

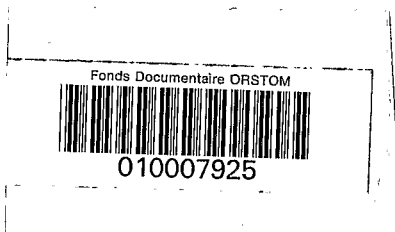
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUME (Côte d'Ivoire)

Laboratoire de Pédologie

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU COMPORTEMENT DE LA STABILITÉ STRUCTURALE
SOUS L'EFFET DE L'EAU D'INFILTRATION, AVEC OU SANS TRAVAIL DU SOL,
SOUS SAVANE ET FORÊT, DANS LA RÉGION CENTRE DE COTE D'IVOIRE.

R. MOREAU



Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: B*7925 Ex: 1

1 - INTRODUCTION

L'étude de l'évolution du sol sous l'effet de la mise en culture réalisée à Abouakro, dans la région centre de Côte d'Ivoire, a mis en évidence une dégradation importante de la stabilité structurale dès la fin des travaux de défrichement⁽¹⁾, aussi bien en zone de savane qu'en zone de forêt. Ces travaux se sont étalés sur une période de 3 semaines en avril-mai 1974 : c'est donc une dégradation rapide qui s'est manifestée, et celle-ci s'est bien confirmée, mais sans s'aggraver, avec les prélèvements ultérieurs, au cours des deux années suivantes. L'importance de cette dégradation peut être appréciée en comparant les valeurs de l'indice d'instabilité structurale I_s , avant et après défrichement, sur les parcelles défrichées, et sur les parcelles témoins :

		SAVANE		FORET	
		Avant défrichement	Après défrichement	Avant défrichement	Après défrichement
Parcelles défrichées	0-10 cm	0.67	1.70	0.34	1.40
	10-20 cm	0.78	1.32	0.80	1.94
	20-30 cm	1.43	2.02	1.17	2.49
Parcelles témoins	0-10 cm	0.62	0.78	0.37	0.41
	10-20 cm	0.71	0.80	0.83	0.95
	20-30 cm	1.31	1.55	1.22	1.07

On enregistre à la suite du défrichement une augmentation de I_s traduisant une diminution de la stabilité structurale, dont l'importance s'accroît de la profondeur vers le sommet, sur l'épaisseur considérée de 0 à 30 cm. L'augmentation de I_s est proportionnellement plus grande sur défriche forestière que de savane. Sous végétation naturelle, seul le niveau 0-10 cm (horizon : A11) présente une stabilité structurale bien meilleure sous forêt qu'en savane.

Plusieurs causes ont pu concourir à l'obtention de ces résultats :

- des perturbations physiques (déplacement et mélange de matériau, tassement, etc...) qui résultent directement des travaux de défrichement. C'est notamment le cas en zone forestière où le défrichement a entraîné une perturbation plus importante des profils sur les 30 cm supérieurs. Une augmentation du taux d'argile, de 3 à 4% en valeur absolue, a été enregistrée sur défriche forestière. La remontée de matériel profond plus argileux mais de faible stabilité conduit naturellement à une élévation des valeurs de I_s . En savane, le sol n'est guère affecté que sur les 10 premiers cm, et il n'y a pas de modifications texturales bien significatives.

(1) Défrichement mécanisé avec andainage tous les 50 m selon les courbes de niveau, terminé par un sous-solage à 30 cm de profondeur, avec espacement de 90 cm. Mise en valeur réalisée par l'Autorité pour l'aménagement de la Vallée du fleuve Randooua (A.V.B.).

- la diminution du taux de matière organique après défrichement, peut également être, pour une part, responsable de la diminution de la stabilité structurale. La diminution relative du carbone total sur les parcelles défrichées par rapport aux parcelles témoins a été significative et plus importante à la partie supérieure du sol :

	SAVANE	FORET
0-10 cm :	- 17 %	- 24 %
10-20 cm :	- 14 %	- 14 %
20-30 cm :	- 3 %	- 13 %

- au cours de la période de défrichement, relativement pluvieuse, 106 mm de pluie ont été enregistrés dans un village voisin. L'action dégradante des pluies à la surface du sol défriché a vraisemblablement été plus importante sur le sol défriché que sur le sol naturel. Mais on peut se demander si l'action de l'eau, au cours de son infiltration, ne se manifeste pas également, vis à vis de la structure, avec une intensité différente dans un sol travaillé (défriche) et dans un sol naturel (témoin).

C'est pour répondre à cette question que la présente étude a été réalisée. Il s'agit donc d'étudier sur les sols d'Abouakro, en savane et sous forêt, le comportement de la stabilité structurale sous l'effet de l'infiltration d'un volume d'eau déterminé, avec ou sans travail préalable (ameublissement) du sol. Nous avons utilisé les tests de comportement structural aboutissant à l'expression des indices I_s et K selon HENIN, GRAS et MONNIER (1969), pour mettre en évidence des différences éventuelles de la stabilité structurale entre les traitements comparés, et saisir, dans la mesure du possible, les facteurs en cause.

2 - CONDITIONS D'EXECUTION DE L'ETUDE

2.1. Milieu et sol

Le bloc cultural d'Abouakro se situe à 60 km à l'Est-Sud-Est de Bouaké, au Centre de la Côte d'Ivoire. Cette zone est soumise à un climat de type équatorial de transition, à nuance sèche, caractérisée par l'alternance de deux saisons sèches (novembre à mars et juillet à août) et de deux saisons pluvieuses (mars à juin, août à octobre). La pluviométrie annuelle moyenne de 1200 mm connaît en fait une grande irrégularité. On a enregistré, par exemple, 708 mm en 1976, année très déficitaire, l'étude ayant été réalisée à la mi-novembre de cette même année alors qu'il n'y avait pas eu de précipitations importantes depuis septembre. Ce sont le plus souvent des précipitations de forme orageuse, de forte intensité.

C'est la roche granitique qui constitue le substratum géologique et fourni un matériel d'altération riche en sables grossiers. Le modelé faiblement ondulé est caractérisé par des versants assez réguliers, de l'ordre du kilomètre, où les pentes n'excèdent généralement pas 5 %.

La formation végétale dominante est la savane arborée. Des îlots forestiers plus ou moins dégradés, abritant les caféières paysannes, se maintiennent en sommet d'interfluves ; les versants étant plutôt dévolus aux cultures vivrières. Enfin, la forêt galerie occupe les bordures de marigots.

L'expérimentation a été conduite sur un sol de même type aussi bien sous forêt qu'en savane. Il s'agit d'un sol ferrallitique faiblement désaturé, remanié, avec un recouvrement de 25 à 30 cm sur le niveau gravillonnaire. Sous les deux formations végétales, le matériau présente des caractéristiques texturales très comparables :

L'horizon A₁₁, qui nous intéresse ici, se compose d'environ 26% d'éléments fins (argile + limons fins, dont 8-9% de limons fins) et de 45 à 50% de sables grossiers. Les autres caractéristiques sont par contre fortement influencées par le type de végétation, particulièrement dans les horizons supérieurs. Sur le plan morphologique, l'influence de la forêt par rapport à la savane se manifeste par une épaisseur plus importante de l'horizon A₁, avec une couleur plus foncée, une meilleure activité biologique associée à une structure grumeleuse et à une meilleure porosité, un enracinement de type ligneux dont les éléments fins sont concentrés sur les premiers centimètres (en savane, les racines étant au contraire rares au voisinage de la surface entre les talles herbacées, et mieux réparties ensuite jusqu'à la base de l'horizon A₁). Sur le plan analytique, la richesse en matière organique est beaucoup plus élevée en forêt (tabl. 1), ainsi que la plupart des autres caractéristiques chimiques qui lui sont liées (azote, capacité d'échange et bases échangeables...).

2.2. Réalisation sur le terrain

L'expérimentation a été conduite en savane et en forêt de la façon suivante :

- sur une surface plane de 50 cm de diamètre, prise de 4 échantillons (I) ⁽¹⁾ du sol naturel de 0 à 10 cm,
- sur la même zone, travail du sol au couteau sur une profondeur de 10 cm puis passage dans un tamis à mailles carrées de 3,5 mm et homogénéisation de la terre. Nouvelle prise de 4 échantillons (II) pour apprécier un éventuel effet travail,
- sur la zone travaillée et sur une zone intacte voisine, un cylindre métallique de 25 cm de diamètre a été enfoncé sur 10 cm de profondeur dans le sol. Apport de 1,45 l d'eau à l'intérieur des cylindres et mesure du temps d'infiltration, puis nouvel apport de 1 l d'eau et mesure du temps d'infiltration. ⁽²⁾

Le volume total : 2,45 l, correspond à une hauteur d'eau de 50 mm qui peut être atteinte par des précipitations journalières dans la région : 54 mm le 11 avril 1974 ; c'est également l'ordre de grandeur des précipitations qu'ont pu recevoir les parcelles en fin de défrichement à Abouakro en 1974.

(1) Tous les échantillons ont été prélevés avec un cylindre métallique permettant d'obtenir des carottes de terre non perturbée sur une épaisseur de 10 cm. Les chiffres romains font référence aux traitements du tableau 1.

(2) L'apport d'eau a été réalisé en 2 fractions successives pour des raisons pratiques.

- après 24 heures : prise de 4 échantillons (IV et VI) à l'intérieur de chacun des cylindres d'infiltration (sol travaillé et non travaillé) et également de 4 échantillons (III et V) sur le pourtour immédiat des cylindres en zone sèche.

Il y a donc au total 12 traitements avec chacun 4 répétitions. Parmi ces traitements qui figurent au tableau 1, on peut regrouper, en savane et en forêt, les traitements (II) et (III) qui correspondent en fait à des conditions identiques et dont les résultats ne présentent effectivement pas de différence significative⁽¹⁾. Il faut, par contre, maintenir la distinction entre les traitements (I) et (V) dont les échantillons n'ont pas été prélevés exactement au même endroit et présentent de ce fait quelques différences analytiques, particulièrement en ce qui concerne la richesse en matière organique (tabl. 1). On obtient en définitive dix traitements à étudier (chiffres arabes du tabl. 1) : cinq en savane et cinq en forêt. Ces traitements constituent quatre groupes qui représentent les quatre emplacements de prélèvement différents. On peut comparer dans chaque groupe les résultats des traitements entre eux pour apprécier, en savane et en forêt : l'effet travail du sol et l'effet infiltration sur sol travaillé (1-2-3 et 6-7-8), et l'effet infiltration sur sol non travaillé (4-5 et 9-10).

Tableau 1 - Traitements appliqués dans l'étude de la stabilité structurale à Abouakro. Richesse en carbone total des échantillons pour chaque traitement (moyenne sur 4 prélèvements par traitement).

Traitements appliqués	Carbone %		N°s des traitements étudiés	
	Savane	Forêt	Savane	Forêt
(I) sans travail	12.14 ± 0.85	21.43 ± 3.47	}	1
(II) avec travail sec	12.72 ± 0.92	21.63 ± 0.70		2
(III) avec travail sec, après 24 h.	13.25 ± 0.86	21.52 ± 1.54		7
(IV) avec travail, 24 h. après infiltration	13.04 ± 1.62	20.81 ± 0.64		3
(V) sans travail sec, après 24 h.	16.41 ± 1.97	23.28 ± 4.66	4	9
(VI) sans travail, 24 h. après infiltration	15.61 ± 2.22	24.49 ± 4.17	5	10

(1) Ces deux traitements : (II) et (III), avaient été initialement prévus, au cas où des précipitations seraient intervenues au cours des 24 heures suivant l'infiltration.

2.3. Analyses

Après pesée pour détermination de l'humidité en place, les échantillons ont été séchés à l'air climatisé, puis préparés selon les normes de l'analyse physique. On a établi, pour chaque échantillon, l'indice d'instabilité structurale I_s (HENIN - GRAS - MONNIER, 1969), à partir de la détermination des agrégats résistants à un tamisage sans lame d'eau à 0,2 mm, avec trois prétraitements du sol (alcool, nul, benzène), et de la fraction fine des éléments dispersés (argile et limons fins) provenant du traitement avec prétraitement benzène.

Enfin, d'après la méthode des mêmes auteurs, le coefficient de perméabilité K de la loi de DARCY a été également déterminé par percolation.

Sur chaque échantillon les analyses ont été réalisées en double(1). Nous disposons donc de 8 mesures par traitement, ce qui permet de faire une interprétation statistique des résultats. Ce sont les moyennes de ces 8 valeurs qui figurent au tableau 2 et qui vont être étudiées.

3 - RESULTATS

Les traitements ayant fait l'objet d'un travail du sol, avec homogénéisation du matériau (traitements 2 et 3, 7 et 8), présentent une variabilité plus faible que les traitements dont les échantillons proviennent de prises sur le sol en place. C'est la forêt qui fournit la plus forte variabilité : l'horizon A₁₁ apparaît effectivement, à l'échelle centimétrique, plus hétérogène en forêt qu'en savane, et cela s'est répercuté sur nos résultats, comme le montre bien les résultats du carbone total au tableau 1. La variabilité plus grande, se traduit par un niveau de valeur plus élevé du seuil statistiquement significatif à atteindre par les différences entre les traitements comparés, tel sera notamment le cas pour les traitements 7 et 8 de forêt.

3.1. Comportement à l'infiltration

Les temps d'infiltration du même volume d'eau indique une différence de comportement importante entre les sols de forêt et de savane (fig. 1). Dans les conditions naturelles, la vitesse d'infiltration est bien plus faible sous savane qu'en forêt. Si dans les deux cas la vitesse d'infiltration diminue avec le temps, cette diminution est beaucoup plus grande en savane. Pour une même quantité d'eau arrivant au sol, le ruissellement est donc plus important en savane. Indépendamment de l'aspect protection de la surface du sol, c'est donc un facteur d'érosion qui joue en défaveur de la savane, où des caractères d'érosion tels que : plages sableuses, exhaussement des talles herbacées, sont effectivement visibles.

(1) Des contrôles complémentaires ont été effectués chaque fois que la différence entre les 2 valeurs obtenues pour un échantillon était supérieure à la précision admise pour l'analyse considérée.

Le travail du sol améliore (au moins dans un premier temps) très nettement la perméabilité du sol de savane qui s'élève à un niveau comparable à celle du sol de forêt. En forêt, au contraire, l'amélioration consécutive au travail est minime. Dans les deux cas, la diminution de la vitesse d'infiltration avec le temps reste faible. Il faut, toutefois, souligner que les mesures ne portent que sur les premières minutes d'infiltration ; avec le temps, la diminution de la vitesse d'infiltration peut s'accroître plus ou moins selon la stabilité du sol. On voit d'ailleurs sur le graphique (fig.1) une accentuation de cette diminution avec la savane travaillée dont le deuxième segment de droite se relève plus vite que celui du sol de forêt ; c'est un sol moins stable dont la porosité créée par le travail tend à se colmater plus vite, diminuant d'autant la perméabilité.

3.2. Humidité

L'humidité du sol à l'état initial était voisine du point de flétrissement (pF 4,2). Elle varie selon les traitements dans le même sens que la richesse en matière organique (tabl. 1 et 2). Il est intéressant à ce sujet de comparer la valeur du rapport : Humidité/Carbone total, pour les différents traitements :

	R = Humidité (%) / C. total %.		R Savane/R forêt
	Savane	Forêt	
Sol sec	1 : 0.69 2 : 0.65 4 : 0.71 } 0.68	6 : 0.48 7 : 0.46 9 : 0.53 } 0.49	1.38
Humide après travail et infiltration	3 : 1.55	8 : 1.08	1.43
Humide après infiltration sans travail	5 : 1.15	10 : 0.79	1.45

Il ressort du tableau précédent que le rapport humidité/carbone total, à l'état initial comme après infiltration, avec ou sans travail du sol, n'est pas du même ordre de grandeur en savane et en forêt. Il faut également remarquer que la différence entre les deux sols se maintient dans des proportions très voisines aux différentes conditions de traitement (valeurs : R savane/ R forêt).

Dans les traitements avec infiltration, le ressuyage n'était pas total au bout de 24 heures, lorsque les échantillons ont été prélevés. L'humidité était alors plus élevée sur le sol travaillé que sur le sol initial, en savane et en forêt. Pour des traitements correspondants, l'augmentation relative de l'humidité après infiltration, par rapport à l'état initial, est comparable en savane et en forêt, traduisant également l'analogie du comportement des deux sols :

Tableau 2 - Valeurs et différences des paramètres de la stabilité structurale pour les différents traitements de l'étude réalisée en savane et sous forêt à Abouakro.

	S A V A N E					F O R E T				
	1 : sans travail	2 : avec travail sec	3 : avec travail et infiltration	4 : sans travail sec	5 : sans travail et infiltration	6 : sans travail	7 : avec travail sec	8 : avec travail et infiltration	9 : sans travail sec	10 : sans travail et infiltration
Humidité à 105% %	8.40	8.39	20.20	11.60	17.98	10.45	9.89	22.55	12.34	19.50
	- 0,01	+ 11.81		+ 6.38		- 0.56	+ 12.66		+ 7.16	
K cm/h	27.53	28.51	4.51	31.13	9.73	62.48	56.18	38.10	50.53	59.77
	+ 1.03	- <u>24.00</u>		- <u>21.40</u>		- 6.30	- <u>12.81</u>		+ 9.24	
Is	0.38	0.36	0.74	0.38	0.66	0.23	0.25	0.40	0.22	0.32
	- 0.02	+ <u>0.36</u>		+ <u>0.28</u>		+ 0.02	+ <u>0.15</u>		+ <u>0.10</u>	
A + Lf dispersés %	9.74	9.67	13.60	10.94	14.51	7.38	7.77	10.16	7.32	10.64
	- 0.07	+ <u>3.93</u>		+ <u>3.57</u>		+ 0.39	+ <u>2.39</u>		+ <u>3.32</u>	
Agr. A %	27.96	28.78	21.70	31.66	30.41	34.59	33.02	30.10	37.16	38.16
	+ 0.82	- <u>7.08</u>		- 1.25		- 1.57	- <u>2.92</u>		+ 1.00	
Agr. E %	21.78	22.98	12.97	25.55	20.90	29.53	27.16	19.91	31.93	28.16
	+ 1.20	- <u>10.01</u>		- <u>4.92</u>		- 2.47	- <u>7.25</u>		- 3.17	
Agr. B %	13.59	14.41	6.04	16.44	10.69	223.56	20.28	11.52	21.78	17.62
	+ 0.82	- <u>8.37</u>		- <u>5.75</u>		- 3.28	- <u>8.76</u>		- 4.16	

Différence soulignée de deux traits : significative à P = 0,01 ; d'un seul trait : significative à P = 0,05

	SAVANE	FORET
Infiltration et travail	+ 106 %	+ 101 %
Infiltration sans travail	+ 83 %	+ 81 %

Ce résultat, qui n'est certainement pas fortuit(1), indiquerait donc que les conditions d'humectation et/ou de ressuyage ont été modifiées, dans des proportions semblables, par le travail du sol, en savane et en forêt. Cela n'implique d'ailleurs pas que de telles différences subsistent après complet ressuyage, sur les valeurs de la capacité au champ.

3.3. L'indice de perméabilité K

. Les valeurs de K (fig. 2 et tabl. 2) sont nettement plus élevées sous forêt qu'en savane ; on retrouve donc la même différence de comportement observée au champ avec les temps d'infiltration. Il n'y a pas de variation significative de K sous l'effet du travail du sol en savane comme en forêt.

. Après infiltration sur sol travaillé, les valeurs de l'indice K diminuent dans les deux cas de façon très significative, mais dans des proportions plus importantes en savane qu'en forêt.

. Après infiltration sur sol naturel, l'indice K diminue de façon très significative uniquement en savane. Cette diminution, apparaît légèrement plus faible, mais reste du même ordre de grandeur que celle enregistrée après infiltration sur sol travaillé. Il n'y a pas de variation significative de K, après infiltration, sur le sol non travaillé de forêt.

3.4. L'indice d'instabilité structurale Is

. La différence entre savane et forêt et encore bien illustrée par les valeurs de Is (fig. 3, tabl. 2). L'indice Is plus élevé dans le sol de savane traduit une moins bonne stabilité de la structure que dans le sol de forêt, et cela concorde bien avec les résultats précédents sur les valeurs de K. Le travail du sol n'introduit pas de différence significative de Is par rapport au sol naturel en savane comme en forêt.

. Après infiltration sur sol travaillé, on enregistre une élévation très significative de Is en savane et en forêt. L'infiltration a donc provoqué une diminution de la stabilité structurale. Cette diminution apparaît proportionnellement plus forte en savane qu'en forêt.

. L'infiltration sur sol naturel provoque également une augmentation de Is en savane (significative au seuil de 1%) et en forêt (significative au seuil de 5%). Dans les deux cas, l'augmentation est plus faible que celle obtenue après infiltration sur sol travaillé. L'élévation de Is est encore ici plus forte en savane qu'en forêt. L'infiltration s'accompagne donc d'une diminution de la stabilité structurale aussi bien sur sol travaillé que sur sol naturel, mais cette diminution est plus importante après travail du sol que sans travail. Elle est en outre, pour des traitements comparables, plus forte sous savane qu'en forêt.

(1) Cette différence d'humidité entre les traitements après infiltration, avec ou sans travail du sol, ne peut certainement pas s'expliquer par la différence de richesse en matière organique des échantillons.

. L'expérimentation montre ainsi que pour un même volume d'eau infiltrée la variation de I_s est plus importante en savane qu'en forêt. Cette susceptibilité plus grande de la savane se trouve confirmée par les résultats enregistrés au cours de 3 années de mesures trimestrielles réalisées à Abouakro, et qui font apparaître une variabilité saisonnière de I_s (essentiellement liée aux conditions hydriques) beaucoup plus importante en savane qu'en forêt. Ainsi, pour des sols semblables à ceux qui ont servi à l'expérimentation, les valeurs de I_s , au niveau 0-10 cm, se répartissent dans l'intervalle : 0,3-0,9 en savane, et : 0,2-0,4 en forêt (tabl. 3).

Après avoir constaté que l'indice d'instabilité structurale I_s présente une augmentation significative dans tous les cas d'infiltration, il est également intéressant, pour compléter l'étude, d'examiner les résultats des tests d'agrégats ayant servi à l'établissement de cet indice.

3.5. Eléments fins dispersés

Ce sont les éléments fins (argile + limons fins) dispersés du prétraitement benzène qui ont été considérés (fig. 4, tabl. 2). On retrouve un comportement assez semblable à celui de I_s , comme le montre d'ailleurs l'analogie entre les figures 3 et 4 :

- différence marquée entre savane et forêt,
- pas d'effet du travail du sol par rapport au sol initial,
- augmentation hautement significative des éléments fins dispersés, dans tous les traitements ayant subi l'infiltration, avec ou sans travail du sol, aussi bien en forêt qu'en savane.

Les variations se manifestent *cependant* dans des proportions plus faibles que celles de l'indice I_s et ne permettent pas une caractérisation aussi fine des différents traitements les uns par rapport aux autres.

3.6. Agrégats : alcool, eau et benzène

. Les trois catégories d'agrégats sont mieux représentées en forêt qu'en savane (fig. 5, tabl. 2). L'écart entre les deux sols est plus faible pour les agrégats alcool que pour les agrégats benzène (rapport moyen de 1 pour Agr.A à 1,3 pour Agr.B). Cette différence est essentiellement à mettre sur le compte de la matière organique dont l'influence se manifeste davantage vis à vis de la non-mouillabilité que de la cohésion.

Il n'y a pas de variations statistiquement significatives, sur aucune des catégories d'agrégats, à la suite du seul travail du sol(1).

(1) On constate toutefois dans le cas de la forêt, une diminution sensible des trois catégories d'agrégats. En tenant compte de la remarque liminaire concernant la variabilité des résultats, cela pourrait laisser supposer que le tamisage à 3,5 mm, pratiqué alors que le sol n'était pas totalement sec, a pu démolir un certain nombre d'agrégats, à la suite de l'action nécessaire pour séparer les agglomérats du réseau dense des fines racines, toujours étroitement associés à la partie supérieure du sol forestier.

. L'infiltration sur sol travaillé entraîne une diminution très significative des trois catégories d'agrégats, aussi bien en savane qu'en forêt. La diminution des agrégats alcool, pour lesquels l'effet éclatement est réduit, peut être interprétée ici comme étant le résultat de la destruction d'une certaine quantité d'agrégats sous l'effet de l'infiltration au champ ; cette destruction serait plus importante en savane qu'en forêt. La proportion d'agrégats détruits se reporte également sur les deux autres catégories d'agrégats, pour lesquelles on constate cependant (et cela surtout en forêt) une augmentation de l'écart entre les traitements avec et sans travail du sol. Il y a donc aussi une augmentation de l'effet éclatement qui résulterait d'une diminution de la non-mouillabilité à la suite de l'infiltration.

. Les agrégats alcool n'accusent pas de différence significative après infiltration sur sol non travaillé. On enregistre, par contre, une diminution hautement significative des agrégats eau et benzène en savane. La diminution est également nette, mais statistiquement non significative, en forêt. On peut cependant rappeler ici la différence significative qui existe entre les traitements 9 et 10 pour les éléments fins dispersés du traitement benzène, et supposer que l'infiltration entraîne effectivement une différence de comportement vis à vis de ce traitement. L'infiltration sur sol non travaillé ne provoquerait pas de destruction notable des agrégats (pas de diminution significative des Agr.A), mais elle serait, comme dans le cas du sol travaillé, à l'origine d'une augmentation de la mouillabilité qui favoriserait l'effet éclatement.

Les tests d'agrégats indiqueraient donc que l'influence de l'eau d'infiltration, vis à vis de la stabilité structurale, se manifeste en milieu naturel, plutôt par une diminution de la non-mouillabilité que par une diminution de la cohésion. Cette hypothèse se trouve d'ailleurs étayée par les résultats enregistrés au cours de l'étude suivie à Abouakro, en savane et en forêt. Ceux-ci montrent que l'élévation des valeurs de I_s accompagnant l'augmentation de l'humidité à la suite de pluies, est associée à une diminution plus importante des agrégats benzène que des agrégats alcools, et cela sans que des variations de la richesse en matière organique paraissent être en cause. Le rapport Agr.A/Agr.B augmente, de ce fait, avec l'élévation des valeurs de I_s . C'est bien ce qu'illustre le tableau 3 où ^{figurent} quelques échantillons du niveau 0-10 cm, prélevés à différentes périodes, sur les mêmes parcelles naturelles. Classés selon les valeurs croissantes de I_s , ces échantillons correspondent également à un accroissement de l'humidité du sol au moment du prélèvement(1). On y remarquera l'analogie du comportement des échantillons de savane et de forêt, pour des prélèvements réalisés à la même période ; avec toutefois des écarts de variation beaucoup plus importants, en savane qu'en forêt.

(1) Comme les pluies, les variations saisonnières de I_s sont très irrégulières, et ne se répètent pas de façon identique d'une année à l'autre.

Tableau 3 - Comparaison de Is et des agrégats alcool et benzène, pour quelques échantillons 0-10 cm, sur parcelles naturelles de savane et de forêt à Abouakro.

Période de prélèvement	S A V A N E				F O R E T			
	Is	Agr.A %	Agr.B %	$\frac{\text{Agr.A}}{\text{Agr.B}}$	Is	Agr.A %	Agr.B %	$\frac{\text{Agr.A}}{\text{Agr.B}}$
Nov. 1976	0.28	31.6	23.45	1.33	0.19	29.72	23.07	1.29
Août 1976	0.38	27.26	17.49	1.56	0.21	33.39	23.63	1.41
Nov. 1974	0.49	25.78	13.70	1.88	0.33	30.55	17.96	1.70
Fév. 1975	0.64	26.34	13.72	1.92	0.36	30.15	15.23	1.98
Mai 1975	0.92	23.95	8.50	2.81	0.39	28.19	16.01	1.76

4 - CONCLUSIONS

Le graphique de la figure 6 où sont portés les deux indices K et Is peut servir de support à une première série de conclusions résumant les résultats obtenus par l'étude comparative :

- Les paramètres de la stabilité structurale de l'horizon supérieur (0-10 cm) sont meilleurs en forêt qu'en savane, et l'influence de la végétation y apparaît très marquante.

- L'infiltration d'un même volume d'eau entraîne une diminution de la stabilité structurale nettement plus importante en savane qu'en forêt.

- Dans chacun des cas, la diminution est plus forte sur le sol travaillé que sur le sol naturel.

- Les deux indices K et Is se comportent de façon analogue mais présentent évidemment des variations inverses pour des traitements correspondants, à l'exception du traitement 7 : infiltration sur sol non travaillé de forêt. L'augmentation de Is y est significative mais proportionnellement moins importante que dans les autres traitements avec infiltration. Elle serait surtout liée à une augmentation de la mouillabilité, alors que l'indice K, étant lui-même beaucoup moins sensible à ce facteur (HENIN, GRAS, MONNIER, 1969) n'a pas diminué.

La dégradation de la stabilité structurale sous l'effet de l'eau d'infiltration apparaît donc plus importante en savane qu'en forêt. Même en pensant que cette dégradation risque encore de s'accroître sous l'effet d'un volume d'eau d'infiltration accru, réparti sur une période de plus longue durée, on peut estimer que la différence se maintiendrait en faveur de la forêt. Cela paraît contredire les résultats enregistrés sur les parcelles de défriche à Abouakro, où l'augmentation de l'indice I_s a été proportionnellement beaucoup plus important sur défriche de forêt. C'est en fait que sont intervenus d'autres facteurs de dégradation, liés, comme nous l'avons indiqué, aux travaux de défrichement : décapage et remaniement du sol, remonté de matériau argileux profond, tassements etc..., et qui ont beaucoup plus affecté le sol en forêt qu'en savane. Il faut donc souligner l'incidence des travaux de défrichement sur le comportement du sol. Ils exercent une action brutale qui peut être plus ou moins défavorable selon leur nature et les conditions d'exécution ; l'action minimale étant sans doute réalisée dans les cas de défriche avec mise en culture sur brûlis, sans travail du sol. Il faut considérer, d'une façon générale, qu'il existe deux séries de facteurs responsables de l'évolution des sols cultivés : des facteurs à action rapide et même brutale, directement liés à l'intervention de l'homme au niveau du sol, et des facteurs s'exerçant à plus ou moins long terme, selon les processus d'évolution pédologique induits par l'intervention humaine sur l'ensemble du milieu.

L'augmentation de l'instabilité structurale consécutive à l'infiltration aurait deux causes exprimées par les variations des agrégats alcool et benzène, et qui seraient d'inégales importance selon que le sol ait été préalablement travaillé ou non.

- La diminution des agrégats alcool, traduisant une destruction d'un certain nombre d'agrégats, n'est significative qu'après travail du sol. Le sol travaillé constitue en effet un milieu meuble destabilisé où les agrégats ou les agglomérats d'agrégats se trouvent environnés d'espaces lacunaires, n'ayant entre eux que des points de contact irréguliers. Dans le sol naturel, au contraire, ces éléments s'ajustent par des surfaces de contact qui délimitent leur volume, et bénéficient d'un environnement stable ; la part des vides plus réduite, n'est représentée que par la porosité naturelle. Dans ces conditions deux processus au moins, peuvent expliquer la destruction plus importante des agrégats après travail du sol, au cours des premières minutes d'infiltration :

- la mise en contact plus brutal des agrégats avec l'eau, qui favorise l'emprisonnement de l'air et accentue le phénomène d'éclatement,
- la mise en mouvement des particules terreuses entraînées par l'eau d'infiltrations vers une position plus stable, et dont les contraintes mécaniques peuvent également favoriser les ruptures.

- La diminution des agrégats benzène qui se manifeste dans les traitements après infiltration, exprime une diminution de la non-mouillabilité vraisemblablement liée à des modifications de la matière organique. Il faut rappeler que dans les conditions de l'étude les échantillons n'ont été mis à sécher que le 3e jour après l'infiltration, et le séchage à l'air climatisé s'est lui-même pro-

longé sur plusieurs jours ; les températures n'étant pas inférieures à 25-30°C. C'est donc pendant environ une semaine que les conditions ont été favorables à l'évolution des matières organiques dans les échantillons humides. On n'enregistre toutefois aucune variation significative du carbone total (tabl. 3), mais les quantités de carbone minéralisé(1), ainsi que les pertes possibles par lessivage au moment de l'infiltration et du ressuyage, ont du être trop faibles pour être mises en évidence au niveau de cette analyse. Il peut s'agir essentiellement de modifications qualitatives ayant affecté des fractions susceptibles d'évolution rapide et correspondant à des substances qui interviennent sur la stabilité structurale : polysaccharides (MARTIN J.P., 1971 ; GUCKERT, 1973 ; GODEFROY, 1974), substances "préhumiennes" (MONNIER, 1965) et fractions non humifiées (MARTIN G., 1964 ; COMBEAU et QUANTIN, 1964). De tels processus liés à l'évolution rapide des matières organiques, incluant naturellement les produits de l'activité biologique, pourraient être également, dans les sols naturels, responsable des variations saisonnières de la stabilité structurale (COMBEAU, 1965).

Pour conclure, enfin, sur la question ayant motivé cette étude, on peut dire qu'il y a bien, à côté des autres facteurs qui ont été évoqués dans l'introduction, un effet spécifique du travail du sol vis à vis de la dégradation de la stabilité structurale. Tout se passe comme si, en détruisant l'assemblage naturel du sol, le travail créé un état d'ameublissement qui place les agrégats en situation plus vulnérable : état d'affaiblissement potentiel de la stabilité structurale qui se révélera sous l'effet des pluies ou des eaux d'irrigation. La dégradation peut être très rapide sous l'effet des pluies tropicales de forte intensité. Dans les conditions de l'étude, la diminution relative des agrégats alcool à la suite de l'ameublissement du sol a été de 9 % en forêt et de 25 % en savane. On comprend mieux, ainsi, pourquoi, même avec des caractéristiques par ailleurs comparables, les sols ^{humifiés} cultivés ont une stabilité structurale plus mauvaise que les sols sous végétation naturelle (COMBEAU et QUANTIN, 1964).

(1) A titre d'exemple, sur des échantillons semblables et prélevés à la même époque que ceux ayant servi à l'expérimentation, les quantités de carbone minéralisé après 1 semaine d'incubation, à l'humidité équivalente et à 28°C, ont été de 0,21 % en forêt et 0,10 % en savane.

Fig. 1 - Temps d'infiltration avec et sans travail du sol

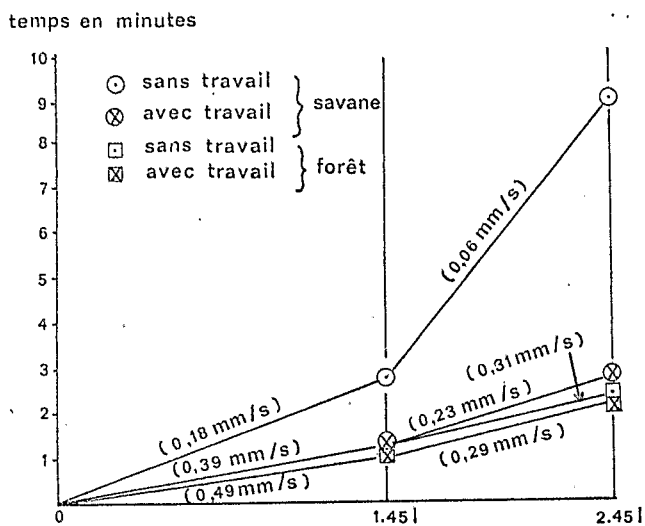
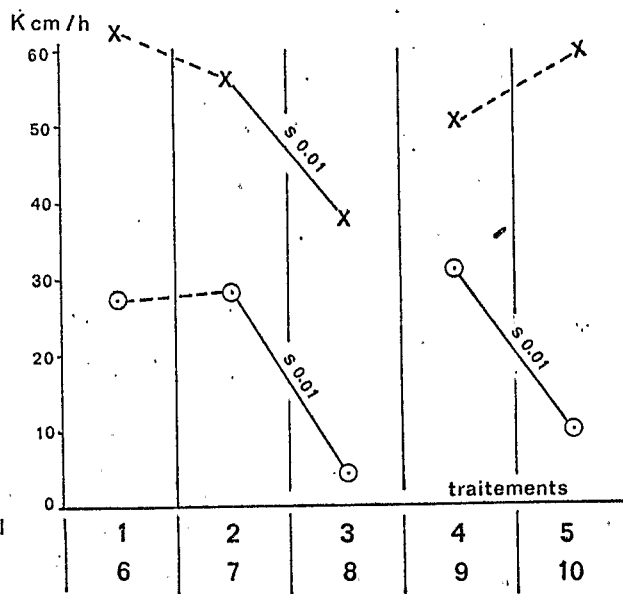


Fig. 2 - Valeurs de l'indice K



sans travail	avec travail	avec travail	sans travail	sans travail	traitements
	sec	et infiltration	sec	et infiltration	
1	2	3	4	5	Savane : ○
6	7	8	9	10	Forêt : X

Fig. 3 - Valeurs de l'indice Is

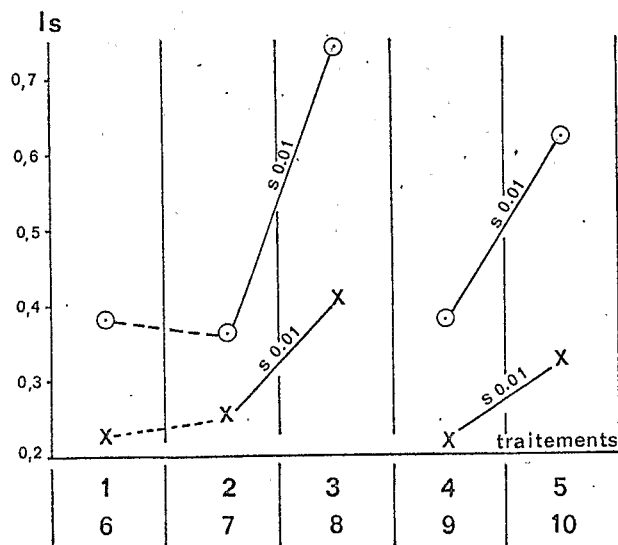


Fig. 4 - Argile + limons fins dispersés (benzene)

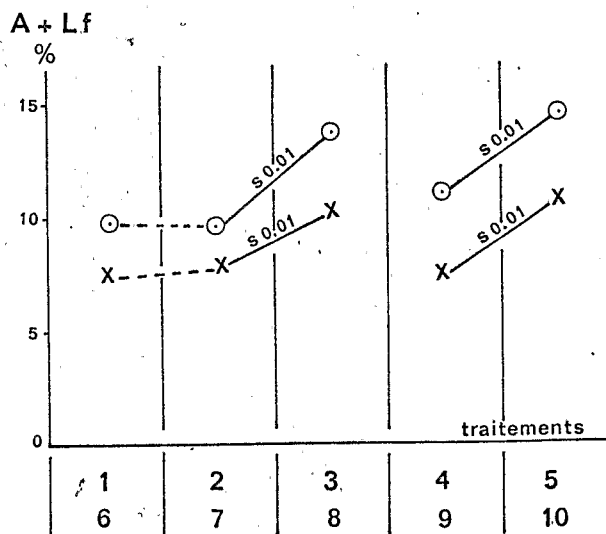


Fig. 5 - Agrégats alcool, eau et benzène

	savane	Forêt
sans travail	1	6
avec travail sec	2	7
avec travail et infiltration	3	8
sans travail sec	4	9
sans travail et infiltration	5	10

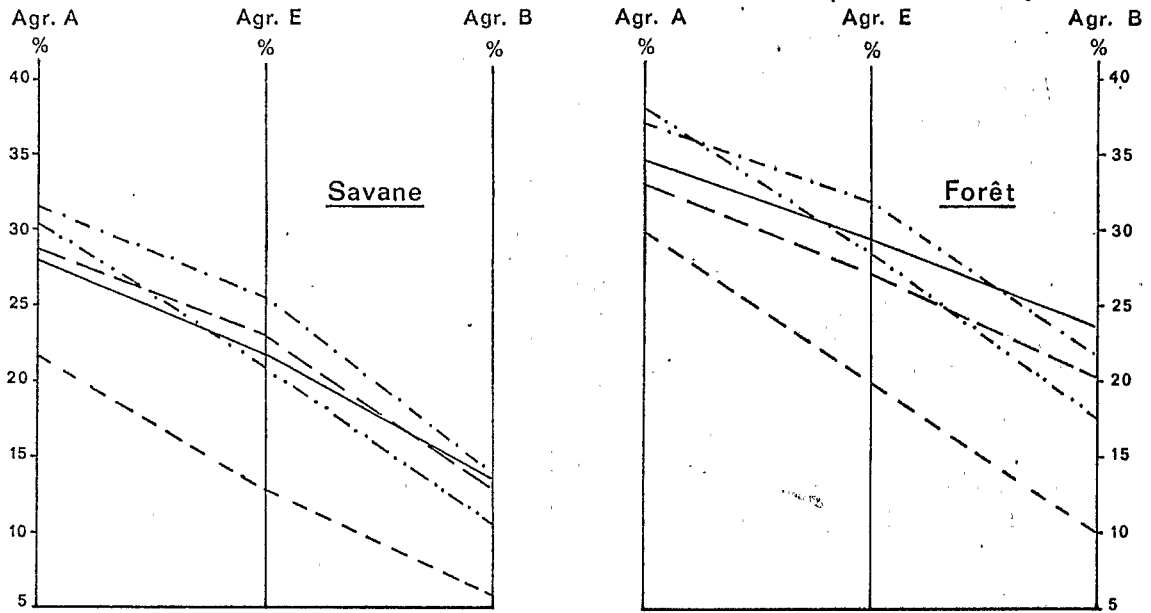
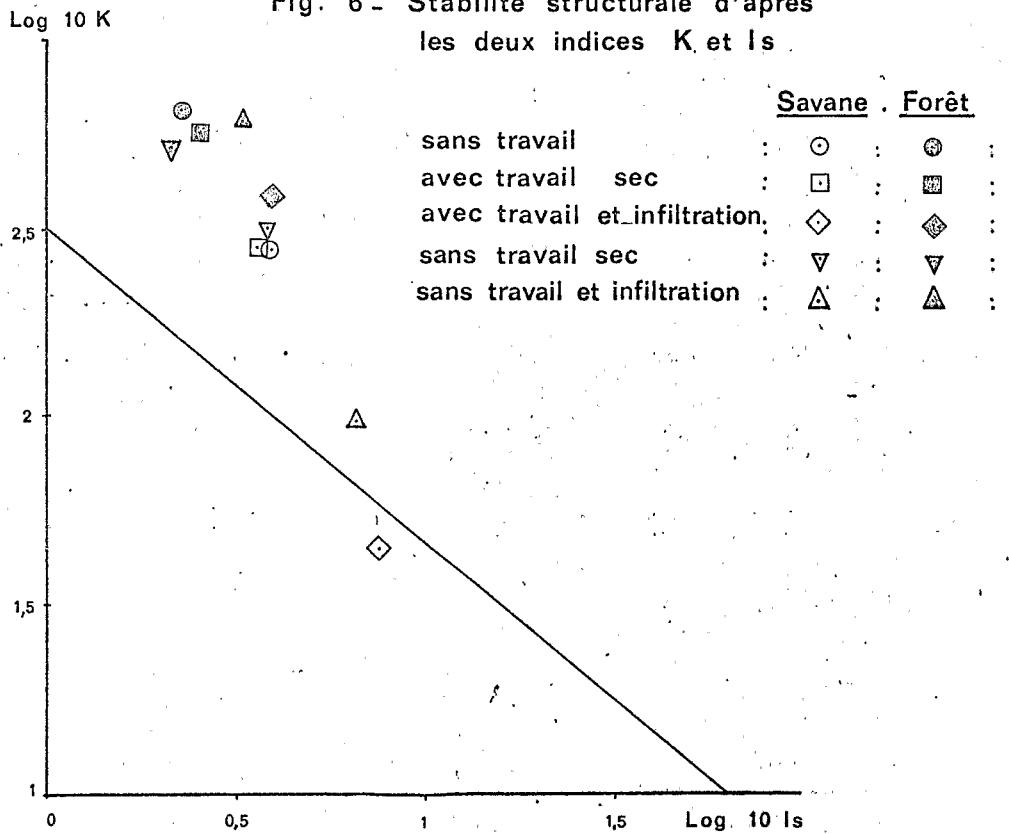


Fig. 6 - Stabilité structurale d'après les deux indices K et Is



BIBLIOGRAPHIE

- BOYER (J.), 1975.- Les sols ferrallitiques. Première partie : Les facteurs physiques de la fertilité.
ORSTOM, Paris, 97p., multigr.
- BLIC (de P.) et MOREAU (R.), 1977.- Evolution des caractères structuraux des sols ferrallitiques sous l'effet d'une mise en culture mécanisée récente en Côte d'Ivoire préforestière. Comm. Congr. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigéria, 6-10 déc. 1977, 15p., multigr.
- COMBEAU (A.) et QUANTIN (P.), 1963.- Observations sur les variations dans le temps de la stabilité structurale des sols en région tropicale.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 1, n°3, 17-26.
- COMBEAU (A.) et QUANTIN (P.), 1964.- Observations sur les relations entre la stabilité structurale et la matière organique dans quelques sols d'Afrique Centrale.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 2, n°1, 3-12.
- COMBEAU (A.), 1965.- Variations saisonnières de la stabilité structurale du sol en région tempérée (comparaison avec la zone tropicale).
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 3, n°2, 123-135.
- GODEFROY (J.), 1974.- Evolution de la matière organique du sol sous culture du bananier et de l'ananas. Relations avec la structure et la capacité d'échange cationique.
Thèse Docteur-Ingénieur, Fac. Sci., Nancy, 166p.
- GUCKERT (A.), 1967.- Influence de la matière organique du sol sur la stabilité structurale.
Bull. ENSA Nancy, t. IX, 11, 58-68.
- GUCKERT (A.), MORELLON (L.), JACQUIN (F.), 1969.- Effet du tassement sur l'évolution de la stabilité structurale d'un sol limoneux additionné de matière organique.
Bull. ENSA Nancy, t. XI, 1-11, 26-35.
- GUCKERT (A.), NUSSBAUMER (E.) et JACQUIN (F.), 1970.- Etude comparée de l'action du glucose ¹⁴C et de la paille ¹⁴C sur la stabilité structurale d'un sol limoneux acide.
Bull. ENSA Nancy, t. XII, 1-11, 26-49.
- GUCKERT (A.), 1973.- Contribution à l'étude des polyssacharides dans les sols et leur rôle dans les mécanismes d'agrégation. Thèse d'Etat, Fac. Sci., Nancy, 124p.

- HENIN (S.), GRAS (R.), MONNIER (G.), 1969.- Le profil cultural.
Masson, Paris, 2e éd., 332p.
- MONNIER (G.), 1965.- Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols.
Thèse d'Etat, Fac. Sci., Paris, 138p.
- MARTIN (G.), 1963.- Dégradation de la structure des sols sous culture mécanisée dans la vallée du Niari.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 1, n°2, 8-14.
- MARTIN (J.P.), 1971.- Decomposition and binding action of polysaccharides in soil.
Soil Biol., Biochem., 3, 33-41.