

**APPLICATION D'UNE METHODE DE FRACTIONNEMENT DES MATIERES HUMIQUES DU SOL
A QUELQUES ETUDES PEDOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES
DANS LES SOLS FERRALLITIQUES**

par

B. DABIN

O. R. S. T. O. M.

S.S.C. - BONDY

1975

APPLICATION D'UNE METHODE DE FRACTIONNEMENT DES MATIERES HUMIQUES DU SOL
A QUELQUES ETUDES PEDOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES DANS LES SOLS FERRALLITIQUES

par B. DABIN

Office de la Recherche Scientifiques et Technique Outre-Mer

S.S.C. - Bondy - FRANCE

avec la collaboration de E. GAVINELLI pour les analyses.

--oo0oo--

S O M M A I R E

I - METHODE D'ETUDE

- 1°) INTRODUCTION
- 2°) TECHNIQUE UTILISEE
- 3°) RESULTATS OBTENUS

II - ETUDE DE PROFILS DE SOLS SOUS VEGETATION NATURELLE

- 1°) SOLS FERRALLITIQUES DU CAMEROUN
- 2°) LES SOLS FERRALLITIQUES DE COTE D'IVOIRE

III - LES SOLS CULTIVES

- 1°) SOLS DE LA VALLEE DU NIARI
- 2°) SOLS SOUS ESSAIS DE PLANTES FOURRAGERES, DE LONGUE DUREE EN
BASSE COTE D'IVOIRE

IV - CONCLUSIONS GENERALES

Ortoyom Fonds Documentaire
N° : *101/101*
Cote : *D/101*

APPLICATION D'UNE METHODE DE FRACTIONNEMENT DES MATIERES HUMIQUES DU SOL
A QUELQUES ETUDES PEDOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES DANS LES SOLS FERRALLITIQUES

I - METHODE D'ETUDE

1°) INTRODUCTION.

La caractérisation des matières humiques du sol n'a pas encore été parfaitement résolue, du moins d'une façon simple, par des méthodes facilement adaptables à l'analyse en série.

Cependant, de nombreuses tentatives ont été faites dans ce but, et les dernières en date s'inspirent toutes plus ou moins de la méthode de Kononova utilisant le pyrophosphate de sodium et la soude comme solvants. Il y a deux possibilités : d'une part, extraire globalement les composés humiques solubles et étudier leur composition et leurs propriétés par différentes techniques, ou bien, réaliser un premier fractionnement dès la phase d'extraction et étudier les propriétés et la composition des fractions extraites.

Nous avons choisi cette seconde technique qui permet une première caractérisation des humus par voie chimique simple et qui, en isolant quantitativement des formes d'humus différentes, peut faciliter ultérieurement l'étude de leurs propriétés.

Il est certain que ces techniques chimiques ne permettent pas de résoudre tous les problèmes concernant la matière organique, en particulier, l'aspect biologique de dégradation et de synthèse à partir des résidus végétaux, demeure primordial mais fait appel à des techniques qui sont davantage du domaine de la microbiologie des sols.

Le pédologue cherche davantage à dresser un bilan des produits résultants de cette activité, et à étudier leur action sur l'évolution du profil de sol ou sur les facteurs de fertilité.

Cet essai de fractionnement pourrait être comparé (avec beaucoup de réserves) à celui qui a été fait dans un autre domaine pour les parti-

cules minérales, et qui malgré l'aspect également conventionnel, a permis d'aboutir à la séparation des fractions argileuses, facilitant ainsi leur étude, mais la comparaison s'arrête là, car une des caractéristiques des fractions organiques, est l'évolution saisonnière qui ajoute encore à la difficulté de cette étude.

Cependant, il est apparu qu'une standardisation de la technique d'extraction des matières humiques était nécessaire pour aboutir à des résultats comparatifs sur les divers milieux étudiés.

A la suite de plusieurs essais nous avons abouti à l'adoption d'une technique simplifiée et l'avons appliquée à l'étude de plusieurs profils de sols et de différentes parcelles sous culture.

2°) TECHNIQUE UTILISEE.

a) Technique d'extraction.

Le tableau 1 montre la comparaison de deux techniques, l'une utilisant plusieurs extractions successives, d'abord en milieu acide, puis en milieu alcalin à pH croissant (acide phosphorique 2M - Pyrophosphate 0,1 M, soude 0,1 N), l'autre utilisant un réactif alcalin unique (mélange de pyrophosphate 0,1 M et de soude 0,1 N). Cette seconde technique était utilisée par l'équipe de Braunschweig. Dans les deux cas le rapport :

$$\frac{\text{Sol}}{\text{liquide}} \text{ est de } \frac{5}{100} \text{ pour chaque extrait.}$$

Les résultats diffèrent légèrement compte tenu du degré d'épuisement qui a été réalisé au cours des extraits successifs, mais montrent un parallélisme convenable, dans des sols de natures très différentes (acides, neutres ou calcaires).

En définitive pour être sûr, en particulier dans des sols riches, d'obtenir une extraction suffisamment complète de l'humus soluble, nous avons adopté la technique suivante :

- 1°) PO_4H_3 2M deux extraits,
- 2°) $\text{P}_2\text{O}_7\text{Na}_4$ 0,1M un extrait,
- 3°) NaOH 0,1N deux extraits.

Comparaison - Méthode Bondy PO_4H_3 2M 1fois - $\text{P}_2\text{O}_7\text{Na}_4$ 1fois - NaOH 1fois
 - Méthode Braunschweig mélange ($\text{P}_2\text{O}_7\text{Na}_4$ + NaOH 0,1N)

Méthode Bondy

Méthode Braunschweig

Echant.	A.F. libres %	M.H.T.	Humine	M. H. T.			Total	Humine + mat.légère
				simple	1 répétition	2 répétitions		
1	1,21	16,47	21	12,08	2,24	1,44	15,76	24,16
2	1,35	10,97	8,7	8,36	1,40	tr.	9,76	12,62
3	0,49	7,64	6,39	6,83	1,31	tr.	8,14	9,05
4	0,58	6,66	4,67	5,74	0,95	tr.	6,69	6,57
5	0,79	14,65	13,29	13,65	2,13	1,14	16,92	15,86
6	0,58	8,30	3,70	6,70	1,20	tr.	7,90	6,98
7	0,27	4,13	3,55	3,61	0,73	tr.	4,34	3,84
8	1,30	22,32	27,23	21,50	2,64	1,13	25,27	27,52

Bondy M.H.T. + A.F. libres	Braunschweig M.H.T. épuisement
17,68	15,76
12,32	9,76
8,13	8,14
7,24	6,69
15,45	16,92
9,38	7,90
4,43	4,34
23,62	25,27

I

Après action de l'acide phosphorique le résidu sol est lavé à l'eau avant l'addition du pyrophosphate. Le second extrait à la soude est un extrait de contrôle qui ne renferme généralement que très peu d'humus.

b) Mesures effectuées.

Sur chaque solution extraite, on mesure le taux de carbone, rapporté ensuite en ‰ du poids de sol sec.

Le carbone de l'extrait phosphorique a été mesuré par oxydation sulfochromique après concentration de l'extrait. On obtient le C des

acides fulviques dits libres

AFL

Les petites brindilles végétales surnageant, sont recueillies sur filtre et séchées. Leur taux de C est déterminé directement par un appareil de combustion par voie sèche (coulomètre Schoeps-Abrecht), soit sur la totalité soit sur une fraction. C'est la matière organique légère - M.L.. Les extraits humiques obtenus par le pyrophosphate puis par la soude sont conservés séparément.

- Dans chaque cas on prélève une aliquote (5 ml) qui est séchée puis analysée par combustion par voie sèche (coulomètre) - (C : Acide humique + Acide fulvique)
- Sur une autre aliquote on précipite les acides humiques par HCl à pH 1, le précipité lavé et redissout dans la soude est séché et le Carbone dosé au coulomètre.

La différence du Carbone des deux aliquotes donne les acides fulviques.

On obtient ainsi quatre fractions :

- Acide Fulvique Pyro. = AFP,
- Acide Humique Pyro. = AHP,
- Acide Fulvique Soude = AFS,
- Acide Humique Soude = AHS.

Le résidu solide des extraits alcalins est séché et le carbone total restant mesuré au coulomètre. On obtient ainsi l'Humine = H.

La liste complète des fractions est la suivante :

ML	AFL	AFP	AFS
Matière légère	- Acide Fulvique	- Acide Fulvique	- Acide Fulvique
	Libre	Pyro	Soude
AHP	AHS	H	
Acide Humique	- Acide Humique	Soude	- Humine
Pyro			

3°) RESULTATS OBTENUS.

a) Présentation.

Les résultats sont présentés sur des feuilles standard d'analyses, ils sont exprimés en ‰ de C, et accompagnés d'autres déterminations courantes, granulométries, pH, bases échangeables, phosphore total et assimilable, fer total...

b) Echantillons analysés.

Il s'agit essentiellement d'échantillons de sols ferrallitiques, prélevés au Congo, au Cameroun et en Côte d'Ivoire, nous remercions vivement les chercheurs qui nous ont permis d'effectuer ces prélèvements ou les ont réalisés eux-mêmes. Il s'agit souvent d'études personnelles réalisées par ces chercheurs, c'est pourquoi nous ne chercherons pas à trop développer l'interprétation pédologique ou agronomique des résultats, laissant ce soin à l'auteur de l'étude, nous nous limiterons à l'aspect méthodologique en cherchant à définir la nature et les propriétés des fractions de l'humus.

II - ETUDE DE PROFILS DE SOLS SOUS VEGETATION NATURELLE

1°) SOLS FERRALLITIQUES DU CAMEROUN.

Les deux profils proviennent de la zone forestière du Cameroun, le long de la rivière Sanaga, près du village de Goyoum où passe la ligne du chemin de fer Transcamerounais.

Les deux profils sont prélevés dans ces toposéquences ; le premier est un sol argileux profond, présentant un horizon A légèrement appauvri en surface CFT 21, l'autre est un sol argileux dès la surface, mais reposant en profondeur sur des matériaux plus meubles Coy 23 (1).

Dans les deux cas les sols sont fortement acides et désaturés en bases. Mr MULLER a rédigé une première mise au point morphologique sur l'étude des trois toposéquences entre Goyoum et Deng-Deng.

a) Profil CFT 21.

Le graphique 2 montre la variation des fractions humiques en fonction de la profondeur.

La teneur en humine qui représente environ la moitié du C total diminue dans les mêmes proportions, mais reste relativement importante. Ce qui apparaît caractéristique, c'est que les fractions acides humiques pyrpy et soude qui sont assez bien représentées en surface, diminuent rapidement au-dessous de 25 cm et deviennent presque inexistantes au-dessous de 0,50 m. L'humus n'est représenté en profondeur pratiquement que par les acides fulviques et l'humine.

En ce qui concerne les acides fulviques, dont la somme est supérieure aux acides humiques, les fractions présentent en surface des teneurs croissantes dans l'ordre : Ac. Fulvique libre, Ac. Ful. Pyro., Ac. Ful. Soude.

On peut penser à un phénomène de décomposition de la matière légère, peu abondante, et de polymérisation croissante, mais aussi au fait que la fraction AFSoude la plus difficilement extractible est aussi la plus liée à la matière minérale, donc moins lessivée que les

(1) Echantillons envoyés par M. MULLER.

D: 1048

☐☐☐

FICHE ANALYTIQUE: DONNEES ELEMENTAIRE

Feuillet 1/10

CAMEROUN: Toposéquence de GOYOUM
Sol FERRALLITIQUE, JAUNE sous Forêt

PROFIL CFTT

☐☐24...

Horizon	9									HRZ
Groupe	15									GR
Sous-groupe	17									SG
(Famille)	21									FM
(Série)	25									SR
(Région)	29									RG

Prélèvement:
J.P. MULLER

Numéro du sac	33	.04	.03	.08	.11	.13	.16			SAC
Profondeur minimale en cm	57	0	35	60	130	180	260			PMI
Profondeur maximale	41	5	30	70	130	190	310			PMA
Granulométrie en 10 ⁻²	45	0	0	0	0	0	0			REF
Carbonate de calcium	49									CDC
Argile	53	8.0	12.0	50.0	59.0	54.0	53.5			ARG
Limons fin 2 à 20 µ	57	3.5	3.5	7.0	5.0	10.0	14.0			LMF
Limons grossier 20 à 50 µ	61	13.1	13.6	6.1	10.1	15.3	7.3			LMG
Sable fin 50 à 200 µ	65	32.1	4.1	19.5	10.6	6.1	9.0			SBF
Sable grossier	69	7.7	30.3	14.5	12.4	11.6	14.0			SBG
	73	1	1	1	1	1	1			CARTE

Matières organiques en 10 ⁻³	13	15.1	5.0	4.6	7.3	10.2	5.5	1.5		C
	17	1.32	4.17	4.73	3.53	2.80	1.30			N
Acides humiques	21									AH
Acides humiques bruns	25									AHB
Acides humiques gris	29									AHG
Acides fulviques	33									AF

Acidité	37	5.5	4.6	4.3	4.5	4.6	4.6			PHE
	41	4.3	4.1	4.2	4.4	4.4	4.4			PHK

Cations échangeables en mé	45	3.0	0.8	1.0	5.0	9.0	4.5	4.5		CAE
	49	0.3	0.15	0.24	0.15	0.34	0.09			MGE
	53	0.26	0.05	0.06	0.05	0.41	0.04			KE
	57	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01			NAE
Capacité d'échange	61	9.95	4.15	6.50	6.25	6.05	9.15			T

Acide phosphorique en 10 ⁻³	65	52.6	34.3	48.0	48.0	48.0	43.5			PT
	69									PAT
	73	2	2	2	2	2	2			CARTE
	15	0.02	0.01	0.005	0.01	0.008	0.01			PAO
	17									PAC

Humus en C.‰	Mat. Organ. Légère	0.45								PRT
	Ac. Fulvique Libres (PONA)	0.77	0.61	0.80	0.38	0.52	0.29			RSD
	P ₂ O ₅ Na ₄ { A.H	1.48	0.60	0.19	0.19	0.18	0.06			SI
	{ A.F	2.03	1.15	1.04	0.77	0.51	0.43			AL
	NaOH { A.H	1.70	0.50	0.18	0.22	0.14	0.18			FE
	{ A.F	2.79	1.21	1.40	0.96	0.62	0.09			TI
	Humine	6.17	3.63	4.72	3.51	5.11	6.2			MN
	Somme des Fractions	15.46	7.06	9.5	7.03	14.83	6.7			FEL
	A.F totaux	5.58	2.73	3.22	2.51	3.11	0.81			CA
	A.H totaux	3.18	1.10	0.30	0.34	0.26	0.24			MG
	AFT + AHT	8.76	4.73	8.22	8.51	9.72	0.5			K
										NA

Matière organique	Limons fin / Al gris									
	H ₂ O à 105°C %	1.0	0.6	3.1	2.3	2.1	2.0			
	C/N	11.4	12.0	9.9	8.6	9.4	12.1			
	(MHT) / C Total									
	Mat. Org. Tot. %	2.6	0.9	0.8	0.6	0.4	0.3			

pH	ΔpH (PHE-PHK)									
	pH pâte saturée									

CATIONS	Somme Cations S/	3.57	1.01	1.37	1.11	1.25	0.59			
	100S/T = V	38.52	1.5	2.1	1.8	1.2	1.1			
	Na ⁺ /Ca ⁺⁺									
	Na ⁺ /T									

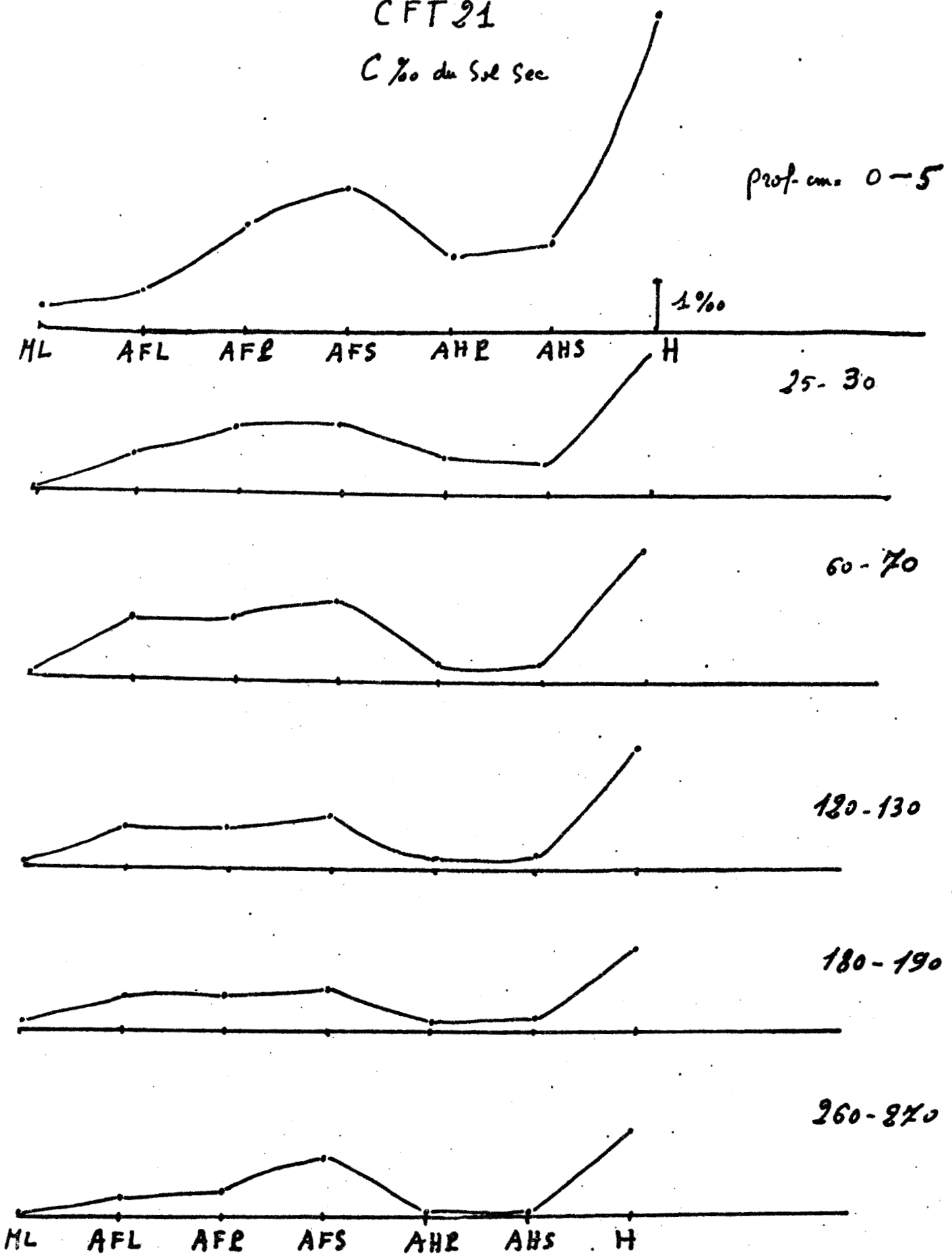
ECHANGEABLES	Ca ⁺⁺ /Mg ⁺⁺									
	(Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺)/K ⁺									

OXYDES	SiO ₂ /Al ₂ O ₃									
	Fe ₂ O ₃ Total (HCl)	1.50	1.30	3.80	4.50	4.40	3.0			

Sol Ferrallitique du Cameroun

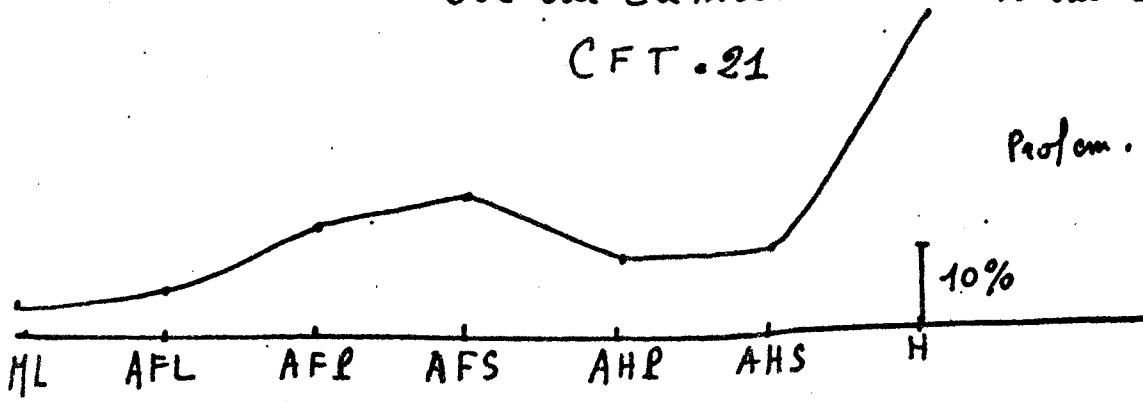
CFT 21

C % du Sol Sec

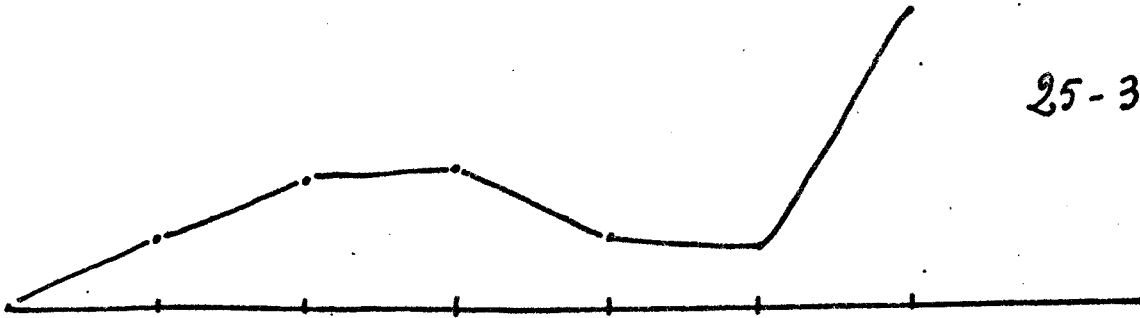


Sol du Cameroun - CFT.21 C% du C Total

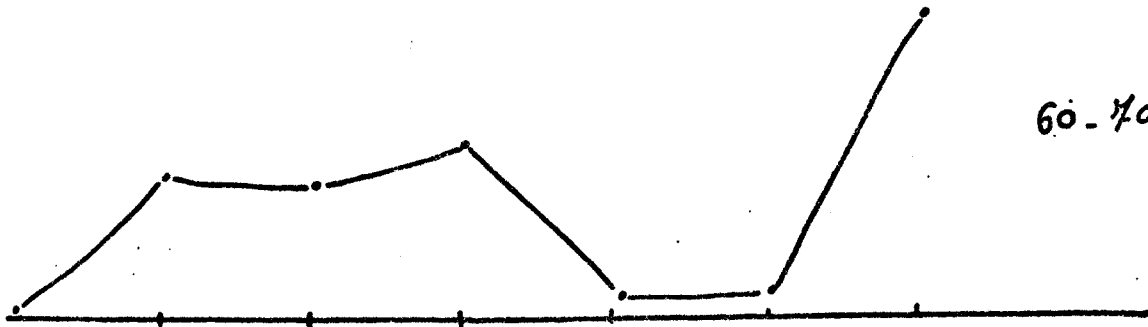
Profon. 0-5 C% = 15.4



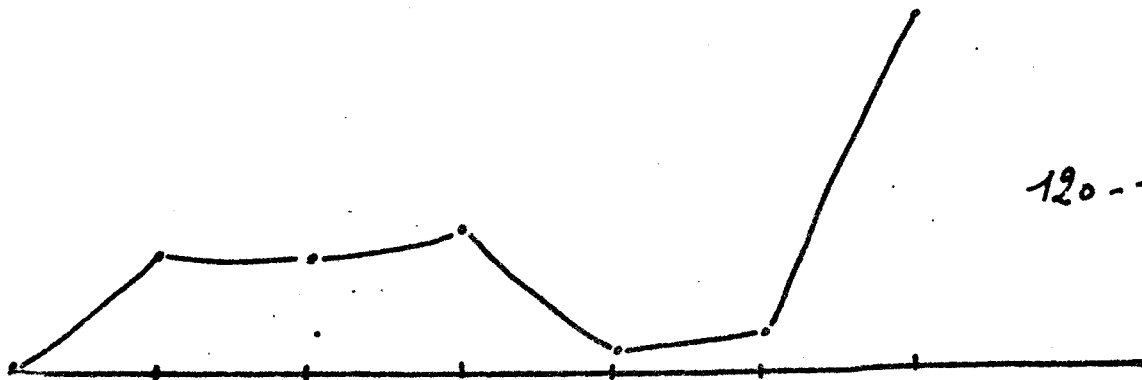
25-30 C% = 6.70



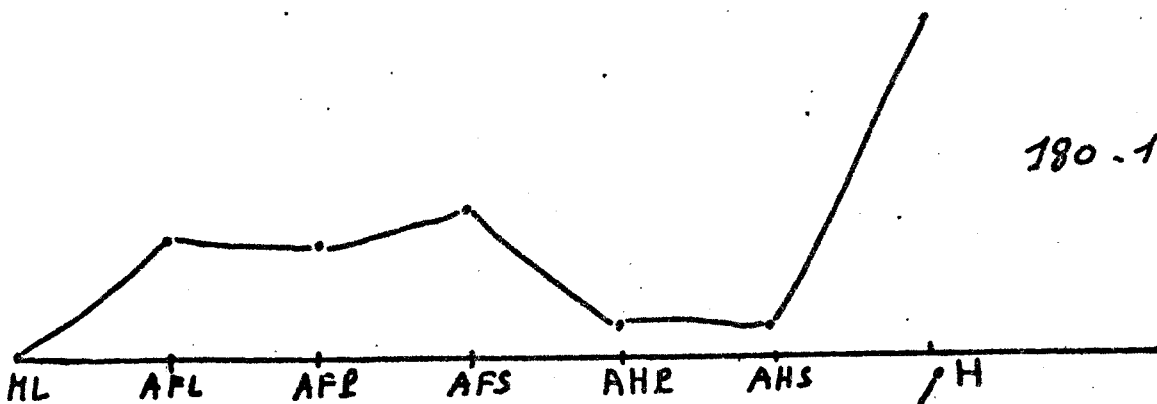
60-70 C% = 6.19



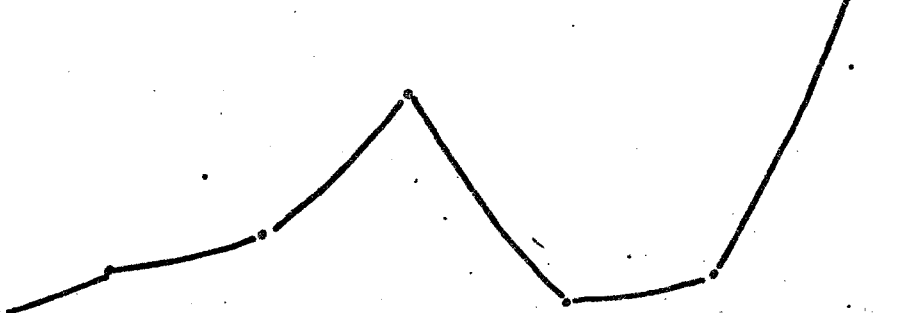
120-130 C% = 5.80



180-190 C% = 3.48



260-270 C% = 3.67



autres fractions plus mobiles. Ce lessivage semble jouer pour la fraction AFL (Ac. Fulvique Libre) qui augmente en valeur absolue jusqu'au niveau 60-70, puis diminuer à nouveau lentement, alors que les autres fractions ont plutôt tendance à diminuer en valeur absolue.

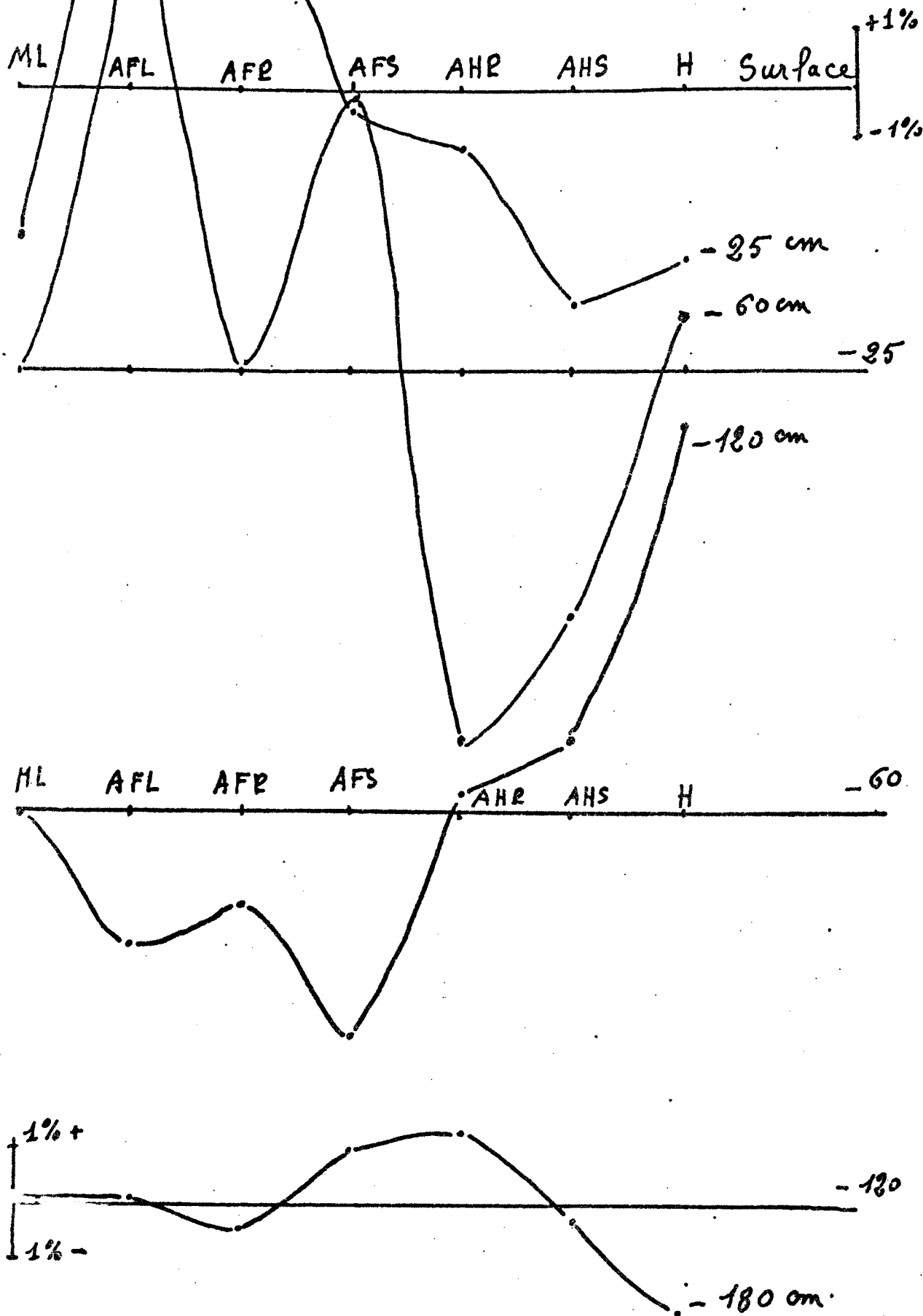
Cette variation s'observe d'une façon plus nette dans le graphique 3 où les valeurs sont représentées en valeur relative en % de C total. On observe aussi l'augmentation de AFL jusqu'au niveau - 60, sa relative stabilité jusqu'à - 180 et sa forte diminution à - 260.

Pour les autres fractions AF, l'évolution apparaît moins nette, sauf au niveau - 260 où la fraction AFSoude montre une nette augmentation alors que les autres diminuent. Il est assez curieux de signaler que cette répartition en deux fractions dominantes, AFS et Humine, semble se manifester sur la vitesse de combustion du Carbone dans le four à 1300° ; en effet l'enregistrement automatique du compteur de l'appareil s'est fait en deux temps séparés avec un arrêt distinct entre les deux, ce qui indique que l'une des formes, sans doute AF, a brûlé plus vite que l'autre (Humine). Ce phénomène a été observé dans la plupart des horizons profonds présentant la même répartition de l'humus et jamais dans les horizons de surface où toutes les fractions sont représentées.

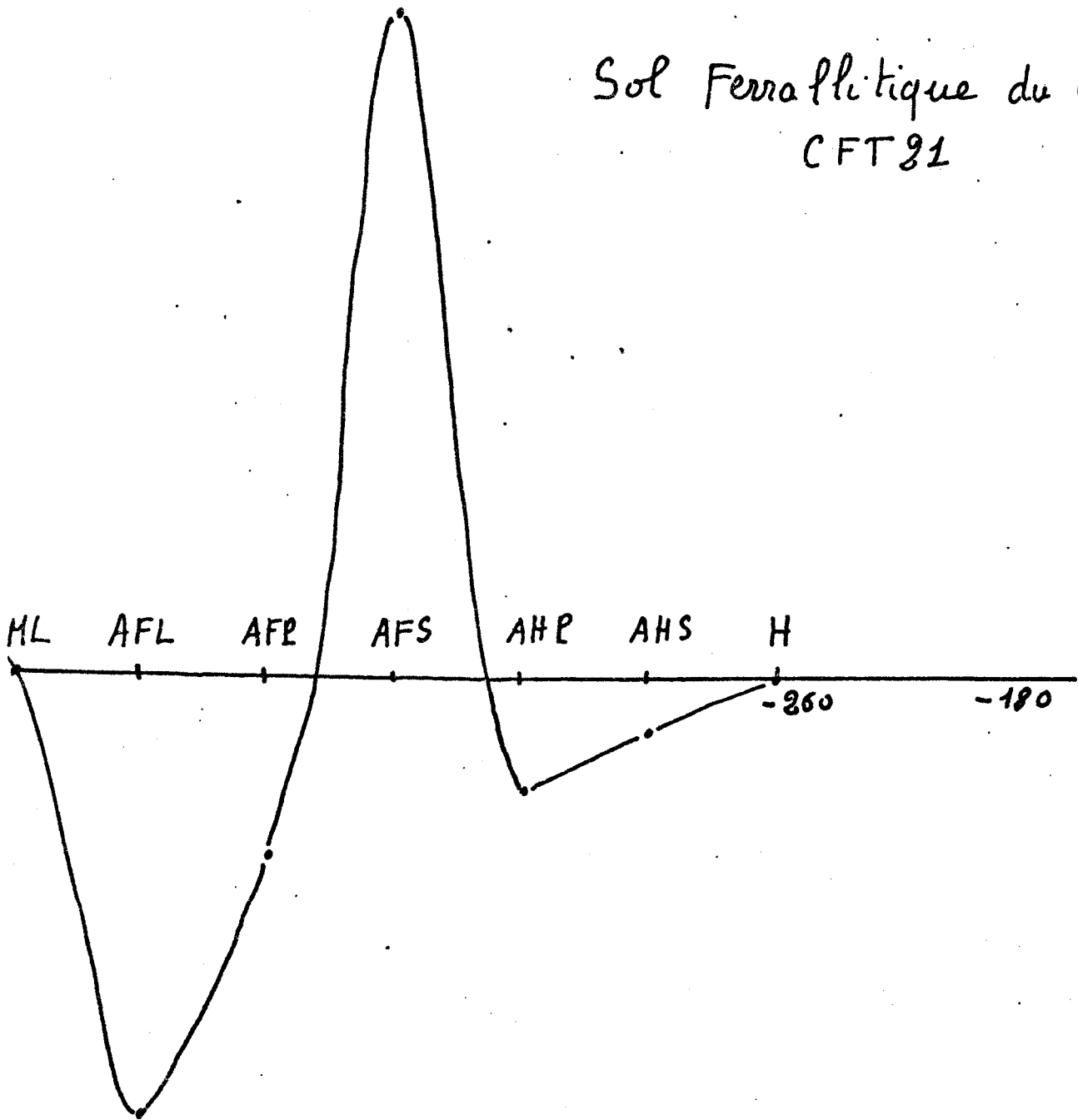
Les graphiques 4 et 5 représentent les différences en pourcentage, positives ou négatives, du Carbone des fractions, d'un horizon par rapport à l'horizon immédiatement supérieur, cela permet d'avoir une vision plus claire des transformations des fractions les unes dans les autres qui n'apparaît pas dans les graphiques précédents.

Entre la surface et l'horizon - 25 où il y a un fort appauvrissement de Carbone, on note une diminution graduelle des fractions Humine, AHSoude, AHPyro et un accroissement des formes les plus solubles AFPyro et AFLibres, on peut en conclure une dégradation des fractions stables à grosses molécules et leur passage graduel vers des formes moins polymérisées. La matière légère montre un net appauvrissement - entre l'horizon - 25 et l'horizon - 60, la diminution du taux de C se stabilise, le pourcentage d'Humine reste stable, par contre les fractions AcHumiqueSoude (AHS) et Ac HumiquePyro (AHP), continuent à diminuer fortement et en contre partie, la fraction AFSoude, augmente

Variations Comparatives des fractions humiques
 Horizon par Horizon à partir de la Surface
 en pourcentage + ou - du C Total -
 (Sol Ferrallitique du Cameroun - CFT 81)



Sol Ferrallitique du Cameroun
CFT 91



Variations comparatives des Fractions
humiques . Horizon par Horizon
en % + ou - par rapport au c total

presque symétriquement.

Il semble que la dépolymérisation se poursuit entre ces fractions. En revanche, la fraction AFP reste stable et la fraction Ac Fulvique Libre montre un important pic isolé qui est l'indication nette d'une accumulation absolue due au lessivage. Ce niveau d'accumulation absolue correspond à une discontinuité nette au point de vue granulométrique puisqu'entre les niveaux - 25 et - 60, le taux d'argile passe de 12 % à 50 %. Au niveau - 120 le phénomène d'évolution s'inverse, les fractions fulviques diminuent et se transforment progressivement en acides humiques et humine, on ne note pas de changement important de tendance au niveau - 180, sauf un léger appauvrissement d'humine, enfin, tout à fait en profondeur, les acides fulviques les plus mobiles AFL et AFP, se transforment dans la fraction AFSoude la plus liée. Donc à partir de - 120, on note un phénomène constant et progressif de polymérisation et de fixation qui affecte d'abord les fractions à grosses molécules, puis les fractions à plus petites molécules.

Cette évolution assez progressive correspond à une texture argileuse assez constante entre - 60 et - 260 cm.

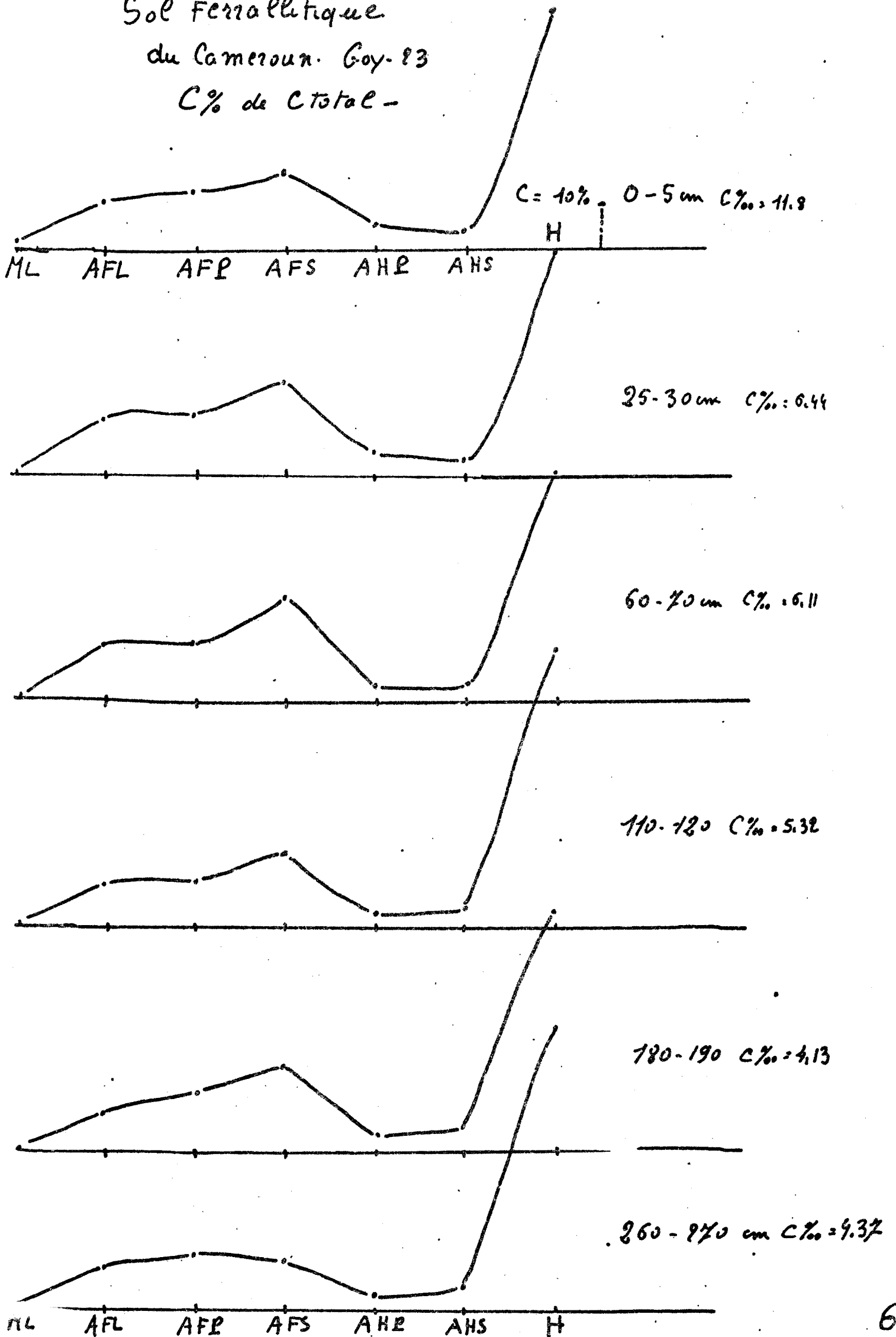
Indépendamment d'autres interprétations qui peuvent être faites, on peut conclure d'une façon assez sûre que le lessivage des acides fulviques libres a sans doute joué un rôle dans l'appauvrissement en argile et en fer que l'on constate au sommet du profil.

b) Autre profil du Cameroun : Goy 23.

Il s'agit d'un profil au milieu d'une toposéquence qui est argileux dès la surface mais repose en profondeur sur des matériaux plus meubles ; les graphiques 6, 7 et 8 montrent une évolution comparable à celle du sol précédent avec néanmoins des différences importantes aux parties supérieures et inférieures.

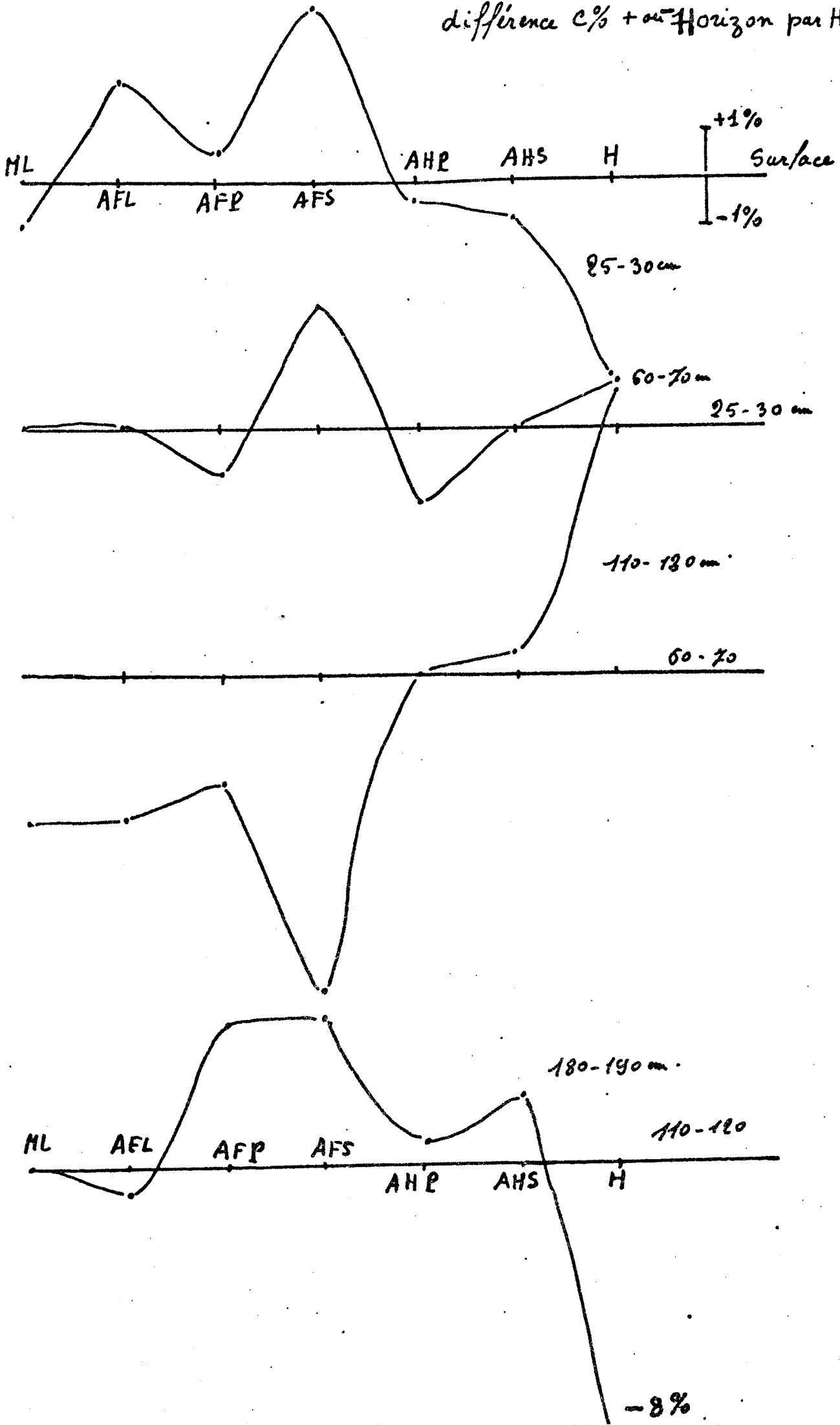
Le graphique 6 en % de C par rapport au C total montre des courbes où le taux d'acides humiques est faible dès la surface et diminue encore en profondeur, par contre, le taux d'AF libre indique un lessivage moins prononcé en profondeur que dans le sol précédent ; par contre, la fraction d'AFSoude semble jouer un rôle important et être en équilibre avec l'humine. Les graphiques 7 et 8 montrant les variations des fractions par rapport

Sol Ferrallitique
 du Cameroun. Goy. 83
 C% de Ctotal -



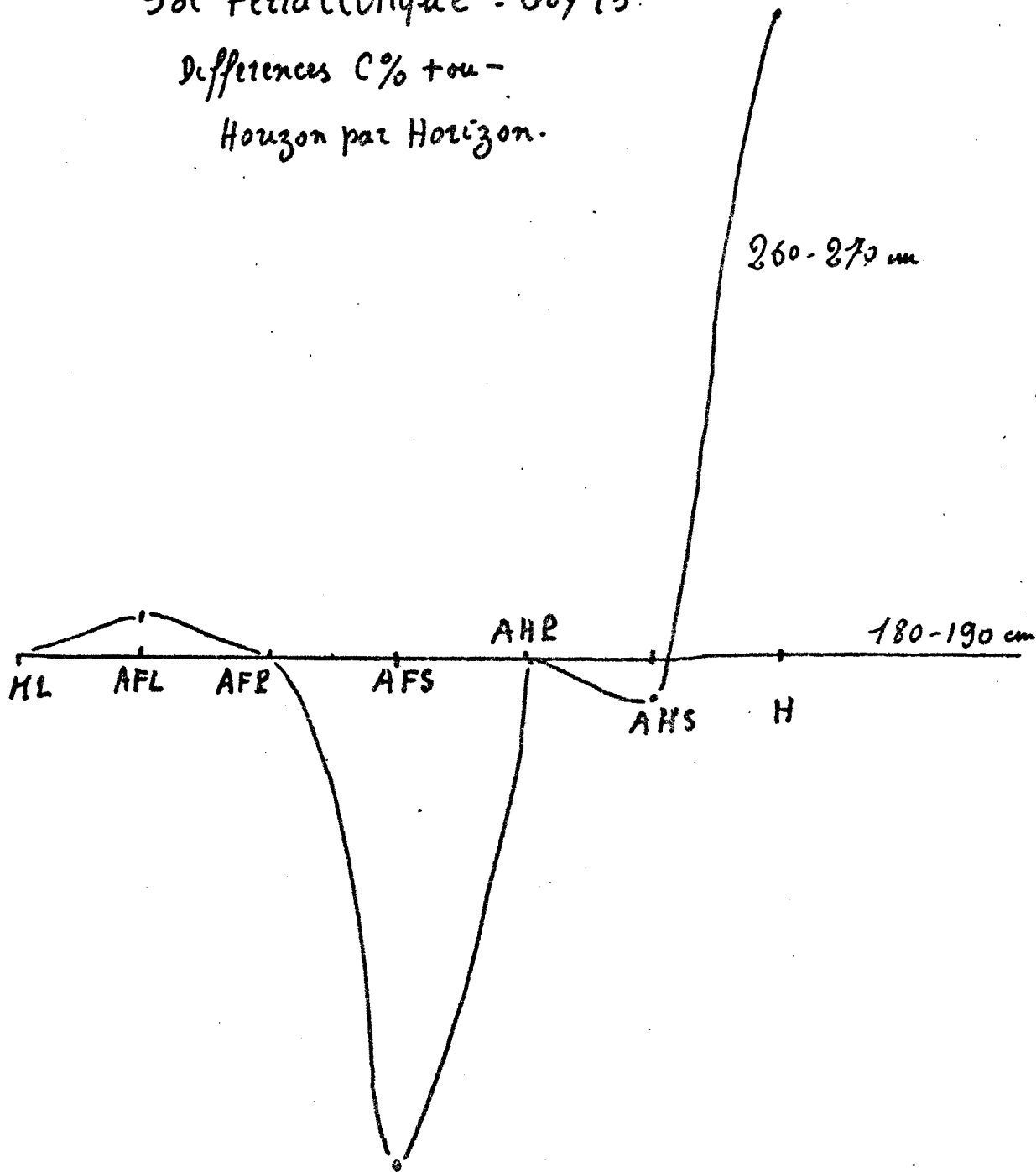
Sol Ferrallitique du Cameroun - Goy 23

différence c% + ou - Horizon par Horizon.



Sol Ferrallitique - Goy 93.

Differences C% + ou -
Horizon par Horizon.



à l'horizon immédiatement supérieur aux niveaux successifs, différent des graphiques 4 et 5.

L'accroissement absolu des AF libres par lessivage, se limite à l'horizon superficiel 0-25 par contre on observe la perte d'humine et d'Ac Humiques qui aboutit à un accroissement des AFSoude. Ce phénomène diminue fortement d'intensité au niveau - 60 il y a seulement perte d'AHPyro et d'AFPyro aux dépens des AFSoude.

- Au niveau - 110, on retrouve presque exactement le phénomène de polymérisation et de fixation du profil précédent.
- Par contre, au niveau - 180, il semble apparaître à nouveau un accroissement des fractions fulviques peu polymérisées, il y a une nouvelle mobilisation de l'humine stable en profondeur correspondant à une diminution de la texture.
- Au niveau - 260, ces fractions d'Ac Fulviques mobilisés se fixent à nouveau sur l'humine, sans passer par l'intermédiaire des Ac humiques.

Les différences dans l'évolution des fractions de l'humus correspondent à des caractéristiques morphologiques des horizons.

2°) LES SOLS FERRALLITIQUES DE COTE D'IVOIRE.

A - Etude comparative de différentes zones climatiques.

Les échantillons ont été prélevés par R. MOREAU qui a rédigé un rapport détaillé (Octobre 1974) sur les emplacements, la nature morphologique des profils, et donné une analyse complète de 5 échantillons par profil. Il fournit également certaines conclusions que nous reproduirons partiellement ici, en les complétant par les observations particulières faites sur nos propres résultats qui n'intéressent que les deux horizons superficiels.

La méthode d'extraction de l'humus réalisée en Côte d'Ivoire est un peu différente de celle de Bondy car elle comporte systématiquement trois extraits PO_4H_3 suivis de 3 extraits NaOH 0,1N sans passer par le stade Pyro. Néanmoins les teneurs globales en AFL et en Ac Humiques Totaux sont très comparables aux nôtres ; certaines différences peuvent

provenir du dosage chimique au bichromate de K , au lieu de la détermination par voie sèche au coulomètre.

- a) Sols de la Zone III - Côte d'Ivoire préforestière,
pluviométrie 1100 à 1400 mm, grande saison sèche de 6 mois (Novembre à Avril), passage irrégulier de la Forêt à la savane.

Profil MO 1 - Forêt classée de la Mefa au Nord-Est de Bouaké.

Forêt sèche dégradée en Savane arborée ; Strate herbacée prépondérante.

Sols ferrallitiques moyennement désaturés modaux, sur matériau issu de migmatites :

- . hor. n° 11 0 - 7 cm,
- . hor. n° 12 7 - 15 cm.

Profil MO 2 - Forêt classée de Bamoro au Nord-Ouest de Bouaké, dans la partie dite (réserve intégrale), donc Forêt avec litière de feuilles.

Matériau issu de granite :

- . hor. n° 21 0 - 8 cm,
- . hor. n° 22 8 - 15 cm.

- b) Sols de la Zone II - Moyenne Côte d'Ivoire forestière,
pluviométrie 1300-1600 mm, deux saisons sèches dont la plus longue dure 4 à 5 mois (Novembre à Mars). Forêt dense humide semi-décidue du secteur mésophile.

Profil MO 3 - Ilot forestier au Nord-Ouest de Céci.

Sol ferrallitique moyennement désaturé. Remanié modal (tendance à l'induration vers le bas) sur matériau issu de granite.

Litière épaisse 3 à 5 cm constituée de brindilles et de feuilles sèches

- . éch. 31 0 - 6 cm,
- . éch. 32 6 - 15 cm.

Profil MO 4 - Forêt de la Seguié au Nord de Céchi. Forêt humide semi-décidue.

Sol ferrallitique moyennement désaturé, remanié modal, sur matériau issu de schistes.

Litière épaisse de 5 cm constituée de brindilles et de feuilles sèches.

. éch. 41 0 - 5 cm,

. éch. 42 5 - 15 cm.

c) Sols de la zone I - Basse Côte d'Ivoire forestière,

pluviométrie annuelle supérieure à 1600 mm. Deux saisons des pluies, deux saisons sèches, la plus longue dure 3 à 4 mois (Décembre à Mars). Forêt dense sempervirente du secteur ombrophile.

Profil MO 5 - Forêt classée de l'Aké Béfiat au Nord-Ouest d'Azaguié.

Sol ferrallitique fortement désaturé, remanié hydromorphe sur matériau issu de granite.

Litière de 2 à 3 cm composée de feuilles sèches et de brindilles.

. éch. 51 0 - 4 cm,

. éch. 52 4 - 15 cm.

Profil MO 6 - Forêt classée du Téké, au Sud-Est d'Azaguié, haut de pente. Litière irrégulière de feuilles et de brindilles.

Sol ferrallitique fortement désaturé, remanié, modal, sur matériau issu de schistes :

. éch. 61 0 - 2,5 cm,

. éch. 62 2,5 - 15 cm.

Résultats et Interprétation.

MOREAU indique qu'à part le profil 1 sous savane qui est le plus pauvre en C total, le taux en Carbone varie d'un sol à l'autre en fonction des différences texturales, alors que PERRAUD indiquait un accroissement de C total de la zone I à la zone III.

Le rapport AF libre sur AF lié apparaît un peu plus élevé dans la zone II que dans les zones II et I.

D: 10118



FICHE ANALYTIQUE: DONNEES ELEMENTAIRE

PROFILS MO

Feuillet 9/10

1 9 13...

élévément: R. MOREAU

		COTE D'IVOIRE						MOYENNE		
		← ZONE PREFORESTIERE →				COTE D'IVOIRE				
		1	2	3	4	5	6	7	8	HRZ
Horizon										GR
Groupe										SG
Sous-groupe										FM
(Famille)										SR
(Série)										RC
(Région)										
Numéro du sac		1.1	1.2			2.1	2.2	3.1	3.2	SAC
Profondeur minimale en cm		0	3			0	8	0	6	PMI
Profondeur maximale		7	15			8	15	6	15	PMA
Refus		1.1	0			5.6	4.3	6.0	2.1	REF
Carbonate de calcium										CDC
Argile		8.0	10.0			17.5	16.0	12.0	8.0	ARG
Limon fin 2 à 20 µ		11.0	9.5			20.5	19.5	9.6	9.5	LMF
Limon-grossier 20 à 50 µ		13.5	13.1			8.1	7.5	11.8	11.0	LMG
Sable fin 50 à 200 µ		25.1	30.3			15.2	14.7	30.2	30.5	SBF
Sable grossier		28.8	34.4			26.1	36.2	26.6	32.3	SBG
										CARTE
Carbone		15.1	11.0			52.2	22.0	34.3	14.6	C
Azote		1.03	7.33			5.13	2.33	3.33	1.71	N
Acides humiques										AH
Acides humiques bruns										AHB
Acides humiques gris										AHG
Acides fulviques										AF
pH eau 1/2.5		6.8	5.7			7.2	7.4	7.4	6.7	PHE
pH chlorure de potassium		5.9	5.0			7.1	6.5	6.6	5.8	PHK
Calcium Ca++		4.8	03.00			21.0	11.7	12.3	3.75	CAE
Magnésium Mg++		1.05	0.24			3.75	1.80	1.65	1.80	ESGE
Potassium K+		0.29	0.12			0.93	0.75	0.66	0.815	KE
Sodium Na+		0.09	0.01			0.04	0.03	0.04	0.03	NAE
Capacité d'échange		2.75	7.00			33.0	18.7	19.5	8.25	T
Phosphore total		4.35	3.66				1.02	6.64	4.12	FT
Phosphore assim. Truog										PAT
Phosphore assim. Olsen		0.20	0.10			0.55	0.30	0.20	0.15	PAO
Phosphore ass. citrique										PAC
Mat. Org. Légère		0.82	0.15			1.57	0.44	1.78	0.38	PRT
Ac. Fulv. Libres (POut)		0.63	0.59			1.76	1.33	1.36	0.94	RSD
P2O5-NaOH { AH		1.99	2.01			4.76	2.60	1.87	1.23	SI
{ AF		0.95	0.86			2.09	1.72	1.66	1.08	AL
NaOH { AH		1.71	1.51			3.91	2.56	1.75	0.91	FE
{ AF		1.31	1.06			5.56	2.47	5.36	2.37	TI
Humine		2.62	5.25			29.01	2.4	12.77	3.6	MIN
Somme des Fractions		16.11	11.4			48.62	23.4	32.5	14.2	FEL
AF Totaux		2.89	2.50			2.34	5.42	2.38	4.39	CA
AH "		3.70	3.52			2.67	5.16	3.62	2.14	MG
AF+AH "		6.59	6.02			18.01	10.58	12.00	6.53	K
										NA
Fl2O x 105°C %		1.0	0.8			3.6	2.3	4.0	1.2	
C/N		14.6	15.0			10.2	9.5	10.3	8.5	
[C(MHT)] / C Total										
Mat. Org. Tot. %		2.6	1.2			9.0	3.8	6.9	2.5	
Δ pH (PHE-PHK)										
pH pâte saturée										
Somme Cations S/100.5/T=V		6.16	3.37			25.8	14.3	14.7	5.23	
Na+/Ca++		70.	118.			78.	76.	75.	66.5	
Na+/T										
Ca++/Mg++										
(Ca++ + Mg++) / K+										
SiO2/Al2O3										
Fe2O3 Total (HCl)		1.30	1.40			5.60	5.60	2.30	1.20	

élévément: R. MOREAU

Granulométrie en 10⁻²

Matières organiques en 10⁻³

Acidité

Cations échangeables en mē

Acide phosphorique en 10⁻³

Humus en C %

Matière organique

pH

CATIONS CHANGEABLES

XYDES

D: 1048

FICHE ANALYTIQUE: DONNEES ELEMENTAIRE

Fenillet 10/10

COTE d'IVOIRE

PROFILS MO
H 5 H 6...

Prélèvement:

2. MOREAU

Horizon

Groupe

Sous-groupe

(Famille)

(Série)

(Région)

Numéro du sac

Profondeur minimale en cm

Profondeur maximale

Granulométrie en 10⁻²

Refus

Carbonate de calcium

Argile

Limon fin 2 à 20 µ

Limon grossier 20 à 50 µ

Sable fin 50 à 200 µ

Sable grossier

Matières organiques en 10⁻³

Carbone

Azote

Acides humiques

Acides humiques bruns

Acides humiques gris

Acides fulviques

Acidité

pH eau 1/2,5

pH chlorure de potassium

Cations échangeables en mé

Calcium Ca ++

Magnésium Mg ++

Potassium K +

Sodium Na +

Capacité d'échange

Acide phosphorique en 10⁻³

Phosphore total

Phosphore assim. Truog

Phosphore assim. Olsen

Phosphore ass. citrique

Humus

Mat. Org. Légère

Ac. Fulv. "Libre" (POuK)

R₂O₃Na₂ { AH

{ AF

NaOH { AH

{ AF

Humine

Somme des Fractions

AF Totaux

AH "

AF + AH

H₂O à 105°C %

C/N

[C(MHT)] / C Total

Mat. Org. Tot. %

pH

Δ pH (pHE - pHK)

pH pâte saturée

CATIONS

Somme Cations S/

100S/T = V

Na⁺/Ca⁺⁺

Na⁺/T

CHANGEABLES

Ca⁺⁺/Mg⁺⁺

SiO₂/Al₂O₃

OXYDES

Fe₂O₃ Total (HCl)

		Moyenne		Basse COTE d'IVOIRE				
		COTE d'Ivoire		Lac		Lac		
		Schiste		Granite		Schiste		
	9							HRZ
	13							GR
	17							SG
	21							FM
	25							SR
	29							RG
	33	4.1	4.2	5.1	5.2	6.1	6.2	SAC
	37	0	5	0	11	0	3.5	PMI
	41	5	15	4	15	2.5	15	PMA
	45	1.5	2.2	2.2	0.	3.6	2.2	REF
	49							CDC
	53	10.0	10.0	14.5	13.5	14.5	15.5	ARG
	57	8.0	8.0	8.5	6.5	3.5	8.0	LMF
	61	10.2	15.1	20.2	15.2	21.1	18.9	LMG
	65	3.1	0.3	24.6	30.1	27.6	23.4	SBF
	69	2.1	3.4	13.2	31.5	20.0	20.3	SBG
	73							CARTE
	13	28.0	9.58	57.2	13.5	12.7	17.1	C
	17	9.5	3.1	3.6	1.1	3.2	1.57	N
	21							AH
	25							AHB
	29							AHG
	33							AF
	37	6.0	6.6	4.4	4.0	4.5	4.1	PHE
	41	5.4	4.7	3.5	3.5	3.7	3.7	PHK
	45	4.1	1.50	3.1	0.09	2.7	0.76	CAE
	49	0.1	1.50	1.3	0.18	1.5	0.39	MGE
	53	0.5	1.1	0.1	0.05	0.5	0.11	KE
	57	0.0	0.02	0.0	0.02	0.0	0.04	NAE
	61	11.7	16.50	23.2	2.25	19.6	8.30	T
	65	0.6	1.480	0.35	1.137	0.4	1.299	PT
	69							PAT
	73							CARTE
	15	0.3	0.20	0.6	0.15	0.4	0.15	PAO
	17							PAC
		1.0	0.19	10.4	0.47	2.5	0.44	FRT
		0.9	0.63	1.5	1.72	1.7	0.98	RSD
		1.1	0.99	3.0	1.46	3.0	1.78	SI
		1.2	0.04	3.8	0.66	3.2	0.00	AL
		1.0	0.67	2.1	0.35	4.4	0.82	FE
		3.8	1.65	6.7	1.89	3.0	1.49	TI
		15.9	5.53	23.5	5.9	22.6	9.02	MN
		24.5	10.3	50.3	13.6	40.6	18.5	FEL
		6.0	3.32	11.7	7.7	8.0	5.40	CA
		3.1	1.66	5.2	2.81	7.4	3.60	MG
		8.2	4.98	16.9	5.8	15.5	9.00	K
								NA
		1.4	0.8	2.5	0.9	1.9	1.0	
		9.1	7.3	15.2	12.2	16.4	12.9	
		1.0	1.7	2.3	2.3	2.4	2.9	
		6.0	3.19	5.9	3.4	11.8	11.90	
		51.5	49.	28.	11.7	24.5	11.	
		1.2	1.60	1.2	1.10	2.0	1.90	

Dans les zones I et II ce rapport augmente en profondeur.

Dans la zone I on a des valeurs supérieures à 1 dès 40-50 cm de profondeur.

Dans les horizons A11 et A12 le rapport AF/AH est inférieur à 1 dans la zone III et il est supérieur à cette valeur dans les zones II et I. Dans tous les profils, les valeurs augmentent de la surface vers la profondeur.

Les rapports AH gris/AH bruns diminuent de la zone III vers la zone I.

Zone III préforestière.

Les diagrammes des fractions AFL, AFPyro, AFSoude, AHPyro, AHSoude (n° 9 et 10) montrent une augmentation régulière des taux relatifs de carbone, dans le sens Ac Fulvique → Ac Humique avec un maximum pour AHPyro, ce qui est l'indice d'une bonne humification avec polymérisation de produits, cela correspond à l'alternances des saisons et à une bonne saturation en bases qui favorise les produits à grosses molécules. Dans l'horizon entre 7 et 15 cm, cela s'accroît encore. Il y a une exception pour l'échantillon 21 ou AFS domine en raison de l'apport considérable de matière organique, mais cela correspond aussi à une teneur maximum en humine.

Lorsqu'on passe à la zone II, on observe une allure assez caractéristique des courbes aussi bien pour MO 3 sur granite que MO 4 sur schistes. En surface (0-5 cm) c'est la fraction AFSoude qui domine nettement les autres fractions extractibles et on observe une diminution du pourcentage des ac humiques par rapport à la zone III. La teneur en humine est également très forte en surface. Ces différences s'atténuent en profondeur vers 15 cm, il y a diminution de AFS et de l'humine, et léger accroissement des acides humiques.

Dans cette zone relativement humide, mais où le sol a un pH peu acide, l'humification va jusqu'à un stade intermédiaire (peut-être précurseurs) avec fixation sur l'humine, le passage aux ac humiques est plus faible.

Sols Ferrallitiques
de Côte d'Ivoire

C % du C total

Zone préforestière

Schistes 11
0-7cm

C = 15.1‰

Surface



Schistes 12
7-15cm

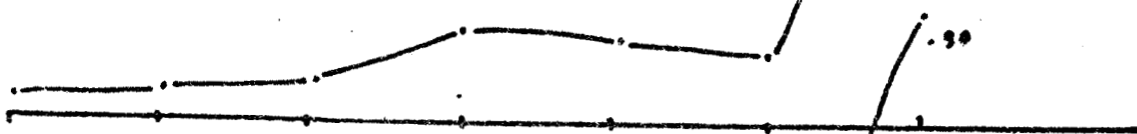
C = 11‰



Granite 21
0-8cm

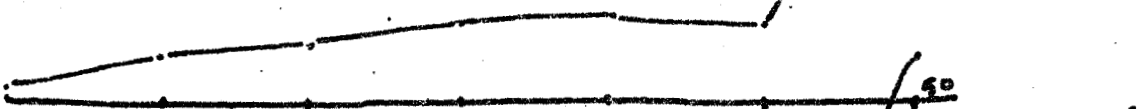
C = 52‰

Surface



Granite 22
8-15cm

C = 22‰

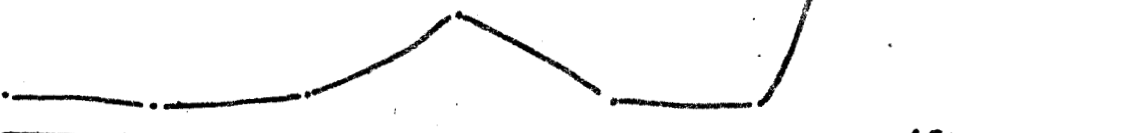


Moyenne Côte

Granite 31
0-6cm

C = 34‰

Surface



Granite 32

6-15cm

C = 14.6‰



Moyenne côte
Forestière

Schistes 41

0-5 cm

C% 23,09

Surface

HL AFL AFP AFS AHR AHS H

Schistes 42

5-15

C% 9,58

Basse côte
Forestière

Granite 51

0-4

C% 57,2%

Surface

Granite 52

4-15 cm

C% 13,5

Surface

Schiste 61

0-2,5 cm

C% = 42,7

Schiste 62

2,5-15 cm

C% 17,1

HL AFL AFP AFS AHR AHS H

Dans la zone I, la plus humide, deux tendances paraissent se dégager. D'une part la forte teneur en matière légère en surface (décomposition lente), d'autre part, l'accroissement rapide des Acides Fulviques libres entre la couche 0-3 cm et la couche 3-15 cm, il y a l'expression nette d'un lessivage des AFL, tel que nous l'avons déjà décrit dans les sols du Cameroun et qui correspond aux zones à forte pluviométrie.

Par ailleurs il y a une répartition assez régulière des différentes fractions d'AF et d'AH, sans dominance particulière, sauf dans l'éch. 51 où la forte masse de produits organiques donne naissance aux composés intermédiaires AFS. La teneur en humine paraît un peu plus faible que dans la zone II, c'est sans doute cette diminution de l'humine, surtout entre 3-15 cm, qui provoque l'augmentation relative des AH (Soude et Pyro) par rapport à la zone II. Il y a moins de fixation sur la matière minérale et davantage d'extraits alcalino-solubles sous forme d'AH qui ont également une plus faible tendance au lessivage que les acides fulviques.

Electrophorèse des ac humiques.

L'électrophorèse des ac humiques a été pratiquée sur un mélange proportionnel des divers extraits Pyro et Soude. C'est ce qui fait que, dans l'ensemble, les résultats ne présentent que peu de variations, les extraits soude étant généralement assez riches en Ac humiques peu mobiles.

Par ailleurs beaucoup de prélèvements surtout dans les essais agronomiques représentent une couche moyenne jusqu'à 0,20 m où les conditions de l'humification sont suffisamment poussées ce qui diminue aussi l'importance des variations.

Par contre, dans les couches très superficielles des différents types de sol de Côte d'Ivoire (0-5 cm) on observe des variations appréciables. Par exemple dans la zone I (MO 51-MO 51) on observe des valeurs d'ac humique brun de l'ordre de 40 %, dans la zone II (MO 31-MO 41), la teneur en AH Brun varie de 35 à 37 %, quand à la zone III la plus sèche la teneur en AHB est de l'ordre de 24 à 25 %. Les teneurs en AH Gris sont en raison inverse car les fractions dites intermédiaires sont peu variables. Cela confirme les conclusions de MOREAU et de PERRAUD. Néanmoins, il serait préférable d'effectuer ces mesures sur les fractions séparées Pyro et Soude.

B - Sols de Côte d'Ivoire (Suite).

Etude d'une séquence en zone préforestière, région de Sakassou.

Dans la région de Sakassou à l'Est de Toumodi à la limite forêt-savane (zone III) on compare 4 sols :

- BVJK en haut de la pente sous forêt,
- A1 vers le milieu de la pente avec savane arbustive,
- C1 au bas de la pente avec savane à graminées,
- SA1 est un dépôt organique sur roche non altérée dans le lit de la rivière.

Il s'agit de sols ferrallitiques faiblement désaturés, avec une tendance en surface vers les sols ferrugineux tropicaux, ce qui se manifeste dans les sols de mi-pente et bas de pente par une granulométrie sableuse de la surface, alors que le sol de haut de pente sous forêt est resté relativement argileux. Le pH n'est que faiblement acide.

Le sol de haut de pente sous forêt (graphique 11) donne une courbe caractéristique des sols de la zone III avec dominance des acides humiques, en passant à la savane à mi-pente (graphiques 11 et 12) on observe une perte de C total, une diminution de l'humine et des AHSoude. La matière légère s'accroît également (apport de graminées). Il y a donc dépolymérisation de l'humine, des acides humiques et transformation lente de la matière légère qui s'arrête au stade intermédiaire, AFSoude.

En continuant vers le bas de pente, la dépolymérisation des ac humiques se poursuit. La matière légère graminéenne continue à s'accumuler en valeur relative, la transformation fournit des AFPyro. Le sol est nettement appauvri en C total.

La courbe représentative de la matière organique en décomposition sur la roche montre une très forte proportion de produits non extractibles (80 %/H), et aussi une dominance des AFSoude et des AFL élevée. Les ac Fulviques Pyro et les ac Humiques Pyro sont très peu représentés, les Ac Humiques Soude sont faibles en valeur relative.

Cela semble prouver qu'au cours des premières phases de l'humification, les matières en décomposition se fixent rapidement sur la matière minérale et que les ac Fulviques Libres qui sont les plus petites molécules organiques, et les acides Fulviques Soude qui sont des produits de décomposition précurseurs des ac Humiques et de l'Humine,

Moyenne Côte d'Ivoire - Sakassou

Préforestière

K1 Haut de Pente
Forêt

C% 10.2

ML AFL AFP AFS AHP AHS H

A1 Mi pente

passage Forêt
Savane
C% 7.55

C1 Bas de Pente

Savane à graminées

C% 4.06

SA1

Humus en formation

sur roche

C% 2.18

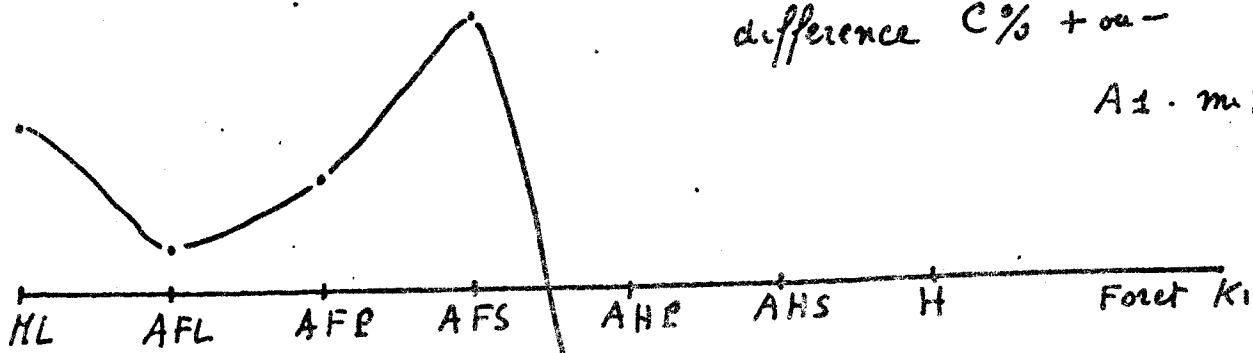
ML AFL AFP AFS AHP AHS H

Moyenne côte d'Ivoire - SAKASSOU
Evolution des Sols de Sarane

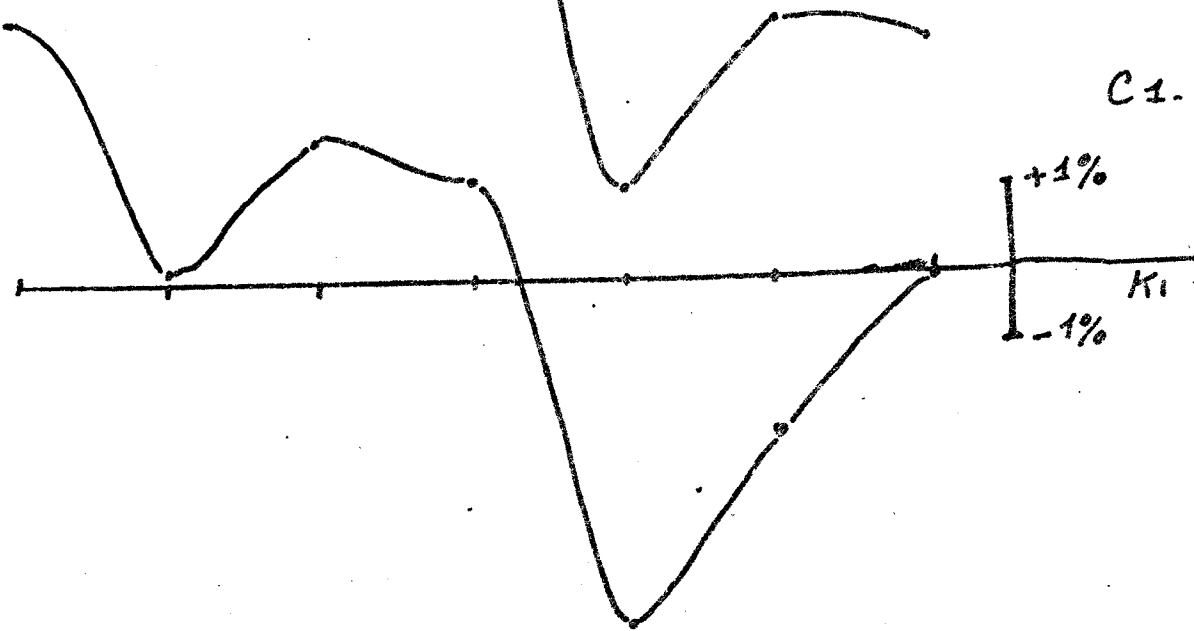
Par rapport à la Forêt

différence C% + ou -

A1. moyenne



C1. basse pente



constituent les premiers produits formés, les ac Humiques Pyro et les ac Fulviques qui leur sont liés représentant une phase ultérieure de l'humification, cela permet de mieux comprendre l'évolution de certaines fractions dans le sol après apport de matières végétales.

III - LES SOLS CULTIVES

A côté des sols vierges, l'évolution des fractions humiques a été étudiée dans les sols sous culture.

1°) SOLS DE LA VALLEE DU NIARI.

La vallée du Niari se situe au Congo Brazzaville, les échantillons ont été prélevés dans des zones cultivées dans les régions de Matumba, Jacob, Dolisie.

La pluviométrie est de l'ordre de 1200 mm. Les sols sont de type ferrallitiques fortement désaturés, de couleur beige-jaunâtre, de texture limono-argileuse à argilolimoneuse en profondeur. La teneur en matière organique est relativement élevée (3 à 4 %). Les sols sont pauvres en bases et les pH fortement acides (pH 4 à 5,5).

On compare deux sols sortis de jachère et sous culture récente (Manioc, maïs) et des sols très anciennement cultivés 12 à 14 ans en canne à sucre et qui montrent un très fort appauvrissement en bases.

Le graphique 13 montre que le sol Niari 1 sorti d'une jachère récente présente un diagramme des fractions assez typique des sols ferrallitiques sous climat moyennement humide (avec dominance des fractions fulviques intermédiaires, peu d'acides humiques et une teneur élevée en humine).

Le passage à la culture récente, Niari 2 (Graphique 14) montre une perte de matière légère et une production d'ac Fulviques, mais peu de changements.

Par contre, la culture ancienne de canne à sucre (Niari 3) même avec engrais minéraux, montre une courbe typique de dégradation et dépolymérisation avec perte considérable d'humine, et passage progressif vers des fractions de moins en moins polymérisées AHS, AHP, AFS, AFP, AFL. Dans le cas de la culture ancienne avec Mulch, on note un relèvement des matières légères, et un renversement de tendance au niveau des AF, il y a une polymérisation croissante vers la forme intermédiaire AFS mais il n'y a pas de passage vers AH et Humine dont la dégradation reste importante.

Sol ferrallitique du Niari

- Sous culture.

C % du C total

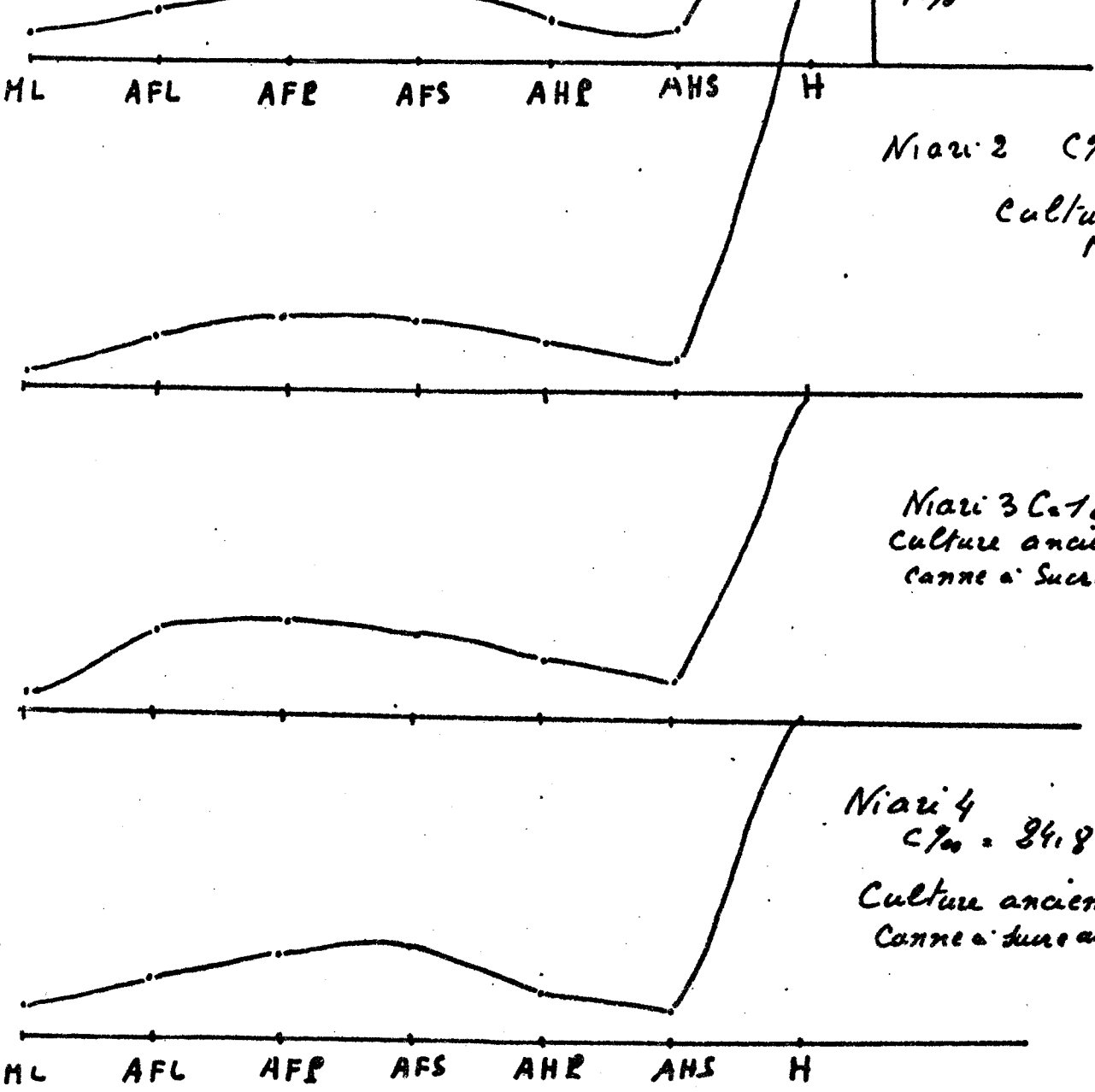
Niari 1 C% 16.9
Défriche - jachère

10%

Niari 2 C% 17.8
Culture récente
Maïs

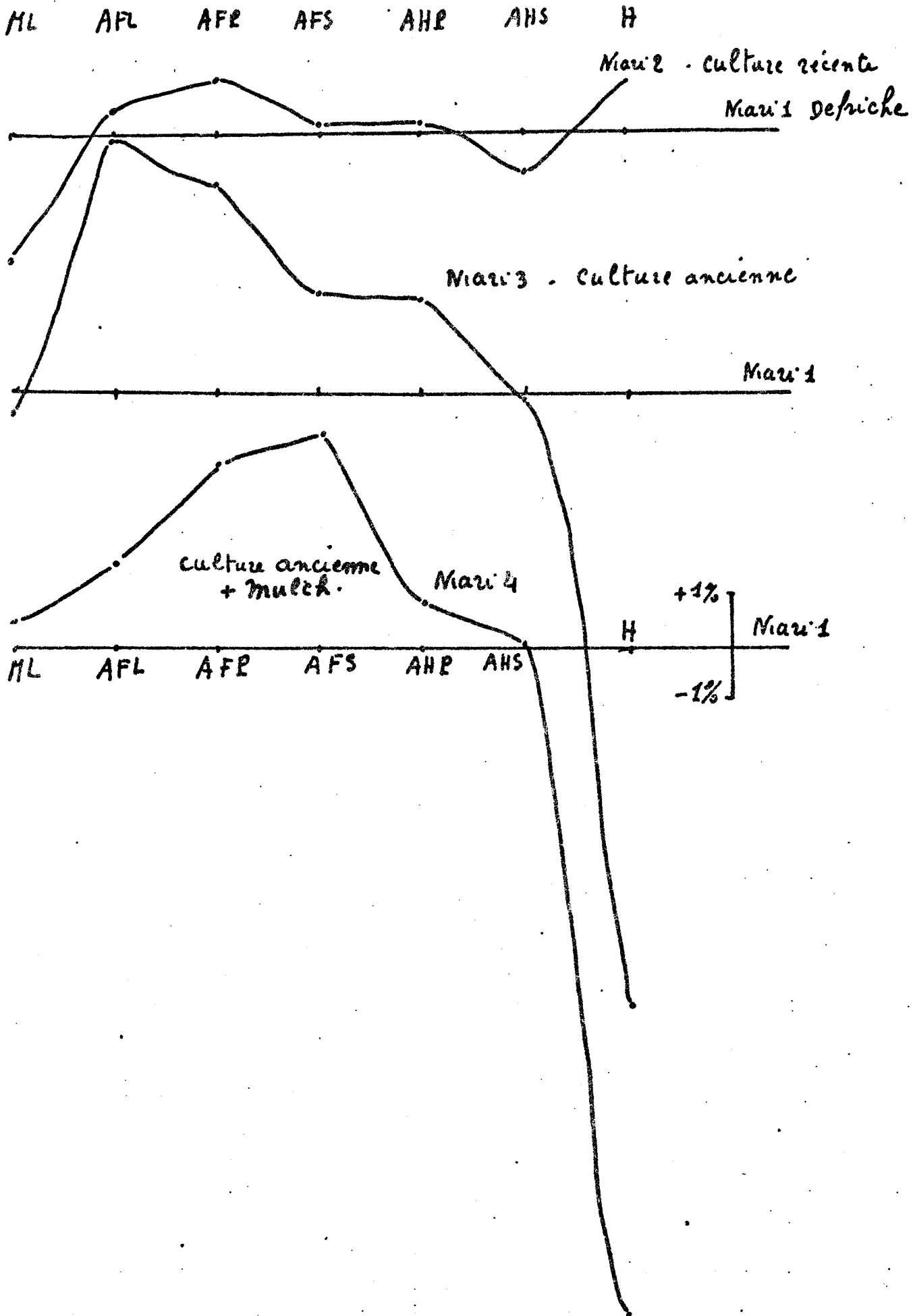
Niari 3 C% 18.8
Culture ancienne
Canne à Sucre

Niari 4 C% 24.8
Culture ancienne de
Canne à sucre avec Mulch.



Sols ferrallitiques du Mari
 Comparaison des fractions humiques

% de C total + ou - par rapport à la défriche.



2°) SOLS SOUS ESSAIS DE PLANTES FOURRAGERES DE LONGUE DUREE EN BASSE COTE D'IVOIRE.

A - Echantillons prélevés.

Les échantillons proviennent de la station ORSTOM d'Adiopodoumé près d'Abidjan. Le sol est de type ferrallitique fortement désaturé sur dépôt sablo-argileux d'époque fin tertiaire, qui occupe une large bande côtière dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire.

La pluviométrie moyenne est de 2000 mm, la végétation naturelle est la forêt, mais il y a quelques zones de savane. Ces sols profonds et meubles sont sableux en surface, sablo-argileux à partir de 0,30 m de profondeur. Le pH est acide (4,5), le taux de matière organique moyen est de 2 %, la somme des bases échangeables varie de 1 à 3 mé. p. 100 gr.

Ces sols sont utilisés/pour de nombreuses cultures, surtout arbus-tives (palmier, hévéa, caféier) ^{dans la région} mais aussi vivrières (manioc, maïs).

Les prélèvements ont été effectués dans des parcelles anciennes ayant subi une influence plus ou moins prolongée de différentes plantes de couverture, avec des exploitations plus ou moins intensives. Pratique-ment, toutes les parcelles ont reçu régulièrement un engrais NPK d'entretien ; seule la parcelle J3 (la plus enrichie en M.O.) n'a reçu aucun engrais minéral.

Les prélèvements ont été effectués par J.C. TALINEAU, qui appartient à l'équipe des Agronomes de l'ORSTOM qui a conduit et exploité ces différents essais.

- A4 0-20 cm Panicum maximum, K 187, avec exploitation intensive depuis 1970, c'est-à-dire fauches très fréquentes, 6 à 9 par an avec exportation de la paille.
- B2 0-20 cm Panicum maximum, exploitation extensive depuis 1965, fauches moins fréquentes avec parfois la paille laissée en place et des exportations moins nombreuses.
- C2 0-20 cm 12 cycles de maïs depuis 1965. Alternance de Crotalaria fauché, apport de fumier et engrais avant chaque cycle de maïs (2 cycles par an pendant 6 ans).

D: 1018

Faciliet 2/10

FICHE ANALYTIQUE : DONNEES ELEMENTAIRES

COTE d'IVOIRE : SAVANNE de DABOU

PROFIL

Declarer ment
TALINBAU
DABIN

Horizon	0	18	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	HRZ
Groupes																		GR
Seus-gruppe																		SG
(Familles)																		FM
(Series)																		SR
(Regions)																		RG
Numero du sac							5.10				50.150.2							SAC
Profondeur minimale en cm																		PEM
Profondeur maximale							Surf.				Surf. Arg.							PEMA
Refus							0				0							REF
Carbonate de calcium																		CDC
Argile							9.2				7.5		13.0					ARG
Lim. fin 2 à 20 µ							1.0				3.0		1.5					LMP
Lim. grossier 20 à 50 µ							1.2				3.2		2.0					LMS
Sable fin 50 à 200 µ							2.0				12.9		12.2					SDF
Sable grossier							6.3				6.4		6.2					SBO
Matières organiques en 10 ⁻³																		CARTE
Carbone							2.36				8.13		8.06					C
Azote							5.33				7.67		5.93					N
Acides humiques																		AH
Acides humiques bruns																		AHB
Acides humiques gris																		AGS
Acides fulviques																		AF
Acidité																		PHR
pH eau 1/2.5							5.2				5.5		4.3					PHR
pH chlorure de potassium							4.1				4.5		3.2					PHK
Cations échangeables en mg																		CAR
Calcium Ca ++							0.45				0.60		0.30					CAE
Magnésium Mg ++							0.54				0.25		0.15					MGE
Potassium K +							0.06				0.15		0.02					KE
Sodium Na +							0.03				0.05		0.02					NAE
Capacité d'échange							5.10				5.00		6.00					T
Acide phosphorique en 10 ⁻³																		PT
Phosphore total							2.09				6.52		3.70					PAT
Phosphore solm. Trapp																		CARTE
Phosphore extra. Olsen							1.35				1.00		1.50					POO
Phosphore ass. ohrique																		POC
Matière organique Humus																		POY
Mat. Org. Végétale							0.12				0.12		0.05					POV
Ac. Fulv. Lib. (P.O.Ha)							0.12				1.15		1.12					POB
Ac. Hum. Lib. (AH)							0.07				1.20		1.17					SI
Ac. Hum. Lib. (AF)							0.04				0.97		0.24					AL
Ac. Hum. Lib. (AH)							0.80				0.73		0.81					FE
Ac. Hum. Lib. (AF)							0.04				1.01		0.88					TI
Humine							0.40				0.52		0.12					HM
Somme des fractions							2.30				2.81		2.14					FEL
AF totaux							0.95				3.13		3.59					CA
AH "							1.23				1.92		1.98					AG
(AF+AH)							1.18				5.11		5.57					K
H2O à 105°C %							0.5				0.6		0.7					NA
C/N							15.3				10.2		12.6					
[C(MHT)] / C Total																		
Mat. Org. Tot. %							1.4				1.4		1.4					
pH																		
Adm (pHE-pHK)																		
pH pâte saturée																		
Somme Cations S/100S/T=V							1.08				1.55		0.55					
Na+/Ca++							21				31		9					
Na+/T																		
Ca++/Mg++																		
(Ca++ + Mg++) / K+																		
SiO2/Al2O3																		
Oxydes																		
Fe2O3 Total (HCl)							1.60				1.10		1.10					

- C5 0-20 cm Paspalum notatum (parc météo). Exploitation intensive depuis 1965.
- C6 0-20 cm Champs pâturé de Cynodon depuis 1965. Quatre coupes par an au gyrobroyeur avec rabattage (paille laissée en place).
- D5 0-20 cm Champs pâturé à Pennisetum purpureum depuis 1965. Quatre à cinq coupes par an au gyrobroyeur avec rabattage. (apport d'engrais NPK après chaque gyrobroyage comme dans la parcelle précédente).
- D6 0-20 cm Pâturage à Panicum maximum exploité dans les mêmes conditions depuis 1965.
- J2 0-20 cm Jachère à Tripsacum laxum (Guatemala Grass) avec fauche une fois par an depuis 1962.
- J3 0-20 cm Jachère à Pueraria phaseoloides depuis 1966 (après trois années de manioc). Seule parcelle sans engrais minéral.
- FA 0-20 cm Prélèvement en forêt secondarisée proches des parcelles ci-dessus.
- SD 0-20 cm Savane naturelle de Dabou à 20 km environ (même type de sol).
- SO 1 0-20 cm Prélèvements sur labours d'enfouissement des feuilles
SO 2 champs d'ananas, en culture continue depuis 20 ans (même type de sol, plantation Salci-Owo).

B - Résultats obtenus.

a) Diagrammes des fractions.

Dans les graphiques 15 et 16, nous comparons les fractions de l'humus en valeur absolue de C ‰, pour les trois parcelles extrêmes, sol sous forêt, culture intensive de maïs et jachère à Pueraria.

La première présente l'équilibre écologique naturel, la seconde l'exploitation maxima avec fort appauvrissement, la troisième la protection maxima sous plante de couverture avec enrichissement.

Le sol sous forêt montre une quantité assez importante de matière légère non décomposée (ML), les fractions d'humus soluble sont assez bien équilibrées comme cela a déjà été signalé pour les sols de la zone I (humide) de Côte d'Ivoire.

L'humine est la fraction dominante (mais inférieure à 50 % en valeur relative). Dans la parcelle maïs (C2), il y a appauvrissement maximum

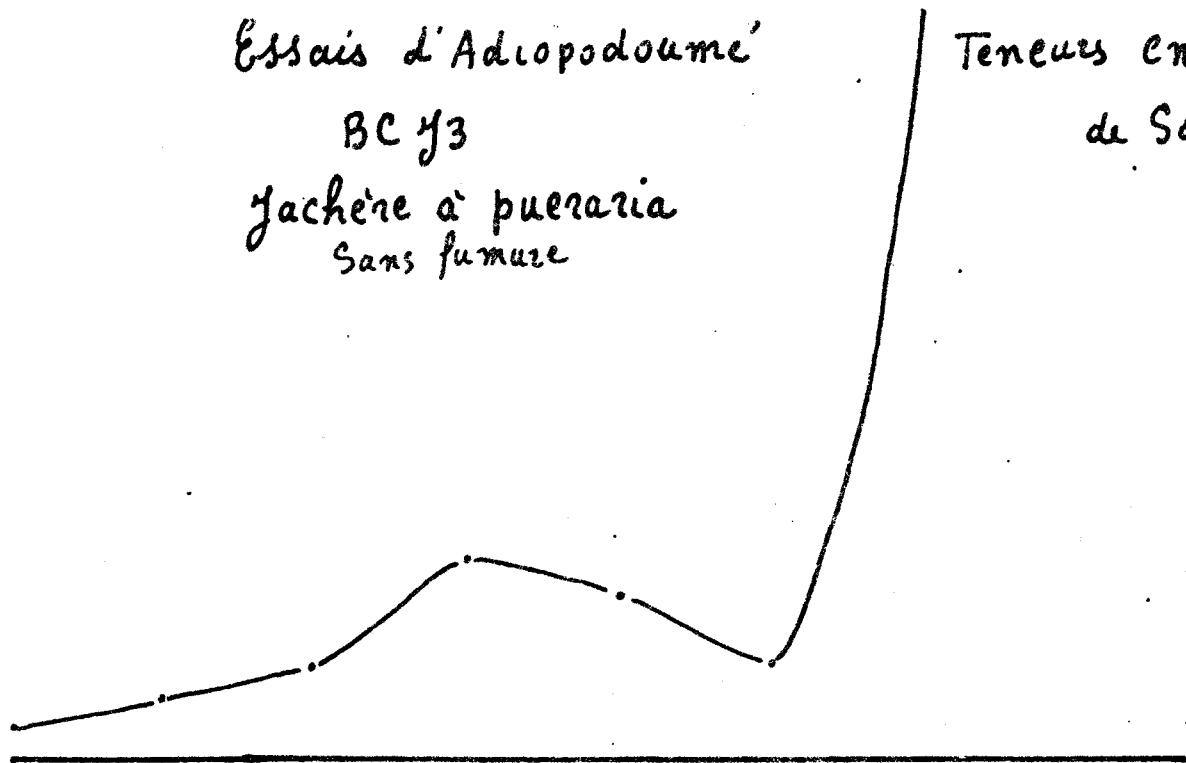
Essais d'Adiopodoumé

BC 43

Jachère à pueraria
Sans fumure

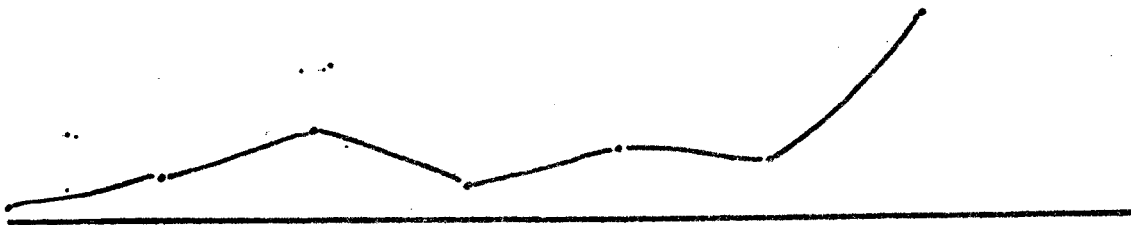
Teneurs en C %
de SOL sec

ML AFL AFR AFS AHR AHS H

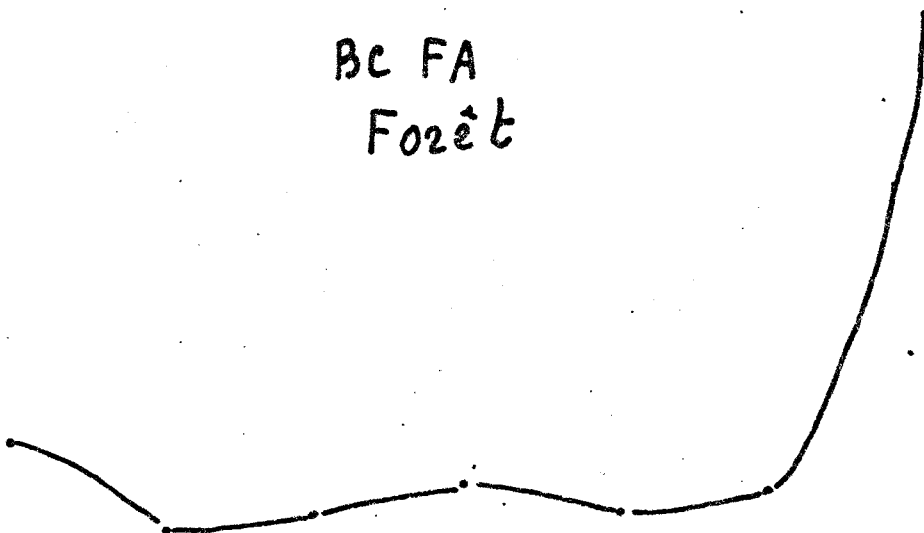


BC C2

Maïs continu
avec fumure



BC FA
Forêt

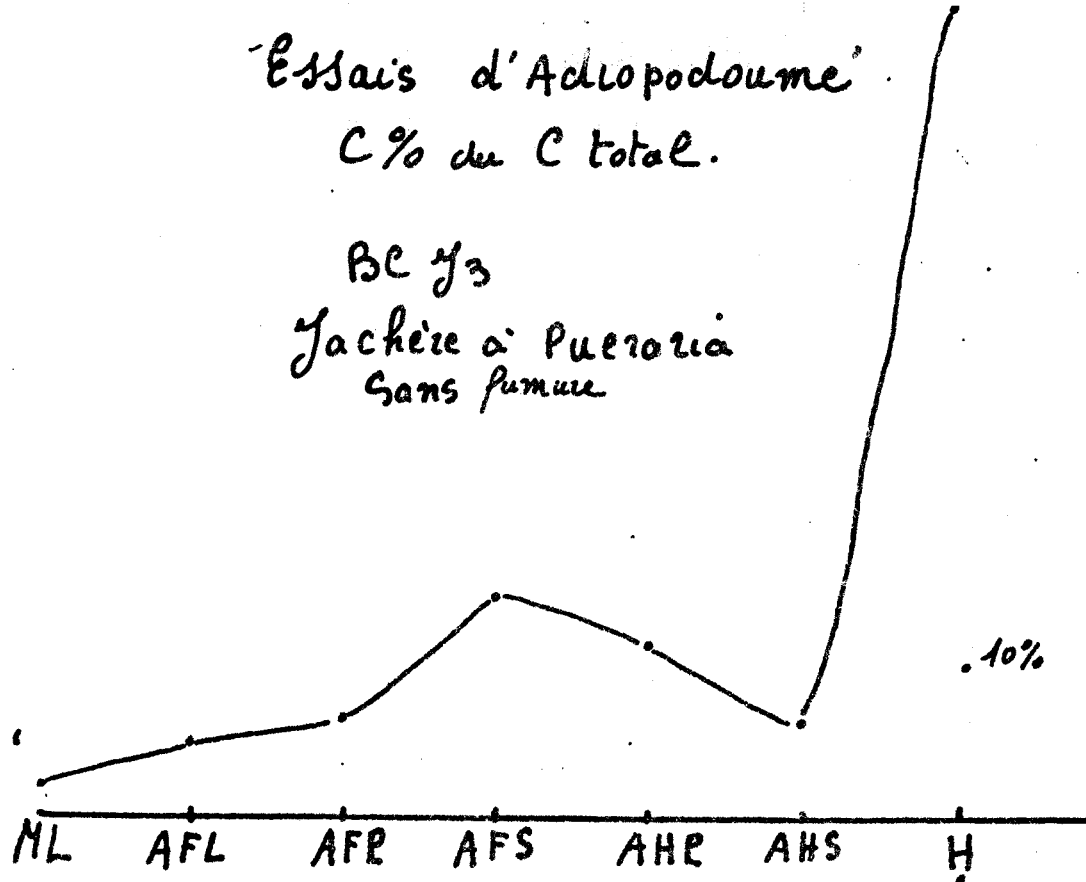


Essais d'Adiopodoume

C% du C total.

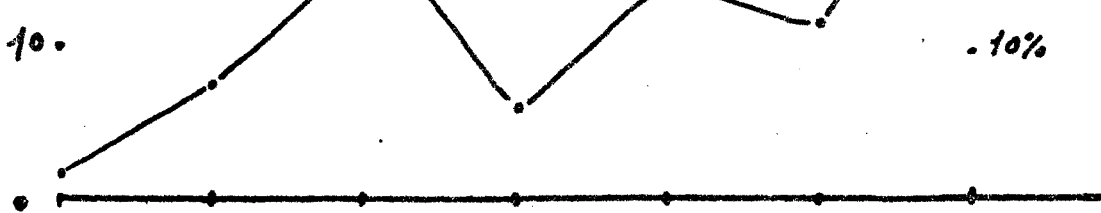
BC 43

Jachère à Pueroria
sans fumure



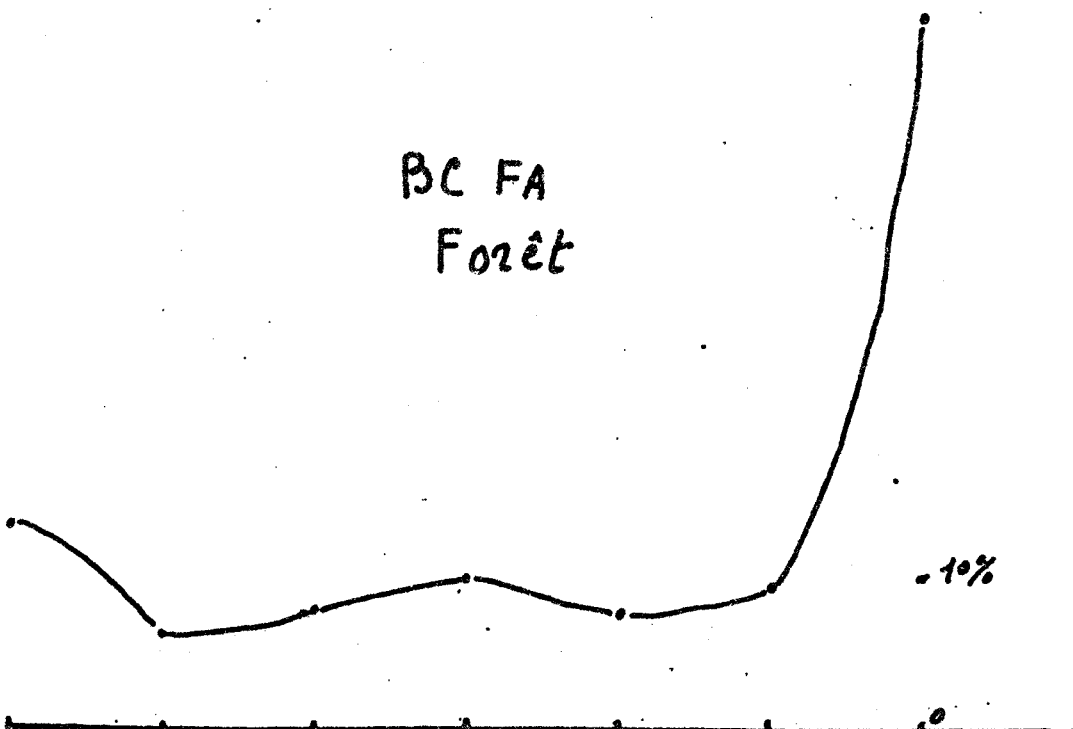
BC Ce

Mais Continu
avec fumure



BC FA

Forêt



du sol, la matière légère et l'humine diminuent très fortement, les fractions solubles diminuent moins, en particulier l'acide Fulvique Pyro, par contre l'AFSoude diminue fortement.

Dans la parcelle à Pueraria (J3), enrichie en M.O. même par rapport à la forêt, il y a diminution de la matière légère (ML), les acides Fulviques libres et Pyro varient peu par rapport à la forêt, par contre, les acides Fulviques Soude (AFS) montrent une forte augmentation, ainsi que les acides humiques Pyro (AHP). Les Acides Humiques Soude (AHS) diminuent légèrement et l'Humine augmente de façon sensible.

L'enrichissement maximum porte sur AFS et H, alors que pour le maïs, l'appauvrissement maximum porte sur les deux mêmes fractions qui sont assez bien liées à la matière minérale.

L'observation des valeurs relatives confirme cette évolution (graphique 16). Dans l'échantillon appauvri C2, il apparaît que la diminution relative de l'humine correspond à une augmentation des Acides Humiques Soude et Pyro, ce qui semblerait indiquer un passage de l'humine à ces deux fractions durant la décomposition de l'humus stable du sol.

Par ailleurs, la forte diminution relative de l'Acide Fulvique Soude (AFS) correspond à un accroissement important de la forme voisine (AFP) Acide Fulvique Pyro et dans une moindre mesure de AFL (Ac. Fulv. Libre).

La forme AFS extraite en dernier à pH 12, donc la plus liée à la matière minérale, diminue au profit de formes plus aisément solubles à pH moins élevé (9,8) (AFP).

Il y aurait donc deux actions de transformations parallèles, de l'Humine vers des Acides Humiques moins liés, d'une part, et des Acides Fulviques les plus liés vers des Acides Fulviques moins liés, d'autre part. Il est probable que cela correspond peut être aussi à une diminution des poids moléculaires ou dépolymérisation. Il s'agit peut être aussi de formes diversement biodégradables.

La parcelle J3 montre une évolution absolument inversée avec diminution de AFP au profit de AFS et de AHS au profit de l'Humine.

b) Représentation différentielle des pourcentages positifs ou négatifs des fractions, par rapport aux fractions homologues de la forêt (graphiques 17 et 18).

b-1 Sols en voie de dégradation sous culture.

Parcelle C2 maïs, SO 1 ananas (culture depuis 20 ans).

Dans les deux cas, on observe les pertes d'humine et de matière légère et la chute importante de AFS (Ac Fulviques Soude) graphique 18. Il est possible que le passage des Ac Fulviques Soude, vers les Ac Fulviques Pyro et libres, (AFP-AFL), se fasse plus rapidement que le passage des Ac Humiques vers les Ac Fulviques ; on a donc deux groupes de fraction assez distincts l'un de l'autre. Les Ac Humiques seraient des molécules relativement stables, peu sensibles à la biodégradation et plus ou moins liées suivant les cas à la matière minérale.

Il y aurait par contre, dans la fraction non extractible ou humine, des substances plus sensibles à la biodégradation, et les Ac Fulviques Soude seraient également des substances intermédiaires, moyennement liées à la matière minérale, et très sensibles à la biodégradation.

b-2 Sols en voie d'enrichissement (graphique 17).

C'est surtout la jachère à Pueraria (BCJ3) qui représente ce type d'évolution. Il se manifeste par un accroissement maximum de l'Humine et correspond aussi à une fixation sur la matière minérale (passage vers l'humine) des Ac Humiques Soude (d'où une diminution de la fraction AHS).

Il y a accroissement maximum des Ac Fulviques Soude (AFS) aux dépens des fractions AFL et AFP, mais il semble s'opérer également un passage des AF vers les Acides Humiques Pyro (AHP) et c'est certainement là l'indice important de formation de produits humiques stables, difficilement biodégradables et qui permet l'enrichissement en humus.

b-3 Autres parcelles intermédiaires.

b-3.1. La jachère à Tripsacum Laxum (BCJ2) (mais qui est fauchée), montre un diagramme un peu parallèle au précédent, avec un maximum au niveau de AFS. Mais le passage des Ac Fulviques Soude, aux Ac Humiques ne se fait pas et il n'y a qu'un faible enrichissement en humine.

b-3.2. Plantes fourragères pâturées et rabattues.

BC D5 - BC D6 - BC C6.

Les diagrammes semblent montrer une transformation progressive des composés à faible poids moléculaires (AF) vers des composés plus polymérisés et plus stables (AH) et (H).

Dans les parcelles *Panicum maximum* BC D6 et *Cynodon* BC C6, il y a transformation progressive vers les Ac Fulviques de moins en moins solubles avec passage aux Ac Humiques Pyro. Le passage AHSoude vers l'Humine est marqué également.

Dans la parcelle BC D5, *Pennisetum* pâture et rabattu.

On se rapproche de l'équilibre Forêt, la perte de matière légère est la plus faible, l'humification semble se faire principalement jusqu'au stade Ac Fulviques Soude, le passage aux autres fractions Ac Humiques et Humine paraît plus lent.

b-3.3. Dans les parcelles non rabattues.

Il n'y a pas d'appauvrissement global en Carbone, mais on note un équilibre des fractions qui tend à faire penser à l'existence simultanée de phénomène de synthèse ou humification, et de phénomènes de dégradation.

En ce qui concerne le *Paspalum* BC C5, il y a dégradation et dépolymérisation dans les fractions Ac Fulviques, par contre, il y a une faible humification et fixation sur l'humine dans les fractions Ac Humiques.

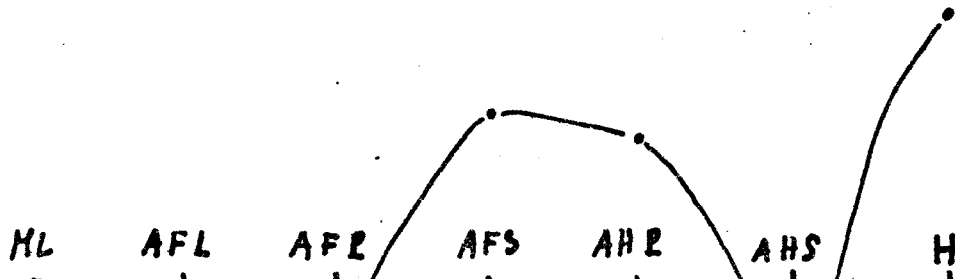
Dans le cas du *Panicum maximum* intensif BC A4, il y a au contraire dépolymérisation au niveau Humine, Ac Humiques et polymérisation dans les fractions Ac Fulviques avec accumulation de AFS.

b-3.4. Conclusion partielle.

Il est difficile de tirer des conclusions certaines d'un petit nombre d'essais, cependant, on remarque que les graminées les plus ligneuses telles que *Pennisetum* et *Tripsacum*, fournissent une production importante d'Ac Fulviques Soude, mais moins d'Ac Humiques, par contre, une légumineuse comme le *Pueraria* fournit davantage d'Ac Humiques.

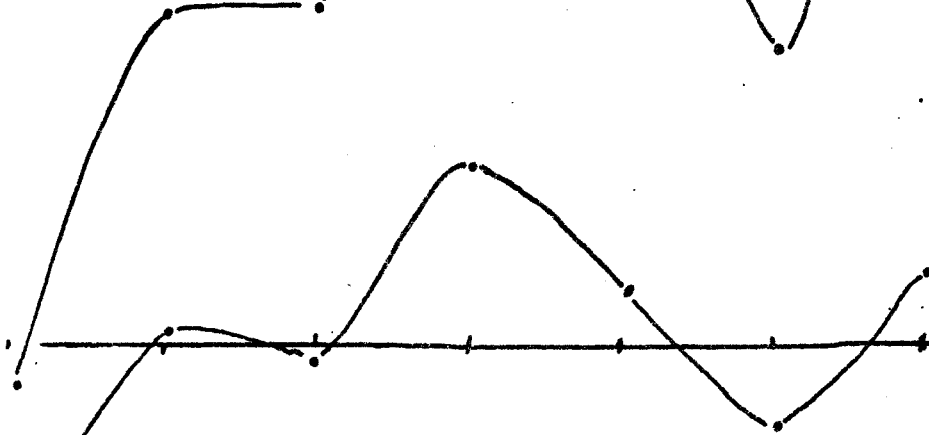
Panicum et *Cynodon* sont intermédiaires (parcelles rabattues). Cependant les traitements sont encore trop variables et il faudrait confirmation.

C. 17.6%

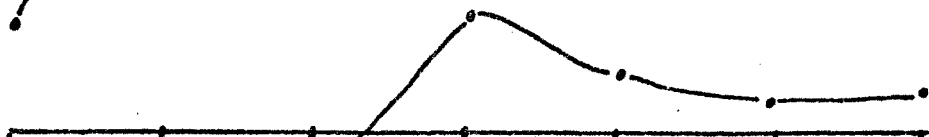


BC y3
 Jachère à Pueraria
 depuis 1968.
 Sans engrais.

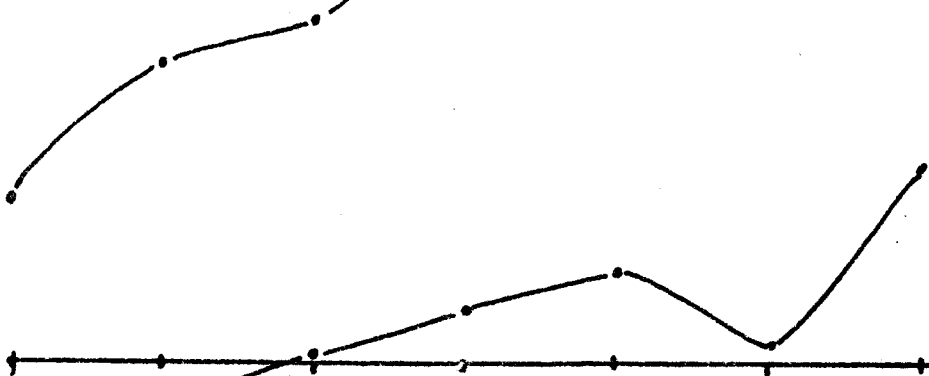
Forêt C% = 16.8



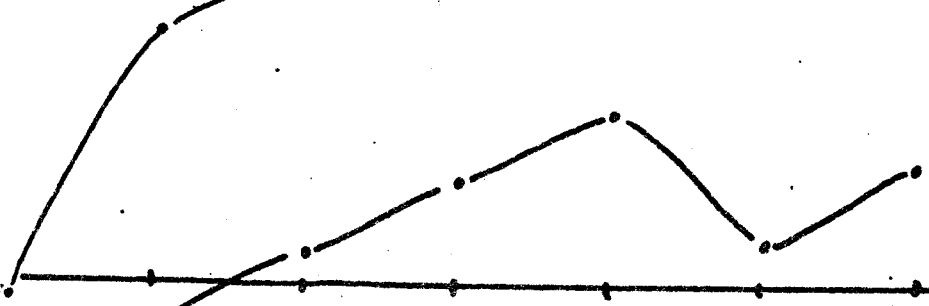
BC y2 C% = 10.5
 Jachère à Tripsacum -
 laxum
 depuis 1962
 une fauche par an



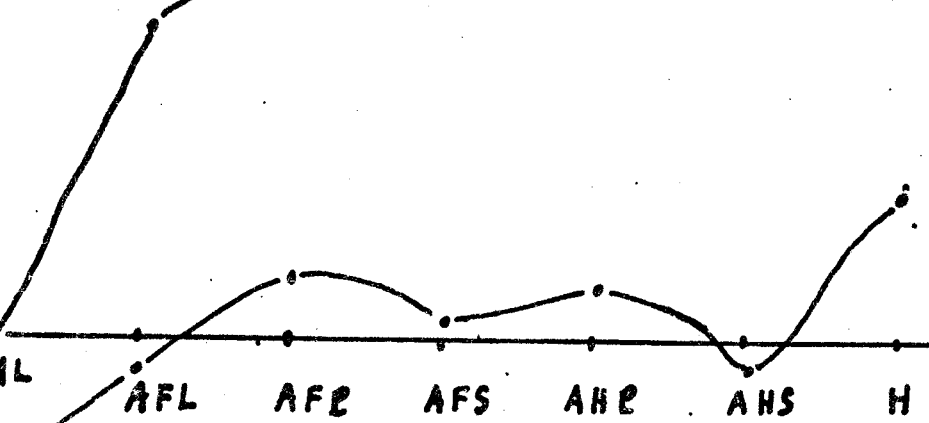
BC D5 C% = 12
 Pennisetum
 pature' et rabattu
 depuis 1965



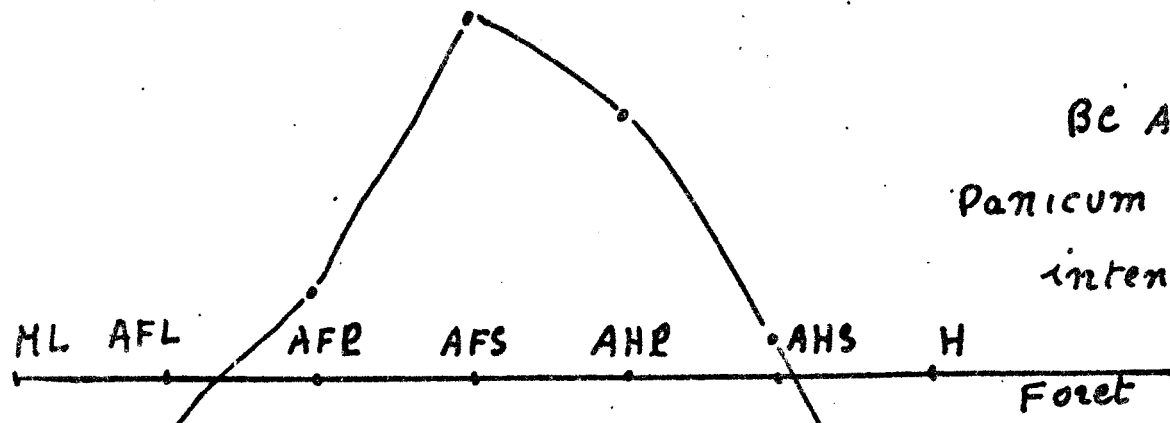
BC D6 C% = 13
 Panicum maximum
 pature' et rabattu
 1965



BC C6 C% = 11.8
 Cynodon
 pature' et rabattu
 1965

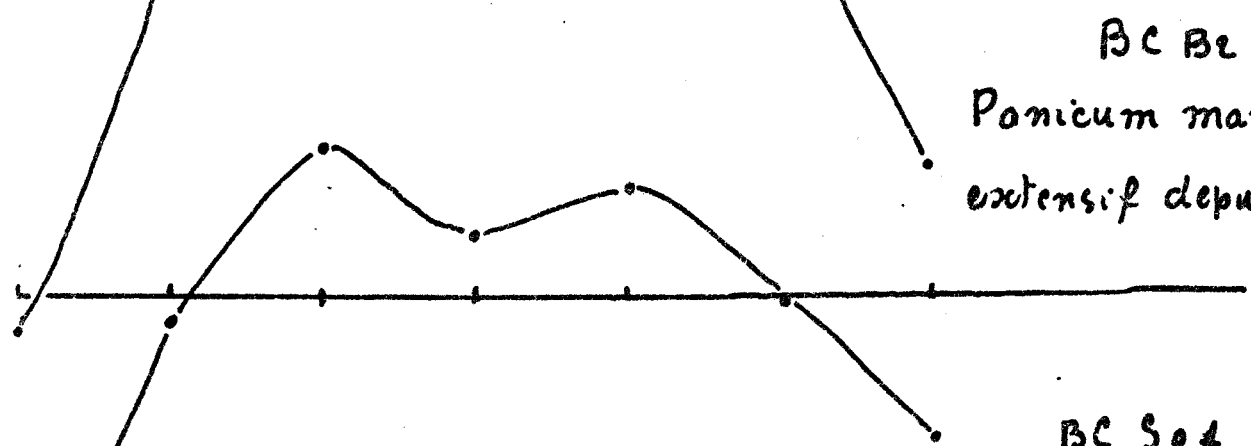


BC C5 C% = 11.5
 Paspalum
 intensif
 1965



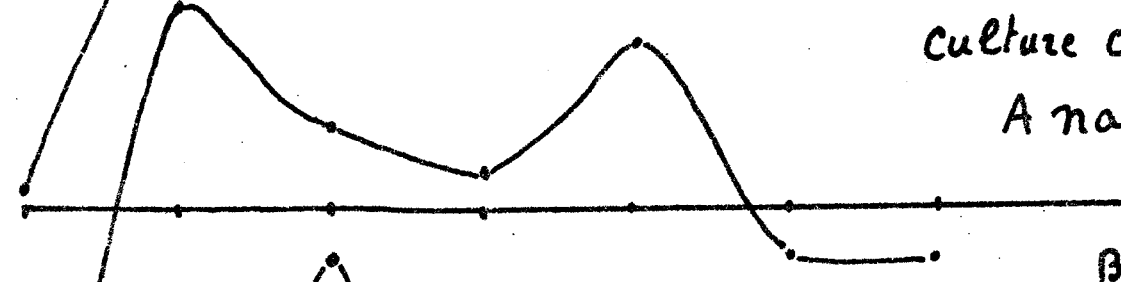
BC A4 C% = 11.2

Panicum maximum
intensif depuis 1970



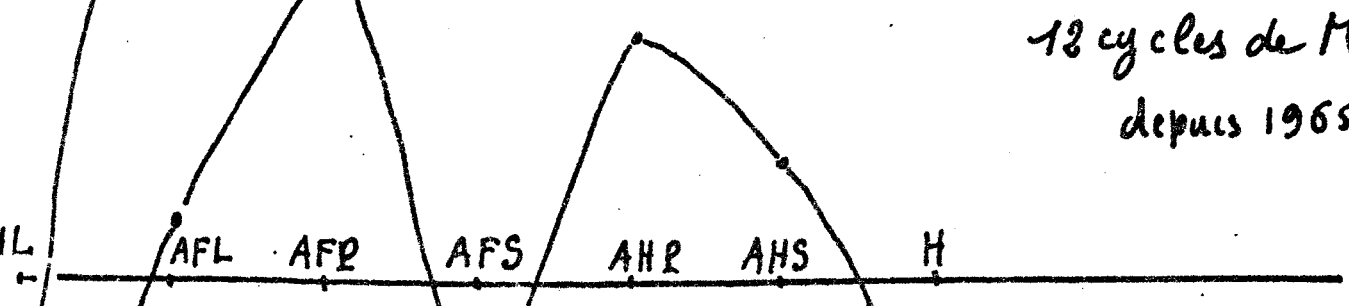
BC B2 C% = 11

Panicum maximum
extensif depuis 1965



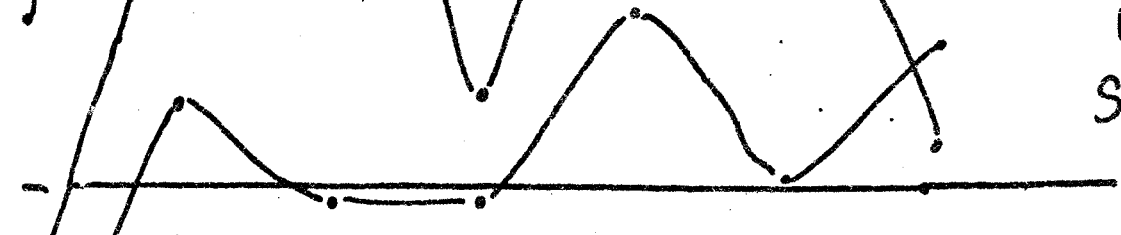
BC S04 C% = 9.81

Culture continue
Ananas .080.



BC C2 C% = 6.55

12 cycles de Maïs
depuis 1965



BC S0 C% = 8.7

Sarane
DABOV

La savane montre un diagramme un peu analogue à celui des graminées rabattues, mais avec une polymérisation meilleure au niveau des acides humiques et de l'humine.

Dans les parcelles où la perte de matière légère est très forte (ML), il y a tendance à augmentation des AFL par rapport à la forêt.

IV - CONCLUSIONS GENERALES.

Tout système de fractionnement par voie chimique n'est jamais parfait, les limites des fractions obtenues peuvent varier en fonction de la nature ou de l'intensité des traitements, cependant, nous sommes parvenus à la suite d'essais empiriques, à une Technique standardisée pour les matières humiques, dont les résultats globaux sont peu différents de ceux obtenus dans d'autres laboratoires.

Nous avons appliqué cette Technique à un certain nombre de sols ferrallitiques soit dans des profils complets de sols sous forêt, soit des prélèvements superficiels dans différentes zones climatiques et enfin, dans des parcelles cultivées.

Nous avons représenté graphiquement les valeurs des différentes fractions dans l'ordre de leur extraction successive, en distinguant d'une part, les Ac Fulviques, d'autre part les Ac Humiques et l'Humine. Nous avons donc toujours le même ordre de représentation :

Matière Légère, Acides Fulviques Libres, Acides Fulviques Pyro, Acides Fulviques Soude, Acides Humique Pyro, Acides Humiques Soude, Humine.

Cet ordre peut paraître à priori arbitraire, mais l'observation des résultats semble montrer une certaine continuité dans les fractions avec des variations qui peuvent être interprétées comme des passages d'une forme à une autre, et la répétition de ces variations dans des conditions différentes semble être en faveur de la réalité de ces passages bien qu'ils ne soient pas démontrés ici d'une façon directe. Cette continuité dans les fractions s'observe par exemple (graphique 4) dans la décomposition de la matière organique entre 0 et 25 cm de profondeur, mais aussi (graphique 14) dans l'évolution de la matière organique sous culture ancienne (Niari 3) par rapport à la jachère (Niari 1).

Inversement à - 120 cm dans les sols ferrallitiques (graphique 4 et 7) on a une représentation symétrique des fractions, par rapport à la précédente. Par ailleurs, dans des conditions climatiques analogues, sous Forêt, les diagrammes des valeurs relatives des fractions présentent une répartition comparable et caractéristique de chaque type de climat.

Si l'on prend chaque fraction une à une, la variation quantitative dépendra, dans le cas d'une augmentation : soit d'un enrichissement extérieur, soit de la transformation d'une fraction voisine qui diminue et dans le cas d'une diminution : soit d'une perte, soit du passage vers une forme voisine qui augmente.

L'observation de ces variations semble présenter une certaine logique et une répétition dans des conditions diverses. C'est ainsi que l'Humine^{qui} est la fraction qui varie quantitativement le plus, le fait en sens inverse des Ac Humiques extraits par la Soude ; il y a donc très probablement passage d'une forme dans l'autre dans un sens ou dans l'autre.

L'ensemble des fractions Ac Fulviques, au cours des phénomènes d'humification ou de dégradation varie en sens inverse des Ac Humiques et surtout de l'Humine, mais il y a également une continuité entre les différentes formes d'Ac Fulviques, dans les sols cultivés qui reçoivent des matières organiques, la diminution des Ac Fulviques Libres et Pyro correspond à une augmentation des Ac Fulviques Soude, et la diminution de ces derniers s'accompagne d'un accroissement des Ac Fulviques Pyro et Libres - lorsque la matière organique se dégrade -.

La fraction qui paraît relativement la plus stable du moins dans les horizons superficiels sous culture, est l'Ac Humique Pyro (AHP). Il s'agit vraisemblablement d'humate calcique.

Les formes qui diminuent le plus au cours de la biodégradation, à part les matières légères, qui ne s'accumulent que dans les forêts humides ou sous un très fort mulch graminéen, sont l'Humine ou du moins certains de ses composants et les Ac Fulviques extraits par la Soude ; cette dernière fraction représente peut être des composés précurseurs, soit des Acides Humiques, soit de l'Humine, ils sont parfois dans les profils en équilibre avec ces fractions ; ils se décomposent aisément sous culture et constituent par contre une forme qui apparaît précocement au cours de l'humification des produits végétaux.

Les Acides Fulviques Libres constituent la forme la plus mobile dans le sol. Ils sont sensibles au lessivage dans les sols ferrallitiques humides, ils montrent des diagrammes caractéristiques d'accumulation absolue en profondeur dans ces sols. Ils sont susceptibles de se transformer dans les autres formes d'Ac Fulviques Pyro et Soude, ou au contraire d'apparaître parfois au cours de la dégradation de ces derniers. Ils peuvent parfois être en équilibre direct avec l'Humine. B. Volkoff par l'étude du rapport C^{13}/C^{12} montre que les AFL ont dans tout le profil une composition isotopique constante alors que les autres composés varient.

Ces différentes observations peuvent permettre de conclure à la réalité de ces fractions qui ne sont pas de simples artefacts dus aux traitements, et à l'intérêt qui s'attacherait à l'étude séparée de leur composition et de leurs propriétés, par différents procédés au lieu d'appliquer ces techniques à une extraction globale qui les contient en mélange.

Il n'est pas exclu que d'autres fractionnements chimiques puissent être opérés (il en existe en particulier sur l'Humine), pour notre part, avant d'aller plus avant dans cette voie, nous serions désireux de mieux étudier la nature des quelques fractions simples que nous avons extraites, et qui semblent montrer un intérêt, tant du point de vue pédologique qu'agronomique.

Cependant, dans une première étape de l'étude de la matière organique du sol, ce fractionnement simplifié permet de mieux comprendre les phases de la formation ou de la dégradation de l'humus, le sens de l'évolution et de la transformation des composés humiques, la fixation sur la matière minérale, la synthèse de molécules stables, ou au contraire l'accumulation de produits mobiles ou intermédiaires.

En appliquant cette technique à des expériences bien conduites sur le terrain, par exemple, comparaison dans des conditions identiques, de différentes plantes, graminées plus ou moins ligneuses ou légumineuses plus riches en composés azotés, ou matières diverses, elle peut permettre de mieux cerner les facteurs favorables à une bonne humification, mais il est nécessaire pour cela de réaliser un bon échantillonnage, en séparant bien les différentes couches successives de Matière Organique (même de faible épaisseur), aux différents stades de leur transformation et en suivant cette évolution d'une façon suffisamment continue dans le temps.

C'est dans ce choix du matériel d'étude que résidera principalement la qualité des résultats plus que dans la méthode d'analyse.

OUVRAGES CONSULTÉS.

- FLAIG - 1970 - Contribution à la connaissance de la constitution et de la synthèse des acides humiques. Extrait de Science du Sol n° 2, 1970.
- VOLKOFF (B.) - 1975 - Distribution de l'Isotope stable ^{13}C dans la matière organique d'un sol ferrallitique humifère de l'état de Bahia (Brésil). Note dactylographiée, publication en préparation.
- MDREAU (R.) - 1974 - Six profils de sols de Côte d'Ivoire destinés à l'étude de la matière organique dans le cadre d'une collaboration Franco-allemande. Octobre 1974, 16 p. dactylographiées.
- MULLER (J.P.) - 1974 - Introduction à l'étude de trois toposéquences situées entre Goyoum et Deng-Deng. Février 1974, 18 p. dactylographiées.
- SOCHTIG (H.) - Charakterisierung des Huminstoffsysteme von mittel europäischen Boden. Extrait du colloque Franco-Allemand sur les sols ferrallitiques et hydromorphes. Braunschweig, Juin 1973, 13 pages dactylographiées.
- SALFELD (J.Chr.) - 1973 - Methodik zur charakterisierung von Huminstoffsystem. Extrait du colloque Franco-allemand, Braunschweig, Juin 1973, 13 pages dactylographiées.
- DABIN (B.) - 1973 - Les méthodes d'analyses des matières humiques utilisées à l'ORSTOM. Extrait du colloque Franco-allemand, Braunschweig, Juin 1973, 15 p. dactylographiées.