'étant pas distincts. Cependant, il existe une différence de parallélisme significative entre les essais A et B d'Adiopodoumé, l'essai A mon-

trant la plus forte pente, c'est-à-dire, une amélioration de stabilité structurale, consécutive à un gain de matière organique, plus élevée que sur l'essai B.

2.1.2. RÔLE DE QUELQUES CONSTITUANTS DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

La mise en relation des taux d'agrégats stables au benzène avec certains composés humiques a été faite à partir de résultats obtenus in fine sur les essais A. Les résultats de ces liaisons, calculées pour deux tailles d'agrégats, 100 et 200 microns, figurent au tableau II.

TABLEAU II

Essai A : quelques coefficients de corrélation entre indices de stabilité structurale et constituants de la matière organique dans l'horizon 0-10 cm en fin d'essai.

		Carbone total	Carbone libre	Ac. fulviques totaux	A. humiques totaux	Humine	Ac. humiques ext. pyro.	Ac. humiques ext. soude	AF/AH	AH gris / AH bruns	Ag. Benzène 200 μ
Agrégats benzène	ADIOP.	0,45 ⁺	0,10	0,21	0,68 ⁺⁺⁺	0,35	0,63 ⁺⁺⁺	0,62 ⁺⁺⁺	-0,51 ⁺⁺	0,18	0,09
	GAGNOA	0,71 ⁺⁺⁺	0,17	0,34	0,83 ⁺⁺⁺	0,76 ⁺⁺⁺	0,28	0,73 ⁺⁺⁺	-0,67 ⁺⁺⁺	-0,67 ⁺⁺⁺	0,74 ⁺⁺⁺
Agrégats benzène	ADIOP.	0,12	0,38 ⁺	-0,18	0,16	0,13	0,10	0,25	-0,43 ⁺	0,08	-
	GAGNOA	0,67 ⁺⁺⁺	0,26	0,54 ⁺⁺	0,54 ⁺⁺	0,69 ⁺⁺⁺	0,51 ⁺⁺	0,50 ⁺⁺	-0,22	-0,50 ⁺⁺	-

Certaines fractions, telles les acides humiques, extraits par la soude à Gagnoa, ou encore l'humine, toujours à Gagnoa, ont un rôle déterminant sur la stabilité structurale.

Par contre le rapport AF/AH de même que le taux, à Gagnoa, d'acides humiques gris fortement polymérisés par rapport aux acides humiques bruns plus mobiles sont défavorables à la stabilité structurale.

Par ailleurs, il convient de noter que les dépendances, au niveau des agrégats de taille supérieure à 200 microns, sont pratiquement inexistantes dans le cas d'Adiopodoumé. Sur cette station la matière organique ne semble jouer aucun rôle dans la constitution de tels agrégats qui, de plus, ne sont même pas liés aux agrégats de taille inférieure.

2.2. Dépendance entre les états structuraux successifs : relations inter-état

La stabilité structurale d'un sol non retourné par un labour semble, a priori, relever de phénomènes d'accumulations et de transformations lentes dans le sol au cours du temps. Il est donc assez logique de s'attendre à ce qu'un état structural donné soit dépendant

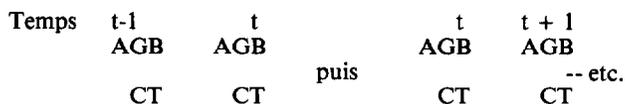
de l'état antérieur et conditionne à son tour un état postérieur.

C'est ce qui a été recherché par l'analyse de deux influences principales :

— celle de la matière organique exprimée par le taux de carbone total (CT),

— celle de l'état structural lui-même assimilée à sa stabilité, mesurée par le taux d'agrégats stables au benzène de taille supérieure à 100 μ (AGB).

L'étude revient à établir le système de corrélation, liant quatre variables entre elles, et représenté par deux instants successifs.



Les calculs portent sur les données de l'horizon de surface 0-10 cm des seuls essais A d'Adiopodoumé et Gagnoa et de l'essai B de Bouaké. L'origine du temps a été fixée à la troisième campagne de prélèvements en 1969, soit dix-huit mois à deux ans après l'implantation des essais.

TABLEAU III

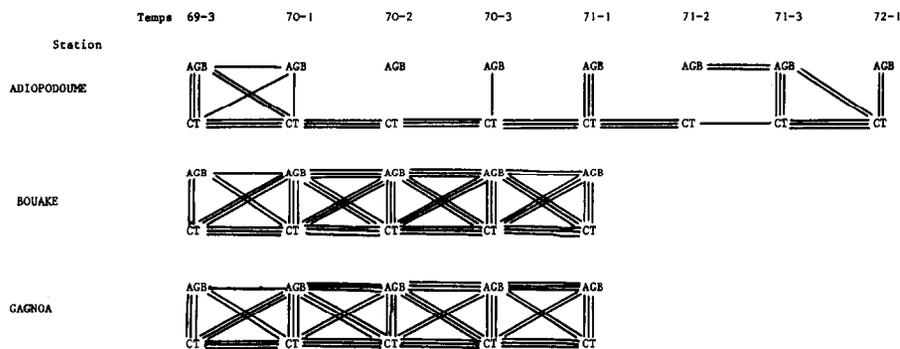
Relations inter-état : liaisons simples entre les variables prises deux à deux.

Le nombre de traits reliant deux variables indique l'intensité de la liaison

1 trait : liaison significative au seuil 0,05

2 traits : liaison significative au seuil 0,01

3 traits : liaison significative au seuil 0,001



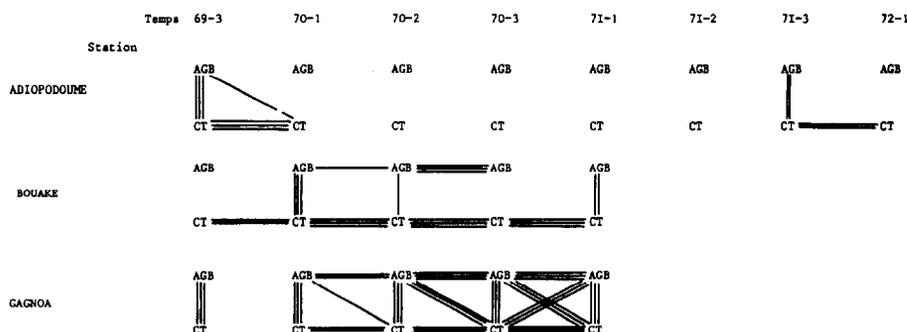
Un premier résultat figure au tableau III et concerne les liaisons simples s'établissant entre deux variables compte non tenu de l'influence des autres. Les liaisons représentées par des traits verticaux sont des liaisons intra-état déjà examinées précédemment. De même que les liaisons inter-état, elles ont un

caractère systématique à Gagnoa et Bouaké, occasionnel à Adiopodoumé, excepté pour CT, en particulier inexistantes à la deuxième campagne annuelle, soit après la grande saison des pluies.

Le tableau IV illustre les relations inter-état à partir des liaisons partielles établies dans le système à quatre

TABLEAU IV

Relations inter-état : liaisons partielles entre les variables prises quatre à quatre.



variables, liaisons entre deux variables rendues indépendantes de l'incidence des deux autres. L'examen de ce tableau conduit aux constatations suivantes.

— Il n'y a aucune dépendance entre les états structuraux successifs à Adiopodoumé.

— A Bouaké les états successifs sont liés entre avril et novembre, alors que ce type de liaison cesse entre les prélèvements 3 et 1, intervalle correspondant à la saison sèche; dans ce dernier cas c'est la liaison intra-état entre carbone et agrégats qui domine.

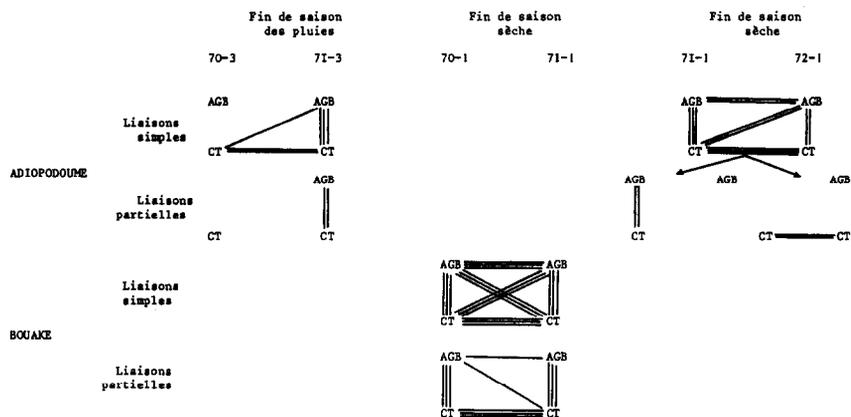
— A Gagnoa, des liaisons de plus en plus intenses s'établissent progressivement dans le temps entre toutes les variables.

Il a semblé intéressant, dans le cas des stations d'Adiopodoumé et de Bouaké, de rapprocher des états saisonniers inter-annuels. Cela a été fait aux saisons correspondant aux fins de période pluvieuse ou sèche. Les relations, simples et partielles, ayant pu être mises en évidence, figurent au tableau V.

C'est en fin de saison sèche que les dépendances

TABLEAU V

Relations inter-saisons : liaisons simples et partielles.



entre les états structuraux sont les plus marquées. A Adiopodoumé toutefois, il ne s'agit que de liaisons simples qui disparaissent si le taux de carbone total est rendu constant. A Bouaké par contre, la liaison entre les états structuraux de fin de période sèche, bien que de faible intensité, subsiste une fois fixés les taux de carbone.

2.3. Effets des traitements culturaux

2.3.1. EVOLUTION DANS LE TEMPS

Les états successifs de la stabilité structurale, appréciés au moyen des variations du taux d'agrégats stables au benzène, sont reportés en figure 2.

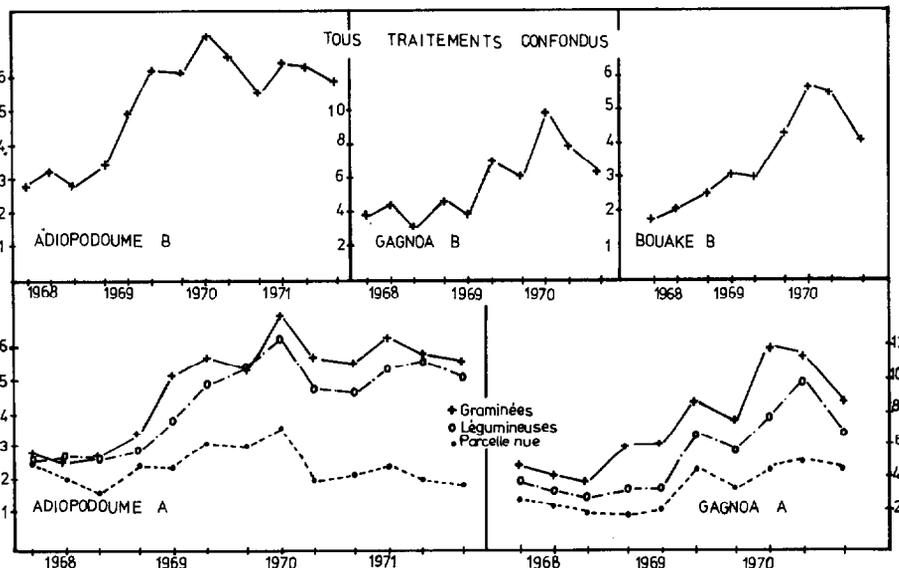


FIG. 2. — Evolution temporelle des taux d'agrégats stables au benzène en % pour les différents essais, stations et principaux traitements (horizons 0-10 cm).

Dans le cas des essais B, les différents traitements ne conduisent pas à des stabilités structurales distinctes. Aussi, n'a-t-on fait figurer qu'une seule

courbe d'évolution illustrant un phénomène relativement comparable d'accroissement de la stabilité au cours du temps sur les trois stations d'étude. Adio-

podoumé et Bouaké se distinguent par une augmentation notable du taux d'agrégats stables en deuxième année de phase prairiale alors qu'à Gagnoa, les accroissements, tout aussi notables, sont plus graduels dans le temps.

Les résultats obtenus sur les essais A permettent de différencier trois groupes de traitements, les couverts à légumineuses et graminées s'opposant surtout à Gagnoa. La stabilité maximale est atteinte dès la fin de 1969 à Adiopodoumé, alors que des gains de stabilité sont encore constatés en 1970 à Gagnoa.

2.3.2. SYNTHÈSE DES ANALYSES DE VARIANCE (Adv) SUR L'ENSEMBLE DES CAMPAGNES

Un résumé de ces analyses figure aux tableaux VI pour les essais A et VII pour les essais B. Relatives aux deux horizons de surface, elles portent sur la stabilité structurale et deux caractéristiques de la porosité : vitesse de filtration et densité apparente sèche.

L'analyse sur l'ensemble des campagnes fournit deux informations; d'une part les effets traitements, exprimés dans le cas des essais A en terme d'oppo-

TABLEAU VI

Essai A : résumé des analyses de variance sur l'ensemble des campagnes.

Co : sol couvert	Pen : <i>Pennisetum purpureum</i>
Nu : sol nu	Tri : <i>Tripsacum laxum</i>
G : graminées	Bra : <i>Brachiaria mutica</i>
L : légumineuses	Cyn : <i>Cynodon aethiopicus</i>
Pan : <i>Panicum maximum</i>	Styl : <i>Stylosanthes guyanensis</i>
Set : <i>Setaria anceps</i>	Cent : <i>Centrosema pubescens</i>

		ADIOPODOUME		GAGNOA	
		Oppositions	Effet date	Oppositions	Effet date
Agrégats	0-10	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L ⁺⁺ Bra < Cyn ⁺⁺	an3 > an4 > an 1	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L ⁺	an 3 > an 2 > an 1
	10-25	Co > Nu ⁺⁺ G > L ⁺	an 3 > an 4 > an 1		
Vitesse de filtration	0-10	Co > Nu ⁺⁺⁺ Styl < Cent ⁺⁺⁺ Pen < Tri ⁺⁺⁺	an4 > an3 > an 1	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L ⁺⁺⁺ Pen < Tri	an3 > an 2 > an 1
	10-25	G > L ⁺⁺⁺	an 4 > an3 > an 1		
Densité apparente in situ	0-10	Co < Nu ⁺⁺⁺ G < L ⁺⁺⁺	an4 = an1 > an 3		an2 = an 3 > an 1
	10-25				

sition entre deux d'entre eux, les plus fréquents et, ou les plus proches du seuil de signification à chaque campagne pour qu'ils deviennent significatifs globalement, d'autre part un effet « date » permettant

d'apprécier l'influence du temps en classant les campagnes selon les valeurs moyennes des paramètres, classement effectué ici selon les années.

TABLEAU VII

Essai B : résumé des analyses de variance sur l'ensemble des campagnes.

Traitements Fa : famille
Po : port
Ry : rythme et leurs interactions
Fe : fertilisation

		ADIOPODOUME		GAGNOA		BOUAKE	
		Effets	Effet date	Effets	Effet date	Effets	Effet date
Agrégats	0-10	Fa po +*	an3 >an4 >an1		an 3 >an 1		an 3 > an 1
benzène	10-25	Fa po +*	an3 >an4 >an1				an 3 > an 1
Vitesse de filtration	0-10	Fa po +*	an 4 >an3 >an1	Fa + **	an 3>an2> an1		an 3 > an 1
	10-25		an4 >an3 >an1		an 3 > an 1		an 3 > an 1
Densité apparente	0-10		an 4 > an1 >an3		an 3 > an 1		
in situ	10-25	Fa fe +*	an 4 >an1>an3				

Essais A

La stabilité de l'état structural est meilleure sous sol couvert que sous sol nu, sous graminées que sous légumineuses et ces mêmes effets se retrouvent le plus souvent sur les caractéristiques de porosité — vitesse de filtration et densité apparente — sauf à Gagnoa quand il s'agit de la mesure de porosité globale par détermination de la densité apparente. Quelques oppositions spécifiques apparaissent, dans l'horizon de surface, surtout à Adiopodoumé où *Brachiaria* se montre moins favorable que *Cynodon*, *Stylosanthes* que *Centrosema* et *Pennisetum* que *Tripsacum*.

L'effet « date » révèle une amélioration de la stabilité structurale au cours du temps, encore qu'à Adiopodoumé les valeurs enregistrées à mi-expérimentation témoignent d'une meilleure stabilité que celles relevées en fin d'essai; de même le sol apparaît plus tassé en fin, qu'en milieu d'essai.

Il est remarquable de constater que l'évolution de l'état structural se manifeste sur les deux horizons de surface à Adiopodoumé alors qu'elle est strictement limitée au seul horizon 0-10 cm à Gagnoa.

Essais B

Les différences entre stations sont nettes : quelques effets à Adiopodoumé, rares à Gagnoa, pratiquement nuls à Bouaké.

Parmi ces effets, le plus fréquent est l'interaction « Famille-Port » qui confère à *Panicum* et *Centrosema* une action d'amélioration de la stabilité struc-

turelle et de la porosité plus forte que respectivement *Cynodon* et *Stylosanthes*. L'effet « Famille » à Gagnoa témoigne d'une supériorité des graminées sur les légumineuses quant à l'amélioration de la porosité en surface. L'effet « date » confirme en tout point les résultats des essais A à savoir un accroissement de stabilité structurale après deux années de culture fourragère.

2.3.3. APPRÉCIATION DES EFFETS DES TRAITEMENTS AU NIVEAU D'UNE LIAISON INTRA-ÉTAT

Il s'agit de comparer l'ensemble des traitements quant à l'influence de chacun d'entre eux sur l'intensité des liaisons entre deux variables et sur la pente des régressions qui en résultent. Le choix s'est porté sur la dépendance entre taux d'agrégats stables au benzène et carbone total et le calcul est effectué à partir des données brutes obtenues sur l'ensemble des campagnes de prélèvement.

Les principaux résultats concernant les essais A figurent au tableau VIII. Dans le cas d'Adiopodoumé, l'analyse a été faite à plusieurs niveaux, sur les données brutes puis en retranchant un éventuel effet « bloc » puis « campagne ». Ce dernier effet induit une bonne part des liaisons et, supprimé, il va même jusqu'à en faire disparaître certaines, notamment sur les traitements « légumineuses ». Une majorité de liaisons subsistent sur les graminées dont les régressions ont été établies et illustrées en figure 3. Les tests de parallélisme ne permettent pas de différencier l'ensemble des cinq régressions, mais effectués deux à

TABLEAU VIII

Essai A, horizon 0-10 : caractéristiques de la dépendance entre agrégats stables au benzène et carbone total pour chacun des traitements à partir de l'ensemble des résultats.

			<i>Panicum</i>	<i>Setaria</i>	<i>Pennisetum</i>	<i>Tripsacum</i>	<i>Brachiaria</i>	<i>Cynodon</i>	<i>Stylosanthea</i>	<i>Centrosema</i>	<i>Panicum</i>
ADIPOPO- DOUMÉ	Valeurs brutes	r	0,63 ***	0,56 ***	0,61 ***	0,60 ***	0,51 ***	0,74 ***	0,56 ***	0,65 ***	n.s.
	-Effet bloc	r	0,66 ***	0,65 ***	0,73 ***	0,62 ***	0,64 ***	0,73 ***	0,66 ***	0,65 ***	n.s.
	-Effet bloc + campagne	r	0,38 +	n.s.	0,48 **	0,59 ***	0,52 ***	0,58 ***	n.s.	n.s.	n.s.
		b	0,243		0,649	0,459	0,664	0,689			
GAGNOA	-Effet bloc + campagne	r	0,39 ***	0,35 +	0,51 **	0,42 +	0,59 ***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		b	0,893	0,442	0,731	0,414	0,722				

deux, ils opposent les deux traitements *Panicum* et *Cynodon*.

Les résultats obtenus à Gagnoa confirment le rôle des graminées, au demeurant non différenciables, dans le déterminisme des agrégats stables au benzène par le taux de carbone total.

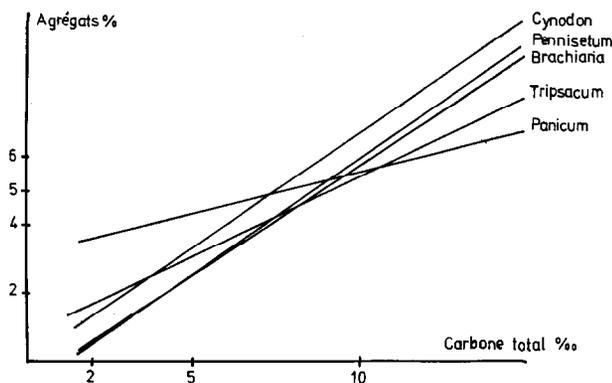


FIG. 3. — Essai A Adiopodoumé : comparaison des régressions ; agrégats - carbone sur l'ensemble des données de l'horizon de surface.

2.3.4. ETUDE PRÉCISE DES ÉTATS STRUCTURAUX ET POREUX OBTENUS EN FIN D'ESSAI

2.3.4.1. Analyse des composants de la stabilité structurale

Les effets significatifs des traitements sur les composantes de l'indice I_S dans l'horizon 0-10 cm ont été reportés au tableau IX. Les résultats obtenus précédemment sont dans l'ensemble confirmés : effets de même nature et bien marqués sur les essais A, limités à

la seule station d'Adiopodoumé dans le cas des essais B.

Dans le détail il est intéressant de remarquer que les effets se manifestent à Adiopodoumé principalement sur le taux d'agrégats stables au benzène alors qu'à Gagnoa, essai A, les effets les plus nets s'observent sur les agrégats stables à l'eau. Cependant, c'est à Adiopodoumé seulement que l'effet traitement sol couvert/sol nu, joue sur la fraction dispersée.

Afin d'illustrer les différences entre stations pouvant être constatées sur quelques traitements parmi les plus significatifs, les valeurs de quelques caractéristiques - I_S , (A + L) max. ramené au % d'(A + L) granulométrie, moyenne des taux d'agrégats — ont été rapportées en figure 4.

D'une manière générale, l'ensemble des traitements retenus soumet les caractéristiques choisies aux mêmes fluctuations sur les trois stations. On notera toutefois à Gagnoa un relativement moindre accroissement du taux d'agrégats moyens sous graminées fertilisées concomitant d'une forte diminution du taux de la fraction dispersée.

2.3.4.2. Etude de la porosité du sol en place

Les résultats des mesures pratiquées sur des mottes qui, pour chaque traitement retenu, ont porté sur 20 échantillons, sont reproduits au tableau X. Les valeurs des écarts types des différentes séries d'échantillons, bien que variables, sont le plus souvent très faibles. Il semble cependant difficile de comparer les données des deux stations qui se rapportent à des échantillons dont le volume diffère notablement.

Les moyennes relatives à chacune des plantes testées sont significativement différentes, au seuil 5 % d'un test de STUDENT. Plus curieuse est la divergence des effets sur les deux stations : dans les deux cas la différence de porosité est de 4 %, mais elle est à l'avan-

TABLEAU IX

Horizon 0-10, fin d'essai : effet sur I_S et ses composantes. (Cf. légendes des tableaux VI et VII).

	Essai A		Essai B		
	Adiopodoumé	Gagnoa	Adiopodoumé	Gagnoa	Bouaké
Indice d'instabilité I_S	Co < Nu ⁺⁺⁺	Co < Nu ⁺			
Moyenne des agrégats stables %	Co > Nu ⁺⁺⁺	Co > Nu ⁺⁺	Fe - Fapo +		
Agrégats stables au benzène %	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L Pen < Tri ⁺	Co > Nu G > L	Fa + Po + ⁺⁺⁺ Fe - ⁺⁺⁺		PoFe +
Agrégats stables à l'eau %	Co > Nu ⁺⁺⁺ PenTri > Pan Set	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L ⁺⁺⁺ Bra < Cyn	Fe- Fapo ⁺⁺⁺		Pas de données
Agrégats stables à l'alcool %	Co > Nu ⁺	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L	Fe - Fapo ⁺		FaPo +
Fraction dispersée (A+L) max. %	Co < Nu ⁺⁺⁺			FaFe +	

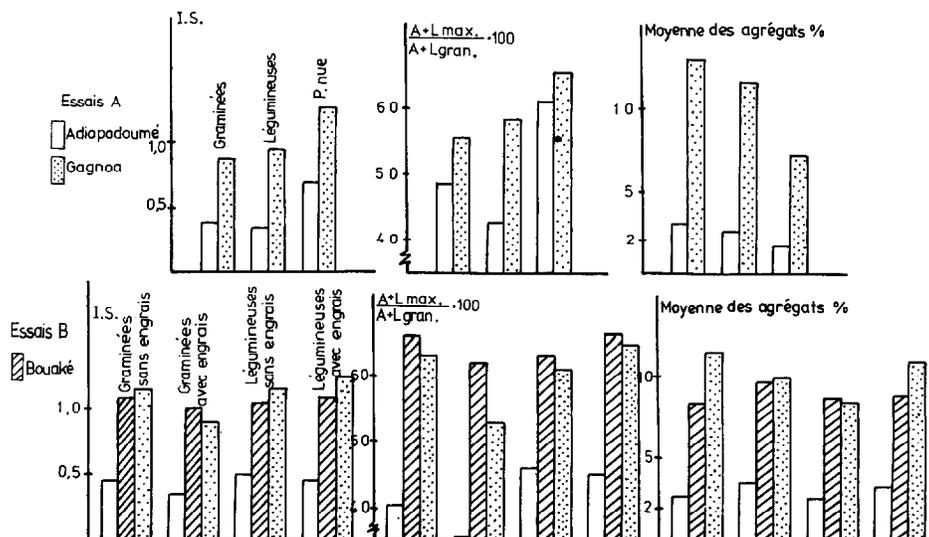


FIG. 4. — Caractéristiques de l'état structural de l'horizon de surface en fin de phase fourragère pour quelques traitements des deux séries d'essai.

TABLEAU X

Porosité sur mottes mesurée par la méthode du vernis.

		Panicum			Stylosanthes			Avec gravillons			Sans gravillons		
		Vol. cm ³	d. app.	Por. %	Vol. cm ³	d. app.	Por. %	Vol. cm ³	d. app.	Por. %	Vol. cm ³	d. app.	Por. %
GAGNOA	Moyenne	18,5	1,68	32,4	24,8	1,75	28,0	21,3	1,65	33,6	22,0	1,78	28,7
	Ecart-type		0,011			0,067			0,006			0,002	
BOUAKE	Moyenne	4,2	1,77	27,2	9,2	1,69	31,4	6,9	1,63	33,3	6,4	1,83	25,2
	Ecart-type		0,019			0,004			0,020			0,006	

tage de *Panicum* à Gagnoa et de *Stylosanthes* à Bouaké.

Dans l'opposition entre les échantillons contenant et non des gravillons, l'écart de porosité est encore plus important, 5 % à Gagnoa et 8 % à Bouaké, signi-

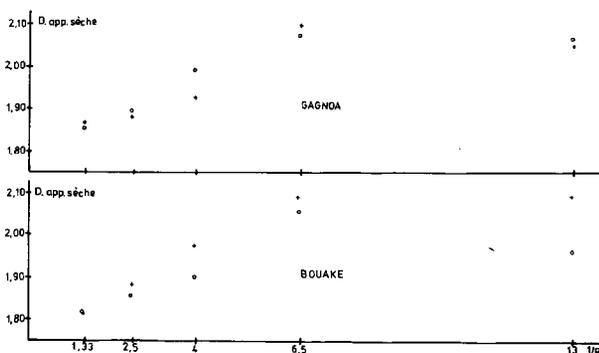


FIG. 5. — Densité apparente sèche d'agglomérats terreux de taille décroissante, selon l'inverse du rayon 1R en cm, prélevés sous les couverts de *Panicum* (+) et *Stylosanthes* (o).

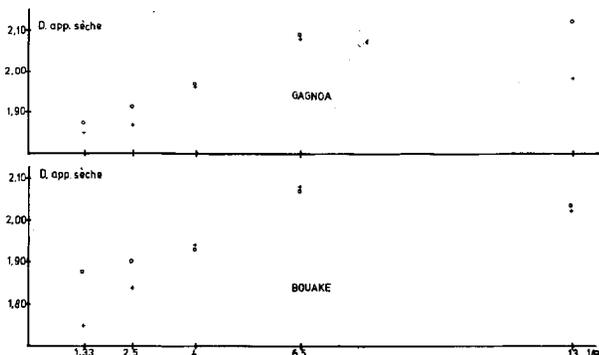


FIG. 6. — Densité apparente sèche d'agglomérats terreux de taille décroissante, selon l'inverse du rayon 1R en cm, selon la présence (+) ou non (o) de gravillons.

ficatif au seuil 1 0/00 et de même sens sur les deux stations.

La porosité des agglomérats terreux est exprimée par la densité apparente sèche des échantillons dont la variation en fonction de la taille des agrégats est illustrée en figure 5 pour ce qui est de la comparaison *Panicum-Stylosanthes* et en figure 6 pour le comportement avec et sans gravillons.

Les résultats, qui mettent en évidence la diminution de porosité des échantillons liée à la diminution de leur taille, sont conformes aux précédents dans les oppositions entre les traitements retenus. Il faut cependant noter que le contraste significatif *Panicum-Stylosanthes* ne se révèle pas pour les gros agrégats mais pour ceux dont le diamètre moyen est de 5 mm ($1/R = 4$) environ : le supplément de porosité enregistré est de l'ordre de 3 % à Gagnoa et de 4 % à Bouaké.

L'influence des gravillons par contre va, très logiquement, en diminuant avec la taille des agrégats pour disparaître à partir d'un diamètre de 5 mm. Les écarts de porosité sont cependant encore assez importants à Bouaké, de l'ordre de 5 et 3 % pour des diamètres moyens d'agglomérats respectivement de 15 et 8 mm ($1/R = 1,33$ et 2,5).

Les différences constatées au niveau des très petits agrégats aussi bien à Bouaké (fig. 5) qu'à Gagnoa (fig. 6) ont une autre origine qui sera discutée plus loin.

2.3.5. SUPPLÉMENTS D'INFORMATION APPORTÉS PAR L'ANALYSE DE COVARIANCE

Les tableaux XI et XII, respectivement relatifs aux essais A et B, mettent en comparaison les résultats d'analyses de variance et de covariance sur les taux d'aggrégats stables au benzène mesurés en fin d'expérimentation.

Sur les essais A, l'intérêt de la covariance diffère largement sur les deux stations étudiées. A Adiopo-

TABLEAU XI

Essai A, horizon 0-10 cm : comparaison des analyses de variance et de covariance en fin d'essai. (Cf. légende du tableau VI).

Station	Variables	Rappel Ad v		Covariables	Variabilité expliquée %	Ad cov.	
		c.v. %	Effets			c.v. %	Effets
ADIOPODOUME	Ag b 200 µ	11,5	Co> Nu ⁺⁺⁺ G> L ⁺ Pen < Tri ⁺⁺	ARG, CT	31	10,3	Co> Nu ⁺⁺⁺ G> L ⁺⁺⁺ Pen < Tri ⁺
	Ag b 100 µ	7,3	Co> Nu ⁺⁺⁺ G> L ⁺ Bra < Cyn ⁺⁺⁺	CT	27	6,4	Co> Nu ⁺⁺⁺ Bra < Cyn ⁺⁺⁺
GAGNOA	Ag b 200 µ	28,7	Co> Nu ⁺ G> L ⁺	CT, TF	52	21,2	G > L ⁺ Pen Tri < Pan Set ⁺
			Co > Nu ⁺	CT	58	16,8	Pen Tri < Pan Set ⁺ Bra < Cyn
	Ag b 100 µ	25,3		CT, TF	70	14,7	Co> Nu G> L ⁺ Pen Tri < Pan Set ⁺ Bra < Cyn
				ARG, CT, TF	75	14,0	Co> Nu ⁺⁺ G> L ⁺⁺⁺ Pen Tri < Pan Set ⁺ Bra < Cyn
			CT, CT _{t-1} AGB _{t-1}	85	10,7	Co> Nu ⁺⁺ Pen> Tri ⁺⁺ Pen Tri < Pan Set ⁺⁺ G dressé > Grampan	

TABLEAU XII

Essai B, horizon 0-10 : comparaison des analyses de variance et de covariance en fin d'essai. (Cf. légende du tableau VII).

Station	Variables	Rappel Ad v		Covariables	Variabilité expliquée %	Ad cov.	
		c.v. %	Effets			c.v. %	Effets
ADIOPODOUME	Ag b 200 µ	22,0	Fa + Po ^{**} + Fe ^{***} +	CT	41	16,9	Fa ^{***} + Po ^{***} + Fe [*] -
	Ag b 100 µ	18,0	Fe - Papo +	CT	58	12,0	Po [*] + FaFe + PoFe +
BOUAKE	Ag b 100 µ	24,8	PoFe +	CT	60	16,1	
GAGNOA	Ag b 200 µ	49,4		CT	81	21,2	Po -
	Ag b 100 µ	41,3		CT	79	19,6	Fe +
				CT CT _{t-1} AGB _{t-1}	91	14,0	Fa ^{**} - FaFe - PoRy ^{**} + FaPoRy ^{***} + FaRyFe +

covariables un rôle explicatif mineur ne réduit guère les coefficients de variation et n'entraîne que la confirmation des effets déjà mis en évidence par l'analyse de variance. Il en va tout autrement à Gagnoa où les covariables choisies expliquent de 60 à 85 % de la variabilité des agrégats; il s'en suit une notable réduction du coefficient de variation et l'apparition d'effets supplémentaires, tels le rôle plus favorable sur la stabilité structurale de *Pennisetum* par rapport à *Tripsacum*, des petites graminées à port en touffes par rapport aux grandes et plus généralement des graminées en touffe à port dressé par rapport aux graminées gazonnantes à port rampant, dans les conditions d'exploitation de l'essai.

Les résultats obtenus sur les essais B confirment cette opposition entre stations. Bien que beaucoup plus déterminante que précédemment la covariable choisie, en l'occurrence le taux de carbone total, ne conduit pas à la mise en évidence d'effet nouveau sur les stations de Bouaké et d'Adiopodoumé, à l'exception dans ce dernier lieu d'un effet port, les plantes dressées étant plus favorables que les plantes rampantes.

A Gagnoa par contre l'intérêt de la covariance est évident. Dans le cas extrême où 90 % de la variabilité du taux d'agrégats est expliquée le coefficient de variation se trouve réduit du tiers et de nombreux effets témoignent, à propos de la stabilité structurale :

— du rôle plus favorable des légumineuses que celui des graminées, inversant ainsi de manière très ponctuelle dans le temps l'effet moyen généralement constaté,

— d'une influence favorable du port rampant par rapport au port dressé en rythme d'exploitation rapide d'une part, et du rythme de coupe lent par rapport au rythme rapide sur les plantes à port dressé d'autre part (interaction Po Ry +),

— d'un effet dépressif de *Panicum* exploité rapidement et de *Cynodon* fauché lentement par rapport aux autres traitements (interaction Fa Po Ry +).

3. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La connaissance de l'état physique du sol a été principalement assimilée à celle de ses propriétés structurales. C'est surtout la stabilité de la structure qui a été le critère essentiel de jugement des évolutions et des effets des traitements. Cette stabilité est appréciée par la détermination des taux d'agrégats stables d'échantillons soumis à un traitement de dispersion; les résultats des analyses montrent que le choix de la taille de ces agrégats a une grande importance. C'est ainsi que dans les conditions de milieu d'Adiopodoumé, les agrégats de taille supérieure à 200 microns ne sont pas représentatifs d'un état structural déter-

miné par le taux de matière organique; ces agglomérats pourraient bien n'être que des assemblages de sables fins consolidés par un ciment argileux, auxquels sont éventuellement associés des hydroxydes de fer et d'aluminium.

Un tel comportement justifie, a posteriori, le choix d'étudier la stabilité à Adiopodoumé sur des agrégats d'une taille minimale de 100 microns.

Les relations entre les taux d'agrégats stables et la fraction humifiée de la matière organique, ont déjà été signalées dans d'autres conditions de milieu (COMBEAU, 1960). Il semble que ce soit la fraction humique qui confère au sol un maximum de stabilité; à Gagnoa c'est la fraction très polymérisée difficilement extractible et probablement liée aux argiles par l'intermédiaire des sesquioxides Fe⁺⁺⁺ et Al⁺⁺⁺ qui est en cause. Pour expliquer ce mécanisme d'agrégation il faut invoquer à la fois les conditions de milieu et probablement les intenses défoliations du couvert végétal qui, répétées dans le temps, hâtent cette évolution de la matière organique par une incidence directe sur les régimes thermique et hydrique de l'horizon de surface.

Au niveau des relations inter-état, c'est-à-dire, la dépendance entre états de stabilité structurale successifs, l'évolution se caractérise par une très nette opposition des trois stations d'étude.

— A *Adiopodoumé*, la stabilité structurale relève d'un état instantané, influencée sans doute par les traitements culturels, mais de manière a priori très fugace; cette stabilité ne paraît aucunement acquise et résulter de phénomènes cumulatifs. Il est vraisemblable que les effets résiduels seront pratiquement nuls et qu'il ne faille s'attendre qu'à des arrière-effets peu marqués d'une éventuelle amélioration.

— L'évolution à Bouaké semble commandée par les facteurs climatiques qui, de par les contrastes saisonniers très marqués, exercent une régulation sur la stabilité structurale. Pendant la période de forte croissance végétative, d'avril à novembre, les états successifs sont liés entre eux, alors que ce type de liaison cesse en saison sèche.

— A Gagnoa, il y a déterminisme absolu d'un état structural donné à partir de l'état antérieur indépendamment de tout facteur climatique. Il est possible d'y voir une transformation continue et probablement durable du milieu sous la double influence du temps et des traitements culturels.

L'analyse des effets des traitements témoigne en moyenne d'un large accroissement de stabilité structurale dans le temps. La diminution observée en fin d'essai à Gagnoa et Bouaké ne semble être qu'accessoire au vu des résultats obtenus sur une plus longue durée à Adiopodoumé. Sur cette dernière station la densité apparente sèche de l'horizon de surface est plus élevée en fin qu'en milieu d'essai bien que pendant le même temps la vitesse de filtration continue de s'accroître; l'état structural particulière, le

pourcentage élevé de sables grossiers ainsi que le fort développement racinaire sont autant d'éléments d'explication.

La non détection d'une supériorité des graminées sur les légumineuses à Bouaké au niveau de la porosité, alors qu'elle est constatée à Gagnoa, est à mettre en liaison avec l'excellente aptitude de *Stylosanthes* à la fissuration des sols dans les conditions édapho-climatiques de Bouaké comme le démontrent les résultats des mesures de porosité sur mottes et agglomérats de plus petite taille.

Les résultats des déterminations pratiquées en fin d'essai laissent supposer un rôle majeur de la matière organique à Adiopodoumé puisqu'un maximum d'effets porte sur le taux d'agrégats stables au benzène tandis qu'à Gagnoa c'est probablement le taux d'argile qui est le plus déterminant étant donné que les effets les plus nets s'observent sur les agrégats stables à l'eau.

Par ailleurs les sols d'Adiopodoumé qui montrent les plus faibles valeurs de l'indice de stabilité apparaissent les plus stables. Cela s'explique en partie par le faible taux d'éléments dispersés, dont l'expression, en % de la teneur totale, rend mal compte, alors que le pourcentage de la moyenne des agrégats témoigne du faible développement de l'état structural. En fait ces sols sont relativement stables ainsi que le prouve leur résistance à l'érosion (ROOSE, 1977).

En ce qui concerne les résultats des mesures de porosité, l'étude démontre clairement le rôle des gravillons sur l'accroissement de porosité. En tout état de cause, ce mode d'action est plus déterminant que celui auquel on peut s'attendre par l'intermédiaire du système racinaire des espèces testées dans les conditions de l'expérience. Quant à l'opposition inter-spécifique, *Panicum - Stylosanthes*, dans la fissuration du matériau sol, elle se manifeste de la manière la plus nette aux deux mêmes niveaux de taille des assemblages structuraux — 2 à 4 cm d'une part, 0,5 cm d'autre part — sur les deux stations étudiées. Dans le cas des écarts au niveau des très petits agrégats, dont le diamètre moyen est de 1,5 mm, on est proche d'une estimation de la porosité dite texturale. La moyenne des écarts-types des mesures est alors sensiblement plus élevée, mais surtout les différences de porosité doivent être associées à des différences dans les teneurs en éléments fins. Ainsi, les accroissements de porosité observés aux figures 5 et 6, pour cette taille d'agrégats, sont à mettre en rapport avec des diminutions des taux d'éléments fins.

L'analyse par covariance apporte des informations intéressantes là où il est possible de mettre en relation étroite les paramètres dont dépend l'état structural : c'est notamment le cas sur la station de Gagnoa. Il faut bien voir qu'il s'agit souvent, compte tenu des covariables choisis, d'effets observés dans l'intervalle de temps séparant deux campagnes de prélèvements. Il est possible de généraliser le procédé et,

tenant compte des relations inter et intra-état, de s'affranchir des effets acquis à une date donnée pour mettre en évidence de nouveaux effets pendant l'inter-campagne suivante. C'est ce qui a été fait au tableau XIII pour les taux d'agrégats stables au benzène mesurés à Gagnoa pendant la troisième année d'observation. Les effets nouveaux ou supplémentaires, induits par les traitements, sont liés à l'intensité d'explication de la variable par les covariables. Ainsi entre avril (70-1) et juillet (70-2) les effets nouveaux apparaissent à un très faible seuil de signification statistique. Entre juillet et novembre (70-3), les covariables retenues expliquent 93 % de la variabilité du taux d'agrégats ; il s'ensuit la mise en évidence d'effets nombreux et significatifs pendant cette période : effet dépressif, limité dans le temps, des graminées par rapport aux légumineuses, de *Pennisetum* par rapport à *Tripsacum* de *Brachiaria* par rapport à *Cynodon*. Il en est de même pendant la saison sèche suivante entre novembre et mars (71-1) ; les effets constatés sont souvent de sens opposé aux précédents :

— il y a dégradation de l'état structural du sol couvert par rapport au sol nu, mais cela est à tempérer par le niveau moyen d'agrégats deux fois plus élevé sous sol couvert,

— les graminées à port en touffes sont plus favorables que les graminées rampantes.

Il est clair que ces résultats permettent, non seulement une explication des variations dans le temps des résultats d'analyse de variance, mais encore d'associer certains effets traitement à des événements climatiques précis situés entre deux campagnes de prélèvement : c'est notamment le cas du mauvais comportement des graminées, en particulier des espèces à port en touffes, en saison des pluies, par rapport à celui des légumineuses.

Les faits saillants de cette étude relèvent principalement de l'approfondissement du déterminisme de la stabilité structurale de l'horizon de surface d'un sol sous couvert prairial qui, au-delà des résultats, revêt un intérêt d'ordre méthodologique indéniable. L'état instantané est bien défini à partir de liaisons avec un petit nombre de paramètres au rang desquels le carbone total, en particulier la fraction humifiée, joue un rôle prépondérant.

Plus importante encore est la dépendance plus ou moins étroite entre les états de stabilité structurale qui se succèdent dans le temps. C'est un moyen puissant pour différencier les évolutions propres à chacun des milieux. De plus, associée aux liaisons établies à chaque instant, elle permet une analyse des effets traitements, au demeurant peu nombreux en analyse de variance, par covariance. Il devient alors possible de fixer avec précision l'apparition des effets, et de fournir des explications en rapport avec les histoires culturale et climatique concomitantes.

Les résultats de l'évolution globale dans le temps té-

TABLEAU XIII

Gagnoa, essai A, 0-10 cm : analyses de variance et de covariance successives en fin d'essai. (Cf. légende du tableau VI).

	Rappel Adv		Covaria - bles	Variabi - lité expliquée %	Ad. cov.	
	c.v.%	Effets			c.v.%	Effets
70-1	18,2	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L ⁺ Pan > Set ⁺⁺	CT _t	66	11,0	Co > Nu ⁺⁺ G > L Bra > Cyn Pan > Set
70-2	23,1	Co > Nu ⁺⁺⁺ G > L ⁺⁺ G Touf. < G ramp.	AGB _{t-1} CT _{t-1} CT _t	70	13,8	G touf. < G ramp. Pen < Tri Bra < Cyn
70-3	20,0	Co > Nu ⁺⁺⁺ G touf. < G ramp. Pen < Tri ⁺ Pan > Set	AGB _{t-1} CT _{t-1} CT _t	93	5,8	Co > Nu G < L ⁺⁺ G touf. < G ramp. Pen < Tri ⁺⁺ Pan > Set Bra < Cyn ⁺⁺⁺
71-1	25,3	Co > Nu ⁺	AGB _{t-1} CT _{t-1} CT _t	85	10,7	Co < Nu ⁺⁺ G touf. > G ramp. Pen, Tri < Pan, Set ⁺⁺ Pen > Tri ⁺⁺

moignent de l'intérêt exceptionnel du couvert prairial quant à l'amélioration de la stabilité structurale du sol. Encore convient-il de distinguer ce qui peut être considéré comme acquis et durable, de ce qui ne représente qu'une amélioration instantanée très fugace.

Allant plus loin encore, il est permis de s'interroger sur les effets à attendre de ces modifications sur les

cultures suivantes. Sur un tel sujet, GREENLAND (1971), rapportant le point de vue de nombreux auteurs, semble accorder une grande importance aux conditions de milieu selon qu'il s'agit de mieux contrôler l'érosion d'un meilleur et plus facile travail du sol, ou encore d'accroître la capacité du sol pour l'eau. Les résultats propres à cette étude feront l'objet d'une prochaine mise au point.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'ORSTOM le 30 août 1979

BIBLIOGRAPHIE

- AGBOOLA (A.A.), 1975. — Interrelations between organic and mineral fertilizers in the tropical rain forests of Western Nigeria. F.A.O./SIDA Expert consultation, organic material as fertilizers, Rome, 2-6 déc. 1974 : 337-51.
- BUI HUU TRI, 1968. — Dynamique de la granulation du sol sous prairie. *Ann. Agr.* 19,4 : 415-39.
- BUI HUU TRI, MONNIER (G.), 1973. — Etude quantitative de la granulation des sols sous prairies de graminées. 1 - Paramètres définissant la structure granulaire et leur relation avec la porosité du sol. *Ann. Agr.* 24,4 : 401-24. 2 - Les paramètres de granulation en relation avec la constitution physique du sol et le système racinaire. *Ann. Agr.* 24,6 : 651-77.
- COMBEAU (A.), 1960. — Quelques facteurs de variation de l'indice d'instabilité structurale dans certains sols ferrallitiques. C.R. Acad. Agric. fr. : 109-15.
- GREENLAND (D.J.), LINDSTROM (G.R.), QUIRK (J.P.), 1962. — Organic materials which stabilize natural soil aggregates. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 26 : 366-71.
- GREENLAND (D.J.), 1971. — Changes in the nitrogen status and physical condition of soils under pastures, with special reference to the maintenance of the fertility of australian soils used for growing wheat. *Soils and fertilizers*, 34,3 : 237-51.
- HENIN (S.) *et al.*, 1960. — Le profil cultural. S.E.I.A. 320 p.
- JUO (A.S.R.), LAL (R.), 1977. — The effect of fallow and continuous cultivation on the chemical and physical properties of an alfisol in Western Nigeria. *Plant and Soil* 47,3 : 567-84.
- MONNIER (G.), 1965. — Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Thèse Univ. Paris, 140 p.

- MONNIER (G.), BUI HUU TRI, 1972. — Une méthode d'évaluation de la taille des éléments structuraux du sol. *Bull. A.F.E.S.*, 2 : 17-27.
- MONNIER (G.) *et al.*, 1973. — Une méthode de mesure de la densité apparente de petits agglomérats terreux. Application à l'analyse des systèmes de porosité du sol. *Ann. Agr.* 24,5 : 533-45.
- MOREL (P.), QUANTIN (P.), 1972. — Observations sur l'évolution à long terme de la fertilité des sols cultivés à Grimari (République Centrafricaine). *Agron. Trop.* XXVII, 6-7 : 667-737.
- ROOSE (E.), 1977. — Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. *Trav. et doc. de l'ORSTOM*, n° 78, 108 p.
- TALINEAU (J.C.) *et al.*, 1976. — Quelques conséquences agronomiques de l'introduction d'une sole fourragère dans une succession culturale du milieu tropical humide de la Côte-d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, Vol. XI, n° 4 : 277-290.
- WEBSTER (C.C.), 1954. — The ley and soil fertility in Britain and Kenya. *East Afr. Agric. J.*, XX, 2 : 71-74.