

**REORGANISATIONS PEDOLOGIQUES EN MILIEU
FERRALLITIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
A LA SUITE DU DEFRICHEMENT
ET DE LA MISE EN CULTURE MECANISEE**

Ph. de BLIC

Juillet 1976

REORGANISATIONS PEDOLOGIQUES EN MILIEU FERRALLITIQUE DE COTE D'IVOIRE A LA SUITE DU DEFRICHEMENT ET DE LA MISE EN CULTURE MECANISEE.

par
P. de BLIC

LIMINAIRE

Cette note a été rédigée à l'intention de la réunion annuelle des pédologues de l'ORSTOM, réunion qui devait se tenir en septembre 1976 et être consacrée aux sols ferrallitiques. Ces journées pédologiques ont été reportées à 1977 mais il nous paraît néanmoins utile, à titre d'information, d'effectuer une diffusion restreinte de ce projet de communication.

I. PRESENTATION DU PROGRAMME

Avant de rentrer dans le détail du programme d'étude de l'évolution des sols après défrichement et mise en culture mécanisée il convient de le situer dans le contexte ivoirien.

La Côte d'Ivoire poursuit actuellement dans les savanes préforestières de la région Centre la mise en place d'un système agricole semi-mécanisé dont l'originalité réside essentiellement dans son insertion directe en milieu paysannal traditionnel. Cette insertion fait intervenir, outre les facteurs techniques d'évolution des sols, un facteur humain éminemment variable dans l'espace et dans le temps. Les problèmes que pose l'utilisation des sols doivent alors être appréhendés et étudiés là même où ils apparaissent, dans leur contexte géographique et humain.

Une enquête pédologique fondée sur l'analyse comparée d'un certain nombre de sols évoluant les uns en milieu cultivé, les autres sous différentes conditions d'environnement naturel, a permis de mettre en évidence un certain nombre de contraintes pédologiques. Certaines de ces contraintes sont héritées du milieu naturel, c'est-à-dire préexistantes à la mise en culture, d'autres sont liées à diverses propriétés des sols mais n'apparaissent que sous l'effet de la mise en culture.

Deux problèmes sont alors apparus nettement prioritaires :

- D'une part l'évolution qualitative et quantitative des matières organiques, en liaison avec l'évolution de la stabilité structurale et du complexe absorbant.

- D'autre part l'évolution des caractères structuraux des différents types de sols sous l'effet des techniques culturales. Une caractérisation précise du comportement mécanique des sols suivant l'humidité est alors indispensable.

Le premier de ces problèmes est surtout étudié par R. MOREAU sur stations fixes couplées milieu naturel - milieu cultivé suivies régulièrement au cours du temps. Certains aspects font l'objet d'expérimentations menées à Adiopodoumé.

Le deuxième problème est abordé sur le terrain de manière plus dispersée, suivant les techniques d'enquête. Il est très orienté actuellement sur la susceptibilité des matériaux pédologiques à la compaction.

Guidé par des impératifs de développement économique ce programme s'insère étroitement dans le cadre des études visant à une meilleure connaissance de la dynamique actuelle des sols ferrallitiques sous l'effet des interventions humaines.

Les résultats que nous présentons ici sont essentiellement tirés des enquêtes pédologiques.

II. LE MILIEU

1°) Le milieu naturel

Le climat, de type équatorial de transition atténué, comporte 2 saisons sèches et 2 saisons pluvieuses avec une pluviométrie annuelle moyenne de 1200 mm. A retenir surtout l'extrême irrégularité de cette pluviométrie.

La roche mère est constituée essentiellement par des granites avec localement des noyaux de schistes métamorphiques.

Le modelé, faiblement ondulé, est caractérisé par de larges interfluves à sommets plans ou, plus souvent, plans convexes. Les phénomènes de colluvionnement sont fréquents sur la partie inférieure des versants.

La végétation est constituée par une mosaïque de savanes préforestières et d'ilots forestiers plus ou moins bien conservés. Par suite d'une occupation humaine ancienne et d'une densité élevée de population la physionomie et la répartition actuelle des formations végétales traduisent un compromis plus ou moins stable entre les caractères édaphiques et les pratiques culturelles traditionnelles.

Les sols sont de type ferrallitique moyennement désaturé : sols typiques sur les plateaux, sols remaniés sur les versants supérieurs, sols colluvionnés et appauvris sur les versants inférieurs.

2°) Mise en valeur agricole

Le système cultural actuellement mis en place est caractérisé par

- une défriche totale motorisée des Ensembles cultureux,
- l'implantation de blocs cultureux - 5 par Ensemble - correspondant chacun à une même culture de l'assolement pratiqué ; leur superficie est de l'ordre de 30 ha, soit 150 ha pour un Ensemble,
- la mise en œuvre de techniques culturelles semi-mécanisées avec apport d'engrais sur certaines des cultures. Sont mécanisés les gros travaux (labour, pulvérisages, semis). Sarclage et récolte sont effectués manuellement,

- un assolement quinquennal : igname, maïs-coton, riz puis 2 années de prairie artificielle pâturée.

III. MORPHOLOGIE DES SOLS

1°) Sols cultivés et typologie

Au cours des premiers stades de la mise en culture et tant que les sols n'ont pas trouvé un nouvel équilibre avec le milieu il est difficile d'appliquer aux horizons cultureux une terminologie synthétique comparable à celle des horizons majeurs naturels :

- Leurs caractères ne sont pas encore suffisamment tranchés par rapport aux horizons majeurs naturels ; c'est ainsi qu'on reconnaîtra assez facilement dans un horizon cultural soit un appumite, soit une partie d'appumite, soit un mélange souvent hétérogène de phases appumite et structichron, etc.

- Les organisations pédologiques que l'on y rencontre ont un caractère essentiellement temporaire lié à un type d'intervention humaine bien déterminé.

- Leur différenciation se fait suivant un mode latéral aussi bien que vertical ; elle peut apparaître alors anarchique ou organisée suivant un schéma reconnaissable et généralement périodique (tassements sous les roues de tracteur, raies de sous solage, lignes de culture, etc.). Ce schéma n'est valable que pour un laps de temps limité (un cycle cultural par exemple).

Par contre nous avons utilisé avec profit la terminologie relative aux diagnostics structuraux. Analyser un profil cultivé revient en effet à distinguer un certain nombre de volumes structuraux homogènes. Un volume homogène correspond à l'extension spatiale d'un type structural déterminé ou d'une association bien définie de types structuraux organisés suivant un schéma répétable à une échelle réduite (dm par exemple) ; aucune discontinuité majeure - limite pédologique, limite culturale nette - ne recoupe le volume ainsi défini.

Il est alors commode, à des fins de classification et de comparaison, de pouvoir définir la structure d'un volume homogène par un terme synthétique simple. C'est ainsi que nous avons emprunté les termes suivants à la typologie des sols ferrallitiques :

amérode	structure massive
pauciclude	structure massive à débits polyédriques structures fragmentaires peu nettes
anguclide	structures fragmentaires nettes et assez nettes
grumoclude.....	structure grumeleuse structure polyédrique fine subanguleuse.

Nous avons ajouté le terme hétéroclode pour qualifier une association structurale fréquente dans les horizons cultureux et caractérisée par un mélange lâche de petites mottes plus ou moins arrondies, d'agrégats de tailles variées et d'éléments particuliers.

Nous avons cherché à relier ces termes à des mesures de densités apparentes et à des appréciations synthétiques de la cohésion des volumes structuraux (Planche I).

2°) Morphologie des sols naturels

D'une manière générale les sols étudiés, qu'ils soient issus de granite ou de schistes, qu'ils évoluent actuellement sous forêt ou sous savane, montrent une différenciation pédologique très poussée à leur partie supérieure. C'est ainsi que les structures, fragmentaires fines dans les 10 premiers cm, s'élargissent nettement dans les 10 cm suivants et deviennent souvent massives à partir de 20-25 cm de profondeur.

Les appumites forestiers présentent le plus souvent des structures nettes à assez nettes de types grumoclode et anguoclode. Dans les appumites de savane dominant des structures peu nettes de type pauciclode.

Les horizons sous-jacents (généralement des structichrons dyscrophes débutant à 20-25 cm) ont des porosités faibles, souvent inférieures à 40%. Les structures dominantes sont de type amérode sous savane, de types pauciclode et amérode sous forêt.

3°) Morphologie des sols cultivés

Parmi les traits les plus saillants qu'engendre la mise en culture on peut noter :

- l'apparition d'une limite culturelle extrêmement tranchée à 15-20 cm de profondeur ; elle se surimpose fréquemment à la limite appumite - structichron ;

- une accentuation de la différenciation verticale ;

- la surimposition, dans l'horizon cultural, d'une différenciation latérale, souvent très poussée.

Les horizons culturaux se caractérisent alors par une hétérogénéisation très nette de la structure par rapport aux témoins. Cette hétérogénéisation peut être due à des causes diverses :

- . héritage de la différenciation naturelle,
- . mélange d'horizons naturels (appumite et structichron),
- . tassements, en particulier sous les roues de tracteur,
- . techniques culturales effectuées dans de mauvaises conditions

Sous la limite culturelle les structures sont presque toujours de type amérode ; l'enracinement y est quasi inexistant.

Il y a donc tendance certaine à un isolement de l'horizon cultural du reste du profil.

4°) Planches II et III

Ces planches présentent quelques profils couplés milieu naturel - milieu cultivé. Les nombres correspondent à des valeurs de porosité % calculées à partir des densités apparentes mesurées sur le terrain.

On peut noter sur la planche II :

- la forte différenciation pédologique des sols naturels qui se traduit notamment par une baisse très rapide de la porosité avec la profondeur,

- la faible épaisseur des horizons culturaux où est confinée la quasi totalité des racines,

- la densification importante qui intervient sous l'horizon cultural (2^e profil en particulier),

- quelques tassements sous les roues de tracteur (profils 1 et 4).

Sur la planche III on remarquera :

- l'importance des tassements sous les roues de tracteur, tassements qui se manifestent sur toute l'épaisseur de l'horizon et réduisent la porosité à des valeurs souvent inférieures à 40%,

nette

- la densification extrêmement qui apparait dans le 2^e profil (coton sur défriche) dès le premier cycle cultural,

- l'hétérogénéisation structurale qui se traduit par des valeurs de porosité très dispersées (3^e profil en particulier).

IV. DENSITES APPARENTES

1°) Valeurs médianes mesurées

	médiane générale	schistes	granite forêt	granite savane
Hor. naturels 0-10	1.15	1.11	1.11	1.28
Hor. naturels 10-20	1.26	1.24	1.26	1.38
Hor. culturaux	1.37	1.33	1.38	1.47

La densification des sols provoquée par la mise en culture est relativement la plus élevée sur granite en milieu forestier. Nous verrons plus loin que c'est également dans ce milieu que l'on observe les pertes les plus importantes en matières organiques.

2°) Relations avec les taux de matières organiques (Planche IV)

On observe, dans les horizons naturels 0-10 cm, une corrélation négative étroite entre les densités apparentes et les teneurs en carbone.

Cette corrélation est beaucoup moins nette dans les horizons 10-20 cm et limitée alors aux sols sur granite. Sur schistes en effet les valeurs de densité apparente, très groupées, semblent indépendantes des teneurs en carbone.

Les densités apparentes des horizons culturaux enfin se répartissent indépendamment des taux de matières organiques sauf peut être sur schistes.

3°) Relations avec la texture (Planche V)

Dans les horizons 0-10 cm les densités apparentes sont liées négativement aux textures mais moins nettement qu'aux matières organiques.

Dans les horizons 10-20 cm on retrouve les mêmes phénomènes que précédemment : liaison négative sur granite, aucune liaison apparente sur schistes.

Dans les horizons culturaux issus de granite on observe une corrélation négative nette traduisant les possibilités de réarrangement des matériaux en fonction de leur texture. Sur schistes par contre l'hétérogénéité des façons culturales se manifeste par une distribution anarchique des densités apparentes.

4°) Essai d'interprétation

En suivant le schéma de Humbel l'accumulation des matières organiques, l'activité biologique intense qu'elles suscitent entraînent une prédominance des facteurs d'allègement à la partie supérieure des appumites forestiers. Sous savane au contraire le rôle plus

important des facteurs de condensation se traduit par des densités apparentes plus élevées.

Dans la partie inférieure des appumites issus de granite on observe les mêmes phénomènes mais atténués ; la richesse en éléments fins joue un rôle plus important. Sur schistes l'activité très importante de la microfaune entraîne une certaine homogénéisation du milieu, ce qui peut expliquer les valeurs de densité apparente très peu différentes d'un sol à l'autre et peu liées aux propriétés intrinsèques des matériaux.

Dans les horizons cultureux, encore en déséquilibre total avec le milieu, prédominent les facteurs de densification ; c'est alors la texture qui commande directement les possibilités de réarrangement des matériaux sous l'effet des contraintes.

V. RICHESSE ORGANIQUE ET MINERALE

1°) Appumites naturels

Cinq paramètres, liés par de fortes corrélations, vont nous permettre de comparer la richesse organique et minérale des appumites. Ces paramètres sont les suivants : carbone total, azote total, capacité d'échange, somme des bases échangeables, phosphore total.

Le coefficient de concordance de Kendall entre les rangs de ces 5 paramètres est $W = 0.836$ significatif au seuil 0.001.

Nous avons calculé les coefficients de corrélation de rangs de Kendall liant ces 5 paramètres entre eux d'une part, avec les teneurs en argile + limons fins d'autre part :

	A + Lf	C	N	T	S	
P	++++	+++	++	++++	+++	n = 16 P 0.01 = 0.43 + P 0.005 = 0.48 ++ P 0.001 = 0.57 +++ +++++
S	++++	+++	++++	++++		
T	++++	++++	++++			
N	++++	++++				
C	+++					

Afin de comparer plus aisément les appumites entre eux nous avons établi, pour les différents paramètres, des indices de différenciation par rapport à une valeur de référence choisie arbitrairement.

Nous avons retenu pour références les valeurs médianes des paramètres qui sont les suivantes :

carbone	13.3 %
azote	1.18%
T	6.92 meq%
S	6.10 meq%
P	0.46 %

Chaque observation est alors, pour un paramètre déterminé, exprimée en % de la médiane.

Sur la planche VI nous avons indiqué les indices de différenciation (indices médians et intervalles de variation) en séparant les appumites en 3 groupes écologiques distincts :

- schistes
- granite, savane
- granite, forêt.

La différenciation la plus grande se manifeste sur granite entre les appumites forestiers et les appumites de savane. Les sols sur schistes, intermédiaires en ce qui concerne la richesse en carbone, s'avèrent les mieux pourvus en bases échangeables et en phosphore.

Comme on pouvait s'y attendre on observe une corrélation très nette entre l'indice de différenciation global CNTSP et l'indice de différenciation texturale : la richesse organique et minérale est fonction directe de la quantité d'éléments fins.

2°) Horizons cultureux

Le coefficient de concordance de Kendall entre les rangs des 5 paramètres est $W = 0.826$ significatif au seuil 0.001.

Le tableau de corrélations de rang de Kendall est le suivant :

	A + Lf	C	N	T	S
P	+++	++++	++++	++++	+++
S	++++	+++	++++	++++	
T	++++	++++	++++		
N	++++	++++			
C	++				

n = 17		
P 0.01	= 0.41	$\frac{+}{++}$
P 0.005	= 0.45	$\frac{+++}{+++}$
P 0.001	= 0.54	$\frac{++++}{++++}$

Ce tableau de corrélation ne soulève guère de commentaires. A noter seulement le relâchement très net de la liaison C - A+Lf qui traduit la rupture de l'équilibre naturel texture - matière organique à la suite de la mise en culture.

Afin d'apprécier l'ampleur des modifications apportées par la mise en culture nous avons rapporté les paramètres des horizons cultureux à leurs homologues naturels au moyen d'un indice de variation calculé de la manière suivante :

$$\text{Indice de variation} = 100 \times \frac{\text{Paramètre cultural}}{\text{param. naturel}}$$

L'examen de la planche VII nous montre que :

- Les appumites forestiers sur granite subissent tous une chute importante et rapide de leur potentiel de fertilité, surtout sensible en ce qui concerne la matière organique.

- Les appumites de savane sur granite voient par contre leur richesse organique et minérale s'améliorer légèrement du fait de la mise en culture.

- Sur schistes les comportements sont beaucoup plus diversifiés ainsi que le montrent les intervalles de variation des indices. Si l'on s'en tient aux valeurs médianes les horizons cultureux présentent des propriétés très peu différentes des appumites naturels.

VI. CONCLUSION

Au cours des premiers stades de la mise en culture le comportement des sols est très diversifié et dépend dans une large mesure des traits hérités du milieu naturel.

Deux problèmes cruciaux sont apparus lors des enquêtes et font actuellement l'objet d'études plus approfondies :

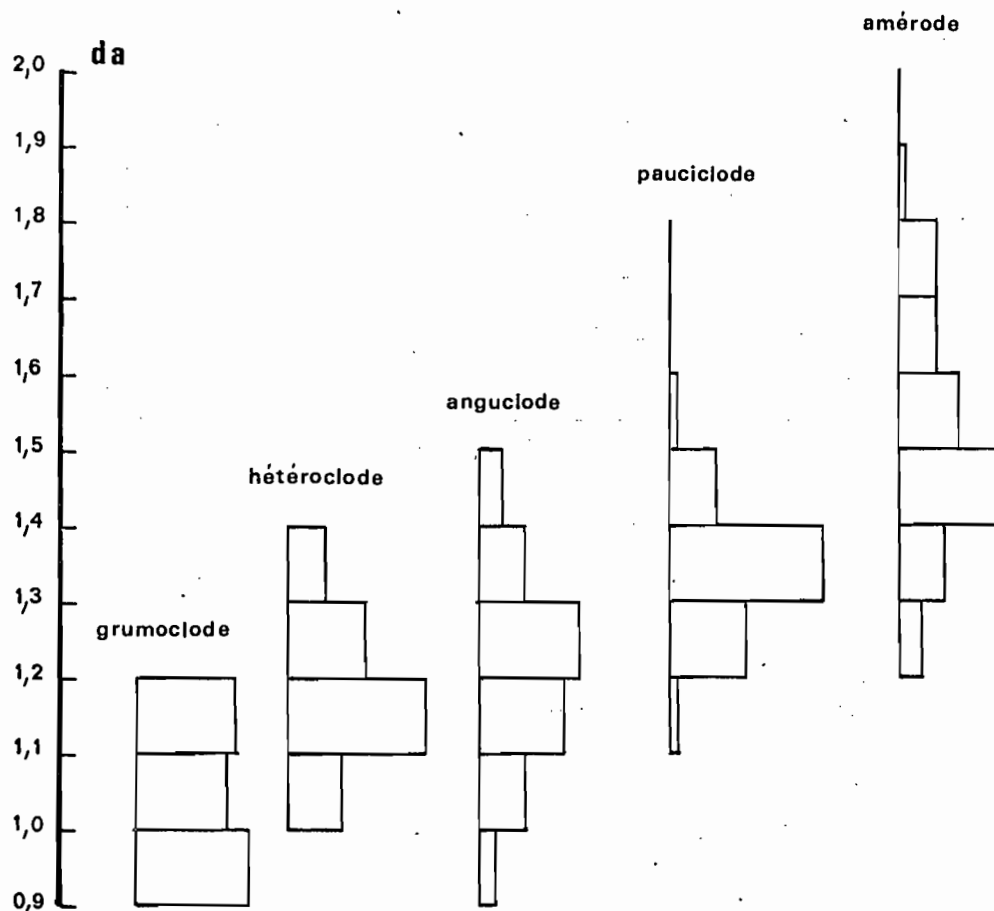
- le devenir des matières organiques, surtout sur défrichement forestier,
- la densification des matériaux pédologiques sous l'action combinée des techniques culturales et des facteurs climatiques.

Ces études apportent des données utilisables au niveau d'un aménagement rationnel du paysage pédologique prenant en compte les caractères originaux acquis par les sols dans leur environnement naturel, au niveau aussi du choix de systèmes de culture bien adaptés à chaque type de sol suivant ses caractères propres.

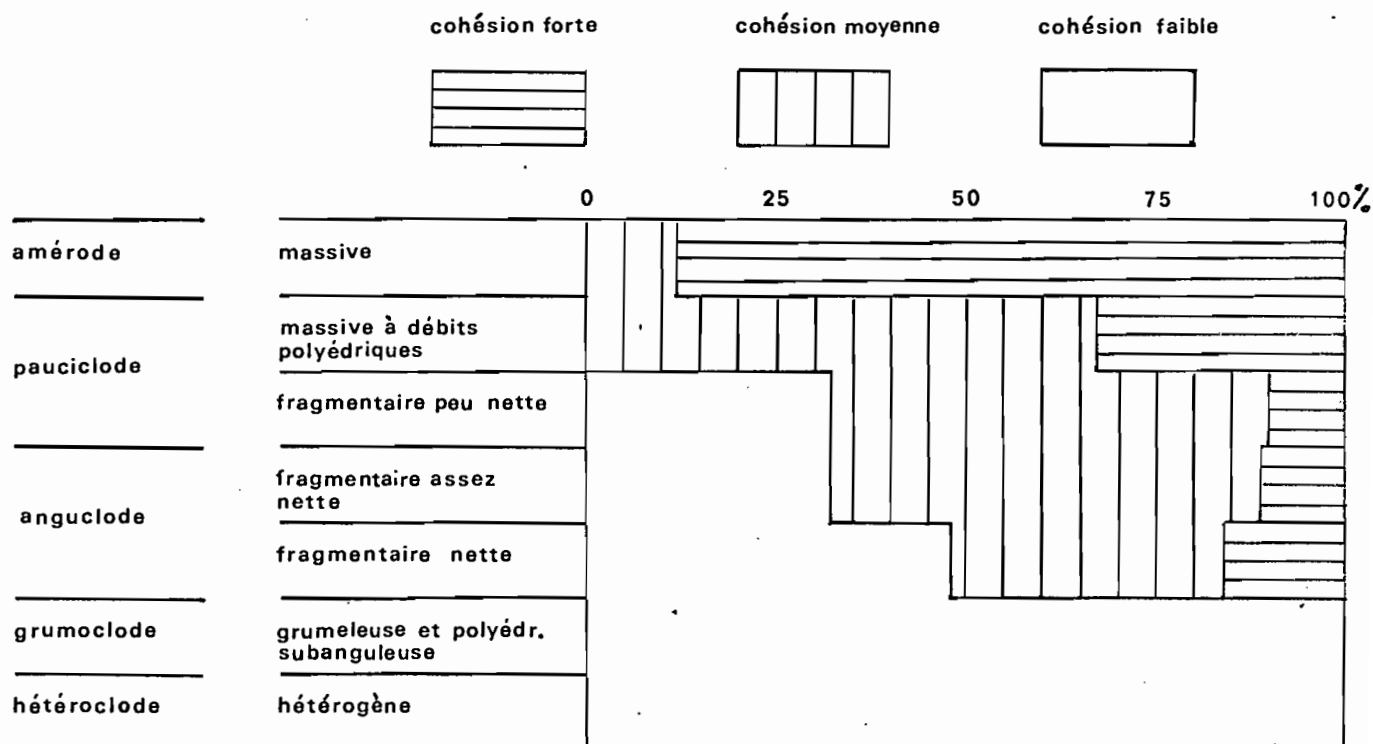
BIBLIOGRAPHIE

- BLIC (P. de) - 1973 - Evolution de quelques sols de Côte d'Ivoire sous l'effet du défrichement et de la culture mécanisée. Premières observations. Rapport ORSTOM, Adiopodoumé, ronéo, 58 p.
- BLIC (P. de) - 1975 - Comportement des sols après mise en culture mécanisée (Région Centre Côte d'Ivoire). Rapport ORSTOM, Adiopodoumé, ronéo, 27 pp + annexes.
- BLIC (P. de) - 1976 - Le comportement de sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire après défrichement et mise en culture mécanisée. Rôle des traits hérités du milieu naturel. Cah. ORSTOM, sér. Pédologie. à paraître
- CHATELIN (Y.) et MARTIN (D.) - 1972 - Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol X, n°1, 1972 pp. 24-43.
- HUMBEL (F.X.) - 1974 - La compacité de sols ferrallitiques du Cameroun: une zonalité dans ce milieu en relation avec la densification saisonnière. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XII, n°1, pp 73-101.

Relations Structure-Densité apparente



Structure et Cohésion



PROFILS COUPLES MILIEU NATUREL — MILIEU CULTIVE

Porosité — Structure

62	anguclide
54	anguclide
39	pauciclude

forêt

65	grumoclude
53	anguclide
35	amérode

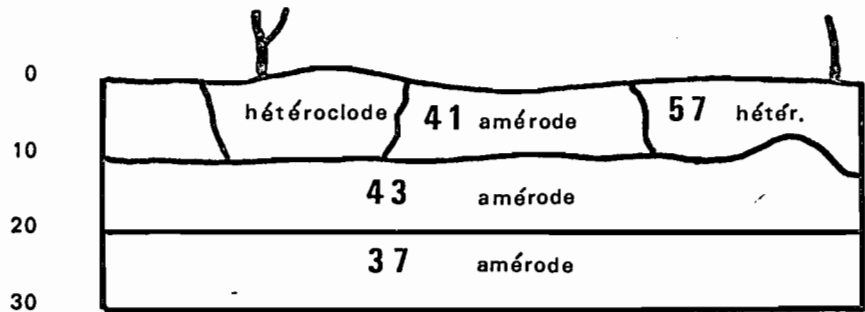
forêt

57
53
40

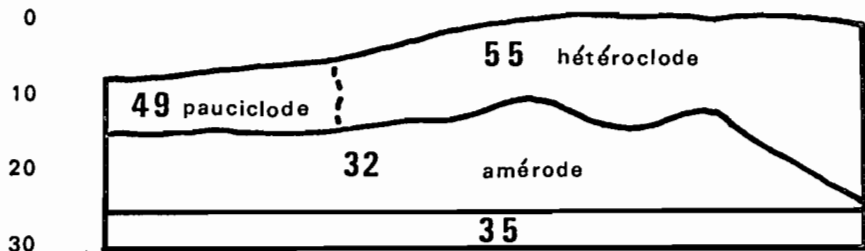
savane

56
50
46

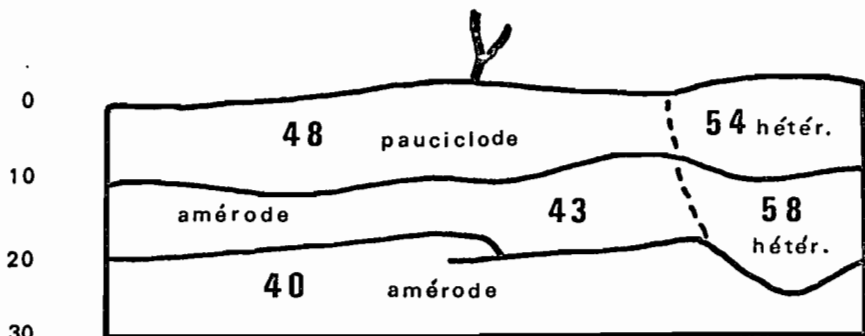
forêt



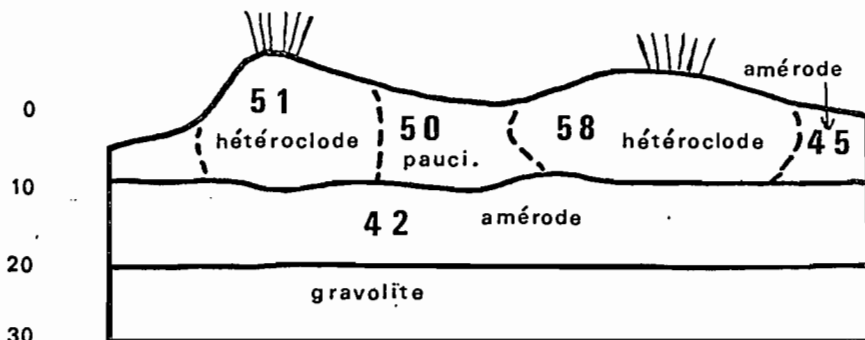
cultures 2 ans Coton



cultures 2 ans Igname



cultures 3 ans Coton



cultures 3 ans Riz

PROFILS COUPES MILIEU NATUREL — MILIEU CULTIVE

Porosité — Structure

54	anguclode
47	pauciclode
38	amérode

savane

55	anguclode
49	pauciclode
35	amérode

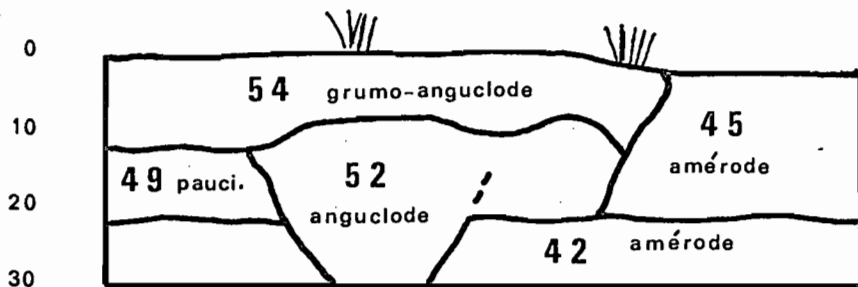
forêt

48	pauciclode
43	pauciclode
35	amérode

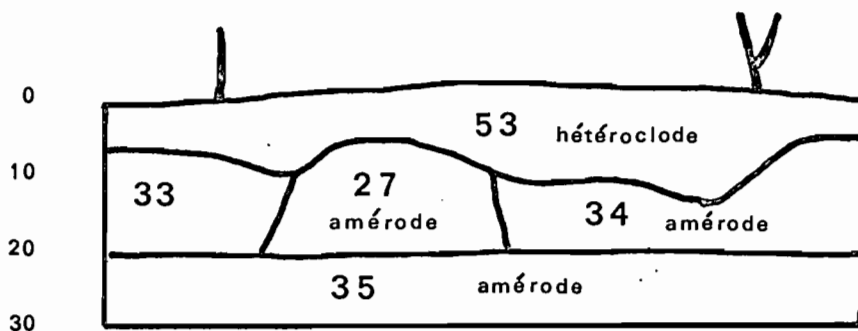
savane

55	grumoclode
47	nuciclode
33	pauciclode

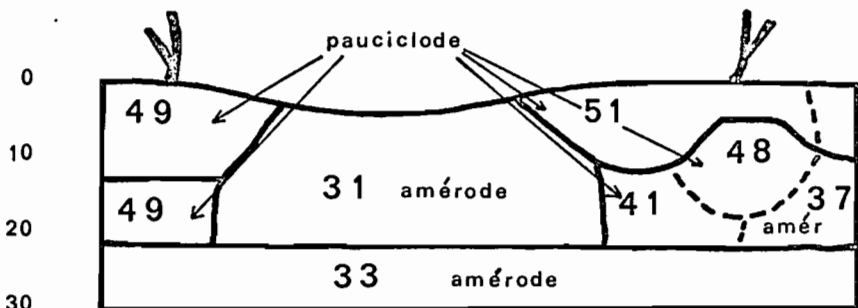
forêt



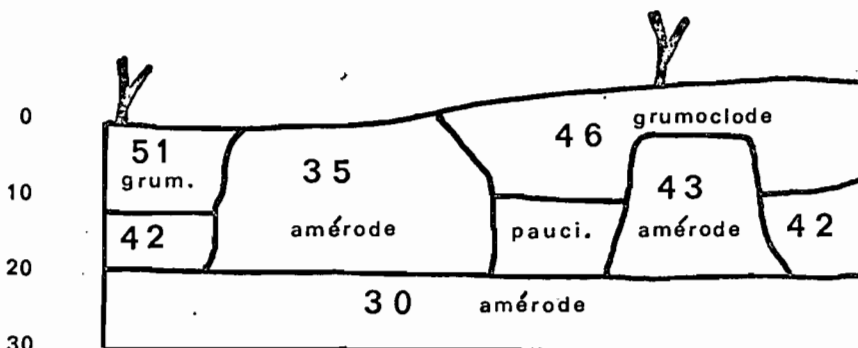
riz sur défriche



coton sur défriche

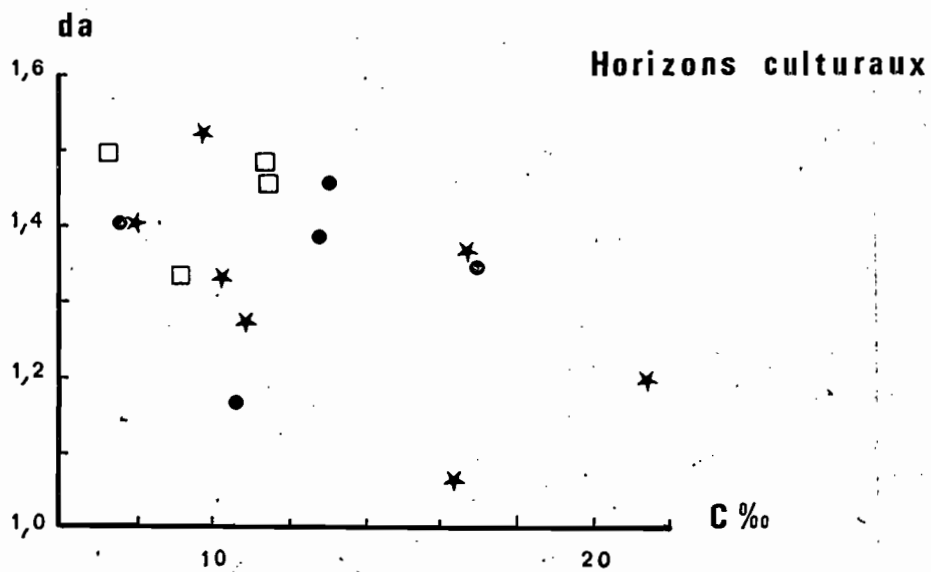
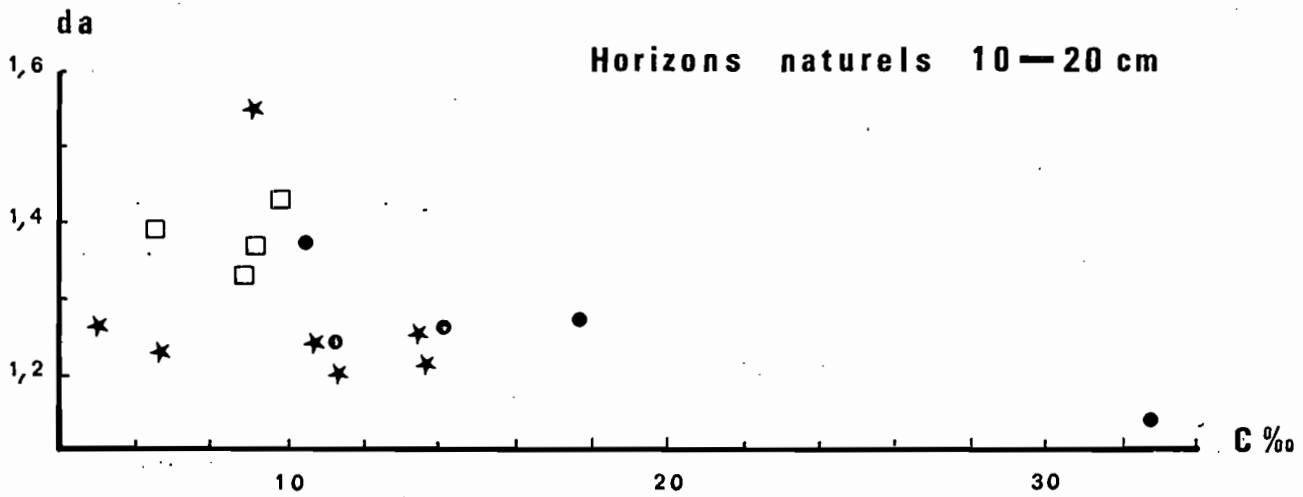
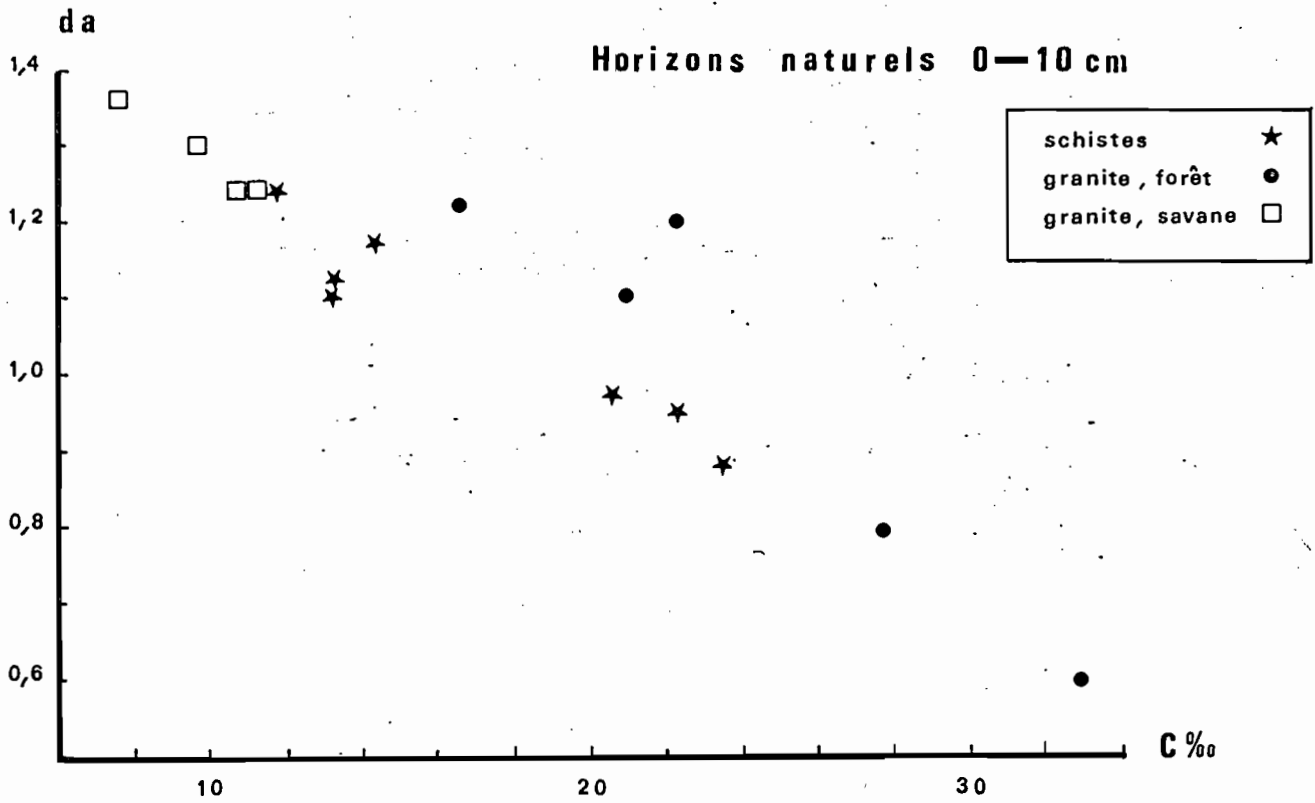


cultures 2 ans Coton

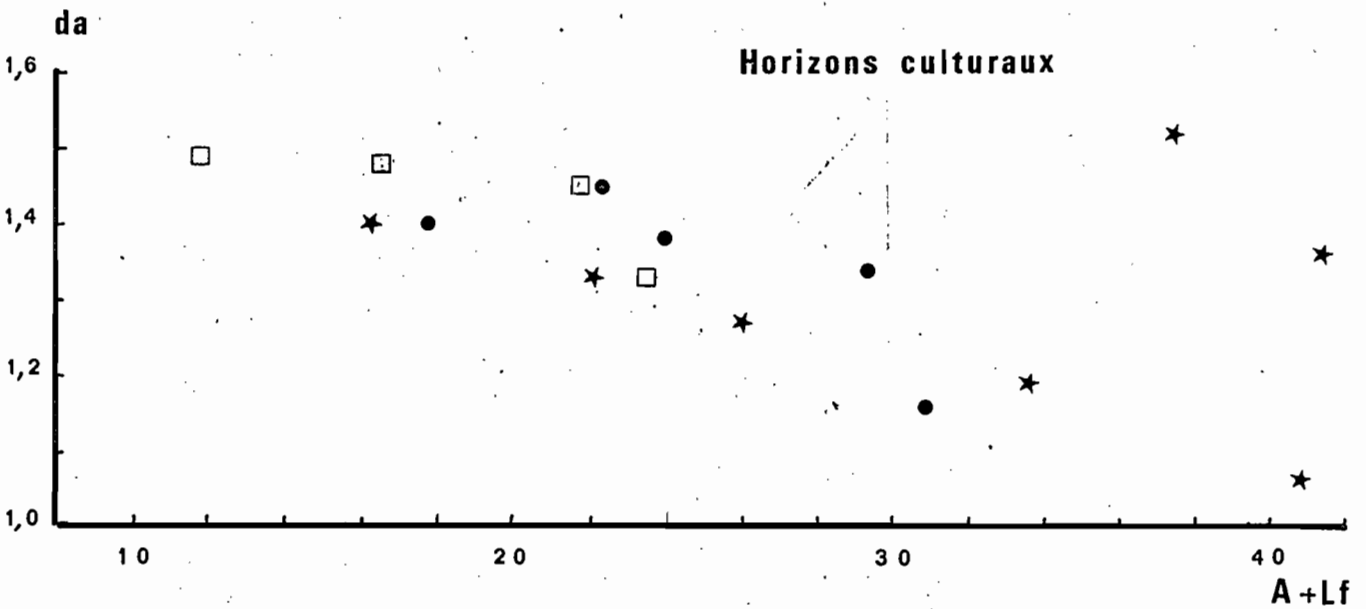
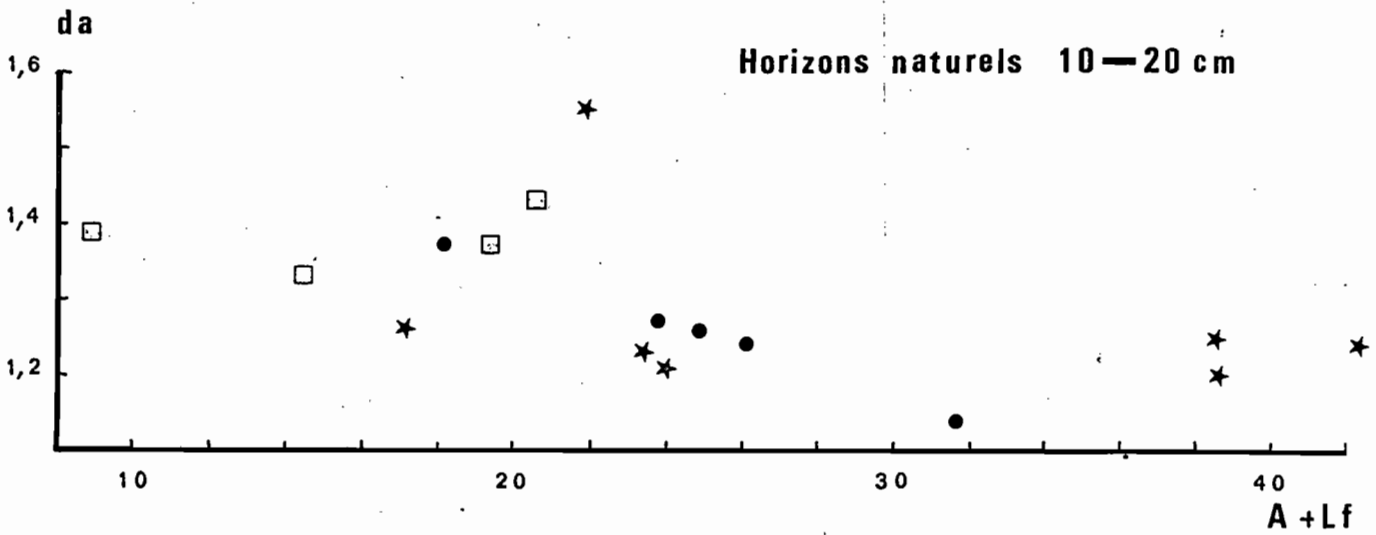
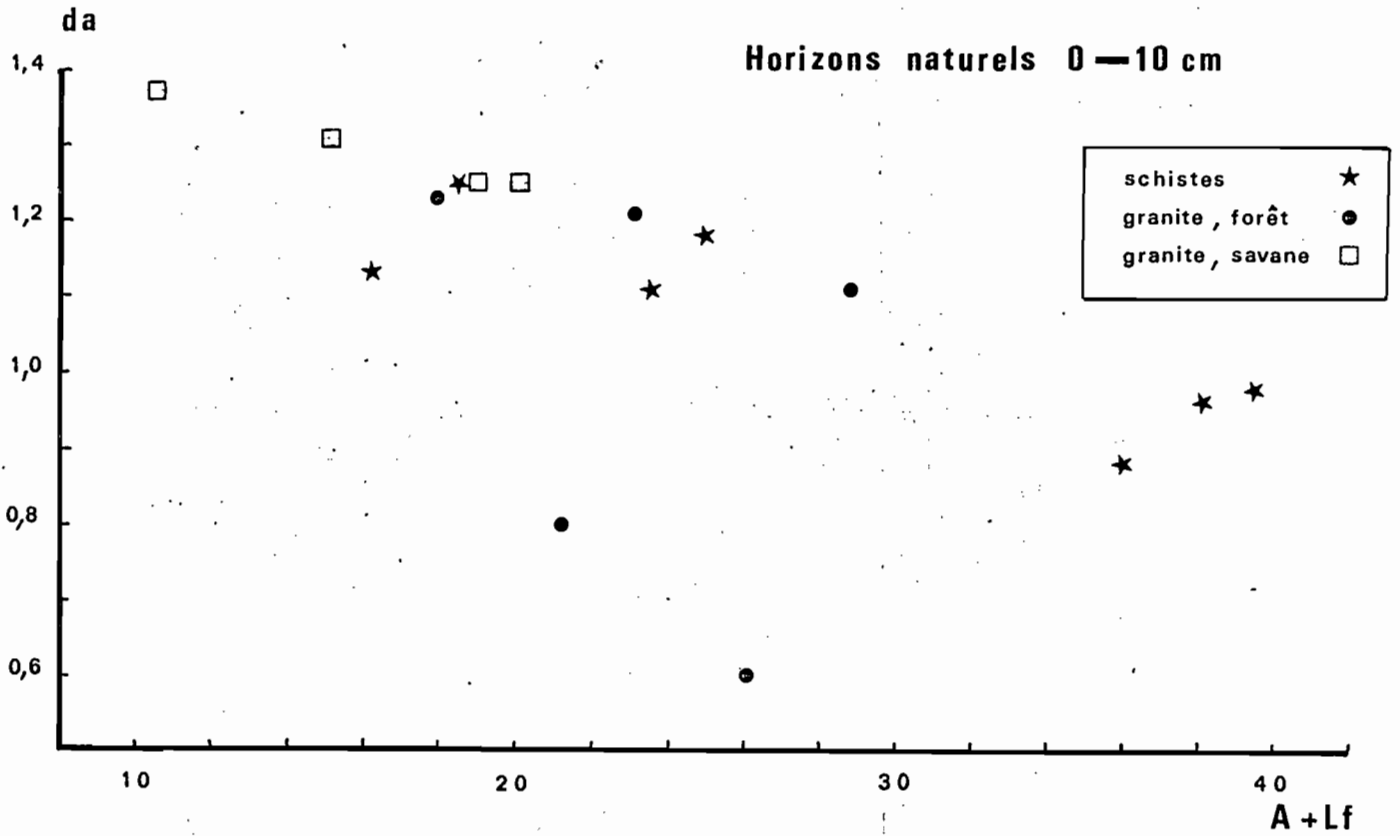


cultures 2 ans Riz

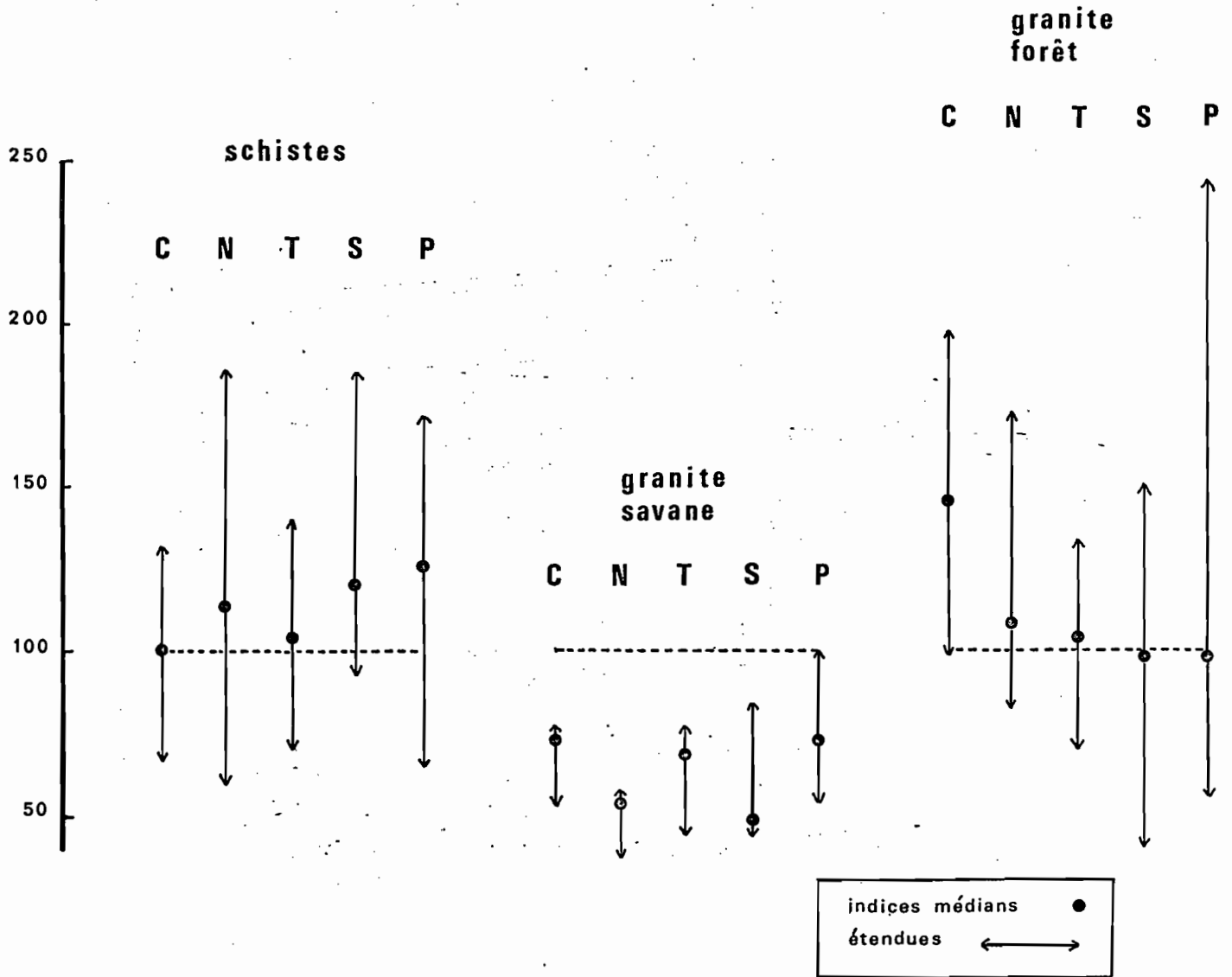
DENSITE APPARENTE ET MATIERE ORGANIQUE



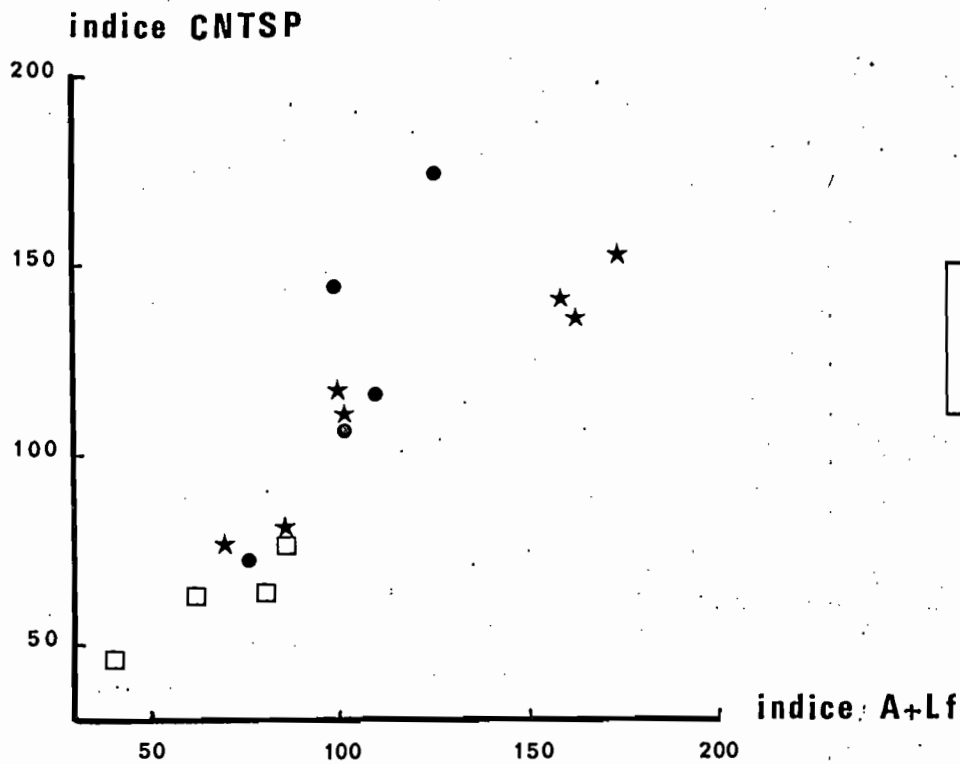
DENSITE APPARENTE ET TEXTURE



Appumites naturels — Indices de différenciation



indices médians ●
étendues ↔

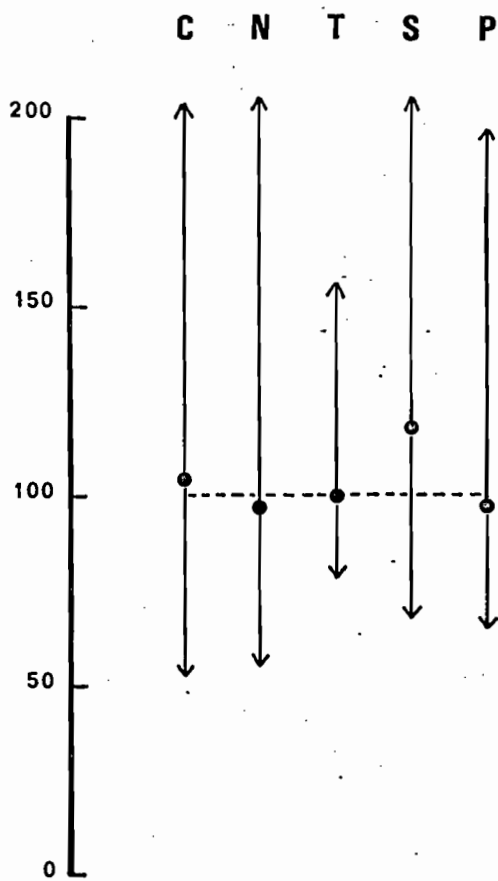


schistes ★
granite , forêt ●
granite , savane □

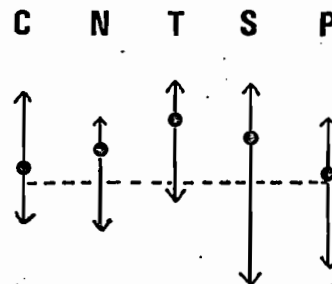
Indices de variation des Appumites culturaux
par rapport aux témoins naturels

(valeurs médianes et étendues)

Schistes



Granite savane



Granite forêt

