Contribution à l'étude d'un agrosystème prairial dans le milieu tropical humide de la Côte d'Ivoire (1)

2. Analyse des données relatives à l'état de la matière organique

J. C. TALINEAU, B. BONZON, C. FILLONNEAU et G. HAINNAUX
Agronomes O.R.S.T.O.M.

RÉSUMÉ

Après l'état physique, c'est maintenant l'analyse des états humiques du sol qui apporte des éléments de jugement sur l'intérêt d'introduire une sole fourragère dans un cycle cultural du milieu tropical humide.

D'une façon générale, on constate sous les divers couverts prairiaux de larges accroissements de la matière organique dans les dix premiers centimètres du sol en des temps très courts de l'ordre de deux années.

Les traitements culturaux modifient surtout les constituants extrêmes de l'humus tels que le carbone grossier et la fraction inextractible ou humine ; les acides humiques et fulviques évoluent peu et semblent constituer une caractéristique intrinsèque de chaque station.

Les résultats de l'étude du bilan organique soulignent les disproportions entre les fortes et fréquentes variations du stock d'humus et la faiblesse du niveau moyen de ce stock. Cela laisse supposer l'existence de pertes et de taux de minéralisation instantanés fort importants. Le problème d'un stockage efficace des résidus végétaux et d'une meilleure utilisation des produits de la minéralisation de l'humus se trouve donc posé.

Mots-clés : Côte d'Ivoire – Sole fourragère – Matière organique – Rotation.

ABSTRACT

A MEADOW AGROSYSTEM IN THE HUMID TROPICAL ENVIRONMENT OF THE IVORY COAST — 2. ANALYSIS OF THE DATA CONCERNING THE CONDITION OF THE SOIL ORGANIC MATTER

The analysis of the humic conditions of the soil following this of the physical condition makes it is possible now to evaluate the advantage of using a forage crop in the humid tropical environment.

Generally, big increases in the organic matter are observed down to a depth of ten centimetres in the soil under the various meadow covers over two years.

The extreme constituents of humus such as coarse carbon and the unextractive fraction or humin undergo particular changes through farming treatments ; on the contrary, there is little evolution in the humic and fulvic acids which seem to be a feature specific of each station.

The results of the study of the organic balance emphasize the disproportions between the big and frequent variations in the humus stock and the low mean level of this stock ; which implies the existence of losses and very big instantaneous mineralization rates. Therefore, the question of an efficient storage of plant residues and a better use of the products of the humus mineralization is set.

Key words : Ivory Coast – Forage crop – Organic matter – Rotation.

---

(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 (O.R.S.T.O.M.) et d'une part l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (I.E.M.V.T.) 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 (I.R.A.T.) 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.

La première partie est parue dans les *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédologie,* vol. XVII, nº 2, 1979 : 141-157.

La mise en valeur agricole du milieu tropical, dont la caractéristique la plus instantanée et spectaculaire est la disparition du couvert végétal originel, a pour conséquence majeure et immédiate de rompre les équilibres naturels préexistants, principalement ceux qui régissent le cycle de la matière organique.

Le passage de l'éco- à l'agrosystème tropical se traduit par l'accroissement de la vitesse de déroulement des principaux cycles biologiques qui, le plus souvent, ne sont plus en accord avec l'intensité d'exploitation, c'est-à-dire la fréquence d'intervention et le rapport existant entre les prélèvements et les restitutions aussi bien organiques que minérales.

Dans le bilan fait par VINE (1953) de trente années de recherches en matière de conservation de la fertilité au Nigeria, il apparaît que l'évolution de la couche superficielle du sol se trouve davantage affectée par les variations du type de végétation et l'histoire des cultures et jachères antérieures que par les variations de texture et de richesse chimique du profil. A l'évidence, le maintien et l'accroissement de la quantité de matière organique dans les sols dépendent des périodes de jachères ou de prairies artificielles pendant lesquelles existe assez longtemps une couverture végétale dense à forte potentialité de renouvellement.

Des recherches sur l'importance des restitutions humiques sous prairies ont été engagées depuis longtemps déjà et avec beaucoup d'emphase en Angleterre où les travaux sur le « ley farming system » sont célèbres et les aspects les plus fondamentaux en ont été développés par CLEMENT (1964, 1967), WILLIAMS (1965), TROUGHTON (1961), GARWOOD (1967, 1972), M. C. FELLY (1970).

L'accroissement du taux de matière organique dans le sol par décomposition des racines, chaumes et litière sous prairie a été très tôt démontré sous climat tropical par WESBTER (1954) au Kenya. Depuis les études se sont poursuivies avec, par exemple, les travaux de TURENNE (1970) et de PERRAUD (1971) qui tentent, en milieu naturel, de préciser les transformations de divers constituants humiques sous l'influence des facteurs climatiques. Les recherches ont également été nombreuses dans les milieux cultivés et exploités par l'homme ; les travaux de MOORE (1962) au Nigeria et de BARROW (1969) en Australie soulignent particulièrement le rôle bénéfique des légumineuses sur les teneurs en azote de la matière organique.

Cette analyse fait suite à la précédente qui était centrée sur les problèmes d'évolution de l'état physique du sol. Il s'agit cette fois, à partir du même dispositif expérimental, dont la description ne sera pas reprise, d'étudier le comportement des cultures fourragères vis-à-vis des caractéristiques de la matière organique du sol. L'interprétation des résultats sera faite à partir des mêmes principes que précédemment à savoir :

— mise en évidence des relations intra- et inter-état ;

— étude phénoménologique et statistique des effets des traitements au moyen des analyses de variance et de covariance.

Enfin une tentative d'établissement du bilan organique sous prairie sera entreprise pour terminer cette étude.

1. RÉSULTATS

Les déterminations d'azote total ont été faites selon la méthode Kjeldahl. Le carbone organique est obtenu après oxydation sulfo-chromique et dosage de l'excès par Fe^{++} ; la teneur en matière organique est calculée en multipliant le taux de carbone par 1,72 ce qui revient à admettre une teneur unique et moyenne en carbone de la matière organique égale à 58 %. La fraction dite carbone libre est obtenue par séparation densimétrique à densité 2. Les acides humiques et fulviques sont extraits au pyrophosphate de sodium 0,1 M ; les acides humiques sont obtenus par précipitation acide.

Avant de procéder à l'analyse des effets des traitements, il est souhaitable d'essayer d'expliquer un maximum de la variabilité du taux de matière organique.

1.1. Les relations intra-état

Elles ont déjà été abordées en partie dans la mesure où il était utile de montrer la forte dépendance entre carbone total et taux d'argile avant de s'intéresser au déterminisme de la stabilité structurale par la matière organique.

Ces liaisons entre matière organique et invariants — taux d'argile et terre fine — ont été reprises, systématiquement pour deux paramètres caractérisant globalement l'état humique du sol : carbone et azote total.

Les résultats appréciés au moyen des coefficients de corrélation figurent au tableau I. Carbone et azote sont dans l'ensemble déterminés de la même manière par les invariants considérés. L'intensité de la relation est souvent moins forte pour l'azote que pour le carbone. Il n'y a que peu de différences entre l'état initial et final si ce n'est un déterminisme de la matière organique par l'argile plus significatif *in fine* sur les essais B de Gagnoa et Adiopodoumé.

La mise en relation reste très aléatoire pour les horizons de profondeur à l'exception de la station d'Adiopodoumé où la dépendance est plus forte que sur les autres stations.

TABLEAU I

Coefficients de corrélation entre carbone, azote total et argile, terre fine en début et fin d'expérimentation

Essai	Variable explicative	État initial					État final				
		0–10		25–45	65–85		0–10		25–45	65–85	
		CT	NT	CT	CT	NT	CT	NT	CT	CT	NT
AA..	Argile	0,86***	0,68***	n.s.	0,67***	0,62***	0,55**	n.s.	0,58**	0,58**	0,68***
AB..	Argile	0,53**	0,37*	0,55**	0,38*	0,54**	0,67***	0,64***	0,64***	0,46**	n.s.
GA..	Argile	— 0,53**	— 0,43*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Terre fine	— 0,58**	— 0,53**	—	—	n.s.	— 0,62***	n.s.	—	—	n.s.
GB..	Argile	0,56***	0,62***	0,35*	n.s.	n.s.	0,70***	0,70***	n.s.	n.s.	n.s.
	Terre fine	— 0,73***	— 0,64***	—	—	n.s.	— 0,60***	— 0,57***	—	—	n.s.
BB...	Argile	0,81***	n.s.	n.s.	n.s.	0,44*	0,78***	0,83***	n.s.	n.s.	0,47*
	Terre fine	n.s.	n.s.	—	—	—	n.s.	n.s.	—	—	—

Seuil de signification : *** 1 ‰
** 1 %
* 5 %
— : Calculs non effectués.

Gagnoa et Bouaké s'opposent quant au rôle du taux de terre fine, très lié, négativement, à la matière organique dans la première des stations et ne jouant aucun rôle sur cette caractéristique dans la seconde.

La liaison négative entre argile et matière organique sur l'essai A de Gagnoa sera plus loin l'objet d'un tentative d'explication.

La comparaison des diverses régressions au moyen d'un test de parallélisme, cherchant à faire apparaître soit une différenciation des stations à un moment donné soit un effet du temps pour un essai donné, n'a pas permis de mettre en évidence de manière significative de telles différences.

1.2. Les relations inter-état

Traduisant l'influence exercée par un état donné sur l'état suivant ces liaisons, limitées au cas du carbone total, figurent aux tableaux II, sous forme de liaisons simples, et III en ce qui concerne les corrélations partielles.

Dans chaque système de corrélations les taux de carbone total initial et d'argile ont été pris en compte.

Dans les relations des paramètres deux à deux — tableau II — un même type de comportement prévaut : dépendance très étroite, pendant toute la durée de l'essai, des taux de carbone non seulement entre eux mais encore avec les taux de carbone initial et d'argile. La seule exception concerne la station de Gagnoa, il s'agit de l'essai A, où la dépendance avec le taux d'argile est pratiquement inexistante.

L'examen des relations partielles à taux de carbone initial constant ou à teneur en argile constante fait apparaître une assez large indépendance entre les états successifs de la matière organique ; les liaisons, le plus souvent de faible intensité, ne subsistent qu'à de rares périodes :

— en saison sèche, par exemple à Adiopodoumé, entre les campagnes 3 et 1 ;

— en période de forte croissance végétative entre la deuxième et troisième campagne annuelle à Gagnoa.

Les différences les plus importantes entre stations sont relatives au carbone initial, non détermi-

TABLEAU II

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

Horizon 0-10 cm CTI : carbone total initial.
ARG : taux d'argile.

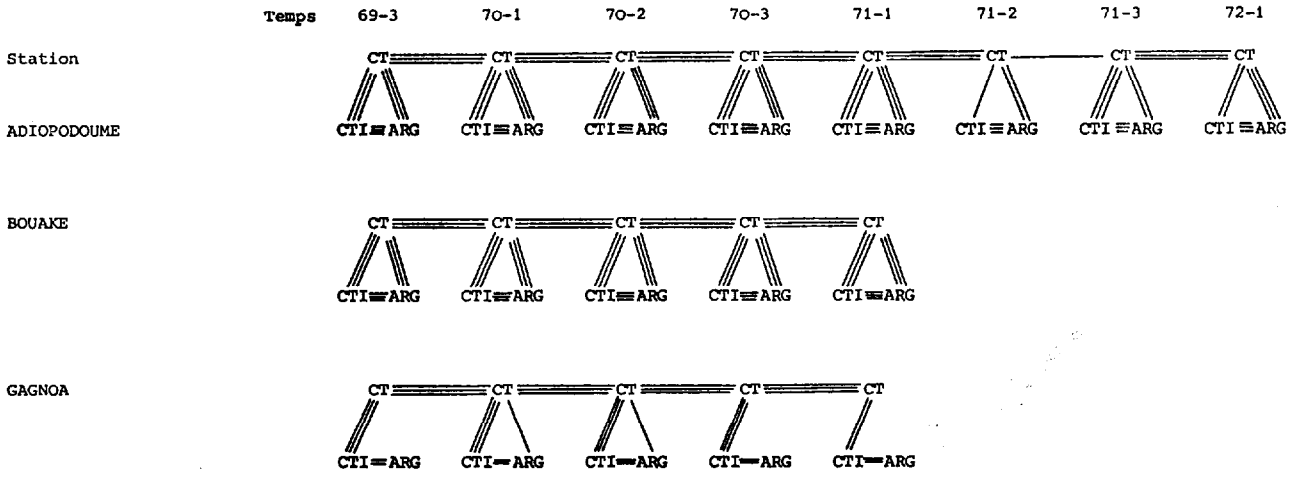
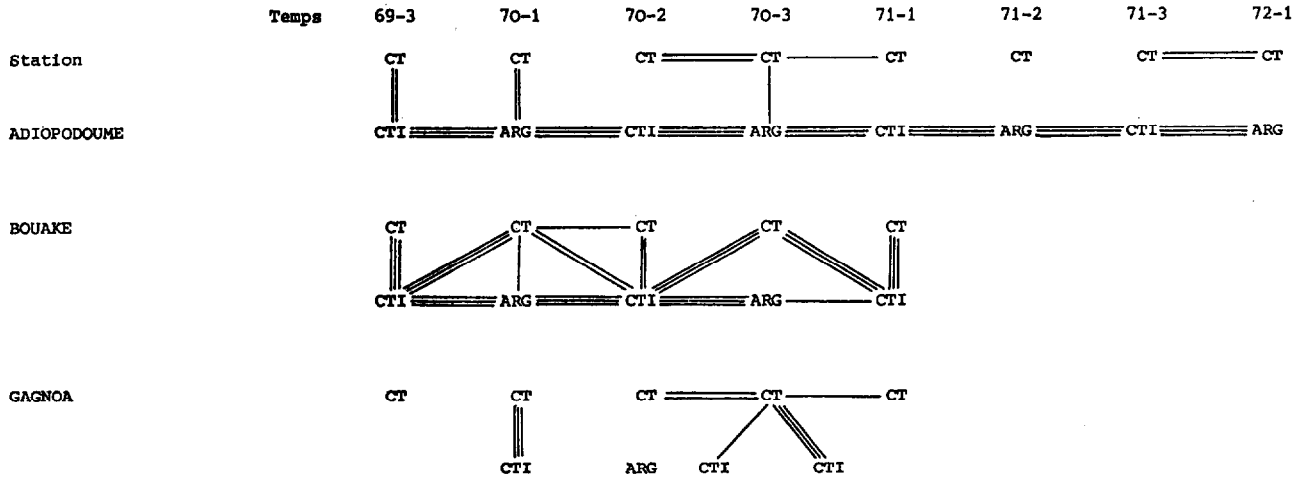


TABLEAU III

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



nant à Adiopodoumé, alors qu'à Gagnoa et encore plus à Bouaké les teneurs successives en carbone total sont étroitement liées à ce paramètre, lui-même largement déterminé par le taux d'argile à l'exception de la station de Gagnoa.

1.3. Analyse des effets des traitements culturaux

1.3.1. ÉVOLUTION DES TENEURS ET QUANTITÉS AU COURS DU TEMPS

L'examen de cette évolution en figure 1 pour la matière organique et en figure 2 pour l'azote permet d'opposer les principaux traitements des deux types d'essai sur les trois stations d'étude.

Cette opposition porte sur l'influence de la fertilisation dans les essais B et sur la comparaison des graminées, légumineuses et parcelle nue dans la série A.

L'ensemble des résultats est assez cohérent malgré quelques données discordantes, en particulier au niveau de l'azote, ce qui est probablement à mettre en relation avec la difficulté d'effectuer des prélèvements à des dates précises indépendamment d'événements climatiques influençant fortement les évolutions. Les fortes fluctuations observées sur la

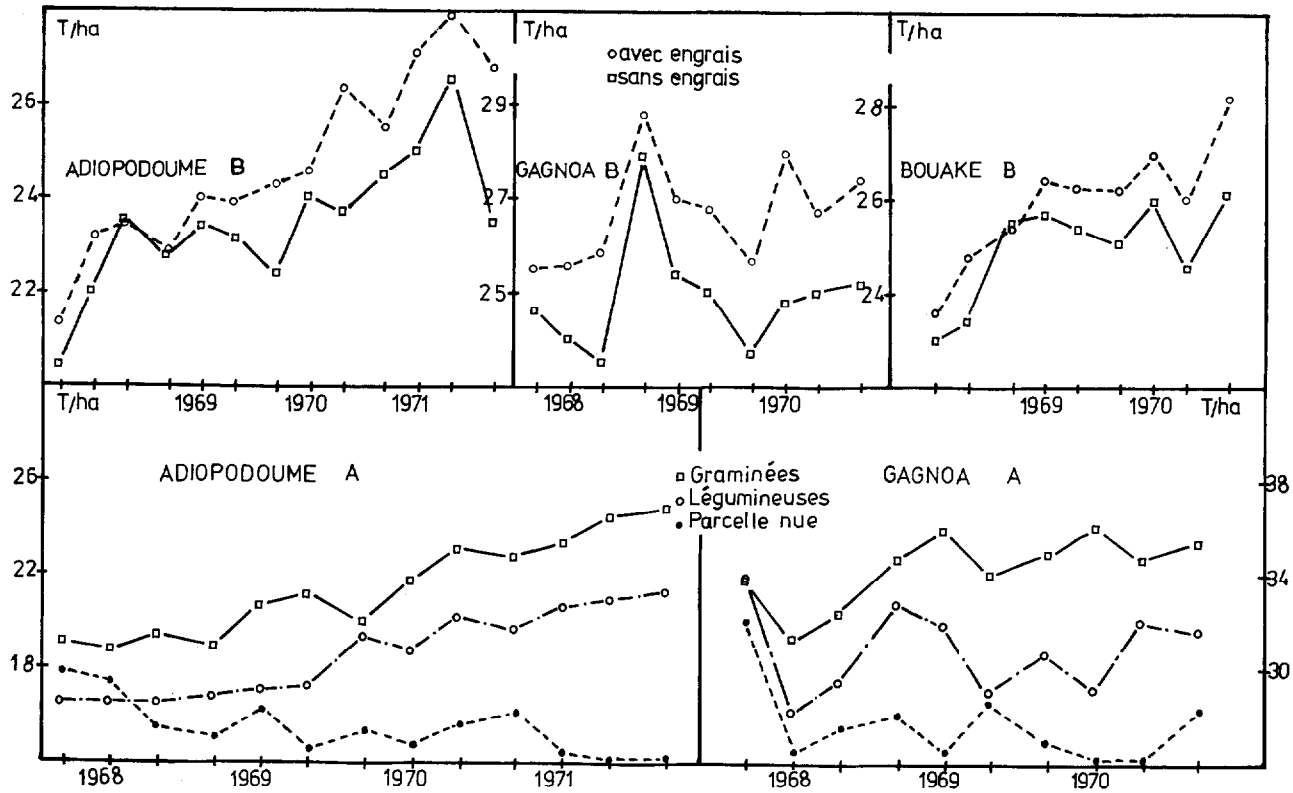


FIG. 1. — Évolution temporelle des quantités de matière organique dans l'horizon 0-10 cm pour les différents essais, stations et principaux traitements.

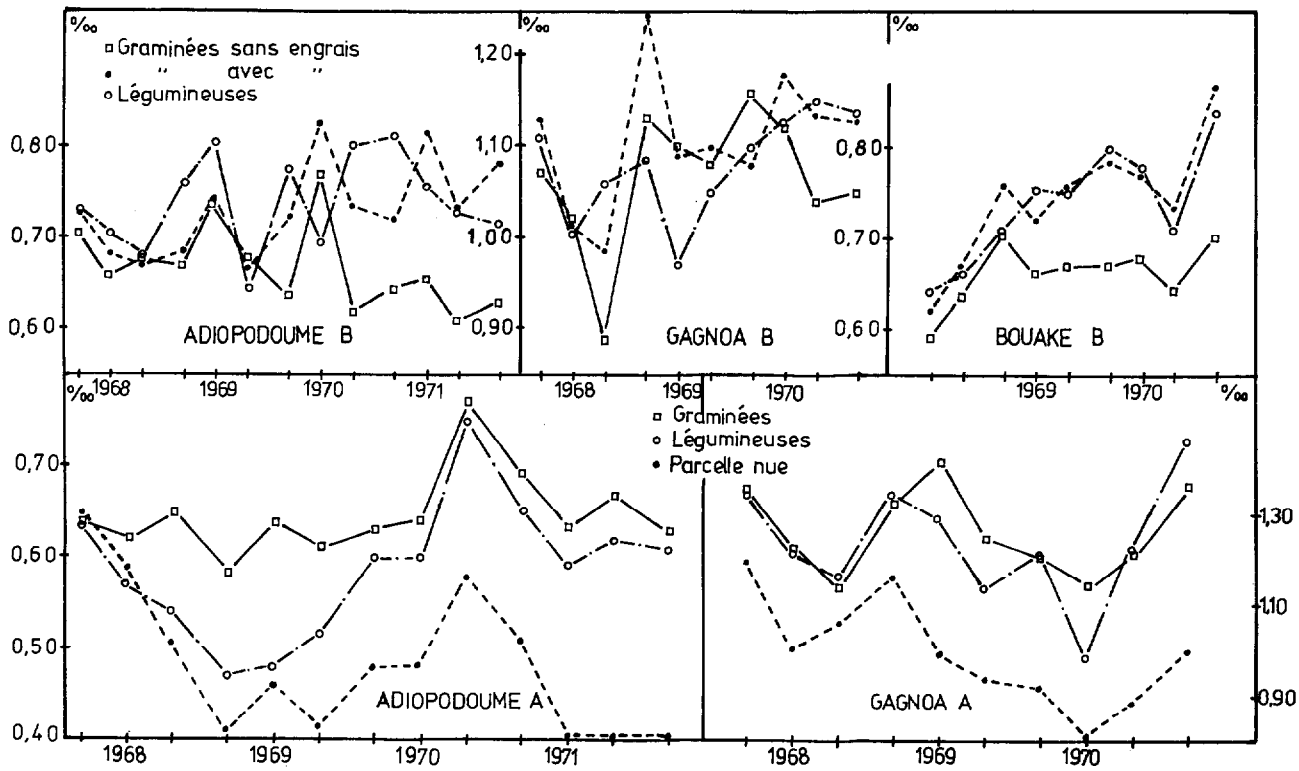


FIG. 2. — Évolution temporelle des teneurs en azote total dans l'horizon 0-10 cm pour les différents essais, stations et principaux traitements.

matière organique à certains moments à Gagnoa peuvent également provenir d'erreurs d'échantillonnage.

Les quantités de matière organique sont en règle générale en accroissement régulier au cours du temps. Les diminutions sur les parcelles nues des essais A sont relativement brutales ; le taux minima de carbone est atteint au bout de 12 à 18 mois et se stabilise ensuite.

Les augmentations de stock exprimées en pourcentage sont les plus élevées sur l'essai A à Adiopodoumé et représentent en quatre années 30 % du stock initial. Sur cette même station les gains observés sur l'essai B, où initialement les quantités sont plus élevées que sur l'essai A, sont respectivement de 23 et 14 % selon que les cultures reçoivent ou non de l'engrais. Ces mêmes derniers taux pour les mêmes traitements s'observent à Bouaké. A Gagnoa, par contre, les accroissements ne dépassent généralement pas 8 % en moyenne mais on trouve en fin d'essai l'opposition des traitements avec et sans fertilisation.

Il est beaucoup plus difficile de conclure en ce qui concerne l'azote. Néanmoins les mêmes effets apparaisssent sur les trois stations au niveau de l'essai B. Il s'agit des différences entre les taux d'azote total des graminées sans engrais d'une part et des graminées avec engrais et légumineuses d'autre part. A Bouaké, cette ségrégation se manifeste au bout d'un an et l'ensemble des teneurs est en augmentation au cours du temps, atteignant sous légumineuses et graminées fertilisées 30 % des taux initiaux. A Gagnoa et Adiopodoumé, il faut attendre un à deux ans pour voir cette opposition se manifester. De plus les teneurs n'augmentent pas et même diminuent sensiblement dans le cas des graminées sans engrais à Adiopodoumé.

A part l'opposition parcelle cultivée/parcelle nue, les essais A ne révèlent pas de tendance évolutive particulière. Il y a dans l'ensemble maintien des teneurs pendant toute la durée de l'expérimentation. Remarquable cependant, est la forte diminution des taux pendant les dix-huit premiers mois sous légumineuses, suivie d'une remontée d'égale vitesse et ampleur au niveau des graminées.

1.3.2. Synthèse des résultats d'analyse de variance

Les analyses de variance ont porté à la fois sur les caractéristiques globales de la matière organique — carbone et azote total — et quelques constituants de l'humus — carbone libre, fulvique, humique et de l'humine.

Les résultats relatifs aux essais A sont reportés au tableau IV, ceux des essais B au tableau V.

Les effets les plus fréquents et les plus nettement significatifs se rencontrent sur les essais A alors que sur les essais B, ces effets sont beaucoup moins nombreux et surtout pratiquement limités à la seule station d'Adiopodoumé.

L'effet « sol couvert supérieur à sol nu » s'exprime sur l'ensemble des variables retenues à l'exception des taux d'acides fulviques et humiques.

La supériorité des graminées sur les légumineuses est fréquente à Adiopodoumé, plus rare à Gagnoa où par contre c'est l'opposition entre *Pennisetum* et *Tripsacum*, au désavantage de cette dernière espèce, qui s'observe.

D'une façon générale, l'opposition sol couvert/sol nu intéresse surtout les paramètres permettant une estimation quantitative de la matière organique — carbone et azote total — auxquels il faut adjoindre le taux de carbone libre, alors que le contraste graminées/légumineuses et *Pennisetum*/*Tripsacum* à Gagnoa s'observe sur les constituants fulviques et humiques de l'humus.

L'effet du temps ou effet date témoigne d'une accumulation progressive et significative de la matière organique et de ses principaux constituants à l'exception des acides fulviques, surtout à Adiopodoumé, qui ont tendance à diminuer.

Les résultats de l'essai B n'apportent que peu d'informations supplémentaires. Seul l'effet « famille », observé sur le carbone libre à Adiopodoumé et qui témoigne d'une plus grande accumulation de matière organique sous légumineuses que sous graminées, met en évidence, le rôle indispensable de la fertilisation sur l'accroissement du stock d'humus grossier sous couverts graminéens.

1.3.3. Analyses de variance sur les constituants de l'humus en fin d'essai

Dans le but de distinguer une influence éventuelle de la qualité des résidus végétaux incorporés au sol sur l'importance relative des constituants de l'humus, des déterminations analytiques complémentaires plus précises ont été entreprises sur les échantillons prélevés en surface sur les essais de type A offrant un maximum de variabilité inter-spécifique et une opposition extrême dans les traitements culturaux : couverture végétale/sol nu.

La méthode choisie est celle de Dabin (1971), qui pratique des extractions séquentielles au moyen d'un pré-traitement des échantillons à l'acide phosphorique permettant de recueillir une fraction organique grossière et des acides fulviques dits libres, suivi d'extractions successives au pyrophosphate 0,1 M et à la soude 0,1 N en séparant acides fulviques et acides humiques. Les extraits humiques ont été soumis à électrophorèse et dissociés en acides gris peu mobiles et bruns, migrant plus fortement. Les quan-

TABLEAU IV

Essai A, horizon 0-10 ; résumé des analyses de variance sur la matière organique portant sur l'ensemble des campagnes

	Adiopodoumé		Gagnoa	
	Oppositions	Effet date	Oppositions	Effet date
Carbone total.....	Co > Nu*** G > L*	an 4 > an 3 > an 2 > an 1	Co > Nu***	an 3 = an 2 > an 1
Azote total.....	Co > Nu***	an 3 > an 4 > an 1 = an 2	Co > Nu**	
Carbone libre.....	Co > Nu***	an 4 > an 3 > an 2 = an 1	Co > Nu** Pen, Tri** > Pan, Set Pen < Tri	an 2 > an 3 = an 1
Carbone fulvique.....	G > L***	an 1 > an 2 > an 4 = an 3	G > L** Pen < Tri**	an 3 = an 1 > an 2
Carbone humique.....	G > L***	an 3 > an 4 = an 2 = an 1	G > L* Pen < Tri**	an 1 = an 3 > an 2
Carbone de l'humine.....		an 3 > an 4 > an 2 > an 1	Co > Nu*	an 2 = an 3 > an 1

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

TABLEAU V

Essai B, horizon 0-10 ; résumé des analyses de variance sur la matière organique portant sur l'ensemble des campagnes

	Adiopodoumé		Gagnoa		Bouake	
	Effets traitements	Effets date	Effets traitements	Effets date	Effets traitements	Effets date
Carbone total.....		an 4 > an 3 > an 2 = an 1				an 3 = an 2 > an 1
Azote total.....		an 3 > an 2 = an 4 > an 1		an 3 > an 2 = an 1		an 3 = an 2 > an 1
Carbone libre.....	Fa—*** Fe—	an 4 > an 3 = an 1 = an 2	Po+	an 1 > ab 3 > an 2		an 2 > an 3 = an 1
Carbone fulvique....				an 3 = an 1 > an 2	Fa+	an 1 > an 3 > an 2
Carbone humique....		an 2 = an 3 > an 4 = an 1				
Carbone de l'humine.		an 3 > an 4 = an 2 = an 1	Fe—	an 3 = an 2 > an 1		an 3 = an 2 > an 1

Traitements : Fa : famille ; Po : port ; Ry : rythme ; Fe : fertilisation.

tités d'humine assimilées à l'inextractible sont calculées par différence.

Les résultats relatifs aux moyennes des traitements principaux sont illustrés en figure 3. Les significations statistiques entre les divers traitements figurent au tableau VI.

Au plan quantitatif, l'opposition est très nette entre, d'une part les deux stations considérées, d'autre part les trois groupes de traitements retenus.

Les teneurs en carbone sont dans l'ensemble largement supérieures d'environ une fois et demie à deux fois sur la station de Gagnoa ; font exception la fraction grossière de la matière organique mieux représentée à Adiopodoumé et les acides humiques d'importance égale sur les deux stations. S'agissant des traitements retenus, les teneurs en matière organique totale vont décroissant des couverts végétaux à graminées puis à légumineuses enfin aux parcelles nues.

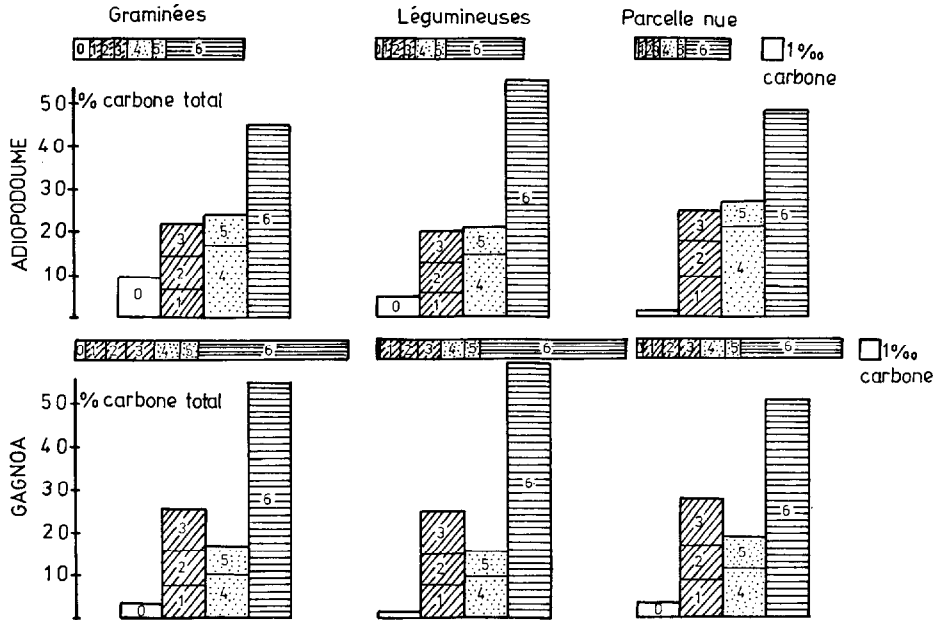


FIG. 3. — Répartition quantitative et qualitative des constituants de l'humus pour les principaux traitements en fin d'essai (essai A ; 0-10 cm).

0 : carbone grossier ;
1 : carbone des acides fulviques libres ;
2 : acides fulviques extraits au pyrophosphate ;
3 : acides fulviques extraits à la soude ;
4 : acides humiques extraits au pyrophosphate ;
5 : acides humiques extraits à la soude ;
6 : carbone de l'humine.

Par rapport à la moyenne mesurée sous graminée les diminutions du taux de carbone total sont de 13 et 9 % sous légumineuses et de 45 et 25 % sous parcelle nue pour respectivement les stations d'Adiopodoumé et de Gagnoa ; sur cette dernière station l'opposition graminées/légumineuses n'est pas significative.

Afin de juger l'effet des traitements sur les divers constituants humiques indépendamment du niveau des teneurs, reflétant les différences mentionnées ci-dessus, l'analyse statistique a porté soit sur des taux soit sur des rapports entre composés extraits.

Un certain nombre de comportements sont communs aux deux stations étudiées bien que fréquemment le niveau de signification soit plus élevé à Gagnoa qu'à Adiopodoumé. Il s'agit :

— d'une accumulation de produits organiques grossiers plus importante sous graminée que sous légumineuse, moindre sous *Pennisetum* que sous *Tripsacum*,

— d'une quantité d'humine formée sous légumineuse plus élevée que sous graminée.

De plus à Adiopodoumé, l'opposition significative sol couvert/sol nu se traduit par une diminution du carbone libre et une augmentation des acides fulviques sous parcelle nue. Enfin les graminées favorisent la formation d'acides humiques.

A Gagnoa, il n'y a pas d'effet traitement sur le taux d'acides fulviques. Par contre, les significations sont nombreuses et le plus souvent en sens opposé sur les produits humiques extrêmes : la matière orga-

TABLEAU VI

Essai A, horizon 0-10 ; significations statistiques pour diverses caractéristiques de la matière organique en fin d'essai.
(Conférer légende du tableau IV)

	Adiopodoumé			Gagnoa		
	Moyenne générale	Valeur F trait.	Oppositions	Moyenne générale	Valeur F trait.	Oppositions
Carbone total ‰	7,26	8,16**	Co > Nu*** G > L*	12,10	2,89*	Co > Nu**
% mat. org. libre	7,5	3,86*	Co > Nu*** G > L* Pen < Tri*	3,2	20,7**	G > L*** Styl > Cent*** Gtouf < Gramp Pen < Tri*** Pan < Set Bra > Cyn***
% AF	21,6	2,61*	Co < Nu* G > L	25,6	1,55	
% AH	23,4	3,61*	G > L* Gtouf < Gramp	16,2	4,67**	Co < Nu Styl > Cent Pen < Tri**
% Humine	47,5	7,21**	G < L*** Bra > Cyn	55,0	9,47**	Co > Nu***-G < L*** Styl < Cent** Pen > Tri** Pan > Set*
AF/AH	0,92	0,61		1,56	2,65*	Gtouf > Gramp Pen > Tri*
100 AF libres / Humine	14,0	10,55**	Co < Nu*** G > L*** Bra < Cyn	14,0	1,81	Co < Nu Pan < Set
100 AF totaux / Humine	45,7	6,26**	Co < Nu G > L*** Bra < Cyn	46,3	1,96	Co < Nu G > L
AH gris / AH bruns	2,51	0,92		1,24	0,40	

nique grossière et l'humine. Ainsi au fort pourcentage de carbone libre sous graminée, *Stylosanthes* et *Tripsacum*, s'oppose une accumulation préférentielle d'humine respectivement sous légumineuse, *Centrosema* et *Pennisetum*. Le taux d'humine est enfin nettement plus élevé sous couverture végétale que sous sol nu.

L'état humique final s'apprécie au travers de l'importance relative de certains constituants de l'humus comme par exemple, les acides fulviques. Ainsi, il est intéressant de noter qu'à Gagnoa, un couvert de *Pennisetum* comparé à *Tripsacum* conduit à moins de produits grossiers mais favorise par contre la synthèse de produits fulviques par rapport aux humiques. A Adiopodoumé, le rapport $\frac{AF \text{ libres ou totaux}}{\text{humine}}$ est très élevé sous sol nu ou encore sous graminées par rapport aux légumineuses.

Par contre la répartition des acides humiques en produits fortement et faiblement polymérisés, respectivement acides humiques gris et bruns, n'est pas dépendante des traitements testés. La valeur deux fois plus élevée du rapport $\frac{\text{AH gris}}{\text{AH bruns}}$ à Adiopodoumé qu'à Gagnoa témoigne cependant d'un effet spécifique de la station sur l'humification.

1.3.4. Résultats des analyses de covariance

Ces résultats figurent aux tableaux VII et VIII pour respectivement les essais A et B et se limitent aux caractéristiques globales de la matière organique mesurées en fin d'essai.

Il est difficile dans le cas des essais A de trouver des covariables expliquant une part importante de la variabilité finale des teneurs en matière organique ; l'azote total se révèle même être indépendant des principales variables généralement explicatives. Dans ces conditions l'analyse par covariance n'apporte que peu d'informations supplémentaires ; seul le taux de terre fine à Gagnoa permet de mettre en évidence une accumulation préférentielle de matière organique sous graminées par rapport aux légumineuses et sous

Tableau VII

Essai A, comparaison des analyses de variance et de covariance sur carbone et azote total en fin d'essai (horizon 0-10 cm).
(Conférer légende du tableau IV)

Station	Variables	Rappel Adv		Covariable	Variabilité expliquée	Adcov	
		c.v.	Effets		(%)	c.v.	Effets
Adiopodoumé	Carbone total CT	11,0	Co > Nu*** G > L*	Carbone total CTi	28	9,6	Co > Nu*** G > L
				Argile ARG	30	9,5	Co > Nu*** Gt < Gr
	Azote total NT	10,0	Co > Nu*** Gt < Gr	Liaisons non significatives avec azote total initial et argile			
Gagnoa	Carbone total CT	12,4	Co > Nu**	Carbone total CTi	24	11,2	Co > Nu
				Terre fine TF	38	10,1	Co > Nu G > L Pen, Tri > Pan, Set
				Carbone total à $t - 1$	40	10,0	
	Azote total NT	17,7	Co > Nu	Liaisons non significatives avec azote total initial, argile et terre fine			

TABLEAU VIII

Essai B, comparaison des analyses de variance et de covariance sur carbone (CT) et azote (NT) total en fin d'essai sur l'horizon 0-10 cm.
(Conférer légende du tableau V)

Station	Variables	Rappel Adv		Covariable	Variabilité expliquée	Adcov	
		c.v. (%)	Effets		(%)	c.v. (%)	Effets
Adiopodoumé	CT	11,6	Fert—* FaPoRy—	CTi	24	10,4	Fert—* FaPoRy—
				ARG	45	8,9	Fert—**, FaPo+ FaPoRy—
	NT	14,4	Fert—	NTi	19	13,4	Fert—
				ARG	41	11,4	Fert—*
Gagnoa	CT	24,3		TF	36	20,0	
				ARG	49	17,9	Po+**, FaFe—*
				CTi	58	16,3	
	NT	22,1		TF	32	18,6	
				NTi	46	16,8	
				ARG	49	16,3	Po+, FaFe—
Bouaké	CT	17,3		ARG	61	11,2	FaFe—, PoRy+ PoFe+
				CTi	96	3,5	Fe—, ***FaPo+*** FaFe—**, RyFe—* FaPoFe**+
	NT	21,4		ARG	69	12,4	PoRy+
				NTi	74	11,3	Fe—, FaFePo+

grandes graminées à port en touffe par rapport aux petites.

Dans les essais B, l'analyse par covariance, apporte davantage de résultats. A Adiopodoumé il s'agit surtout d'une confirmation de l'analyse de variance faisant ressortir le rôle positif de la fertilisation sur les gains de matière organique. A Gagnoa, on note peu d'effets à l'exception du comportement favorable des plantes à port dressé : *Panicum* et *Stylosanthes*. Mais c'est surtout à Bouaké que de multiples effets significatifs apparaissent notamment sur le taux de carbone total compte tenu du taux initial :

— effet « fertilisation » positif ;

— effet « Fa Po » autrement dit « plante » témoignant de plus fortes accumulations de carbone sous *Panicum* et *Centrosema* que sous *Cynodon* et *Stylosanthes* ;

— effet « Fa Fe » c'est-à-dire que les graminées recevant des engrais conduisent à des grains significatifs de matière organique ;

— effet « Ry Fe » montrant l'effet défavorable de la combinaison de l'exploitation en rythme lent sans apport d'engrais ;

— effet « Fa Po Fe » mettant en évidence un appauvrissement en carbone du sol sous *Cynodon* non fertilisé.

Les analyses relatives au carbone total à Gagnoa, échelonnées dans le temps et faites à partir des relations inter- et intra-état aboutissent aux données du tableau IX. Ces résultats mettent en évidence le rôle déterminant du carbone initial jusqu'à la saison sèche 1970 soit pendant deux années. Abstraction faite de cette influence, les traitements jouent selon une intensité variable et parfois un sens différent au cours de chacune de ces deux années. Ainsi la supériorité des graminées à port en touffe sur les graminées à port rampant s'exerce dès la première année, et ne se maintiendra pas en fin d'essai, alors qu'il faut attendre la deuxième année pour voir apparaître les effets positifs du sol couvert par rapport au sol nu et des graminées par rapport aux légumineuses. En fin d'essai

TABLEAU IX

Gagnoa essai A, analyses de covariance du carbone total dans l'horizon 0-10 cm à partir des liaisons inter- et intra-état.
(Conférer légende du tableau IV)

	Rappel Adv		Covariable	Variabilité expliquée (%)	Adcov	
	c.v. (%)	Effets			c.v. (%)	Effets
69–1	15,6	Co > Nu Pen < Tri	CTi	65	9,6	Co > Nu G_t > G_r* Pen < Tri Pan < Set Bra > Cyn
70–1	13,5	Co > Nu*	CTi	80	6,2	Co > Nu*** G > L*** G_t > G_r Pen > Tri Bra > Cyn
			AGB_t	66	8,2	
70–2	12,8	Co > Nu** G > Nu*	CT_{t-1} AGB_{t-1} AGB_t	73	7,3	Co > Nu Bra > Cyn*
70–3	16,1	Co > Nu*	CT_{t-1} AGB_{t-1} AGB_t	87	6,2	Bra > Cyn***
71–1	12,4	Co > Nu**	CTi	24	11,2	Co > Nu
			CT_{t-1} AGB_{t-1} AGB_t	80	6,0	Co > Nu** G_t < G_r Pen, Tri > Pan, Set** Pen < Tri**

au cours de la dernière saison sèche, c'est le système de liaisons entre matière organique et état structural qui est déterminant. En tenant compte de cette influence, certains traitements, tels les oppositions entre sol nu et sol couvert, grandes graminées et petites graminées en touffes, *Pennisetum et Tripsacum*, apparaissent encore avoir des effets très nets.

1.4. Essai de bilan organique

La méthode d'étude est comparable à celle généralement utilisée dans le cas des bilans minéraux.

Il s'agit dans un premier temps d'estimer un stock de matière organique à un instant t en tenant compte du stock initial, des apports par la litière et les racines et des pertes par minéralisation. Ce stock théorique est ensuite comparé au stock réel mesuré au même temps t.

Les différences sont interprétées selon leurs signes, positif ou négatif, et traduisent respectivement des sur- et sous-estimations du stock. Une explication est alors recherchée au niveau du calcul des apports et des pertes.

En fait, si l'on suppose qu'à un moment donné l'équilibre du stock de matière organique est atteint, l'analyse peut se ramener à la comparaison du coefficient de décomposition des apports au coefficient de transformation de la matière organique en humus appelé coefficient isohumique K_1.

Ce dernier coefficient s'obtient en écrivant que la variation annuelle du stock de matière organique ΔS est égale aux apports diminués des pertes, soit :

$$\Delta S = K_1 A - K_2 (K_1 A + S \text{ moyen})$$

Les stocks étant mesurés, ce calcul suppose la connaissance d'une estimation des apports A et du coefficient de minéralisation K_2 de l'humus. Étant donné l'incertitude avec laquelle sont calculés les apports, il est illusoire de vouloir établir une série de coefficients annuels ; seule une valeur moyenne se rapportant à toute la durée de l'expérimentation a quelque chance d'être représentative.

Les coefficients de décomposition des apports organiques au sol, de la litière par exemple, peuvent être calculés de deux manières selon que l'on considère que le stock présent à chaque instant sur le sol est à l'état d'équilibre ou non.

Dans le premier cas, il suffit d'écrire que les pertes en litière du stock moyen L_E sont compensées par les gains de production, soit :

$$k' L_E = A (1 - k')$$

Dans le second cas, les stocks de litière L_0 et L_1 mesurés aux instants t_0 et t_1 se déduisent l'un de l'autre par la formule :

$$L_1 = L_0 (1 - k) + A (1 - k)$$

Ces deux expressions supposant l'unicité des coefficients k et k' appliqués à la décomposition de la litière qu'elle soit fraîche ou vieille.

Seules les données des essais du type A sont analysées car elle s'appliquent aux traitements les plus simples avec le plus grand nombre de répétitions c'est-à-dire trois. Le traitement rythme de coupe rapide des essais B perturbe fortement les équilibres et accroit l'hétérogénéité en ce sens que les conséquences des coupes intermédiaires, entrainant des chutes de litière et des émissions de racines supplémentaires, n'ont pas été contrôlées entre chaque prélèvement. Il est cependant possible de prendre en considération les traitements des essais B identiques à ceux des essais A, à savoir fertilisation et rythme de coupe lent. Pour quatre espèces, *Panicum, Cynodon, Stylosanthes, Centrosema*, cinq répétitions sont donc disponibles.

1.4.1. Estimation des apports théoriques de matière organique au sol

La connaissance de la biomasse résiduelle instantanée trois fois par an, outre le fait qu'elle ne fournit pas une estimation très représentative car le prélèvement correspondant a été effectué sur une surface de 0,96 m², ne permet pas de mesurer le renouvellement de cette biomasse, donnée pourtant indispensable au calcul des quantités de litière s'accumulant et s'incorporant au sol.

L'estimation des apports organiques au sol passe donc par l'établissement d'une fonction de production fondée sur des données disponibles relatives à ce processus et des hypothèses simplificatrices.

1. *Hypothèses de calcul*

L'hypothèse de base considère qu'il existe un rapport unique dans une intercoupe entre la biomasse exportée et les biomasses résiduelles, aériennes et souterraines. Ce rapport ne peut être calculé valablement qu'en début d'expérimentation au moment du premier prélèvement afin d'éviter au maximum la simultanéité des deux phénomènes d'émission des talles et racines et de leur décomposition. Ce choix nécessite l'adoption d'hypothèses complémentaires.

Concernant la litière, il faut admettre qu'au moment du premier prélèvement, la biomasse résiduelle est une production nette résultant du seul phénomène d'accumulation et ne subissant aucune incorporation au sol. Aux fins de calcul des quantités de litière ou nécromasse épigée on dispose du rapport $\frac{\text{litière}}{\text{biomasse résiduelle}}$. Ce dernier taux a cependant été calculé une seule fois en fin d'essai et on peut craindre a priori sa sur-estimation. Néanmoins, le

rapport $\frac{\text{biomasse résiduelle}}{\text{biomasse exportée}}$ a, quant à lui, été mesuré en moyenne 150 jours après les implantations souvent après qu'une coupe de régularisation ait été pratiquée, entraînant probablement une disparition de litière dans le sol et, par conséquent, une sous-estimation de ce taux.

Quant aux racines, il n'est pas possible de connaître le pourcentage de racines mortes à chaque prélèvement. On est donc conduit à admettre implicitement que toutes les racines meurent après chaque coupe. Cette hypothèse a été retenue, comme fournissant une limite supérieure de l'apport de matière organique au sol par les racines, par PICARD (1976).

Ce même auteur propose, dans le cas de *Panicum maximum*, une méthode d'estimation des apports organiques par les racines en utilisant le rapport entre biomasse exportée et biomasse hypogée néoformée pendant une intercoupe donnée. Ce dernier rapport est en fait très variable et ne s'obtient valablement que sur un nombre important d'intercoupes intervenant pendant la phase d'équilibre entre les masses racinaires néoformées et en destruction. Calculé au moment de l'installation de la prairie, période pendant laquelle le poids de racines augmente progressivement, le rapport entre racines et biomasse exportée est donc en principe sous-estimé.

2. *Résultats*

Calculés à partir de l'ensemble des résultats et exprimés selon des quantités moyennes annuelles les apports de litière et de racines figurent au tableau X.

La comparaison des quantités de litière obtenues avec trois et cinq répétitions montre que, dans le cas de *Panicum* et *Stylosanthes*, sauf à Gagnoa pour cette dernière espèce, une assez grande indétermination subsiste sur les estimations.

De même, dans le cas des racines, le passage de trois à cinq répétitions accroît l'incertitude des déterminations pour *Cynodon* à Adiopodoumé et *Centrosema* à Gagnoa. Les valeurs trouvées pour *Panicum* sont sous-estimées d'environ 30 % à Adiopodoumé et 15 % à Gagnoa par rapport aux quantités proposées par PICARD (1976, *op. cit.*) pour les traitements culturaux équivalents.

TABLEAU X

Estimation de la production moyenne annuelle de litière et de racines en g • m⁻² et répartition en première année. Calculs effectués sur 4 ans à Adiopodoumé (A) et 3 ans à Gagnoa (G)

		Station	*Panicum*	*Setaria*	*Pennisetum*	*Tripsacum*	*Brachiaria*	*Cynodon*	*Stylosanthes*	*Centrosema*
Litière...	Apports moyens annuels 3 rép.	A	411	394	435	1 079	565	814	227	423
		G	188	254	290	654	321	431	142	263
	% total en première année	A	31	30	28	28	24	21	35	45
		G	41	46	35	29	37	33	34	41
	Apports moyens annuels 5 rép.	A	310					816	338	388
		G	225					470	148	288
Racines..	Apports moyens annuels 3 rép.	A	278	401	321	801	391	392	38	50
		G	369	644	349	977	445	267	47	151
	Apports moyens annuels 5 rép.	A	276					297	46	60
		G	349					268	37	113

1.4.2. Calcul des coefficients de décomposition des apports organiques

Ces coefficients, relatifs aux apports de litière, figurent au tableau XI. Ils ont été calculés à partir des données obtenues en dernière année d'expérimentation dans les deux hypothèses où, d'une part le stock d'équilibre n'est pas atteint, ce qui permet d'obtenir le coefficient k, d'autre part l'équilibre existe et il s'agit alors du coefficient k'. La similitude ou non de ces deux valeurs justifie l'une ou l'autre des hypothèses.

L'examen du tableau XI montre que les conditions de l'équilibre sont mieux réalisées à Adiopodoumé au bout de quatre années qu'à Gagnoa après trois ans à l'exception du couvert à *Centrosema*.

Chez les graminées, il y a deux taux moyens de décomposition, le premier concerne le groupe *Panicum, Setaria, Pennisetum* et se situe au niveau relativement peu élevé de 0,40, le second relatif à *Tripsacum, Brachiaria, Cynodon* est proche de 0,60.

1.4.3. Détermination du coefficient K_2 de minéralisation de la matière organique

Ces taux d'oxydation de la matière organique sont calculés à partir des variations du stock de carbone enregistrées sur les parcelles ne supportant aucun couvert végétal mais recevant des engrais.

Les essais de bilan organique portent générale-

Tableau XI

Comparaison des coefficients de décomposition de la litière en fin d'expérimentation

		Panicum	*Setaria*	*Pennisetum*	*Tripsacum*	*Brachiaria*	*Cynodon*	*Stylosanthes*	*Centrosema*
Adiopodoumé...	k	0,38	0,38	0,41	0,61	0,64	0,56	0,50	0,12
	k'	0,36	0,35	0,46	0,58	0,61	0,58	0,46	0,26
Gagnoa.....	k	0,29	0,37	0,52	0,69	0,52	0,53	0,29	0,20
	k'	0,38	0,44	0,56	0,67	0,54	0,55	0,37	0,39

k : stock de litière en équilibre non atteint ; k' : stock de litière supposé à l'équilibre.

Tableau XII

Valeurs des coefficients K_2 de minéralisation en % ; pertes et gains des principaux constituants de la matière organique sur la parcelle nue

	Horizon (cm)	Année 2	Année 3		Année 4		Pertes globales en % des stocks		Gains (%)
		Annuel	Annuel	Annuel moyen	Annuel	Annuel moyen	Mat. org. libre	Fraction humifiée	Humine
Adiopodoumé.....	0–10	7,5	gain	3,2	6,2	4,1	45	20	22
	0–25	7,6	2,3	5,0	7,5	5,8	53	15	10
Gagnoa.....	0–10	3,4	3,1	3,2			20	6	0
	0–25	gain	9,1	1,2			26	6	9

TABLEAU XIII

Coefficients isohumiques (k_1) *moyens ; comparaison avec les coefficients de décomposition de la litière et des racines dont les stocks sont supposés être à l'équilibre*

			Panicum	*Setaria*	*Pennisetum*	*Tripsacum*	*Brachiaria*	*Cynodon*	*Stylosanthes*	*Centrosema*
Litière	*k'*	3	A	0,37	0,35	0,46	0,58	0,61	0,58	0,46	0,26
		Rép.	G	0,38	0,44	0,56	0,67	0,54	0,55	0,37	0,39
		5	A	0,34					0,54	0,39	0,28
		Rép.	G	0,33					0,51	0,24	0,41
Racines	*k'*	3	A	0,65	0,65	0,59	0,64	0,73	0,51	0,43	0,47
		Rép.	G	0,67	0,80	0,69	0,84	0,75	0,51	0,58	0,78
		5	A	0,64					0,51	0,45	0,51
		Rép.	G	0,67					0,52	0,47	0,75
Litière + Racines	*k'*	3	A	0,44	0,46	0,51	0,61	0,66	0,55	0,46	0,27
		Rép.	G	0,53	0,65	0,62	0,76	0,65	0,54	0,32	0,48
		5	A	0,44					0,53	0,40	0,30
		Rép.	G	0,48					0,52	0,27	0,47
	k_1	3	A	0,68	0,54	0,55	0,27	0,35	0,31	> 1	0,49
		Rép.	G	0,68	0,19	0,75	0,11	0,31	0,44	0,35	0,76
		5	A	0,91					0,45	0,98	0,59
		Rép.	G	0,71					0,32	< 0	0,45

ment sur les résultats d'expérimentations de longue durée, plusieurs décennies, et aboutissent à des modèles de décroissance linéaire (HENIN, DUPUIS, 1945) ou hyperboliques (BOIFFIN, FLEURY, 1974).

Les données utilisables se rapportant à de très courtes durées, trois et quatre ans, les pertes ont été estimées constantes pour un intervalle de temps donné et traduites en simples coefficients de proportionalité avec les stocks de carbone total.

Les résultats sont reportés au tableau XII et donnent des valeurs plausibles bien qu'un peu élevées surtout à Adiopodoumé.

Les transformations qualitatives portent principalement sur le carbone grossier dont le taux chute de 50 et 25 % respectivement à Adiopodoumé et Gagnoa. La fraction humique et fulvique diminue également mais dans une moindre proportion. Par contre, la teneur en humine s'accroît surtout à Adiopodoumé.

1.4.4. CALCUL DU COEFFICIENT ISOHUMIQUE k_1

Les coefficients k_1 ont été calculés par rapport aux stocks de carbone de la tranche de sol 0-25 cm. Il faut admettre que le coefficient de minéralisation k_2 est le même sur les parcelles en végétation que sur les parcelles sans couverture végétale.

Dans le tableau XIII, les coefficients k' de disparition des apports ont été mis en rapport avec les coefficients isohumiques k_1. Un taux moyen de décomposition de la litière et des racines a été établi en supposant les stocks à l'état d'équilibre.

L'incidence de l'augmentation du nombre de répétitions destinées à calculer les paramètres est plutôt faible sur les coefficients k' sans doute en raison de l'importance des stocks qui tamponne les variations induites par la variabilité souvent accrue au niveau du calcul des apports (cf. tabl. X). Il n'en va pas de même pour des coefficients k_1 dont l'incertitude sur la moyenne s'accroît en particulier pour *Panicum* à Adiopodoumé, *Centrosema* et *Stylosanthes* à Gagnoa.

En tolérant une marge de variation d'environ 20 %, il y a correspondance entre les coefficients d'humification et de décomposition des restitutions organiques dans un nombre limité de cas concernant *Setaria* à Adiopodoumé, *Pennisetum* et *Cynodon*, malgré le manque de précision sur le calcul de k_1 pour cette dernière espèce.

2. DISCUSSION ET CONCLUSION GÉNÉRALE

La très forte dépendance entre le taux de matière organique d'un sol et certains éléments de la texture, la teneur en argile, notamment, est extrêmement fréquente ; elle a été également constatée dans les milieux tropicaux secs ainsi qu'en témoignent les travaux de JONES (1973).

La mise en évidence de ce type de liaison se limite le plus souvent aux horizons de surface. Le fait qu'elle puisse encore se détecter dans les horizons plus profonds à Adiopodoumé est probablement caractéristique de l'évolution de la pédogenèse dans ce milieu où les colloïdes minéraux et organiques sont soumis à un très fort lessivage.

L'exceptionnelle liaison négative entre argile et matière organique sur l'essai A de Gagnoa mérite une explication. Il faut tenir compte du fait que cet essai était situé en haut de pente alors que l'essai B se trouvait déjà à l'amorce du bas de pente. L'examen de la liaison taux d'argile-taux de terre fine permet d'avancer des éléments d'explication :

— cette relation est inverse dans le cas de l'*essai B*, c'est-à-dire conforme à une certaine logique qui veut qu'un accroissement du taux d'éléments grossiers soit accompagné d'une concentration plus forte en argile ;

— *dans l'essai A*, cette liaison argile-terre fine est positive et, la liaison carbone total-terre fine étant inverse il s'ensuit une liaison négative entre matière organique et argile.

Cette augmentation du taux d'argile, concomitante de la diminution du taux de gravillons, pourrait résulter d'un « décapage » par érosion entraînant préférentiellement les éléments grossiers et laissant apparaître un horizon enrichi en argile.

Une des conclusions essentielles de l'analyse des relations inter-état tient au fait que, dans deux stations sur trois, Gagnoa et Bouaké, les traitements culturaux n'ont pas permis de modifier le système de corrélation déterminant pour la matière organique qui lie les taux de carbone total entre les états initial et final.

A propos des effets traitements, il est possible de conclure que, au plan quantitatif, l'effet « sol couvert supérieur à sol nu » fournit la preuve que le bilan restitutions-minéralisation organique est positif sous les couverts végétaux testés. L'accroissement annuel moyen du taux de carbone total dans la couche 0-10 cm atteint 7 %, ce qui correspond aux résultats des auteurs anglais avec cette restriction qu'en milieu tempéré, l'augmentation ne se rapporte qu'aux deux ou trois premiers centimètres superficiels.

L'effet spécifique des graminées par rapport aux légumineuses est d'ordre qualitatif et ne s'obtient qu'avec la présence d'une forte fertilisation. Par ailleurs, on constate globalement au cours du temps un accroissement du carbone grossier et de l'humine en rapport avec une diminution simultanée de la fraction humifiée qui touche surtout les acide fulviques.

Les résultats des déterminations de fin d'essai permettent d'affiner les explications des effets traite-

ments et de caractériser les oppositions stationnelles entre Gagnoa et Adiopodoumé.

— L'humine formée sous légumineuses est problement une humine jeune dont la formation est favorisée par les teneurs élevées en azote des résidus de culture sous forme de produits aminés et amidés. Sous couvert graminéen par contre les produits aliphatiques et acides organiques domineraient, donnant naissance préférentiellement aux acides humiques.

— Les taux relativement élevés d'acides fulviques par rapport à l'humine pour certains traitements, notamment à Adiopodoumé, s'expliquent :

- sous sol nu par simple évolution de la fraction humine en des formes fulviques,
- sous graminées, par rapport aux légumineuses, par production directe d'acides fulviques.

— Un des tout premiers stades de l'humification conduit à des produits très polymérisés extractibles à la soude. A partir de là, les conditions édapho-climatiques de chaque station commandent l'évolution. A Adiopodoumé les acides humiques gris qui prédominent ont une maturation assez lente en raison de l'acidité du milieu et peut-être de l'existence de fréquentes périodes de dessiccation intense du sol. A Gagnoa la maturation ultérieure en acides humiques bruns se fait mieux par suite d'un pH plus élevé et d'un régime hydrique plus favorable.

En résumé, on peut affirmer que les *traitements culturaux appliqués*, ont eu des *incidences relativement comparables* sur les *divers constituants de l'humus*, parmi lesquels le *carbone grossier et les produits inextractibles ou humine se montrent les plus directement modifiables*. Par contre, les traitements n'ont guère eu d'action sur les équilibres entre *acides fulviques et humiques* qui semblent être *une caractéristique intrinsèque de chaque station*.

Les résultats de l'étude du bilan organique sont sujets à discussion tant est parfois grande l'imprécision avec laquelle les estimations sont effectuées.

Si l'on se réfère aux résultats obtenus par RAFFAILLAC (1976) dans une étude précise de la production de litière à Adiopodoumé sous couverts de *Panicum* et *Stylosanthes* en installation, d'assez larges distorsions subsistent puisque les quantités mesurées par cet auteur sont respectivement de 1 000 $g.m^{-2}$ an^{-1} et 700 $g.m^{-2}$ an^{-1}. Encore faut-il rappeler qu'il s'agissait là de prairies en installation, dans leur première année, période pendant laquelle les apports sont plus élevés comme le prouvent les résultats du tableau X et que la variété de *Panicum* utilisée était différente, semée en lignes et non bouturée. Il est néanmoins probable que les apports de litière au sol par *Panicum* sont sous-estimés. Quant aux restitutions organiques par *Stylosanthes*, il semble vain de les associer positivement à la production fourragère, étant donné les liaisons négatives entre production de litière et biomasse exportée établies par RAFFAILLAC ; ces dernières s'expliquent par une action directe de la hauteur de coupe qui, si elle est trop basse, accroît la mortalité des plants. La mauvaise estimation des apports, dans le cas de cette espèce, explique les écarts considérables constatés au tableau XIII entre les coefficients de transformation de la litière et de l'humus.

Les résultats du calcul du coefficient k_2 de minéralisation de la matière organique font apparaître des accroissements de teneur en humine surtout à Adiopodoumé. Ces augmentations s'expliquent par la décomposition des matières organiques grossières et l'accroissement relatif de la fraction résiduelle et stable de l'humine.

Quant au coefficient isohumique, il semble trop élevé dans le cas de *Panicum* et de *Centrosema* à Adiopodoumé ; la raison essentielle est probablement une sous-estimation des apports aussi bien racines que litière. Par contre ce même coefficient k_1 apparaît trop faible dans le cas de *Setaria* à Gagnoa, ce qui est imputable à une mauvaise détermination des variations du stock humique du sol, *Tripsacum* et *Brachiaria* et à un degré moindre *Cynodon*. Cela pourrait résulter en partie d'une sur-évaluation des apports notamment au niveau du rapport $\frac{\text{litière}}{\text{biomasse résiduelle}}$, estimé en fin d'essai au moment d'une forte accumulation de la nécromasse par rapport à la biomasse résiduelle, en partie également d'une sous-estimation du coefficient de minéralisation k_2, assimilé à celui mesuré sur parcelle nue.

D'une façon générale, on peut conclure à un *effet très net d'un agrosystème prairial* sur le milieu tropical humide qui s'exprime en particulier par de *larges accroissements de la matière organique dans les dix premiers centimètres du sol en des temps très courts de l'ordre de deux années*. Les transformations du milieu, sous l'influence des traitements culturaux, sont plus ou moins profondes ; *certains milieux comme Adiopodoumé réagissent activement, d'autres tels Gagnoa et Bouaké sont peu modifiés et restent conditionnés par les caractéristiques du niveau initial*. Ces modifications sont parfois obtenues au moyen d'une artificialisation coûteuse : c'est le cas des apports massifs d'engrais sur graminées. Par contre, les couverts à légumineuses contribuent à l'amélioration des caractéristiques du milieu au moindre coût.

Si des états qualitatifs différenciés sous les principaux traitements ont pu être mis en évidence, il faudrait néanmoins effectuer des déterminations analytiques complémentaires à des moments climatiques précis pour cerner le déterminisme et prévoir l'évolution à moyen terme de ces états. Là aussi, pour l'ensemble des stations d'étude, il semble vain d'espérer bouleverser certains équilibres fondamentaux, propres à chaque milieu, entre les divers composés humiques.

La tentative d'expression du bilan organique n'aboutit pas toujours à des résultats parfaitement plausibles. La méthode utilisée est certes en cause ; le calcul des apports reste approximatif, et l'extrapolation du coefficient de minéralisation, de la parcelle nue à la parcelle cultivée, hasardeuse. Il semble bien qu'il faudrait se donner d'autres moyens d'étude tant sont fortes les disproportions qui existent entre, d'une part, le niveau élevé des apports et des variations du stock humique et, d'autre part, la faiblesse du niveau moyen de ce stock. *Il apparaît donc que la relative faible quantité de matière organique dans le sol tamponne mal les brusques accroissements d'humus probablement souvent répétés dans le temps.* Le calcul conduit ainsi à des valeurs élevées des coefficients isohumiques comprises au moins entre 0,20 et 0,40 sans doute parce que les pertes et les coefficients de minéralisation sont sous-estimés.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'ORSTOM le 3 avril 1980

BIBLIOGRAPHIE

BARROW (N. J.), 1969. — The accumulation of soil organic matter under pasture and its effect on soil properties. *Aust. J. of Exp. Agric. An. Husb.*, 9 : 437-444.

BOIFFIN (J.) et FLEURY (A.), 1974. — Quelques conséquences du retournement des prairies permanentes. *Ann. agron.*, 25 (4) : 555-574.

CLEMENT (C. R.) et WILLIAMS (T. E.). — Leys and soil organic matter. I. 1964. — The accumulation of organic carbon in soils under different leys. *J. Agric. Sci.*, 63 : 377-383. II. 1967. — The accumulation of nitrogen in soils under different leys. *J. Agric. Sci.*, 69 : 133-38.

DABIN (B.), 1971. — Étude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. *Science du sol*, 1 : 47-63.

GARWOOD (E. A.), CLEMENT (C. R.) et WILLIAMS (T. E.), 1972. — Leys and soil organic matter. III. — The accumulation of macro-organic matter in the soil under different swards. *J. Agric. Sci.*, 78 (2) : 333-341.

HENIN (S.) et DUPUIS (M.), 1945. — Essai de bilan de la matière organique au sol. *Ann. Agr.* 15 ; 17-29.

JONES (M. J.), 1973. — The organic matter content of the savanna soils of West Africa. *J. of soil Sci.*, 24, 1 : 42-53.

Mc FELLY (P. C.) et TAYLER (R. S.), 1970. — Some aspects of the nitrogen/water interaction on grass swards. *J. British Grassland Society*, 25, 4 : 261-265.

MOORE (A. W.), 1962. — The influence of a legume on soil fertility under a grazed tropical pasture. The *Emp. J. of Exp. Agric.*, 30, 119 : 239-248.

PERRAUD (A.), 1971. — La matière organique des sols forestiers de la Côte d'Ivoire. Thèse Univ. Nancy : 87 p.

PICARD (D.), 1976. — Dynamique racinaire de *Panicum maximum* Jacq. et apport au sol de matière organique. Thèse Univ. Clermont-Ferrand : 275 p.

RAFFAILLAC (J. P.), 1976. — Étude de la production et de la décomposition de litière sous quelques cultures fourragères en milieu tropical humide. Rapport O.R.S.T.O.M., *multigr.*, 46 p.

TROUGHTON (A.), 1961. — Studies on the roots of leys and the organic matter and structure of the soil. *Emp. J. of Exp. Agric.*, 29, 114 : 165-174.

TURENNE (J. F.), 1970. — Influence de la saison des pluies sur la dynamique des acides humiques dans des profils ferrallitiques et podzoliques de Guyane française. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, VIII, n° 4 : 419-449.

VINE (H.), 1953. — Experiments on the maintenance of soil fertility at Ibadan Nigeria, 1922-1951. *Emp. J. of Exp. Agric.*, 21, 82 : 65-85.

WEBSTER (C. C.), 1954. — The ley and soil fertility in *Britain and Kenya-East Afric. Agric. J.*, XX, 2 : 71-74.

WILLIAMS (T. E.) et CLEMENT (C. R.), 1965. — Accumulation and availability of nitrogen in soils under leys. *Proc. First Gen. Meeting European Grassland Federation.* Wageningen : 39-52.