

Don Diff - ✓ - JFDO

OBSERVATIONS SUR CERTAINES CARACTÉRISTIQUES DES SOLS FERRALLITIQUES

Relations entre les rendements et les résultats d'analyses des sols

par
A. COMBEAU - G. OLLAT - P. QUANTIN

Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer.

L'ÉPUISEMENT progressif et rapide des sols tropicaux lors de leur mise en culture pose de graves problèmes de mise en valeur. Une expérimentation a été mise en place par l'I.R.C.T. à la station de Bambari (République Centrafricaine) en vue de préciser le comportement d'une culture déterminée, le coton, lorsque cette culture est répétée de façon continue sur le même sol pendant plusieurs années. Il pouvait être intéressant de suivre parallèlement l'évolution du sol lui-même dans ces conditions, afin de rechercher dans quelle mesure il est possible d'établir une relation entre les rendements et une ou plusieurs caractéristiques analytiques de ce sol. Des prélèvements ont été effectués en 1959 sur les 42 parcelles de l'essai et les échantillons correspondants ont été soumis à diverses analyses dont nous nous proposons d'exposer ici les résultats.

Les sols étudiés appartiennent au grand groupe des sols ferrallitiques défini par G. AUBERT et Ph. DUCHAUFOR. Il s'agit de sols ferrallitiques au sens strict, formés sur roches métamorphiques (schiste quartzeux à muscovite et chlorite). Les principales caractéristiques morphologiques du profil ont été décrites dans une précédente étude (1). La structure, bonne en terre vierge, se dégrade assez vite avec la mise en culture, avec comme corollaire, une baisse de perméabilité qui entraîne un ruissellement assez important et une érosion assez nette. La dégradation est sensible après 2 ans de culture, très apparente à partir de la troisième année.

L'essai porte sur 42 parcelles (5 m x 20 m) correspondant à 7 traitements différents, chaque traitement comportant 6 répétitions :

(1) J. BOYER, A. COMBEAU — Etude de la stabilité structurale de quelques sols ferrallitiques de République Centrafricaine. — Sols Africains - V - 1 - Janv.-Avril 1960.

- T Témoin - Culture continue de coton sans restitution ni amendement.
 P Paillis de Pennisetum purpureum - 15 tonnes/ha en 2 apports : fin juin et fin juillet.
 F Fumier (20 à 30 tonnes/ha) avant le labour (15 mai).
 F+P Fumier + Paillis.
 E Engrais (Urée 150 kg/ha - Superphosphate 350 kg/ha - Epanchage en couverture 30 jours après la levée).
 E+P Engrais + Paillis.
 F+P+E Fumier + Paillis + Engrais.

Les échantillons ont été prélevés dans l'horizon 0-15 cm. La culture de coton est suivie d'une jachère naturelle jusqu'à l'année suivante. Cette jachère, à base de graminées courtes ou rampantes et à faible enracinement, couvre mal le sol et trop tardivement, sauf en présence du paillis de Pennisetum purpureum, qui favorise une repousse vigoureuse. L'essai a débuté en 1956, les prélèvements ont été effectués sur jachère, avant les travaux d'ouverture du sol en mai 1959, donc après 3 années d'expérience.

I. - RÉSULTATS ANALYTIQUES

Le détail des résultats analytiques est donné en annexe. Le regroupement des chiffres obtenus fait apparaître les caractéristiques suivantes (à titre indicatif figurent également les valeurs obtenues, sur deux échantillons témoins, sous vieille savane en bordure de la parcelle) :

	Limite inférieure	Limite supérieure	Moyenne	Témoin Savane
Argile (0-2 μ) %	21,5	44,0	27,2	25,6-28,0
Argile+limon (0-20 μ) %	26,0	51,7	32,5	32,0-34,0
Sables fins %	37,0	52,0	46,0	41,0-46,5
Sables grossiers %	9,0	24,0	19,0	19,5-22,0
Matières organique % (C % x 1,72)	1,7	3,0	2,1	2,5-3,0
pH H ₂ O	4,7	6,2	5,5	6,2
pH KCl	4,1	5,3	4,9	—
Ca échangeable (meq %)	0,7	3,1	1,8	1,6
Mg échangeable (meq %)	traces	1,4	0,7	0,7
K échangeable (meq %)	0,2	1,3	0,6	0,3
S somme des bases éch.	1,0	5,6	3,0	3,0
T _{Ca} Capacité d'échange	6,1	10,7	7,7	—
V Taux de saturation S/T %	14	70	39,1	—
I _s Indice d'instabilité struct.	0,8	2,1	1,43	0,25-0,75
H ₂ O à pF (1) 4,2	7,9	15,3	10,3	9,7
H ₂ O à pF 3,0	11,2	20,4	14,3	14,5
H ₂ O à pF 2,5	13,6	22,5	16,8	17,1
H ₂ O à pF 2,0	17,7	26,2	21,0	22,0

Ces résultats permettent déjà de faire quelques remarques générales :

a) Dans l'ensemble, la texture est fine, ce qui semble favoriser la dégradation des propriétés physiques du sol : la compacité s'accroît, et le sol durcit en période de sécheresse. Par ailleurs, en saison humide, il est sensible au phénomène de splash, au tassement et, en définitive, à l'érosion.

(1) pF = Symbole de logarithme de la pression centriège qu'il faut exercer sur un sol totalement imbibé d'eau pour l'amener à un état d'humidité donnée. Cette pression est exprimée en centimètres de hauteur de la colonne d'eau qui l'équilibrerait.

b) L'abaissement du pH des sols les plus dégradés par rapport à un témoin sous savane (pH 6,2) est important, de l'ordre de 1,5 unité pH. On observe corrélativement une diminution de la somme des bases échangeables (qui peut atteindre 2 mé. pour 100 g de sol) et de la stabilité structurale. (Sous vieille savane I est de l'ordre de 0,25).

II. - RELATIONS ENTRE CES DIVERSES CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES

Les divers résultats analytiques connus, nous avons tenté de faire apparaître entre eux des relations, d'une part pour confirmer certaines notions déjà connues mais qu'il pouvait être intéressant de préciser dans leur application aux sols ferrallitiques, d'autre part pour rechercher l'existence de liaisons moins classiques ou seulement hypothétiques, voire même nouvelles.

a) Relation matière organique - taux d'éléments fins

Nous avons observé tout d'abord l'existence d'une relation directe et étroite entre la teneur du sol en matière organique et sa teneur en éléments fins. Une telle liaison, déjà signalée par d'autres auteurs, n'est pas particulière à ce type de sols. Mais cette observation mérite d'être signalée, si l'on tient compte de la diversité des traitements des parcelles correspondantes. On note par ailleurs que la relation obtenue est nettement plus étroite lorsque l'on considère les éléments 0-20 μ que la fraction argile 0-2 μ .

Cette relation s'exprime par l'équation suivante :

$$C \% = 0,016 (0-20 \mu) + 0,76 \quad r = 0,463 \quad P < 0,01$$

On peut donc en déduire que les sols les plus riches en éléments fins sont également les plus riches en matière organique, toutes choses égales d'ailleurs. Il est bien certain que la mise en culture contribue à abaisser le taux de matière organique, mais ainsi que l'ont déjà noté certains auteurs, il semble bien que la variation soit limitée à une gamme bien définie, et que, inversement, il soit difficile de relever de façon durable le taux de matière organique du sol par des apports extérieurs au-dessus d'une certaine valeur limite.

b) Relation entre capacité d'échange, taux de matière organique et granulométrie

Dans un travail antérieur (1) nous avons pu montrer que la capacité d'échange de l'horizon superficiel est essentiellement fonction de 2 facteurs : teneur en matière organique, taux d'éléments fins, résultat connu mais qu'il pouvait être intéressant de préciser.

On observe par ailleurs que la capacité d'échange est liée plus étroitement à la fraction argile + limon (0-20 μ) qu'à l'argile proprement dite (0-2 μ).

Si l'on considère la capacité d'échange comme fonction simultanée des 2 variables, on obtient la relation (fig. 1) :

$$\begin{aligned} T &= 3,78 (C \%) && + 0,067 (0-20 \mu) && + 0,66 \\ T_{Ca} &= 2,19 (M.O. \%) && + 0,067 (0-20 \mu) && + 0,66 \end{aligned}$$

Les coefficients t affectant les 2 variables sont tous les deux très hautement significatifs, le coefficient du carbone étant le plus élevé des deux. La capacité d'échange est donc très étroitement liée au taux d'éléments fins 0-20 μ et plus encore à la teneur du sol en matière organique totale. Par ailleurs, en valeur absolue, la part prise par cette matière organique dans la capacité d'échange est beaucoup plus importante que celles des éléments minéraux (1 % de matière organique équivaut à 32,7 % d'argile + limon).

(1) C. OLLAT, A. COMBEAU — Méthodes de détermination de la capacité d'échange et du pH d'un sol. Relations entre le complexe absorbant et le pH. — Sols Africains (sous presse).

Capacité d'échange

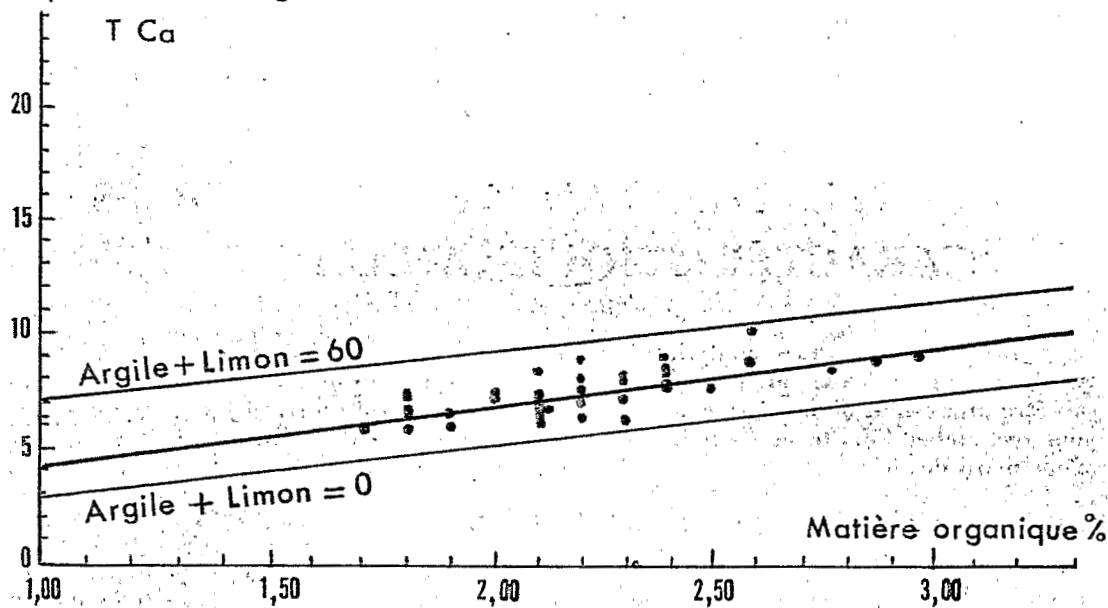


Fig. 1.

Notons également que, outre la capacité d'échange, la somme des bases échangeables S est en liaison directe et étroite avec la teneur du sol en matière organique. Elle passe en moyenne de 1,7-1,8 mé %, dans les sols à 1 % de carbone, à 4,5-4,8 mé % dans les sols à 1,5 % de carbone.

c) Relation entre taux de saturation et pH

Nous avons pu vérifier l'existence d'une relation très serrée entre le pH du sol et son état de saturation. Si l'on considère les valeurs de pH obtenues par la méthode classique (pH H₂O), cette relation s'exprime par :

$$\text{pH H}_2\text{O} = 0,026 \quad (\text{V} \%) + 4,47 \quad r = 0,811 \quad P < 0,001$$

Avec le pH mesuré en solution KCl N, cette relation devient (fig. 2) :

$$\text{pH KCl} = 0,0215 \quad (\text{V} \%) + 3,83 \quad r = 0,816 \quad P < 0,001$$

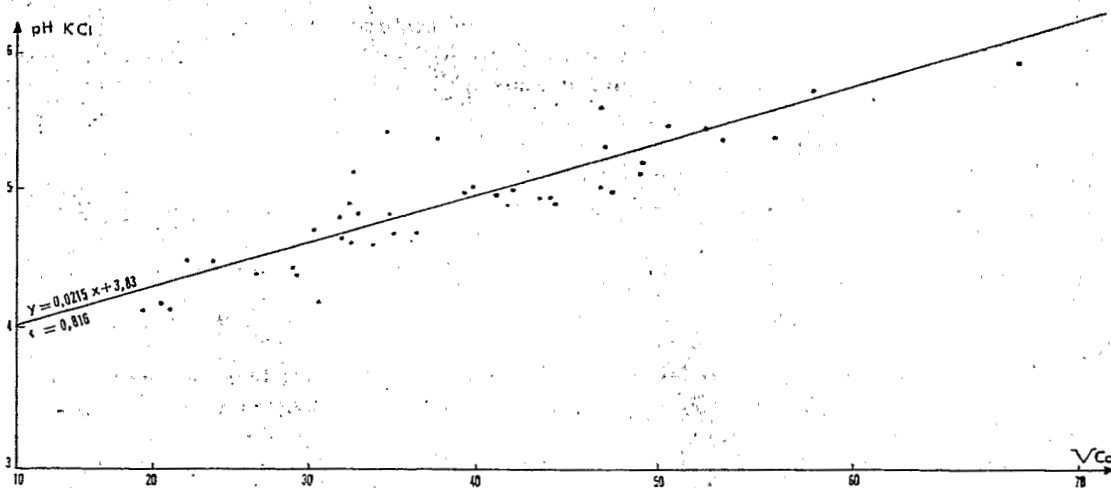


Fig. 2.

(1) A. COMBEAU — Quelques facteurs de la variation de l'indice d'instabilité structurale dans certains sols ferrallitiques. — C.R. Ac. Agr. - Janv. 1960 - pp. 109-115.

Notons au passage que si dans ces expressions on extrapole en donnant à V la valeur 100, on obtient :

$$\text{pH H}_2\text{O} = 7,1$$

$$\text{pH KCl} = 6,0.$$

d) Facteurs de la stabilité structurale

Dans un précédent article ont été étudiés les effets respectifs de la teneur en matière organique du sol et du taux d'éléments fins sur les résultats des divers tests entrant dans la détermination de l'indice d'instabilité structurale, ceci dans le cas de trente échantillons de sols ferrallitiques de la région de Grimari (1).

Ces résultats ont été confirmés sur les sols de Bambari. Nous rappellerons seulement les principaux d'entre eux :

- existence de corrélations étroites entre la fraction agrégée stable à l'eau après prétraitement à l'alcool ou sans prétraitement et le taux de matière organique d'une part, le taux d'éléments 0-20 μ d'autre part.

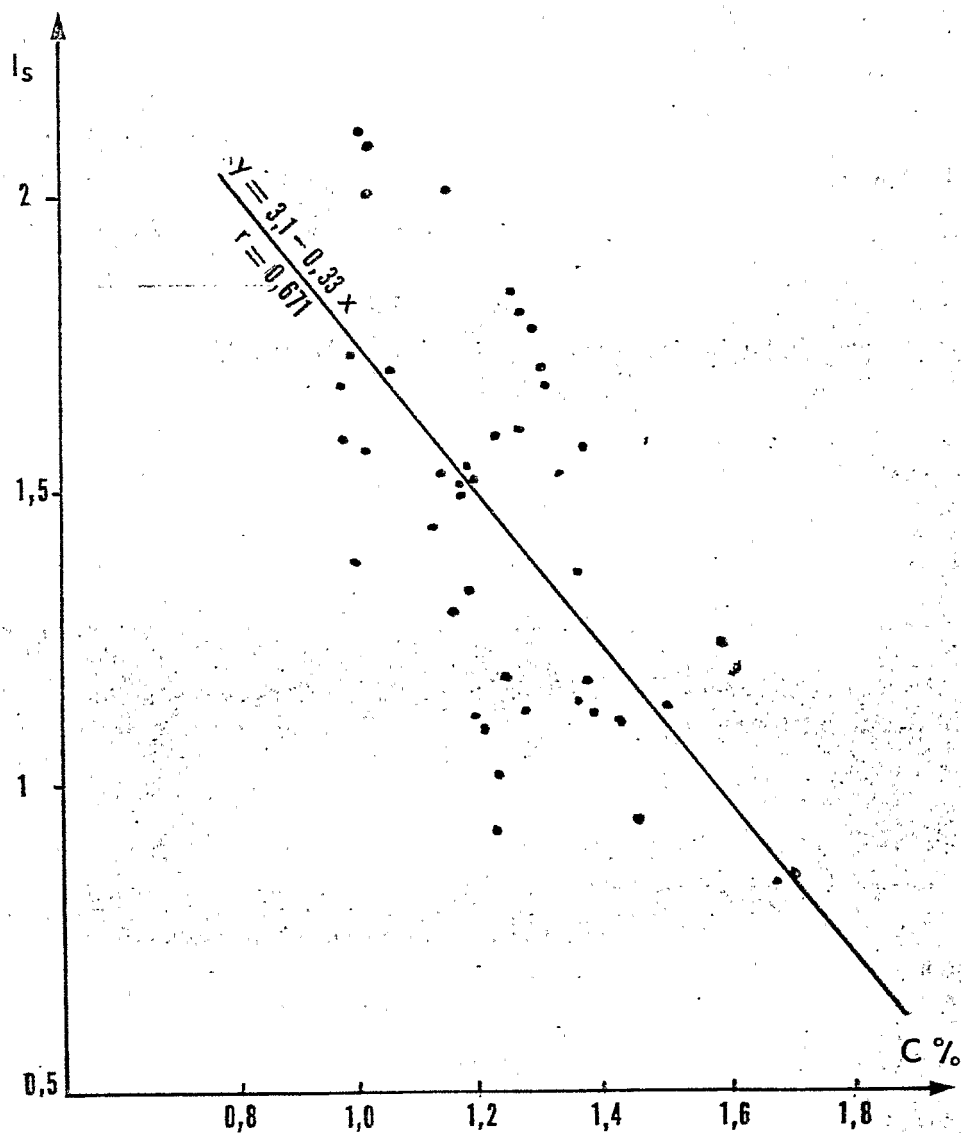


Fig. 3.

(1) A. COMBEAU. — Quelques facteurs de la variation de l'indice d'instabilité structurale dans certains sols ferrallitiques. — C.R. Ac. Agr. - Janv. 1960 - pp. 109-115.

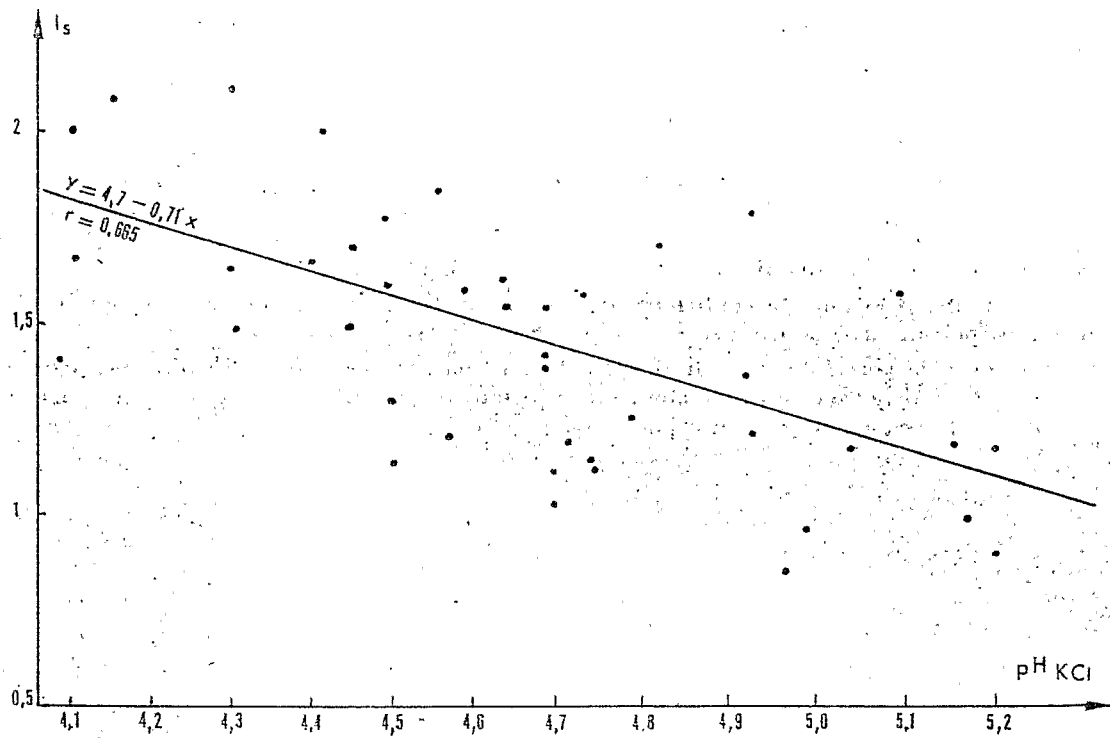


Fig. 4.

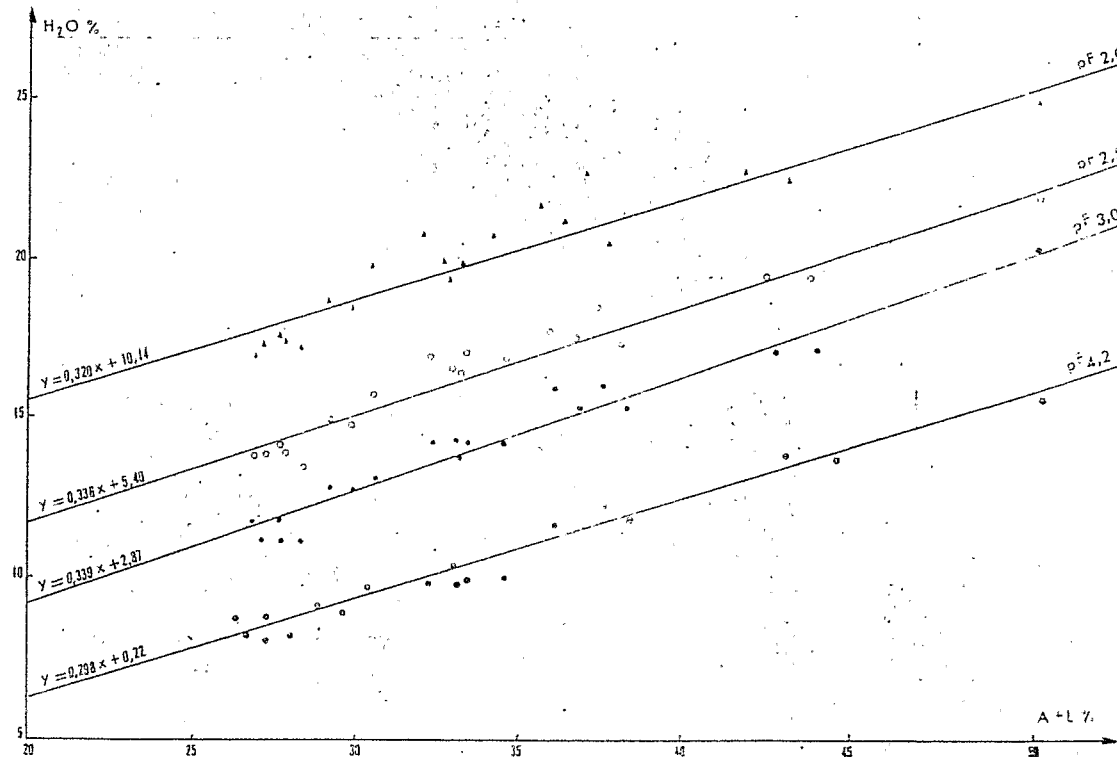


Fig. 5.

- corrélation étroite entre la fraction agrégée stable à l'eau après prétraitement au benzène et le taux de matière organique.
- corrélation entre la dispersion, la teneur en matière organique et le taux d'éléments fins, l'importance de la dispersion augmentant lorsque le pourcentage d'éléments 0-20 μ augmente et lorsque le taux de carbone diminue.
- en définitive, liaison étroite entre l'indice d'instabilité structurale et la teneur de l'échantillon en matière organique. Sur les 42 échantillons analysés, cette liaison se résume par l'expression suivante (fig. 3) :

$$I_s = 3,1 - 0,33 (C \%) \quad r = 0,671 \quad P < 0,001.$$

La stabilité structurale diminue donc rapidement lorsque le taux de matière organique du sol s'abaisse.

Nous avons par ailleurs observé l'existence d'une relation entre l'indice d'instabilité et le pH du sol (fig. 4). Dans la gamme de pH étudiée cette relation s'exprime par :

$$I_s = 4,7 - 0,71 (\text{pH KCl}) \quad r = 0,665 \quad P < 0,001.$$

La liaison avec pH H₂O est moins nette.

On constate par conséquent que la stabilité structurale s'améliore lorsque le pH se rapproche de la neutralité.

Signalons également la liaison I_s — somme des bases échangeables, la stabilité structurale augmentant rapidement lorsque S croît. En moyenne, I_s passe de 1,7-1,8 pour S = 2 mé. %, à $I_s = 1,0$ pour S = 4-5 mé. %.

e) Facteurs de la rétention d'eau pour diverses valeurs du pF

Dans un récent article (1) ont été exposés les résultats obtenus entre autres sur 20 échantillons de Bambari, dans l'étude des facteurs de la rétention d'eau. Ces résultats peuvent être résumés comme suit :

- Quelle que soit la valeur de pF considérée, la teneur en eau est toujours liée étroitement à la granulométrie de l'échantillon. La liaison est toujours plus étroite avec les éléments 0-20 μ qu'avec les éléments 0-2 μ (fig. 5).
- La matière organique joue également un rôle significatif, mais seulement pour les valeurs faibles du pF (pF \leq 3,0). Elle tend alors à augmenter la teneur en eau du sol.
- On note par ailleurs que, si le rôle de la matière organique est très probable, il reste cependant faible en valeur absolue : en moyenne 15 à 20 % de l'eau retenue pour ces 2 valeurs de pF.
- Nous ignorons actuellement à quelle valeur du pF correspond la capacité au champ. Cette valeur pourrait être de l'ordre de 2,0 à 2,5. Si l'on admet pF 2,5, on peut calculer pour chaque échantillon la différence :

$$E_u = H_2O \% \text{ à pF } 2,5 - H_2O \% \text{ à pF } 4,2.$$

Cette valeur E_u fournirait alors une estimation approximative de l'eau disponible pour les plantes. Le calcul montre que E_u est indépendante de la granulométrie, mais significativement liée à la teneur en carbone.

L'eau utilisable serait donc fonction directe de la teneur du sol en matière organique.

- Nous avons tenté de mettre en évidence le rôle possible de la stabilité de la structure sur la teneur en eau pour un pF donné. En première approximation, il semble exister une relation inverse entre teneur en eau (quel que soit le pF) et indice d'instabilité structurale. La probabilité de cette corrélation est faible (P < 0,1).

Mais si l'on dissocie les rôles respectifs de l'indice I_s , de la matière organique et du

(1) A. COMBEAU — Observations sur quelques facteurs de la rétention de l'eau par le sol pour diverses valeurs remarquables du pF. Application à quelques types de sols tropicaux. — Rapport O.R.S.T.O.M. - Décembre 1960.

taux d'éléments fins, on obtient alors des relations directes et significatives pour pF 3,0 et pF 2,5.

Il semble donc que, à granulométrie et teneur en carbone égales, la stabilité structurale peut modifier la teneur en eau, et ceci d'autant plus que la valeur de pF considérée est plus basse. On observe que les sols les plus stables seraient, toutes choses égales d'ailleurs, les plus secs.

Cette observation paraît confirmée par l'étude des variations de E_u . Nous avons trouvé

la relation suivante :

$$E_u = 2,995 (C \%) + 0,810 (I_s) + 1,45.$$

dans laquelle les coefficients affectant les 2 variables sont très hautement significatifs. On pourrait donc en conclure que, dans la mesure où la teneur en eau à pF 2,5 peut être considérée comme proche de la capacité de rétention, les sols les plus stables sont physiologiquement les plus secs.

III. - RELATION ENTRE LES CARACTÈRES ANALYTIQUES ET LES DIVERS TRAITEMENTS

Nous avons recherché dans quelle mesure l'action des divers traitements appliqués apparaît dans l'analyse des sols. Dans ce but nous avons utilisé les moyennes des 6 répétitions pour chaque traitement, ce qui nous a permis de trouver les résultats suivants (voir résultats en annexe).

a) Les différences de *composition granulométrique* par traitement sont dues uniquement à la disposition des parcelles et indépendantes du traitement lui-même. Le taux d'éléments 0-20 μ varie entre 31 et 35 %. Il ne semble pas que les différences observées aient une répercussion sensible sur les autres résultats.

b) Par contre, la teneur en *matière organique* est fonction du traitement appliqué. Les taux moyens de carbone pour 6 répétitions se classent comme suit :

Témoin	1,14 %
Paille	1,20 %
Engrais	1,21 %
Engrais + Paille	1,26 %
Fumier + Paille + Engrais	1,33 %
Fumier + Paille	1,37 %
Fumier	1,42 %

Ces différences sont faibles, mais le classement obtenu montre cependant l'efficacité de l'apport de fumier : les trois traitements comportant cet apport correspondent aux plus fortes teneurs. Le paillis semble bien moins efficace. Le témoin a la teneur la plus basse.

c) En ce qui concerne le *pH*, on observe que les traitements témoin et engrais sont les plus acides (pH KCl = 4,5) alors que les sols ayant reçu du fumier, seul ou avec paillis, ont les pH les plus élevés (4,9). Comme il était prévisible, ce résultat est confirmé par l'étude du taux de saturation, mais avec beaucoup plus de netteté : témoin et engrais correspondent à un taux de saturation de 30 %, alors que sur les parcelles ayant reçu du fumier, V est compris entre 44 et 47 %.

d) On observe un classement assez net des moyennes de *bases échangeables*. La somme des bases échangeables S, comprise entre 2 et 2,5 mé. pour 100 g pour le témoin et les parcelles avec engrais, passe à 3,5-3,7 mé. % pour toutes les parcelles avec fumier. Le classement reste le même pour CaO, MgO et K₂O, les différences en faveur des traitements avec fumier étant plus marquées pour le calcium que pour les autres éléments. Les objets témoin et engrais présentent systématiquement les valeurs les plus faibles.

e) Un classement analogue est encore observé pour *l'indice d'instabilité structurale*, bien que les différences soient faibles. Mais cette fois, le témoin correspond nettement aux sols les plus dégradés ($I_s = 1,91$) alors que les objets fumier et fumier + paillis ont la meilleure stabilité structurale ($I_s = 1,20$ et 1,25).

Il apparaît en conclusion que la culture sans apport ni restitution entraîne comme on pouvait le prévoir un appauvrissement sensible dans tous les domaines, mais peut-être plus particulièrement sur le plan de l'état structural du sol. La raison majeure de cette dégradation semble très étroitement liée à l'abaissement du taux de matière organique du sol.

On observe également le fait que les traitements comportant un apport de fumier ont une action protectrice sensible sur le sol. Cette action se traduit par :

- une augmentation du taux de matière organique du sol,
- une augmentation des teneurs en bases échangeables,
- une amélioration du taux de saturation et une remontée consécutive du pH,
- une amélioration de la stabilité structurale.

Il n'apparaît pas que l'adjonction d'un paillis ou l'apport d'engrais améliorent l'efficacité propre de la fumure organique.

Il s'avère également que l'apport d'engrais n'a pas eu d'action, tout au moins sur les caractéristiques analytiques des sols étudiés, caractéristiques définies par les méthodes de laboratoire que nous avons utilisées. Le paillis lui-même, bien que peu efficace, semble cependant marquer davantage que l'apport d'engrais. Nous verrons plus loin que l'apport d'engrais a cependant entraîné une amélioration des rendements de la culture : nous pouvons en déduire que l'action de cet engrais est très fugace et qu'elle ne se reflète pas dans les résultats d'analyse des sols après culture.

IV. - RELATION ENTRE RENDEMENT DE LA CULTURE ET CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES

Sur les 42 parcelles étudiées nous disposons de chiffres de rendement en coton pour les 3 premières années de culture. Nous avons recherché parmi les caractéristiques étudiées celles qui paraissent le plus étroitement liées au rendement. Rappelons que tous les échantillons de sol ont été prélevés entre 0 et 15 cm de profondeur.

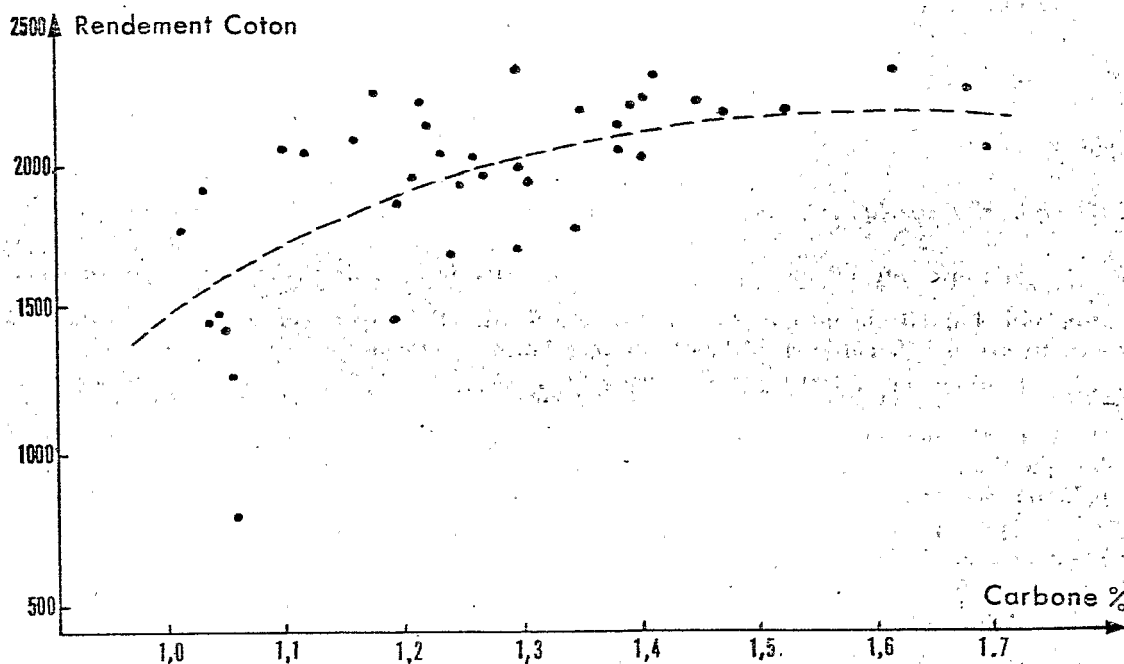


Fig. 6.

Signalons d'abord que parmi les chiffres de rendements, nous avons éliminé celui de la parcelle 305 manifestement aberrant. Mais la relation n'est pas linéaire. Il apparaît qu'en moyenne le rendement augmente lorsque la teneur en carbone passe de 1 à 1,3 % mais qu'au delà de cette dernière valeur, la courbe accuse un palier. Le coefficient de corrélation obtenu est de 0,612 ($P < 0,001$) (fig. 6).

Il existe une liaison du même genre entre rendement et stabilité structurale (fig. 7). Le coefficient de corrélation est $r = 0,595$ ($P < 0,001$). On constate que pour des valeurs de I supérieures à 1,2-1,3 les rendements en coton décroissent rapidement. Ce résultat était en partie prévisible compte tenu des relations rendement/carbone et I /carbone.

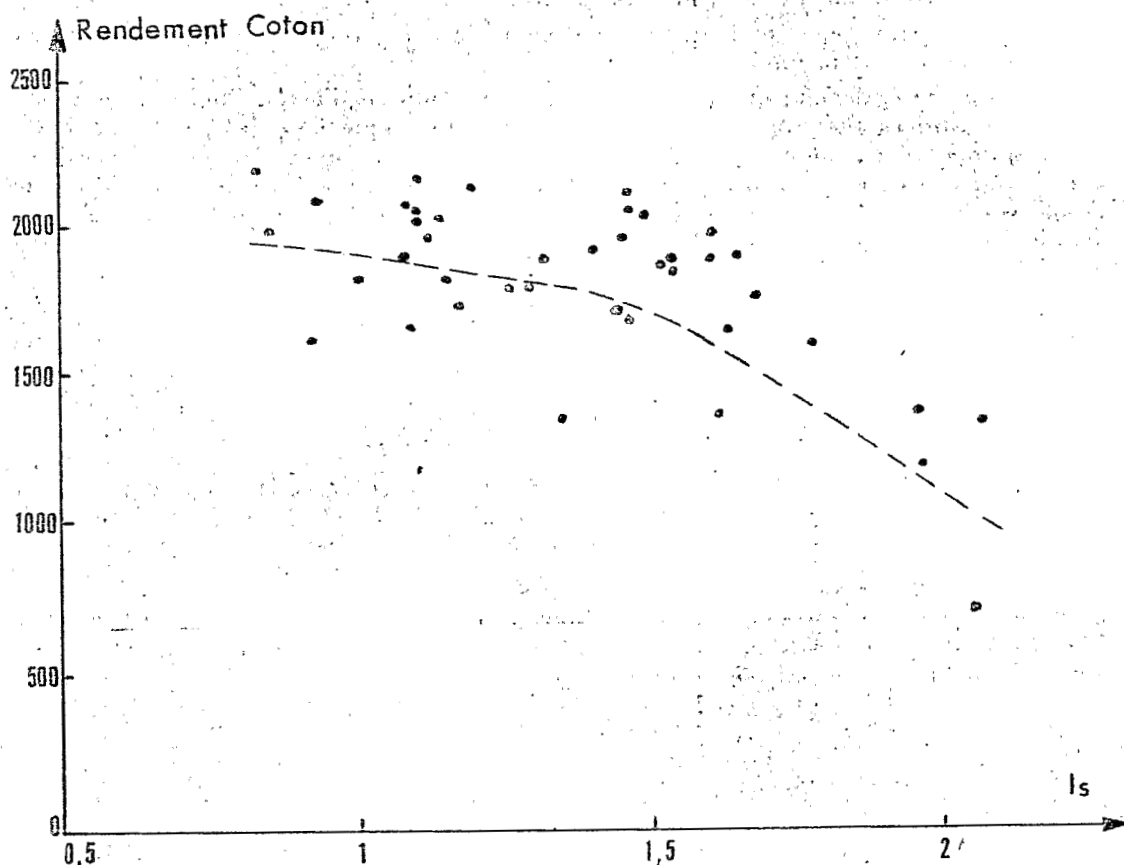


Fig. 7.

Si l'on tente de dissocier les rôles respectifs de I et de C %, on obtient une relation dans laquelle le facteur carbone est significatif ($P < 0,05$) et le facteur instabilité structurale est plausible ($P < 0,06$). Cette relation s'exprime par :

$$\text{Rendement} = 709 (C (\%)) - 324 (I) + 1504.$$

c) Rendement et pH sont également liés l'un à l'autre, les rendements augmentant lorsque l'acidité diminue. Le coefficient de corrélation entre rendement et pH KCl est $r = 0,551$ ($P < 0,001$).

d) Nous avons également noté l'existence d'une relation assez étroite entre rendement et somme des bases échangeables (fig. 8). Le coefficient de corrélation obtenu est le plus élevé de tous :

$$\text{Rendement} = 193 (S) + 1363 \quad r = 0,649 \quad P < 0,001.$$

De ces diverses observations, il ressort que le rendement en coton est effectivement fonction de plusieurs facteurs inhérents aux sols. Il semble bien que ces facteurs soient

multiples et d'ordre physique et chimique. Il nous semble probable que la teneur du sol en matière organique, et par conséquent la stabilité de sa structure, sont des facteurs essentiels de la fertilité.

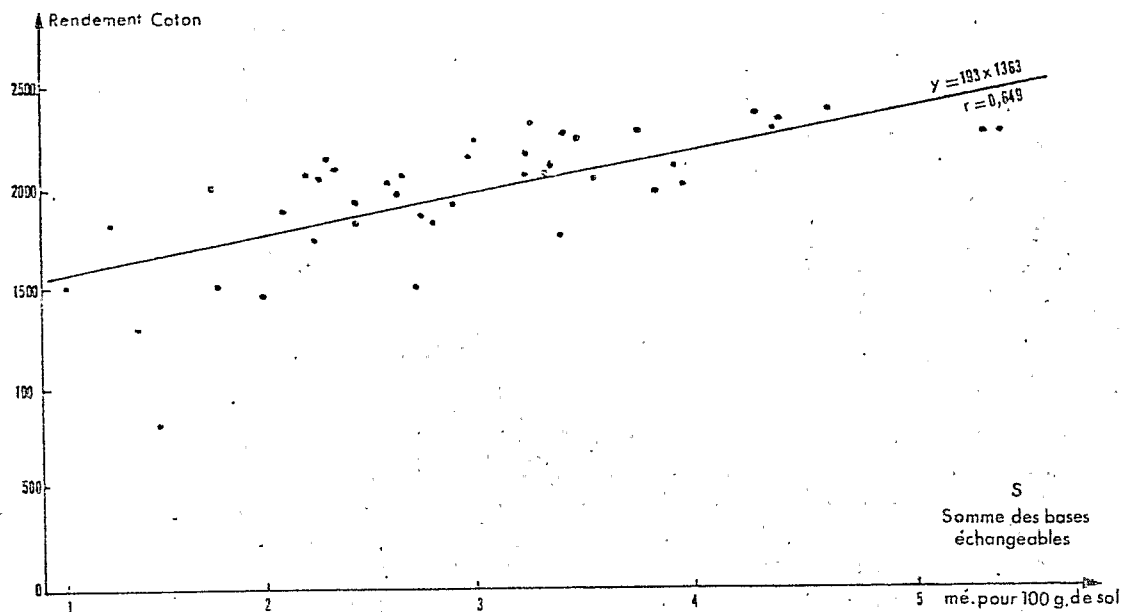


Fig. 8.

MÉTHODE D'ANALYSES UTILISÉES

Granulométrie - Méthode pipette de Robinson - Dispersant : hexamétaphosphate de sodium.

Matière organique - Carbone (Méthode Walkley et Black) x 1,724.

pH H₂O — Méthode électrométrique « électrode de verre » - Rapport sol/solution = 1/2,5.

pH KCl — Méthode électrométrique « électrode de verre » - Solution de KCl N.

Bases échangeables — Extraction par l'acétate d'ammonium N à pH 7 - Dosage de Ca et Mg par complexométrie - Dosage de K et Na par spectrographie.

Capacité d'échange — Saturation du complexe par Cl₂Ca et dosage complexométrique de Ca.

Indice d'instabilité structurale — Méthode Henin.

pF — Extraction de l'eau sous pression par la méthode de Richards.

Toutes les analyses ont été effectuées au Laboratoire des Sols de l'Institut d'Enseignement et de Recherches Tropicales - Bondy (Seine).

CARACTERISTIQUES PAR TRAITEMENT (moyenne de 6 répétitions)

	T	P	F	F+P	E	E+P	E+P+F
Carbone %	1,14	1,20	1,42	1,37	1,21	1,26	1,33
pH KCl	4,48	4,61	4,86	4,91	4,52	4,70	4,62
Bases échangeables :							
Ca mé %	1,42	1,70	1,99	1,97	1,57	1,79	1,97
Mg mé %	0,47	0,70	0,83	0,77	0,50	0,67	0,70
K mé %	0,35	0,54	0,59	0,88	0,36	0,65	0,71
S mé %	2,2	3,0	3,5	3,7	2,4	3,1	3,5
V %	30,4	39,9	43,7	46,8	30,5	37,8	44,8
Is	1,91	1,41	1,19	1,26	1,46	1,37	1,39
Rendement kg/ha	1440	1810	2146	2128	1930	2066	2179*

*Sur 5 répétitions.

RESULTATS D'ANALYSES

N°	A %	A+L %	M. Q %	pH H2O	pH KCl	Bases échangeables					TCa	VCa %	Is	pF 4,2	pF 3,0	pF 2,5	pF 2,0	Rende- ment 1959-60 kg/ha
						Ca m.e./ 100 g	Mg m.e./ 100 g	K m.e./ 100 g	Na m.e./ 100 g	S m.e./ 100 g								
BAM																		
304	30,1	36,0	2,3	5,6	4,85	1,92	0,60	0,70	0,08	3,30	6,5	50,8	1,65	11,5	16,1	18,2	22,6	2 155
305	32,0	37,6	2,3	5,4	4,50	1,66	0,40	0,58	0,08	2,72	7,6	35,8	1,76	12,1	16,3	19,0	23,8	3 449*
306	27,2	32,8	2,2	5,3	4,50	1,66	0,40	0,48	0,06	2,60	8,2	31,7	1,58	10,2	14,5	16,7	20,7	2 006
307	27,3	32,9	2,1	5,1	4,42	1,30	0,40	0,40	0,06	1,76	7,4	23,8	2,00	9,6	13,9	16,6	20,1	1 477
308	27,7	33,2	2,4	5,2	4,60	2,18	0,60	0,42	0,10	3,30	8,8	37,5	1,55	9,7	14,4	17,2	20,8	2 042
309	27,0	31,9	2,1	5,5	4,70	1,78	0,60	0,34	0,06	2,78	6,9	40,3	1,49					1 822
310	32,6	38,3	2,2	5,5	4,65	1,66	0,40	0,50	0,08	2,24	6,9	32,5	1,57					2 047
311	24,7	35,3	2,4	6,1	5,15	1,78	0,60	0,84	0,12	3,34	8,6	38,8	1,50					2 331
312	26,1	31,9	2,2	5,3	4,57	1,92	0,40	0,26	0,06	2,24	7,3	30,7	1,82					1 723
313	26,0	32,7	2,4	5,5	4,70	2,46	1,00	0,46	0,10	4,02	8,2	49,0	1,34					2 069
314	25,1	33,0	2,8	5,7	4,80	2,46	1,20	0,70	0,08	4,44	8,8	50,5	1,21					2 333
315	23,4	28,6	2,4	5,3	4,50	1,92	0,60	0,40	0,10	3,02	8,1	37,3	1,12	8,9	13,1	15,1	19,4	2 140
316	22,2	27,0	2,1	5,3	4,45	1,54	0,40	0,24	0,08	2,28	6,6	34,5	1,48	8,6	12,1	14,4	18,4	2 156
317	21,6	26,1	2,1	5,7	4,75	1,92	0,60	0,42	0,10	3,04	7,0	43,4	1,52	8,5	11,8	14,0	17,7	2 229
318	25,9	30,1	2,0	5,6	4,65	1,78	0,80	0,80	0,12	3,50	7,7	45,5	1,50	9,6	13,3	15,9	20,8	2 255
319	25,9	29,6	1,8	5,0	4,30	1,16	0,40	0,34	0,08	1,98	6,7	29,6	2,11					1 433
320	26,2	30,4	1,7	4,7	4,10	0,92	0,40	0,18	0,08	1,18	6,2	19,0	1,67					1 792
321	22,7	26,5	1,9	5,3	4,45	1,30	0,40	0,40	0,08	2,18	6,8	32,1	1,69	8,0	11,4	14,0	18,1	2 064
322	25,4	29,7	2,9	5,9	4,97	2,32	1,40	0,72	0,10	4,54	9,3	48,8	0,81					2 278
323	25,4	30,2	2,4	5,8	4,72	2,06	0,60	0,80	0,10	3,56	8,7	40,9	1,15					2 209
324	25,0	29,4	1,9	5,3	4,30	1,18	0,40	0,42	0,08	1,68	6,3	26,7	1,64	8,7	12,5	14,9	19,5	2 050
325	23,0	27,1	1,8	5,4	4,97	1,44	0,40	0,50	0,10	2,44	7,3	33,4	1,72	7,9	11,4	14,0	18,2	1 911
326	25,9	30,7	2,0	4,8	4,07	1,30	0,40	0,52	0,10	2,32	7,5	30,9	1,43					2 094
327	27,1	31,7	1,8	4,9	4,10	0,92	0,40	0,36	0,08	1,36	6,5	20,9	2,00					1 264
328	27,7	31,6	1,8	5,0	4,15	0,80	0,40	0,24	0,06	1,50	7,4	20,3	2,08					753
329	26,5	31,1	1,8	5,2	4,40	0,68	0,40	0,20	0,08	0,96	6,9	13,9	1,65					1 479
330	25,0	29,3	2,3	5,5	4,50	1,18	0,60	0,80	0,08	2,66	8,2	32,4	1,28					1 947
331	25,7	29,9	2,3	5,4	4,57	1,18	0,80	0,88	0,08	2,94	8,5	34,6	1,18					1 885
334	23,6	28,9	2,1	5,1	4,30	1,18	0,40	0,40	0,08	2,06	6,6	29,4	1,48					1 874
335	23,3	28,4	2,2	6,1	4,95	1,92	0,80	0,82	0,10	3,64	7,0	55,2	1,16					1 985
336	23,4	27,8	1,8	5,8	4,70	1,44	0,80	0,44	0,08	2,76	6,1	45,2	1,37	8,0	11,2	13,6	18,0	1 461
337	26,4	31,1	2,1	6,1	5,00	1,56	0,80	1,02	0,10	3,18	6,4	54,4	0,91					1 697
338	30,4	35,7	2,1	5,5	4,70	1,44	1,00	0,90	0,10	3,44	7,7	44,7	1,08					2 048
339	29,5	32,4	2,1	5,9	4,95	2,18	0,80	0,96	0,12	4,06	7,0	58,0	1,31					1 968
340	25,7	32,0	2,2	6,2	5,20	2,82	1,20	0,66	0,10	4,78	6,8	70,3	1,11					2 355
341	24,7	31,1	2,2	5,6	4,70	2,18	1,00	0,64	0,12	3,94	9,3	42,4	1,00					1 943
342	28,3	34,4	2,5	5,7	4,75	2,44	0,60	0,72	0,10	3,86	8,0	48,3	1,09	9,8	14,4	17,0	21,5	2 243
343	37,7	44,8	2,4	6,2	5,25	2,94	0,80	0,70	0,08	4,52	9,3	48,6	1,10	13,4	17,1	19,6	23,8	2 236
344	43,8	51,7	2,6	5,9	5,07	3,08	1,20	1,20	0,10	5,58	10,7	52,4	1,11	15,3	20,4	22,5	26,2	2 201
345	36,6	43,7	2,6	6,1	5,20	2,94	1,20	1,26	0,10	5,50	9,1	60,4	0,92	13,7	17,4	20,0	24,1	2 201
346	31,3	38,4	2,1	5,6	4,75	1,92	0,40	0,42	0,10	2,84	8,6	33,0	1,10	11,6	15,4	17,6	21,4	1 792
347	28,3	36,9	3,0	6,0	5,22	2,06	0,80	0,44	0,12	3,42	9,6	35,6	0,83	11,2	15,5	17,9	22,2	2 058

*Chiffre éliminé dans les calculs.

CONCLUSION

L'analyse systématique d'échantillons de surface prélevés dans les 42 parcelles d'un essai de culture continue du coton, et le rapprochement de ces résultats avec les rendements des cultures, ont permis de définir les caractéristiques principales des sols de l'essai, de préciser certaines relations entre ces caractéristiques analytiques, et de montrer l'existence de relations entre les rendements, les traitements appliqués et certains résultats de l'analyse des sols.

Nous avons pu préciser les relations entre matière organique et granulométrie, les sols les plus riches en éléments fins étant en général les plus riches en carbone. Les rôles respectifs de ces deux facteurs sur la capacité d'échange ont été mis en évidence, la matière organique ayant une importance prépondérante dans ce sens. Nous avons vérifié l'existence d'une liaison entre taux de saturation et pH. Après un rappel des facteurs entrant en jeu dans la stabilité structurale, nous avons vu que l'indice d'instabilité est en corrélation étroite avec le taux de carbone et qu'il est lié au pH du sol. Nous avons enfin souligné le rôle de la teneur en éléments fins sur la rétention d'eau aux divers pF, et présenté quelques résultats qui tendent à prouver le rôle de la matière organique sur la teneur du sol en eau disponible pour la plante.

Il est apparu que la dégradation du sol consécutive à la culture continue sans apport ni restitution se manifeste dans les résultats de nombreuses analyses : abaissement du taux de carbone, de la stabilité structurale, du pH et de la teneur en bases échangeables. Les résultats d'analyse du sol des parcelles ayant reçu des engrais ne sont pas significativement différents de ceux obtenus sur les parcelles témoins. Le seul traitement vraiment efficace paraît être la fumure au fumier de ferme.

Enfin, nous avons exposé certaines liaisons apparues entre les rendements en coton et le taux de matière organique, l'indice d'instabilité structurale, le pH et la somme des bases échangeables.

L'ensemble de ces résultats met en évidence l'efficacité de la fumure organique aussi bien sur les sols que sur les rendements, ceci surtout sur les sols les plus dégradés. Il est possible que des facteurs autres que ceux envisagés ici interviennent pour limiter les rendements en deçà d'un certain seuil de dégradation des sols.