

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Cote : P 106

---

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

---

DEFORESTATION ET PREPARATION DU SOL PAR BRULIS.  
MODIFICATIONS DES CARACTERES PHYSICO CHIMIQUES  
DE L'HORIZON SUPERIEUR DU SOL.

---

J.-F. TURENNE

7ème Congrès Caribbean Food Crops  
Society

MARTINIQUE - GUADELOUPE

26 Juin - 4 Juillet 1969

---

## Sommaire

### DEFORESTATION ET PREPARATION DU SOL PAR BRULIS MODIFICATIONS DES CARACTERES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'HORIZON SUPERIEUR DU SOL

J-F. TURENNE

Office de la Recherche Scientifique et  
Technique Outre-Mer  
Centre O.R.S.T.O.M. de Cayenne

Dans le système traditionnel de culture itinérante en Guyane Française, le sol défriché par nettoyage de la forêt et brûlis subit dès cette opération d'importants changements. A côté d'une amélioration de la stabilité structurale, d'une humification plus élevée, et d'un apport hétérogène d'éléments minéraux après le défrichement, il faut noter la modification radicale de la capacité d'échange du complexe argilo-humique, avec une très forte baisse des possibilités d'échange de la matière organique. Les éléments échangeables apportés subsistent avec dominance de Ca et Mg.

Si l'on envisage de passer à une forme de culture permanente, le mode de défrichement traditionnel sur lequel on doit s'appuyer conditionne le devenir de la plantation et la réponse aux fertilisants qui pourront être apportés. Dans ce cas la régénération et l'apport de matière organique semblent impérativement nécessaires.

## Summary

### CLEARING and BURNING as SOIL PREPARATION, MODIFICATIONS OF PHYSIC AND CHEMIC CHARACTERS OF THE UPPER SOIL HORIZONS.

Traditional shifting cultivation systems of French Guiana prepare the soil by clearing and burning the forest, subjecting it to important changes subsequent to this operation.

Besides an increase of structural stability and humification as well as a heterogenous addition of nutrients, one notices the drastic change in exchange capacity of the organic clay complex. This change is partially due to an important decrease of organic exchange capacity. Added nutrients remain in the soil, but Ca and Mg are the most persistent ones.

The traditional forms of agriculture are fundamental to any transition to permanent agriculture, and condition the future of plantations and their response to fertilizers. In such cases, soil regeneration and enrichment by addition of organic matter seem to be absolutely necessary.

---

DEFORESTATION ET PREPARATION DU SOL PAR BRULIS  
MODIFICATION DES CARACTERES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'HORIZON  
SUPERIEUR DU SOL.

par J-F. TURENNE            ORSTOM  
   CAYENNE.

Introduction

La densité de défrichement réalisé par l'agriculteur guyanais sous forme de culture itinérante apparaît finalement importante en regard de la localisation des abattis. L'ouverture de routes voit l'installation d'agriculteurs séduits par ce moyen d'accès ; le défrichement est pratiqué par nettoyage du sous-bois, abattage des arbres et brûlis : traditionnellement, l'agriculteur préfère un feu léger courant à la surface du sol plutôt qu'un feu intense persistant assez longtemps sur le sol.

Le moment choisi pour cette opération se situe en période sèche, le plus souvent en fin de grande saison sèche (Octobre à Novembre). Dès que le nettoyage du sol est réalisé, la plantation ou le semis de différentes espèces vivrières sont faits, au milieu des restes calcinés de la forêt environnante. Ces espèces sont réparties suivant le degré d'hydromorphie et la texture des sols présents sur la parcelle : maïs, manioc, igname sur les parties les plus hautes ; dachines, légumes, bananier etc. dans les parties les plus basses. Dans une certaine mesure il y a là une utilisation empirique de la notion de chaîne ou séquence de sol.

La tendance à la fixation des agriculteurs et à l'appropriation des terres qui se manifeste actuellement, le souci d'obtenir de meilleurs rendements et de valoriser au mieux le travail de défrichement effectué, amènent à examiner l'évolution de la fertilité dans ce type de culture ; de nombreux résultats sont disponibles pour d'autres régions du globe mais il peut paraître intéressant d'observer dans les conditions de Guyane Française les modifications des caractères physico-chimiques de l'horizon de surface du sol lorsque l'on passe de l'équilibre naturel réalisé par la forêt ancienne au nouvel état du sol défriché pour les besoins des cultures. Si l'on envisage de passer de la culture itinérante à une forme de culture permanente, le mode de défrichement conditionne le devenir de la plantation et la réponse aux fertilisants qui pourront être apportés ; il a une action directe sur la fertilité du sol et sa conservation.

CARACTERISTIQUE DES ECHANTILLONS ETUDIES

34 échantillons ont été prélevés, 19 sous forêt, 15 en surface défrichée, 1 à 3 mois après défrichement.

Moins qu'une comparaison de moyennes - difficile dans les conditions d'hétérogénéité du terrain notamment après brûlis, - l'étude porte sur les modifications pouvant être observées de manière significative sur quelques relations caractéristiques entre différents éléments conditionnant la fertilité du sol.

Conditions climatiques : le climat est du type équatorial humide avec deux saisons sèches (Mars et Août - Novembre). La pluviométrie annuelle est de 2374 mm ;

température moyenne 26°3 (variant de 35°8 (maximum absolu) à 17°5 (minimum absolu).

L'ensoleillement est maximum de Septembre à Octobre, moment choisi pour le défrichement ; l'évaporation est également maximum de Septembre à Octobre.

Le tableau suivant rassemble quelques éléments climatiques de la station de Saint-Laurent (1956 - 1965).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Pluviométrie mm	216	184	174	218	322	327	233	164	76	79	162	219	2374
Ensoleillement Heures	156	181	196	214	168	163	226	253	253	263	223	181	2477
Evaporation Piche mm	41.1	57.8	69.6	59.8	45.9	39.7	49.5	60.9	71.9	75.	59.4	51.5	682.1

La période intéressant les prélèvements va de Septembre (début du défrichement) à Décembre (prélèvements en zone défrichée).

On constate que le sol mis à nu en cette période de l'année est soumis à un fort ensoleillement et à une évaporation maximale.

#### Microclimat du sol

De quelques données fragmentaires, on retiendra (Météorologie Nationale, LEVEQUE 1963)

température maximum du sol à 10 cm de profondeur à 14 heures

sous forêt 24° avec variations très peu importantes

sous gazon 32° avec maximum de 45°

sol nu 35° avec maximum de 50°

minima de 25-26°

L'élévation de température au passage du feu n'a pu être mesurée, mais on peut noter ailleurs (P. HYE, D.J. GREENLAND, 1960) que l'on peut atteindre 100° à 5 cm de profondeur et 60° à 10 cm, mais ceci par places.

Dans ces conditions, le sol est affecté sur sa surface, l'élévation de température ayant un effet direct sur la population microbienne et sur les propriétés physico-chimiques du sol.

Les sols L'étude est localisée aux sols de terres hautes ; ce sont des sols ferrallitiques fortement dessaturés (moins d'un milliéquivalent de bases échangeables dans l'horizon (B) ; ils sont en général moyennement profonds et faiblement lessivés, avec une très mince litière et un horizon d'imprégnation humique localisé aux 10 - 15 premiers centimètres.

Leur texture est relativement équilibrée, soit du type sablo-argileux à argilo-sableux (sur granites) ou du type argileux à argilo-sableux (sur migmatites). Le pH est nettement acide (4,5 à 5,5).

Le couvert forestier La formation naturelle est la forêt dense humide (Tropical Rain Forest).

### RESULTATS ANALYTIQUES

#### Eléments analysés

- analyse mécanique par granulométrie à l'aide de la pipette Robinson, dispersion au pyrophosphate de Sodium.

- Matière organique : Carbone par méthode Walkley Black, Azote par méthode KJELDAHL ; matières humiques, extraction par le pyrophosphate de sodium 0,1 M. Séparation des acides humiques et fulviques par acide sulfurique pur ; dosage effectué par oxydation au bichromate de potassium par la matière sèche.

- Bases échangeables : extraction à l'acétate d'ammonium normal et neutre ; Dosage des éléments par photométrie et colorimétrie (Mg.).

- Capacité d'échange : méthode Parker modifiée ; percolation à l'acétate d'ammonium normal et neutre, lavage à l'alcool et épuisement au chlorure de potassium 1 / 10. Distillation et dosage de l'ammoniac.

- pH à l'aide du pH-mètre.

- Indice d'instabilité structurale : méthode S. HENRI ; détermination du taux d'agrégats stables sans prétraitement, après prétraitement à l'alcool et au benzène. Détermination des éléments fins dans les mêmes conditions, et des sables grossiers.

### Résultats

#### MATIERE ORGANIQUE (fig.1).

Pour l'horizon considéré, il n'apparaît pas de différence significative entre les teneurs en matière organique avant et après défrichement. Cette observation rejoint de nombreuses constatations allant dans le même sens. Par exemple RIQUIER (in P. NYE, D.J. GREENLAND 1960) note à Madagascar une baisse marquée du taux de matière organique et d'azote pour les échantillons très superficiels, mais peu de changement à 12 cm. de profondeur.

Par ailleurs la litière existant sous forêt a entièrement disparu après défrichement : ceci n'apparaît pas dans les prélèvements, limités à l'horizon A 1 mais cette réserve, existant sous forêt, n'est plus disponible dans le sol cultivé.

On peut mettre en évidence pour l'ensemble des échantillons la relation classique bien connue entre éléments fins (0-20  $\mu$ ) et le taux de matière organique.

$$\text{matière organique } C^{\circ}/\infty = 0,67 (0,20 \mu) \% + 28,76 \quad P < 0,02$$

Les sols les plus riches en éléments fins sont également les sols les plus riches en matière organique, sans que le défrichement par brûlis vienne modifier cette relation.

### HUMUS TOTAL (HT) (fig. 2)

On constate une augmentation significative du taux d'humus total après défrichement, qui va dans le sens d'une humification des fractions organiques. On obtient

sous forêt

$$HT (C^{\circ}/\infty) = 0,163 \quad MO (C^{\circ}/\infty) + 0,26 \quad \text{moyenne HT} = 6,66 \quad r = 0,750$$

après défrichement

$$HT (C^{\circ}/\infty) = 0,147 \quad MO (C^{\circ}/\infty) + 2,067 \quad \text{moyenne HT} = 9,04 \quad r = 0,946$$

La différence observée entre les taux d'humus est significative ; d'autre part à l'intérieur de l'humus acides fulviques et humiques augmentent sensiblement dans les mêmes proportions. Il semble qu'à l'intérieur des acides humiques se manifeste une augmentation des fractions humiques polymérisées sans que l'on puisse mettre celle-ci en évidence de manière significative. (fig. 3)

### AZOTE et RAPPORT C/N

On note une légère augmentation du taux d'azote dans les sols défrichés : ceci se traduit par un rapport C / N légèrement inférieur après brûlis (14,9) que sous forêt (15,3).

### COMPLEXE ABSORBANT

Sa valeur est la résultante de nombreux facteurs agissant sur le complexe argilo-humique.

### Matière organique et capacité d'échange (fig. 4)

La comparaison montre

sous forêt

$$CE (me) = 0,241 \quad MO (C^{\circ}/\infty) - 2,03 \quad r = 0,805 \quad P < 0,01$$

après défrichement

$$CE (me) = 0,068 \quad MO (C^{\circ}/\infty) + 3,313 \quad r = 0,546 \quad P < 0,05$$

La différence entre les deux équations est hautement significative, la capacité d'échange augmente avec le taux de matière organique mais elle augmente beaucoup moins et se situe à un niveau inférieur pour la matière organique après défrichement.

% Argile + Limon fin 0-0 μ. (A+Lf) et Capacité d'échange (CE)

On obtient (fig. 5)

sous forêt

$$CE (me) = 0,287 (A + Lf) \% + 2,147 \quad r = 0,747$$

après défrichement

$$CE (me) = 0,230 (A + Lf) \% + 0,384 \quad r = 0,835$$

La capacité d'échange est systématiquement plus faible pour les sols sous brûlis.

Si l'on considère la capacité d'échange comme fonction simultanée de deux variables on obtient :

sous forêt

$$CE (me) = 1,72 \quad MO (C \% ) + 0,178 (A + Lf) \% - 2,86$$

après défrichement

$$CE (me) = 0,358 \quad MO (C \% ) + 0,203 (A + Lf) \% - 0,585$$

Les coefficients sont hautement significatifs : la part de la matière organique dans les sols sous forêt pour la capacité d'échange est très importante ; cette influence diminue très fortement après défrichement par brûlis.

L'évolution constatée dans la relation entre Capacité d'échange et complexe argilo-humique ne semble devoir être attribuée qu'à l'influence du défrichement et à l'action des agents climatiques sur le sol nu : les possibilités d'échange de la matière organique sont fortement diminuées.

Ces résultats vont dans le sens de nombreuses conclusions sur l'évolution des sols défrichés sous culture (dont J. BOCQUIER 1959) mais il apparaît nettement ici que ce phénomène se produit dans les conditions de Guyane très rapidement et dès le défrichement.

ELEMENTS ECHANGEBLES (fig. 6)

La difficulté essentielle d'appréciation des modifications de l'horizon superficiel du sol après brûlis est dans la répartition hétérogène des éléments contenus dans les cendres.

Si l'on peut noter une augmentation relativement importante de la teneur en éléments Ca, Mg, K, Na, il faut constater que cette augmentation se fait surtout en Ca et Mg. On constate en moyenne que l'on passe d'une répartition Ca Mg K de 39 %, 34 %, 27 % sous forêt, à une répartition de l'ordre de 52 %, 38 %, 10 %, après défrichement. Ca / Mg varie de 0,4 à 3,7 sous forêt, de 0,6 à 2,3 en sol défriché.

Une rapide comparaison donne

pour les sols les plus pauvres

milliéquivalents :	Ca	Mg	K	Na	S	CE	Saturation %
Sous forêt	0.15	0.10	0.12	0.07	0.44	3.8	11.6
sous brûlis	0.79	0.41	0.11	0.06	1.37	5.4	25.4

pour les sols les plus riches

milliéquivalents :	Ca	Mg	K	Na	S	CE	Saturation %
sous forêt	0.53	0.37	0.21	0.12	1.23	12.2	10.1
sous brûlis	3.90	3.02	0.38	0.18	7.48	9.80	76.3

Variations	sous forêt	après défrichage	} milliéquivalents
Ca	0.11 - 0.73	0.79 - 3.90	
Mg	0.10 - 0.40	0.41 - 4.10	
K	0.11 - 0.21	0.11 - 0.46	
Na	0.03 - 0.20	0.05 - 0.18	

Ca et Mg paraissent donc être les éléments apportés et fixés dans le sol. K et Na sont beaucoup moins fixés et vraisemblablement entraînés dès les premières pluies.

Le pH varie entre 4,1 et 5,1 sous forêt, de 4,3 à 6,1 après défrichage.

### STABILITE STRUCTURALE

La structure de l'horizon de surface devient fortement grumeleuse après brûlis.

On constate une nette augmentation des agrégats stables après défrichage :

	Agrégats alcool	Benzène	Eau
sous forêt	82,3	73,5	77,5
après défrichage	85,08	75,85	79,95

pour les agrégats sans les sables grossiers

	Agrégats alcool	Benzène	Eau
sous forêt	25,80	17,02	20,97
après défrichage	35,36	26,12	30,29

### PHOSPHORE

On note un léger relèvement du taux de Phosphore total (de 0,46 o/oo à 0,59 o/oo).



## CONCLUSIONS

Ces résultats font apparaître une influence remarquable du type de défrichement par nettoyage de la forêt et brûlis sur la capacité d'échange du complexe absorbant ; sans observer de variations dans le taux de matière organique pour l'horizon supérieur de 1-12 cm, avant et après défrichement, on constate une baisse très forte de la part de la matière organique dans le complexe absorbant après défrichement. Ce phénomène est connu dans l'évolution sur plusieurs années, d'un sol sous culture itinérante, mais il est important de constater que cette modification intervient dès le défrichement ; par ailleurs, la baisse de capacité d'échange enregistrée ne peut seulement être attribuée au passage du feu, puisque nous savons que ce passage n'est pas réalisé sur la surface totale de l'abattis ; l'ensevelissement brutalement réalisé de la surface du sol intervient également. Ce phénomène est accentué par la libération d'éléments susceptibles, dans ces conditions, d'aller saturer en profondeur le complexe argilo humique.

Toutefois on observe après défrichement une plus forte humification, une amélioration de la stabilité structurale, une augmentation de la teneur en bases échangeables et du taux de saturation, bien que ce dernier effet soit très irrégulier. Cet apport de bases échangeables n'est pas négligeable mais risque d'introduire un déséquilibre dans la nutrition.

Mais il est bien évident que ces améliorations momentanées sont fugaces et limitées à un court cycle de culture (BERGER 1964). Le sol abandonné aux agents climatiques connaît ensuite une dégradation physico-chimique à laquelle s'ajoutent les effets de l'érosion.

Si l'on envisage de passer à une forme d'agriculture permanente, il est nécessaire d'améliorer le sol en tendant vers l'équilibre physico-chimique le plus élevé. Dans le premier stade du défrichement il est nécessaire d'éviter au maximum cette évolution de la matière organique et du complexe absorbant soit par couverture rapide du terrain puis par apport de fumier ou compost ; ou encore par l'introduction en rotation de graminées dont l'effet très proche de celui d'une jachère peut améliorer le sol ; à la limite on débouche sur une forme d'exploitation associant agriculture et élevage.

La régénération et l'apport de matière organique semblent nécessaires pour relever le niveau du complexe absorbant et améliorer la réponse aux engrais que l'on pourrait apporter.

## BIBLIOGRAPHIE

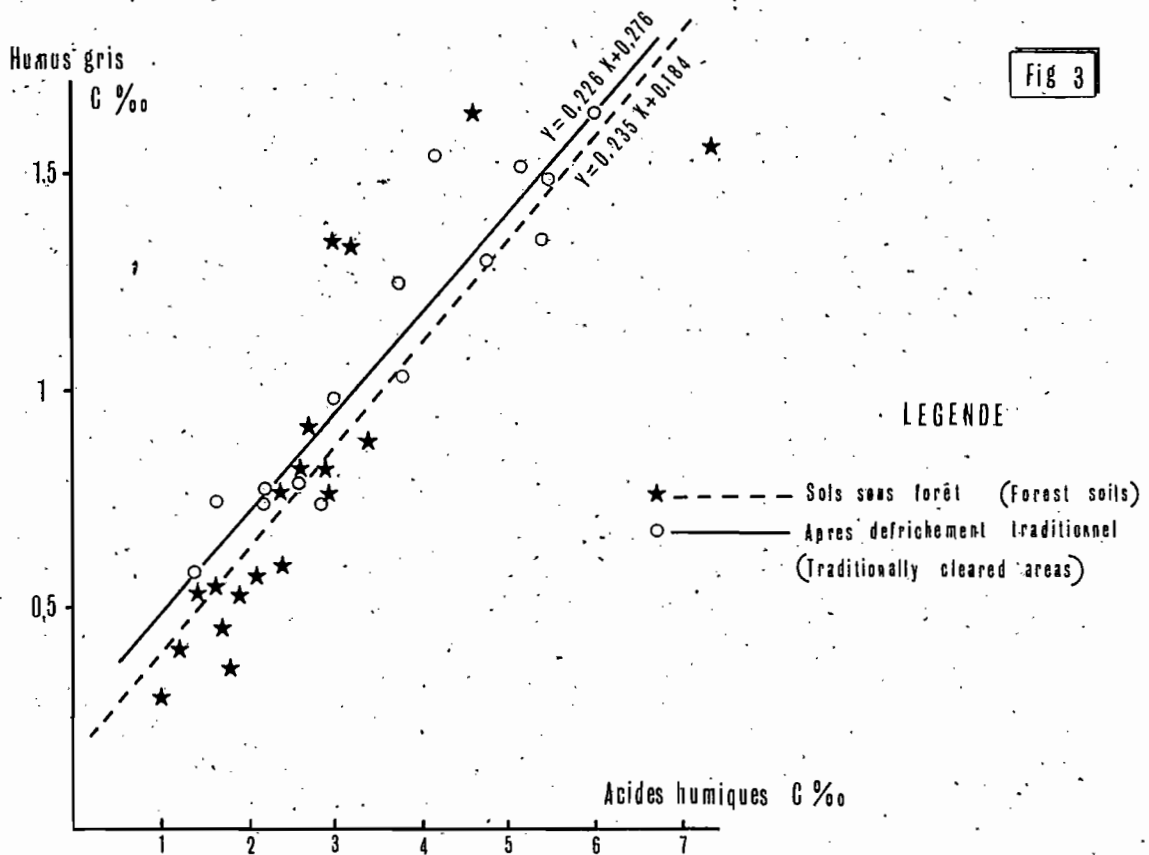
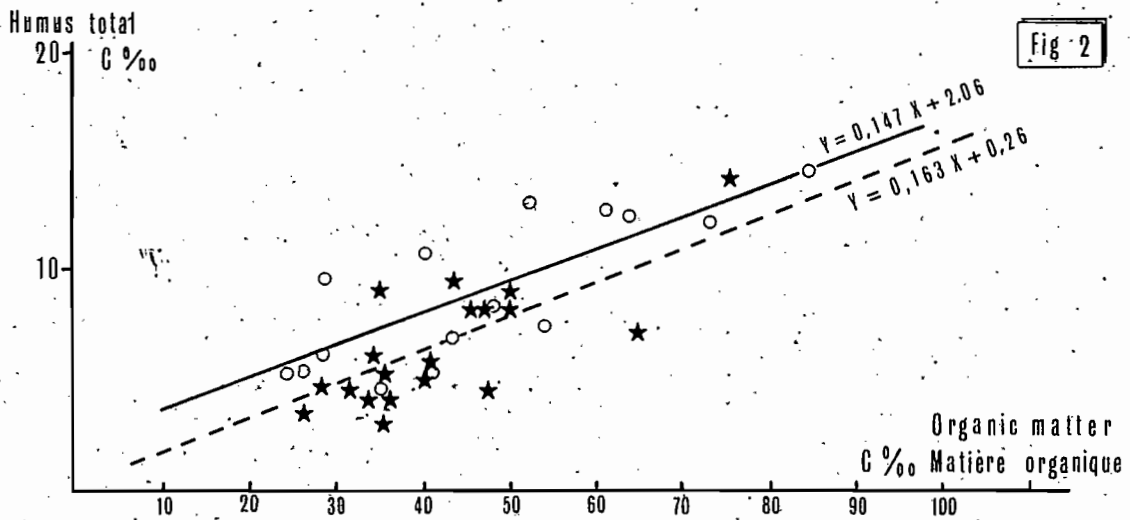
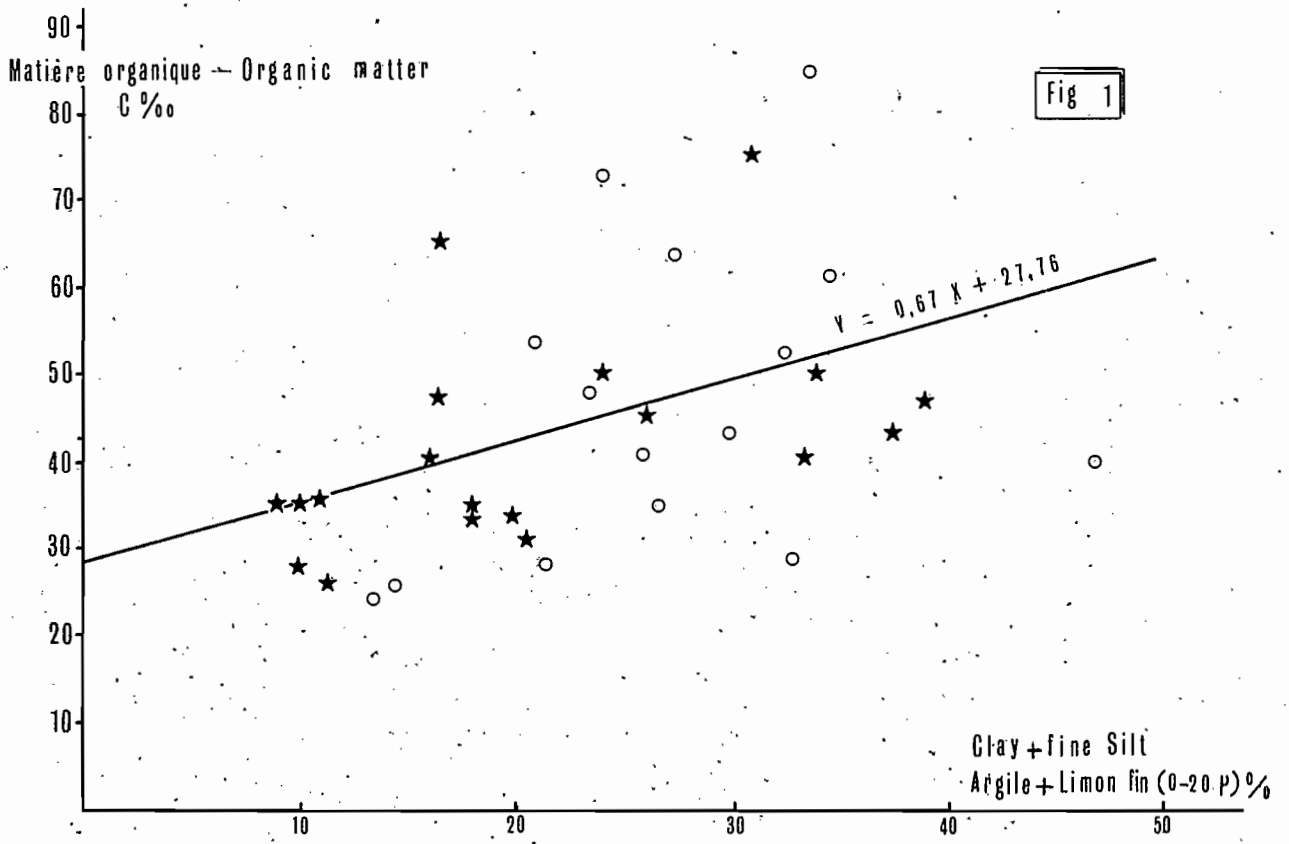
- LEVEQUE A. 1963 Soils développés sur le bouclier antécambrien guyanais - Institut Français d'Amérique Tropicale, Cayenne 115 + 129 p.
- P.H.NYE D.J.GREENLAND 1960 The soil under shifting cultivation. Commonwealth Agricultural Bureau Farnham Royal, Bucks, ENGLAND 156 p.
- BERGER J-M. 1964 Profils culturaux dans le Centre de la Côte d'Ivoire Cah.ORSTOM, série Pédol. PARIS p. 41-69
- MENIHI S. FEODOROFF (A.), GRAS (R.) et MONNIER (G.)-1960 Le profil cultural. Principes de physique du sol, Soc. d'Editions des Ing. agric., 129, boulevard Saint-Germain, Paris.

BOCQUIER G. 1959 Le maintien de la fertilité des sols cultivés en palmeraie dans la Cuvette Congolaise ORSTOM, Institut d'études centrafricaines, Rép. du Congo 10 p.

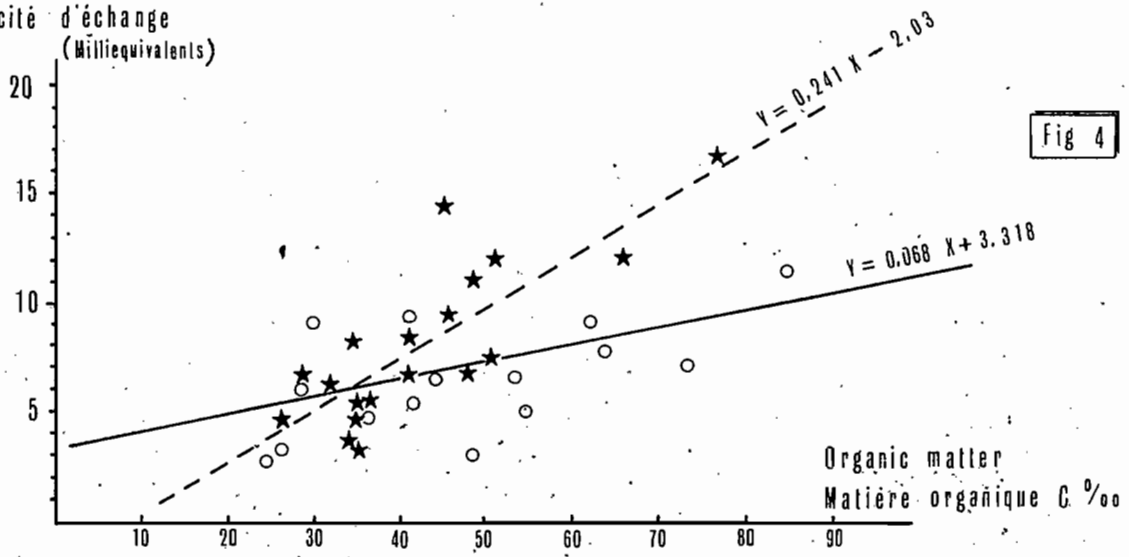
COMBEAU A. OLLAT C. QUENTIN P. 1961 Observations sur certaines caractéristiques de sols ferrallitiques. n° 13 - Fertilité - PARIS - p. 27 - 39.

JURION (F.) - HENRY (J.) 1967 De l'Agriculture Itinérante à l'agriculture intensifiée - Publications de l'Institut National pour l'étude agronomique du Congo (Ministère Belge de l'Education Nationale et de la Culture).

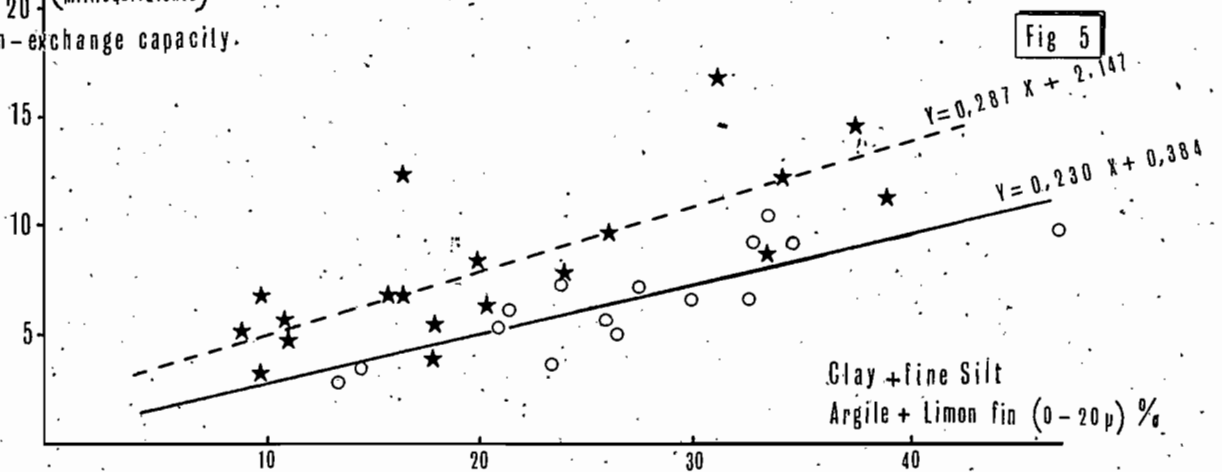
---



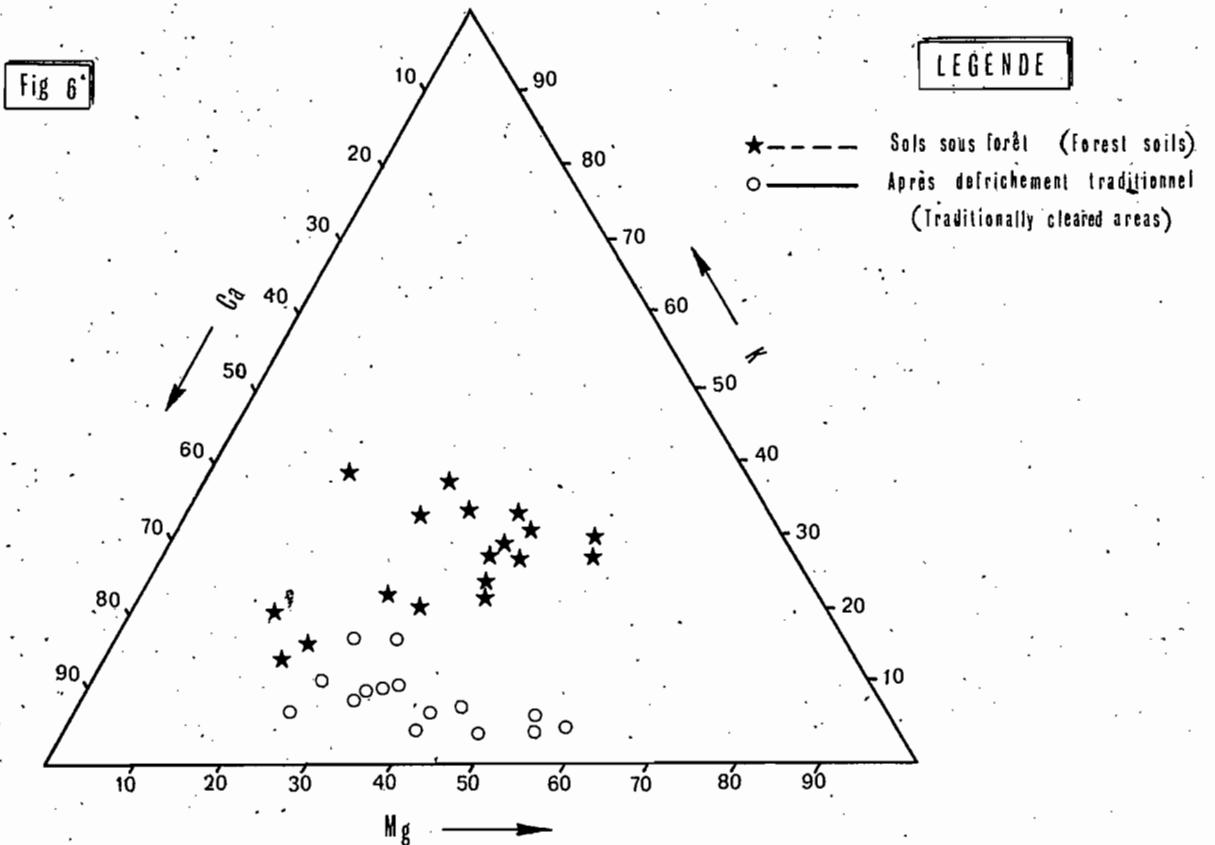
Cation-exchange capacity  
Capacité d'échange  
(Milliequivalents)



Capacité d'échange  
(Milliequivalents)  
Cation-exchange capacity.



Ca, Mg, K - % De Ca+Mg+K meq



Sous forêt

Echantillon	10	20	60	210	220	240	260	300	330	351	441	431	420	410	370	360	510	590	680
Profondeur <i>cm</i>	1/9	1/8	1/7	1/15	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/8	1/9	1/10	1/10	1/10	1/15	1/10	1/10	1/10
Argile 0 - 2 $\mu$	32.	34.	9.	21.	15.	35.	16.	10.5	29.	17.	25.	27.	10.	14.	17.	10.	5.	19.5	18.
Limon fin 2 - 20 $\mu$	2.	3.5	1.	5.	0.5	4.	0.5	1.	4.5	1.	1.	4.	1.	2.	1.	0.1	4.	1.	2.
Matière organique totale %	8.8	7.7	4.9	8.7	8.2	8.3	11.3	4.5	7.	6.	7.8	13.2	6.2	7.	5.8	6.	6.1	5.5	6.
Carbone o/o	50.9	44.7	28.3	50.2	47.7	48.	65.7	26.4	41.1	35.2	45.7	76.7	36.2	40.9	34.	35.2	35.2	32.	34.7
Azote total	3.29	3.64	1.64	3.92	2.41	3.50	3.88	1.85	2.76	2.66	3.29	4.3	2.52	2.59	2.24	2.03	1.78	2.10	2.20
C / N	15.5	12.3	17.2	12.8	19.8	13.7	16.9	14.3	14.9	13.2	13.9	17.8	14.4	15.8	15.2	17.2	19.8	15.2	15.8
Carbone humique C o/o	3.2	3.	2.4	3.4	1.9	2.9	4.6	1.6	2.7	1.4	2.4	7.4	1.7	1.8	1.2	1.	2.9	2.1	2.6
Carbone fulvique "	6.0	6.7	2.4	4.8	2.7	5.3	2.9	2.1	4.2	7.7	5.8	6.7	3.6	3.4	2.9	2.	1.5	2.8	3.5
Carbone humifié total"	9.2	9.7	4.8	8.2	4.6	8.2	7.	3.7	6.9	9.1	8.2	14.1	5.3	5.2	4.1	3.	4.4	4.9	6.1
Taux d'humification	18.1	21.7	10.7	16.3	9.6	17.1	10.7	14.	16.8	25.9	17.9	8.4	14.6	12.7	12.1	8.5	12.5	15.3	17.6
pH eau 1 / 2,5	4.2	4.3	5.	4.9	4.9	4.4	4.5	5.1	4.3	4.7	4.5	5.7	4.9	4.4	4.9	4.7	4.7	4.1	4.3
Ca ++ méq	0.19	0.19	0.19	0.15	0.11	0.58	0.53	0.41	0.15	0.15	0.11	0.38	0.15	0.19	0.15	0.15	0.73	0.19	0.26
Mg ++ méq	0.18	0.26	0.20	0.22	0.09	0.19	0.37	0.11	0.35	0.17	0.25	0.40	0.17	0.25	0.10	0.36	0.23	0.07	0.15
K + méq	0.18	0.22	0.12	0.16	0.12	0.16	0.21	0.12	0.19	0.11	0.15	0.21	0.12	0.17	0.12	0.12	0.13	0.16	0.12
Na + méq	0.16	0.20	0.08	0.11	0.05	0.08	0.12	0.07	0.06	0.06	0.07	0.11	0.09	0.47	0.07	0.05	0.03	0.07	0.05
Somme milliéquivalents	0.71	0.87	0.59	0.64	0.37	1.01	1.23	0.71	0.75	0.49	0.58	1.10	0.53	1.08	0.44	0.68	1.12	0.49	0.58
Capacité d'échange méq	12.2	14.6	6.9	7.6	6.6	11.3	12.2	4.7	8.5	5.2	9.9	17.	5.7	6.9	3.8	3.3	5.2	6.2	8.4
Degré de saturation %	5.8	6.	8.6	8.4	5.6	8.9	10.1	15.1	8.8	9.4	6.	6.	9.3	15.7	11.6	20.6	21.5	7.9	6.9

Sous culture

Echantillon	16	15	17	19	20	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33				
Profondeur <i>cm</i>	1/10	1/9	1/12	1/10	1/10	1/15	1/10	1/10	1/10	1/15	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10				
Argile 0 - 2 $\mu$	20.4	29.	27.	25.5	25.	21.	19.	21.5	23.	42.5	26.	18.5	21.	13.5	12.5				
Limon fin 2 - 20 $\mu$	12.5	3.5	7.5	2.	8.5	3.	2.	4.5	3.5	4.5	4.	3.	2.5	1.1	1.				
Matière organique totale %	5.	9.2	10.7	11.1	14.8	12.7	9.4	7.2	6.1	7.1	7.6	5.	8.4	4.6	4.3				
Carbone	29.1	53.	62.	64.5	85.8	73.3	54.3	41.5	35.5	41.	43.8	28.7	48.5	26.4	24.8				
Azote total	2.45	3.57	3.50	3.60	4.62	4.23	3.46	2.87	2.94	3.43	3.46	2.20	3.22	2.13	1.85				
C / N	11.9	14.9	17.7	17.9	18.6	17.3	15.7	14.5	12.1	12.	12.3	13.	15.1	12.4	13.4				
Carbone humique C o/o	4.2	4.8	5.5	5.2	6.1	5.4	3.	1.7	1.4	3.8	2.9	2.6	3.8	2.2	2.2				
Carbone fulvique "	5.7	8.4	7.4	7.4	8.2	6.7	4.5	3.7	3.3	7.2	4.	3.5	4.5	3.2	3.2				
Carbone humifié total"	9.9	13.2	12.9	12.6	14.3	12.1	7.5	5.4	4.7	11.	6.9	6.1	8.3	5.4	5.4				
Taux d'humification	13.4	24.9	20.8	19.5	16.7	16.5	13.8	13.	13.2	26.8	15.8	21.3	17.1	20.5	21.8				
pH eau 1 / 2,5	5.9	4.4	5.2	4.4	4.9	4.8	4.5	6.1	5.6	5.8	5.1	5.5	4.3	4.8	5.1				
Ca ++ méq	2.74	0.79	1.74	0.79	0.90	1.58	0.79	3.08	2.06	3.90	2.08	1.52	0.94	1.13	0.94				
Mg ++ méq	4.10	0.47	2.25	0.44	0.59	1.62	0.41	2.22	1.94	3.02	2.77	0.96	0.47	0.48	0.42				
K + méq	0.23	0.13	0.12	0.12	0.17	0.13	0.11	0.22	0.28	0.38	0.21	0.46	0.27	0.21	0.19				
Na + méq	0.12	0.11	0.13	0.06	0.11	0.07	0.06	0.12	0.11	0.18	0.09	0.15	0.07	0.13	0.05				
Somme milliéquivalents	7.19	1.50	4.24	1.41	1.77	3.40	1.37	5.64	4.59	7.48	5.15	3.09	1.75	3.56	1.60				
Capacité d'échange méq	9.3	6.7	9.2	7.2	10.5	7.5	5.4	5.8	5.	9.8	6.8	6.2	3.7	3.6	3.				
Degré de saturation %	77.3	22.4	46.1	19.6	16.9	45.3	25.4	97.2	67.8	76.3	75.7	49.8	47.3	97.	53.3				