

N° d'enregistrement
au C.N.R.S.
A.O. 11 403

T H E S E

présentée à

L'UNIVERSITE DE NANCY

pour obtenir

le grade de Docteur ès Sciences Naturelles

par

Jean-François TURENNE

MODES D'HUMIFICATION ET DIFFERENCIATION PODZOLIQUE
DANS DEUX TOPOSEQUENCES GUYANAISES

Soutenue publiquement le juin 1975, devant la Commission d'Examen

Membres du Jury

MM. Ph. DUCHAUFOUR	Président
G. AUBERT	
F. JACQUIN	Examineurs
M. METCHE	
B. SOUCHIER	

AVANT - PROPOS

Savane de Pariacabo, Savane Bordelaise, Savane Matiti, Savane des Pères, sont autant de noms qui jalonnent les étapes de ce travail, comme ils ont marqué les routes du passé ; le chemin est le même qui nous a mené, à travers nos affectations successives, du Continent Africain à la France Equinoxiale, et qui reprend d'anciennes routes porteuses de l'espérance des voyageurs.

Le mémoire présenté ici est issu du travail régulier mené dans le cadre de la Section de Pédologie en Guyane, et j. tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé et encouragé au cours de sa réalisation.

Je prie Monsieur Ph. DUCHAUFOR, Directeur du Centre de Pédologie Biologique d'accepter l'expression de ma profonde reconnaissance. Il n'a cessé, jusqu'à la présidence de ce jury, de stimuler et de guider le développement de ce travail, en m'accordant à chaque entretien une bienveillante et continuelle attention.

M. le Professeur G. AUBERT m'a enseigné la pédologie et communiqué la passion de l'étude des sols tropicaux ; je lui dois d'avoir pu retourner compléter mes résultats en Guyane, où j'ai eu la chance de l'accueillir sur mon terrain et de bénéficier une fois encore de son enseignement. Je lui exprime ma très vive gratitude.

Je remercie Monsieur F. JACQUIN qui, par ses critiques, ses observations, a grandement aidé aux développements et à la présentation de l'étude de la matière organique.

Monsieur M. METCHE a bien voulu faire partie de mon jury ; je lui en suis reconnaissant et je souhaite que le dialogue puisse se développer.

A chacun de mes séjours à Nancy, Monsieur B. SOUCHIER n'a ménagé ni son temps, ni sa peine, pour que ceux-ci soient profitables. Je lui suis redevable de l'étude géochimique présentée ici, et la rigueur amicale dont il a fait preuve a fortement facilité l'achèvement de ce travail.

J'ai toujours bénéficié au Centre de Pédologie Biologique, puis à l'Université d'un accueil amical, dont je remercie Chercheurs et Techniciens, en particulier S. BRUCKERT, B. GUILLET, F. TOUTAIN, J. ROUILLET. Je suis reconnaissant à Mme PISIER et M. SUEUR de m'y avoir facilité les besognes matérielles.

Au Centre Scientifique de Monaco, grâce à J.L. RAPAIRE, la collaboration ébauchée à l'Université Fédérale de Bahia a permis les analyses de radiocarbone : les résultats ont été décisifs quant aux conclusions de ce travail.

J'ai bénéficié, grâce à G. FRADE des possibilités d'investigation des Laboratoires de l'Ecole Nationale des Mines de Paris.

J'exprime mes remerciements à M. le Professeur G. CAMUS, Directeur Général de l'ORSTOM qui m'a accordé les prolongations de séjour en métropole, nécessaires pour terminer ce travail.

En Guyane, Monsieur J.M. BRUGIERE m'a accordé toutes facilités pour alterner cartographie régulière et travaux de laboratoires : je dois beaucoup à l'ouverture d'esprit qu'il a maintenue à travers les équipes de pédologues successives ; à mes camarades, Cl. MARIUS, M. DELHUMEAU, A. MISSET, Ph. BLANCANNEAUX, J.J. ROSTAN et l'équipe de pédologie, j'adresse mes remerciements avec le souvenir des efforts communs. Je dois les analyses nombreuses à J.L. THIAIS, puis Lj. NALOVIC et au personnel des laboratoires, particulièrement à G. LAPLANCHE qui a réalisé, à Cayenne, l'essentiel des fractionnements de la matière organique.

Ce travail n'aurait pu être complet sans l'aide de mes camarades botanistes, R.A.A. OLDEMAN, J.J. de GRANVILLE, et Hydrologues, J. HOORELBECK, J. BOURGES, M. HOEPPFNER ; je remercie particulièrement J. KONG et J. DEWARD pour les relevés topographiques et le tracé isographe. Que tous ceux que j'ai mis à contribution en Guyane, soient ici associés à ces remerciements.

Je dois beaucoup à B. DABIN : ses mises au point régulières, ses recherches sur la matière organique des sols tropicaux sont à l'origine des méthodes appliquées ici.

Aux Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM, j'ai pu compléter analyses et calculs grâce à l'aide de leur Directeur M. MOUCHET, de A. COMBEAU, M. DESJARDIN, M. PINTA ; et dans les laboratoires grâce à P. PELLOUX, M. BRIÓN et E. GAVINELLI.

Je remercie le Service Central de Documentation, M. HIERNAUX, H. DARDENNE, A. BOUNIOL, Mme BEN CHAIEB pour les illustrations de ce texte, pour la documentation rassemblée inlassablement, Mmes H. FERRAUD, C. MASSONI, E. PELLEGRIN ; pour la préparation des figures, enfin, M. COMBROUX et le Service de Cartographie.

Mme MASCRET a réussi la présentation de ce manuscrit et je lui sais gré de ses patients efforts.

Il m'est important enfin d'insister sur le bénéfice retiré de mes séjours aux Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM : rencontres, documentation, accueil, y sont extrêmement profitables et je remercie bien vivement ici tous ceux qui, à divers titres, ont aidé à ce mémoire.

SOMMAIRE.

PREMIERE PARTIE. INTRODUCTION - LE MILIEU.

INTRODUCTION -

Chapitre I : Le Paysage	5
1. Brève définition des limites géographiques.	
2. Le climat.	
3. Végétation.	
4. Les paléoclimats.	
5. Les sables argileux des savanes - morphologie - sédimentologie.	
Chapitre II : Les Sols de la Plaine Côtière de Guyane	25
1. Présentation générale.	
2. Les séquences de sols dans le paysage sédimentaire des savanes.	
3. Les séquences de sols sur manteau d'altération. Exemple de la séquence de la Crique Laussat.	

DEUXIEME PARTIE. ETUDE DE L'EVOLUTION SAISONNIERE DE LA MATIERE ORGANIQUE DES SOLS DE LA PLAINE COTIERE DE GUYANE.

Chapitre III : Les fractions extractibles de la matière organique.	
Matériel - Méthodes	73
1. Les prélèvements saisonniers.	
2. Les méthodes d'extraction des composés humifiés.	
3. Méthode de comparaison des résultats.	
4. Le matériel : caractères de la matière organique des horizons de surface.	
Chapitre IV : Action du pédoclimat sur l'humification des horizons de surface.	89
1. Variation pédoclimatiques.	
2. Evolution comparée de la composition de la matière organique.	

Chapitre V : Différenciation Podzols Sols ferrallitiques.	
Action du pédoclimat sur l'humification dans les horizons du Profil pédologique.....	119
1. Variations pédoclimatiques.	
2. Les caractères de la matière organique en fin de saison sèche.	
3. Les caractères saisonniers de la matière organique.	
TROISIEME PARTIE. EVOLUTION DU COMPLEXE D'ALTERATION.	
Chapitre VI : Dynamique du fer et de l'aluminium au cours des phases de la podzolisation.....	137
1. Migration et précipitation des complexes Fer et aluminium.	
2. Dynamique des complexes matière organique-Fer-Aluminium dans les profils types de la Savane de Pariacabo.	
RESUME - CONCLUSIONS GENERALES	151
BIBLIOGRAPHIE.	
ANNEXES.	

P R E M I E R E P A R T I E

I N T R O D U C T I O N - L E M I L I E U

PREMIERE PARTIE

INTRODUCTION

LE MILIEU

INTRODUCTION

En façade le long de l'Océan Atlantique, la Plaine Côtière des Guyanes développe un paysage que l'on partage (R. BRINKMAN, L.J. PONS, 1968) (B. CHOUBERT, 1952, M. BOYER, 1959) en quatre grandes unités morphologiques : Plaine Côtière récente, domaine des argiles marines à mangrove et marécages côtiers, Plaine Côtière ancienne, paysage de vieilles barres pré littorales sablo-argileuses, à savanes et marécages subcôtiers, Série détritique sableuse, qui borde le Socle Précambrien, domaine de la forêt dense humide, au sud.

Les cartographies successives, somme des travaux de G. SIEFFERMANN (1956), F. COLMET-DAAGE (1954), A. LEVEQUE (1960), C. MARIUS (1963), M. SOURDAT (1965), A. MISSET (1967), J.F. TURENNE (1966-1973), M. DELHUMEAU (1968), Ph. BLANCANEUX (1970), J.M. BRUGIERE (1969), mettent toutes en évidence l'extrême intrication des unités pédologiques ; de ce fait, la grande variété de types de sols rencontrés sur de très petites surfaces, aboutit à une mosaïque de sols ; le passage, en de très courtes distances, de sols ferrallitiques fortement désaturés lessivés, à des sols hydromorphes à gley lessivés ou à des podzols à gley à alios, révèle que les facteurs de la pédogénèse s'exercent avec une grande intensité ; les conditions de la formation des sols sont abordables dans des situations topographiques ou géologiques différentes et juxtaposées. C'est le cas des Savanes littorales de la Vieille Plaine côtière, où de plus, à partir d'un matériau homogène défini (sables fins triés argileux) l'hydromorphie entretenue par une nappe intermittente marque fréquemment les profils de sol jusqu'aux horizons supérieurs.

Cette hydromorphie est liée à l'accumulation des eaux continentales en arrière des cordons littoraux les plus récents, et constitue un des caractères dominants de la pédogénèse de la région.

Les groupements végétaux (J. HOOK, 1971) paraissent y former une série évolutive, dont les différents stades seraient conditionnés surtout par des facteurs édaphiques et microclimatiques : ces groupements végétaux (HOOK 1971, C. MARIUS 1965, M. SOURDAT 1965) sont parfaitement définis, en corrélation étroite avec les unités pédologiques.

Enfin, le caractère exemplaire des séquences de sols que l'on peut observer sur le terrain - sols hydromorphes peu humifères à gley, à pseudo-gley, lessivés, sols ferrallitiques fortement désaturés lessivés, hydromorphes ou intergrades vers les sols podzoliques, podzols hydromorphes - permet de définir une unité dynamique naturelle de la région guyanaise : ceci donne une plus grande extension géographique à l'étude de la matière organique.

Sur le terrain, deux directions de recherche ont été conjuguées :

- étude de l'évolution saisonnière des horizons supérieurs du profil pédologique et étude de l'évolution saisonnière des caractères morphogénétiques des horizons constituant le profil pédologique, les observations étant ramenées à des moments climatiques précis (saison sèche, pré-humide, humide, post-humide).

- définition des séquences de sols dans le paysage.

L'élément climatique est constant sur l'ensemble de la région ; le matériau sur lequel s'exerce la différenciation pédogénétique est homogène.

Deux facteurs dominent la pédogénèse :

- la nappe qui varie dans les profils et paraît jouer un rôle déterminant dans la définition des différentes étapes pédologiques : suivant la position du profil étudié, par rapport aux axes de drainage, les composantes verticales et latérales du lessivage sont modifiées et orientent la pédogénèse.

- le mode d'évolution de la matière organique est également fondamental : en effet comme nous l'avons montré par les premières études menées dans la Plaine Côtière, à chaque instant les caractères de la matière organique sont

révélateurs des conditions édaphiques et microclimatiques et annoncent les étapes suivantes de l'évolution pédologique.

Les premières études menées dans la plaine côtière ancienne, montrent en effet pour la matière organique une grande dépendance des conditions du milieu : les teneurs en acides humiques immobiles à l'électrophorèse sont, par exemple, significatives des types de sols prélevés ; ces teneurs varient apparemment dans le temps suivant le degré d'humidité de l'échantillon au moment du prélèvement. A partir de la définition précise des moments climatiques (saison sèche, saison pré-humide, saison humide, saison post-humide (FRANQUIN 1969), la fugacité des formes polymérisées de la matière organique peut être mise en évidence.

Pour l'ensemble de la côte guyanaise, soumise au climat équatorial, la ferrallitisation est le phénomène pédogénétique dominant ; les minéraux primaires sont détruits et disparaissent du profil. Dans les horizons supérieurs le complexe absorbant est formé essentiellement d'argiles du type kaolinite-illite et de matière organique qui constitue une fraction importante, susceptible d'orienter les phénomènes d'échange. A la limite, l'horizon supérieur des sols sableux constitue un support minéral peu actif où quantité et qualité de la matière organique peu liée au complexe minéral, peuvent être observées de manière intrinsèque : les formes mobiles de la matière organique deviennent facteur non négligeable de l'évolution pédogénétique et prennent une part importante dans la dynamique d'entraînement ; il paraît alors logique de tenter de retrouver à travers la composition et l'évolution du stock organique le maximum d'informations sur les étapes pédogénétiques atteintes, podzols et sols podzoliques représentant ici le stade de maturité du système. Cette étude biochimique comparée, en liaison avec la dynamique des profils, constitue l'essentiel de notre travail.

1/19/74

615

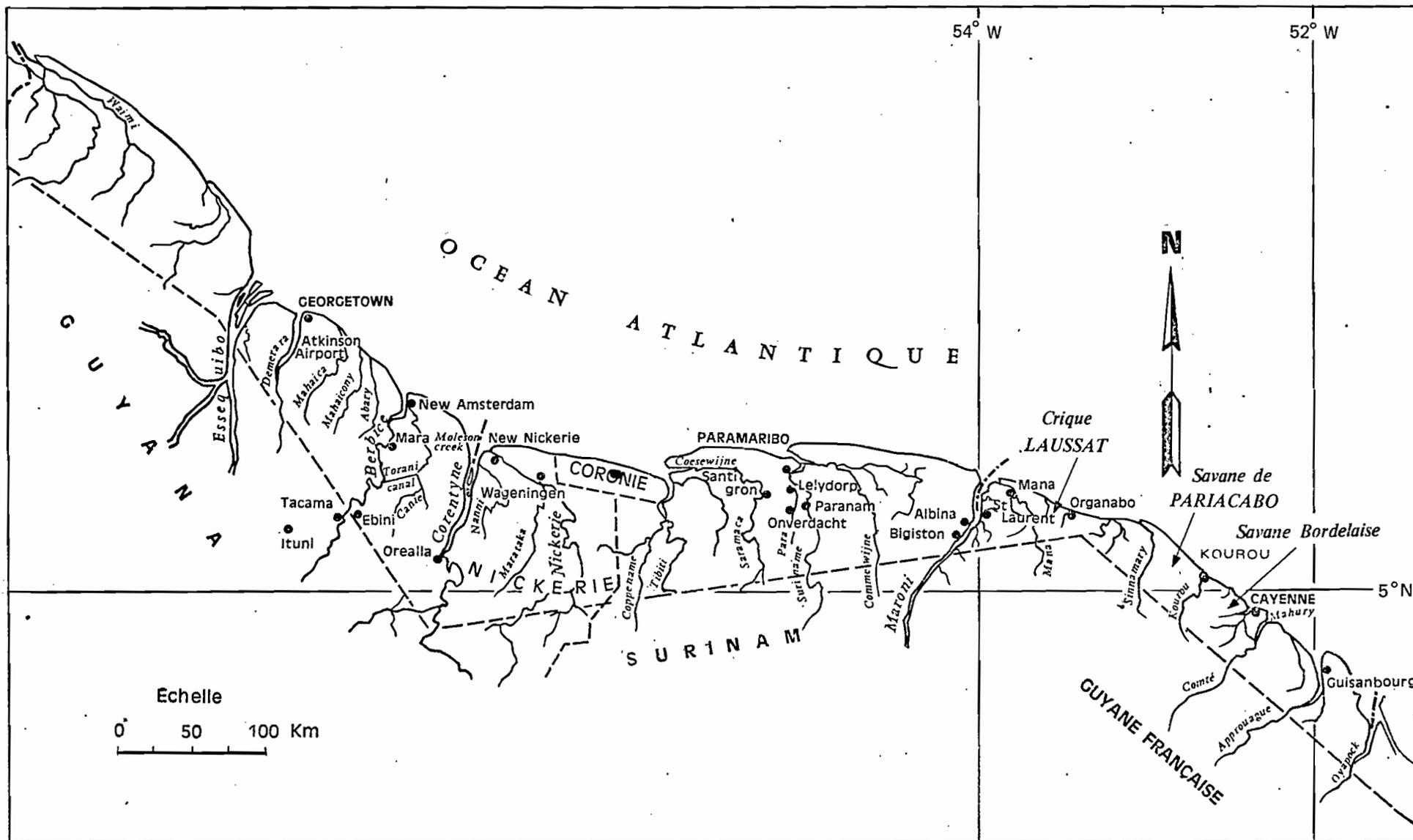


Fig. 1 – Plaine côtière des Guyanes. Localisation de l'étude.

CHAPITRE I

LE PAYSAGE

1. BREVE DEFINITION DES LIMITES GEOGRAPHIQUES DE L'ETUDE.

La plaine Côtière Ancienne de Guyane (fig. 1) est partie d'un ensemble sédimentaire qui prend son extension maximum dans la région de la Berbice : quatre grands fleuves l'Oyapock, le Maroni, le Corentyne, l'Essequibo, ont participé à l'édification de cette plaine, où les autres fleuves

de moyenne importance (Kourou, Sinnamary, Counamama, Iracoubo, Mana pour la Guyane Française) présentent des estuaires déviés vers l'Ouest, par le grand courant Nord Amazonien ; leurs anciens lits et le modelé qu'ils impriment dans le paysage ont contribué fortement à la pénétration de la mer au quaternaire, et à la mise en place de dépôts d'argiles marines ; isolées aujourd'hui par une série de cordons sableux littoraux anciens, ces argiles constituent des marécages en eau douce ou saumâtre où le balancement entre les influences continentales et marines donne au paysage des allures caractéristiques : marécages côtiers ou subcôtiers, prairies marécageuses, savanes mouillées, forêt marécageuse, forêt mixte (FANSHAW D.B. 1952) et, par place, forêt équatoriale amazonienne, sont autant d'unités bien délimitées. On rencontre donc, en partant de la Côte de l'Océan Atlantique, qui délimite la partie nord de l'étude, des sédiments marins récents (argiles principalement et bancs de sable) fluvio-marins (argiles et sables) qui seront principalement étudiés, fluviatiles (terrasses argilo-sableuses) et détritiques (matériau d'épandage sableux). Au Sud s'étend le socle précambrien, ou Bouclier des Guyanes, recouvert d'un manteau d'altération.

La largeur de la Plaine Côtière Ancienne est variable de 1 à 10 km dans sa plus grande dimension : le paysage ouvert des savanes s'étend sur 200 km environ à l'Ouest de Cayenne, et se poursuit au Surinam et en Guyane ; les profils étudiés se répartissent donc entre 4°57 et 5°29 N et 52°20 - 53°17 W.

2. LE CLIMAT.

Il est fait dans cet exposé une large part aux conditions climatiques externes ; leur définition est à la base même des phénomènes observés sur le terrain, chaque échantillon prélevé étant caractérisé par son humidité au champ et les variations de la pluviosité dans la période précédant le prélèvement. Les relevés de la station climatique de Kourou sont pris en référence ; nous avons montré (J.F. TURENNE 1970), qu'ils sont représentatifs de la région étudiée.

La région guyanaise, au nord de l'équateur, subit en fait l'influence de la zone australe, et son climat est directement sous la dépendance de l'affrontement de deux masses d'air : les alizés du nord-est, en provenance de l'Anticyclone des Açores (hémisphère nord) et les alizés du sud-est provenant de l'Anticyclone de Ste Hélène (hémisphère sud).

Le terme d'Alizés correspond à la direction du vent dans les hautes couches de l'atmosphère, lorsqu'ils abordent la Guyane : les caractéristiques des masses d'air qui les accompagnent sont variables selon leur origine réelle et le trajet parcouru.

La zone de contact de ces deux masses d'air est la zone inter-tropicale de convergence, située dans la zone des pressions les plus basses (FOUGEROUZE, 1966).

Elle est caractérisée par de fréquentes et fortes averses orageuses surtout lorsque le courant de sud-est est actif. Elle peut donner parfois un ciel couvert, et de la pluie continue. Selon la situation générale elle peut être également inactive, même en période de pluies.

Cette zone intertropicale de convergence intéresse la Guyane en mai et juin, mois pendant lesquels sont enregistrés les plus fortes précipitations, et durant les mois de décembre et janvier.

Trois éléments interviennent pour diversifier le climat des savanes côtières :

- l'influence maritime, qui s'exerce sur la zone côtière, et sur le paysage en arrière des cordons sableux.

- le micro relief du paysage, dès les premiers contreforts du socle précambrien : les collines boisées de quelques dizaines de mètres d'altitude suffisent à provoquer des précipitations à partir de masses d'air instables.

- enfin, les percées des estuaires sont un facteur non négligeable de diversification.

2.1. Pluviosité.

Nous utilisons dans cette étude les données globales de la station de Kourou Bourg (altitude 3 m; 5° 10 N 52° 39 W) (moyennes pluviométriques annuelles 1956-1965, 2421 mm) et celles plus récentes de la station de Kourou, Centre spatial Guyanais qui fonctionne depuis 1968 et couvre la période de prélèvements saisonniers utilisés dans cette étude.

A titre de comparaison, nous citons la pluviométrie de Sinnamary (altitude 2 m, 5° 23 N 52° 57 W) (moyenne pluviométrique annuelle 1956-1965, 2499 mm), Iracoubo (altitude 2 m 5° 29 N 53° 12 W) (moyenne pluviométrie annuelle 2508 mm) pour la zone des savanes, Saut Sabbat (altitude 10 m, 5° 25 N 53° 40 W) (moyenne de pluviométrie 2562 mm) pour la zone forestière côtière, Saint Laurent (altitude 4 m, 5° 30 N 54° 02 W) (moyenne de pluviométrie 2374 mm) à climat d'estuaire, et de Maripasoula (altitude 104 m, 3° 38 N 54° 02 W) (moyenne de pluviométrie 2368 mm) poste de l'intérieur, domaine de la forêt dense humide.

Tableau 1. Localisation géographique des stations météorologiques.

Localité	Distance de la mer (km)	Latitude N	Longitude W	altitude m	Pluviométrie annuelle mm
KOUROU	2	5° 10	52° 39	3	2421
SINNAMARY	4	5° 23	52° 57	2	2499
IRACOUBO	2	5° 29	53° 12	2	2508
SAUT SABBAT	27	5° 25	53° 40	6	2562
SAINTE LAURENT	28	5° 30	54° 02	4	2374
MARIPASOULA	203	3° 38	54° 02	104	2368

Tableau 2. Moyennes de Pluviométrie (P) des Stations et Postes - 1956-1965 -
Données comparées à l'E.T.P. calculée PENMANN. (millimètres)

STATIONS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE
SINNAMARY P.	288	215	209	290	453	386	177	51	20	45	116	249	2499
IRACOUBO P.	236	233	212	268	393	394	213	126	21	34	121	257	2508
KOUROU P.	299	231	186	321	423	315	172	42	19	28	114	271	2421
E.T.P.	90	103	106	101	94	100	133	133	134	137	117	103	1218
SAUT SABBAT	224	208	180	241	373	379	219	163	100	91	131	253	2562
SAINTE LAURENT P.	216	184	174	218	322	327	233	164	76	79	162	219	2374
E.T.P.	100	100	126	124	108	100	124	143	144	148	117	105	1439
MARIPASOULA P.	218	214	212	249	399	278	196	136	77	63	92	234	2368
E.T.P.	89	92	95	90	91	90	103	113	126	132	113	98	1232

2.1.1. Caractères de la pluviosité.

Les indices climatiques rapportés aux données des stations météorologiques ne donnent que peu de renseignements sur la nature du climat, sinon en le classant dans les climats équatoriaux. L'application de la formule de G. MANGENOT, qui situe le climat de la plaine côtière dans un climat subéquatorial, à la limite des groupes forêt hygrophile et forêt mésophile, semble approcher au mieux de la réalité (HOOK 1971).

Nous avons retenu dans une précédente note la définition d'AUBREVILLE faisant intervenir pour caractériser l'occurrence d'une saison sèche, durée, intensité, aridité, régularité. Le seuil retenu est de 30 mm de pluies mensuelles pour le mois écologiquement sec. Au-dessous de ce seuil AUBREVILLE estime que les besoins de la plante ne sont plus satisfaits et que la végétation présente un ralentissement net. D'autres auteurs retiennent un seuil de 50 mm de pluies mensuelles, au lieu de 30 mm.

Au-dessus de 100 mm les besoins de la plante seraient satisfaits.

En nous plaçant dans les conditions les plus défavorables (seuil de 30 mm) la définition des mois secs, s'ils existent, donne déjà une indication remarquable (tableau 3).

Tableau 3. Répartition des quantités de pluies mensuelles aux seuils de 100 et 30 mm de pluies mensuels. (période de 12 ans)

Stations de la Plaine Côtière	Nombre de mois à pluviométrie		
	> 100 mm	30-100 mm	< 30 mm
SINNAMARY	5 à 9	1 à 4	0 à 5
IRACOUBO	4 à 10	0 à 7	0 à 3
SAUT SABBAT	6 à 11	1 à 5	0 à 2
SAINTE LAURENT	7 à 11	1 à 4	0 à 3

Le climat de la plaine côtière présente plusieurs caractères particuliers, parmi lesquels l'extrême variabilité des précipitations et l'existence d'une saison écologiquement sèche au seuil de 30 mm de pluie mensuels, ces caractères donnant une saison sèche accusée, à déficit hydrique marqué durant laquelle les pluies tombent irrégulièrement, souvent avec violence. A des périodes de 3 à 4 jours pluvieux succèdent des intervalles assez longs (8 jours et plus) de beau temps. Cette sécheresse peut être ressentie dans la plaine côtière, au coeur de la saison des pluies.

2.1.2. Les saisons climatiques.

Dans tous les cas les moyennes (tableau 2) font ressortir :

- une petite saison des pluies de novembre à février,
- une petite saison sèche, dont l'occurrence est variable suivant les années en Mars,
- une grande saison des pluies d'avril à juillet,
- une grande saison sèche septembre, octobre, novembre.

2.2. Pluviosité et Evapotranspiration. Définition de périodes climatiques remarquables.

Les divisions climatiques classiques présentées ci-dessus traduisent mal - compte tenu de la variabilité des précipitations - la succession des variations climatiques externes à laquelle peut être soumis le sol. En calculant l'évapotranspiration selon la formule de PENMAN, et en la comparant aux valeurs de la pluviométrie, pour des périodes courtes de 10 jours par exemple, il est possible de définir (FRANQUIN 1969), un certain nombre d'évènements climatiques remarquables : saison pluvieuse et saison humide (fig. 2). Cette dernière est partagée en périodes pré-humide, humide, post-humide.

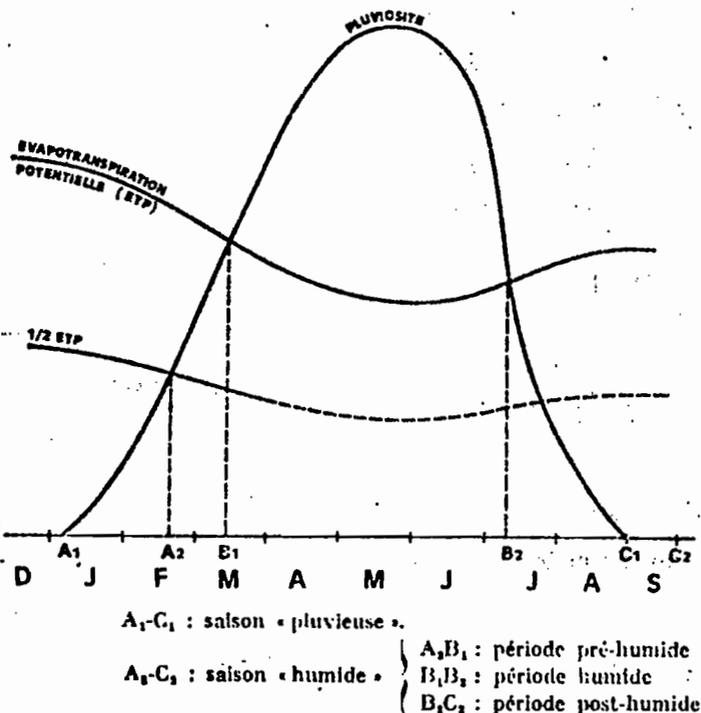


Fig. 2 — Événements climatiques remarquables (d'après FRANQUIN, 1969).

La saison humide est caractérisée par la présence d'eau disponible dans le sol, donc en deça du point de flétrissement ; le point de départ de cette saison se situe au moment où la pluviométrie devient égale à la moitié de l'évapotranspiration potentielle ; en effet, FRANQUIN remarque les faits suivants : HUTCHINSON et al. (1959) constatent que l'évapotranspiration du sol nu en début de saison sèche, est égale au tiers de l'évaporation potentielle de PENMAN E_0 ; TRUMBLE pour cette période (1937) donne $0,30 E_0$;

SLATYER (1966) rapporte qu'en période d'assèchement avec averse, l'évaporation du sol nu est sensiblement en moyenne $0,30 E_0$; FRANQUIN observe que E_0 est habituellement calculée avec un albedo de $0,05$ et estime que $0,30 E_0$ est voisin de $0,5 E.T.P.$ (évapotranspiration potentielle), si on calcule cette valeur avec un albedo de $0,25$; ceci est applicable aux savanes de Guyane (Angstrom pour les prairies donne $0,25 - 0,26$, pour un sol nu sec $0,19$, sable sec $0,18$, herbe sèche $0,30$, prairie avant la pluie $0,32$, après la pluie $0,22$).

TURC (1961) (1953) montre par le calcul que le sol reconstitue ses réserves lorsque les précipitations mensuelles dépassent $0,5 E.T.P.$

*
Nous retiendrons donc en fait le point où $P = 0,5 E.T.P.$, point où le déficit du sol commence à diminuer, les pluies antérieures ayant servi à reconstituer le stock d'eau de la tranche superficielle asséchée au-delà du point de flétrissement, ou ayant été évaporée : les événements remarquables découpent donc la saison humide en 3 "périodes" :

- période pré-humide $A_2 B_1$ où P est globalement inférieure à $E.T.P.$
- période humide $B_1 B_2$ où P est globalement supérieur à $E.T.P.$
- période post-humide $B_2 C_2$ durant laquelle P redevient globalement inférieur à $E.T.P.$

Ces divisions sont commodes pour situer l'échantillon de sol prélevé dans une phase dynamique climatique : nous distinguons donc pour les savanes :

- saison pluvieuse : partagée en période pré-humide (réhumectation)
période humide (saturation)
période post-humide (assèchement)
- saison sèche : dessiccation.

Ces différentes périodes apparaissent fig. 3 a, b, c, d, e, qui représentent l'analyse par période de 10 jours au régime des précipitations de la station climatique de Kourou, comparé aux valeurs de $E.T.P.$ Penmann et de $0,5 E.T.P.$ et de l'évaporation donnée par l'évaporomètre Fiche.

Dans l'étude qui suit, les dates de prélèvements sont précisées et nous ramènerons à chaque instant l'échantillon ou le profil prélevé à sa situation dans une des périodes climatiques définies plus haut.

* lorsque la saison sèche achevée, la pluviométrie augmente.

2.3. Température, Ensoleillement, Vents.

La station de Cayenne Rochambeau (8 m altitude) (4° 50 N 32° 22 W) présente une assez longue période (1951-1965) de relevés que nous citons à titre d'exemple.

2.3.1. Températures.

Température de Cayenne Rochambeau 1951-1965

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.
Température moyenne	25,7	25,7	26,1	26,2	26,1	25,9	25,9	26,3	26,6	26,6
	N.	D.	26,4 26,0-26,1 (Moyenne)							
Moyenne des minima	22,5	22,7	22,9	22,9	22,9	22,2	21,6	21,7	21,6	21,5
	21,7 22,3 22,2									
Moyenne des maxima	29,0	28,8	29,2	29,4	29,3	29,6	30,1	30,9	31,6	31,9
	31,1 29,7 31,1									
Temp. max. absolue ...	31,4	31,8	31,9	31,9	32,1	32,2	33,1	33,9	34,2	34,6
	34,0 33,6 34,6									
Temp. min. absolue ...	17,4	19,2	19,0	19,0	19,9	18,9	19,2	19,3	18,8	19,1
	17,2 19,5 17,2									

La moyenne subit de très faibles variations annuelles, autour de 26° 1 ; les amplitudes de température sont relativement faibles dans la plaine côtière, où l'influence régulatrice de la mer diminue le refroidissement nocturne par rayonnement (FOUGEROUZE 1962).

En annexe, les tableaux 4 a, b, c, d, montrent pour Kourou, les relevés complets de la station concernant les périodes de prélèvements des échantillons.

2.3.2. Température dans le sol.

A 50 cm de profondeur la température varie entre 27° (saison humide) et 32° (fin de période de dessiccation).

2.3.3. Ensoleillement.

L'insolation moyenne annuelle est de 2.200 heures, et pour les périodes de prélèvement, on note un maximum en 1972 de 2.536 heures, et un

minimum (1971) de 1.857 heures. Cette insolation est maximale en saison sèche et peut atteindre 289 heures par mois (août 1969) contre 91 heures (saison des pluies, janvier 1971) durant le même laps de temps.

La nébulosité est relativement faible; en liaison avec une faible nébulosité de saison sèche, les différences observées entre saison sèche et saison de pluies sont aggravées par le fait que les nuages bas et moyens sont plus importants en saison des pluies, causant un important déficit de lumière.

2.3.4. Vents - Humidité relative.

Leur direction dominante est Est-Nord-Est et leur vitesse peut atteindre des valeurs élevées (10 m/s), la moyenne se situant à 2,6 m/s.

Humidité relative : elle varie autour de 88 %, mais présente au cours d'une journée des variations d'amplitude élevée.

ex : heures	2 H	5 H	8 H	11 H	12 H	17H	20H	23H
humidité %	92	92	75	57	70	83	85	86

CONCLUSION A LA PRESENTATION DES DONNEES CLIMATIQUES.

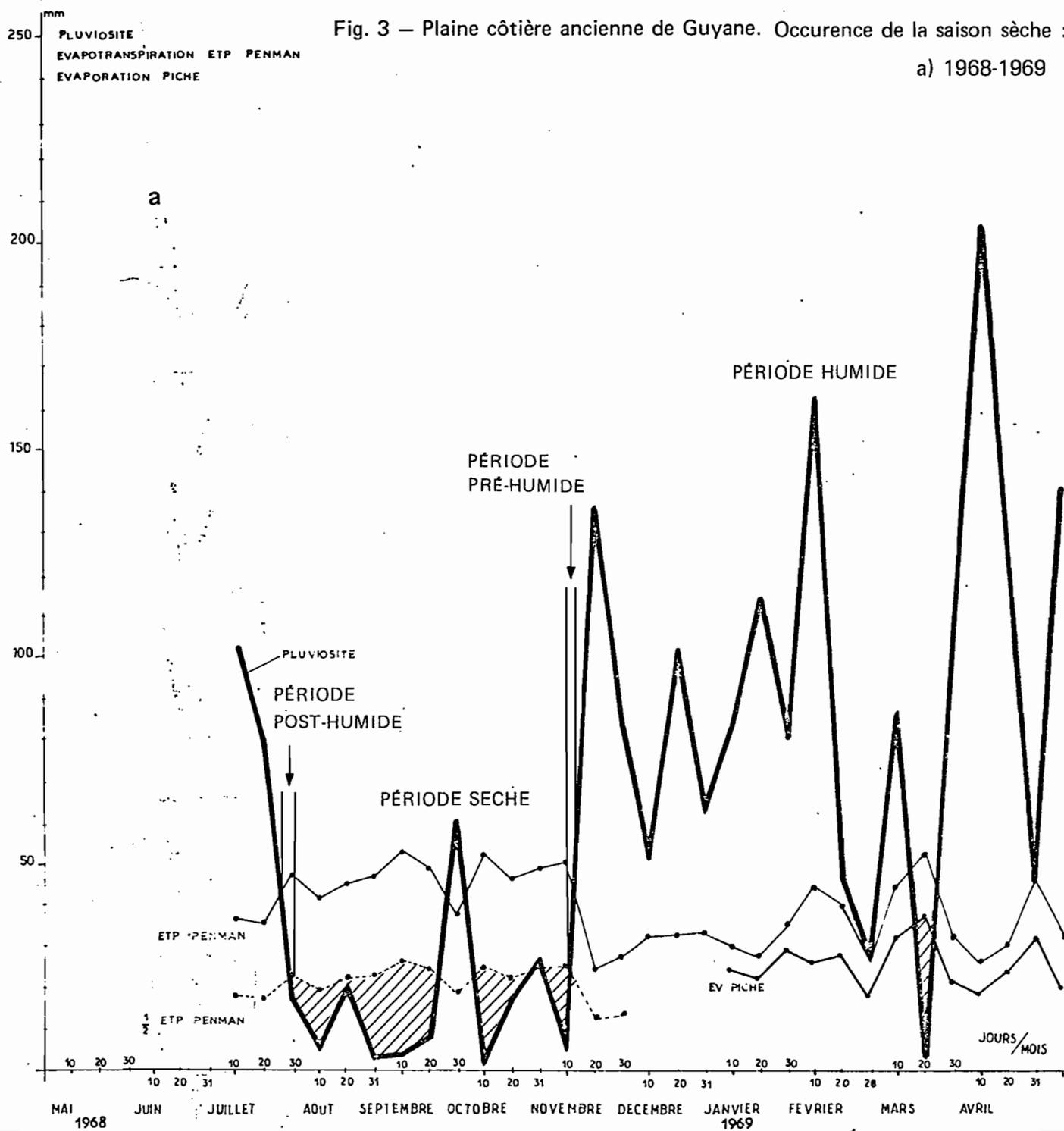
Il peut exister dans la plaine côtière ancienne, une à deux saisons sèches consécutives, très marquées, d'une durée très supérieure à la normale, entraînant un déficit prononcé dans le bilan hydrique. Les années très sèches voient les incendies se développer dans les savanes.

Toutes les conditions sont réunies pour l'altération et l'évolution ferrallitique; lorsque le drainage est ralenti, les alternances d'assèchement et d'humectation entretiennent des caractères hydromorphes très haut dans les profils pédologiques.

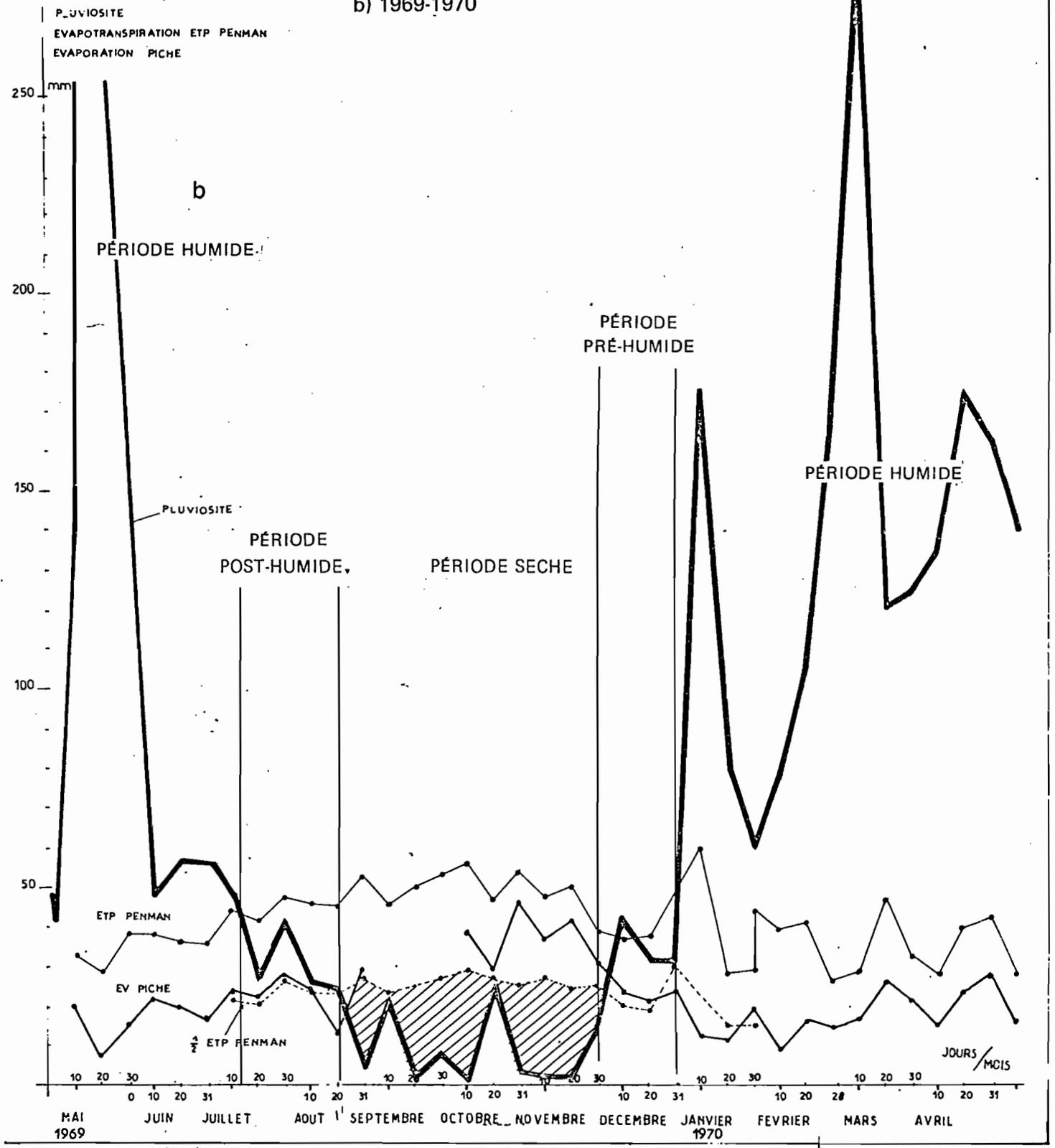
32

Fig. 3 — Plaine côtière ancienne de Guyane. Occurrence de la saison sèche :

a) 1968-1969

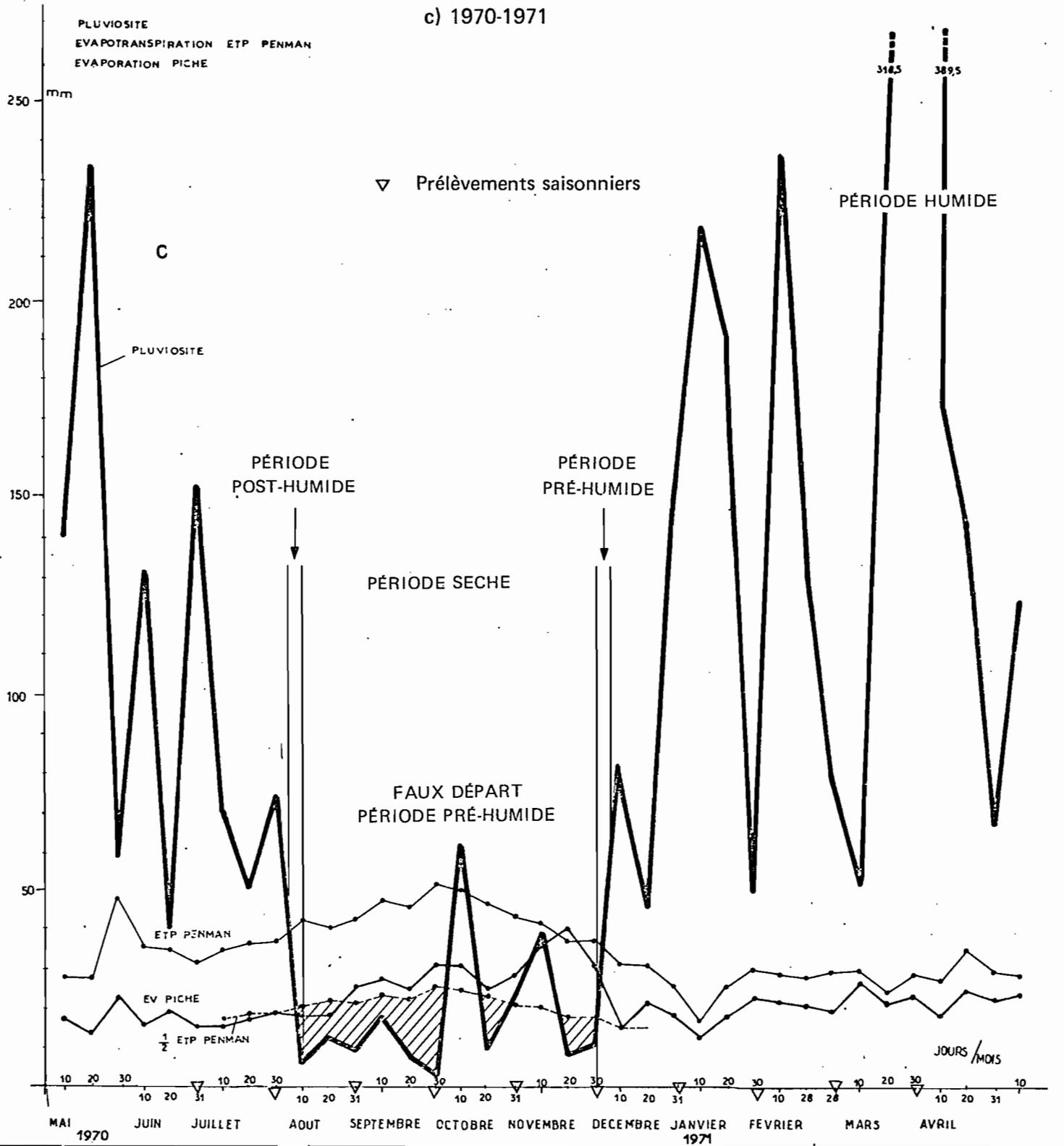


b) 1969-1970



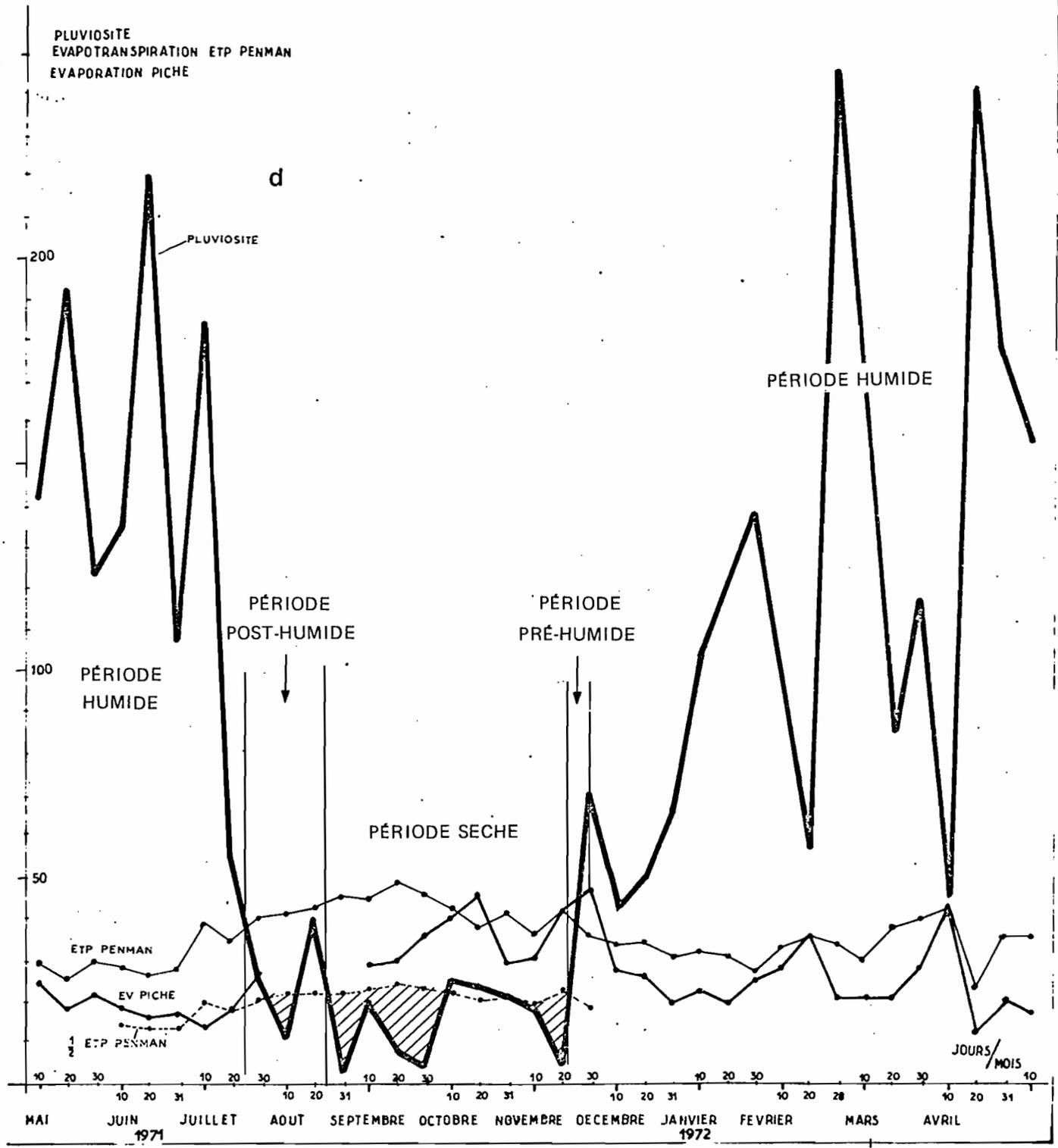
50

c) 1970-1971

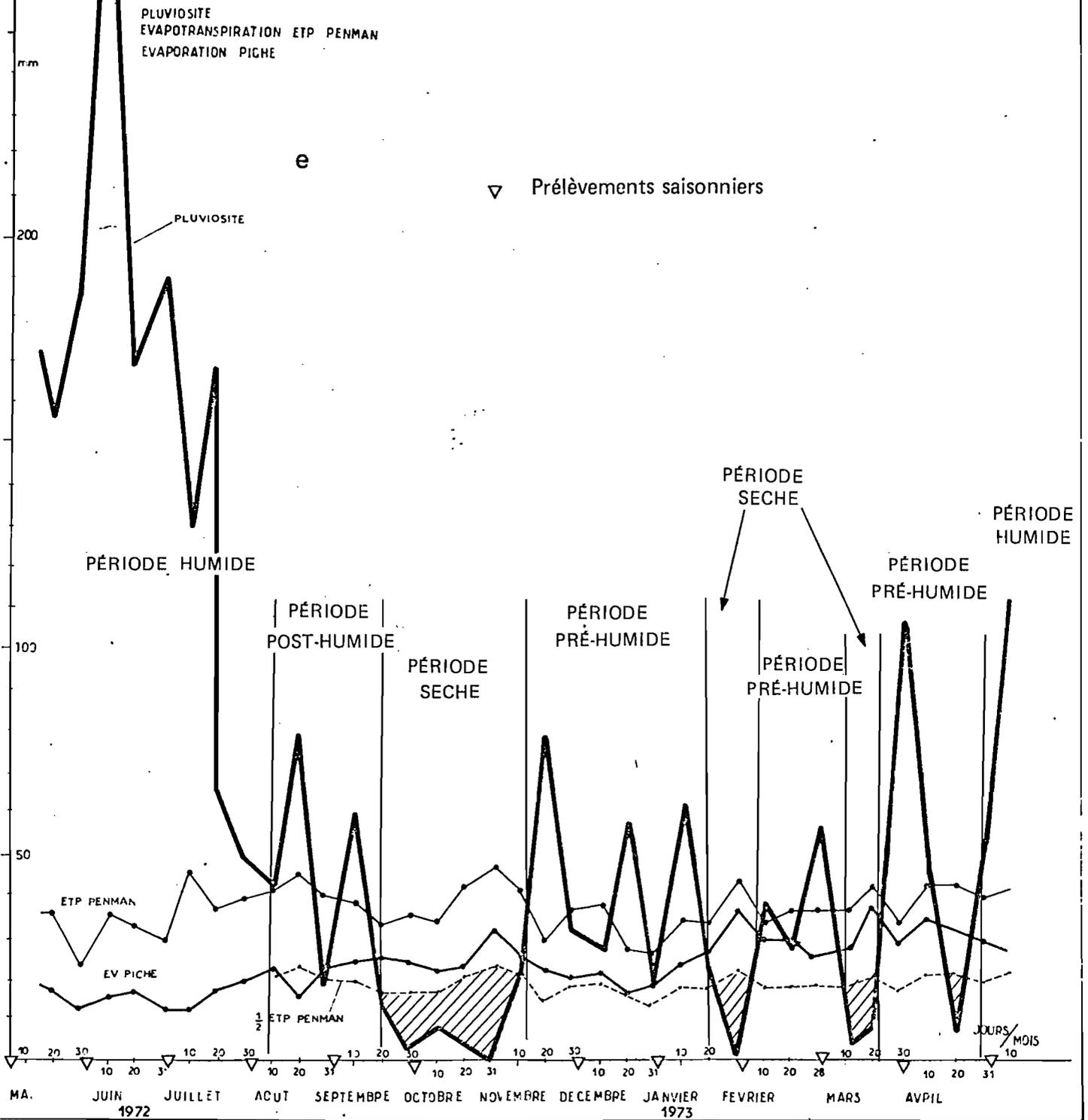


3d

d) 1971-1972



e) 1972-1973



3. VEGETATION.

3.1. Les paysages végétaux.

Entre le mer et le socle précambrien, le caractère de transition se traduit par une grande variété de paysages végétaux : à l'opposé de ce que l'on observe sur le socle proprement dit où il est difficile de discerner dans la forêt dense ombrophile différents groupements végétaux étroitement liés aux sols, on peut décrire dans la plaine côtière plusieurs groupements d'espèces en associations caractéristiques du milieu. Différents paysages végétaux apparaissent : ils correspondent étroitement (LINDEMANN 1953), (VEEN 1970) aux facteurs climatiques et édaphiques : parmi ceux-ci, les plus importants sont le régime de la nappe et le profil pédologique (LINDEMANN 1953, HEYLIGERS 1963, PONS 1964 in VEEN 1970).

A côté des Savanes, étudiées au paragraphe suivant, on distingue :

- la mangrove à base d'Avicennia nitida, passant en estuaire à eau saumâtre, à Rhizophora mangle et racemosa.
- les prairies marécageuses : marécages subcôtiers, à juncs (Eleocharys), à Montrichardia arborescens, marécages à cyperacées et typhacées.
- les palmeraies, à peuplement pur d'Euterpe oleracea.
- les peuplements de Mauritia flexuosa dans les zones humides, emplacement d'anciens réseaux d'écoulement en voie d'assèchement et de colmatage.

La forêt humide : occupe les dépressions argileuses et se ramifie dans les bas-fonds de l'intérieur, en association avec de larges taches de palmeraie marécageuses ; les espèces les plus remarquables sont : Euterpe oleracea, Virola surinamensis, Astrocaryum, Mauritia flexuosa. Cette dernière espèce borde fréquemment les lits de cours d'eau dans la Plaine quaternaire et se détache nettement dans le paysage. Sa disparition dans les savanes est liée à l'arrêt de fonctionnement des axes d'écoulement par colmatage d'éléments fins en provenance des sommets de cordons sableux.

La forêt dense ombrophile : s'étend au sud de la région et forme un manteau continu au-dessus du socle précambrien et des formations géologiques dérivées (série détritique) ; dans la partie nord, au contact des savanes, cette forêt prend le caractère de forêt limite entre zone continentale et zone côtière.

La différenciation de la forêt y semble plutôt liée à des différences de drainage ou de situation topographique ; les dominances de quartz ou d'argile paraissent également favoriser certaines espèces plutôt que d'autres.

La formation végétale dite "des sables blancs" est l'aspect particulier de la forêt dense que l'on retrouve en Surinam et en Guyane, avec de rares grands troncs épars parmi une végétation de faible diamètre ; une espèce est fréquente sur ces sables blancs Dimorphandra Hoemakeri, à laquelle sont associées des Apocynacées (Aspidosperma très fréquent) quelques Lecithidacées et dans le sous-bois, Clusia cf. fokeana.

3.2. Les Savanes.

On reconnaît en Guyane Française (HOOK 1970) sous ce terme, un paysage ouvert, à végétation de graminées herbacées, interrompu par quelques arbres ou arbustes ligneux qui ont résisté au feu, ou par quelques bosquets ou "îlots" de grands arbres.

Les associations végétales sont caractéristiques des conditions édaphiques et différents groupements végétaux (HOOK 1971, C. MARIUS 1965, M. SOURDAT 1965) peuvent être définis en corrélation avec les types de sols.

3.2.1. La savane haute herbeuse.

Le groupe écologique éluvial héliophile est dominant, à base de Borreria hispida, Bulbostylis capillaris, Cassia cultrifolia, Eriosema orinitum, Gerardia hispidula, Palicourea rigida, Galeandra juncea, Paspalum gardnerianum, Schizachyrium riedelii, Sebastiania corniculata, Selaginella mnioides Stenorrhynchus sp., Trachypogon plumosus ; ce groupe correspond aux sols ferrallitiques fortement désaturés lessivés.

3.2.2. La savane haute herbeuse arbustive ou buissonnante, à groupe écologique éluvial mésophyte dominant, où Curatella americana, Miconia rufescens, Scleria bracteata, Axonopus fissifolius s'ajoutent aux espèces du groupe précédent. Ce groupe correspond également aux sols ferrallitiques.

3.2.3. La savane basse arbustive à groupe écologique éluvio-colluvial mésophyte à Byrsonima crassifolia, Panicum steroïdes, Perama hirsuta, s'ajoutant aux espèces de la savane basse herbacée, à groupe écologique colluvial hygrophyte qui domine, à base de Acisanthera inundata, Drosera capillaria, Echinolaena inflexa, Habaneria sp., Panicum stenoides, Rhynchospora globosa, Rhynchospora graminea, Sauvagesia tenella, Turnera guianensis etc... Ce groupe correspond aux sols podzoliques.

HOOK note que les différents groupements végétaux paraissent former une série évolutive : la succession le long des lignes de relevés, toujours la même, suggère une évolution des uns à partir des autres ; la savane basse débute par l'apparition dans la savane haute de quelques espèces hautement caractéristiques : Bulbostylis circinata, Rhynchospora barbata, Scleria hirtella, Paspallum pulchellum ; dès que la podzolisation se généralise, elle coïncide avec la présence de peuplement dense et continu de Paspallum pulchellum, Rhynchospora barbata.

Les savanes basses couvrent la majeure partie de la superficie des savanes de la Guyane et elles peuvent ainsi occuper des surfaces s'étendant sur plusieurs dizaines de km², plus ou moins divisés (HOOK 1971) par les méandres du réseau de drainage. Ce sont là les caractéristiques d'une végétation se trouvant actuellement dans son optimum écologique.

3.3. Dynamique actuelle de la végétation.

" Le cycle de végétation des espèces herbacées perennes est caractérisé par la présence générale de deux périodes de repos et de croissance moins active. La première période de croissance commence dès les premières pluies suivant la saison sèche et ne dure guère que deux à trois mois (décembre, janvier, février). La végétation se maintient en l'état jusqu'à fin mai.

En juin juillet commence la deuxième période de végétation nettement plus intense qu'en décembre - février, qui prend fin avec l'apparition de la "saison sèche" (HOOK, op. cit.).

4. LES PALEOCLIMATS.

HOOK déduit de l'observation des cycles phénologiques de certaines espèces qui n'obéissent pas au rythme climatique actuel, l'hypothèse qu'un climat plus contrasté que le climat actuel a dû exister par le passé, comportant donc une saison sèche nettement affirmée.

VANZOLINI (1963) retient l'hypothèse pour l'aire amazonienne d'une séquence rapide des cycles climatiques au dernier Pleistocène et à l'Holocène, chacun comportant phase sèche et phase humide : aux phases sèches correspond un énorme retrait de la forêt dense humide d'une importance telle que la forêt survit seulement dans des refuges séparés par de larges espaces de formations ouvertes ; la distribution de la flore et de la faune peuvent être interprétées en cycles de division et de coalescence de la forêt.

Des profils polliniques de Colombie et de Guyane (VAN DER HAMMEN 1963) montrent une période de savane pauvre en espèces durant la période correspondant au Würm glacial. VEEN (1971) signale la présence de savanes au Pliocène, en s'appuyant sur l'existence de pollen de végétation de savane dans des dépôts de cet âge aujourd'hui recouverts par la forêt.

GARNER (1958-1961-1967) voit dans les changements climatiques passés, la cause principale du cours désordonné et instable de fleuves côtiers comme le Maroni (Guyane) (VEEN op. cit.). DAMUTH et FAIRBRIDGE (1970) (cité par DE BOER 1972) établissent la présence de sables arkoses en mer profonde, dans le bassin Guyanais ; l'étude des foraminifères leur attribue un âge fin Wisconsin (WURM) ; les auteurs expliquent que ce dépôt a pris place durant un climat semi-aride, largement répandu dans la partie nord de l'Amérique du Sud, durant l'âge Wisconsin. Une morphogénèse mécanique domine et de grandes quantités de débris clastiques sont entraînés à la mer.

es significatifs en ce qui concerne
 au dernier un épisode glaciaire.

Le paysage a donc pu subir de longues périodes plus sèches qu'actuellement ; sur ce point les observations convergent : FRENZEL (1967) conclut que l'intensité des périodes sèches en Guyane a dû être plus grande au dernier glaciaire que de nos jours ; VEEN conclut à l'occurrence d'un climat de type savane avec 2 - 4 mois arides en Amérique du Sud Equatoriale durant le dernier glaciaire. Il paraît donc convenable de s'appuyer sur les divisions morphoclimatiques du Brésil (BIGARELLA et de ANDRADE (1968)).

Tableau 5. Stratigraphie du Quaternaire au Brésil (d'après BIGARELLA, de ANDRADE).

Séries	Stade		Tectonique	Climat	Processus
	Glacial	Inter-Glacial			
Années					
Holocène			epeirogenèse positive	humide à phases sèches	dissection sédimentation
15 000					
Pléistocène supérieur	Wisconsin			semi-aride	morphogenèse mécanique
120 000					
Pléistocène moyen		Sangamon	epeirogenèse positive	humide	dissection
340 000					
Pléistocène inférieur	Illinoian			semi-aride	morphogenèse mécanique
		Yarmouth	epeirogenèse positive	humide	dissection
	Kansan			semi-aride	morphogenèse mécanique
1,5 million		Aftonian	epeirogenèse positive	humide	dissection
	Nebraskan			semi-aride	morphogenèse mécanique

Ages absolus (ERICSON et al. 1964).

On retiendra que le changement majeur sur le plan climatique se situerait vers 15.000 - 10.000 ans BP : la période holocène montrant un climat nettement plus humide alternant avec des phases sèches de courte durée (VAN DER HAMMEN situe par exemple une dernière période sèche entre 3513 BC et 2680 BC).

5. LES SABLES ARGILEUX DES SAVANES. Morphologie - Sédimentologie.

5.1. Stratigraphie et géomorphologie.

Le dépôt des sables fins tirés de la vieille plaine côtière de Guyane Française présente une morphologie de vieilles barres prélittorales (old offshore bars) amoindries par érosion et colmatage (M. SOURDAT-M. DELAUNE 1970) et se situe entre 15 m et 4 m environ au-dessus du niveau marin.

Plusieurs terrasses, correspondant aux dépôts sédimentaires successifs sont apparentes dans la Vieille Plaine Côtière :

15 - 4 m sables fins très argileux

4 - 2 m argiles compactes et sables apparaissant sous forme d'îlots d'érosion au milieu des marécages

2 m et inférieur à 2 m (argiles et sables recouverts actuellement par les eaux douces ou saumâtres).

Les sables fins triés appartiennent à la transgression Coswine (Guyane Française) (B. CHOUBERT - M. BOYE) dont la corrélation est possible avec les dépôts Coropina du Surinam : la phase sableuse correspond à la phase Coropina supérieur (LELYDORP) (fig. 4) dont on retiendra ici qu'elle appartient au Pléistocène.

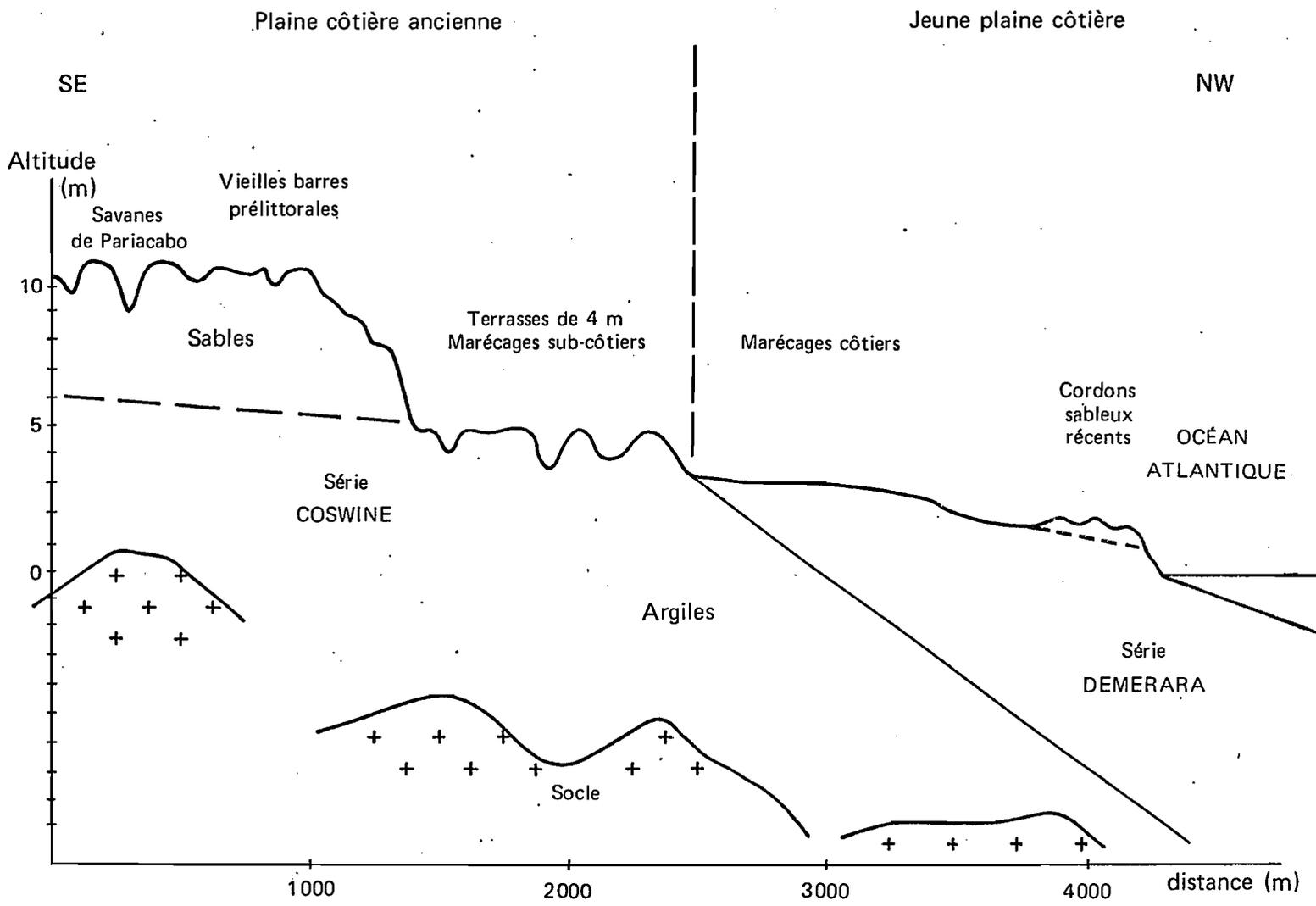


Fig. 4 – Coupe schématique de la plaine côtière de Guyane française (d'après VEEN 1970, sondages BRGM, carte IGN à 1/10000 Kourou.)

Tableau 6. Stratigraphie simplifiée de la plaine côtière : (VEEN 1971, BOYE 1963, CHOUBERT (1973)).

Période Géologique	Age	Stratigraphie		Paysage	
		Surinam	Guyane Franc.		
Quaternaire	Holocène	Demerara	Coronie Mara	Demerara	Jeune plaine côtière - argiles marines récentes et cordons sableux
	Pléistocène	Coropina	Coropina supérieur Coropina inférieur	Coswine sables fins triés argileux Coswine argiles bariolées	Plaine côtière ancienne
	Pliocène	Coesewijne	Coesewijne supérieur Coesewijne inférieur	série détritique de base	

5.2. Caractérisation granulométrique.

Nous étudierons plus en détail la composition du matériau dans la troisième partie : il est important de préciser dans cette brève présentation la nature du matériau désigné sous le terme de sables fins. Dans ces sables argileux (20 % argile, essentiellement Kaolinite Illite) les courbes granulométriques (fig. 5) présentent le faciès logarithmique typique et se distinguent par la branche ascendante et subverticale ; les médianes sont toujours voisines de 85 μ (entre 70 et 105 μ) ; les hétérométries et le Q d Y sont voisines de 0,25. Ces critères définissent un sédiment bien trié par transport et déposé en eau déjà profonde au-delà du rivage (SOURDAT, DELAUNE 1970).

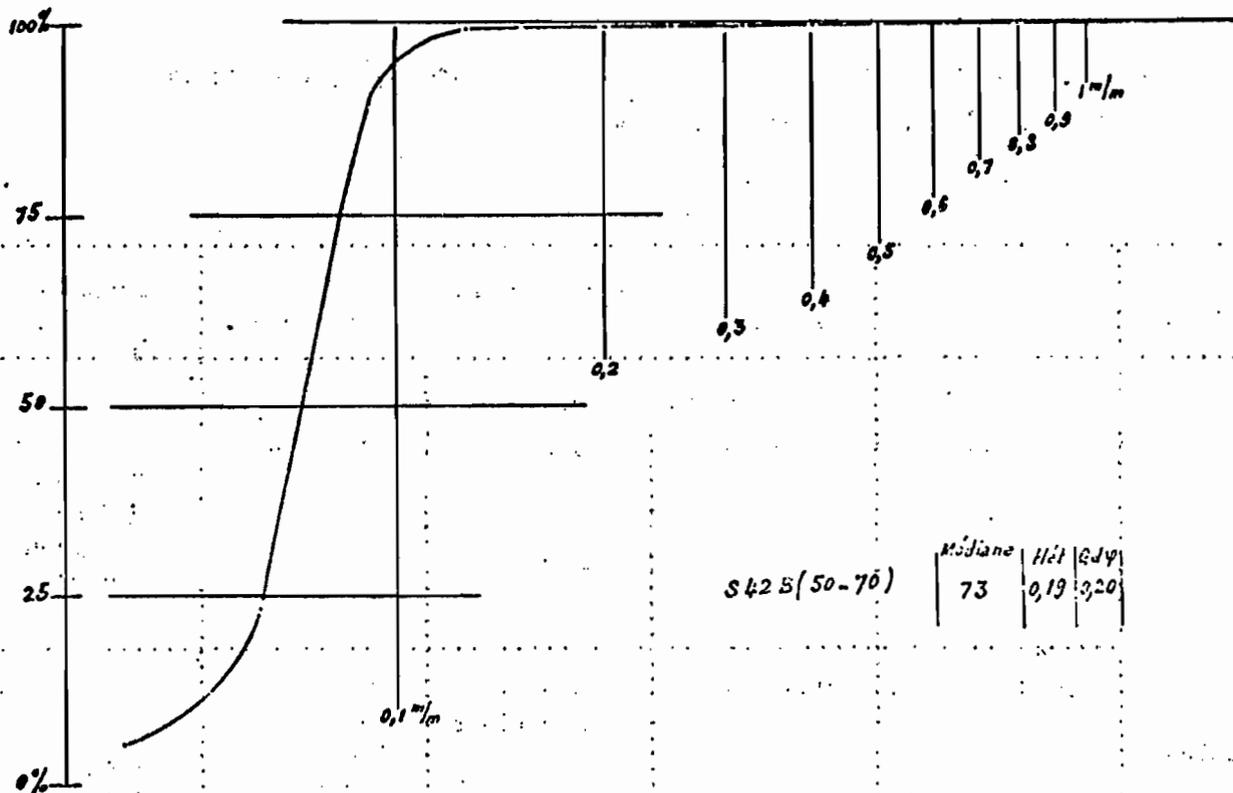


Fig. 5 - Sables fins triés des savanes de la vieille plaine côtière.
Caractéristiques granulométriques (M. SOURDAT - M. DELAUNE, 1970).

5.3. Le réseau de drainage. *hg 6*

Les sables argileux reposent donc sur des strates d'argile bariolée, niveau pratiquement horizontal et continu et sont généralement disposés sous forme d'un complexe de cordons sableux entre lesquels se situent les lignes d'écoulement ; celles-ci découpent un réseau de drainage orthogonal dont l'altération se développe par descente des éléments fins et colmatage à partir du flanc et du sommet des cordons.

On les retrouve en disposition régulière, délimitant des formes de cordons allongés et aplanis de 400 à 600 m de large ; elles sont manifestement le résultat des processus de sédimentation pour les directions dominantes parallèles à une direction S.E. - N.W. complétés par l'érosion fluviale durant la régression du dernier glaciaire (VEEN 1971) ; ce sont essentiellement les variations de la mer en rapport avec les glaciations de l'Hémisphère Nord qui ont pu jouer sur la compétence des cours d'eau. HOOK remarque la présence de marmites d'érosion sur des roches ennoyées dans les sables à la limite nord entre les savanes (Plaine côtière ancienne

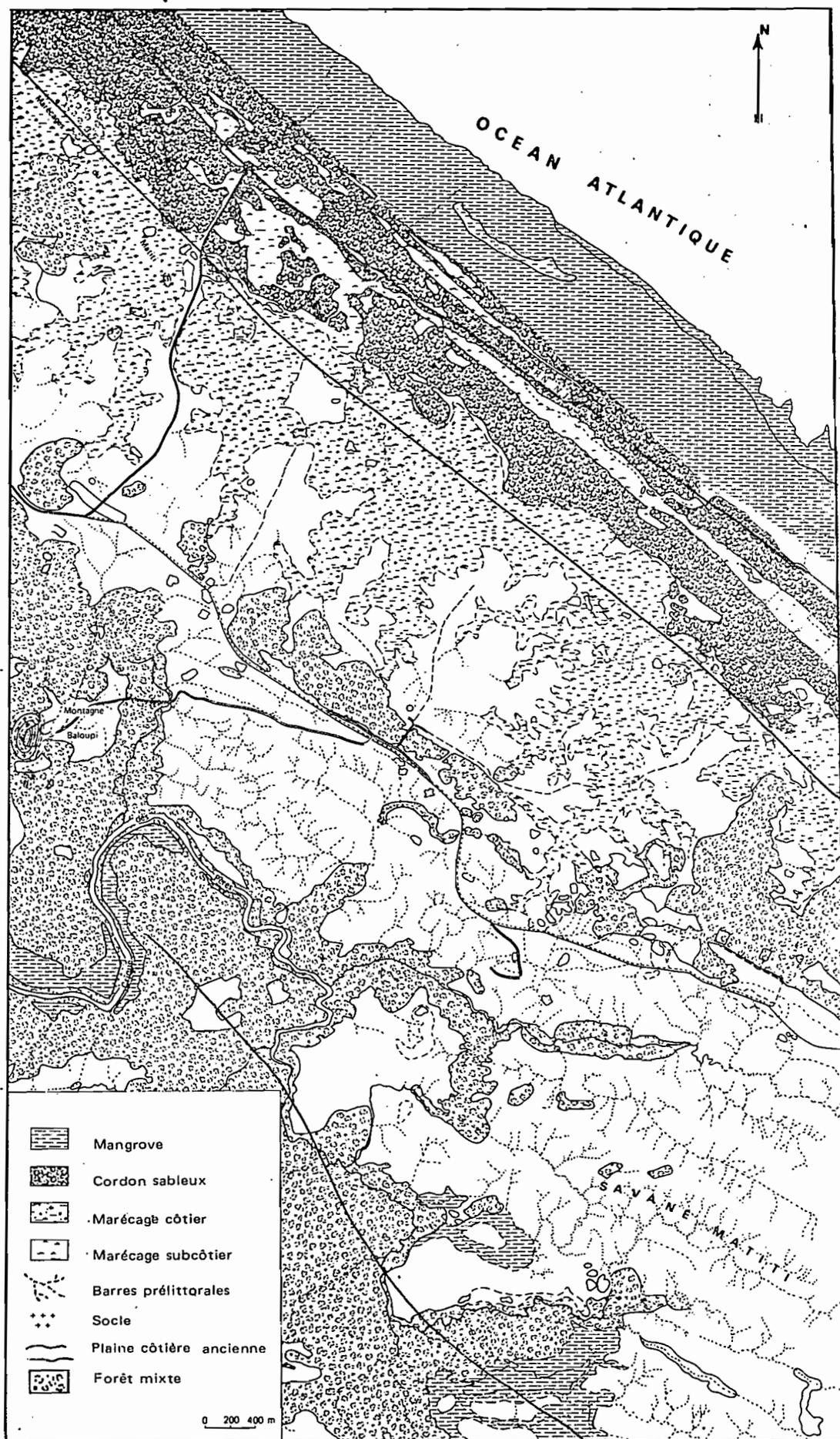


Fig. 6 — Plaine côtière de Guyane. Disposition des axes de drainage.

et les argiles Flandriennes (jeune plaine côtière) ; avant cette transgression, le réseau de drainage a dû être fonctionnel, les marmites d'érosion indiquant que les affleurements rocheux se sont trouvés, à un moment, sur le parcours d'eau circulant rapidement.

C'est durant la période suivante, les derniers 10.000 ans, la mer gagnant son niveau actuel de manière très lente, que le réseau actuel s'est mis en place, peu à peu colmaté. Au début de cette période, le niveau marin était au moins à 10 m en dessous du niveau actuel (VEEN 1971) et donc 15 m au moins en dessous du niveau le plus bas de la Plaine côtière ancienne. On note enfin (VEEN op. cit.) que la profondeur réelle des lignes d'écoulement n'excède pas dix mètres au Surinam dans le même paysage, avant d'être remplies par les dépôts Demerara et le colluvionnement actuel. Cette élévation du niveau marin doit être regardée comme principalement responsable de l'élévation progressive des niveaux de nappe.

Les dénivellations actuelles sont faibles : les traces des anciens cordons sont reconnaissables sur photos aériennes, dans les parties colmatées, alors qu'elles n'apparaissent pratiquement plus au sol. Il est possible de décrire des surfaces colmatées par colluvionnement situées à 15 m d'altitude et entièrement podzolisées. Les sols ferrallitiques apparaissent plus bas, subsistant dans des îlots mieux drainés, entourés de lignes de drainage fonctionnelles.

La cessation progressive du fonctionnement de ces lignes de drainage, est visible par la disparition progressive du Palmier *Mauritia Flexuosa* qui souligne dans la plaine côtière les axes d'écoulement encore en activité.

CHAPITRE II

LES SOLS DE LA PLAINE CÔTIÈRE DES GUYANES

A l'exception de la Plaine Côtière récente, domaine des sols minéraux bruts, sols peu évolués d'origine non climatique, d'apport modaux, hydromorphes, salés ou non suivant l'ancienneté du dépôt et l'amplitude du balancement entre influence continentale (eaux douces) et marine (eaux saumâtres ou salées), trois grandes classes de sols suivant la classification C.P.C.S. (AUBERT, SEGALEN 1965) peuvent être distinguées dans la Plaine Côtière :

Classe des Podzols et sols podzoliques

Classe des sols ferrallitiques

Classe des sols hydromorphes

Ces classes de sols sont représentées, à des degrés d'évolution variables, dans les deux séquences pédologiques qui font l'objet de notre étude, séquences qui sont développées sur matériau sédimentaire, sous végétation de savane :

- Séquence de la Savane Bordelaise
- Séquence de la Savane de Pariacabo

La dynamique de la matière organique y est plus particulièrement étudiée ; toutefois la similitude de l'évolution pédologique des séquences de sols formés sur le socle granito-gneissique, nous a paru suffisamment remarquable pour que ce chapitre comporte un bref développement sur ces dernières : la séquence de la Crique Laussat, sur manteau d'altération du socle et sous végétation forestière, est donc donnée à titre de comparaison.

1. PRESENTATION GENERALE.

1.1. Les sols ferrallitiques guyanais se développent soit sur un matériau sédimentaire dont l'origine, sans préjuger des formes passées des climats et reliefs sud-américains, se rattache directement au manteau d'altération ferrallitique qui recouvre le socle précambrien des Guyanes et dont les éléments entraînés ont été redistribués en bordure du littoral rocheux, soit sur le socle précambrien, où le manteau d'altération est d'épaisseur variable, mais toujours important (plusieurs dizaines de mètres).

a) Le concept central de la classe des sols ferrallitiques est applicable ici ; il comporte :

- altération complète des minéraux feldspathiques avec possibilité de minéraux hérités,
- abondance de quartz résiduels, élimination de la majeure partie des bases alcalines, alcalino-terreuses, d'une grande partie de la silice.
- la présence en abondance des produits de synthèse silicates d'alumine de la famille de la kaolinite ; hydroxydes et oxydes de fer (goethite, hématite et produits amorphes) hydroxydes d'alumine (gibbsite, rarement boehmite et produits amorphes).

- un profil A, B, C comprenant : l'horizon A où la matière organique est bien évoluée ; l'horizon B, le plus souvent épais où les minéraux primaires autres que le quartz et la muscovite sont rares ou absents, et où les minéraux secondaires sont essentiels. L'horizon C est variable et dépend pour beaucoup de la roche-mère ; il est caractérisé par des minéraux complètement altérés.

La pluviométrie abondante et la température contribuent en outre à l'apparition des caractéristiques suivantes :

- un complexe absorbant essentiellement caractérisé par :

- un pH acide
- une capacité d'échange faible en raison des constituants kaoliniques ou des sesquioxides
- une quantité de bases échangeables faibles
- un degré de saturation variable, généralement faible

b) Dans les conditions guyanaises (pluviométrie supérieure à 1600 mm), une sous-classe de sols est représentée : sous-classe des sols ferrallitiques fortement désaturés, caractérisés par :

- des teneurs en bases échangeables très faibles (inférieures à 1 me par 100 g de sol)
- un degré de saturation très faible (inférieur à 20 %)
- un pH très acide (de l'ordre de 5 à 5.5)

Les sols ferrallitiques décrits dans ce travail, appartiennent tous au groupe des sols lessivés : ils montrent un horizon B textural qui ne représente que la partie supérieure de l'horizon B du sol où l'indice de lessivage est toujours inférieur à 1/1,4.

c) Si dans le cas du matériau sédimentaire guyanais, la ferrallitisation peut remonter à l'origine du sédiment, le climat actuel est favorable à l'hydrolyse acide des éléments minéraux, à la désaturation du complexe absorbant, au lessivage ou à l'appauvrissement en argile, à l'induration à des niveaux préférentiels des oxydes et hydroxydes de fer. L'alternance d'humidité et de sécheresse, liée au battement d'une nappe dans les profils, ou à une saturation maximum en saison des pluies, contribue enfin à la différenciation des profils.

1.2. Les sols podzoliques et les podzols.

a) Dans le matériau sédimentaire, ils présentent tous un horizon éluvial très blanchi, réduit à un sable quartzeux, et un horizon B illuvial, à teneurs élevées en sesquioxides, en matière organique à rapport C/N élevé, avec présence d'enrobage de fer et de matière organique autour des particules minérales.

L'hydromorphie atteint les horizons superficiels, le pseudo-gley et le gley peuvent être observés sous l'horizon Bh d'accumulation humique : les podzols hydromorphes à alios sont communément décrits dans les savanes côtières de Guyane.

b) Les podzols développés sur le manteau d'altération du socle présentent plusieurs caractéristiques dont la plus importante est la formation de profils très profonds constitués essentiellement de sables grossiers blanchis, dans lesquels on note la relative rareté d'apparition d'horizons Bh indurés ou nettement marqués (HEYLIGERS 1963, KLINGE 1965, TURENNE 1972, BLANCANEUX 1974). Lorsque cet horizon d'accumulation existe, on note une cimentation très forte et une épaisseur parfois considérable (4 mètres, cité par HEYLIGERS (1963). Le matériau est dans tous les cas, de texture grossière constituée de sables grossiers et moyens (95 % de sables se répartissent entre 25 et 35 % de diamètre entre 0.05 et 0.2 mm, 60 à 70 % entre 0.2 à 2 mm).

Le drainage dans les parties sableuses est rapide et on peut attribuer à ce caractère la rareté d'apparition de l'horizon Bh qui ne se manifeste (HEYLIGERS op. cit., TURENNE 1969) qu'en bordure des plateaux ; il apparaît par contre chaque fois que se manifeste un niveau d'arrêt à la circulation des eaux.

c) Caractères de la matière organique. Sous forêt, l'humus de type mor ou moder peut être aisément caractérisé sur matériau sédimentaire ou sur socle : le développement des horizons supérieurs caractéristiques d'un profil podzolique A_{oo}, A_o, A₁, A₂ est complet (J.F. TURENNE 1969) ; les couches L, F, H dans la partie superficielle sont reconnaissables.

Sous végétation de savane, les horizons A_{oo}, A_o de matière organique brute ou peu évoluée (mor) sont absents : on ne peut décrire qu'une mince pellicule squameuse, mélange d'algues, de sables, de débris végétaux fins, épars à la surface du sol, entre les touffes de végétation ; il est impossible de caractériser morphologiquement un humus de type mor sous savane. Cette

absence de matière organique brute à la surface des sols podzoliques a été récemment signalée par BRAMMER (1973) pour des podzols sous savane en Gambie, dans des conditions sensiblement différentes de celles des savanes guyanaises : en particulier pluviométrie de 1000 mm, température de 17°5 à 26°.

On peut donc constater le développement d'une morphologie podzolique, sans la présence de matière organique brute ou humus de type mor. Cette matière organique brute, visible, ne paraît pas essentielle dans ces cas précis, au développement du sol podzolique. Ceci est à rapprocher du fait que les caractères des substances organiques hydrosolubles (DAVIS 1970, BRUCKERT et ALTER 1971) ou humiques (TURENNE 1973) sont déterminantes dans l'évolution podzolique, quelle que soit leur source (litière ou pluviolessivats). Ce point sera précisé ultérieurement lors de la caractérisation des différents types de matière organique, sous savane. C'est donc ici l'horizon spodique qui intervient pour la définition du sol podzolique.

1.3. Les sols hydromorphes.

L'excès d'eau domine l'évolution des profils et produit un engorgement temporaire ou permanent de partie ou totalité du profil. Cet excès est généralement lié à l'arrêt de l'écoulement de la nappe au niveau des cordons marins littoraux récents ; cette hydromorphie se traduit par la présence d'un gley et/ou d'un pseudo-gley.

Dans le cas des savanes, ces sols possèdent moins de 8 % de matière organique sur une profondeur de 20 cm et plus. Le gley est proche de la surface, l'horizon A₂ blanchi rappelle une morphologie podzolique, mais on ne peut décrire d'accumulation profonde de matière organique sous forme de B humique, à l'exception de traînées diffuses brunes, verticales dans l'horizon A₂.

1.4. Répartition des sols.

Sols hydromorphes, sols ferrallitiques, podzols, ne sont pas répartis au hasard de la mosaïque de sols : sous forêt dense sur manteau d'altération du socle à pente forte, ou sous végétation de savane à ondulations

du relief effacées, le nivellement topographique permet de constater une disposition des sols les uns par rapport aux autres, où les sols podzoliques et les podzols se retrouvent au sommet de la séquence, les sols ferrallitiques les moins différenciés à la rupture de pente et vers l'aval, enfin les sols hydromorphes ou à nouveau des sols à morphologie podzolique, à l'aval, dans la position la plus basse : ces derniers ont été décrits notamment au Surinam par VEEN 1970, qui analyse des séquences sols ferrallitiques, podzols, sols hydromorphes d'amont à l'aval, les sols ferrallitiques se trouvant sur la crête. Notre étude s'attachera plus particulièrement à la description de la répartition sols podzoliques à l'amont, sols ferrallitiques à l'aval, les podzols occupant le sommet.

Les séquences retenues sur socle ou sur matériau sédimentaire, possèdent dans leur ensemble des caractères bien définis :

- les variations latérales le long de la pente sont importantes et rapides.
- le stade d'évolution podzolique est nettement défini et se situe au sommet de la forme de relief.
- dans chaque cas la différenciation s'exerce sur un matériau homogène (sables fins triés argileux des savanes, arène dérivée du socle granito-gneissique sous forêt dense).
- le passage d'une morphologie podzolique à la morphologie ferrallitique s'effectue en quelques mètres, pratiquement sur des distances inférieures à 10 mètres.

Nous présentons donc en premier lieu et ensemble les séquences observées sur matériau sédimentaire. Nous traiterons de la séquence sur le socle granito-gneissique, au paragraphe 3 de ce chapitre.

2. LES SEQUENCES DE SOL DANS LE PAYSAGE SEDIMENTAIRE DES SAVANES : Exemple de la Savane Bordelaise et de la Savane de Pariacabo.

2.1. Situation, Modelé, Topographie, Végétation. Fig. 7 a, 7 b.

2.1.1. Situation.

Ces deux séquences sont présentées simultanément : elles comportent toutes deux le passage du sol podzolique au sol ferrallitique ; ce passage

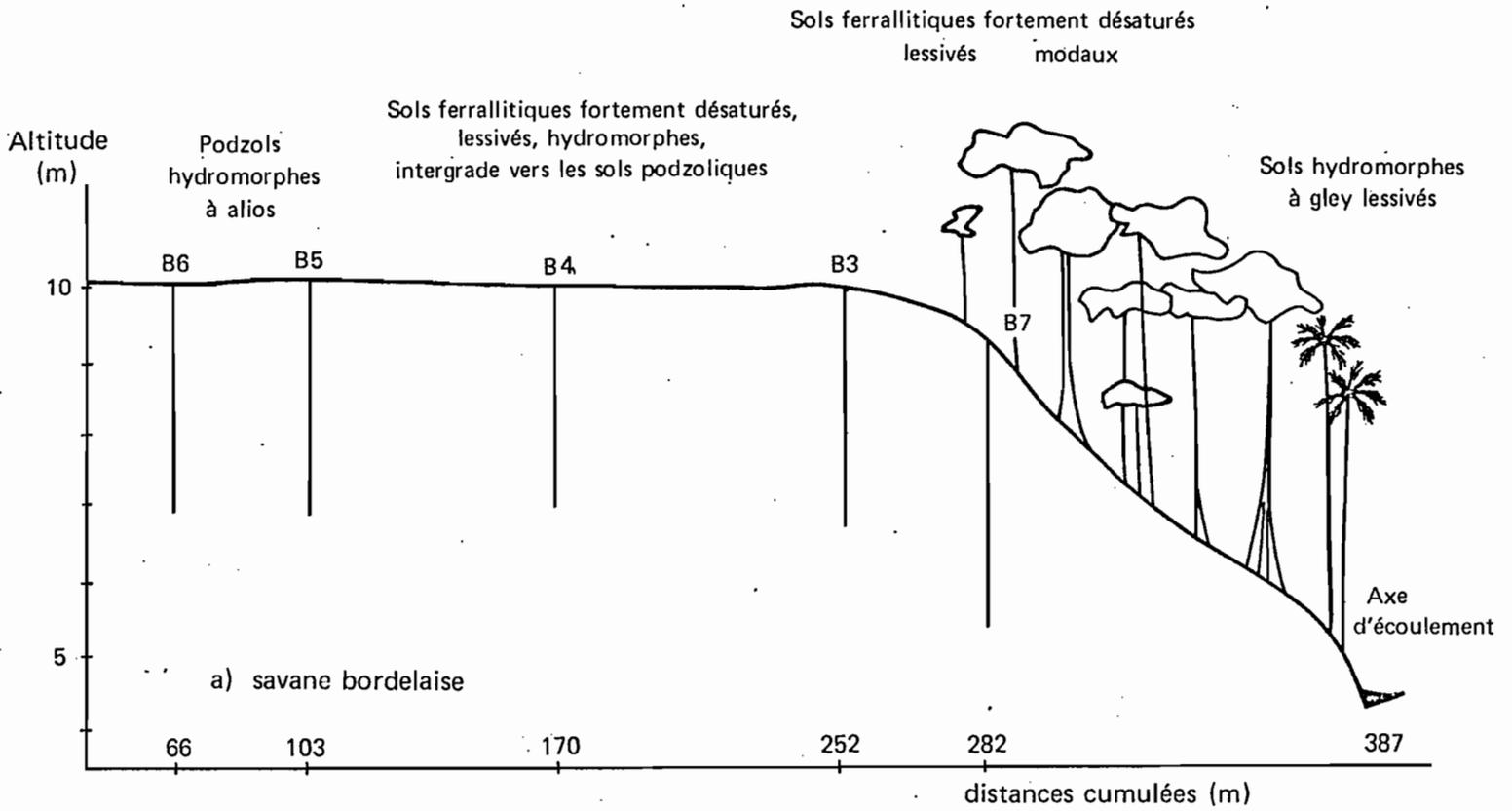
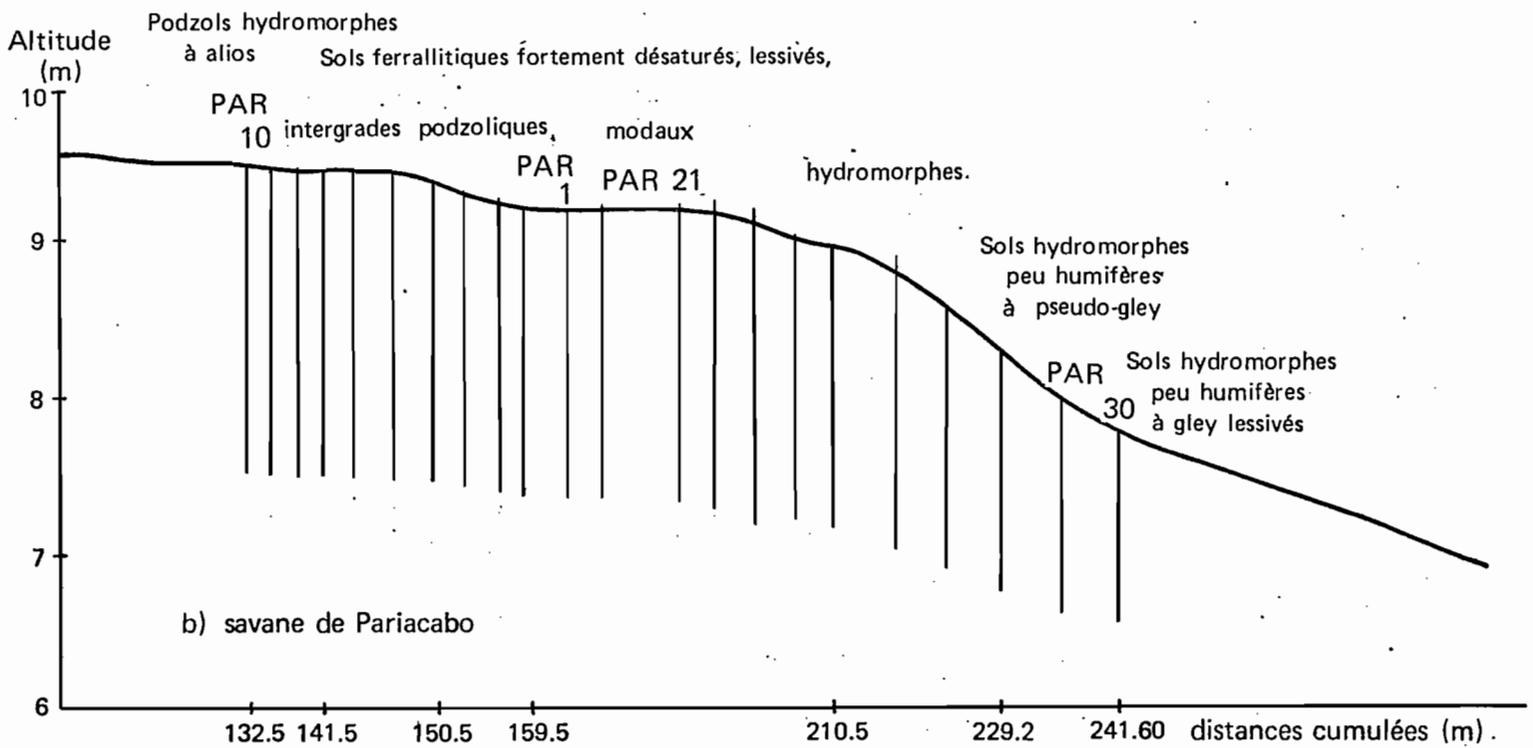


Fig. 7 – Répartition des sols, localisation des profils



s'effectue sous végétation de savane, l'altitude relative des sommets, 10 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, est identique.

La séquence de sols de la Savane de Pariacabo est décrite à partir d'une tranchée de 186 m de long, sur plus de trois mètres de profondeur, creusée deux ans environ avant l'observation pour des besoins de génie civil.

La séquence de la Savane Bordelaise est décrite à partir de 5 profils répartis sur une distance de 383 m ; elle est étudiée :

- par des prélèvements mensuels réguliers des horizons de surface que l'on relie aisément aux périodes climatiques remarquables,

- par des prélèvements de profils complets, effectués également en fonction de ces périodes climatiques et correspondant à des situations de Saison sèche, de période préhumide (réhumectation) humide (saturation) post-humide (assèchement).

Nous considérerons dans cette étude que la séquence de Pariacabo, isolée des variations saisonnières de nappe, présente des caractères figés, représentatifs d'un état à un moment donné (saison sèche) et fournit donc une photographie, un instantané, de l'arrangement latéral des unités pédologiques.

La séquence de la Savane Bordelaise par contre, offre la description de profils in situ, et l'étude de ces profils à différents moments climatiques est une bonne approche de la dynamique actuelle.

Les résultats de l'une et de l'autre séquence sont interprétables, dans la mesure où chaque profil de la Savane Bordelaise peut être "rapporté" au profil homologue de la Savane de Pariacabo et réciproquement.

L'étude des deux séquences n'est donc pas dissociée et nous passerons de l'une à l'autre constamment. Successivement, nous décrirons pour chaque profil type, la situation, les horizons caractéristiques ; l'organisation latérale des séquences permettra en même temps que l'étude de la nappe, de préciser les conditions édaphiques indispensables à la compréhension de l'évolution organique : celle-ci n'est pas abordée dans ce chapitre, on démontrera plus loin que son étude nécessite une connaissance rigoureuse du milieu physique, et que l'évolution rapide des composants interdit de citer des chiffres autrement que reliés à un état climatique précis.

2.1.2. Modelé et topographie.

Les deux séquences appartiennent à la Plaine Côtière ancienne de Guyane : paysage ouvert où la végétation forestière existe sous forme de forêt galerie ou de bosquets localisés aux bordures des formes de relief ; c'est le cas de la Savane Bordelaise où la pente menant à l'axe de drainage est couvert de forêt ; c'est aussi l'endroit où la différence de niveau entre le sommet et l'axe de drainage fonctionnel est de 6.44 mètres.

Dans le cas de la Savane de Pariacabo, la différence entre le sommet de cordon et l'axe de drainage n'est plus que de 4.30 mètres. Cet axe ne fonctionne que par intermittence et rejoint plus loin un axe fonctionnel où l'on retrouve des lambeaux forestiers, dès que le réseau s'approfondit. Les modifications des conditions édaphiques paraissent donc influencer sur le développement de la forêt.

Bien que de faibles différences de niveau soient constatées entre la surface des sols ferrallitiques et des sols podzoliques (18 cm dans la Savane de Pariacabo, 16 cm dans la Savane Bordelaise), il est nécessaire dans une perspective dynamique de se référer chaque fois à la position des sols par rapport à l'axe de drainage et au déplacement latéral des eaux de percolation : dans cet esprit, les sols ferrallitiques se situent en aval des sols podzoliques et des podzols.

2.1.3. Végétation.

Dans les deux séquences la végétation montre une image fidèle à la nature des sols sous-jacents : savane basse à Paspalum et Rhynchospora sur les podzols et sols podzoliques, savane haute herbeuse sur les sols ferrallitiques. La transition se fait par un mélange des deux groupements végétaux où subsiste par place des touffes d'Axonopus fissifolis et Trachypogon plumosus, avec l'apparition de Paspalum et Rhynchospora.

2.2. Les profils types des sols de la Plaine Côtière ancienne. La Savane Bordelaise.

Les profils types sont décrits dans la Savane Bordelaise, coordonnées 4° 58' 24" N, 52° 28' 46" W, feuille I.G.N. NB 22 II-4-C Cayenne à 1/50.000è. Le climat de la zone est donné par la Station de Kourou (1956-1965) (2221 mm, 26° 2).

A la description des profils de sols de savane, sont ajoutées les descriptions de profils observés sous forêt dans la plaine côtière sur le même matériau sédimentaire ; ceci permet de dégager des comparaisons utiles pour la compréhension de la répartition de la matière organique. Ces comparaisons seront reprises en effet, pour les horizons de surface, au moment de l'étude de l'évolution saisonnière.

2.2.1. Les Sols Ferrallitiques.

A. Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé - sous végétation de savane -

Profil type B3

- altitude approximative : 10 m
- topographie : plane
- roche-mère : sables fins argileux
- végétation : savane haute herbeuse à *Schyzachirium* et *Trachypogon*.

Description du Profil B3.

A 11	1 - 17 cm	brun à gris brun, 10 YR 4/1, sable fin légèrement argileux, structure particulière à grumelleuse moyenne mal définie à agrégats de sables ; nombreuses racines fines, bonne porosité, friable, transition assez nette à
A 12	17 - 40 cm	beige à beige brun, 10 YR 5/2 à trainées brunes diffuses d'imprégnation humique, couleur passant progressivement à beige jaune, sableux légèrement argileux, structure fondue à débit polyédrique mal définie, cohérent, consistance faible, porosité tubulaire assez bonne, transition progressive à
A 2	40 - 80 cm	beige jaune 10 YR 5/6, sableux argileux structure massive à débit polyédrique grossier ferme, un peu friable, macroporosité tubulaire bonne, microporosité moyenne, transition assez nette à
B 1	80 - 127 cm	beige jaune, 10 YR 5/8, à taches rouille, petites, nombreuses, moyennement définies, à débit polyédrique sablo argileux à argilo sableux assez compact, macroporosité et microporosité moyenne, quelques racines fines, verticales. Transition graduelle à
B 21 on	127 - 140 cm	beige jaune, 10 YR 5/8 à plages ocres et concrétions rouille ocre à rouges, 2,5 YR 4/6, durcies, argile - sableux à sablo-argileux, structure fondue à polyédrique moyenne, à débit polyédrique, macroporosité tubulaire moyenne, microporosité moyenne à faible transition progressive à

	140 - 200 cm	beige à beige jaune, 10 YR 5/8 à plages ocres et beige à concrétions rouille indurées assez grosses (2 à 6 cm) ; sableux argileux à argilo sableux
B 22 cm		progressivement plus sableux vers la base, structure fondue à débit polyédrique moyen, microporosité et macroporosité faibles, transition assez nette à
	200 - 240 cm	beige à beige jaune 10 YR 5/8 à plages ocres à beige gris, concrétions rouille indurées, friables à l'ongle, sableux à sableux argileux, structure fondue, microporosité et macroporosité faibles à moyennes.
C (g)		

B. Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé modal sous forêt.

Profil type B7

- altitude approximative : 9 m
- topographie : plane, à légère pente vers l'axe de drainage
- roche-mère : sables fins argileux
- végétation : forêt mixte du type dense humide.

Description du Profil B7.

	1 - 4 cm	litière de feuilles en surface, couleur brune à quelques poches de sables gris à beige jaune sableux légèrement argileux, structure grumeleuse mal définie, friable, fin chevelu racinaire à partir de grosses racines subhorizontales, transition nette à
A 11		
	4 - 19 cm	brun à brun gris 10 YR 5/2 sableux à sablo-argileux, structure grumeleuse mal définie à débit particulière friable, porosité moyenne, matière organique peu mêlée à la matière minérale, fin chevelu racinaire, transition nette à
A 12		
	19 - 46 cm	beige jaune 10 YR 5/6 à taches brunes de migration de matière organique, sableux à sablo-argileux, structure polyédrique mal définie à débit particulière, biopores abondants, quelques petites racines à direction horizontale à subhorizontale, transition assez nette à
A 2		
	46 - 63 cm	beige jaune 10 YR 6/8 à petites taches rouille à la base de l'horizon, structure fondue à débit polyédrique, porosité moyenne, friable, cohérent, transition nette à
A 3		
	63 - 105 cm	beige jaune 7,5 YR 6/8 à taches ocres diffuses 2,5 YR 5/6 assez bien délimitées, plus marquées que dans l'horizon supérieur, sable fin argileux, structure massive à débit polyédrique grossier, porosité moyenne, macroporosité tubulaire à revêtements bruns le long des parois de biopores, transition progressive à
B 21 (g)		

105 - 180 cm humide beige ocre 7,5 YR 7/8 à beige jaune à
B 22 (g) cm quelques taches rouille, passant à petites concrétions friables, sablo-argileux, structure fondue à débit polyédrique grossier mal défini, porosité tubulaire bonne, quelques racines petites verticales.

C. Les résultats des Analyses de caractérisation. (tableau n° 7)

1 - Les horizons du profil pédologique.

Les sols ferrallitiques formés sur le matériau sédimentaire sablo fin argileux, sont tous lessivés et fortement désaturés ; le rapport de lessivage apparent dans les profils étudiés varie entre 1/2.0 à 1/3.5 en moyenne 1/2.75. La désaturation est forte ; le rapport S/T est inférieur ou égal à 15 dans l'horizon B, avec des valeurs de S n'excédant pas 1 me en A₁, toujours inférieures à 0,5 me en B.

La faible épaisseur du sédiment au-dessus d'un niveau argileux sous-jacent horizontal entraîne le battement de la nappe durant l'année, battement qui ne dépasse jamais et atteint rarement la partie supérieure de l'horizon B.

Sous savane la couverture végétale à base de *Trachypogon* et *Schyzachirium* est bien réalisée et de nombreuses racines fines se répartissent de manière homogène. L'horizon A₁ est assez épais, de couleur générale brun à brun gris (10 YR 5/4) relativement bien pourvu en matière organique, bien mêlée à la matière minérale (teneur moyenne 13 %) et à caractère d'évolution rapide : transition abrupte entre quelques rares débris végétaux en surface et la matière "humifiée".

Sous forêt une mince litière recouvre partiellement le sol et on passe sans transition à l'horizon A₁ ; les teneurs en matière organique sont plus élevées (40 %) ce qui entraîne une capacité d'échange plus forte que sous savane.

L'horizon éluvié A₂ est marqué par une couleur plus claire (10 YR 5/6) et porte parfois trace de migration diffuse de matière organique.

On note la pénétration profonde de la matière organique, la diminution régulière des teneurs en C % avec la profondeur (courbe de répartition concave) :

- la pénétration très profonde des acides fulviques,
- un taux d'extraction maximum dans l'horizon A₃B immédiatement au-dessus de l'horizon d'accumulation d'argile. Ce taux maximum correspond chaque fois au maximum du rapport Carbone fulvique/Carbone total.

L'horizon d'accumulation B textural est partout discernable en profondeur et se distingue par une cohérence plus forte, une couleur plus intense (10 YR 5/8 sous savane 7.5 YR 6/8 sous forêt), une plus grande quantité d'argile appréciable à l'observation macromorphologique, et quelques rares revêtements argileux dans les tubes ou macropores.

Cet horizon est relativement profond - on peut le reconnaître de 80 cm à 190 cm, en moyenne à 119 cm sous la surface ; il est lié à la texture plus argileuse.

Dans cet horizon on peut décrire deux sous-horizons :

- B 21 (g) - moyennement argileux à petites taches rouille,
- B 22 (g) - à teneurs en argile plus élevée, à différenciation maximale, et en à concrétions ferrugineuses.

Dans ce matériau homogène les caractères apparents d'une illuviation sont accentués : à l'horizon argilique correspond l'horizon d'accumulation de fer.

La vie animale est intense dans tout le profil (galeries, tubes etc...). Les transitions entre horizons sont rapides sous savane, plus graduelles sous forêt ; ce dernier point peut être relié à la position topographique, le sol forestier étant moins soumis au battement de la nappe.

* Les notations g ou (g) seront employées ici dans le sens utilisé par BOCQUIER (1973) : g couleur tachetée ou blanchie liée à une hydromorphie temporaire (s'applique aussi aux horizons B et C), (g) éclaircissement correspondant à la frange capillaire de la nappe perchée temporaire, en concrétions ferrugineuses essentiellement.

Tableau 7 — LES SOLS DE LA PLAINE COTIERE DE GUYANE — CARACTERES ANALYTIQUES

B 3 — Sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé, modal, sur sables fins argileux, sous savane.

Ech.	Prof. cm	Horizon	GRANULOMETRIE					MATIERE ORGANIQUE							pH	Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T	Fer libre	Fer total		
			Refus	Arg.	If	Ig	sf	sg	C %	N %	C/N	Acide Hum.	Acide Fulv.	Taux Extr.											AF/AH	AF/C %
JUB 31	1- 15	A 11	—	7,6	3,8	4,2	80,6	1,3	13,1	0,91	14,4	1,9	1,40	25,20	0,73	10,6	5,2	0,51	0,19	0,14	0,09	0,93	3,54	26,6	1,00	1,50
32	20- 40	A 12	1,2	8,0	4,6	6,2	79,3	1,4	5,3	0,45	11,8	0,6	1,30	35,80	2,16	24,5	5,3	0,18	0,08	0,03	0,03	0,32	2,10	15,6	1,10	1,50
33	40- 60	A 2	—	8,4	5,0	6,7	78,6	1,2	4,1	0,31	13,1	0,5	1,00	36,50	2,00	24,3	5,3	0,32	0,08	0,05	0,47	2,00	23,5	0,90	1,60	
34	60- 80	A 2	—	8,8	5,7	7,2	77,2	1,1	3,6	0,28	12,9	0,4	0,90	36,10	2,25	25,0	5,5	0,24	0,05	0,12	0,05	0,46	1,90	25,0	0,80	1,80
35	85-110	B 1	1,3	12,1	6,8	6,6	73,3	1,1	3,2	0,31	10,3	0,3	0,80	30,50	2,66	25,0	5,4	0,21	0,06	0,03	0,03	0,33	2,40	14,0	1,40	2,90
36	120-140	B 21 cn	7,3	16,2	7,8	4,7	70,2	1,3	2,9	0,31	9,4	—	0,60	24,10	—	20,6	5,2	0,09	0,07	0,03	0,03	0,22	2,80	8,0	3,90	6,60
37	140-160	B 22 cn	—	15,9	8,6	4,3	70,0	0,8	2,4	0,28	8,4	—	0,40	16,60	—	16,6	5,2	—	0,11	0,03	0,05	0,19	3,50	5,4	4,10	6,40
38	180-200	B 22 cn	1,3	14,9	9,9	5,3	69,6	0,9	1,8	0,31	5,7	—	0,20	11,10	—	11,1	5,1	0,01	0,14	0,05	0,09	0,19	4,50	6,4	4,10	6,40
39*	210-230	C(g)	—	8,8	7,6	4,9	78,1	0,8	2,4	0,35	6,8	—	0,30	12,50	—	12,5	5,2	—	0,18	0,04	0,02	0,24	6,50	3,7	3,20	4,90

* BOC 39

B 7 — Sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé, modal sous forêt.

Ech.	Prof. cm	Horizon	GRANULOMETRIE					MATIERE ORGANIQUE							pH	Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T	Fer libre	Fer total		
			Refus	Arg.	If	Ig	sf	sg	C %	N %	C/N	Acide Hum.	Acide Fulv.	Taux Extr.											AF/AH	AF/C %
B 70	1- 4	A 11	1,5	7,0	3,0	7,5	79,0	2,0	40,6	1,65	24,3	4,8	4,03	39,73	0,83	9,9	5,1	0,81	1,04	0,19	0,08	2,12	10,36	20,4	0,70	0,86
71	4- 19	A 12	1,5	7,5	4,0	6,0	77,5	1,5	12,5	0,59	21,2	2,1	1,90	32,00	0,90	15,2	4,9	0,09	0,31	0,13	0,05	0,58	5,30	10,9	0,70	1,10
72	19- 46	A 2	0,1	9,5	4,5	7,5	75,5	1,0	3,6	0,59	6,1	0,2	1,30	41,70	6,50	36,1	4,4	0,06	0,12	0,08	0,27	0,53	2,15	24,7	1,10	1,50
73	46- 63	A 3	0,8	12,5	6,0	7,5	71,0	1,5	3,5	0,38	9,2	0,3	1,40	48,60	4,60	40,1	5,2	0,05	0,08	0,06	0,10	0,29	2,55	11,4	1,40	2,68
74	63-105	B 21 (g)	0,9	25,0	6,0	5,5	60,0	1,0	3,6	0,49	7,3	0,1	1,20	36,10	12,00	33,3	5,1	—	0,34	0,09	0,02	0,45	3,50	12,6	1,85	5,75
75	105-180	B 22 (g) cn	3,5	17,5	8,5	4,5	66,5	0,5	2,1	0,31	6,7	0,1	0,50	28,60	5,00	23,8	5,1	—	0,13	0,08	0,04	0,25	3,20	7,8	2,65	7,55

B 4 — Sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé, hydromorphe, intergrade vers les sols podzoliques, sur sables fins argileux, sous savane.

Ech.	Prof. cm	Horizon	GRANULOMETRIE					MATIERE ORGANIQUE							pH	Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T	Fer libre	Fer total		
			Refus	Arg.	If	Ig	sf	sg	C %	N %	C/N	Acide Hum.	Acide Fulv.	Taux Extr.											AF/AH	AF/C %
JLB 41	1- 18	A 11	0,3	4,7	2,1	4,6	85,4	0,8	12,6	0,73	17,3	1,4	1,30	21,40	0,92	10,3	5,3	0,12	0,07	0,04	0,06	0,29	2,60	11,2	0,60	0,90
42	18- 29	A 12	0,2	2,4	2,1	6,0	87,1	1,4	2,3	0,28	8,3	0,2	0,40	26,80	2,00	17,4	5,5	—	0,02	0,01	0,01	0,04	0,60	6,6	0,30	0,40
43	29- 50	A 2	1,0	3,6	3,0	6,5	84,3	1,9	2,4	0,28	8,6	0,2	0,80	41,60	4,00	33,3	5,5	0,01	0,02	0,05	0,11	0,19	0,70	27,1	0,20	0,80
44	50- 65	A 2/B (g)	1,1	9,4	5,7	6,3	75,1	1,8	4,7	0,42	11,1	0,2	0,60	38,20	3,00	12,7	5,4	—	0,02	0,05	0,06	0,13	1,70	7,9	0,80	3,50
45	65- 90	B 2 g	5,7	21,9	5,8	4,4	66,4	0,9	2,8	0,35	8,0	0,2	0,40	21,40	2,00	14,2	5,3	—	0,01	0,03	0,04	0,08	3,00	2,7	1,60	6,90
46	90-140	B' 2 g	5,7	14,2	7,5	4,5	73,1	0,7	1,4	0,28	5,0	0,1	0,20	21,40	2,00	14,0	5,1	0,11	0,06	0,21	0,09	0,47	4,30	10,9	2,10	5,00
47*	140-200	C g	—	6,2	7,0	4,9	81,4	0,9	0,7	0,42	1,5	—	0,10	14,20	—	14,2	5,1	—	0,15	0,03	0,01	0,19	6,90	2,8	2,00	3,70

* BOC 47

Tableau 7 (suite)

B 6 — Podzol à gley, à alios, sous végétation de savane.

Ech.	Prof. cm	Horizon	GRANULOMETRIE						MATIERE ORGANIQUE								pH	Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T	Fer libre	Fer total
			Refus	Arg.	lf	lg	sf	sg	C ‰	N ‰	C/N	Acide Hum.	Acide Fulv.	Taux Extr.	AF/AH	AF/C %										
BOC 61	1- 7	A 11	0,90	3,0	2,8	5,8	86,0	0,9	10,2	0,98	10,4	1,20	0,7	18,6	0,58	6,80	5,3	0,12	0,08	0,04	0,01	0,25	2,4	10,4		0,60
62	7- 18	A 12	0,30	2,2	2,2	5,7	88,4	0,7	4,4	0,52	8,5	0,60	0,4	22,7	0,66	9,00	5,5	—	0,01	0,01	—	0,02	2,2	0,9		0,20
63	18- 28	A 21	—	1,3	2,1	5,1	89,5	1,4	1,4	0,28	5,0	0,10	0,2	21,4	2,00	14,30	6,4*	—	0,01	0,01	—	0,02	0,6	3,6		0,20
64	28- 33	A 22	0,30	4,3	5,1	6,3	81,5	1,5	2,4	0,35	6,8	0,30	1,0	54,1	3,30	41,60	5,6	—	0,01	0,01	—	0,02	1,1	1,8		0,30
65	33- 43	B 1 h	4,80	9,5	7,7	4,4	73,5	2,4	9,6	0,52	18,5	0,80	5,2	62,5	6,50	54,16	5,5	—	0,01	0,01	—	0,02	3,7	0,5		1,30
66	48- 58	B 2 h cn	6,40	10,6	8,2	7,3	62,5	8,1	15,1	0,63	24,0	0,80	8,9	64,2	11,25	58,90	5,5	—	0,01	0,03	0,03	0,07	6,5	1,1		4,10
67	80-100	Bs (g)	1,60	17,8	8,0	3,5	67,5	2,1	2,9	0,35	8,1	0,10	1,1	41,3	11,00	37,90	5,1	—	0,04	0,01	0,01	0,06	7,3	0,8		7,90
68	120-150	B' (g)	2,70	17,5	8,3	2,5	70,0	1,2	1,6	0,35	4,7	—	0,4	25,0	—	25,00	4,9	—	0,04	0,03	0,02	0,09	5,5	1,7		6,60
69	180-200	C G	—	6,9	6,7	4,3	81,0	0,7	0,9	0,31	2,8	—	0,1	11,0	—	11,00	5,0	—	0,29	0,04	0,02	0,35	5,9	6,0		5,30

K 2 — Podzol à gley, à alios, sous végétation forestière.

Ech.	Prof. cm	Horizon	GRANULOMETRIE						MATIERE ORGANIQUE								pH	Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T	Fer libre	Fer total
			Refus	Arg.	lf	lg	sf	sg	C ‰	N ‰	C/N	Acide Hum.	Acide Fulv.	Taux Extr.	AF/AH	AF/C %										
K 21	1- 7	A 11	4,50	2,5	0,5	3,0	82,0	2,0	32,8	1,54	21,3	2,00	0,6	7,9	0,30	1,80	4,6	0,13	0,12	0,11	0,12	0,48	5,9	8,1	0,07	0,10
22	7- 24	A 12	0,30	1,0	1,5	2,5	91,0	1,6	10,3	0,42	24,4	1,10	0,2	12,6	0,18	1,90	5,2	0,08	0,01	0,01	0,05	0,15	1,7	8,8	0,03	0,10
23	24- 60	A 21	0,10	1,0	1,0	2,5	93,0	2,1	1,7	0,10	17,2	0,20	0,1	17,6	0,50	5,80	6,3*	0,08	0,01	0,02	0,01	0,12	0,5	2,4	0,04	0,10
24	60-120	A 22	0,10	1,0	1,5	2,0	93,0	2,6	1,9	0,10	19,0	0,08	0,1	5,3	1,25	5,20	6,4*	0,08	0,01	0,01	0,01	0,11	0,3	36,7	0,06	0,10
25	120-140	B 1 h	0,01	6,0	3,0	1,5	78,0	7,0	30,2	0,52	58,0	3,00	6,9	22,8	2,30	22,80	4,9	0,04	0,01	0,01	0,02	0,08	3,5	2,3	0,02	0,15
26	150-160	B 2 h	0,05	7,0	1,5	1,0	80,0	4,7	29,8	0,52	57,3	5,00	17,9	59,1	3,58	60,00	4,7	0,04	0,01	0,01	0,02	0,08	9,2	0,9	0,03	0,15

* Valeurs aberrantes (sable pur)

2 - L'observation micromorphologique.

Elle vient infléchir les résultats de l'observation macromorphologique : en effet, l'horizon B montre rarement des revêtements orientés. Les vides ne sont pas le siège d'une accumulation sous forme de ferri-argilanes ou argilanes ; on décrit par contre quelques papules indiquant que l'horizon est le siège d'une désorganisation et suggérant (VEEN 1970) une illuviation ancienne.

Enfin, des figures de déferrification nettes indiquent une différenciation actuelle plutôt liée à l'hydromorphie : il n'existerait donc pas de pédogénèse d'illuviation mais plutôt une pédogénèse d'hydromorphie.

Ces brefs commentaires reprennent les observations et conclusions de VEEN (op. cit.) qui note dans des sols homologues en Surinam, des figures de nodules ferrugineux développant des traits pédologiques liés à des alternances de réduction et d'oxydation ; il décrit dans des concrétions de l'horizon B₂ on des argiles orientées, qui l'amènent à admettre que l'illuviation a pris place antérieurement et que quelques nodules ont pu être conservés par infiltration de fer et induration liée aux conditions hydromorphes.

3 - Classification.

Pour la classification française, ces sols prennent place dans les sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés, hydromorphes (ou non), sur sables fins argileux. VEEN, au Surinam, compte tenu des remarques ci-dessus, et constatant que l'on peut observer par ailleurs un plasma riche en fer qui fait penser à un plasma d'altération, estime que l'altération ferrallitique est discernable ; ce qui l'amène à classer ce type de sol : distropeptic haplorthox.

2.2.2. Sols intergrades, sols podzoliques - sols ferrallitiques.

A. Sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés, hydromorphes, intergrades vers les sols podzoliques.

Profil type B4

- altitude : 10 m
- topographie : plane
- roche-mère : sables fins argileux

- végétation : savane haute herbeuse à Schyzachirium et Trachypogon et formation de transition vers la savane basse à Rhynchospora et Bulbostylis lanata.

Description du Profil B4.

- 1 - 18 cm gris brun, 10 YR 5/1 à quelques taches de ségrégation de matière organique brun à brun gris sur fond matriciel plus clair, sableux, particulaire, friable ; nombreuses racines fines ; quelques sables fins blanchis transition progressive à
- A 11
- 18 - 30 cm beige à beige gris à petites taches ocres diffuses et taches grises, sableux un peu argileux, structure particulaire à polyédrique moyenne mal définie ; on note quelques plages plus sombres de migration de matière organique ; friable, quelques racines fines verticales, transition progressive à
- A 12
- 30 - 50 cm beige à beige jaune 10 YR 7/3 à petites taches brunes de migration de matière organique, sableux un peu argileux ; structure polyédrique moyenne mal définie, cohérent, friable, macroporosité moyenne (biopores tubulaires) microporosité faible, transition nette à
- A 2
- 50 - 65 cm beige à beige jaune 10 YR 7/6 à taches ocre rouille peu nombreuses à plages blanches et grises, petites, certaines durcies, éclatent sous la pression des doigts, points blancs à taches petites blanches de quartz pur, lavé, sablo-argileux ; structure fondue à débit polyédrique moyen à fin, quelques racines ; micro-porosité faible, macroporosité assez bonne (tubes), transition tranchée à
- A 2/B (g)
- 65 - 90 cm beige jaune 10 YR 7/6 à quelques plages grises à gris blanc et taches ocres à rouille 7,5 YR 7/8 diffuses argilo sableux, structure fondue à massive à débit polyédrique grossier, transition assez nette à
- B 2 g
- 90 - 140 cm beige jaune 7,5 YR 6/8 à taches rouille ocre 2,5 YR 4/6 5/6 bien individualisées, certaines indurées, argilo-sableux à sablo-argileux structure massive à débit polyédrique, plus massif à la base de l' horizon, porosité faible cohérent, transition progressive à
- B' 2 g en
- 140 - 200 cm beige jaune à jaune ocre 10 YR 6/8 à taches rouges à ocres à larges, abondantes 2,5 YR 4/6 bien délimitées sableux à sableux-argileux, structure fondue, humide

B. Les résultats des analyses de caractérisation. (tableau n° 7)

Dans les séquences, ce type de sol apparaît entre les sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés, à l'aval et les podzols et sols podzoliques à l'amont.

1 - Les horizons du profil pédologique.

Trois caractères essentiels doivent être soulignés :

- La pénétration des acides fulviques est arrêtée brutalement au niveau du sommet de l'horizon B. Il en résulte un taux relativement élevé, comparé à l'horizon homologue du sol ferrallitique aval (A 3 B) : la rupture de la courbe de répartition est nette, comparée à la décroissance plus régulière de celle-ci dans le sol ferrallitique. A ce niveau, la courbe de répartition de la matière organique marque un palier, où se maintiennent des valeurs relativement élevées qui diminuent ensuite ; les acides humiques accusent également cette discontinuité.

- L'éclaircissement de l'horizon A₂, en même temps qu'apparaissent des petites taches rouille à la base de cet horizon.

- L'existence d'un horizon B complexe. Dans la zone de transition A₂B (g) on observe l'apparition de zones très petites, ponctuelles, blanchies, nettement distinctes de la matrice beige jaune : ces zones sont faites de sables blancs. Les taches rouille sont fréquentes, petites, bien délimitées.

En dessous, une limite B₂ g, horizontale, marque le passage à un horizon textural d'accumulation argillique : on y observe une différenciation maximale en texture et structure. Les teneurs en argile y sont supérieures à celles que l'on note au sommet des horizons B des sols ferrallitiques aval ; cette différenciation est appréciable lorsque l'on compare les valeurs du rapport de lessivage. Les valeurs calculées ici vont de 1/2,8 à 1/11,4, la moyenne des sols étudiés étant de 1/6,5 nettement supérieure à celle obtenue pour les sols ferrallitiques aval. Il y a apparition de concrétions à ce niveau.

La limite supérieure moyenne se situe à 55 cm en dessous de la surface, bien au-dessus de celle (119 cm) observée pour les sols ferrallitiques aval.

Cet horizon B2 g - on note toujours des taches rouille petites, bien délimitées - surmonte par une limite nette, horizontale à subhorizontale, un horizon où les teneurs en argile sont encore élevées, voisines de celles mesurées dans l'horizon de différenciation maximale B 22 (g) du sol ferrallitique aval. Les concrétions apparaissent à ce niveau.

Le fer suit encore la courbe de répartition de l'argile, mais se concentre davantage dans la partie supérieure de l'horizon B.

- Les différences essentielles qui apparaissent entre les sols ferrallitiques sous savane précédemment décrits et le sol ferrallitique intergrade vers les sols podzoliques peuvent donc être ramenées à

- une migration régulière de la matière organique et des formes acides fulviques dans le sol ferrallitique fortement désaturé lessivé,

- un arrêt de cette migration au sommet de l'horizon B dans le sol ferrallitique intergrade vers les sols podzoliques,

- l'individualisation d'un maximum d'argile tranché au sommet de l'horizon B.

- un enrichissement relatif en fer au sommet de B.

2 - L'observation micromorphologique.

Dans les macropores de la partie supérieure de l'horizon B, des revêtements d'argile orientés peuvent être l'indice d'un entraînement et redistribution d'argile. L'observation des papules dans le même horizon implique également une réorganisation du plasma.

La nomenclature qui paraît le mieux définir les sous-horizons B est A 2/B (g) tenant compte à la fois des caractères d'illuviation et d'éluviation rencontrés d'une part, et B 2 g qui traduit une reprise du processus d'accumulation au sommet du B.

L'ensemble des horizons B suivant montre rarement des orientations, quelques papules, des vides qui ne sont pas le siège d'une accumulation et une richesse en fer qui fait penser à un plasma d'altération, suggèrent une réorganisation d'ensemble d'un ancien horizon B sous l'action de l'hydromorphie. Il paraît donc logique de considérer ces horizons comme un matériel relique et d'employer la notation B' indiquant ce caractère relique, cet horizon B' devenant alors le matériel "roche-mère" sur lequel s'exerce la différenciation.

La succession des horizons est alors la suivante :

A 1f, A 12, A 2, A 2/B (g), B 2 g, B'2 g cn, Cg

3 - Classification.

Les traits de la pédogénèse ferrallitique sont encore marqués et si le blanchiment de l'horizon A 2 est accentué, ce que l'on pourrait traduire par "très lessivé", on ne peut décrire d'horizon spodique si ce n'est un palier où se maintient une quantité élevée de matière organique, jusqu'au sommet de l'horizon B, mais il n'y a pas d'accumulation marquée.

Nous le classons donc dans les sols ferrallitiques, fortement désaturés, lessivés, intergrades vers les sols podzoliques.

2.2.3. Podzol hydromorphe à alios.

A. Podzol hydromorphe à alios sous savane.

Profil type B6

- altitude approximative : 10 m
- topographie : plane
- roche-mère : sables fins argileux
- végétation : savane basse à Rhynchospora barbata et Rhynchospora globosa, Bulbostylis lanata.

Description du Profil B6.

A 11	1 - 7 cm	gris brun à gris 7,5 YR 6/0 sableux, particulaire, quelques grumeaux à agrégats de sable, nombreux sables blanchis, racines fines à moyenne toutes directions, nombreuses, transition progressive à
A 12	7 - 18 cm	gris brun à gris 7,5 YR 7/0, sableux particulaire, friable, racines moins abondantes, petites, transition progressive à
A 21	18 - 28 cm	gris blanc à blanc 7,5 YR 8/2, à traces ocres diffuses le long de racines verticales petites, peu nombreuses, sableux particulaire à quelques agrégats de sables friables. Quelques trainées gris brun verticales ; transition nette à
A 22	28 - 33 cm	brun à brun beige 10 YR 5/3, traces rouille nettes le long de racines verticales 2,5 YR 3/6, sableux un peu argileux ; structure massive à débit polyédrique moyen friable, éclate sous la pression des doigts ;

- quelques taches brunes coalescentes, peu poreux, compacité moyenne à forte ; transition nette à
- 33 - 43 cm brun à brun jaune 5 YR 5/6 à plages brun ocre diffusé 2,5 YR 3/6 et plages horizontales de couleur brune ; sablo argileux, structure polyédrique moyenne à fine à débit polyédrique, amorcé d'une structure lamellaire
- B 1 h les polyèdres se fragmentent suivant des plans horizontaux à subhorizontaux. Quelques faces de polyèdres à revêtements brun rouge lissés ; horizon cimenté par place, friable sous la pression des doigts, dur, porosité tubulaire assez bonne, microporosité faible ; petites racines verticales s'insinuant entre les polyèdres ; transition progressive à
- 43 - 60 cm beige jaune 10 YR 6/6 à taches brunes à brun jaune 5 YR 5/6, indurées éclatent sous le marteau, concrétions rouille durcies, structure massive à débit polyédrique argileux à sablo argileux, canalicules remplis de sables fins blancs par place, amorcé d'une structure lamellaire discontinue, porosité faible, transition graduelle à
- B 2 h on
- 60 - 110 cm beige jaune 10 YR 6/6 à taches ocres à rouille 2,5 YR 4/8, bien délimitées concrétions rouille plus friables que dans l'horizon supérieur argilo sableux à sablo-argileux ; structure fondue à débit polyédrique moyen à grossier, nombreux biopores essentiellement macro-biopores ; transition progressive à
- Bs (g)
- 110 - 160 cm beige jaune à taches ocres 7,5 YR 6/8 bien délimitées et plages beige gris à gris, argilo sableux à sablo argileux ; structure fondue à débit polyédrique moyen à grossier, nombreux biopores, cohérent, friable ; les taches passent par places à concrétions friables ; transition progressive à
- B' (g)
- 160 - 200 cm humide, beige jaune 10 YR 6/8 à taches rouille bien délimitées, assez grandes, à plages gris à gris bleuté sableux, structure fondue, cohérent, friable, porosité moyenne.
- c G

B. Podzols hydromorphes à alios sous végétation forestière.

- savane de Kourou, feuille IGN NB 22 11 4 C Kourou S E à 1/50.000

- altitude approximative : 11 m

- topographie : plane

- roche-mère: sables fins argileux

- végétation : forêt mixte, à sous-bois d'ananas sauvage (Bromeliaceae)

Description du Profil.

L F	1 - 2 cm	litière et mat racinaire en mélange avec des sables fins, couleur brun rouge, structure feuilletée, grosses racines horizontales sous la litière ; transition nette à
A 11	2 - 7 cm	gris à brun gris sous la litière coloration gris brun uni ; sableux à sables fins, structure particulière, porosité bonne, quelques fines racines ; transition assez nette à
A 12	7 - 24 cm	gris à ségrégation de taches brunes dans une matrice grise ; sableux fin, structure particulière, porosité bonne, friable, cohérent, encore quelques fines racines ; transition progressive à
A 21	24 - 60 cm	gris à trainées brunes sableux, structure particulière, friable, cohérent, faible compacité ; transition assez nette à
A 22	60 - 120cm	gris blanc sableux, sableux, structure particulière, friable, poreux, compacité faible ; à la base de l' horizon quelques petites taches brunes et rouille rares, diffuses ; transition irrégulière à festons rares,
B 1 h	120 - 140cm	gris brun, sableux, structure fondue à débit polyédrique grossier, friable, cohérent, assez forte compacité ; transition festonnée à
B 2 h	140 - 165cm	alios à couches brunes et lentilles de matière organique de direction horizontale à subhorizontale durcies dans matrice beige jaune ; sable argileux, structure massive à débit polyédrique dur cohérent, racines moyennes à
	165 - 180cm	alios continu brun à brun jaune, induré, beige jaune à lentilles brunes, racines.

C. Résultats des analyses de caractérisation. (tableau n° 7)

1 - Les horizons pédologiques

Sous savane, la végétation caractéristique à base de Bulbostylis lanata, Rhynchospora barbata, Scleria tenella, ne couvre pas la surface du sol qui apparaît largement entre les touffes de graminées, souvent exhausées indiquant une érosion superficielle. Les sables blanchis sont visibles entre les touffes de végétation ; dans tous les cas, il ne peut être décrit de matière organique brute.

Sous forêt, sur le même matériau sédimentaire, la litière est abondante, la vie animale intense, et on peut décrire les couches L, F, H à teneur en matière organique élevée. Les quantités de matière organique en

surface (de l'ordre de 10 ‰ de Carbone total) sont faibles, inférieures ou égales à celles que l'on peut doser dans l'aliot (de 9 à 15 ‰ de Carbone). Les teneurs en fer les plus élevées sont situées sous l'horizon d'accumulation humique et coïncident avec les plus fortes teneurs en argile (17 ‰).

La capacité d'échange est très faible en surface (2 à 3 me) et les plus fortes valeurs sont relevées au niveau du Bh (matière organique) ou Bs (argile) (7 me).

- L'horizon A 11 est assez épais ; l'horizon A 2 est bien individualisé et surmonte par une limite tranchée horizontale un horizon spodique, ocre à brun dont l'induration est variable, très fortement réalisée sous forêt. Le pseudo-gley est généralisé dans cet horizon et le gley apparaît en profondeur.

Il est fréquent d'observer, immédiatement au-dessus de l'aliot induré (B 2 h) un horizon mince (épaisseur inférieure à 5 cm) d'accumulation de matière organique à la base de l'horizon A 2, à caractéristiques nettement différentes de celles de l'horizon B 2 h (couleur brune, non induré) qui suggère une migration en provenance de l'horizon A 11 et un arrêt au-dessus de la couche indurée.

Le lessivage des formes solubles de la matière organique entraîne un horizon A 11 appauvri en acides fulviques ; un horizon B 2 h riche en acides fulviques.

Cet horizon présente deux caractéristiques : un taux d'extraction au pyrophosphate élevé et une grande part prise par les acides fulviques dans la matière organique ; un rapport C/N élevé.

2 - Observation micromorphologique.

L'horizon B 1 h montre une argile en position ultime par place et une obturation complète des pores ; la distribution des différents éléments est hétérogène, peut être du fait soit d'une accumulation hétérogène, soit d'une accumulation homogène avec remaniement et départ : la matière organique est sous forme dispersée, l'abondance de grains organiques non mêlés à la matière minérale implique une provenance des horizons supérieurs (A 11, A 2).

L'horizon B 2 h montre des modules diffus des zones enrichies en fer et la matière organique en position ultime, indiquant une matière organique de précipitation.

Classification.

Ces sols se classent comme podzols à gley à alios et correspondent aux plinthaquetic tropequods.

En l'absence d'horizon A_{oo} ou A_o sous savane, on peut invoquer une formation ancienne de ces podzols, liée à des sources d'humus abondantes (forêt par exemple). Mais les caractères de l'horizon A 11 (faible polymérisation des acides humiques) ajoutés au fait que l'on passe (savane de Pariacabo) progressivement à un sol podzologique à partir des sols ferrallitiques et le fait noté par ailleurs (J.F. TURENNE 1970) que les acides humiques d'horizons de surface des podzols sous savane ne montrent pas une composition différente de celle des acides humiques des podzols sous forêt, confirment que les podzols peuvent s'individualiser sous savane. Les observations qui en saison des pluies montrent que le niveau de la nappe dans les savanes atteint la surface des podzols, alors qu'elle reste en dessous de l'horizon B des sols ferrallitiques, paraissent limiter le problème à des conditions de nappe dans les profils. L'évolution saisonnière des différentes fractions est donc susceptible d'apporter des éléments supplémentaires.

2.3. Les grandes lignes de l'organisation latérale des séquences de sols en savanes.

Nous avons vu dans la présentation des sols de la plaine côtière, que les sols hydromorphes, sols ferrallitiques, podzols ne sont pas répartis au hasard d'une mosaïque de sols. Les séquences décrites, celle de la Savane Bordelaise comme celle de Pariacabo, possèdent des caractères bien définis, en particulier, les variations latérales le long de la pente sont importantes et rapides et, dans chaque cas, un facteur externe unique, ici climatique, s'exerce sur l'ensemble de la séquence. Enfin, la différenciation se développe dans un matériel homogène (sables fins triés argileux).

Nous allons donc décrire successivement la distribution verticale et latérale :

- de l'argile (éléments inférieurs à 2 u).

- du fer total
- de la matière organique ou carbone total

Pour la représentation des données, le tracé isographe (DICKINSON 1973), réalisé mécaniquement offre un moyen de dépasser à la fois deux difficultés :

- l'effet irréal de limites tranchées entre deux valeurs,
- la représentation des transitions abruptes.

Le point de valeur est ici placé au centre de gravité de l'unité pédologique définie : l'horizon. Le tracé est obtenu par interpolation et suppose entre chaque paire de valeurs que l'on trouve, des valeurs intermédiaires et non supérieures ou inférieures. Il suppose donc le caractère continu des variations, mais la représentation de points isolés (discontinuité) que l'on peut rencontrer au milieu de hautes ou de basses valeurs n'est pas exclue par ce mode de figuré.

Il s'agit donc moins d'une représentation absolue que d'un guide visuel pour l'interprétation des tendances ou variations entre des points (centre de gravité de l'horizon pédologique) connus comme représentatifs.

2.3.1. Distribution latérale de l'argile.

A travers cette distribution latérale (fig. 8) c'est aussi la variation de l'horizon B argillique qui apparaît ; cet horizon peut être suivi tout au long de la séquence, d'amont en aval, à une profondeur variable, mais sa direction générale est proche de celle de la surface topographique, avec une tendance à se rapprocher de cette surface dans deux situations :

- à la charnière sols ferrallitiques lessivés - sols ferrallitiques intergrades podzoliques vers l'amont. (profil PAR 1)
- à la charnière sols ferrallitiques lessivés - sols hydromorphes vers l'aval (profil PAR 25), l'allure convexe de la courbe de répartition verticale de l'argile, et la régularité des variations verticales dans la zone des sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés, modaux PAR 1, PAR 2, PAR 22, traduisent sans équivoque une dynamique de lessivage sous l'action de la percolation, sans action de nappe (RUNGE 1973 in BOULET 1974).

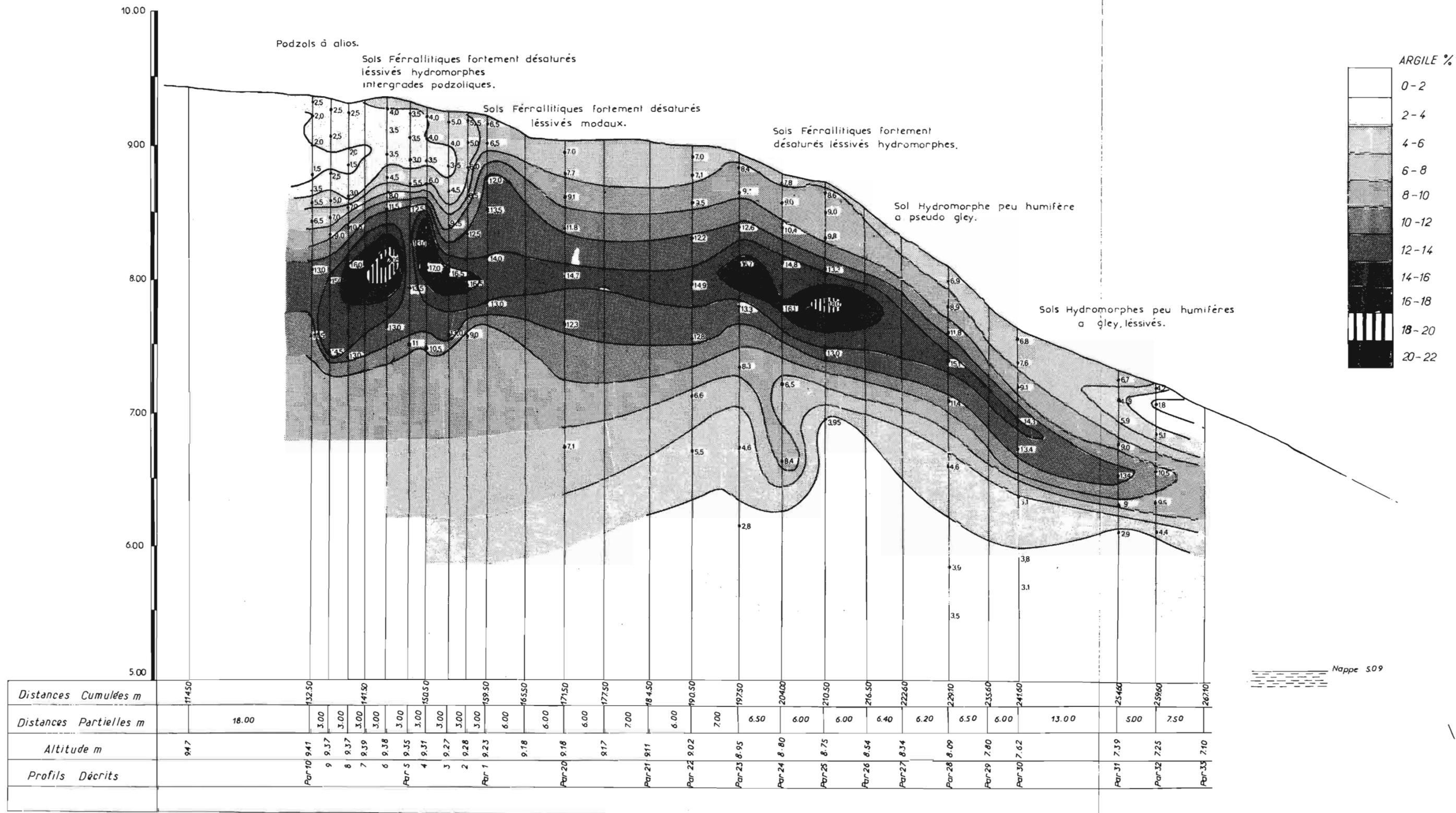


Fig. 8. Distribution latérale de l'argile

Vers l'amont, deux îlots d'accumulation apparaissent. Ces structures sont situées aux endroits où bascule l'évolution pédogénétique (sols ferrallitiques vers sols podzoliques à l'amont, sols ferrallitiques vers les sols hydromorphes à l'aval).

L'allure convexe de la courbe de répartition verticale de l'argile se maintient dans l'îlot d'accumulation aval: (Profil PAR 23, PAR 24, PAR 25) la formation de cet îlot paraît donc relever de la même action de percolation évoquée plus haut, sans action de nappe : il n'y a qu'une différenciation plus marquée au sein de l'horizon B.

Par contre, le profil granulométrique obtenu au niveau des sols intergrades vers les sols podzoliques (ex. PAR 4) présente une analogie avec la courbe texturale d'un pseudo-gley planosolique. Ici la localisation de l'horizon B 2 g serait réglée par la limite supérieure du battement de la nappe. Ce mécanisme a été décrit par BOULET (1974) : "la nappe abandonnée périodiquement lors de ses retraits de l'eau chargée, suspendue, soumise à l'évapotranspiration. Celle-ci prélevant en premier lieu la partie supérieure de la couche humide, provoque à ce niveau un dépôt préférentiel d'argile qui entraîne un certain colmatage".

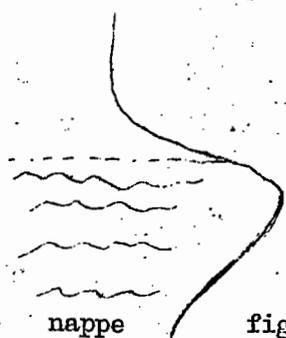


fig. 8 bis
(BOULET (1974))

Profil granulométrique d'un sol à nappe fluctuante.

La relation entre le profil textural du B illuvial et la fluctuation de la nappe peu profonde a été soulignée par RUNGE (1973), qui oppose ce type d'horizon B à celui à transitions progressives qui s'établit sous l'effet de la percolation sans action de la nappe". (type profil ferrallitique précédent).

L'étude de la nappe reliée aux variations climatiques annuelles, permettra de montrer dans le cas de la Savane Bordelaise, que la partie supérieure de l'horizon B des sols intergrades podzoliques correspond bien au niveau supérieur atteint par

la nappe. On y observe en effet de la même manière les maximum d'argiles suivants :

podzol (sommet)	16,2 %
sol intergrade	21,9 %
sol ferrallitique (vers l'aval)	16,2 %
sol ferrallitique aval	25 %

Dans les deux flots d'accumulation d'argiles les caractères hydromorphes apparaissent.

Les distorsions les plus marquées dans la répartition verticale sont décrites en amont où le sommet de l'horizon B est plus profond et s'appauvrit en argile (profils PAR 3, PAR 8). Il apparaît nettement un front d'attaque situé au-dessus du niveau argillique, se glissant en forme de langue entre l'horizon A 2 et l'horizon B (horizon A 2/ B (g!)).

L'origine de ce front d'attaque est localisée au niveau du sol intergrade, indiquant un entraînement ou une destruction.

Il existe donc une corrosion en profondeur, au sommet de l'horizon B (pénétration latérale en "doigt de gant" entre la partie inférieure de l'horizon A et le sommet de l'horizon B).

Les caractères hydromorphes relevés à ces niveaux suggèrent plutôt la destruction de l'horizon B, comparable à celle mise en évidence par de nombreux auteurs qui invoquent des processus de dégradation sous l'effet combiné de l'hydromorphie et de l'acidité organique (JAMAGNE 1967-1973, FEDOROFF 1968, DE CONINCK et al. 1969, VAN DEN BROEK et al. 1968) pour les pays tempérés ou ANDRIESSE (1969) en milieu tropical.

A l'aval, la terminaison en biseau suggère la rencontre d'un horizon lessivé supérieur et d'un horizon lessivé inférieur. Ce dernier existe tout au long de la séquence et sa disposition entre le plancher de l'horizon B argillique et le toit du niveau marin argileux sous-jacent non figuré ici, fait penser au résultat d'un soutirage profond tel ceux mis en évidence par BOULET (1974).

Nous nous trouvons donc en présence de variations continues tout au long de la séquence, avec à l'intérieur de ce système, des structures d'accumulation discontinues (BOCQUIER 1974), chaque accumulation constituant une barrière.

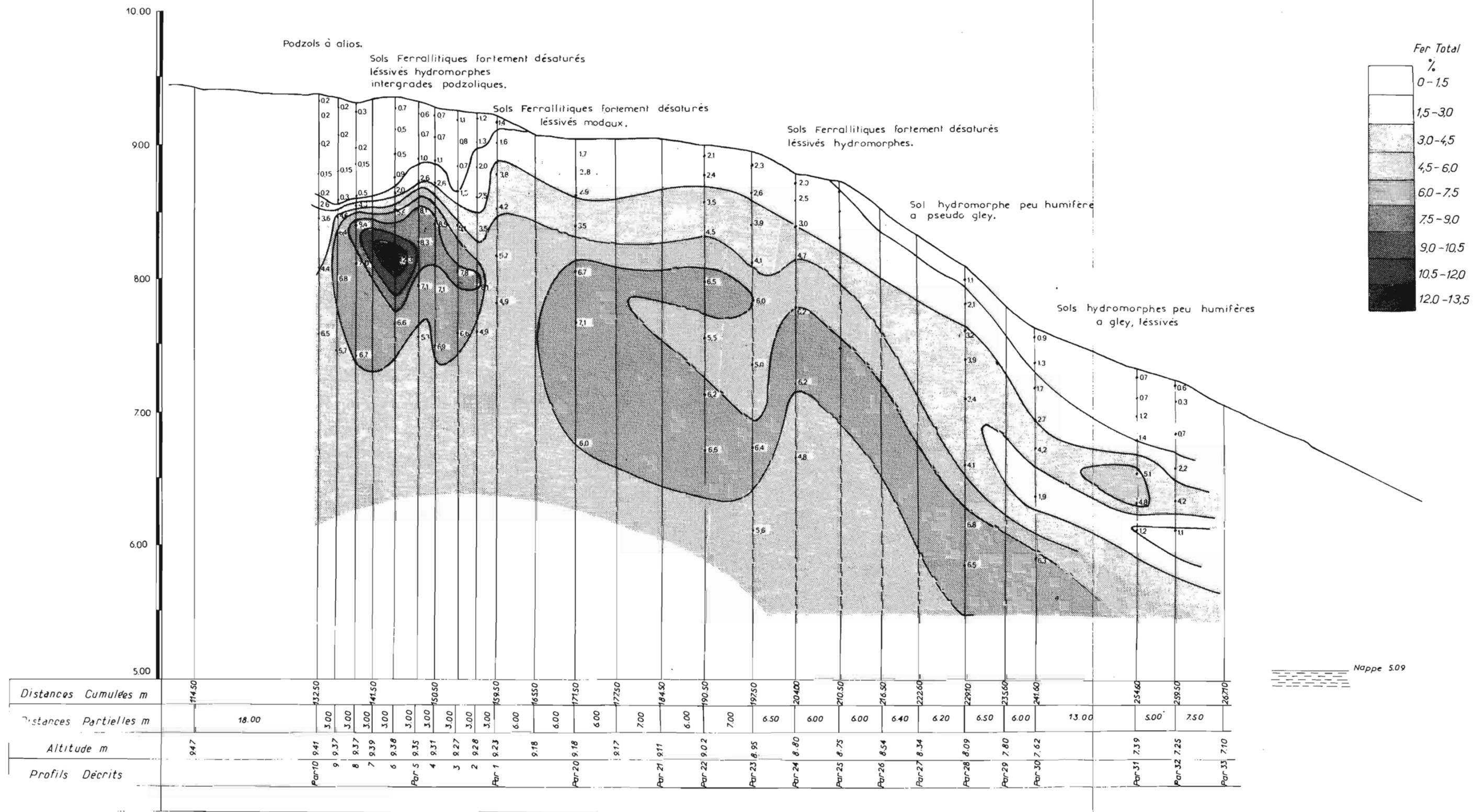


Fig 9 Distribution laterale du fer total

Enfin, à la limite on pourrait discerner une disposition en plans inclinés dont la direction de la face amont est inverse de la direction de la pente topographique - disposition en marches d'escalier (BOCQUIER 1974).

2.3.2. Distribution latérale du fer total. (Fig. 9)

Des différences notables avec la distribution latérale de l'argile peuvent être observées : le maximum de fer se situe au sein des horizons argilliques, mais l'accumulation ne coïncide pas avec la limite supérieure de cet horizon, sauf dans un îlot à l'amont, à la charnière sol ferrallitique - sols podzoliques.

La distribution latérale vers l'aval traduit un entrainement du fer, avec la persistance d'îlots reliques (PAR 22, PAR 31) ; sur le plan dynamique, le fer est mobilisé superficiellement, ce que traduit l'allure des courbes isographes parallèles à la surface. Les faibles teneurs enregistrées à l'aval, sous l'îlot résiduel (PAR 32) correspondent à un horizon de gley.

Entrainement et évacuation sont donc nets à l'aval.

L'îlot amont présente plusieurs caractères particuliers :

- les teneurs en fer sont les plus élevées de la séquence
- les teneurs en argile sont également les plus élevées
- une discontinuité abrupte entre horizon A 2 (faibles teneurs) et sommet de l'horizon B (teneurs élevées).

Cette discontinuité est en tous points identique à celle observée dans le profil granulométrique pour l'argile.

De la même manière que nous avons souligné l'individualisation actuelle d'un profil granulométrique du type pseudo-gley planosolique, il apparaît que l'îlot de fer amont correspond à une dynamique d'accumulation.

Sans anticiper ici sur la dernière partie de l'étude, qui présentera l'évolution dans les séquences du complexe organo-minéral, il nous paraît important de dire ici qu'à la charnière sols ferrallitiques - sols podzoliques, les acides humiques présentent une charge en fer élevée ; la présence de l'îlot ferrugineux amont peut donc être expliquée par la formation au niveau intergrade de complexes stables d'acides humiques.

2.3.3. Distribution latérale de la matière organique (Fig. 10)

Vers l'amont :

La répartition de la matière organique dans les profils ferrallitiques montre une diminution régulière avec la profondeur (ex profil PAR 20). Cette répartition est modifiée lorsque l'on passe aux sols intergrades vers les sols podzoliques : les quantités de matière organique augmentent non seulement dans l'horizon A 11, mais également dans les horizons A 12, A 2, A 2/ Bg : les teneurs restent identiques et élevées pour cette partie du profil.

L'individualisation d'une morphologie podzolique se produit comme par décrochement (profil PAR 5) avec l'apparition d'un horizon Bh qui se divise peu à peu en sous-horizon B 1 h, B 2 h, de différenciation maximale ; cet horizon se forme au-dessus de l'horizon argillique à limite tranchée avec les horizons supérieurs. - la différenciation est limitée à une bande d'épaisseur moyenne (18 cm) (PAR 5), d'aspect alios, à limites tranchées avec les autres horizons. Au-dessus de la limite supérieure s'individualise dans la base du A 2 un horizon supplémentaire d'accumulation de matière organique B 1 h dont les caractéristiques diffèrent nettement de l'horizon B 2 h qui subsiste en dessous et représente toujours la différenciation maximale sous forme d'alios induré. Cet horizon B 1 h (PAR 6, 7, 8, 9 et 10) est de faible épaisseur (13 à 7 cm), non induré ; l'horizon B 2 h peut se subdiviser également vers l'amont en 2 sous-horizons qui diffèrent par les teneurs en matière organique (les plus élevées en B 21 h, les plus faibles en B 22 h, mais toujours supérieures à celles de B 1 h) et par le degré d'induration, maximum dans B 21 h.

Vers l'aval, les limites horizontales de la répartition de la matière organique traduisent une diminution régulière des teneurs en carbone à partir de la surface. Mais les teneurs augmentent en valeur absolue, au fur et à mesure que les caractères hydromorphes s'affirment ; lorsque l'hydromorphie atteint les horizons de surface, l'accumulation de la matière organique reste localisée aux horizons supérieurs, en teneurs doubles des teneurs enregistrées au niveau des sols ferrallitiques.

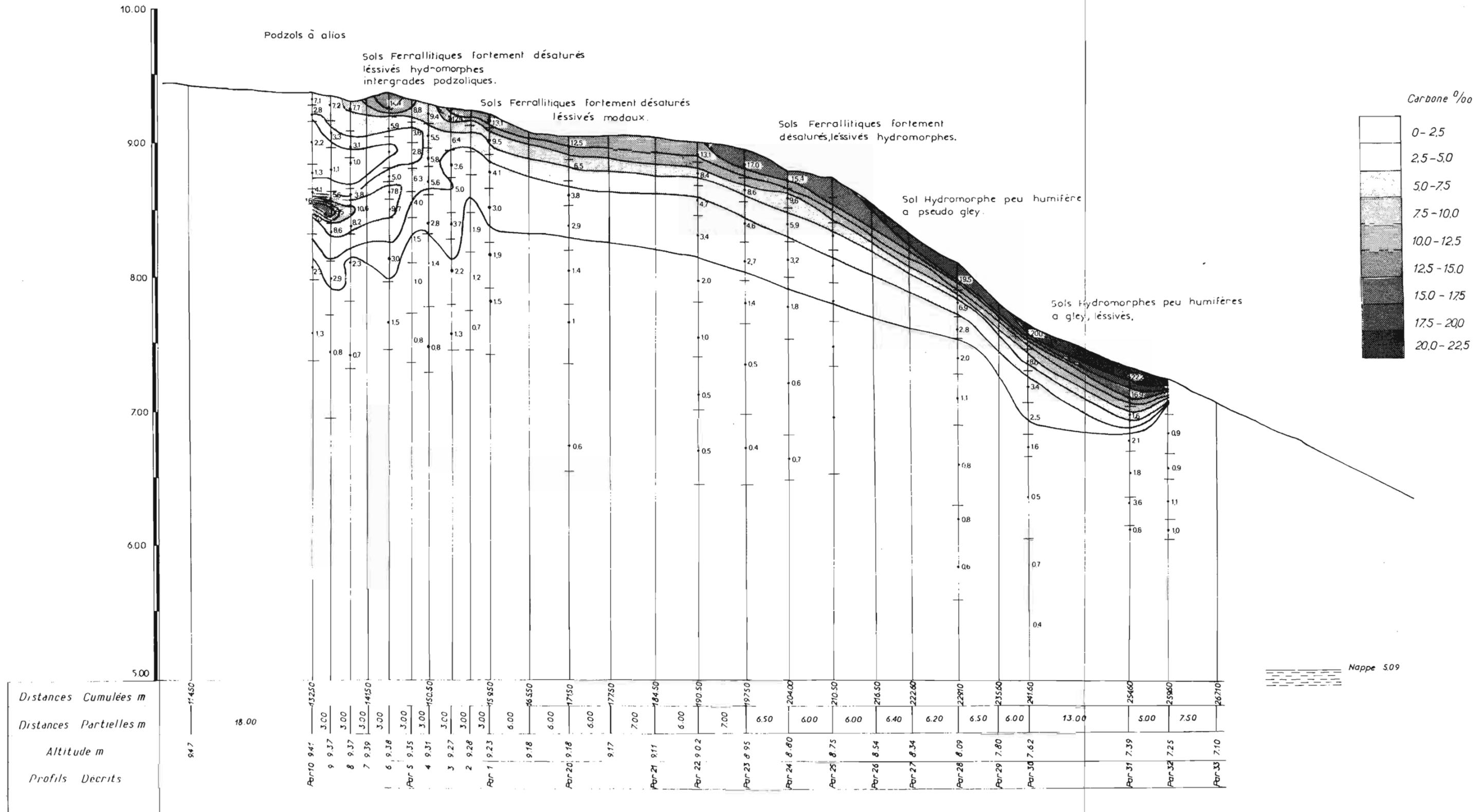


Fig. 10 Distribution latérale de la matière organique.

On notera qu'aux deux nodules d'accumulation argillique, situés aux zones charnières vers l'amont (passage ferrallitique-podzol) et vers l'aval (passage sol ferrallitique-sols hydromorphes) correspondent en surface deux formes d'accumulation relative de matière organique : en amont, il y a arrêt de migration au niveau de l'horizon d'accumulation - en aval, la forme inclinée de la surface de cet horizon facilite un drainage qui évacue les produits organiques solubles.

2.3.4. Conclusions à la description de la distribution latérale des éléments fer, argile, matière organique.

L'ensemble des caractères que nous venons de décrire précise dans cette première partie les conditions du milieu. La séquence type de Pariacabo fonctionne comme un système du type éluvial à séquence verticale et latérale d'accumulation discontinue (BOCQUIER 1974) dont la partie inférieure est soumise à des conditions temporaires d'hydromorphie ; dans ces conditions, le déterminisme interne de chaque type de sol agit sur son voisin **subit** son influence par lui ; chaque accumulation constituant une barrière, la podzolisation amont releverait d'une différenciation secondaire liée à l'hydromorphie. Au niveau des sols intergrades ferrallitiques podzols, la répartition de l'argile et dans une moindre mesure, celle du fer, traduit essentiellement une redistribution verticale sous l'action d'une nappe qui vient renforcer en son sommet l'horizon argillique hérité de conditions climatiques différentes. Nous avons vu lors de la description des profils types que cet horizon argillique profond ne présente pas de formes actuelles d'illuviation, mais plutôt des figures de deferrification ; ceci est confirmé dans la répartition latérale du fer vers l'aval, qui traduit bien entrainement et évacuation.

La charnière sol ferrallitique-sols podzoliques paraît relever d'une dynamique actuelle : nous nous attacherons par la suite à dégager les principes de son fonctionnement.

2.4. Le régime hydrique - Exemple de la Savane Bordelaise.

2.4.1. Perméabilité comparée des horizons.

En nous ramenant une fois encore aux profils de la Savane Bordelaise, une série de mesures réalisées en savanes pour les trois types de sols, ferrallitique, intergrade, podzolique, podzol donne les résultats figurés dans le tableau ci-dessous.

Tableau . Perméabilité comparée des horizons de sols de savane $K(10^{-6} \text{ m s}^{-1})$

Podzol hydromorphe à alios	Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé intergrade podzologique	Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé
Profondeur horizon $K10^{-6} \text{ m s}^{-1}$	Profondeur horizon $K10^{-6} \text{ m s}^{-1}$	Profondeur horizon $K10^{-6} \text{ m s}^{-1}$
1 - 47 cm A 2 54	1 - 48 cm A 2 37	
1 - 70 cm B2h 3.7	1 - 80 cm A2/B(g) 6.6	1 - 104 A 2 21.4
1 - 120cm Bs(g) 3.1	1 - 120cm B2 g 3.5	1 - 138 B 1 7.5
1 - 180cm B' (g) 7.1	1 - 160cm B'2 g cn 7.3	1 - 180 B 2 cn 4.1
ψ	1 - 220 cm C g 16	1 - 280 C(g) 22.7

Plusieurs constatations découlent de ces résultats :

- la perméabilité des horizons éluviaux va croissant vers le sommet (ou le centre) du système, le maximum de perméabilité étant réalisé dans l' horizon A 2 du podzol.

- On observe l'imperméabilisation progressive du sommet des horizons B lorsque l'on passe du sol ferrallitique au podzol.

- L'horizon Bh est imperméable et surmonte un horizon Bs également peu perméable. Nous devons nuancer cette appréciation par le fait qu'il existe quelques fentes et macro-pores par où peut se faire un écoulement rapide.

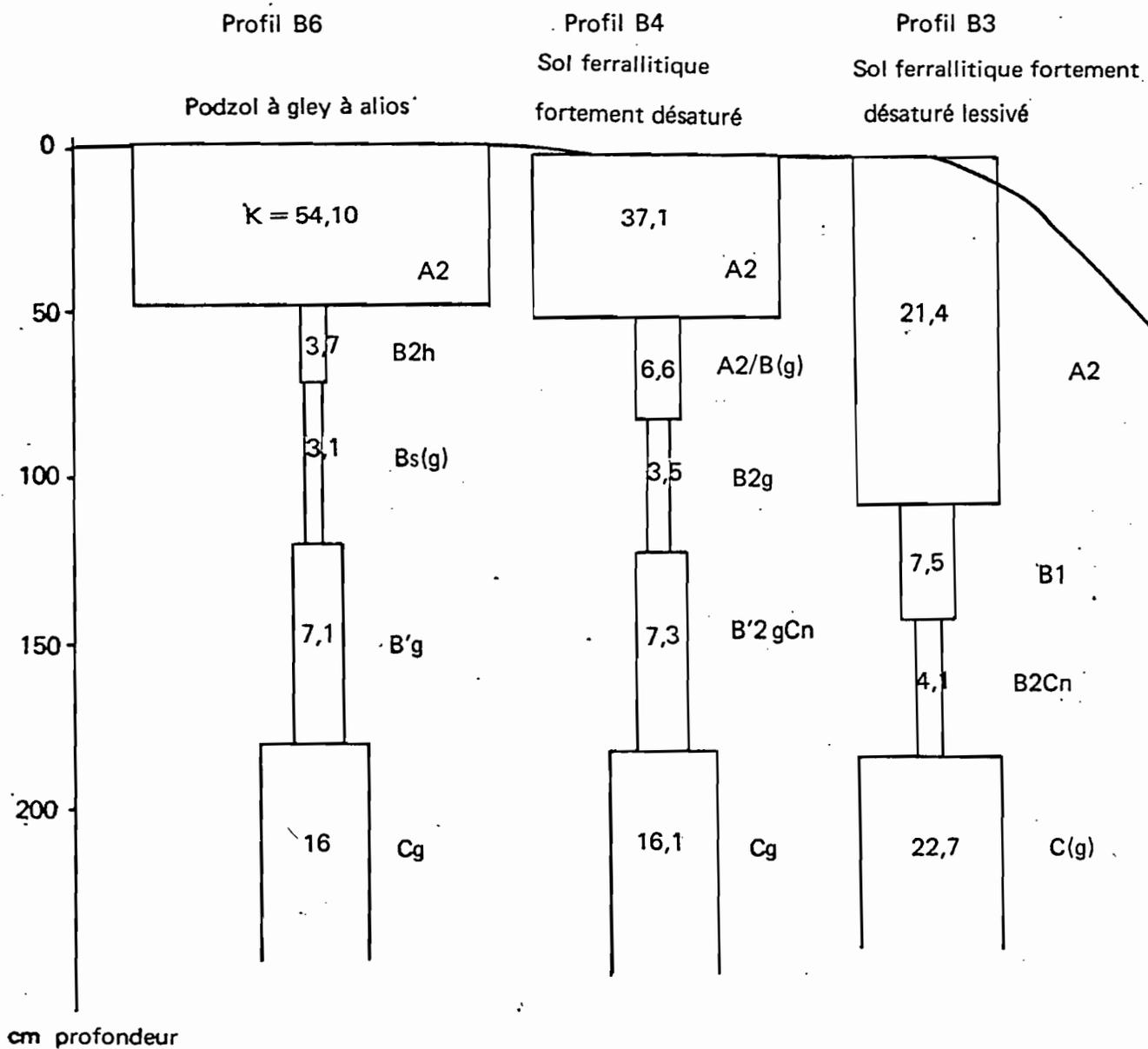


Fig. 11 – Perméabilités comparées des horizons des sols de savane.
Cas de la savane bordelaise (valeurs de K en 10^{-6} ms^{-1}).

Il est enfin possible de reconnaître la filiation que l'on pouvait suivre dans les descriptions de profils types, et que l'on retrouve dans la séquence de Pariacabo. Les caractères de perméabilité permettent de confirmer à partir de l'existence d'un horizon^B dans le sol ferrallitique (perméabilité $7,5 \cdot 10^{-6}$ m s) la superposition d'un deuxième horizon B au niveau des sols intergrades, à caractères différents (perméabilité $3,5 \cdot 10^{-6}$ m s). L'horizon sous-jacent (B') garde les caractères du B ferrallitique aval. Cet horizon B' se retrouvera encore au niveau du podzol, reconnaissable ici encore à sa perméabilité.

Ainsi progressivement, l'horizon B s'épaissit et se modifie par sa partie supérieure ; les horizons d'accumulation humique s'individualisent.

2.4.2. Profil saisonnier de la nappe.

A. Les niveaux saisonniers de la nappe.

Un ensemble de piézomètres installés en Savane Bordelaise, permet de donner une bonne image de la dynamique d'ensemble de la nappe dans le matériau sédimentaire (fig. 12). Deux situations peuvent être décrites :

- Au niveau maximum de saison des pluies et au niveau minimum de saison sèche, la forme du toit de la nappe correspond sensiblement à une courbe régulière où la surface d'eau libre s'apparente à la courbe théorique de cette surface fonction de la distance au drain, en milieu isotrope. Durant ces deux périodes, on peut supposer un certain équilibre ou régime permanent.

- Aux niveaux intermédiaires, entre saison humide et saison sèche, en réhumectation ou en assèchement (remplissage ou vidange du système) des discontinuités apparaissent et bien que faiblement apparente sur le schéma, en liaison avec le petit nombre de piézomètres, l'évolution de la surface d'eau libre peut être décomposée en deux aspects :

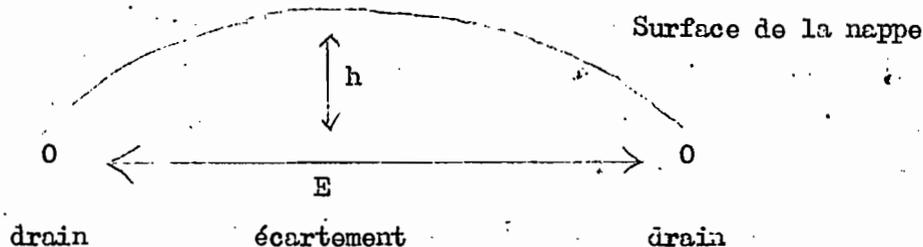
- en début de saison préhumide, la nappe profonde alimentée par une percolation rapide à travers les horizons argilliques où l'ailios, par les macropores butte en s'élevant sous le plancher de l'horizon d'accumulation, il en résulte :

• un écoulement accéléré sous cet horizon, à l'aval (soutirage et formation d'un horizon éluvié A'2).

• un retard à l'écoulement à l'amont, donc un gonflement.

- En saison pré-humide, ou début de saison humide, la nappe a dépassé la surface des horizons argilliques ou spodiques et, vers l'aval, butte sur le sommet de l'horizon argillique proche de la surface au niveau du sol intergrade ; il en résulte un gonflement à l'amont.

B. Rabattement de la nappe.



- il existe un gradient hydrique tout au long de la séquence, qui va conditionner lessivage et accumulation. L'observation de l'évolution actuelle de la nappe montre toutefois que le sommet de cette nappe et l'évolution saisonnière ne correspondent plus aux structures observées au niveau des sols podzoliques ; on y constate approfondissement de la surface de l'horizon argillique et diminution de l'épaisseur de cet horizon (cf. fig.).

- Les formes successives de la nappe suggèrent que l'allure de sa surface dépend uniquement de l'écartement de drains, autrement dit, de la distance à l'axe de drainage ici matérialisé par la crique (rivière) ; il est possible de calculer le rabattement de cette nappe. (schéma)

A partir d'un calcul inspiré de HEYLIGERS (1962) et compte tenu de l'existence à une profondeur moyenne de 7 m d'un niveau argileux imperméable, la formule donnant l'écartement des drains peut être appliquée ici :

$$E^2 = \frac{4 K_s h^2}{q_c} + \frac{8 K_i h^4}{q_c} \quad \text{ou } K_s = K_i = \text{perméabilité de l'horizon BC} \\ 22,7 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

h = hauteurs entre sommet de la nappe et le niveau de l'eau dans l'axe d'écoulement = 6,4 m

q = index fonction de la profondeur P de la couche imperméable, de l'écartement E et de r (rayon des drains) (q varie peu avec r)

ici q # 2 (tables de HOGGOUTT)

qc est ici calculé en fonction d'un abaissement observé de la nappe de 46cm durant 6 jours en début de période post-humide en fonction de l'eau infiltrée:

qc = 0,36 l/s/ha = 0,36 10⁻⁷ m³/m²/s

le calcul donne une valeur de E = 400 m soit $\frac{E}{2} = 200$ m

SAVANE BASSE HERBEUSE

SAVANE HAUTE
ARBUSTIVE ou BUISSONNANTE

FORÊT
MIXTE

FORÊT HUMIDE
MAURITIA ET EUTERPE

Podzols hydromorphes
à alios

Sol ferrallitique fortement
désaturé lessivé

Sols hydromorphes
à gley lessivés

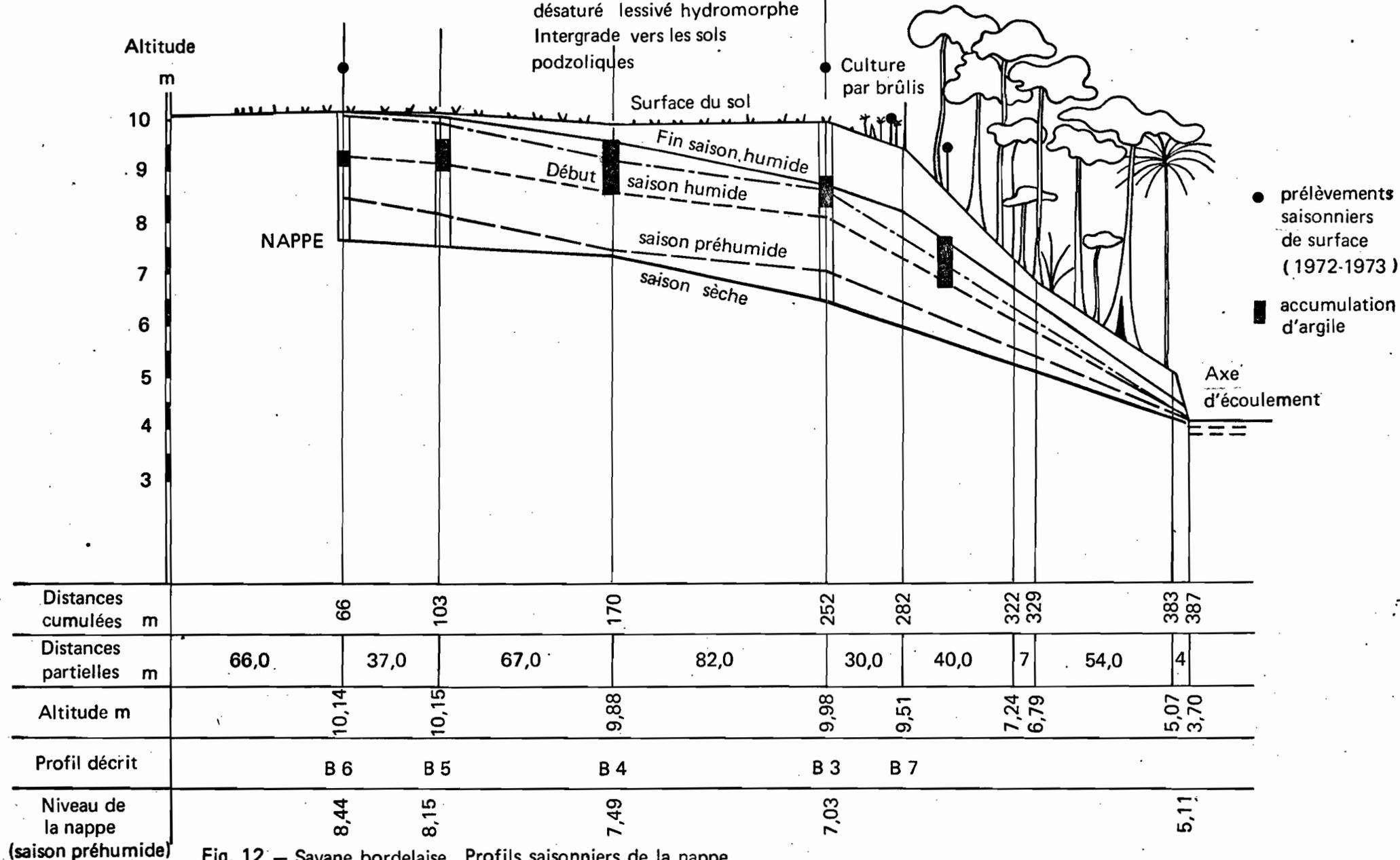


Fig. 12 — Savane bordelaise. Profils saisonniers de la nappe.

Ainsi, à une distance supérieure à 200 m de l'axe de drainage, la nappe affleurerait la surface topographique ; ceci correspond grossièrement à ce qui est observé dans la Savane Bordelaise.

2.4.3. Les éléments transportés.

S'il n'est pas apparu de variations significatives dans la composition de la nappe au cours des saisons (les teneurs les plus élevées ont été observées par exemple en fin de saison pré-humide) la composition moyenne calculée sur 6 prélèvements saisonniers montre plusieurs caractères particuliers :

Tableau 9 . Teneurs moyennes. Nappe de la Savane Bordelaise. mg l⁻¹

	Podzol	Sol Intergrade	Ferrallitique	Crique*
pH	4.96	5.08	5.12	6.08
SiO ₂	25.28	16.3	22.85	15.15
Al ₂ O ₃	0.08	0.36	0.43	0.37
Fe ₂ O ₃	0.56	0.008	1.76	3.78
Ca	1.10	0.93	0.28	1.77
Mg	0.72	0.37	0.29	0.74
K	0.58	0.43	0.69	1.07
Na	7.32	5.07	6.79	6.80

a) pH. On observe un gradient de pH depuis le sol podzologique le plus acide vers l'eau de la crique.

b) Les teneurs en silice sont élevées, et davantage au niveau des profils que dans la crique.

c) On note très peu d'aluminium au niveau du podzol et sa relative solubilisation dans les autres sols.

d) Le fer est peu mobilisé dans le podzol, totalement absent, et ceci pour tous les échantillons dosés, au niveau du sol intergrade ; nous rapprochons

* Crique : cours d'eau de faible importance.

ceci du nodule ferrugineux observé dans la séquence de Pariacabo à ce niveau intergrade.

e) Les teneurs en autres éléments sont peu significatives, d'autant que l'on peut rapprocher les teneurs non négligeables en Na, K ou Mg plutôt du lavage des argiles marines sous-jacentes, que des migrations dans les sols ferrallitiques désaturés.

2.4.4. Conclusions à l'étude du régime hydrique.

L'ensemble des résultats tend à confirmer que le stade podzolique amont correspond à un stade où l'on n'observe plus de mise en mouvement d'Aluminium et de Fer. Ce stade est précédé dans l'ordre de la séquence par une immobilisation remarquable du fer au niveau intergrade.

- l'affleurement de la nappe au centre du cordon sableux est le résultat de la topographie.

- Il n'est pas nécessaire d'invoquer l'imperméabilité de l'horizon B pour expliquer l'affleurement de la nappe au centre de la parcelle.

Cet horizon n'intervient finalement que dans un rôle de barrière au cours de la dynamique saisonnière.

- Le sommet moyen de l'horizon B 2 g du sol intergrade, dont on a vu qu'il présentait une redistribution d'argile, coïncide actuellement avec le sommet de la nappe en saison humide ; cette nappe atteint plus rarement le sommet de l'horizon B des sols ferrallitiques aval.

3. LES SEQUENCES DE SOLS SUR MANTEAU D'ALTERATION. EXEMPLE DE LA SEQUENCE DE LA CRIQUE LAUSSAT.

INTRODUCTION.

La présentation des séquences de sols podzols-sols ferrallitiques des savanes de la Plaine Côtière Ancienne, nous amène à reprendre ici l'étude des séquences de sols identiques quant à la disposition relative des profils entre eux (sols ferrallitiques en aval, sols podzoliques et podzols en amont), mais en nous appuyant à la fois sur l'organisation latérale des séquences (BOCQUIER, 1973; BOULET (1974), et sur l'observation de cette organisation précédemment décrite dans les séquences des savanes.

Les descriptions les plus complètes de ces séquences observées sur le matériau dérivé du manteau d'altération du socle, sont présentées par HEYLIGERS (1962). Des observations similaires (TURENNE, 1969) (BLANCANEAU, 1974), tendaient toutes aux mêmes conclusions : le caractère sableux de la roche mère paraît être dans tous les cas l'élément dominant des facteurs de la pédogénèse, auquel s'ajoute (BLANCANEAU, 1974) le rôle de l'eau induit par des phénomènes d'hydromorphie temporaire et d'écoulement subhorizontal. Les séquences décrites vont du sol ferrallitique désaturé, appauvri modal, au podzol humique, au podzol géant. Les conclusions mènent toutes à la même constatation, que la pédogénèse est responsable des différenciations observées et aboutit à l'individualisation d'un squelette minéral résiduel sableux pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur : le matériau est alors communément désigné dans les Guyanes par "Sables blancs" (White sands).

3.1. La séquence de la Crique Laussat. (Fig. 13)

3.1.1. Situation.

La séquence de sols de la crique Laussat est décrite à partir de 16 profils, répartis sur une distance de 118,9 mètres, et correspondant à une dénivellée de 9,947 m. L'altitude relative du sommet de la séquence est d'environ 40 mètres au-dessus du niveau de la mer.

3.1.2. Modelé et topographie.

Le modelé est fait de reliefs convexes en dômes ou plateaux, disséqués par les axes d'écoulement, sensiblement de même altitude et couvert de végétation forestière ; ce modelé externe ne correspond pas obligatoirement à la forme du socle sous-jacent ; la fig. (13) montre en effet que le sommet du relief observé à la Crique Laussat ne correspond pas au sommet de l'arène d'altération du socle : il en résulte (LELONG, 1966) une divergence dans les directions d'écoulement superficiel et profond dont on doit tenir compte dans les interprétations pédologiques.

3.1.3. Végétation.

Les formations végétales sont abondamment décrites (HEYLIGERS, 1962 ; BLANCANEAU, 1974) : comparée à la forêt que l'on peut observer sur socle granitique ou granito-gneissique, forêt dense ombrophile, à légumineuses dominantes dans la voûte (*Eperua* sp. *Dicorynia Guianensis*), Lauracées et Apocynacées dans les strates inférieures, la forêt sur podzols diffère sensiblement (De GRANVILLE, 1970, cité par BLANCANEAU) par son aspect broussailloux et xérique évoque une sécheresse édaphique plus poussée ; une espèce est caractéristique de cette formation, *Dimerphandra hohenkerki*.

Mais, s'il est possible de différencier clairement la végétation en se plaçant dans des situations nettement définies, grandes surfaces de sols ferrallitiques séparées de grandes surfaces de podzols, il est très difficile d'observer des différences tranchées lorsque l'on tente de décrire sur les 120 m de notre séquence les formations végétales.

Evolution latérale de la végétation.

La forêt de la Crique Laussat (J.J. de GRANVILLE, 1973) est du type classique sur socle cristallin. On y remarque *Dicorynia Guianensis* (angélique), des Vochysiaceae, des Apocynaceae et l'on n'y observe nulle part d'espèces dominantes ni de strates monospécifiques à l'exception d'une zone à caractère plus sec, au niveau des podzols du sommet de séquence.

A partir du haut de pente, et jusqu'au bas de pente, on observe une transition très douce et peu visible, topographiquement logique : le haut de pente (podzols "géants", sables grossiers blanchis), sans offrir

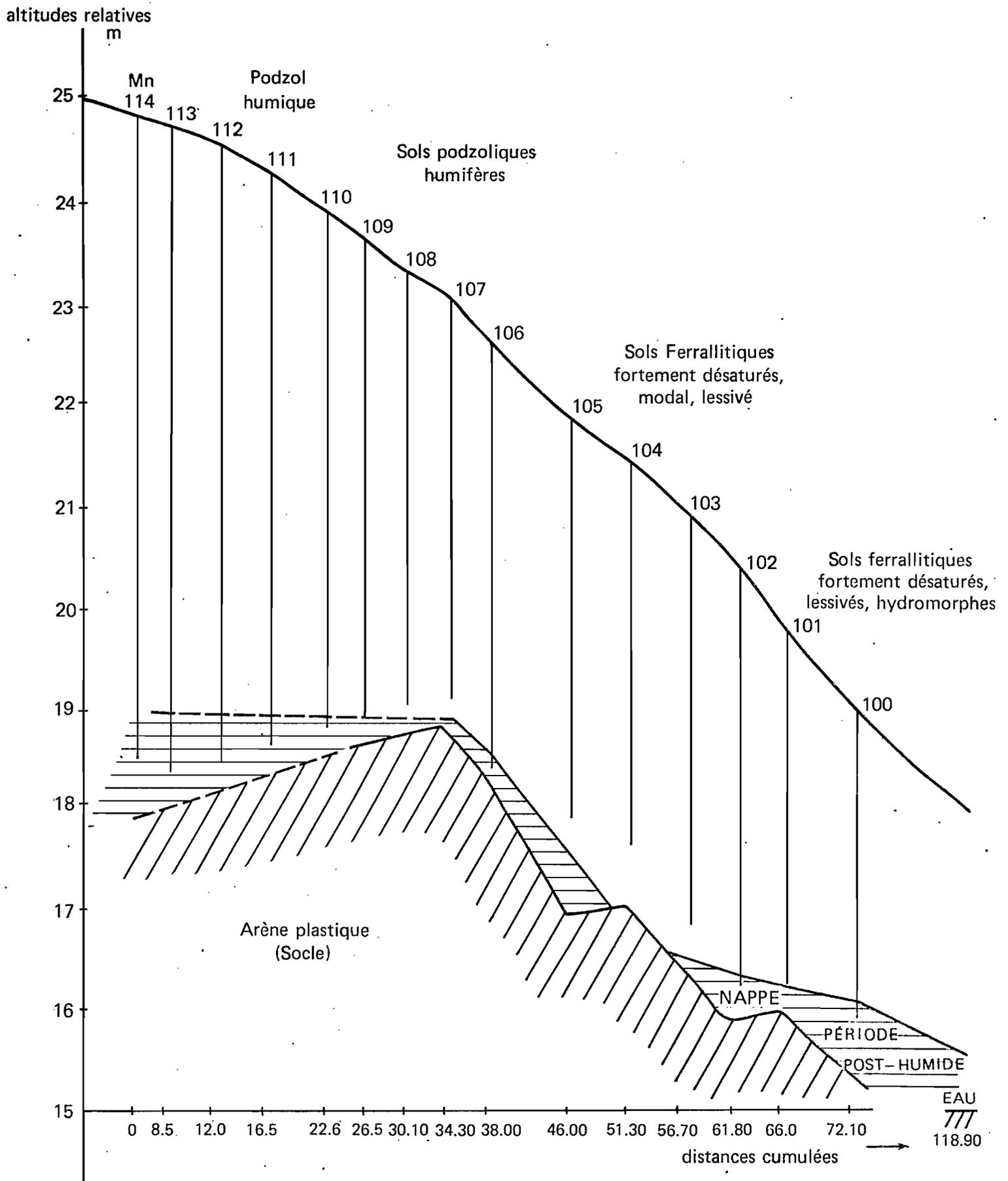


Fig. 13 - Crique Laussat - répartition des sols - localisation des profils.

des caractères vraiment xéromorphes (il y a de grands arbres), bien drainé, présente une forêt à grands arbres moins dense, d'où une meilleure pénétration de la lumière entraînant l'abondance d'épiphytes à mi-hauteur et d'herbes. On y trouve en outre *Astrocaryum sciophilum* absent plus bas.

Au niveau de la rupture de pente (autour du profil MN 112 (podzol)) existe une enclave bien délimitée à caractère faiblement mais visiblement xéromorphe ; il n'y a pas de grands arbres, pas de structure apparente, les *astrocaryum* font totalement défaut. Les arbres à latex sont nombreux et dans le sous-bois, assez lumineux, les petits arbres sont denses et l'on y rencontre 2 espèces de myrtacées dont une à microphylles (caractère xérique) absente ailleurs dans la forêt. Enfin, cette enclave est bien caractérisée par une Broméliacée terrestre (ananas sauvage) atteignant parfois 2,5 m, inféodée aux forêts sèches et à certaines savanes du Mexique, Amérique Centrale, nord de l'Amérique du Sud et Antilles : *Bromelia Karatas*. On note cependant l'absence de deux éléments caractéristiques des sables blancs, *Clusia fockeana* et *Myrcia sylvatica*.

Le bas de pente offre une forêt plus dense et surtout plus riche en palmiers avec abondance d'*Astrocaryum paramaca* ; c'est une caractéristique des sols à tendance hydromorphe sur socle cristallin.

Nous retiendrons essentiellement qu'il existe une absence de structure apparente et surtout, découlant des observations précédentes (OLDEMAN, com. pers.) des indices d'une structure en déséquilibre ; la présence de l'angélique (*Dicorynia guianensis*) caractérise en effet une perturbation de la structure ; d'autre part le palmier *Anocarpus hacaba* (patawa) est un signe de défaillance de la forêt à dicotyledones.

Liée au déséquilibre pédologique correspondant au passage sol ferrallitique sols podzoliques, la végétation traduit le basculement de l'évolution pédogénétique.

3.1.4. Géologie.

L'horizon d'altération isovolume reconnu en profondeur est caractéristique d'un granito-gneiss dont la composition globale est la suivante (F. LELONG, 1960) :

Composition du granite-gneiss guyanais : §

quartz	feldspath K	plagioclases	micas noir
37	5	44	14

Les courbes de distribution granulométrique (BOYE, 1963), qu'elles concernent les sables blancs (pedzels), les sables des sols ferrallitiques ou de la distribution du quartz dans la roche originelle, montrent que l'on est en présence d'arènes primitives comme en fournit l'altération de roches granitiques. Le lessivage et les remaniements affectent cette arène qui tend à une distribution granulométrique plus redressée que BOYE (1963), désigne sous le terme d'arène de délavage. Les comparaisons que nous avons pu faire sur les sables des séquences () mènent aux mêmes conclusions : les sables de la séquence présentent tous le même faciès logarithmique à tendance plurimodale pour l'échantillon TS 4051 (roche mère granite-gneiss - Route de Saint Sabbat) avec un léger redressement de la courbe sensible dès l'arène (sch. 1008) et des courbes homologues dès que l'on analyse soit les sables des sols de bas de pente (ferrallitiques) soit les sables des pedzels de haut de pente ; le redressement des courbes (tendance à un meilleur classement des grains) est plus net en haut de pente, mais l'ensemble des observations montre bien que le matériel est homogène sur l'ensemble de la séquence.

3.2. Les profils types.

Les profils types ont été largement décrits (SOURDAT, 1965), (TURENNE, 1972), (BLANCANEAU, 1974), sans qu'il soit nécessaire ici de les décrire en détail ; nous retiendrons donc sommairement.

3.2.1. Les sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés de bas de pente.

La succession des horizons est la suivante :

- A 1 de 0 à 17 cm, beige gris à gris brun, à teneur moyenne en matière organique (12,3 ‰) bien évoluée, (rapport C/N 12,2) à taux d'extraction faible (20,3 %) à faible polymérisation (acides humiques immobiles 32 %), sablo-argileux (5,4 % argile, 87,5 % de sables grossiers, 5 % de sables fins).

- A 2 de 17 à 44 cm relativement bien pourvu en matière organique (7 ‰) à taux d'extraction plus élevé qu'en surface (30 %) sablo-argileux à argilo-sableux (13,1 % argile, 73,9 % de sables grossiers, 10,7 % de sables fins).

- A 3 B de 44 à 83 cm, à faible teneur en matière organique (5,1 ‰) à taux d'extraction plus faible que dans les horizons supérieurs (25,4 %) sablo-argileux à argilo-sableux (14,5 % argile à 20,6 %) dans la transition avec B.

- B 21 de 83 à 130 cm, argileux (22 % argile, 65 % sables grossiers, 11 % de sables fins) à matière organique (3,3 ‰) à taux d'extraction plus élevé que dans les horizons supérieurs et également plus riche en acides fulviques. La structure est polyédrique moyenne, bien définie.

B 22 de 130 à 200 cm, argileux à argilo-sableux (18,4 % argile, 68 % de sables grossiers) à taches rouges mal définies, peu abondantes et structure polyédrique mal définie ; l'enracinement est encore présent, par des racines fines peu abondantes.

Cet horizon passe progressivement à un matériau où les taches rouges sont plus nombreuses, mal définies. Mais vers 3 mètres, on rencontre brutalement une passée sableuse, à sables blanchis, où l'on observe la présence de la nappe. Cet horizon est peu épais 20 à 25 cm et surmonte

directement l'arène plastique où l'on reconnaît la roche-mère altérée granito-gneiss.

3.2.2. Les sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés, intergrades vers les sols podzoliques (MN 109).

A partir de la demi-pente un profil complexe peut être décrit ; interprété en termes de pédogénèse verticale, il montre la succession suivante :

- un horizon A 11 de 0 à 10 cm, sableux (94 % sables, 1,5 % argile) où la matière organique est mal mêlée à la matière minérale (sables blanchis) ; les teneurs en matière organique en surface sont de 18,2 ‰ à rapport C/N de 17,7 à faible polymérisation (26,1 % d'anions humiques immobiles) à taux d'extraction bas (13 %).

- un horizon A 12 de 10 à 27 cm, gris brun à grumeaux et polyèdres de matière organique (6,7 ‰) plus ou moins mêlés à la matière minérale. Le taux d'extraction (46,2 %) est élevé ; le taux de polymérisation est bas (36 % d'acides humiques immobiles).

L'horizon est sableux (4,1 % argile, 95 % de sables).

- un horizon A 2 épais de 27 à 101 cm, relativement bien pourvu à ces profondeurs en matière organique (6,2 ‰) à taux d'extraction élevé (de 51 à 85 %), mais à fraction humique plus polymérisée qu'en surface (62 % d'acides humiques immobiles) et à teneurs en acides fulviques élevés (75 % de la fraction humifiée).

- un horizon B différencié en couleur beige jaune à beige rouge, sablo-argileux (8,8 % argile, 90 % de sables) mieux structuré, cohérent, profond (101-280).

Les teneurs en fer sont plus élevées au sommet de cet horizon,

Dès 3 mètres de profondeur, on décrit un horizon sableux, blanchi, avec un niveau humique vers 3,86 m, au-dessus de la nappe (4,04), qui repose brutalement sur l'arène d'altération.

- La partie supérieure de ce profil correspond en tous points aux sols ferrallitiques fortement désaturés, appauvris, tels que ceux décrits sur ces formations sableuses ; la poursuite du sondage en profondeur vient

infirmer cette appellation et suggère immédiatement une polyséquence. Sous l'horizon B apparaît un horizon A' 2 dans lequel circule la nappe et les formes solubles de la matière organique, matière organique qui n'apparaissait pas en aval, bien que l'on note l'existence de la nappe au niveau de l'arène et l'existence d'un niveau éluvié peu épais (20 cm) associé.

3.2.3. Les podzols.

Au sommet de la séquence s'individualise le type même de podzol géant décrit dans les Guyanes, présentant un horizon superficiel de matière organique brute, riche en carbone (26,8 %) à C/N relativement élevé (17%), mais à taux d'extraction faible (8,2 %) et à taux de polymérisation faible (acides humiques immobiles 10,3 %).

Dans le matériau sableux sous-jacent, on distingue des zones horizontales d'accumulation humique, brun à brun rouge, séparées par des horizons blanchis sableux.

On ne reconnaît pas d'aliôs et le sondage mené jusqu'à 6 m, ne rencontre pas l'arène.

Les profils décrits d'aval en amont, montrent que l'on passe progressivement d'un matériau sablo-argileux à argileux au sable blanc pur ; l'étude latérale permet alors de décrire les termes de transition entre sols ferrallitiques et sols podzoliques.

3.3. Les grandes lignes de l'organisation latérale des séquences de sols sur le manteau d'altération.

Les éléments de comparaison avec les séquences de sols de savanes sont ici rassemblés : le matériau est homogène sur l'ensemble de la séquence, les sols ferrallitiques se situent en aval, les podzols en amont ; les variations latérales sont rapides.

3.3.1. Distribution de l'argile (fig. 14).

A partir d'une distribution verticale de l'argile convexe (ventre argillique correspondant au B textural) en aval, et d'une direction latérale

de l'horizon argillique parallèle à la surface topographique externe, deux phénomènes distincts peuvent être suivis :

- un appauvrissement superficiel, parallèle à la surface topographique dont l'intensité augmente vers l'amont.

- un soutirage profond dont l'intensité augmente en amont et dont la limite supérieure (sous l'horizon B) paraît directement reliée à la topographie de l'arène d'altération, jouant ici le rôle d'un niveau imperméable (si l'on observe la nappe au-dessus de ce niveau, un sondage profond montre une arène d'altération sans nappe).

Le départ d'argile paraît se faire en profondeur, par soutirage ; il subsiste en amont des noyaux argilliques qui font plus penser - dans l'interprétation latérale de la séquence - à des noyaux reliques qu'à une accumulation.

L'horizon argillique se termine en biseau, à l'amont ; la discontinuité introduite par la roche-mère altérée est donc primordiale dans la formation d'un horizon éluvié A' profond, sous jacent à l'horizon B, horizon éluvié, qui se forme aux dépens de la partie inférieure de l'horizon B.

3.3.2. Distribution latérale de fer total. (Fig. 15)

Une vision globale de la répartition latérale suggère inévitablement le parallélisme avec la répartition du fer dans la séquence de Pariacabo ; à teneurs 10 fois moindres, le tracé isographe fait apparaître en effet :

- en aval, au niveau des sols ferrallitiques, une relation directe entre la distribution du fer et celle de l'argile avec un appauvrissement superficiel et un appauvrissement profond correspondant à l'horizon A'2. Dans cette zone l'existence de formes reliques traduit une dépendance du fer dans la circulation d'une nappe ; les distorsions introduites dans la circulation par la forme du plancher imperméable (notamment ressaut du profil MN 104) sont répercutées dans le matériau, où l'on note un départ de fer, correspondant au courant d'écoulement. Là encore, on constate que l'entraînement du fer s'effectue, alors que l'argile ne présente pas encore de formes de destruction et d'entraînement.

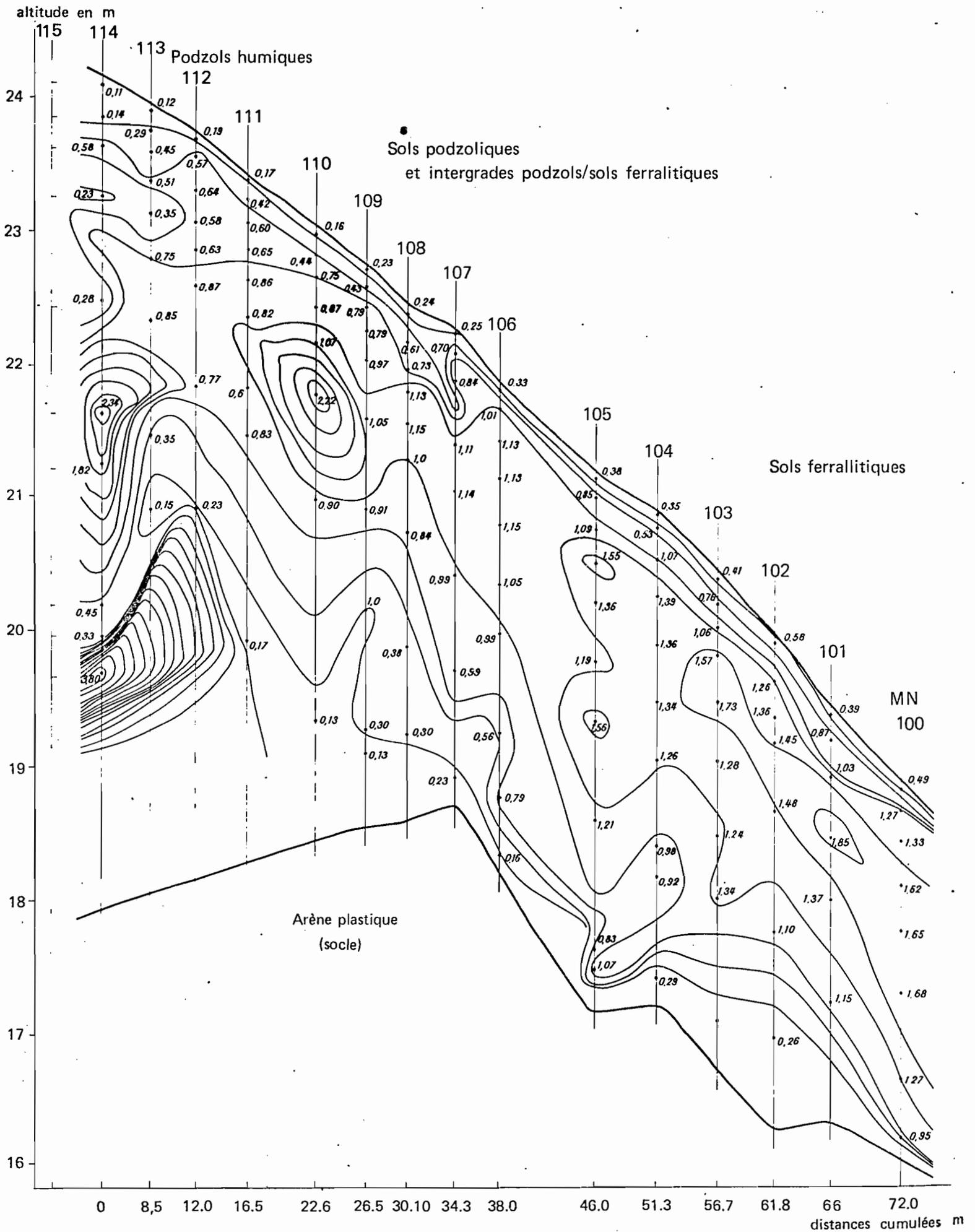


Fig. 15 - Crique Laussat - distribution du fer total (équidistance 2,5 %).

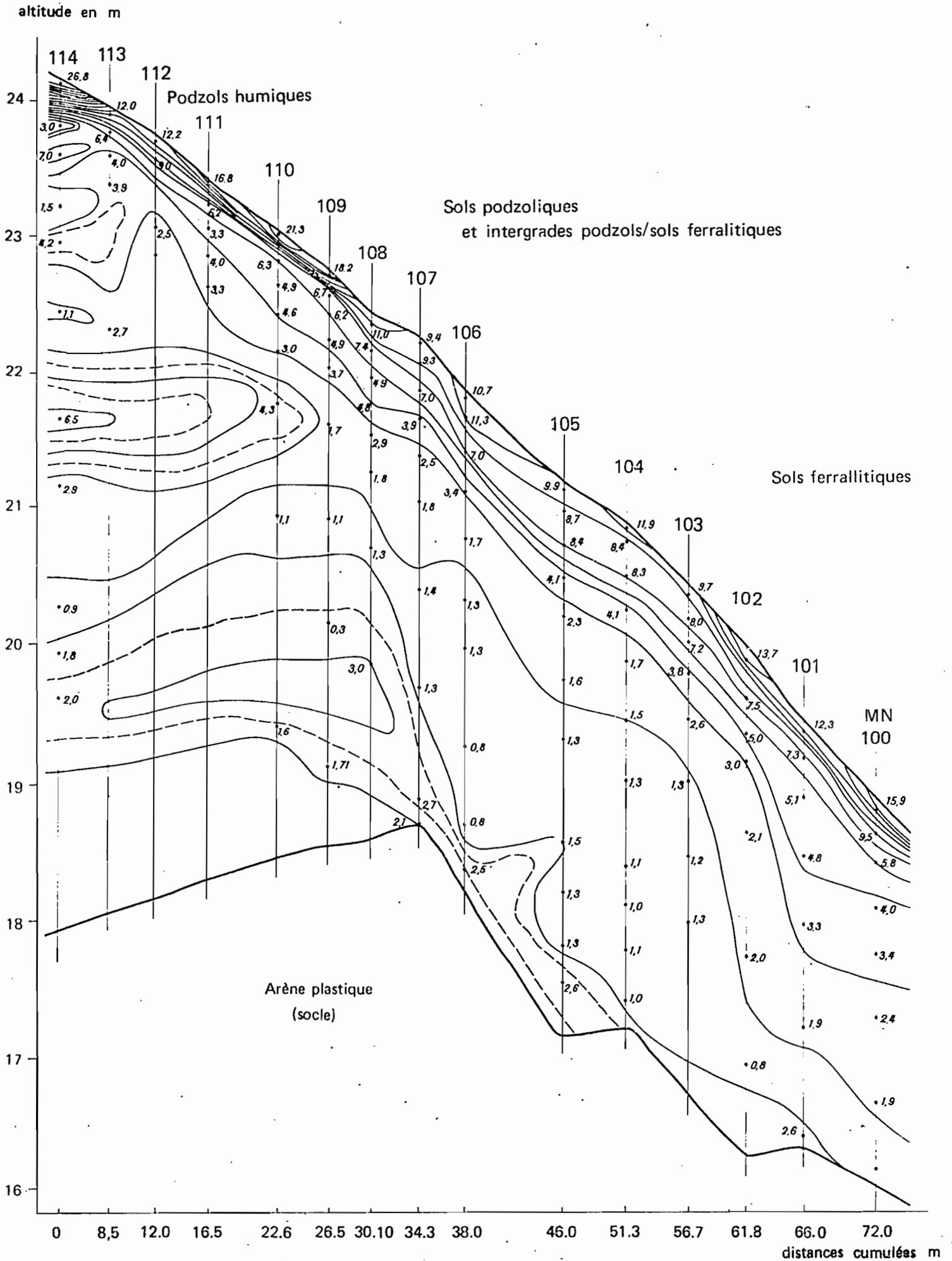


Fig. 16 - Crique Laussat - distribution de la matière organique (équidistance 1,5 %).

- au niveau du sol intergrade (MN 110) un flôt ferrugineux correspond à une répartition plus régulière et plus profonde de la matière organique : ce noyau existe dans la séquence de Pariacabo, son apparition précède ici comme dans cette dernière, l'individualisation d'un profil podzolique.

Dans le podzol, on note enfin l'existence d'une accumulation de fer, au niveau des accumulations humiques.

3.3.3. Distribution latérale de la matière organique. (Fig. 16)

vers l'amont :

- d'une diminution régulière avec la profondeur, horizon par horizon, dans les sols ferrallitiques aval, on observe une accumulation au niveau du sol intergrade qui se traduit par une plus grande quantité de matière organique dans les horizons A 11, A 1, et A 2.

- à l'accumulation relative au sein des horizons Bh correspond l'accumulation de fer ; il y a insolubilisation des composés humiques chargés en fer ; corrélativement, les teneurs en acides fulviques que nous ne faisons pas figurer ici, augmentent ; ces acides mobiles sont disponibles pour un transport par la nappe.

3.4. Le régime hydrique.

3.4.1. Les eaux de drainage.

Elles se rassemblent en criques et rivières à couleur rouge brun due essentiellement (tableau 10) aux acides fulviques et humiques de la matière organique en solution ou en suspension. Ces criques portent des noms vernaculaires reflétant cette particularité (crique rouge, eau rouge, Black water, Rio preto, Rio negro, Cola Creek, des pays voisins).

Tableau n° 10 : Analyse de l'eau de la Crique Rouge.

(photo I.G.N. NB 22 VII, 055. 53° 55 W, 5° 32 N)

Couleur : brun rouge

pH : 4.2

résistivité à 25° ohmcm cm ⁻²	10.000	Fer dissous	Fe ₂ O ₃ mg l ⁻¹	0.6	1.0
salinité totale calculée mg l ⁻¹	80	SiO ₂	-	5.3	
carbone humifié total %	32.5	Al ₂ O ₃	-	1.89	
carbone humique	11	CaO	-	3	
carbone fulvique	21.5	MgO	-	0.85	
acides humiques immobiles à		K ₂ O	-	0.67	
électrophorèse (% acides humiques)	26 %	Na ₂ O	-	4.86	
acides humiques intermédiaires et mobiles	74 %				

Ces eaux de drainage sont très peu chargées en fer et en alumine et fortement chargées en matière organique dont acides fulviques et humiques mobiles constituent la plus grande part. La dominance dans les éléments minéraux de Ca et Na peut être rapportée directement à la composition du granito-gneiss guyanais, sous-jacent, dont l'arène d'altération constitue le plancher de la nappe et où dominent les plagioclases.

3.4.2. Le profil de la nappe.

Le profil figuré ici (fig. 13) correspond à celui décrit au moment de l'ouverture des profils, et se situe en période post-humide ; on note simplement la disparition, entre les profils 105 et 103, de la nappe, disparition qui montre, si cela était encore nécessaire, le rôle des diaclases, fissures etc... du matériau dans la circulation des nappes souterraines en milieu tropical.

Dans des situations analogues, HEYLIGERS sur un matériau semblable, montre que la nappe peut parfaitement atteindre la surface du sol à certaines périodes, sa forme dépendant de la distance à l'axe de drainage.

On remarque enfin qu'à partir du profil MN 108, l'écoulement profond se fait en sens opposé à celui induit par la surface topographique externe.

4. CONCLUSION A L'ETUDE DES SEQUENCES DE SOLS SUR MATERIAU SEDIMENTAIRE ET SUR MANTEAU D'ALTERATION.

Caractères communs aux deux séquences.

4.1. Dans les deux cas, la succession des groupements végétaux en savane, ou la structure forestière, traduisent un déséquilibre de l'écosystème.

4.2. L'organisation latérale des séquences met en évidence l'existence d'une pédogénèse d'éluviation en profondeur et, induit par la présence d'un niveau imperméable (dépôt argileux sub-horizontale dans les savanes, arène d'altération à pente forte sur le socle), la formation d'un horizon profond de soutirage. A'2.

4.3. L'importance attribuée à la texture sableuse du matériel dans le phénomène de podzolisation doit être nuancée ; les deux matériaux sont ici très différents (sables fins ou sables grossiers).

4.4. Dans le cas des sols sur matériau sédimentaire, le lessivage n'apparaît plus actuel et l'horizon B présente les caractères d'un horizon en destruction par entraînement des fractions fines ; nous n'avons pas d'éléments pour émettre la même remarque au niveau des sols ferrallitiques sur socle. L'important est de constater dans les deux cas une attaque de l'horizon B dans sa partie inférieure qui se traduit par l'existence tant dans la répar-

tition du fer que dans celle de l'argile, d'îlots d'accumulation relative dont la disposition liée aux observations précédentes tend à suggérer leur caractère relique.

4.5. Il est remarquable de constater que l'organisation latérale du fer, à teneurs dix fois moindre dans le matériau issu de l'arène granitique est identique dans les deux séquences. L'existence d'une accumulation ferrugineuse à la charnière sol ferrallitique - sol podzolique, paraît directement liée à une complexation par les acides fulviques: dès qu'il n'y a plus assez de fer pour immobiliser ces acides, ils peuvent ou s'accumuler aux niveaux imperméables ou (et) être évacués.

4.6. Enfin, les observations qui précèdent tendent toutes à prouver que les deux séquences participent d'une même dynamique ; la séquence sur le manteau d'altération est dans un stade plus avancé d'évolution, où l'horizon B, attaqué par soutirage et soumis dans sa partie superficielle à la dégradation dans laquelle la présence d'acides fulviques agressifs peut jouer un rôle (cas des savanes), finit par disparaître. Dans les deux cas l'accumulation des complexes fer-matière organique correspond à la diminution de l'évacuation par la nappe due à l'éloignement de l'axe de drainage. Cette terminaison en biseau de l'horizon argillique des sols sur socle en amont, traduit ce double phénomène. On peut constater qu'elle s'amorce dans la séquence des savanes. Dans ce dernier cas le soutirage est moins rapide, par suite de l'absence de pente de l'horizon imperméable sous-jacent. Par suite de la présence d'anions organiques agressifs, l'horizon éluvié A₂ sous-jacent est nettement plus affirmé en amont de la séquence sur manteau d'altération, où la nappe est chargée en acides fulviques, qu'en aval où son épaisseur n'est que de 20 cm environ. Le rôle de la matière organique dans l'individualisation de cette organisation latérale, ne peut être appréciée qu'à travers l'étude à la fois verticale et latérale des formes mobiles organiques, étude qui fait l'objet du chapitre suivant.

Le schéma général qui ne constitue encore qu'une hypothèse de travail est donc le suivant :

Le rôle du gradient hydrostatique (compétence de la nappe et possibilité d'évacuation des produits) paraît donc prépondérant. L'ensemble du mécanisme étudié pouvant être simplifié à outrance en termes d'exportation ou non hors du profil des formes organiques solubles.

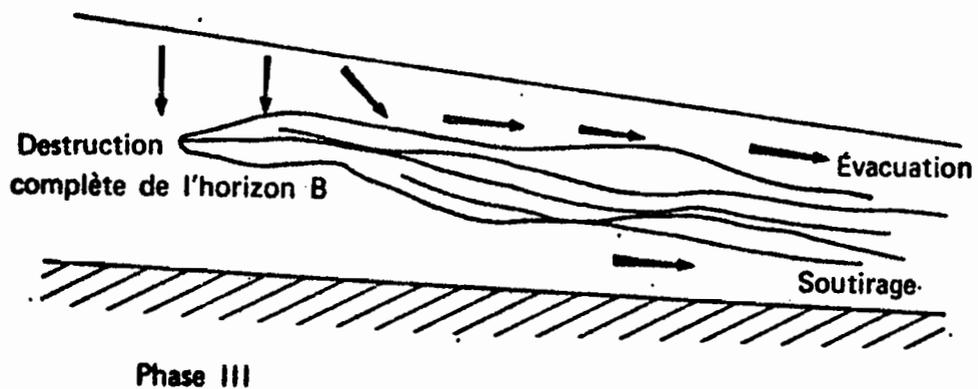
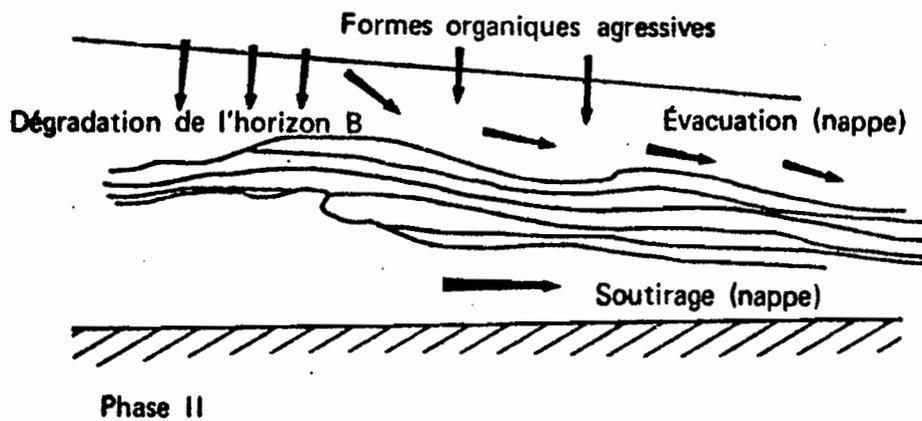
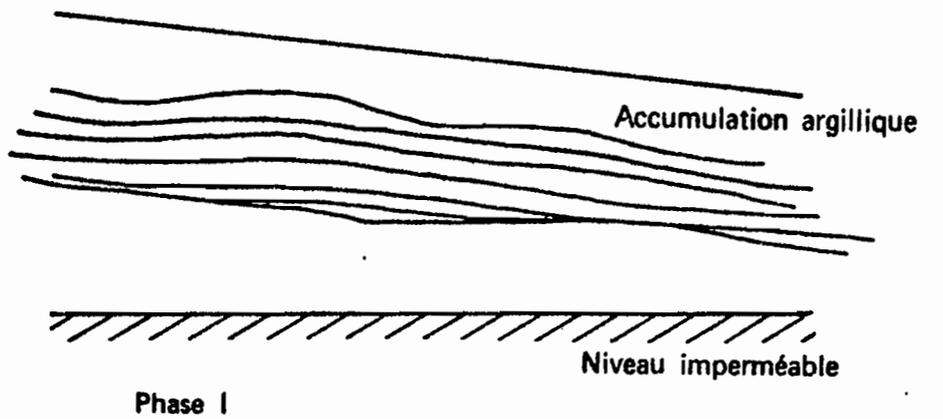


Fig. 16bis - Schéma d'évolution des séquences.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE DE L'EVOLUTION SAISONNIERE DE LA

MATIERE ORGANIQUE DES SOLS DE LA PLAINE COTIERE DES GUYANES

C H A P I T R E . I I I

LES FRACTIONS EXTRACTIBLES DE LA MATIERE ORGANIQUE.

MATERIEL, METHODES.

Nous avons choisi, dans le paysage des Savanes de la Plaine Cotière, de procéder à une campagne de prélèvements saisonniers portant sur les principaux horizons du profil pédologique des différents types de sols ferrallitiques et podzols ; l'analyse de ces échantillons est menée à l'aide de deux méthodes d'extraction des fractions humifiées :

- la méthode d'extraction par le pyrophosphate de Na à pH 10, dont la simplicité de mise en oeuvre a permis de traiter tous les échantillons,

- la méthode DABIN, par extractions successives à l'aide de réactifs alcalins ($P_2O_5Na_4$, NaOH) après prétraitement acide à l'acide phosphorique, qui a été réservée à un petit nombre d'échantillons caractéristiques, dont on désirait approfondir la séparation des fractions extractibles.

Les résultats obtenus permettent de présenter dans ce chapitre les caractères moyens des matières organiques des horizons de surface. L'incidence des phases climatiques sera envisagée aux chapitres suivants qui développeront l'action du pédoclimat, d'une part sur l'humification des horizons de surface, d'autre part, sur l'humification dans les horizons profonds.

1. LES PRELEVEMENTS SAISONNIERS.

Afin de caractériser la différenciation entre sols ferrallitiques et podzols, deux campagnes de prélèvements saisonniers, à intervalle de 30 jours, ont été menées en 1968-1969 (juillet à juin) et 1972-1973 (avril à juin), dans la Plaine Cotière ; quatre sites ont été retenus, Savane Bordelaise, Savane Matiti, Savane Combi, Savane de Corossomy (J.F. TURENNE 1972) qui s'étendent sur une distance d'environ 120 km Est-Ouest. Les prélèvements concernent essentiellement les horizons de surface et les résultats sont la moyenne de 12 prélèvements pour chaque type de sol, répartis dans les quatre savanes.

Dans le souci d'élargir le domaine de comparaison entre les sols, les prélèvements de surface localisés durant la campagne 1968-1969 à trois types de sols - ferrallitiques - podzols - sols hydromorphes sous savane, ont été étendus, au cours d'une deuxième campagne d'observations (1972-1973), à des horizons de surface de sols ferrallitiques sous forêt, de sols ferrallitiques après défrichement par brulis de la forêt (sols en culture itinérante), cette dernière localisation des prélèvements devait permettre d'approcher la dynamique du sol forestier lorsqu'il n'est plus soumis à des conditions de forêt (évaporation réduite, humidité persistante, ombre), mais passe brutalement à des conditions de savane (évaporation forte, variations draconiennes d'humidité, ensoleillement) et partant, de préciser encore la dynamique de la matière organique en savane.

La Savane Bordelaise, qui a été étudiée plus en détail au chapitre précédent, a été retenue pour servir à l'ensemble des prélèvements destinés à donner les caractères saisonniers de l'ensemble du profil pédologique.

Dans ce dernier cas, l'échantillonnage, en liaison avec les séquences de sols, a été limité à trois types de sols, sols ferrallitiques fortement désaturés lessivés, sols ferrallitiques fortement désaturés lessivés, hydromorphes, intergrade vers les sols podzoliques, podzols ... hydromorphes à alios, et la périodicité des prélèvements ramenée aux grands moments climatiques d'un cycle saisonnier : saison sèche, période pré-humide, période humide, période post-humide, saison sèche suivante.

Ainsi, chaque prélèvement, qu'il concerne les horizons de surface ou les horizons du profil pédologique, peut être à chaque instant ramené à sa situation dans une période climatique. La valeur de l'humidité au champ mesurée systématiquement, sert à préciser le sens de l'évolution climatique (réhumectation, assèchement) parcourue par l'échantillon.

Nous disposons donc de points de repère précis pour apprécier les caractères instantanés ou moyens de la matière organique des différents sols mais aussi, pour compléter sa définition des caractères évolutifs et dynamiques que l'on peut apprécier au cours des variations climatiques saisonnières.

2. LES METHODES D'EXTRACTION DES COMPOSES HUMIFLES.

Les méthodes retenues pour extraire les composés humifiés (Acides fulviques, Acides humiques) répondent à deux nécessités :

- la nécessité d'appréhender le sens général des variations : pour cela une analyse rapide permet d'en dégager les grandes lignes : la méthode d'extraction au pyrophosphate, convient pour cette approche.

- la nécessité d'aller plus loin dans la caractérisation de fractions évolutives ; mais la relative complexité des méthodes par extractions successives qui réalisent une extraction poussée des fractions humifiées en combinant différents agents acides ou alcalins, ne permettait pas de traiter tous les échantillons recueillis au cours de l'évolution saisonnière. Il faut donc se limiter à un petit nombre d'échantillons dont on

sait, grâce à la première méthode qui a dégrossi le problème qu'ils sont caractéristiques de l'évolution suivie.

2.1. La méthode d'extraction au pyrophosphate de Na 0,1 M (pH 10).

Cette méthode est retenue pour obtenir le maximum d'informations et multiplier les résultats, en liaison avec la fréquence de prélèvements mensuels. Elle est complétée par l'électrophorèse des acides humiques obtenus par précipitation en milieu acide, selon la méthode JACQUIN (1963) DABIN (1967).

L'emploi du pyrophosphate de Na permet en effet d'obtenir de manière simple des renseignements sur la matière organique du sol, et assure une comparaison avec les résultats obtenus en milieu tropical où cette méthode a été largement employée, en particulier par C. THOMANN, B. DABIN, et plus récemment A. NEGARESTAN.

Cet agent d'extraction est un réactif modéré et son emploi direct sur l'échantillon (C. THOMANN 1963) permet une bonne extraction de l'humus dans des conditions opératoires aisées à préciser ; grâce à son action complexante vis à vis des cations métalliques, il dissocie les humates calciques et alumino-ferriques.

Les taux d'extraction sont généralement plus faibles dans les sols bien saturés en bases, et plus élevés dans les sols désaturés. De même dans les sols ferrallitiques, le taux d'extraction augmente avec la profondeur indiquant un processus de lessivage des formes mobiles, et (ou) un processus de dépolymérisation.

Les électrophorégrammes sont analysés d'une manière systématique (J.F. TURENNE 1965) qui correspond à la meilleure corrélation obtenue entre l'indice d'instabilité structurale I_s de HENIN, et le taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse. Il apparaît en effet une corrélation hautement significative entre le taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse et I_s lorsque l'on effectue le partage de l'électrophorégramme en s'appuyant sur une division fonction de la longueur de l'électrophorégramme : au premier tiers dans le sens de la migration (acides humiques immobiles) ; entre ce

tiers et la moitié de la longueur (acides humiques intermédiaires) ; enfin entre la moitié de la longueur et la fin du tracé. Cette méthode présente l'avantage d'être indépendante de la longueur de l'électrophoregramme.

Le taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse est un bon indice du degré de polymérisation des substances humiques et constitue bien un indice commode de caractérisation. Des études précédentes (PERRAUD 1970), ont en effet mis en évidence une triple corrélation entre la durée et l'importance de la saison sèche, le taux de désaturation du complexe absorbant, et le degré de polymérisation des acides humiques. A une saison sèche peu affirmée, correspond la désaturation du complexe et un faible degré de polymérisation.

Nous avons pu montrer par ailleurs (J.P. TURENNE 1968), que les horizons supérieurs de sols ferrallitiques sous savane (ou sous forêt), possèdent une bonne quantité d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse, alors que ces fractions sont en quantité plus faible dans les horizons homologues des sols podzoliques (sous savane ou sous forêt). La même étude montrait que dans tous les cas (sols ferrallitiques ou podzols) la saison pluvieuse intervenait pour diminuer le degré de polymérisation, en augmentant les quantités d'acides humiques mobiles et ce, quel que soit le type de sol.

Enfin, il est possible de faire apparaître une corrélation positive entre le taux d'acides humiques immobiles et le pourcentage d'éléments fins (0.20μ), cette corrélation n'apparaissant qu'en saison des pluies $[AHI = 26 + 0,974 (A + Lf) P < 0,02]$ montrant qu'à la limite, le comportement des podzols et sols ferrallitiques apprécié par le degré de polymérisation des acides humiques, n'est pas tellement différent en saison sèche, la différenciation intervenant au cours de la saison pluvieuse.

Tous les résultats précédents montrent donc que les fractions extraites au pyrophosphate de Na portent en elles un certain nombre de renseignements significatifs de l'état de la matière organique. Dans l'étude des horizons de surface des podzols et sols ferrallitiques, la composition de la matière organique appréciée grâce à l'extraction Pyrophosphate, sera ramenée à une séparation simple $[Acides fulviques - Acides humiques mobiles à l'électrophorèse - Acides humiques immobiles - Non extrait ou HUMINE sl.]$ que nous considérerons, au moins pour les trois premières

fractions, comme allant dans le sens d'une polymérisation croissante. En particulier, acides humiques mobiles ou immobiles à l'électrophorèse, vont dans le sens d'une condensation des substances organiques : le terme d'acides humiques condensés sera parfois employé au lieu et place des acides Humiques immobiles à l'électrophorèse.

2.2. La méthode d'extraction avec prétraitement acide et action de réactifs alcalins (B. DABIN 1971).

Si l'on considère les taux d'extraction (ex taux d'humification) obtenus par la méthode précédente et qui n'atteignent que 15 à 20 % de la matière organique totale, il est certain que la méthode au pyrophosphate de Na n'extrait qu'une faible part des composés humifiés.

Afin de compléter les renseignements obtenus par celle-ci, la méthode d'extraction B. DABIN (1971), est utilisée ici pour l'étude des caractères saisonniers de la matière organique à travers le profil pédologique.

Pour obtenir un maximum d'extrait humique, on applique une technique inspirée de la méthode TIURIN qui consiste à effectuer un prétraitement de l'échantillon par l'acide phosphorique 2 M, suivi de plusieurs extractions alcalines, en combinant pyrophosphate et soude. Ceci permet une extraction assez complète de la matière organique soluble, dont les résultats (B. DABIN 1971) sont globalement comparables à ceux obtenus par la méthode DUCHAUFOR-JACQUIN. L'extraction est toutefois plus poussée, dans le cas des sols guyanais, lorsque l'on effectue (tableau n° 11) un prétraitement acide : ceci est vraisemblablement dû au rôle décomplexant supplémentaire joué par l'acide phosphorique qui permet une extraction plus complète des composés à faible poids moléculaire. D'autre part, il y a une dissolution plus poussée de certaines formes humiques ; dans ce dernier cas il ne peut s'agir de néosynthèse car l'acide phosphorique 2 M de densité 1,3 permet d'opérer une séparation densimétrique préalable des matières légères.

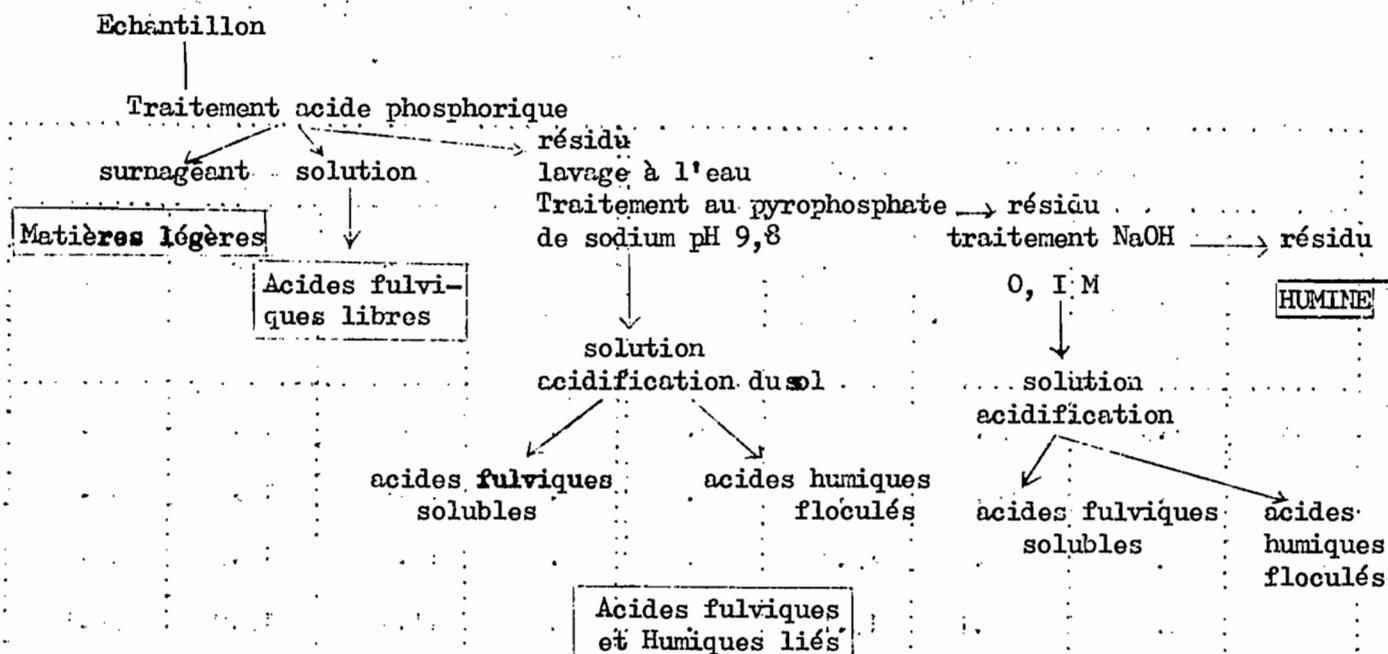
Tableau n° 11 . Comparaison des fractions extraites par la méthode
DUCHAUFOR-JACQUIN et par la méthode DABIN (% de C total)
(sol ferrallitique intergrade podzolique).

HORIZON	Méthode DUCHAUFOR-JACQUIN				METHODE DABIN			
	Extrait hydro-soluble + hymato-mélanique	Extrait Pyro.	Extrait Soude	HUMINE	Extrait PO_4H_3	Extrait Pyro.	Extrait NaOH	HUMINE
A 11	1.5	26.0	13.2	59.2	9.8	23.0	12.7	54.3
A 12	4.7	44.7	15.7	35.3	26.5	13.2	19.3	40.9
A 2	3.8	48.8	13.3	34.4	31.8	17.9	17.9	32.3
A B	3.0	54.1	13.17	29.8	45.3	11.5	13.0	30.1
A 11	2.0	25.4	13.0	59.5	9.6	26.3	16.1	49.1
A 12	5.7	45.0	11.0	37.9	25.3	25.6	14.3	34.6
A 2	2.0	60.8	11.3	25.7	16.4	36.7	12.5	34.3
A B	4.3	49.6	11.3	34.4	44.8	17.3	14.8	23.1

Les résultats obtenus par la méthode avec prétraitement acide montrent tout l'intérêt de la séparation de la fraction soluble dans l'acide phosphorique : elle représente des acides fulviques dits "libres" et leur appréciation à travers le profil est un bon critère de la mobilité des formes organiques agressives vis-à-vis de la fraction minérale.

La composition de la matière organique est donc ramenée dans ce dernier cas à une séparation \int Acides fulviques libres - Acides fulviques liés - Acides humiques liés (mobiles et immobiles à l'électrophorèse) - Non extrait ou HUMINE ss. 7.

METHODE DABIN : schéma de séparation.



3. METHODE DE COMPARAISON DES RESULTATS.

Les résultats obtenus sont ramenés, pour la comparaison entre les différentes étapes de l'évolution saisonnière, au pourcentage de la fraction considérée dans le Carbone total ; moins que les quantités, qui peuvent varier suivant les prélèvements sur des sites différents, sans que la saison intervienne, mais seulement les conditions stationnelles, c'est la qualité de la matière organique (degré de polymérisation, abondance des formes libres etc...) qui est donc prise d'abord en considération.

(1970)

NEGARESTAN considère en particulier la différence positive ou négative de la part prise par chaque fraction obtenue par l'extraction au pyrophosphate de Na, ramenée à 100 de Carbone total, par rapport à la part des fractions correspondantes dans l'horizon immédiatement sus-jacent.

Les variations relatives avec la profondeur rendent compte du passage d'une fraction à une autre, dans le sens par exemple d'une polymérisation (augmentation de la part des acides humiques immobiles) ou d'une dépolymérisation (augmentation de la part prise par les acides humiques mobiles à l'électrophorèse).

Nous appliquerons ici une méthode similaire, qui consistera à comparer d'un prélèvement sur l'autre, au cours de l'évolution saisonnière, les variations relatives des parts prises par les fractions [Acides fulviques - Acides humiques mobiles à l'électrophorèse - Acides humiques immobiles - Non extrait ou HUMINE], ces fractions étant rapportées à 100 de Carbone total.

4. LE MATERIEL ET CARACTERES DE LA MATIERE ORGANIQUE DES HORIZONS DE SURFACE.

4.1. Généralités.

Les prélèvements correspondent aux horizons A 11 (0 - 8 cm) des différentes stations retenues pour suivre l'évolution saisonnière des horizons de surface :

- sol ferrallitique, fortement désaturé, lessivé sous forêt,
- sol ferrallitique sous forêt défrichée,
- sol ferrallitique sous savane,
- Podzol hydromorphe à alios,
- sol hydromorphe à gley lessivé.

Ils présentent tous un certain nombre de caractères moyens, qui sont figurés au tableau 12 .

Tableau n° 12. Caractères moyens des horizons de différentes stations de la Plaine Côtière.

Argile	Limon	Sable fin	Sable grossier	Carbone total C %	Acides fulviques C %	Acides humiques C %	Acides humiques im. % A.H.	Taux extr.	C/N	AF/C	AF/AH	Capacité d'échange me	Somme Cations	Taux sat. %
Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé sous forêt														
7,5	10,0	77,6	1,5	42,65	3,79	4,78	35,42	20,10	23,20	8,80	0,79	12,62	3,91	31,0
Sol ferrallitique sous forêt défrichée														
7,0	10,0	77,0	1,5	24,77	2,37	3,40	41,19	23,20	16,10	9,60	0,69	7,94	3,69	46,4
Sol ferrallitique sous savane														
8,0	11,9	75,5	1,5	14,99	1,98	2,06	51,82	26,90	14,09	12,30	0,96	4,41	0,74	16,8
Podzol à gley à alios														
2,0	13,0	83,0	1,0	12,09	0,64	1,01	46,53	13,64	12,80	5,29	0,63	2,24	0,67	29,9
Sol hydromorphe lessivé à gley														
5,3	12,1	79,8	0,5	17,76	1,75	1,26	56,82	23,20	14,74	9,80	1,38	3,55	0,39	11,0

A : Argile Limon : Limon fin + Limon grossier sf : sable fin sg : sable grossier C tot : Carbone total AF : Acides fulviques
 AH : Acides humiques AHI : Acides humiques immobiles Tex : Taux extraction

Le matériau est à dominance de sables fins, de texture sableuse (sols podzoliques) à sableuse légèrement argileuse (sols ferrallitiques 7 - 8 % d'argile).

Ces horizons sont fortement désaturés et la teneur en bases n'atteint jamais 1 me sous savane. Elle est nettement supérieure sous forêt ou sous brûlis ; le taux de saturation le plus élevé est réalisé sous brûlis, le plus faible en conditions hydromorphes.

4.2. Caractères moyens de la matière organique des horizons de surface.

4.2.1. Le Carbone total.

Les teneurs globales en matière organique, exprimées en Carbone pour mille, permettent de ranger les sols par ordre de teneurs décroissantes : fig. 17 .

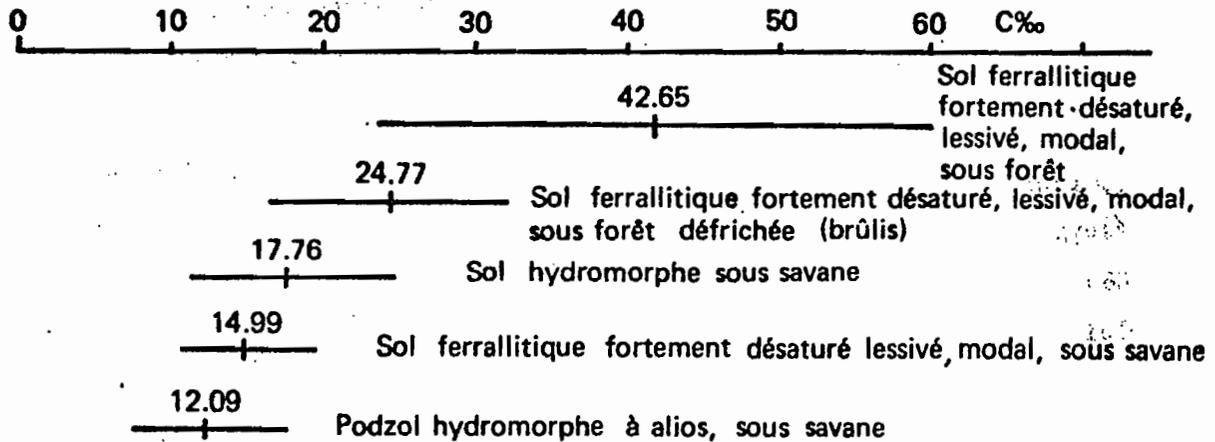


Fig. 17 - Horizons de surface. Teneur en carbone total (valeurs moyennes - intervalles de confiance)

L'analyse des variations observées, montre que le sol forestier, s'il présente les teneurs les plus élevées, présente également le coefficient de variation (0,2) le plus élevé : ceci indique donc une diversité de quantités de matière organique sous forêt, suivant les saisons.

Les coefficients de variations sont nettement inférieurs (sol hydromorphe 0,18 - podzol 0,18 - sol ferrallitique sous savane 0,14 - sol ferrallitique sous forêt défrichée 0,16), pour les autres sols. On notera la baisse importante des teneurs en Carbone total sur ou après le défrichement.

Enfin, les plus faibles teneurs en matière organique sont relevées pour le podzol.

4.2.2. Les Acides fulviques.

En moyenne, le sol forestier présente les teneurs les plus élevées, mais les différentes teneurs ne sont guère significatives ; les variations doivent être attribuées plus à des différences de vitesse de migration en profondeur (eau saturante et circulante pour les podzols une partie de l'année) qu'à des caractères intrinsèques des horizons

supérieurs ; nous retrouverons cette difficulté d'appréciation tout au long de l'analyse. L'étude verticale des profils nous apportera des éléments supplémentaires.

Si l'on considère le rapport A. Fulviques/C.total, les sols se classent de la manière indiquée fig. 18 : le rapport AF/C le plus élevé est observé pour le sol ferrallitique fortement désaturé lessivé sous savane, le plus faible pour le podzol. Sols sous forêt, sous forêt défrichée, ou hydromorphe présentent des valeurs voisines.

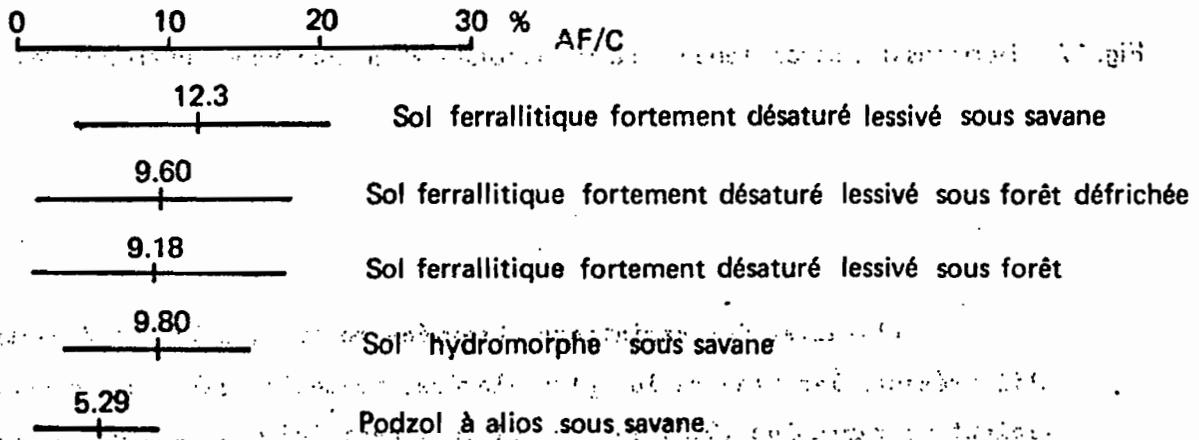


Fig. 18 — Horizons de surface. Rapport $\frac{\text{Acides fulviques}}{\text{Carbone total}}$ (valeurs moyennes et intervalles de confiance).

4.2.3. Les Acides humiques.

Leur teneur est relativement élevée dans les sols ferrallitiques sous savane (13,7 % de la fraction organique) ; l'humification se développe davantage dans les conditions de savanes que sous forêt (11,2 %). Les podzols (8,3 %) et les sols hydromorphes montrent les plus faibles teneurs en acides humiques.

Les acides humiques immobiles à l'électrophorèse fig.

le taux le plus élevé est observé dans les conditions du sol hydromorphe en savane, le taux le plus faible étant observé sous forêt, sur des sols ferrallitiques.

L'analyse des coefficients de variation montre un coefficient élevé (0,21) pour le sol sous forêt, des coefficients voisins pour les sols sous savane (0,13) et un coefficient intermédiaire pour l'horizon du sol sous forêt défrichée.

Le taux élevé observé pour les sols hydromorphes, paraît devoir être attribué plus à une valeur relative, obtenue par entraînement des formes les plus mobiles, qu'à une valeur caractéristique de la pédogenèse hydromorphe ; on peut cependant constater qu'à la différence des sols podzoliques (faible teneur en acides humiques faiblement polymérisés), les acides humiques des sols hydromorphes sont en faible teneur, mais fortement polymérisés.

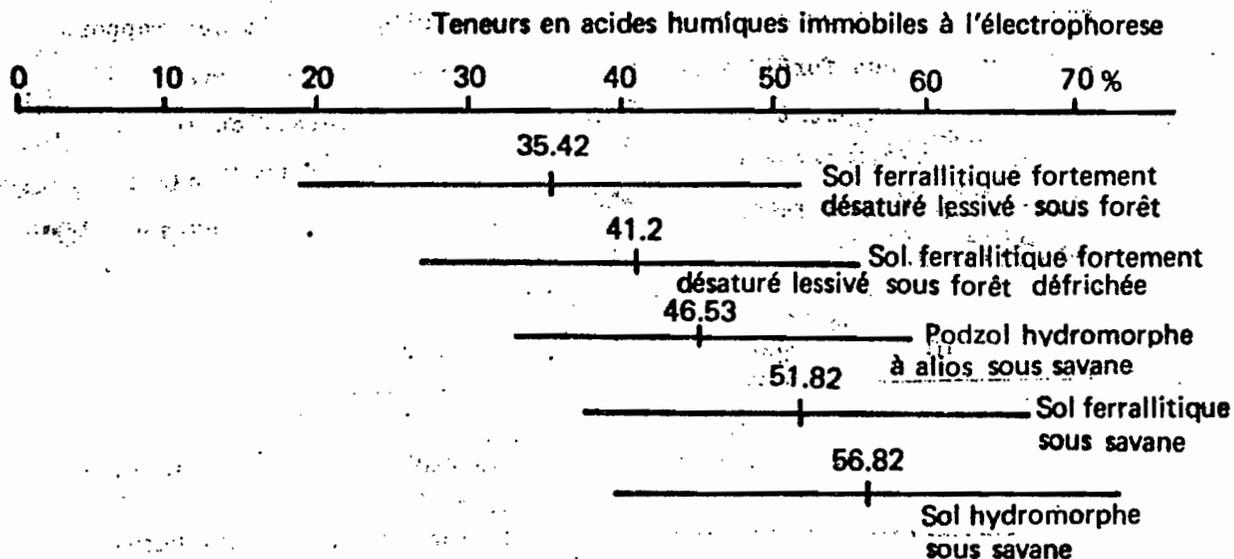


Fig. 19 — Horizons de surface. Acides humiques immobiles à l'électrophorèse (valeurs moyennes, intervalles de confiance)

4.2.4. Le taux de non extraction au pyrophosphate ou Humine sl.
 Le taux d'extraction minimum est obtenu pour le podzol sous savane, le maximum pour le sol ferrallitique sous savane. Nous avons montré par ailleurs (J.F. TURENNE 1969) que le défrichement intervenait pour augmenter le taux d'extraction. Cette observation reste valable dans le cas des sols de la plaine côtière.

4.2.5. Le rapport C/N.

C'est l'horizon supérieur A 11 du podzol qui montre les valeurs les plus faibles, les valeurs les plus élevées sont celles de l'horizon supérieur du sol ferrallitique sous forêt. (fig. 20)

L'analyse des coefficients de variation permet la remarque suivante : le défrichement se traduit par un coefficient de variation du rapport Carbone/Azote excessivement élevé, comparé aux autres sols et notamment au sol forestier voisin. Dans cette situation de rupture d'équilibre (passage du sol forestier à des conditions climatiques de savane), l'évolution de la matière organique qui montrait des rapports C/N élevés (sous forêt) tend vers une évolution de type savane (C/N bas) et ce changement se marque par une grande diversification. Les rapports C/N faibles enregistrés au niveau du podzol traduit la faible diversification de la matière organique liée à des teneurs en Carbone très faibles.

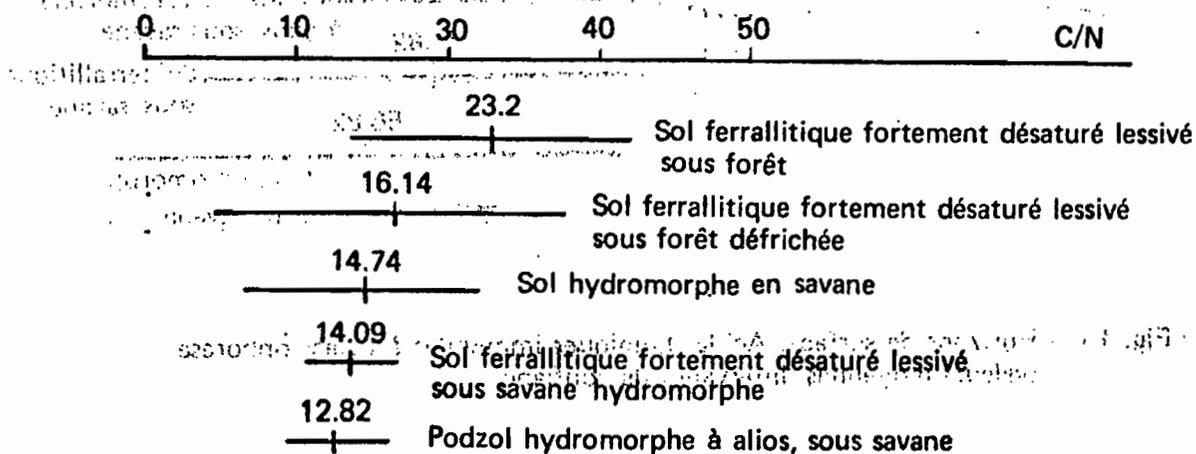


Fig. 20 - Horizons de surface, rapport C/N (valeurs moyennes, intervalles de confiance).

En conclusion, les valeurs moyennes comparées des différents éléments de la matière organique concernant seulement les horizons supérieurs A 11 du sol, ne font pas apparaître de différences caractéristiques sur le plan pédogénétique, autres que celles dépendant des conditions stationnelles, ici liées à la nature de la formation végétale, forêt ou savane.

Le milieu savane imprime sa marque aussi bien aux sols ferrallitiques qu'aux sols podzoliques ou aux sols hydromorphes.

Les résultats de caractérisation sont présentés ci-dessous, en faisant intervenir valeur absolue et coefficient de variation, et ce, pour trois paramètres simples : teneurs en Carbone total, Rapport C/N, taux acides humiques immobiles à l'électrophorèse.

SOLS	C. TOTAL	C/N	Acides Humiques immobiles
Sol ferrallitique sous forêt	teneur élevée grande amplitude de variations	élevé grande amplitude de variations	faibles teneurs amplitude moyenne
Sol ferrallitique sous forêt défrichée	teneur moyenne amplitude de variation moyenne	élevé très grande amplitude	teneurs moyen- nes amplitude moyenne
Sol hydromorphe sous savane	teneurs moyennes amplitude de varia- tions moyenne	moyen amplitude moyenne	teneurs élevées amplitude assez forte
Sol ferrallitique sous savane	teneur faible faible amplitude	bas faible amplitude	teneurs élevées faible amplitude
Podzol sous savane	teneur faible faible amplitude	bas faible amplitude	teneurs faibles amplitude faible

CHAPITRE IV

ACTION DU PEDOCLIMAT SUR L'HUMIFICATION DES HORIZONS DE SURFACE

15 { L'étude des variations saisonnières devait nous amener à compléter la caractérisation instantanée, ou moyenne, par la caractérisation de la dynamique saisonnière des matières organiques des différents types de sols.

Le but de cette étude est de discerner l'influence des variations climatiques sur l'évolution des composés humiques, et à partir de cela, d'esquisser une définition des types d'humus des savanes littorales.

En fait, nous allons décrire successivement les variations relatives des différentes fractions, en tentant de dégager les principaux événements saisonniers ; ne seront retenus que ceux présentant une signification statistique, mais ils serviront à apprécier les autres variations.

1. VARIATIONS PEDOCLIMATIQUES.

1.1. Humidité au champ et valeur du pF.

A. L'humidité au champ.

Il est facile de montrer que pour les sols de savane (fig. 21), l'humidité de l'horizon A 11 est liée, pour les phases dynamiques des périodes post-humide, saison sèche, période pré-humide, aux quantités de pluies relevées durant les 10 jours précédant les prélèvements, et à la différence $P - E T P$ calculée pour cette période.

Ceci donne donc une première indication sur la rapidité avec laquelle l'horizon supérieur suit les variations climatiques en l'absence de nappe saturante. Cette rapidité nous assure donc des échantillons contrastés sur lesquels les différences d'organisation de la matière organique doivent apparaître.

- Variation de l'humidité au champ en période post-humide. A une diminution continue des quantités de pluies correspond une diminution continue et rapide de l'humidité au champ des horizons A 11 des sols ferrallitiques et des podzols ; le sol hydromorphe montre un retard à l'assèchement, lié à l'arrivée des eaux de drainage des parties supérieures déjà en assèchement.

Ce retard à l'assèchement est noté également sous forêt ou sous culture, mais dès la fin de la saison post-humide, ces sols ont un comportement identique à celui des sols sous savane.

- Variation de l'humidité au champ en saison sèche. Tous les horizons atteignent simultanément le point de dessiccation **extrême**.

- Variation de l'humidité en période pré-humide. Les horizons réagissent simultanément, sous savane ou sous forêt, à l'augmentation des quantités de pluies et accusent même une diminution de ces quantités survenant au cours de l'installation de la saison des pluies : nous utiliserons le terme " faux départ " de saison des pluies (FRANQUIN 1970) pour caractériser cette

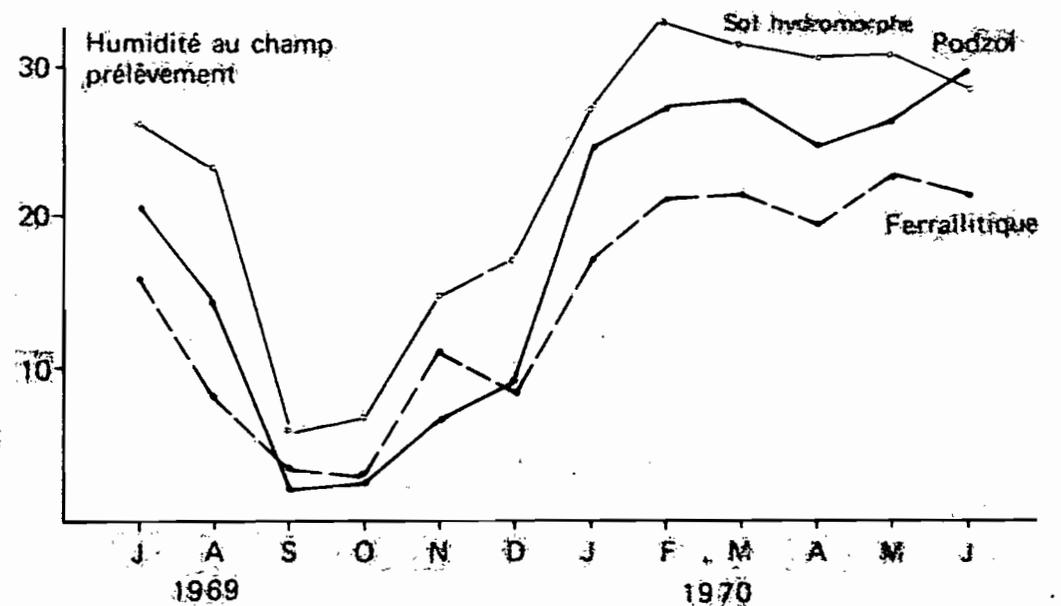
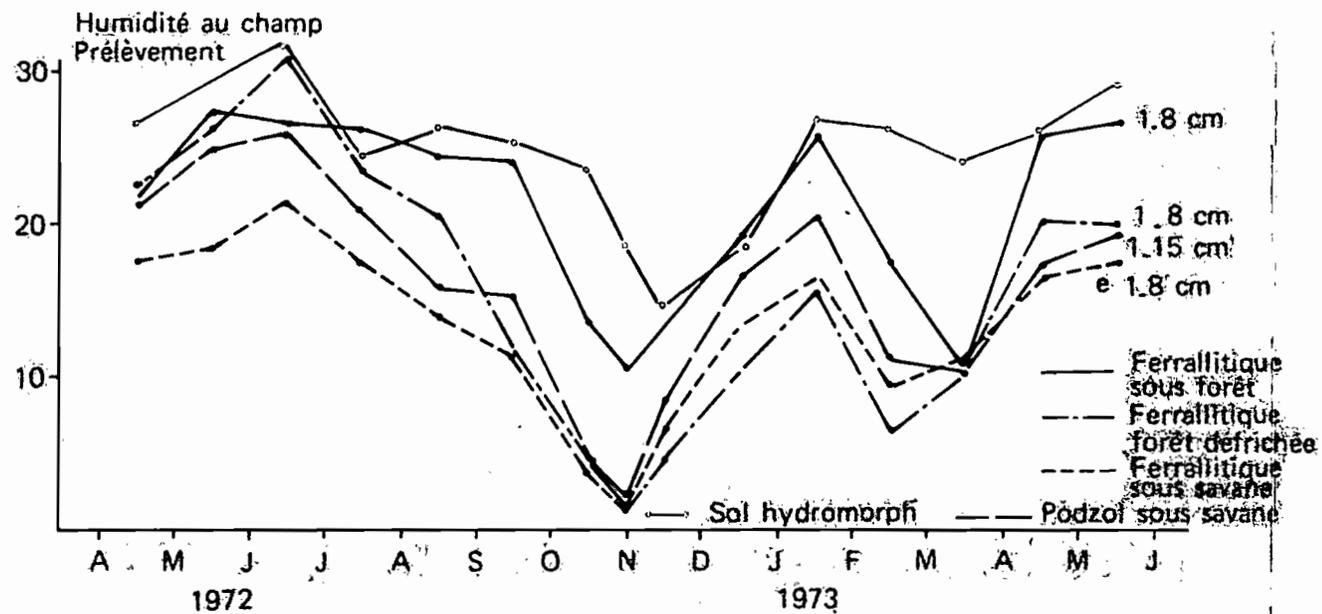
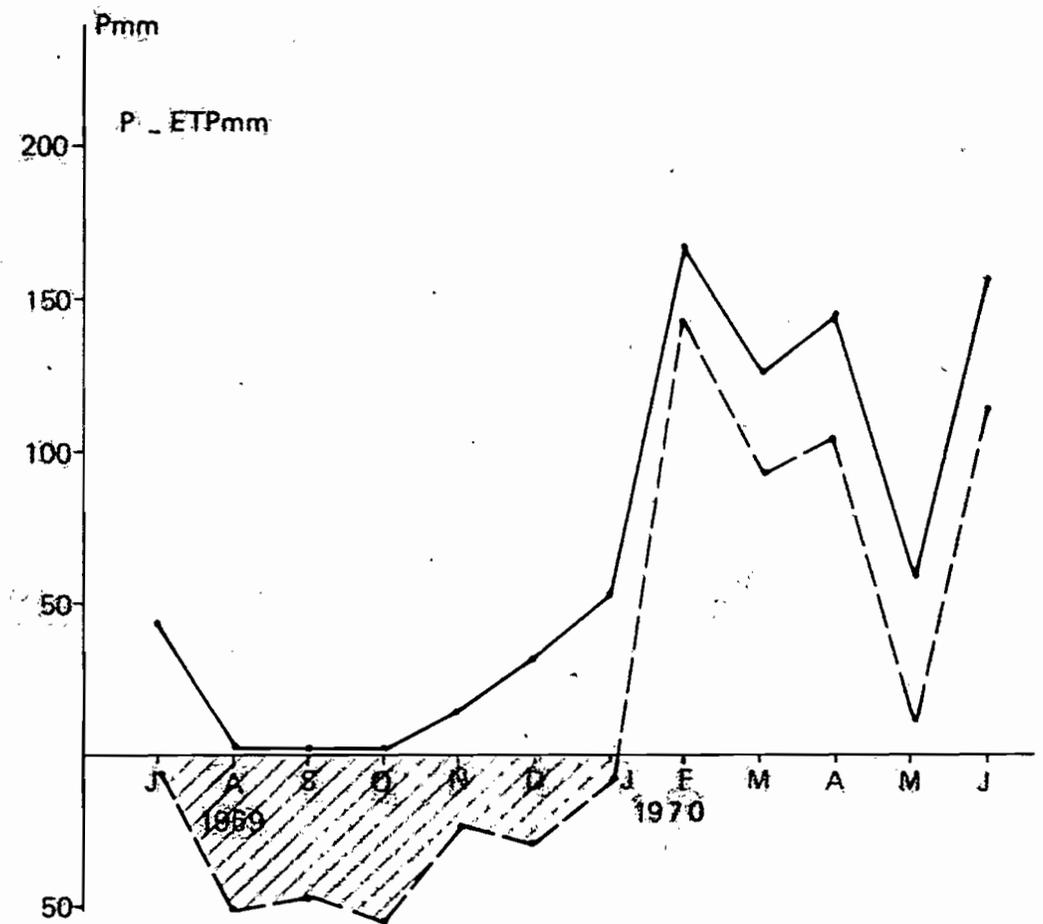
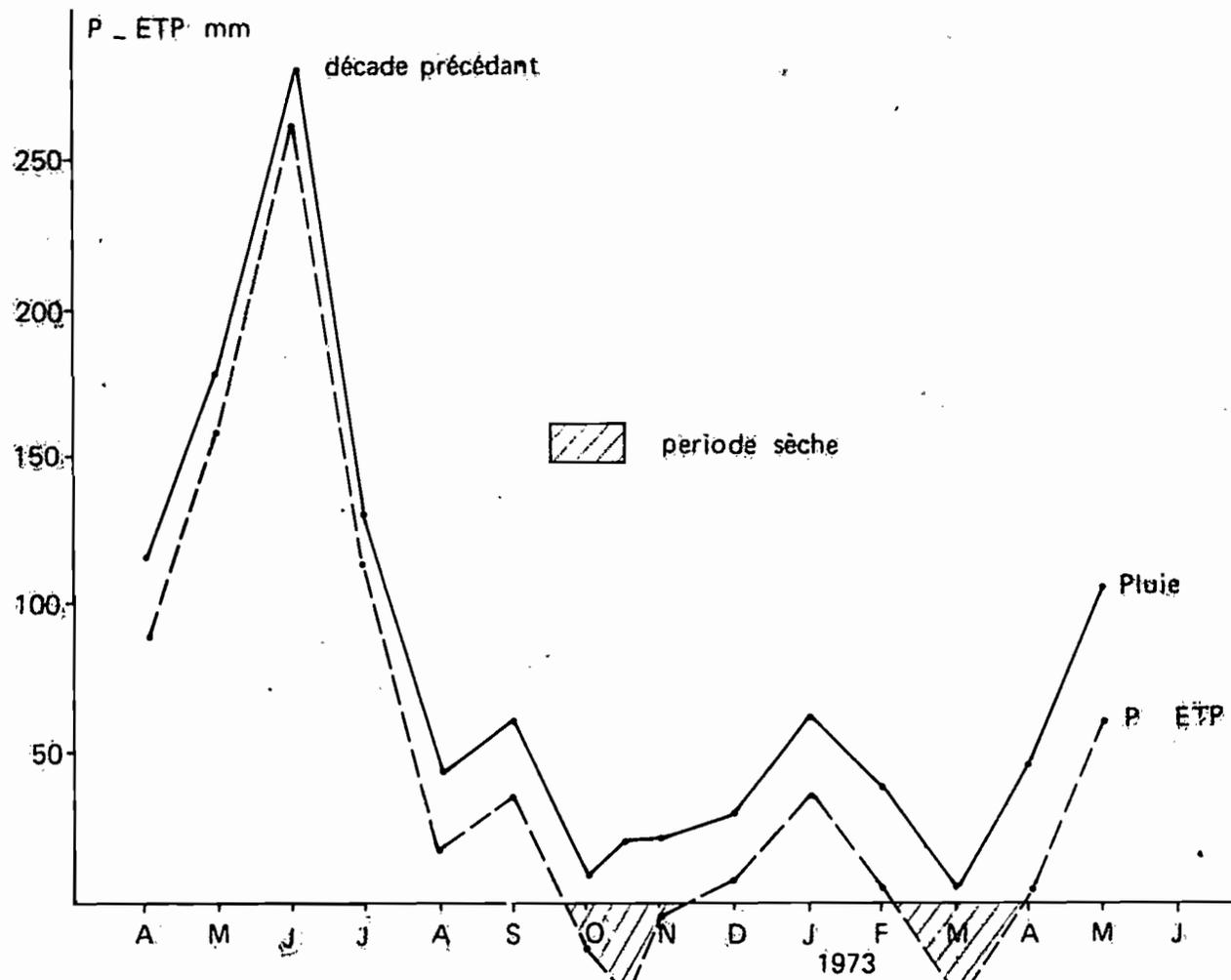


Fig. 21 - Humidité au champ et variations de pluviométrie.

situation ; nous verrons que la matière organique réagira à de telles hésitations.

- Variation de l'humidité en période humide. Les horizons atteignent simultanément les points d'humidité maximum, mais les conditions sont différentes suivant les sols :

- nappe et écoulement de surface dans le cas des sols podzoliques et des sols hydromorphes.

- percolation régulière dans les autres sols (ferrallitiques) où la nappe n'atteint jamais la surface.

Les moyennes d'humidité observées différencient les sols :

Sol ferrallitique sous savane	14,27 % (1,94 à 28,4)
Sol ferrallitique sous forêt défrichée	16,91 % (2,02 à 27,26)
Podzol sous savane	17,03 % (1,38 à 31,00)
Sol ferrallitique sous forêt	21,89 % (10,26 à 27,5)
Sol hydromorphe sous savane	25,83 % (5,45 à 37,2)

B. Valeurs caractéristiques du pF.

Afin de situer l'échantillon au mieux, les valeurs de pF mesurées en déshumectation, si elles ne présentent qu'un intérêt relatif, aident à définir les grandes périodes climatiques : la capacité au champ situe en effet le moment où commence la saison post-humide, ou le moment où débute la saison humide.

Tableau n° 13. Valeurs de pF en déshumectation.

pF	0*	0,5	1,0*	1,6*	2,0*	2,5	3,0	3,5	4,2*
Sol ferrallitique sous forêt	64,0	6,5	57,0	44,1	23,1	15,0	10,1	8,5	7,9
Sol ferrallitique sous forêt défrichée	57,5	55,0	52,0	49,0	21,2	12,5	8,53	7,0	6,2
Sol ferrallitique sous savane	37,6	37,2	36,5	31,1	24,2	16,5	10	7,5	6,0
Podzol sous savane	30,2	30,0	29,7	27,1	23,0	14,0	7,5	5,0	3,7
Sol hydromorphe	43,9	43,5	43,1	41,2	37,9	24,0	13,0	9	6,8

* Valeurs mesurées, les autres valeurs sont déduites de la courbe de pF.

1.2. Régularité et durée des périodes climatiques.

Si les horizons suivent fidèlement les variations des quantités de pluies, il faut remarquer l'amplitude des variations saisonnières et l'irrégularité de l'occurrence de la saison sèche ou de la saison des pluies (cf. chap. I).

En effet, les deux campagnes de prélèvement ont été soumises à des variations climatiques différentes :

durant la première campagne, les sols ferrallitiques atteignent rapidement l'état de dessiccation et l'on note au moins 60 jours où l'humidité est inférieure aux valeurs du point de flétrissement. La saison humide s'installe franchement,

durant la deuxième campagne, on note au contraire 30 jours au maximum, où les valeurs d'humidité sont inférieures aux valeurs du point de flétrissement et ceci pour les sols ferrallitiques (sous forêt défrichée, sous savane) et les sols podzoliques (sous savane). Les sols ferrallitiques sous forêt et sols hydromorphes en savane n'atteignent pas ces valeurs.

Enfin, les différences constatées dans la succession des saisons - franche dans la première campagne - hésitante, avec plusieurs faux départs de saison pluvieuse dans la 2ème campagne - ajoutent encore des éléments de comparaison quant à l'évolution de la matière organique.

1.3. En conclusion.

Assèchement ou Réhumectation relatifs auxquels sont soumis les horizons supérieurs, peuvent varier en durée, régularité, intensité ; les situations intermédiaires créées par de faux départs de saison humide, entretiennent le sol durant la deuxième campagne dans un état d'humidité moyen proche de la capacité au champ : il en résulte un plus grand nombre d'observations entre les pôles très humides (pF 0) ou très secs (pF 4,2).

Dans ce qui suit nous désignerons cette deuxième campagne par "saisons à transitions graduelles", l'opposant ainsi à la première campagne "saisons à transitions nettes".

Enfin, concernant les caractères saisonniers de la matière organique, c'est moins la date du prélèvement qui interviendra, que la situation de l'échantillon dans une des périodes climatiques caractéristiques, et à l'intérieur d'une période, la dynamique d'assèchement ou de réhumectation ; l'échantillon sera donc situé grâce à ses valeurs d'humidité au champ.

2. EVOLUTION COMPAREE DE LA COMPOSITION DE LA MATIERE ORGANIQUE.

2.1. Evolution comparée du stock de matière organique.

Nous distinguerons pour les fractions extractibles, plusieurs états saisonniers, mais qui s'ordonnent autour de deux maxima et deux minima du taux de Carbone total : ce taux commence par accuser une baisse en début de période post-humide (assèchement) ; il augmente ensuite durant la période post-humide pour atteindre, pour la plupart des échantillons, sous savane ou sous forêt, un premier maximum en fin de cette période, ou durant la saison sèche, maximum qui se maintient ou augmente légèrement jusqu'en fin de période sèche. La matière légère diminue durant cette période qui correspond donc à une synthèse de produits organiques.

Le deuxième maximum de matière organique sera observé en début de saison humide pour tous les échantillons et tous les types de sols. Il correspond toutefois à des quantités assez élevées de matière légère :

- les minimum se situent - en début de saison post-humide (assèchement)
- et en saison pré-humide.

2.2. Les grands moments climatiques et l'évolution de la matière organique.

Nous comparons, d'un prélèvement au suivant, la composition de la matière organique, ramenée aux fractions [Acides fulviques, Acides humiques mobiles, Acides humiques immobiles, Non extrait] rapportée à 100 de Carbone (tableau 14.) , que nous désignerons par la suite par AF, AHM, AHI et NEX en faisant apparaître chaque fois les différences positives ou négatives de la part prise par chaque fraction (Planche I et II). L'analyse statis-

tique permet de dégager les périodes où les différences observées sont significatives au seuil de 0,05 %.

L'analyse porte sur la première campagne de prélèvements, mais nous pouvons constater (Planche II) que les variations observées au cours de la deuxième campagne sont parfaitement interprétables à partir des données obtenues durant la première étude.

A. La période post-humide.

Deux phases doivent être distinguées : on note en début de période d'assèchement,

- une diminution significative de la fraction non extraite,
- une augmentation significative de la part des acides humiques immobiles ou mobiles,
- une augmentation (Planche II) des acides fulviques. Ceci est accompagné d'une baisse du taux de Carbone total ; il y a minéralisation en ce début de période correspondant à la reprise d'activité biologique à l'issue de la saison humide.

Mais le caractère essentiel de la saison post-humide (fig. 22) réside dans les variations significatives observées pour tous les types de sols en fin de période d'assèchement ; dans la dernière partie de la période post-humide on observe en effet :

- 7 - une augmentation du taux de Non extrait,
- une augmentation du taux d'acides humiques immobiles,
- une diminution du taux d'acides fulviques et lorsque l'assèchement s'accroît, une diminution significative du taux d'acides humiques mobiles, alors que le taux de Non extrait augmente significativement.

Les variations s'accompagnent d'une augmentation du taux de Carbone total.

Ces résultats suggèrent une évolution orientée vers la polymérisation des substances humiques, allant de pair avec la formation d'une fraction humine polymérisée ; il y a transformation et synthèse de produits organiques, menant à une augmentation de la matière organique du sol durant la période post-humide.

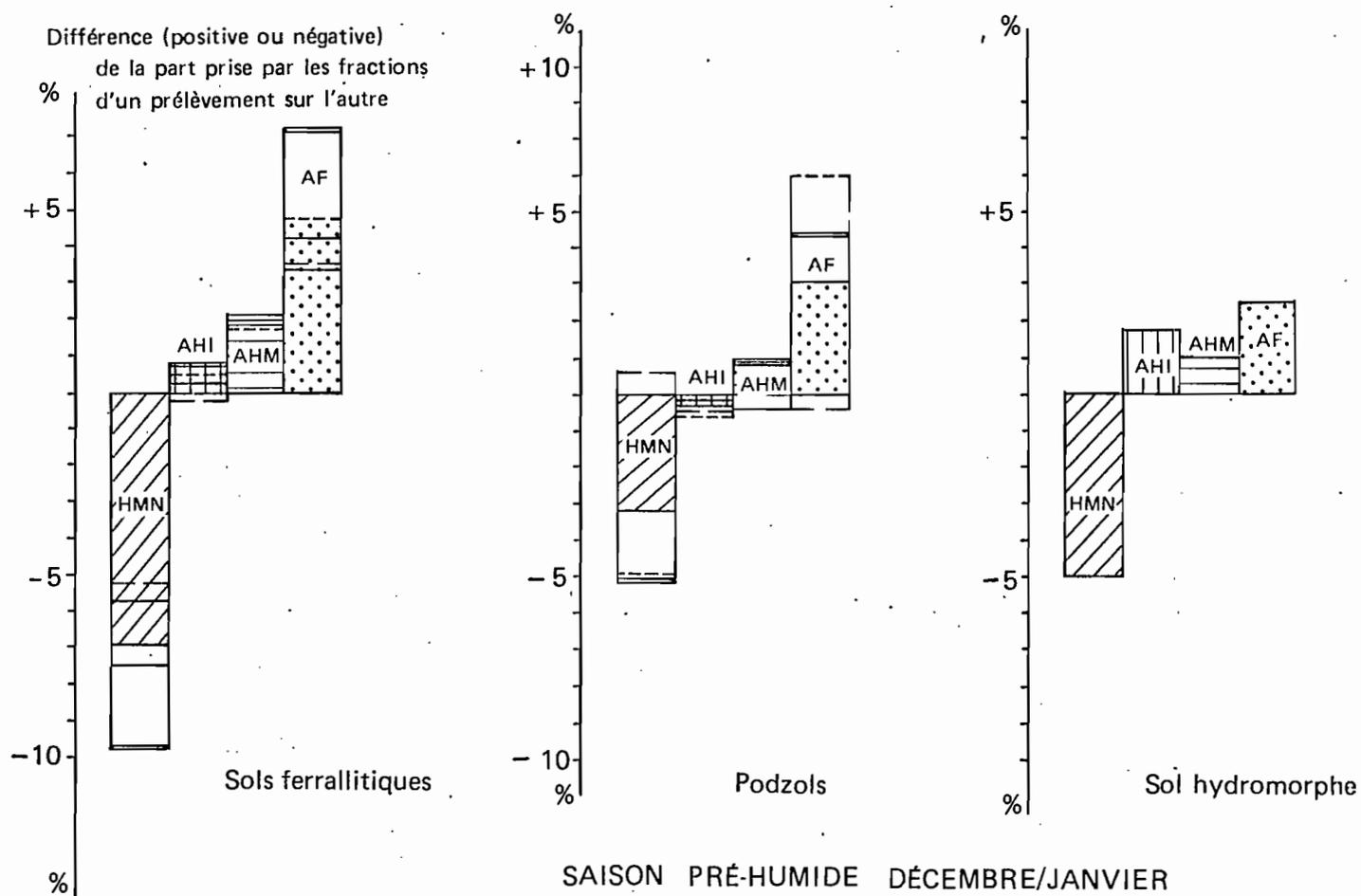
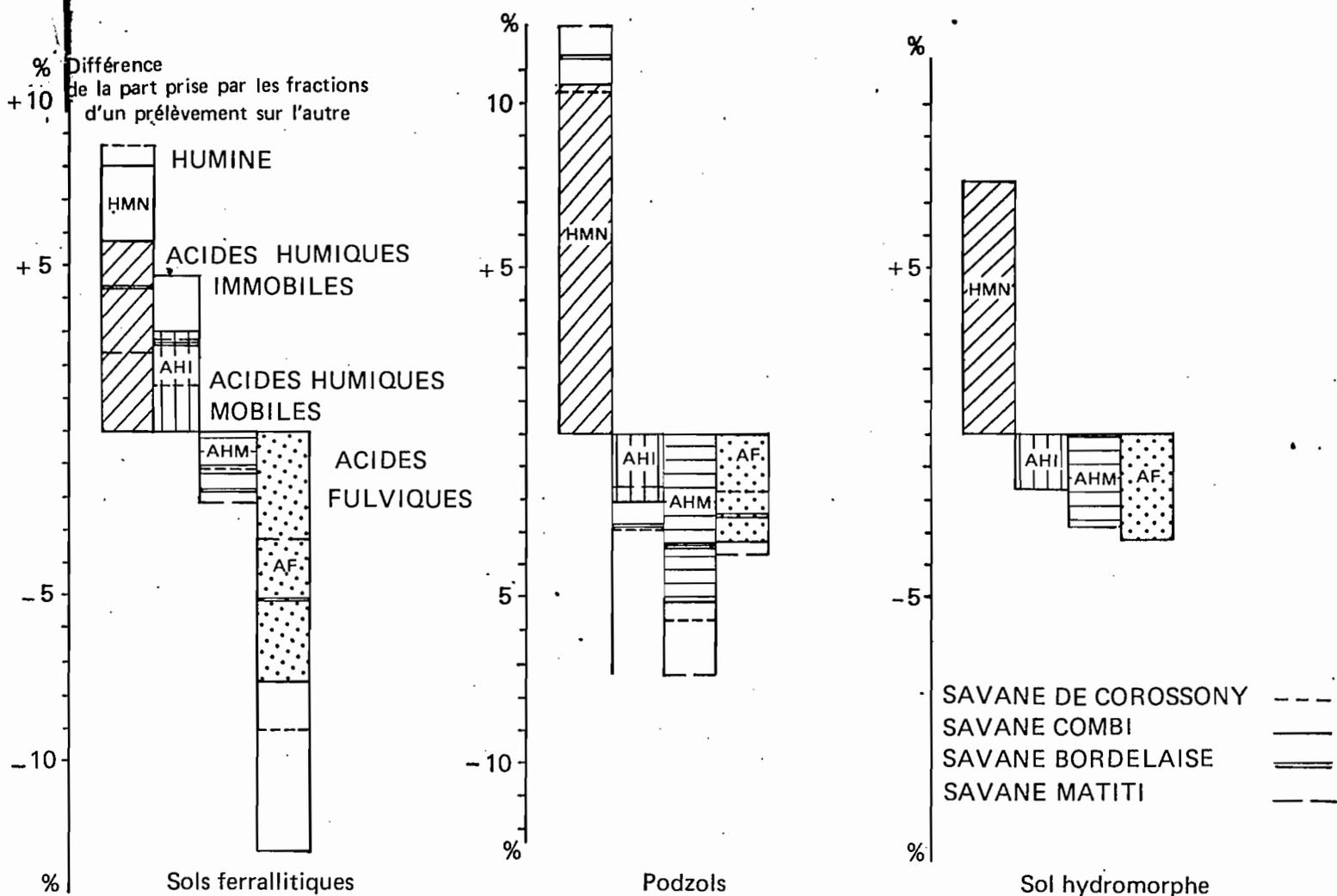


Fig. 22 — Variation relative de la composition de la matière organique.

Tableau n° 14.

COMPOSITION DE LA MATIERE ORGANIQUE RAPPORTEE A 100 DE CARBONE

Sols Ferrallitiques

	PRELEVEMENTS											
	1969						1970					
	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Hum. au Champ	16,52	18,65	3,87	3,15	11,20	8,62	17,51	21,58	21,69	17,05	23,10	21,90
Carbone total	10,84	9,74	12,17	12,64	13,63	13,33	11,52	12,17	12,82	12,65	13,16	12,50
Non Extrait	58,61	* 64,47	67,83	* 73,24	73,81	74,41	* 64,71	* 72,84	75,49	74,60	71,28	75,13
Ac. Hum. Im.	6,29	* 9,19	8,11	* 6,18	5,94	6,75	7,10	6,10	5,42	4,93	* 6,88	6,35
Ac. Hum. Mob.	11,14	9,92	* 7,32	6,73	6,53	6,56	* 8,41	7,38	6,91	6,17	7,02	6,64
Ac. Fulviques	23,95	* 16,40	16,70	13,90	13,70	12,28	* 17,07	* 13,66	12,16	14,31	14,76	11,90

* Différence significative entre les deux valeurs. N = 12

Podzols

	PRELEVEMENTS											
	1969						1970					
	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Hum. au Champ	20,93	14,81	2,20	2,84	6,70	8,25	24,46	27,24	27,31	24,78	26,85	29,30
Carbone total	6,57	5,30	7,28	8,73	8,30	7,48	6,46	6,94	7,07	7,10	6,40	6,49
Non Extrait	73,35	* 67,90	* 78,44	* 83,96	82,28	83,82	* 80,70	82,57	* 84,48	83,60	81,20	84,40
Ac. Hum. Im.	7,58	* 7,47	* 5,43	* 3,88	4,17	3,57	3,17	2,80	2,90	3,89	4,36	3,80
Ac. Hum. Mob.	8,83	* 11,58	* 6,41	5,75	5,67	4,78	5,33	6,01	6,70	* 4,42	* 5,73	5,13
Ac. Fulviques	13,17	13,03	* 9,70	* 6,40	* 7,83	7,82	* 10,78	8,62	* 5,92	* 7,80	8,09	6,31

* Différence significative entre les deux valeurs. N = 9

Ac. Hum. Im. : Acides Humiques Immobiles à l'électrophorèse.

Ac. Hum. Mob. : Acides Humiques Mobiles à l'électrophorèse.

Non Extrait : Fraction non extraite au pyrophosphate.

B. La période pré-humide. (réhumectation)

Survenant après une période de dessiccation, la réhumectation du profil entraîne également des variations significatives, que l'on décrit pour tous les types de sols, de manière simultanée ; on note :

- une diminution significative de la fraction non extraite au pyrophosphate,

- une diminution du taux d'acides humiques immobiles,
- une augmentation significative du taux d'acides humiques mobiles,
- une augmentation significative du taux d'acides fulviques.

On remarque (tableau n° 14) que ces transformations :

- sont accompagnées d'une baisse du taux de Carbone total,
- peuvent se faire de manière directe entre [Non extrait] qui diminue et [Acides fulviques] qui augmentent.

La période pré-humide montre donc une minéralisation du Carbone total, une transformation orientée vers la dépolymérisation de la matière organique ; il y a baisse du stock de matière organique.

Il n'apparaît pas dans les autres périodes climatiques ; saison sèche, période humide, de variations significatives concernant toutes les fractions de la matière organique, comme nous pouvons les mettre en évidence pour les périodes post et pré-humide ; toutefois, on peut déceler des tendances ou un ensemble de faits convergents qui permettent l'interprétation.

C. La saison sèche.

Elle peut être partagée en deux périodes :

- l'installation de la saison sèche voit la poursuite des phénomènes enregistrés au cours de la période post-humide d'assèchement ; le taux de carbone total augmente ou persiste à un niveau maximum ; le rapport C/N diminue ; le taux d'acides fulviques diminue ; le taux d'acides humiques immobiles augmente ; il y a relation avec la situation de période post-humide, polymérisation et synthèse de matière organique.

- la persistance de la saison sèche montre : une stabilité du taux de carbone total ; une stabilité du rapport C/N ; une faible variation du taux d'extraction ; une diminution sensible du taux d'acides humiques immobiles ; une augmentation du taux d'acides fulviques.

Ces variations affectent tous les types de sols soumis à dessiccation.

Elles suggèrent une évolution de la matière organique orientée vers une réorganisation interne, avec début de polymérisation.

A taux de matière organique égaux, il apparaît donc que l'on a deux qualités de matière organique entre début et fin de saison sèche, si cette saison se prolonge.

D. Période humide.

L'installation de la saison humide : cette phase montre après la diminution du taux de Carbone total, une augmentation de ce taux, liée à une augmentation du rapport C/N.

- une diminution de la part des acides fulviques,
- un minimum du taux d'acides mobiles.

Ces résultats suggèrent une évolution orientée vers l'accumulation de matière organique fraîche. Cependant, on note des taux d'acides humiques immobiles élevés et des variations dans le sens d'une polymérisation, sans que celle-ci puisse être mise en évidence. Si l'on rapproche l'augmentation de la part des acides humiques immobiles, exprimée en pourcentage de la matière organique, du taux moyen observé pour ces acides (inférieur au taux observé en saison sèche avec polymérisation affirmée), il apparaît qu'il peut subsister dans la matière organique des formes polymérisées, juxtaposées à des formes fraîches.

La persistance de la saison humide : on y observe :

- une diminution du taux de Carbone total,
- une diminution de la part de Non extrait,
- une augmentation du taux d'acides humiques immobiles,
- une augmentation de la part d'acides humiques mobiles,
- une augmentation de la part des acides fulviques.

2.3. Conclusion.

L'étude des périodes climatiques montre qu'à côté de l'évolution des quantités de matière organique présentes dans le sol à un moment donné,

quantités qui montrent deux maxima de fin de saison pré-humide et de fin de saison pluvieuse, une dynamique de transformations identiques de la matière organique peut être mise en évidence ; cette dynamique, dans le sens d'une polymérisation ou d'une dépolymérisation, s'exerce dans la même direction que l'on considère les sols ferrallitiques ou les podzols, les sols sous forêt, sous savane ou sous brûlis, hydromorphes ou non, par une évolution identique de tous les horizons supérieurs en réaction aux variations pédo-climatiques.

Les périodes pré-humide (réhumectation) ou post-humide (assèchement), présentent le maximum de variations significatives allant dans le sens de la dépolymérisation (cas de la réhumectation) ou dans le sens de la polymérisation (assèchement).

3. EVOLUTION COMPAREE DU TAUX D'ACIDES HUMIQUES IMMOBILES A L'ELECTROPHORESE.

Une précédente étude (J.F. TURENNE 1968) a pu montrer que sols ferrallitiques et podzols différaient par les teneurs en acides humiques immobiles à l'électrophorèse, ceux-ci étant plus abondants dans l'horizon supérieur des sols ferrallitiques.

La même étude montrait que dans tous les cas (sols ferrallitiques ou podzols) la saison des pluies intervient pour diminuer le taux de polymérisation et augmenter les teneurs en acides humiques mobiles à l'électrophorèse, quel que soit le type de sol; c'est donc retrouver au niveau des acides humiques, les conclusions du paragraphe précédent, qui tendent à montrer des réactions identiques aux variations pédoclimatiques. Dans les conditions de cette première étude, la plus forte teneur moyenne en acides humiques mobiles observée pour les sols ferrallitiques demeurait toutefois inférieure à la plus faible teneur moyenne de ces acides humiques dans le profil podzologique, et ce de manière significative.

A 11 Podzols	saison sèche	62.2	100 %
	A. Humiques mobiles		
A 11 Ferrallitiques	saison pluvieuse	70.5	
	saison sèche	55.4	
	A. Humiques mobiles		
	saison pluvieuse	61.2	

L'analyse de l'évolution saisonnière, suivie au cours des deux campagnes 1968-1969 et 1971-1972, complète ces résultats en permettant de préciser le comportement de la fraction humique. La première campagne, à saisons climatiques tranchées, permet de mettre en évidence l'effet d'une saison sèche persistante. La deuxième campagne, en multipliant les observations autour de pF 3, permet de mettre en évidence un optimum de polymérisation.

3.1. Remanence ou inertie des formes polymérisées.

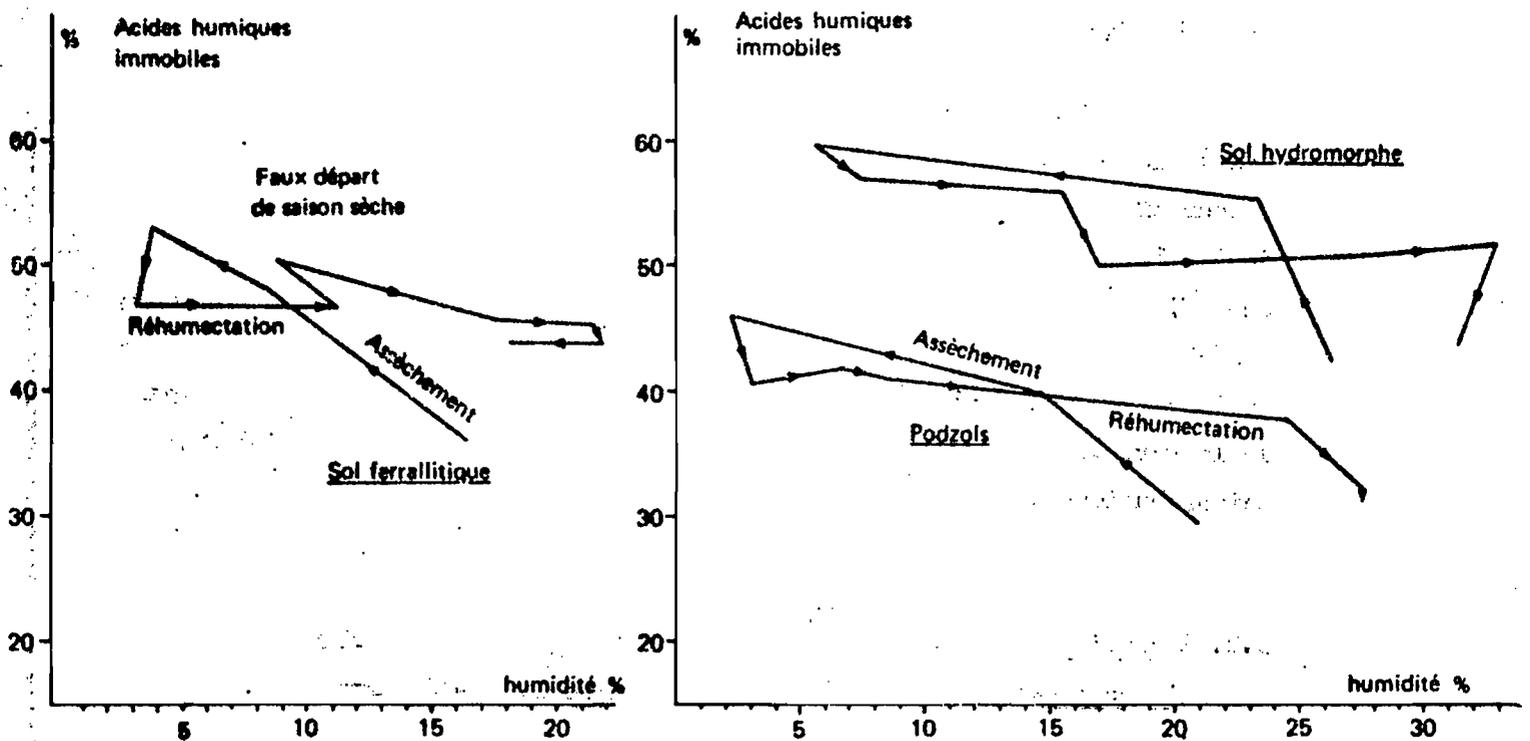


Fig. 23 — Rémanence et inertie des formes polymérisées

La fig. 23 compare taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse et humidité au moment du prélèvement au cours de la campagne 1968-1969, marquée par des saisons à transition brutale ;

Si en période post-humide on observe, liée à l'assèchement progressif - et ce, pour tous les sols - la polymérisation progressive des formes d'acides humiques, la prolongation ou persistance de la saison sèche (dessiccation) entraîne une baisse remarquable du taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse.

La réhumectation qui survient ensuite, n'entraîne pas une baisse significative du taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse, qui se maintient à un palier.

Par la suite, tout en accusant une légère dépolymérisation, il reste élevé durant une grande partie de la phase de réhumectation. Il existe donc une certaine inertie aux variations du milieu : pour une même humidité au champ, selon que l'on se place en période de réhumectation ou d'assèchement, le niveau du taux d'acides humiques est différent.

Cette remarque reste valable lorsque l'on observe en troisième décade de novembre 1969 un faux départ (fig. 23) de saison pré-humide qui a pour effet de faire passer le taux d'humidité au champ du sol ferrallitique, de 3 à 11 %, et n'a apparemment qu'un effet très faible sur les acides humiques (inertie). Il faut remarquer que, durant la période suivante un léger assèchement se manifeste et se traduit par une remontée du taux d'acides humiques immobiles : moins que le niveau d'humidité atteint, c'est le sens de la variation de cette humidité qui intervient sur le comportement des acides humiques.

3.2. Evolution comparée du taux de polymérisation des Acides humiques à l'électrophorèse. Relation taux de polymérisation pF.

Les variations dans le degré de polymérisation ne se produisent pas forcément à la même date pour les différents types de sol, ni aux mêmes valeurs d'humidité au champ. Il semble donc exister un seuil d'humidité, à partir duquel s'affirment polymérisation ou dépolymérisation, seuil différent quant aux valeurs d'humidité au champ, pour les types de sols étudiés.

Les valeurs de p^F sont des repères commodes pour comparer les degrés d'humidité atteints par les horizons et pour nous ramener à des données physiques d'évolution du sol. Les taux de polymérisation sont ici comparés d'abord aux valeurs d'humidité au champ puis aux valeurs de p^F correspondantes.

3.2.1. Comportement des acides humiques mobiles fonction de l'humidité au champ.

La comparaison des variations des teneurs en acides humiques mobiles ou immobiles à l'électrophorèse, aux valeurs de l'humidité au champ au moment du prélèvement, fait apparaître une variation des teneurs en acides humiques mobiles fonction de l'humidité, d'allure parabolique (fig. 29) ; l'équation d'une telle parabole s'écrit : (cas d'un podzol sous savane).

$$Y = 39.021 - 0.436 X + 0.026 X^2$$

Y variation de pourcentage d'acides humiques mobiles à l'électrophorèse
X valeurs de l'humidité de l'échantillon au moment du prélèvement
n = 16.

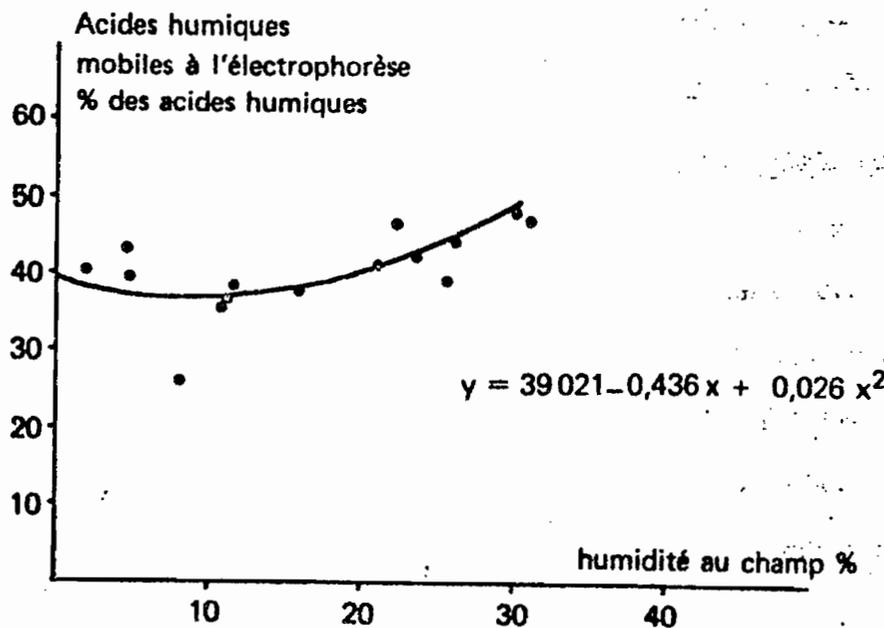


Fig. 24 - Relation acides humiques mobiles et humidité au champ.

3.2.2. Comportement des acides humiques immobiles à l'électrophorèse fonction de l'humidité au champ.

A partir de l'observation précédente, on considère le taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse pour les sols étudiés, fonction des valeurs d'humidité au champ ; on procède par une séparation en classes d'humidité au champ et on calcule les moyennes de classes : les équations calculées représentent donc les variations moyennes.

Sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés sous forêt.

Il n'apparaît pas de courbe significative, le niveau d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse paraît se maintenir à un même palier durant toute l'année, excepté en fin de saison très humide où la dépolymérisation apparaît : toutefois, l'équation de la courbe très aplatie s'écrit :

$$Y = 28.32 + 0,7969 X - 0,018 X^2$$

Y = taux d'acides humiques immobiles

X = humidité au champ

Sols ferrallitiques fortement désaturés sous forêt défrichée.

Il est possible de calculer une parabole d'équation :

$$Y = 41.53 + 0,5796 X - 0,0294 X^2$$

Y maximum est obtenu pour X = 9.85

Sols ferrallitiques fortement désaturés, lessivés sous savane.

- Savane Bordelaise : l'équation s'écrit

$$Y = 44.35 + 2.446 X - 0.122 X^2$$

Y maximum est obtenu pour X = 10.02

- Savane matiti :

$$Y = 56.30 + 0.320 X - 0.0141 X^2$$

Le maximum est obtenu pour la valeur X = 11.34

Podzol à gley à alios.

$$Y = 44.52 + 956 X - 0.0376 X^2$$

Y maximum est obtenu pour X = 12.71

Sols hydromorphes à gley lessivé.

$$Y = 11.98 + 4.883 X - 0.1189 X^2$$

Y maximum est obtenu pour X = 20.53

Ces paraboles sont distinctes les unes des autres.

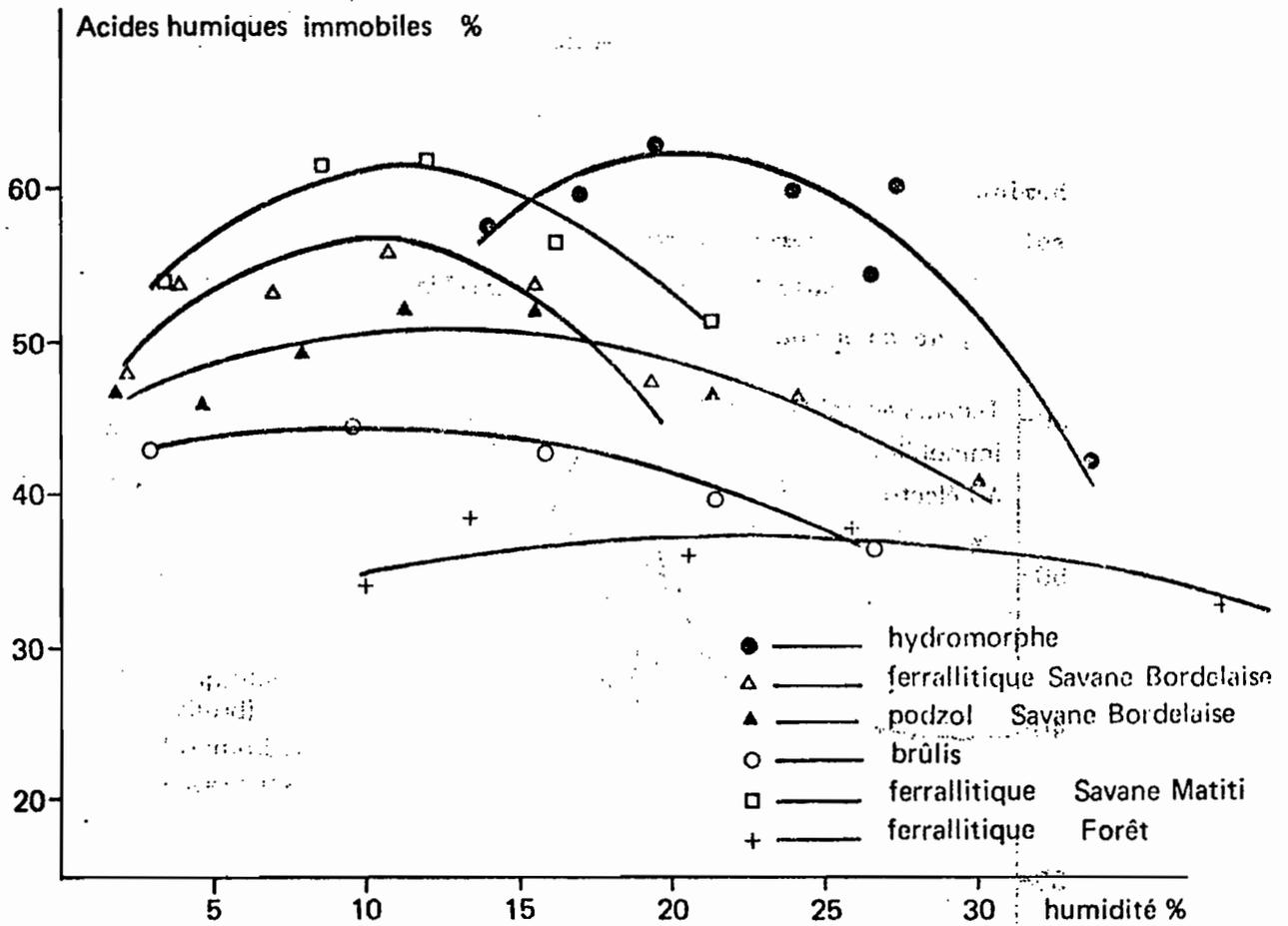


Fig. 25 - Relation acides humiques immobiles et humidité au champ.

3.2.3. Comparaison aux valeurs de pF.

Si l'on reporte sur les courbes de valeurs de pF (paragraphe 1.1.), l'humidité au champ (H %) correspondant aux valeurs maximales obtenues pour le taux d'acides humiques immobiles ou mobiles à l'électrophorèse, on obtient :

Sol ferrallitique fortement désaturé :

- sous forêt défrichée : $H = 9.85$ pF = 2,7

- sous savane :

Savane Bordelaise : $H = 10.02$ pF = 3,0

Savane Matiti : $H = 11.34$ pF = 2,80

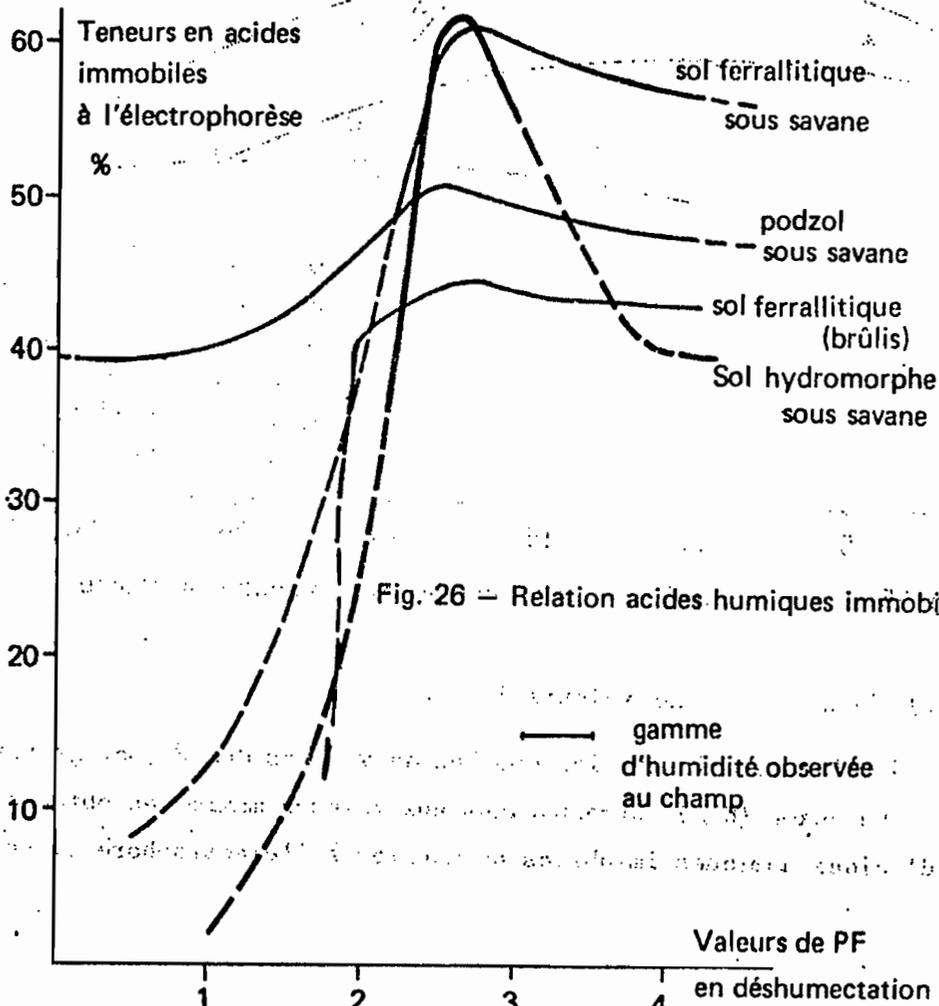
Podzol hydromorphe à alios.

Savane Bordelaise : $H = 12.71$ pF = 2,60.

Sol hydromorphe.

Savane Matiti : $H = 20.53$ pF = 2,60

Les valeurs de pF à l'optimum de polymérisation des acides humiques se révèlent très voisines les unes des autres lorsque le sol décrit une courbe de variation d'humidité saisonnière, et ce, pour les différents sols hydromorphes, ferrallitiques, sous forêt ou sous savane, de sols sous brûlis, sols podzoliques.



Il existe une valeur d'humidité qui correspond à un optimum de polymérisation ; cette valeur paraît indépendante du type de sol décrit : sol hydromorphe, sol ferrallitique, podzol soumis à des variations climatiques, montrent cet optimum pour une valeur de p^F comprise entre 2.6 et 3.0.

3.3. Conclusion à l'étude des variations des taux d'acides humiques polymérisés.

Interprétation.

La concordance des valeurs de p^F relevées à l'optimum de chaque courbe rejoint les observations de HARTMANN et de BOODT (1974), dans le domaine de la physique du sol.

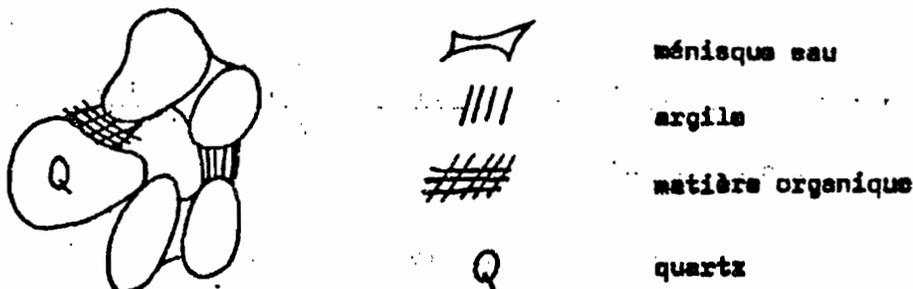
Ces auteurs constatent qu'il existe une valeur d'humidité, qu'ils nomment humidité critique ou humidité optimale, qui correspond à une densité apparente minimum, donc à une agrégation maximum, pour des sols à texture légère ; ils constatent également que la valeur de p^F 3, est une assez bonne moyenne pour une agrégation optimale des sols à texture légère ; ils notent enfin, que la matière organique se montre agent d'agrégation meilleur que l'argile et le limon.

Les valeurs de p^F au point critique, se situent entre 2.30 pour les sols sableux, et 3.32 pour les sols sableux légèrement argileux (sandy loam) ; or, un sol sableux à teneur en matière organique élevée, a le même comportement qu'un sol de texture sableuse, légèrement argileuse (sandy loam).

Il apparaît ici, que cette valeur du point critique, n'a pas seulement une incidence sur un caractère physique tel que la densité apparente ; sur nos échantillons, la matière organique, par la polymérisation des acides humiques, garde des caractères significatifs, fonction des valeurs de l'humidité. Les valeurs les plus faibles du point critique p^F 2.5, sont observées pour les podzols (sableux), et les valeurs relativement élevées, pour les sols ferrallitiques (p^F 3) (sablo-argileux - loamy sand).

Il y a là une convergence entre le domaine physique et le domaine biochimique que nous devons souligner.

L'interprétation peut être faite en reprenant le schéma de physique des sols proposé par EMERSON (1958), cité par HARTMANN et DE BOODT.



Suivant le fait que les molécules d'acides humiques ont des caractères hydrophiles, on peut admettre que, de la même manière que l'eau peut servir d'agent de liaison entre les particules minérales, de même, elle peut servir d'agent de liaison pour une faible part, dans la polymérisation des molécules d'acides humiques.

Lorsque l'on dépasse le pF 2.8 soit la pression d'une atmosphère, le départ de cette eau de liaison peut suffire à entraîner la faible dépolymérisation mise en évidence et ce, pour tous les types de sols et quelle que soit la nature (brutale ou graduelle) de l'occurrence des saisons ; la tendance asymétrique des courbes taux d'acides humiques immobiles (pF au-delà de pF 4.2) montre par ailleurs qu'il s'agit d'un phénomène précis et limité.

Nous revenons sur ce dernier point pour montrer qu'entre les deux campagnes d'évolution saisonnière, la première a présenté des transitions brutales ou rapides entre saisons et un passage rapide de l'état humide - au-delà de pF 3 à l'état sec (pF 4.2) en moins de trente jours ; de même, la réhumectation s'est faite rapidement et franchement.

Si nous reprenons les courbes fig. 23 et fig. 26 qui concernent les deux campagnes d'observation, il n'y a finalement pas de divergence dans l'interprétation :

- dans le cas de la première campagne, le sol offre en fin de période d'assèchement une fraction polymérisée, dont nous pouvons supposer qu'elle était déjà polymérisée au passage du point correspondant à pF 3.

- la dépolymérisation constatée lors de la persistance de saison sèche, correspond bien aux phénomènes mis en évidence dans la deuxième campagne ; l'inertie montrée au moment de la réhumectation, n'est alors, si l'on poursuit l'interprétation concernant le rôle de l'eau dans la polymérisation, qu'une manifestation de non-mouillabilité des fractions humiques.

En conclusion, il existe un point optimum de polymérisation des composés humiques, lorsque le sol décrit un cycle saisonnier d'alternance d'assèchement et de réhumectation qui se situe autour du pF correspondant à la capacité au champ (pF 2.8 à 3, dans le cas des sols sableux des savanes, variable suivant la teneur en matière organique).

L'amplitude des variations autour de cet optimum est différente suivant le cas des sols ferrallitiques ou des podzols, sous savane ou sous forêt.

- l'humus formé dans les horizons supérieurs des sols ferrallitiques sous savane, ou dans les sols hydromorphes sous savane, présente une grande amplitude de variation autour de cet optimum de polymérisation.

- l'humus des podzols sous savane, présente une faible amplitude de variations autour de l'optimum de polymérisation.

- l'humus du sol ferrallitique forestier, montre une amplitude nulle à non significative, l'humidité presque permanente entretenant à la fois transformations (polymérisation, synthèse) et départs (minéralisation, dépolymérisation).

- dès le défrichement, le même humus forestier présente une certaine amplitude de variations, dont l'allure tend vers celle des sols ferrallitiques homologues sous savane.

Ces observations mettent enfin en évidence le fait suivant : moins que les composants de la matière organique du sol qui obéissent sensiblement aux mêmes variations, c'est l'amplitude de ces variations qui se révèle caractéristique.

Ceci, autrement formulé, correspond à l'hypothèse de FLAIG (1970). "Nous supposons que certaines réactions se déroulent de la même manière dans tous les cas : par la nature du couvert végétal et par les conditions locales de réaction, les variations des propriétés des matières humiques peuvent apparaître, mais la divergence existe dans l'intensité et non pas dans le principe".

4. EVOLUTION COMPAREE DES POLYMERES DES ACIDES HUMIQUES DANS DEUX STATIONS TYPES : SOLS FERRALLITIQUES ET PODZOLS DES SAVANES.

4.1. Matériel, Méthode.

Nous venons de montrer que sols ferrallitiques et podzols présentent des réactions identiques aux variations climatiques ; seuls un taux plus faible d'acides humiques et une faible amplitude de variation saisonnière de ce taux, distinguent les sols podzoliques.

Dans le souci d'apprécier les différences qui peuvent exister dans la composition des acides humiques, ces fractions obtenues dans l'extrait au pyrophosphate de Na et floculés en milieu acide, sont après mise en solution dans la soude normale, filtrés successivement sur gels sephadex G 25 et G 50 (DEPFERMANN 1969, ROULET et al. 1963, POSNER (1963), ANDERSON (1971), JACQUIN 1971).

L'emploi de ces deux gels nous assure un fractionnement moléculaire de 1.000 à 5.000 (G 25) et 1.500 à 30.000 (G 50) ; dans tous les cas l'éluant est l'eau distillée.

Dans le premier fractionnement sur G 25 (fig. 27), deux pics de la courbe de densité optique des fractions élevées, peuvent être mis en évidence pour tous les échantillons retenus ;

- une fraction d'un encombrement moléculaire de 700,
- une fraction liée au volume vide de la colonne de gel, donc supérieure ou égale à la limite de fractionnement du gel (5.000).

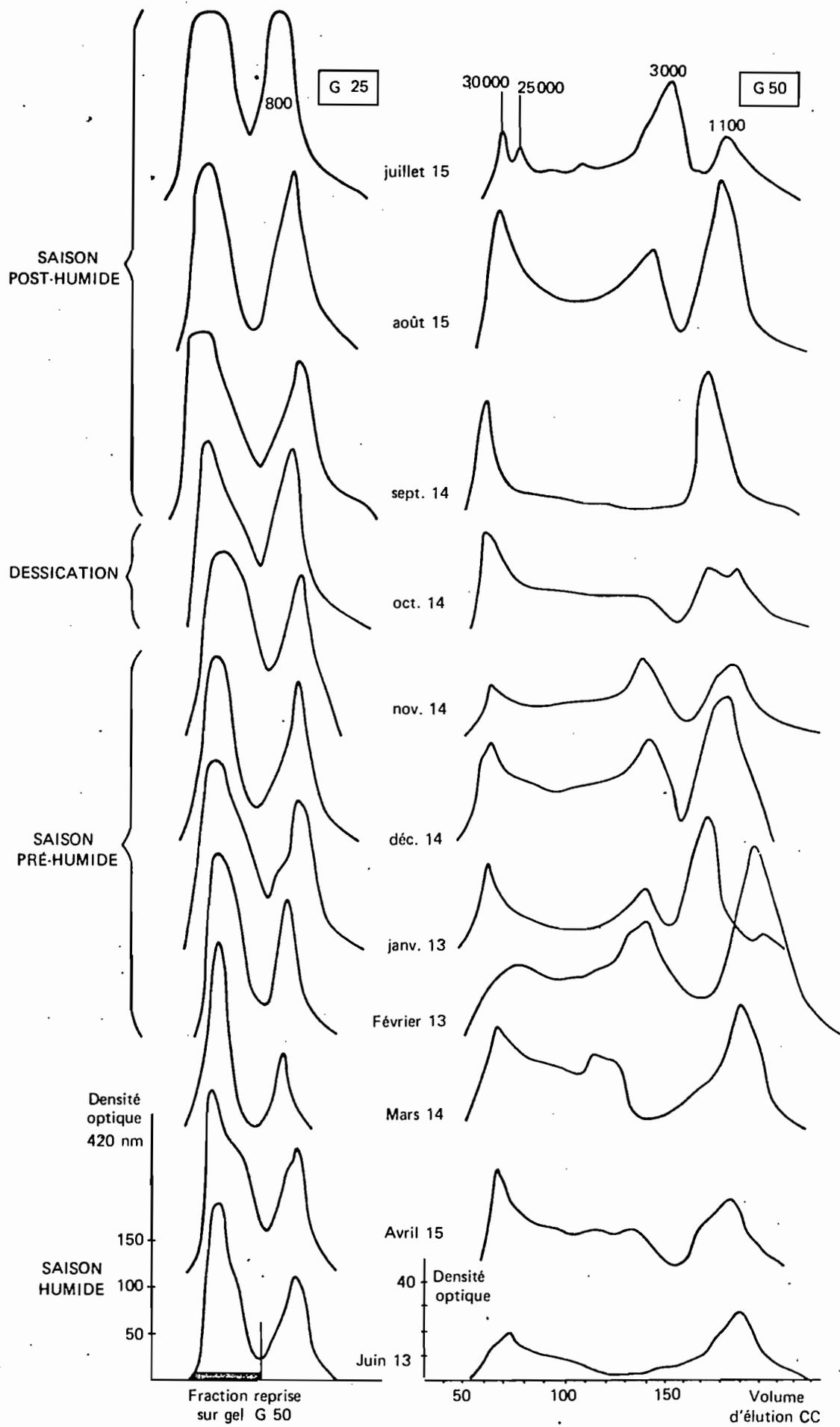


Fig. 27 — Podzols savane Combi. Courbes d'élutions sur G. 25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière.

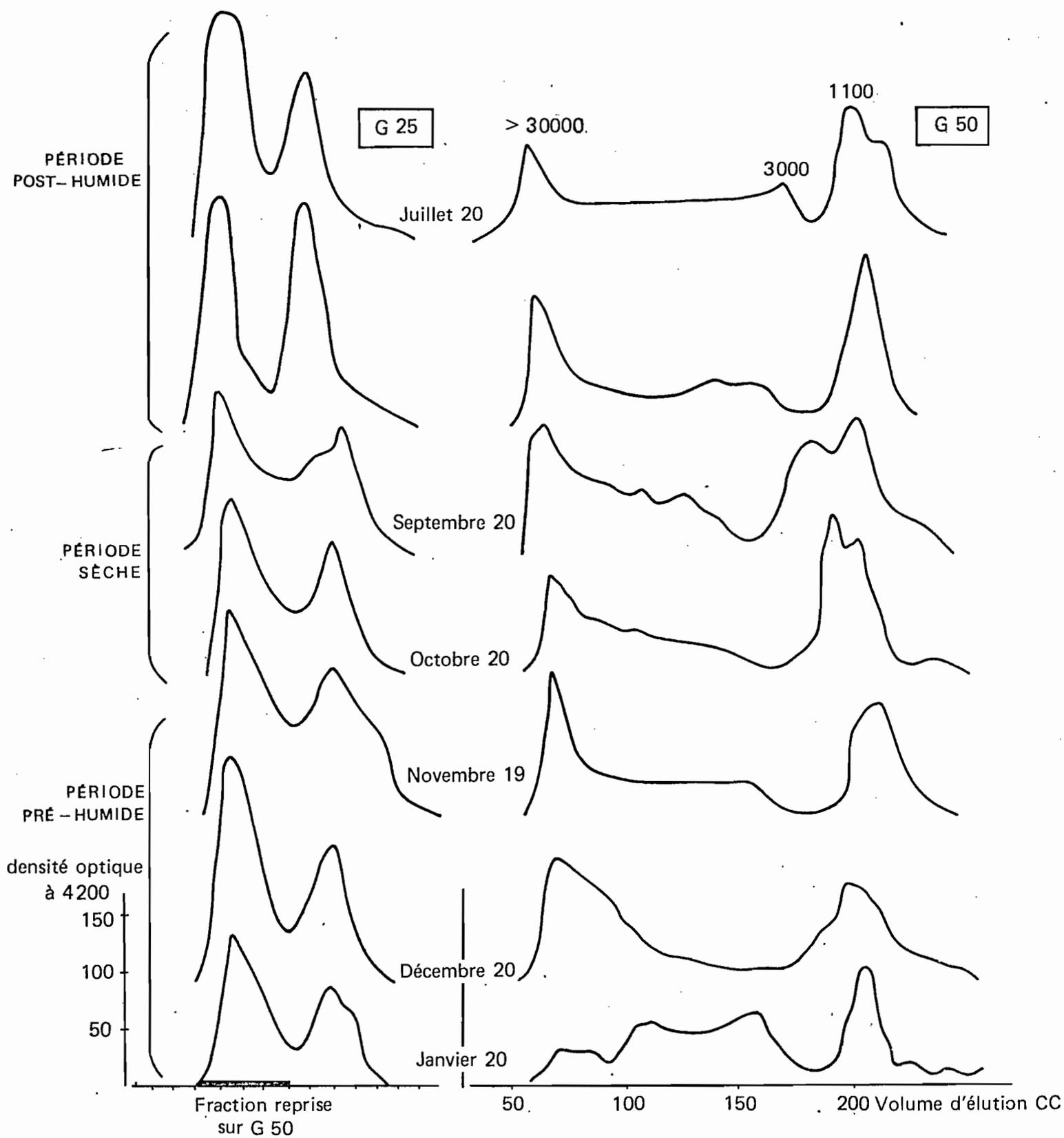


Fig. 28 — Podzols sava ne de Corossony. Courbes d'élutions sur G. 25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière.

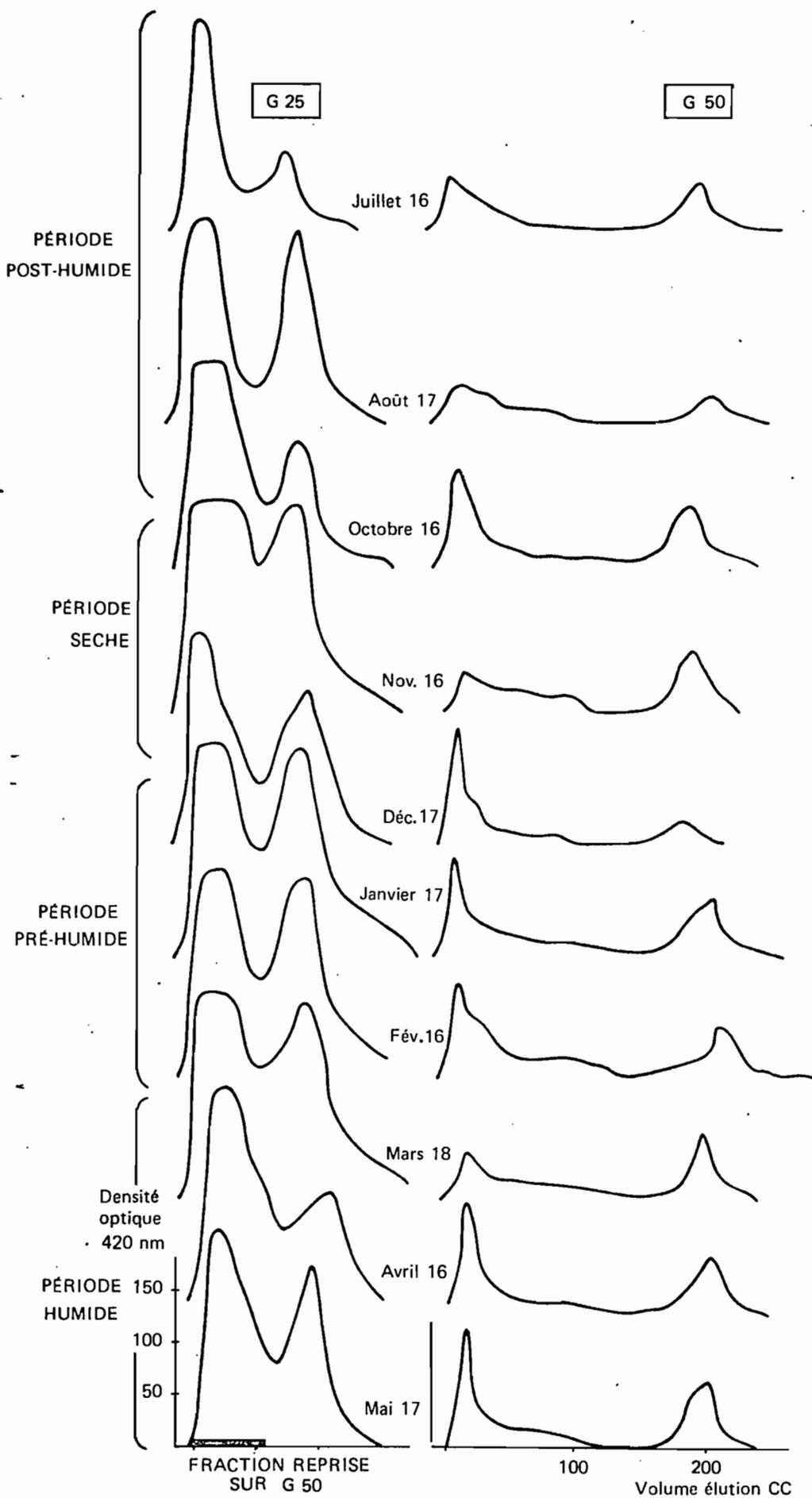


Fig. 29 — Sols ferrallitiques. Savane Combi. Courbes d'élution sur G. 25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière

Cette dernière fraction est prélevée et en raison de l'étalement de la distribution due à l'élution, ce sont des fractions d'un encombrement moléculaire supérieures à 800 qui sont repassées sur gel G 50.

4.2. Les courbes d'élution des composés humiques.

L'étude qualitative des fractions éluées, met en évidence un certain nombre de fractions qui correspondent à des structures (ou encombrement) moléculaires présentes dans le colloïde humique étudié, et montre qu'il existe en permanence, trois fractions d'encombrements moléculaires assez bien définis, et ce, pour les deux types de sol, ferrallitique et podzolique.

- une fraction d'un encombrement moléculaire supérieur ou égal à 30.000,
- une fraction d'encombrement moléculaire de 1.100,
- une fraction d'encombrement moléculaire voisin de 700.

Ces fractions apparaissent seules chaque fois que l'on se situe en période de polymérisation ; leur présence correspond à des taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse, élevés.

Correspondant à des variations du taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse, on peut observer :

- dans le cas de la dépolymérisation sans variation du taux de carbone, observée en persistance de saison sèche et correspondant à une légère baisse du taux d'acides humiques immobiles, l'apparition de fractions intermédiaires autour de 25.000, le partage de fractions 900 - 1.300 en plusieurs fractions.

A la baisse du taux d'acides humiques immobiles correspond bien une dépolymérisation.

- dans le cas de la dépolymérisation, avec variation du taux de Carbone total (baisse), on observe :

• l'étalement du pic correspondant à un encombrement moléculaire de 30.000, vers des fractions inférieures,

- l'étalement du pic correspondant à un encombrement moléculaire de 1.100,
- l'apparition, dans le cas des podzols, d'une fraction intermédiaire se situant autour d'un encombrement moléculaire de 3.000.

Cette fraction "3.000" s'affirme en réhumectation maximum et en période de dépolymérisation marquée, où les fractions d'un encombrement moléculaire supérieur à 30.000 disparaissent alors pratiquement.

Dans le cas des podzols, lié à une augmentation du taux de Carbone total, à une augmentation de la fraction non extraite, à une élévation du taux d'acides humiques immobiles, les fractions extrêmes (900) (25.000) s'affirment aux dépens de la fraction 3.000.

Dans tous les cas, podzol ou sol ferrallitique, polymérisation des formes humiques ne signifie pas formation de molécules de plus en plus grosses, mais arrangement des molécules autour d'encombrements moléculaires précis, communs aux deux types de sols.

La différence se manifeste en saisons dynamiques pré-humide ou post-humide, par l'apparition de fractions intermédiaires dont une, d'un encombrement de 3.000, est caractéristique des podzols.

4.3. Analyse quantitative.

Si l'on adopte la planimétrie pour estimer les parts prises par chaque fraction; il est possible à partir des pourcentages obtenus (tableau n° 15), de mettre en évidence une série de corrélations :

1) à partir de la planimétrie de la surface du pic "3.000" (ss) en comparant le pourcentage obtenu, F (3.000) et le pourcentage AHI d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse:

$$F (3.000) = - 0,467 \text{ AHI} + 24,7$$

$$n = 18 \quad b \neq 0 \quad P < 0,01$$

A C I D E S H U M I Q U E S

POURCENTAGES DES FRACTIONS REPARTIES SELON LEUR POIDS MOLECULAIRE.

A 1. Podzols (Savane Combi)

	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Juin
Echantillon	15	15	14	14	14	14	15	13	13	14	15	13
Hum. au champ	22.9	17.9	5.7	.2	4.9	7.7	7.6	23.3	27.6	25.9	23.4	23.4
C. total ‰	3.1	3.0	6.5	5.5	5.5	4.9		5.1	4.1	5.3		
Ac. Humiques												
Immobilés	23.8	38	51	41.	36	34	36.2	32.9	31.4	25.	37.8	43.4
Fractions moléculaires %												
< 900	57.6	55.9	59.9	58.1	54.5	51.5	65.8	53.2	58.5	46.5	49.4	60.2
900-1300	2.8	6.4	17	4.3	2.6	4.8	1.5	9.6	2.6	4.0	5.8	8.3
1300-2000	5.4	1.8	0.7	1.2	2.4	3.1	. 4	3.7	3.2	2.5		5.2
2000-4000	15.7	8.1		6.3	15.7	12.		10.4	12.8	4.3	5.6	2.9
4000-7500	5.1	6.4	1.2	6.3	6.8	7.0	1.5	4.5	6.5	12.6	6.7	1.6
7500-15000	4.4	6.0	3.3	7.6	6.3	6.6	5.7	4.8	6.2	11.0	8.9	.8
15000-25000	3.7	5.2	3.1	5.7	5.1	4.7	11.3	4.5	5.4	8.9	8.3	5.8
> 25000	5.1	10.6	15.1	10.5	6.5	10.2	13.6	9.3	4.8	11.3	15.1	11.2

A 1. Podzols (Savane Corossoy)

Echantillon		20	20	20	19	20 ⁰⁰		20
Hum. au champ	18.7	10.7	2.5	3.0	5.5	11.4		23.5
C. total ‰	11.1	6.4	6.8	7.8	9.2	8.1		6.6
Ac. Humiques								
Immobilés	30.9	42.5	40.9	35.5	44.4	39.0		32.7
< 900	59.8	63.7	57.4	64.5	65.8	45.6		32.9
900-1300	2.3	3.1	6.3	2.7	2.9	8.5		5.1
1300-2000	4.5	1.0	8.4	0.6	0.0	5.9		1.4
2000-4000	10.5	6.3	2.2	3.5	2.9	4.2		11.5
4000-7500	6.8	5.5	5.2	5.8	5.1	3.5		10.7
7500-15000	5.9	4.9	7.1	6.1	6.0	5.4		10.4
15000-25000	4.6	4.7	8.4	6.1	5.6	10.9		4.3
> 25000	9.0	10.0	5.1	10.8	11.7	16.6		4.3

Tableau n° 15:

Tableau n° 15 (suite)

SOL FERRALLITIQUE (Savane Combi)

	Juil.	Août	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin
Echantillon	16	17	16	16	17	17	16	18			
Humidité au champ %	17.8	6.1	.8	9.7	5.7	17.7	26.6	20.3			
Carbone total %	12.8	11.9	12.2	13.8	13.7	12.9	13.3	13.0			
Ac. Humiques Immobiles %	36.6	51.1	47.2	49.4	52.3	46.4	49.1	48.1			
PM < 900 %	53.0	63.8	56.0	56.6	54.2	68.0	57.8	65.1			
900 - 1300	2.25	.0	10.00	7.05	2.84	2.60	5.46	1.45			
1300 - 2000	.0	.0	5.48	7.43	.0	.0	1.68	0.72			
2000 - 4000	.0	.0	2.26	3.91	.0	1.50	1.37	1.69			
4000 - 7500	1.47	2.97	2.74	.0	.0	3.20	4.17	4.61			
7500 - 15000	8.37	8.98	0.89	.0	3.98	5.21	9.59	4.85			
15000 - 25000	12.17	10.82	8.22	3.14	5.68	5.82	9.93	7.75			
PM > 25000	22.18	13.20	13.70	21.6	33.03	13.09	9.59	13.56			

2) à partir de la planimétrie de la surface du pic "3.000" (ss) en comparant le pourcentage obtenu F (3.000) et l'humidité au champ (HC) au moment du prélèvement :

$$F (3.000) = 0,318 HC + 4,23$$

$$n = 15 \quad b \neq 0 \quad P < 0,05$$

3) à partir du pourcentage obtenu par planimétrie des fractions humiques d'un poids moléculaire supérieur à F (25.000) et le % AH des acides humiques immobiles :

$$F (25.000) = 0,323 AHI - 1,82$$

$$n = 19 \quad b + 0 \quad p < 0,01$$

4) Il n'apparaît pas pour les sols ferrallitiques, de corrélations entre acides humiques immobiles à l'électrophorèse, ou humidité au champ, et les différentes fractions moléculaires. On peut discerner cependant une plus grande quantité de fractions supérieures à 15.000 dans les sols ferrallitiques que dans les sols podzoliques et d'autant plus grande que l'humidité au champ diminue ou que le taux d'acides humiques immobiles s'élève.

On peut toutefois mettre en évidence pour la totalité des échantillons ferrallitiques une fraction intermédiaire, autour d'un poids moléculaire de 7.500 qui est en corrélation avec l'humidité au champ :

$$F (7.500) = 0,437 HC + 1,91$$

$$n = 11 \quad P < 0,01$$

Dans le cas des sols ferrallitiques, les variations climatiques orientent l'évolution des fractions organiques vers un fractionnement moindre que dans le cas des podzols ; les fractions d'un poids moléculaire supérieur à 15.000 sont en quantités supérieures dans les acides humiques des sols ferrallitiques.

4.4. Courbes d'éluion des acides humiques et saisons climatiques.

Ex. 1 - Deux échantillons (Décembre 14 - Décembre 15) d'un même sol (podzol) prélevés au même instant en période pré-humide, présentent une même humidité au champ, des teneurs voisines en acides humiques immobiles à l'électrophorèse

mais des taux de Carbone total différents : l'un des échantillons (Décembre 15) est supérieur à la moyenne des quantités de Carbone observées le mois précédent, l'autre (Décembre 14) présente des valeurs inférieures.

Si nous reprenons l'interprétation du paragraphe précédent, il est logique de penser que l'un des échantillons (Décembre 14) est en dépolymérisation - minéralisation (baisse du taux de Carbone), l'autre n'ayant pas atteint ce stade : or, les taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse sont identiques.

Les courbes d'éluion sont différentes ; la différence qui n'apparaissait pas au niveau des acides humiques immobiles à l'électrophorèse, apparait ici : l'un des échantillons montre des fractions polymérisées et son taux de Carbone est supérieur à la moyenne observée le mois précédent. L'autre montre des fractions dépolymérisées : son taux de Carbone est inférieur à la moyenne du mois précédent.

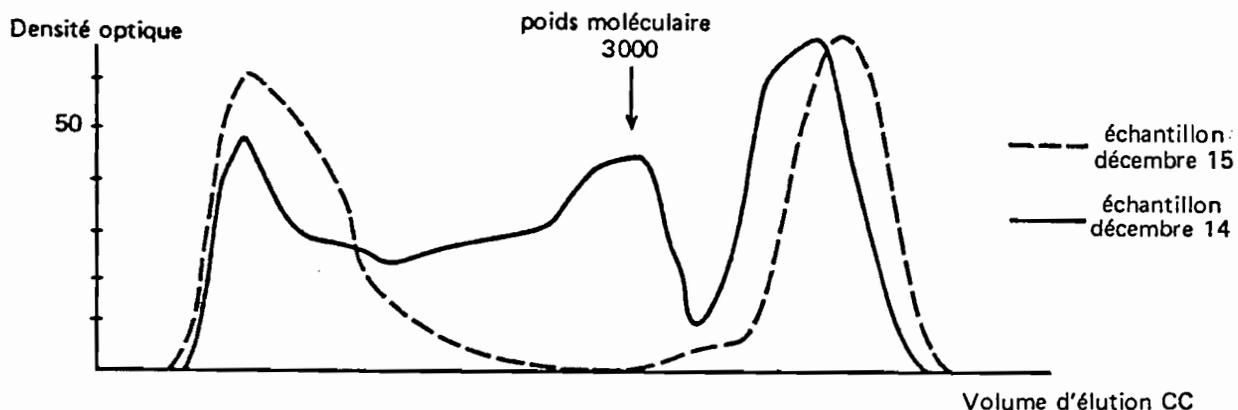
Bien que situé dans une même période climatique, l'un des prélèvements indique que l'horizon de surface n'a pas suivi les variations climatiques et montre une certaine inertie aux variations du milieu.

Ex. 2 - Deux courbes d'éluion presque identiques peuvent être décrites en saison post-humide (Ex. Août 15), ou en saison pré-humide (Ex. Janvier 13) ; dans le premier cas nous allons dans le sens de la polymérisation, dans le deuxième vers la dépolymérisation.

A la limite, on ne devrait en conditions tropicales similaires, accepter de chiffre de matière organique qu'assorti du taux d'humidité au champ au moment du prélèvement et de l'indication de la saison climatique (assèchement, réhumectation, etc...).

4.5. Conclusions.

L'étude de l'évolution comparée des polymères des acides humiques dans deux stations types, ferrallitique et podzols sous savane, montre qu'à des évolutions globales identiques (polymérisation ou dépolymérisation en fonction des saisons climatiques) et à des teneurs différentes en acides



humidité au champ	échantillons	Carbone total %	Acides humiques immobiles %
4,65	novembre (moyennes)	5,40	40,9
7,60	décembre 15	5,70	35,8
7,70	décembre 14	4,90	34,0

Fig. 30 — Différence de structure moléculaire observée pour deux échantillons, dans la même période climatique.

humiques immobiles à l'électrophorèse, correspondent des différences sensibles dans la composition moléculaire des acides humiques :

- aux stades polymérisés ne correspondent pas forcément de grosses fractions de matière humique mais plutôt un arrangement autour de trois fractions privilégiées (d'un encombrement moléculaire de 25.000, 1.100, 700) aux dépens desquelles se formeront les fractions intermédiaires ; à la limite, il n'y a pas de différence de composition entre sols ferrallitiques et podzols en saison sèche par exemple,

- les stades de polymérisation et de dépolymérisation apparaissent là encore liés aux variations du pédoclimat et se produisent en même temps dans les deux types de sols.

- Une fraction d'un encombrement moléculaire voisin de 3.000 apparaît dans la différenciation podzolique, en période pré-humide (dépolymérisation).

. Cette fraction caractérise les fractions humiques des podzols en phases dynamiques de transformation : elle n'apparaît pas dans les horizons homologues des sols ferrallitiques.

. L'importance de cette fraction dépend de l'évolution saisonnière ; elle disparaît totalement en saison sèche.

BRUCKERT et al. (1970) montrent que cette fraction apparaît en conditions tempérées - dans les pluvioclassés des hêtres stations mor et des pins, alors qu'elle n'apparaît pas dans les pluvioclassés des hêtres station mull.

La fraction d'un encombrement moléculaire de 3.000 paraît donc jouer en milieu tropical comme en milieu tempéré, un rôle actif dans la pédogenèse podzolique ; les corrélations la montrent en relation directe avec le taux d'acides humiques mobiles à l'électrophorèse et avec le degré d'humidité au champ au moment du prélèvement.

Dans le cas des sols ferrallitiques, les taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse restent toujours supérieurs à ceux observés dans les sols podzoliques et les phases dynamiques climatiques orientent l'évolution de la matière organique vers une fragmentation moindre des molécules organiques.

5. EVOLUTION COMPAREE DE L'INDICE D'INSTABILITE STRUCTURALE ET DE LA CAPACITE D'ECHANGE, EN FONCTION DU DEGRE DE POLYMERISATION.

5.1. Indice d'instabilité structurale.

Cette stabilité structurale, mesurée par la méthode de S. HENIN, à partir du pourcentage d'agrégats stables montre un taux maximum (J.F. TURENNE, 1972), d'agrégats après pré-traitement au Benzène au moment où le taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse est élevé, et minimum au moment où ce taux atteint son minimum.

La relation observée (J.F. TURENNE, 1965) entre acides immobiles à l'électrophorèse (A H I) et l'indice d'instabilité (Is) est ici vérifiée au niveau du pourcentage d'agrégats stables après pré-traitement au benzène, pour les sols ferrallitiques sous savane :

$$\% \text{ agrégats (benzène)} = 30,08 + 2,579 \text{ AHI} \quad n = 118, p < 0,01$$

Dans le cas des sols sableux à sablo-argileux de la plaine côtière, ceci montre qu'il existe, de même qu'un taux de polymérisation optimum autour de pH 3, un taux d'agrégation optimum ; ce taux d'agrégation dépend en outre du niveau de polymérisation, apprécié à travers le pourcentage d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse. Polymérisation et Dépolymérisation des acides humiques règlent donc dans une certaine mesure le taux d'agrégats stables présents dans le sol à un moment donné.

5.2. Capacité d'échange.

Concernant les horizons supérieurs des sols ferrallitiques désaturés, lessivés ou appauvris, le rôle de la matière organique dans la capacité d'échange est prépondérant ; c'est le cas pour les savanes côtières de la Guyane (de 8 % à 2 % d'argile essentiellement kaolinite-illite). Il est possible de faire apparaître une relation qui, sans être significative

sur le plan statistique, présente une confirmation des phénomènes d'évolution saisonnière. On constate qu'à une dépolymérisation, sans variation des quantités globales de matière organique, correspond une augmentation de la capacité d'échange. Ceci peut être observé à la fois dans les sols sous forêt, sous brûlis, ou sous savane. On peut donc rapprocher variation de la composition interne dans le sens d'une dépolymérisation et augmentation de la capacité d'échange.

Ex. Sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé sous forêt.

Dans ce cas, la matière organique (tableau n° 16) présente tous les caractères de dépolymérisation (baisse du taux de matière organique, augmentation des acides immobiles et mobiles, diminution de la part de Non extrait) et les caractères physico-chimiques, accusent ces variations dans la qualité de la matière organique.

Tableau n° 16. Sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé sous forêt.
Valeurs caractéristiques du complexe absorbant et de la stabilité structurale, dans deux situations climatiques.

	<u>Mois</u> :	<u>Août</u>	<u>Septembre</u>
Humidité au champ		24.84	24.15
Taux de M.O. C ‰		43.96	39.23
Non extrait ‰		81.16	78.70
AHI ‰		4.61	5.76
AHM ‰		6.89	8.25
AF ‰		7.34	7.29
CE me		8.95	11.80
Agrégats moyenne ‰		27.17	20.40
Eau		22.37	15.46
Alcool		20.96	19.76
Benzène		38.18	26.18

Ex. Sol ferrallitique sous forêt défrichée.

A la suite d'une période d'assèchement (tableau n° 17), le sol parvient à un taux de matière organique de 26,06 % accompagné d'une augmentation de la part de non extrait, de la diminution des fractions extractibles et d'une baisse de la capacité d'échange au cours de la polymérisation (de 7.16 me à 3.73).

Plus tard (Octobre), on constate qu'au même taux de carbone de 26.03 % correspond une augmentation de la capacité d'échange qui atteint 8,4 me, l'instabilité structurale croît en même temps. Ces variations correspondent à une réorganisation de la matière organique dans le sens d'une augmentation des acides humiques immobiles et surtout mobiles.

Tableau n° 17. Sol ferrallitique sous forêt défrichée. Valeurs caractéristiques du complexe absorbant et de la stabilité structurale, dans une séquence climatique.

<u>Mois</u>	<u>Juillet</u>	<u>Août</u>	<u>Septembre</u>	<u>Octobre</u>
Humidité	20.76	15.62	15.78	4.09
Carbone total C ‰	24.13	26.06	23.20	26.03
Non extrait ‰	74.61	78.18	77.21	78.38
AHI ‰	7.16	5.79	6.33	6.87
AHM ‰	8.99	7.86	7.71	8.49
AF ‰	9.24	9.17	8.75	6.26
CE me	7.16	3.73	6.85	8.40
Agrégats moyenne ‰	10.55	14.60	8.30	10.80
Eau	9.47	12.64	7.87	9.47
Alcool	9.79	13.31	6.55	9.09
Benzène	12.40	17.85	10.50	4.29

Il est possible de mettre en évidence, à chaque réorganisation de la matière organique, de telles variations : quantité et surtout qualité de la matière organique influent donc rapidement et fortement sur des facteurs physico-chimiques tels que capacité d'échange ou stabilité structurale. Les variations constatées dans la capacité d'échange en liaison avec la part prise notamment par les acides humiques mobiles à l'électrophorèse, correspondent bien à une des propriétés de ces acides d'offrir (FLAIG 1970), une capacité d'échange beaucoup plus élevée que celle des acides immobiles (groupes fonctionnels plus nombreux par rapport au noyau phénolique).

EN CONCLUSION, les horizons de surface des différents types de sols, ferrallitiques, podzols ou sols hydromorphes, sous savane ou sous forêt, montrent les mêmes variations de la composition de la matière organique, en réaction aux variations climatiques saisonnières.

Deux phases dynamiques exercent le maximum d'influence :

- la période post-humide ou phase d'assèchement, s'accompagne d'une polymérisation des substances humiques avec augmentation du taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse.

Allant de pair avec une augmentation de l'humine sl., il y a transformation et synthèse de produits organiques menant à une augmentation du stock de matière organique et notamment des produits condensés. En liaison avec ces transformations, il apparaît également une augmentation de la stabilité structurale, mais aussi une diminution de la capacité d'échange.

Y. H. A.
- la période pré-humide ou ~~plan~~ de réhumectation s'accompagne d'une dépolymérisation des substances humiques, avec diminution du taux d'acides immobiles à l'électrophorèse.

Allant de pair avec une diminution de l'humine sl. il y a transformation et minéralisation des produits organiques, menant à une diminution du stock de matière organique. En liaison avec ces transformations, il apparaît également une baisse de la stabilité structurale, mais aussi une augmentation relative de la capacité d'échange.

La persistance d'une saison sèche, met en évidence le rôle que l'eau peut jouer dans la polymérisation des substances humiques ; de même que l'eau intervient dans l'agrégation des particules minérales, il faut admettre qu'elle intervient dans les liaisons entre molécules humiques, et constitue une part non négligeable de la composition des fractions polymérisées. Sa disparition aux valeurs élevées du pF (4,2), lorsque la période de sécheresse persiste, entraîne une augmentation des acides humiques mobiles à l'électrophorèse et des acides fulviques. Nous noterons ici qu'ils sont donc disponibles, avant même les premières pluies, pour la migration dans le profil. Ceci peut expliquer les libérations massives

d'acides fulviques observées dès les premières pluies après une saison sèche de longue durée.

Corrélativement à la disparition de l'eau de liaison, il apparaît un phénomène de non mouillabilité qui maintient, même en réhumectation, les acides humiques à leur taux de saison sèche pendant un certain temps.

- L'optimum de polymérisation apparaît autour de pF 2.8, correspondant à la capacité au champ, il correspond au maximum de matière organique observé en liaison avec le degré de polymérisation maximum. Le stock de matière organique peut toutefois subir des réorganisations internes sans que la quantité globale en soit affectée ; cette réorganisation est susceptible d'influer sur les propriétés physico-chimiques de l'horizon, elle peut se produire lorsque la saison sèche persiste ou lorsque le sol se maintient autour de pF 3.

- Toutefois les divergences dans l'évolution existent dans l'intensité des phénomènes décrits ci-dessus et non dans leur principe ; sols ferrallitiques ou podzols, sous savane ou sous forêt, obéissent aux variations du milieu de manière identique, mais avec des amplitudes différentes.

- Enfin à l'intérieur de ces variations, le degré de polymérisation est fortement influencé par les variations climatiques, mais moins par l'amplitude de ces variations que par leur sens (assèchement ou réhumectation par exemple) ; c'est donc la nature de la succession d'évènements climatiques qui conditionne ici la composition et le devenir de la matière organique.

CHAPITRE V

DIFFERENCIATION PODZOLS SOLS FERRALLITIQUES

ACTION DU PEDOCLIMAT SUR L'HUMIFICATION DANS LES HORIZONS DU PROFIL PEDOLOGIQUE

INTRODUCTION.

L'étude de l'action du pédoclimat sur l'humification des horizons de surface des sols ferrallitiques et des podzols, a montré qu'en règle générale, polymérisation et dépolymérisation s'exercent de la même manière suivant la période climatique, pour les deux types de sols, mais avec des intensités différentes. D'autre part, à des teneurs plus faibles en acides humiques polymérisés, pour les podzols, correspond également une plus grande fragmentation des polymères organiques.

Si l'analyse permet de mettre en évidence ces caractères, à partir de l'étude de composés - les acides humiques - relativement peu mobiles à l'intérieur du profil pédologique, l'incertitude demeure cependant sur le devenir des fractions mobiles de la matière organique, susceptibles de migrer.

Par ailleurs, l'évolution des horizons autres que l'horizon supérieur, alimenté dans les savanes essentiellement par la décomposition de la matière fraîche (feuilles, tiges, racines) est sous la dépendance de plusieurs facteurs.

- Les apports en provenance des horizons sus-jacents (essentiellement acides fulviques),
- l'insolubilisation progressive des composés à faible poids moléculaire susceptibles de migrer ; mais aussi de former, lors de leur descente, des complexes stables avec les cations (fer, aluminium), ou les minéraux argileux,
- les modifications de texture ou de perméabilité qui peuvent entraîner, à un niveau préférentiel l'arrêt des migrations et l'accumulation,
- enfin, la dynamique de la nappe qui intervient par sa frange capillaire et son battement dans le profil.

Dans une certaine mesure, l'horizon de surface, sableux, à sablo faiblement argileux, désaturé, filtrant représentait un support inerte, où s'exerçait principalement le facteur climatique.

A un niveau donné du profil, les transformations survenant dans la composition de la matière organique, résultent au contraire, d'actions complexes et simultanées, difficiles à séparer.

L'exploitation des résultats et leur commentaire sont donc conduits dans ce chapitre, différemment du chapitre précédent :

- trois profils types sont retenus, correspondant aux sols ferrallitiques, sols ferrallitiques intergrade vers les sols podzoliques et podzols ; ils sont prélevés dans la Savane Bordelaise, dont nous connaissons les paramètres hydriques (cf. paragraphe II-2.4).

- Compte tenu des phases dynamiques mises en évidence pour les horizons de surface, les profils comparés correspondent aux situations pédologiques caractéristiques des périodes post-humide, sèche, pré-humide, humide.

Les comparaisons sont menées de manière globale, à partir d'une situation de référence : la saison sèche et les résultats sont figurés sur un diagramme où sont représentés verticalement les horizons et latéralement la succession d'événements climatiques ; les quantités de pluie du mois précédant les prélèvements, sont précisées et figurent la période climatique. Le tracé isographe vient là encore guider l'interprétation visuelle des données.

Enfin, la méthode d'extraction avec prétraitement acide fournit une bonne appréciation des formes organiques de faible poids moléculaire - Acides fulviques libres. La séparation de la matière organique est donc figurée à partir des fractions [Acides fulviques libres (extrait acide) acides fulviques et humiques liés (extrait alcalin) HUMINE] ramenées à leur pourcentage de C total de l'horizon.

1. VARIATIONS PEDOClimATIQUES (fig. 31).

La mesure de l'humidité au champ de chaque prélèvement, permet de décrire sommairement, sur une année, le cycle climatique décrit par le profil.

1.1. Le profil ferrallitique.

L'humidité des différents horizons présente au cours de l'année des variations régulières, à peine modifiées par une montée fugitive de la nappe qui atteint l'horizon B C ; la frange capillaire n'exerce pas d'influence marquée au-delà du sommet de l'horizon B.

1.2. Le profil ferrallitique intergrade vers les sols podzoliques.

Les variations de l'humidité sont plus accusées ; la densité plus grande de lignes isovaleur pour les horizons de surface A 11, A 12, A 2, A 2 Bg, traduit cette augmentation d'amplitude entre les pôles secs et humides. La nappe est présente dans l'horizon B 2 dès la saison pré-humide et atteint l'horizon A 2 en saison humide ; la frange capillaire qui peut être estimée à 50 cm dans un sol à texture sable fin argileux telle que la texture des profils décrits atteint ici l'horizon A 11.

La nappe introduit une perturbation dans les horizons supérieurs, mais les horizons profonds (B 2, B^t, Bc) ont un régime qui, dépendant soit de la frange capillaire de saison sèche, soit de la nappe pour les autres saisons, est plus régulier : l'humidité ne descend pas pour l'horizon B en dessous de pF 3.

1.3. Le podzol hydromorphe à alios.

Les horizons A 11, A 12, sont de tous les horizons considérés ceux qui subissent le maximum d'amplitude saisonnière pour les variations d'humidité.

A partir de l'horizon B 2 h et en profondeur, l'humidité varie peu dans l'année et les valeurs ne descendent jamais en dessous de pF 3 ; les conditions de pédoclimat sont identiques à celles décrites par RODE (1970) pour la formation de sols podzoliques en zone tempérée fraîche.

En conclusion, le rôle de la nappe ne doit pas être dissocié de sa frange capillaire ; la transition entre le régime hydrique modéré du sol ferrallitique et le régime contrasté du podzol est perceptible au niveau du sol intergrade, où l'humidité capillaire atteint les horizons de surface.

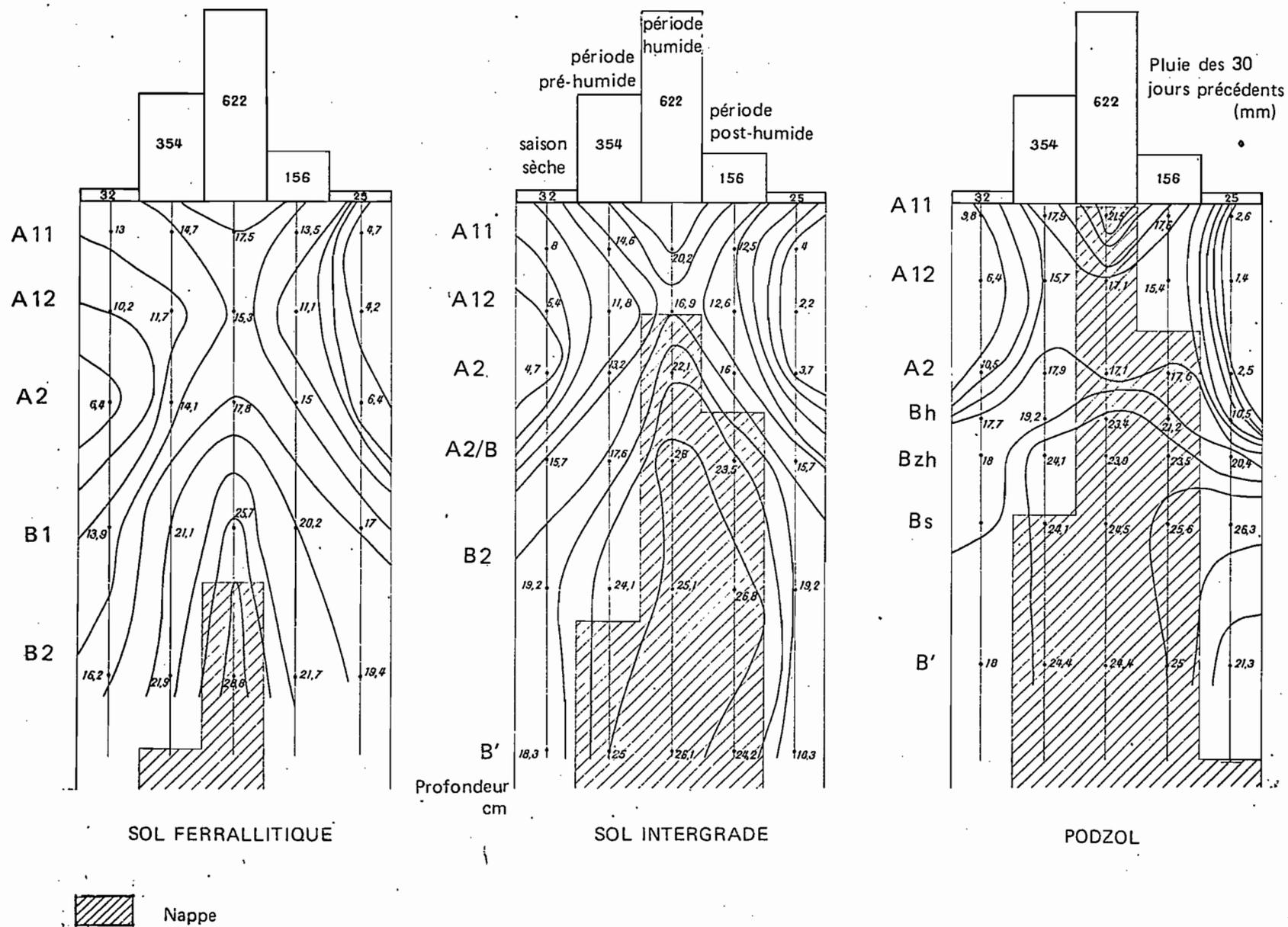


Fig. 31 — Variations pédoclimatiques - humidité % des sols de la savane bordelaise (équidistance 2,5%).

2. LES CARACTERES DE LA MATIERE ORGANIQUE EN FIN DE SAISON SECHE. (fig.32)

2.1. La matière légère.

Elle diminue régulièrement à partir des horizons A 11, A 12, A 2 pour les sols ferrallitiques, fortement désaturés, lessivés modaux ou intergrade podzoliques. On remarque sa disparition totale dans l'horizon A 2 du podzol, et son abondance au niveau de l'alias.

2.2. Les acides fulviques libres.

Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé.

- Leur migration est profonde et régulière jusqu'au niveau de l'horizon B dans le sol ferrallitique sous savane ou sous forêt : ils représentent une plus grande part de la fraction organique profonde sous savane que sous forêt.

- A partir de leur accumulation relative au niveau de l'horizon B, ils diminuent non moins régulièrement en profondeur.

Sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé, intergrade vers les sols podzoliques.

- Leur migration est profonde mais marque une discontinuité accusée au sommet de l'horizon B, dans l'horizon A2/B (g), liée au caractère imperméable de l'horizon : il y a blocage au sommet de l'horizon B. Ils diminuent ensuite, mais sans rapport direct avec les quantités existant dans l'horizon A2/B (g).

Podzol à gley à alias.

- La fraction acides fulviques libres existe pour une faible part dans l'horizon A 11 des podzols : la migration est rapide à travers l'horizon A 2 qui ne se distingue pas par sa composition de celle des horizons A 2

des sols ferrallitiques.

- L'horizon B 2 h est caractérisé par une composition essentiellement à base d'acides fulviques libres.

- En profondeur, cette fraction diminue rapidement et ne représente plus qu'une faible part de la matière organique.

2.3. Les acides fulviques et humiques liés.

Ils correspondent aux formes humiques plus polymérisées que les acides libres, sans que l'on puisse faire ici la part de ce qui revient à une polymérisation simple ou à une complexation liée aux éléments minéraux.

La part de ces fractions extraites par les réactifs alcalins varie verticalement pour atteindre un minimum au sommet de l'horizon B.

Ces pourcentages paraissent identiques, que l'on considère les horizons A 11, A 12, A 2 des sols ferrallitiques modaux, des sols ferrallitiques intergrade podzoliques, ou du podzol.

Le minimum de cette fraction est atteint dans l'horizon B 2 h, où elle représente un très faible pourcentage de la matière organique.

En conclusion à cette première comparaison des fractions extractibles, sols ferrallitiques fortement désaturés lessivés et sols ferrallitiques intergrade podzoliques ne se différencient que par la transition brutale (imperméabilité) au niveau de l'horizon A 2 B (g) du sol intergrade. Les acides libres apparaissent comme bloqués à ce niveau, par opposition à leur disparition de ces acides dans le sol ferrallitique, où les variations sont régulières et représentent un mouvement de descente sans rupture entre apport et migration, à tous les niveaux.

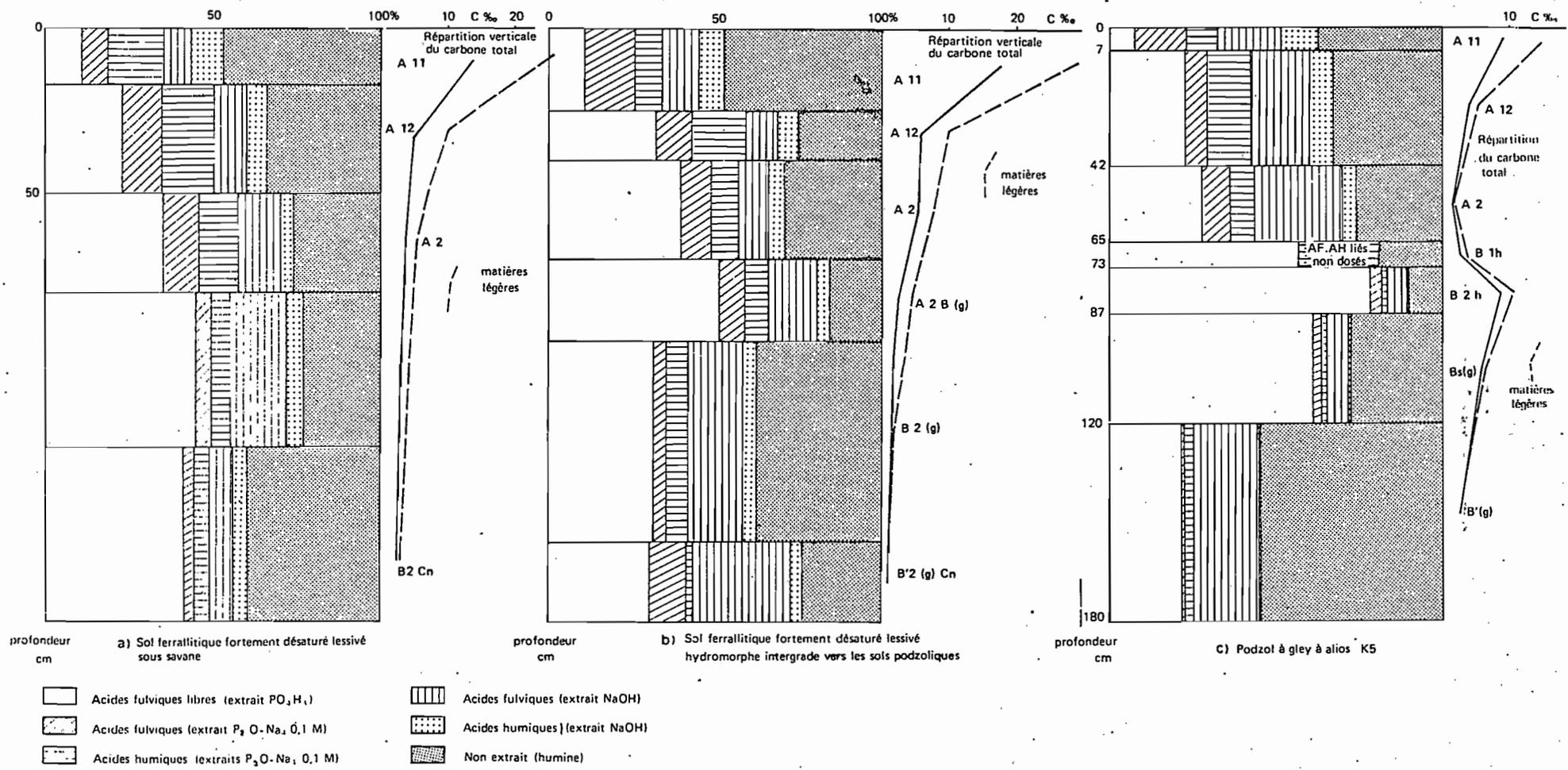


Fig. 32 — Savane bordelaise - fractions de la matière organique % - Carbone total (saison sèche).

2.4. Répartition des Acides humiques immobiles à l'électrophorèse (fig.33).

La répartition des acides humiques suivant leur mobilité à l'électrophorèse fait apparaître :

- dans le sol ferrallitique une polymérisation augmentant progressivement depuis les horizons A 11, vers l'horizon B, où ne subsiste qu'une fraction d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse.

- dans le sol ferrallitique intergrade podzolique, on observe un arrêt de la polymérisation au niveau de l'horizon A 2/B (g), niveau où stagnent les acides fulviques libres (paragraphe 2.2.). La polymérisation est totalement réalisée dans l'horizon B 2.

- dans le podzol, les caractères observés pour les horizons du sol intergrade s'accroissent à travers le profil : d'un degré de polymérisation plus faible en surface que dans le sol ferrallitique, augmentant dans l'horizon A 2, les acides humiques immobiles à l'électrophorèse marquent un arrêt dans la polymérisation très net dans l'horizon A 2/B (g).

La polymérisation augmente ensuite dans l'horizon B 1 h.

2.5. L'Humine. fig. 34.

Les études menées en zone tempérée (TOUAIN, 1974), ont montré qu'il existait des différences entre (sols type mull et sols type moder ; afin de pousser plus avant la comparaison sol ferrallitique/podzols tropicaux, nous avons effectué une séparation des diverses fractions extractibles du résidu obtenu après extraits alcalins. Tableau 18

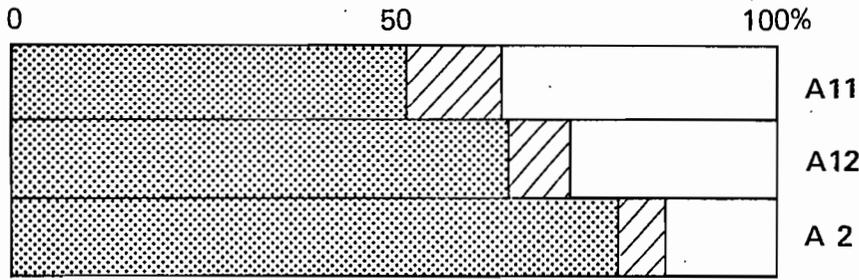
La composition de l'humine est la suivante, après extraction des composés humiques libérés par attaque au dithionite (fraction liée au fer) et au mélange HF HCl (fraction liée aux minéraux argileux), et séparation du résidu obtenu, en deux fractions surnageant dans le bromoforme, ou se déposant.

Tableau 18 - Fractionnement de l'humine.

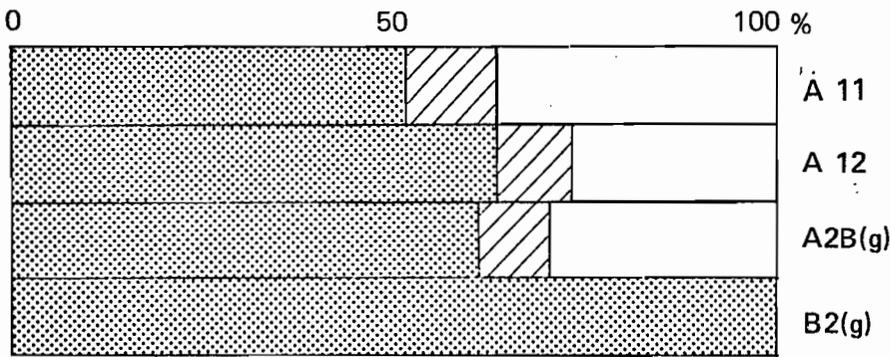
Echantillon	Horizon	Humine % Carbone total	Extrait NaOH après attaque dithionite % Humine	Extrait NaOH après attaque HF HCl % Humine	Résidu % Humine	Fraction insolubili- sée Humine d'insoluli- lisation % Humine	Fraction légère Humine résiduel- le % Humine
<u>Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé modal</u>							
K 30	A 11	47,0	12,4	12,38	75,6	60,6	15,0
31	A 12	34,8	19,6	22,3	58,3	55,3	3,0
32	A 2	26,2	25,2	27,2	47,6		
33	B 1	24,1	16,9	28,1	54,8		
34	B 2	40,7	15,1	20,6	64,1		
<u>Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé intergrade podzolique</u>							
40	A 11	48,1	14,7	11,5	73,7	64,2	9,4
41	A 12	24,9	24,7	17,7	57,3		
42	A 2	29,1	22,7	17,2	60,0	60,0	
43	A 2/B (g)	17,5	19,8	18,6	61,6		
44	B 1	38,4	23,4	23,7	46,8		
<u>Podzol à gley à alios</u>							
50	A 11	37,2	26,0	11,3	62,6	27,9	34,6
51	A 12	33,3	23,4	22,6	53,9		
52	A 2	26,4	21,7	31,8	49,3		
53	B 1 h	19,5	32,3	21,9	45,8	45,8	
54	B 2 h	9,6	23,1	73,1	3,8	0,2	3,6
55	B 1 g	26,7	26,7	28,6	44,5		
56	B 1 g	56,3	27,3	29,1	43,6		

La fraction non extraite représente une part plus importante (47 % du Carbone total) dans les humus de type ferrallitique que dans les humus de type podzol.

Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé



Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé hydromorphe intergrade



Podzol à gley à alios

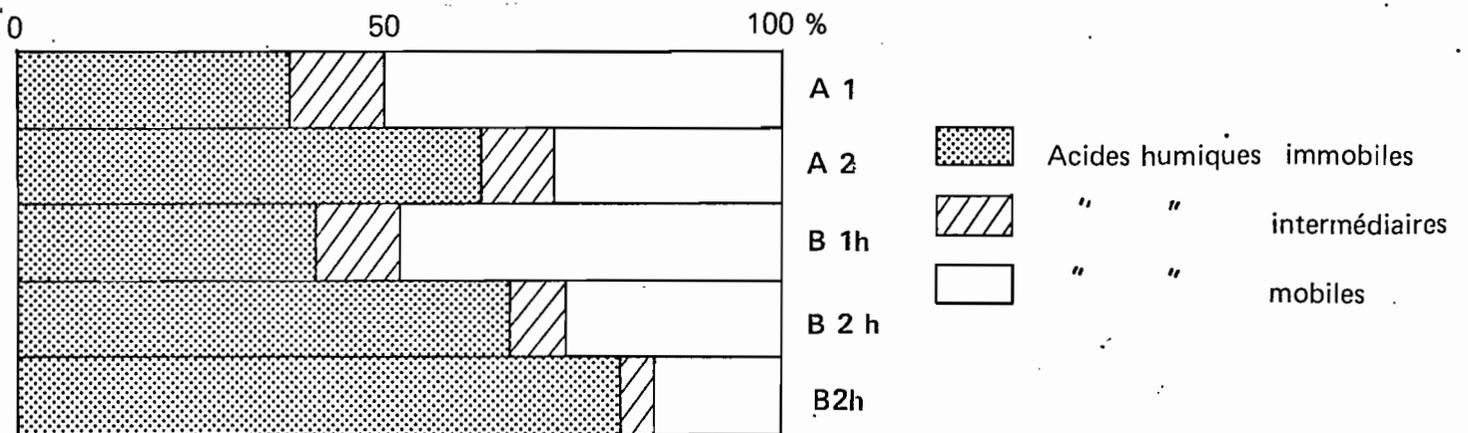


Fig. 33 – Fractionnement des acides humiques - sols ferrallitiques - podzols.

Cette part diminue en profondeur pour représenter de manière constante 26 % du carbone, tant dans les horizons A 2 des sols ferrallitiques que dans les mêmes horizons podzoliques.

En profondeur, elle représente à nouveau une part importante de la matière organique à l'exception de l'horizon B 2 h qui ne représente plus que 9,6 % du Carbone total.

- a) Les produits extractibles par la soude, après attaque HF - HCl
(fraction "liée aux argiles").

Le pourcentage de cette fraction dans les sols ferrallitiques suit assez bien la courbe de répartition verticale de l'argile.

Ce pourcentage offre un comportement différent dans le podzol où il subsiste une fraction notable dans l'horizon A 2 (dépourvu d'argile) mais surtout dans l'horizon B 2 h, où il constitue 73 % de l'humine : c'est donc retrouver à ce niveau soit des complexes organo-minéraux abondants soit une libération d'un carbone emprisonné dans des revêtements argileux : cette dernière hypothèse est la plus vraisemblable.

- b) Les produits extractibles par la soude après attaque au dithionite
(fraction "liée au fer").

Cette fraction offre peu de variations significatives dans les horizons supérieurs et l'on ne peut attribuer d'explications au fait qu'elle puisse être plus forte dans l'horizon A 2 du sol ferrallitique ou dans l'horizon B 1 h.

Elle représente cependant au niveau Bs ou B' (g) sous jacent au Bs, 56 % de la fraction humine.

- c) Le résidu humine, après attaque HF HCl et dithionite.

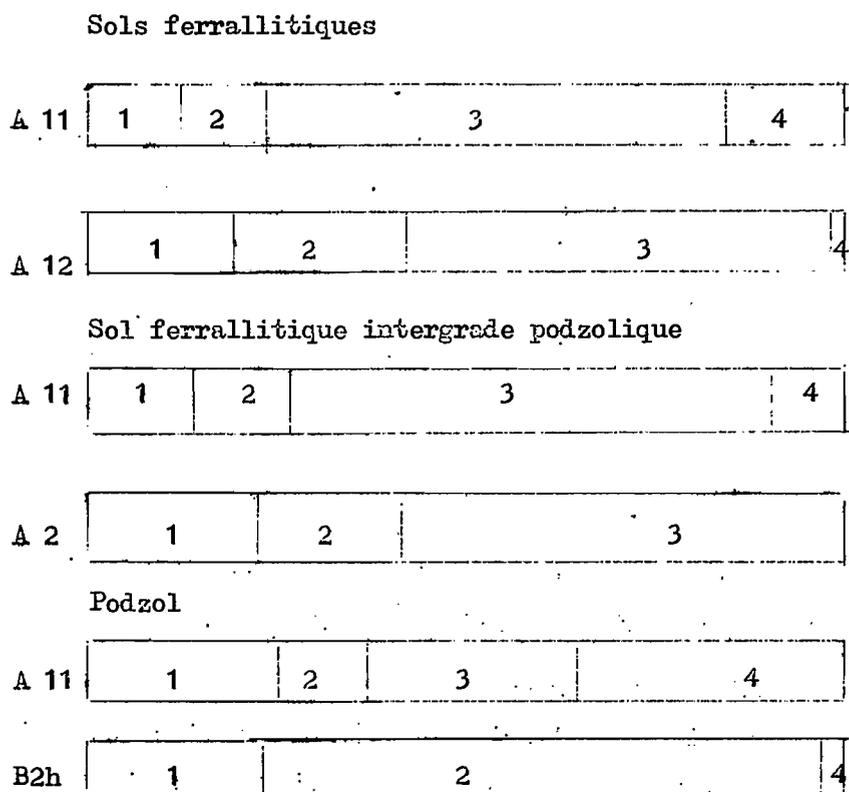


fig. 34

- Composition de l'humine
1. Extrait après attaque dithionite de Na
 2. Extrait après attaque HF HCl
 3. Fraction insolubilisée
 4. Fraction résiduelle

C'est finalement la séparation de cette fraction en une partie légère ($d < 1,3$) ou résiduelle (héritée) et une partie lourde ou insolubilisée, qui fait apparaître au moins pour les horizons superficiels une différence entre podzols et sols ferrallitiques : après attaque HF HCl de l'humine, le résidu représente de 63 % (podzols) à 75 % (sols ferrallitiques) de cette humine. On constate en effet, que l'humine héritée représenterait une faible part de l'humine dans les humus de type ferrallitique (15 %) et une part plus importante (35 %) dans l'humus de type podzol.

Non seulement il y a davantage d'humine résiduelle après attaque HCl et dithionite dans le sol ferrallitique, mais elle est de nature différente, constituée dans ce dernier type de sol, plus d'humine d'insolubilisation que d'humine héritée, alors que c'est l'inverse dans le sol podzologique.

En profondeur, très rapidement l'humine d'insolubilisation représente la totalité du résidu soit dans l'horizon A 2 du sol ferrallitique soit dans l'horizon A 2 (cas du sol intergrade).

L'humine de l'horizon B2h représente en elle-même une fraction très faible (9,6 %) du Carbone total. La fraction subsistant après attaque HF HCl, Dithionite de Na, est très faible (3 % de l'humine) est non significative.

3. LES CARACTERES SAISONNIERS DE LA MATIERE ORGANIQUE.

Evolution saisonnière comparée des fractions A. fulviques libres, AF.AH liés Humine.

Nous avons montré précédemment l'importance relative des périodes post-humide, sèches ou pré-humide et humide dans les processus d'humification des horizons superficiels : les processus diffèrent et se manifestent avec des intensités variables suivant la saison ; les formes mobiles restaient difficiles à apprécier tant en importance qu'en évolution étant donné leur migration en profondeur.

Les comparaisons de la répartition verticale de la matière organique sont faites en nous ramenant aux périodes sèches (cf. paragraphe précédent) préhumide, humide, post-humide et sèche, cette dernière achevant le cycle saisonnier. Les quantités de pluies du mois précédant le prélèvement sont précisées, définissant ainsi au mieux la période. Une relative symétrie dans le faisceau des courbes du tracé traduit l'évidence d'un cycle saisonnier, lié aux alternances d'humectation et d'assèchement. L'accroissement de la densité de courbes lorsque l'on va du sol ferrallitique au podzol, traduit l'augmentation de l'amplitude des variations supportées par certaines fractions. Ces variations dans la composition de la matière organique des sols ferrallitiques et des podzols suivant la saison concernent donc aussi bien les horizons profonds que les horizons de surface.

3.1. Les caractères saisonniers de la matière organique.

3.1.1. Evolution des composés humiques dans les sols ferrallitiques. (fig. 35)

a) Le carbone total : les quantités de carbone total suivent en surface les fluctuations saisonnières, décrites au chapitre précédent (maximum de matière organique en saison sèche). En profondeur, dès l'horizon A 12, les quantités mesurées au cours de l'année restent sensiblement constantes. Les variations saisonnières portent sur les proportions des différentes fractions sans que la quantité globale soit affectée.

b) Acides fulviques libres : on observe une migration progressive et régulière des acides fulviques en profondeur ; c'est là un caractère, souvent décrit, des sols ferrallitiques en zone tropicale humide. Cette migration peut être considérée ici comme l'amarce très limitée d'un processus podzolique.

Dans les horizons de surface, comme en B 2, on note une diminution du taux d'acides fulviques, pendant le début de la saison sèche. C'est la tendance à la polymérisation, déjà constatée pour les horizons superficiels.

c) Acides fulviques et humiques liés : l'augmentation de la teneur en acides humiques est surtout marquée pendant la saison post-humide. Ceci confirme une fois encore la tendance à la polymérisation durant cette période.

d) Humine : le fait le plus remarquable à signaler est l'augmentation considérable et rapide de la teneur en humine de l'horizon B 2 au début de la saison sèche ; ce fait est à rapprocher de la diminution concomitante des acides fulviques et pour une moindre part des acides fulviques et humiques liés dans le même horizon et pendant la même période. En B 2 les acides fulviques semblent se transformer directement en humine au cours des phases de polymérisation.

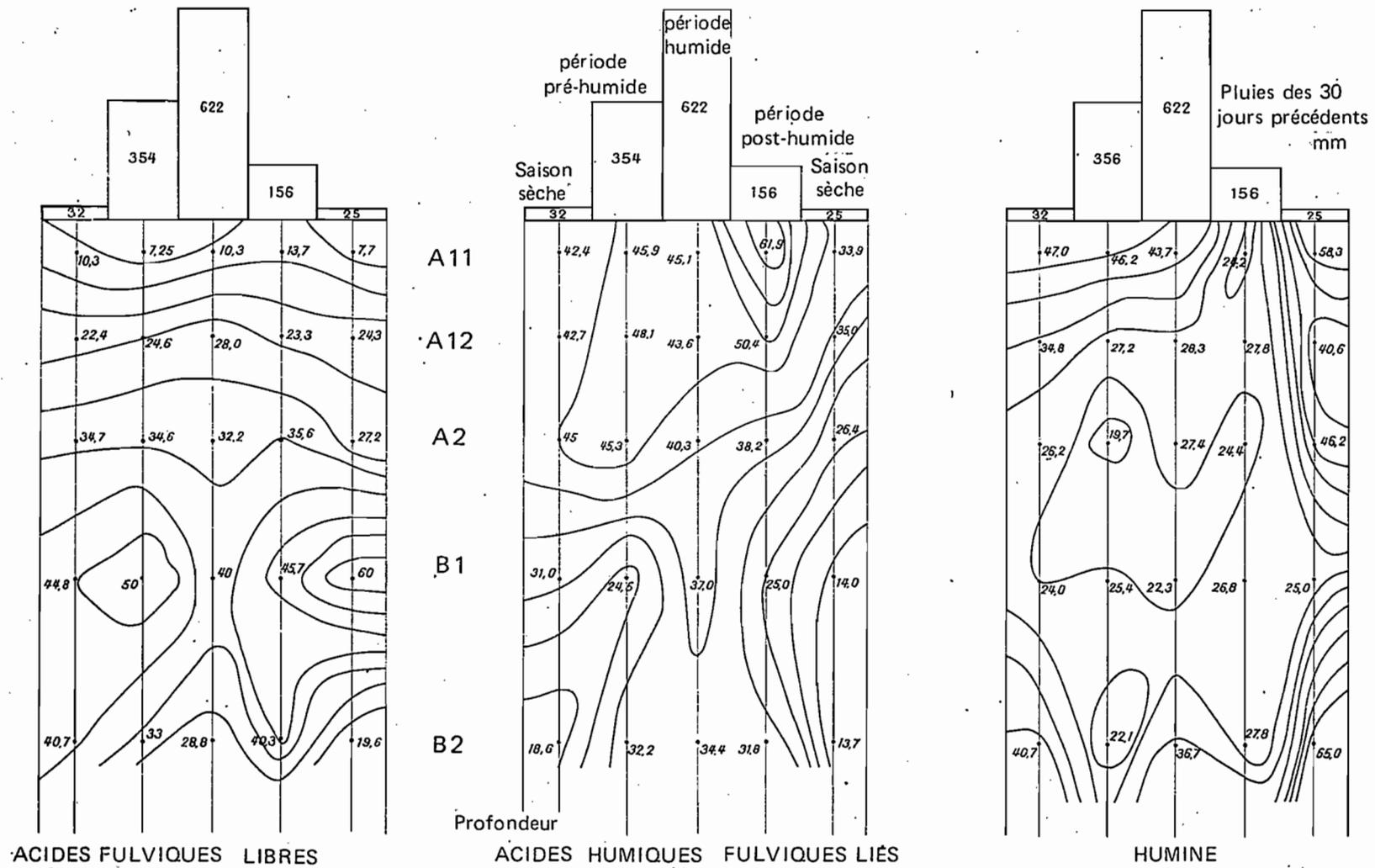


Fig. 35 — Sols ferrallitiques - variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équadistance 5%).

On note cependant qu'en B 1, l'humine constitue un pourcentage pratiquement constant, quelle que soit la saison et que les transformations paraissent se limiter dans cet horizon à des échanges acides fulviques acides humiques.

3.1.2. Evolution des composés humiques dans les podzols. (fig. 35)

Les processus saisonniers sont ici caractéristiques :

a) Carbone total : les quantités de carbone total relevées au cours de l'évolution saisonnière varient considérablement suivant les prélèvements. Ces variations traduisent l'hétérogénéité des prélèvements rendus aléatoires par l'aspect glossique de l'aliot et la répartition nodulaire de la matière organique. Dans ces conditions les comparaisons des pourcentages des différentes fractions prennent toute leur signification, et sont susceptibles d'indiquer l'équilibre stationnel entre les différents composants de la matière organique.

b) Acides fulviques libres : les horizons supérieurs se caractérisent par une teneur constamment très faible en acides fulviques libres, 3 à 8 %, qui traduit leur entraînement presque immédiat en profondeur, à mesure qu'ils se forment. Le minimum intervient en saison humide : la nappe atteignant les horizons supérieurs, disperse et entraîne la presque totalité des acides fulviques qui subsistent en A 11.

La faible teneur en acides fulviques libres, en surface, s'oppose en toutes saisons aux quantités très élevées de ces mêmes composés présents en B 1 h et B 2 h : dans le second horizon, la teneur en acides fulviques varie peu et oscille entre 79 et 88 % des composés humiques ; les variations quantitatives sont un peu plus importantes en Bs.

c) Acides fulviques et humiques liés : ils subissent des variations quantitatives plus importantes, plus encore en A 2 et B 1 h que dans les horizons de surface. Leur proportion passe de 13 à 33 % au cours d'une saison sèche : la dépolymérisation se poursuit par étape depuis la période humide jusqu'au début de la saison sèche ; on note donc par rapport aux horizons de surface un "décalage" dans les processus polymérisation-dépolymérisation, qui s'explique par le fait que la nappe est encore influente en profondeur, alors que l'horizon de surface est déjà asséché.

Cette augmentation des acides humiques en B 1 h en saison sèche semble se produire non seulement aux dépens des acides fulviques antérieurement formés sur place, mais surtout aux dépens de ceux qui ont continué à migrer pendant toute la période humide, la phase acides fulviques étant alors trop transitoire pour être observée dans les bilans.

d) Humine : les variations saisonnières des teneurs en humine des horizons profonds sont peu importantes sauf en Bs. Le fait remarquable, déjà signalé est la faible teneur en humine de l'Alios : elle ne varie que modérément de 5 à 12 %. Les variations sont comme amorties dans cet horizon durci et imperméable, moins "fonctionnel" que les horizons B 1 h ou Bs.

Dans les horizons les plus profonds les variations rappellent celles observées dans les sols ferrallitiques pour les horizons homologues.

3.1.3. EVOLUTION DES COMPOSES HUMIQUES DU SOL FERRALLITIQUE INTERGRADE PODZOLIQUE.

(fig. 37)

L'évolution saisonnière des composés humiques dans ce type de sol présente des caractères intermédiaires entre celles des deux autres types de sols.

La migration des acides fulviques et leur accumulation en B s'accentue par rapport aux sols ferrallitiques, mais reste moins importante que dans les podzols : comme dans ces derniers, leurs pourcentages saisonniers varient peu en B. Comme dans les podzols également, la proportion d'acides humiques dans cet horizon double et rediminue au cours de la saison sèche (15-32 %). L'humine varie assez peu, en profondeur, ce qui rapproche ses caractères de ceux de l'humine des sols podzoliques.

INTERPRETATION ET CONCLUSION.

Ces résultats confirment, en les complétant, ceux qui ont été observés par TOULAIN (1974) et GUILLET (1972) sur l'évolution des composés humiques, dans les sols bruns acides (sur milieu riche en fer libre "actif")

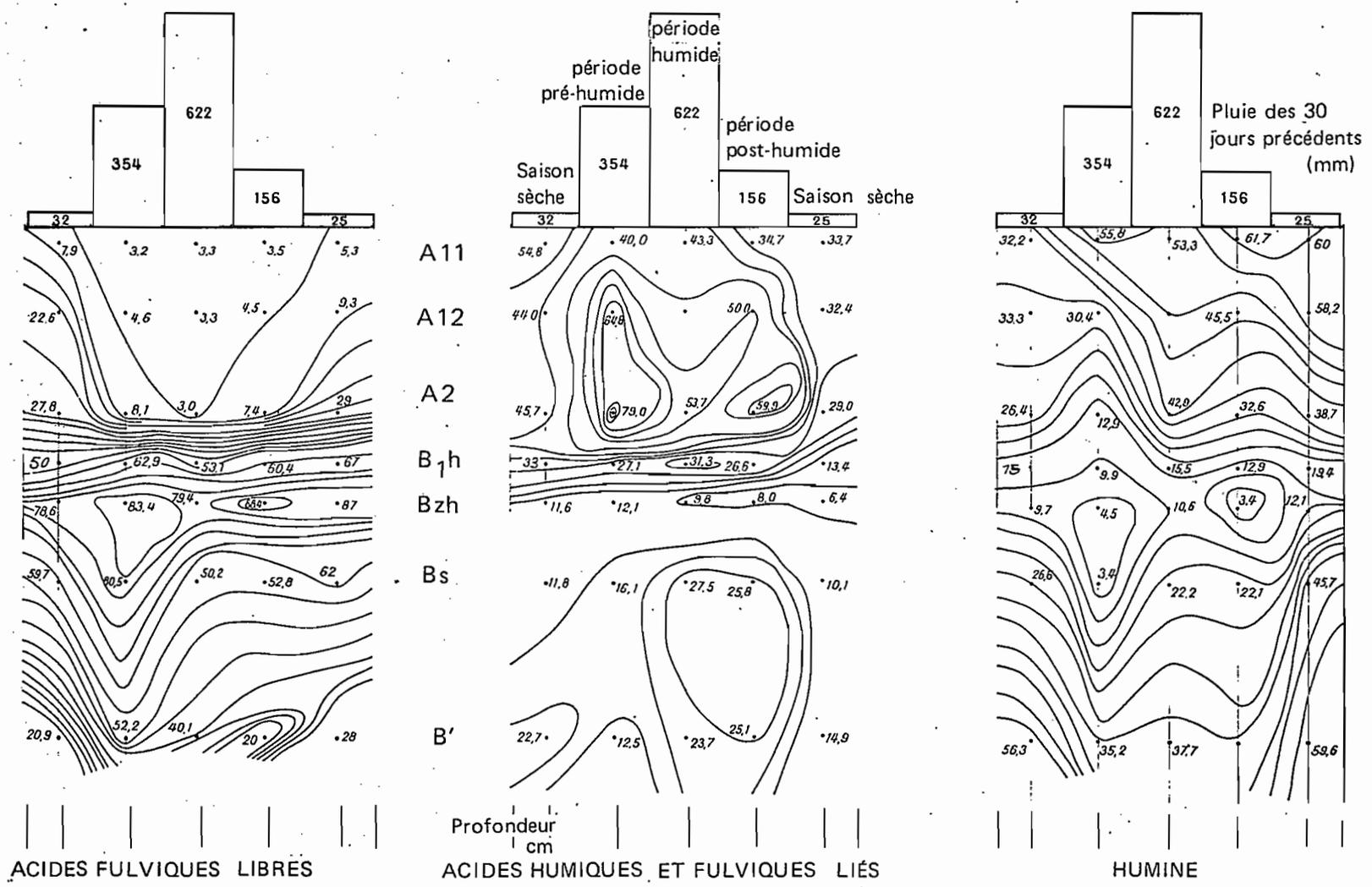


Fig. 36 — Podzols - variations saisonnières des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistance 5%).

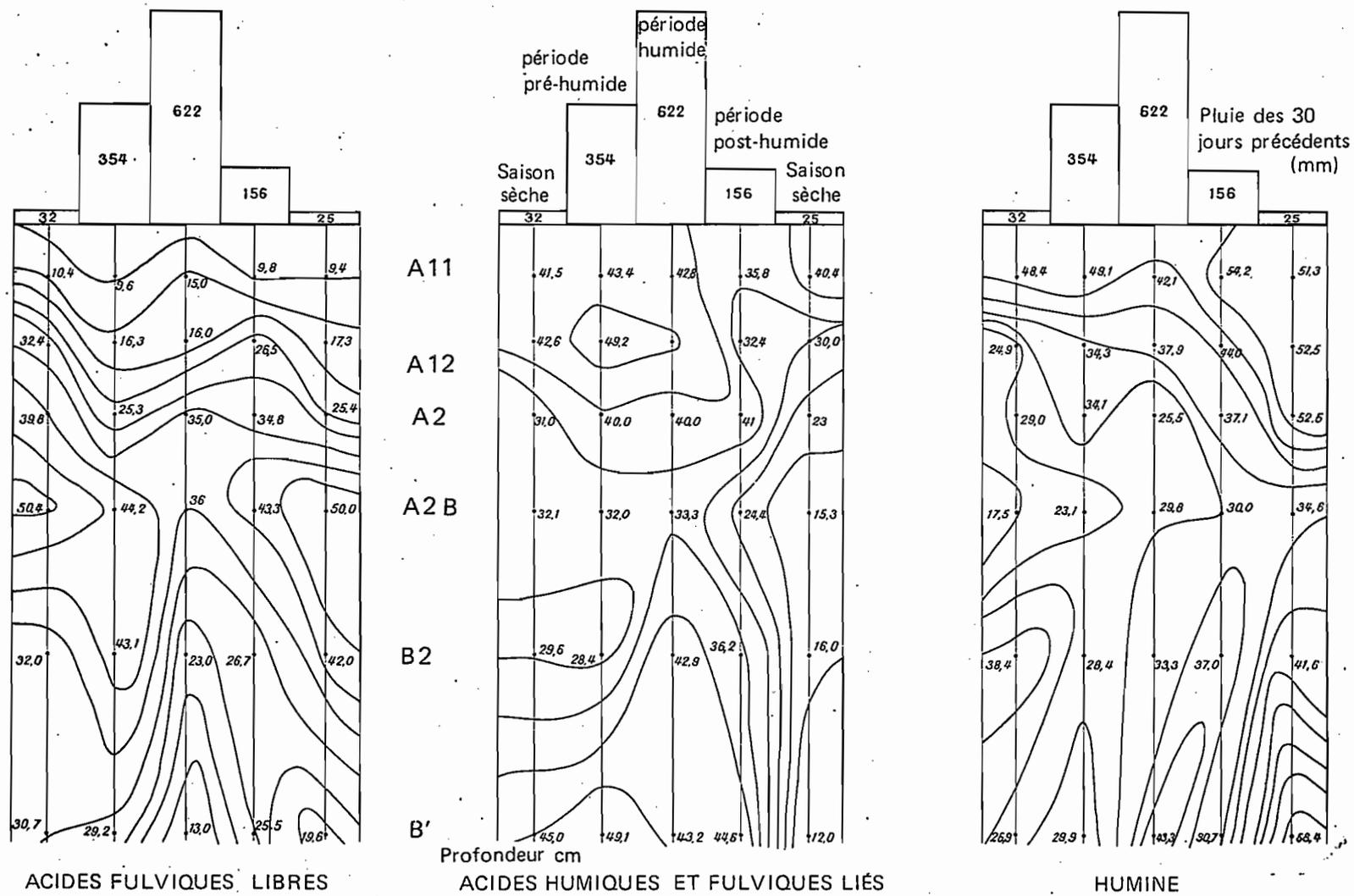


Fig. 37 — Sols ferrallitiques intergrades podzoliques - variation saisonnière des fractions: acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistance 5%).

et dans les sols podzoliques (sur milieu pauvre en fer libre "actif". Les processus d'insolubilisation des précurseurs humiques s'observent de façon tout à fait comparable, dans les sols ferrallitiques et dans les sols bruns acides ; or, dans ces derniers, le fer libre actif joue un rôle primordial : le chapitre suivant étudiera plus particulièrement la dynamique de cet élément.

Le mull acide du sol ferrallitique a en effet un comportement semblable à celui des sols bruns acides tempérés. La plupart des acides fulviques sont immobilisés sur place, seule une petite partie migre en profondeur. L'humine est abondante, elle est essentiellement constituée d'humine d'insolubilisation, étroitement liée au fer.

Dans les horizons profonds, l'insolubilisation des précurseurs fulviques et évolution sous forme d'humine liée au fer, non extractible, se poursuit : la baisse d'humidité des horizons profonds qui intervient en saison sèche provoque le passage direct des acides fulviques en humine ; ce fait doit être rapproché du résultat des expériences de TOUTAIN ; le fer actif immobilise les acides fulviques de façon quasi immédiate sous une forme non extractible ; nous montrons ici que cette action est favorisée par les phases de dessiccation du milieu. Dans les horizons profonds du sol ferrallitique, existe donc un "pool" acide fulvique-humine, avec transformation saisonnière possible de l'un dans l'autre.

A l'opposé, l'humus des sols podzoliques peut être comparé à un moder tempéré dont l'évolution est modifiée par l'importance des phases d'hydromorphie (l'abondance de l'humine héritée traduit une baisse de l'activité biologique). Les composés pseudosolubles sont fournis en abondance, une partie étant héritée des litières, une autre partie provenant des processus de dépolymérisation intervenant en saison préhumide étudiés antérieurement : nous avons signalé l'apparition, à cette période, de composés peu polymérisés (masse moléculaire 3.000), qui jouent incontestablement un rôle important dans ce processus. Tous ces polymères (englobés dans la fraction acides fulviques libres) ne pouvant être insolubilisés sur place en raison de l'insuffisance du fer, migrent massivement et sont stoppés à la barrière imperméable que constitue l'horizon argillique : ils s'accumulent en Bh où ils représentent 80 à 90 % de la matière humique totale.

A l'inverse des acides fulviques, dont la teneur est presque constante, les acides humiques varient considérablement au sein des horizons Bh : leur formation est manifestement favorisée par la dessiccation des horizons Bh au cours de la saison sèche : c'est là encore un phénomène de polymérisation ; elle semble intervenir rapidement, au fur et à mesure que les acides fulviques s'accrurent par migration, de sorte que l'analyse ne peut les déceler. La forte baisse de leur teneur en saison humide pourrait au contraire signifier une dépolymérisation, voire une remise en solution, accompagnée d'une migration plus profonde (au sein des horizons Bh et Bs).

On note que l'humine des horizons les plus profonds des podzols conserve les caractères de l'ancien sol ferrallitique ; le fait marquant est la faible teneur en humine de Bh, qui caractérise d'ailleurs, rappelons-le, tous les podzols ; le fer libre amorphe, en quantité suffisante pour provoquer l'insolubilisation des complexes organo-minéraux pseudosolubles, n'est pas assez abondant pour provoquer la formation irréversible d'humine non extractible.

Dans ces conditions, s'il se constitue effectivement dans les horizons Bh un "pool" matière humique peu polymérisée-matière humique polymérisée, mais cette seconde forme est représentée par les acides humiques, non par l'humine, les acides fulviques et humiques peuvent se transformer l'un dans l'autre au gré des saisons, ces transformations réciproques n'aboutissant pas à une néoformation d'humine. Ceci est lié à la proportion relative composés organique-fer actif, beaucoup plus élevée dans les podzols que dans les sols ferrallitiques.

Il devient alors possible d'opposer le pool "Acides fulviques & humine" qui caractérise les horizons B du profil ferrallitique, au pool "AF & AH" qui est le propre des horizons Bh des podzols. L'un et l'autre traduisent les phases alternantes de polymérisation, qui intervient en période d'assèchement, ou de dépolymérisation qui intervient en période d'humectation. Ainsi, l'évolution des horizons profonds rappelle celle des horizons de surface, avec cependant un décalage dans le temps, qui traduit une certaine "inertie" des variations d'humidité des horizons de profondeur.

TROISIEME PARTIE

EVOLUTION DU COMPLEXE D'ALTERATION

- 136 -

...

CHAPITRE VI

DYNAMIQUE DU FER ET DE L'ALUMINIUM AU COURS

DES PHASES DE LA PODZOLISATION .

L'étude de l'humification nous a montré l'influence des conditions pédoclimatiques et physico-chimiques sur les transformations de la matière organique. L'interaction entre matière organique et matière minérale doit être aussi envisagée comme le mécanisme fondamental de différenciation podzologique

La podzolisation est définie essentiellement comme un processus biochimique, au cours duquel une matière organique soluble, acide et agressive, provoque une forte altération des composés minéraux et une migration intensive du fer et de l'aluminium sous forme de complexes organo-métalliques ainsi formés (DUCHAUFOR, 1968).

Parmi les critères biochimiques simples qui servent à mettre en évidence le rôle fondamental de la matière organique dans la pédogénèse acide, le taux d'acides fulviques de l'horizon B est souvent retenu : sa comparaison avec la redistribution de l'alumine libre, permet de définir le degré de podzolisation en zone tempérée.

Or, au cours de l'étude de la dynamique saisonnière de la matière organique dans les sols ferrallitiques ou dans les podzols, une nette différence dans le comportement des acides fulviques est apparue entre les deux pédogénèses : en particulier, le passage des sols ferrallitiques aux podzols est caractérisé par l'arrêt des acides fulviques au sommet de l'horizon B. Ces acides fulviques tendent à s'accumuler dans l'horizon de transition A 2/ Bg des sols intergrades, puis beaucoup plus nettement encore dans les horizons Bh-Bs des podzols. Pour préciser la dynamique du fer et de l'aluminium (fig.38) qui sont les traceurs de la podzolisation, nous allons étudier la formation et l'évolution des complexes organo-métalliques responsables de la migration et de la redistribution. Nous distinguerons deux phases ou deux processus successifs, la migration proprement dite des éléments complexés, puis l'évolution des formes de précipitation dans les horizons d'accumulation.

I. MIGRATION ET PRECIPITATION DES COMPLEXES FER ET ALUMINIUM (DUCHAUFOR, 1972 ; BRUCKERT, 1970-1972).

1. GENERALITES.

De nombreux auteurs ont étudié les mécanismes de complexation à l'état soluble ou pseudo-soluble, puis de précipitation du fer et de l'aluminium (MUIR, 1964 ; BLOOMFIELD, 1965 ; SCHNITZER, 1969 ; DUCHAUFOR, 1972 ; BRUCKERT, 1970.).

Les fractions hydrosolubles, comme les acides aliphatiques (acide citrique par exemple) jouent un rôle majeur. La migration des complexes est aisée et rapide lorsque le milieu est très filtrant et lorsque aucun obstacle chimique (bases, oxydes de fer ou Al abondants) ne vient insolubiliser les complexes.

Plusieurs mécanismes peuvent intervenir dans la formation de l' horizon Bh, mécanismes complémentaires et influant les uns sur les autres :

- les complexes organo-minéraux (DUCHAUFOR, 1972) parvenant en Bh sont biodégradés à ce niveau : ceci libère fer et aluminium à l'état amorphe ;

- les complexes organo-minéraux ont leur charge cationique qui augmente au fur et à mesure de leur migration ; ils rencontrent les produits Fe et Al amorphes libérés précédemment, et précipitent : il y a polymérisation et formation de produits stables ;

- une biodégradation lente peut également intervenir à nouveau sur ces derniers composés formés, et libérer progressivement des hydrates de fer et d'aluminium insolubles.

Dans des conditions de pédoclimat favorables, la cristallisation peut intervenir, rendant la réaction irréversible.

2. DYNAMIQUE DES COMPLEXES MATIERE ORGANIQUE-~~FER~~-ALUMINIUM DANS LES PROFILS TYPES DE LA SAVANE DE PARIACABO.

2.1. Méthodes.

L'utilisation de réactifs à pouvoir d'extraction plus ou moins sélectif, permet l'extraction des formes amorphes et des complexes organo-métalliques mobiles.

a) Extraction par le réactif de TAMM.

Elle consiste en une double agitation au contact d'un mélange acide oxalique-oxalate d'ammonium à pH 4, à température ordinaire, de l'échantillon préalablement débarrassé des fractions organiques et échangeables (DAUTRIA, 1971), sous l'effet d'un prétraitement à l'eau, au chlorure de potassium et à l'eau oxygénée.

Cette méthode dissout relativement peu de fer, essentiellement les hydrates ferriques et l'aluminium libéré par ce type d'attaque est constitué des formes hydroxyaluminiques plus ou moins polymérisées. Nous obtenons ainsi des formes minérales amorphes sensu stricto, et la plus grande partie des

complexes organo-minéraux les plus labiles. Les résultats de cette extraction seront par la suite noté : Fe Tamm et Al Tamm.

b) Extraction par la soude tamponnée au tétraborate de Na, pH 9,8
(IGUYEN KHA et BRUCKERT, 1970 ; BRUCKERT et al., 1974)

Ce réactif extrait les complexes organo-métalliques les plus mobiles, et notamment, dans le cas du fer, les complexes dits d'adsorption, caractéristiques des sols en voie de podzolisation. Les résultats de cette extraction seront par la suite notés Fe_{Na} , Al_{Na} et C_{Na} .

2.2. Les formes du fer.

Les graphiques ci-dessous montrent la répartition du fer complexé mobile (Fe_{Na}), du fer amorphe (Fe_{Tamm}), les variations des teneurs en acides fulviques dans les profils types.

L'application du rapport Fe_{Na}/Fe_{Tamm} à l'étude de la différenciation podzols-sols ferrallitiques, est inspirée d'un test de comparaison entre horizons spodiques et cambiques développés par BRUCKERT et SOUCHIER (1975). Ces auteurs montrent en effet que le rapport entre le fer extrait par la soude tamponnée au tétraborate de K à pH 9,8 (fer complexé) et le fer extrait par un réactif oxalate-dithionite de Na, est faible dans les sols brunifiés, et s'élève rapidement dès les premiers stades de la podzolisation. Il constitue donc un test de différenciation podzolique.

Nous utiliserons ici les valeurs du fer extrait Tamm, au lieu du fer extrait oxalate dithionite, valeurs qui représentent une bonne estimation de la fraction fer amorphe susceptible d'intervenir dans les réactions biochimiques, par opposition au fer cristallisé (goethite) hérité.

2.3. Résultats (fig. 38)

a) Sol ferrallitique.

Dans les horizons supérieurs A 11, A 12, la proportion de fer complexé par rapport au fer amorphe atteint 60 %. Dans ces horizons, on note à la fois le maximum de fer amorphe et le maximum de fer complexé.

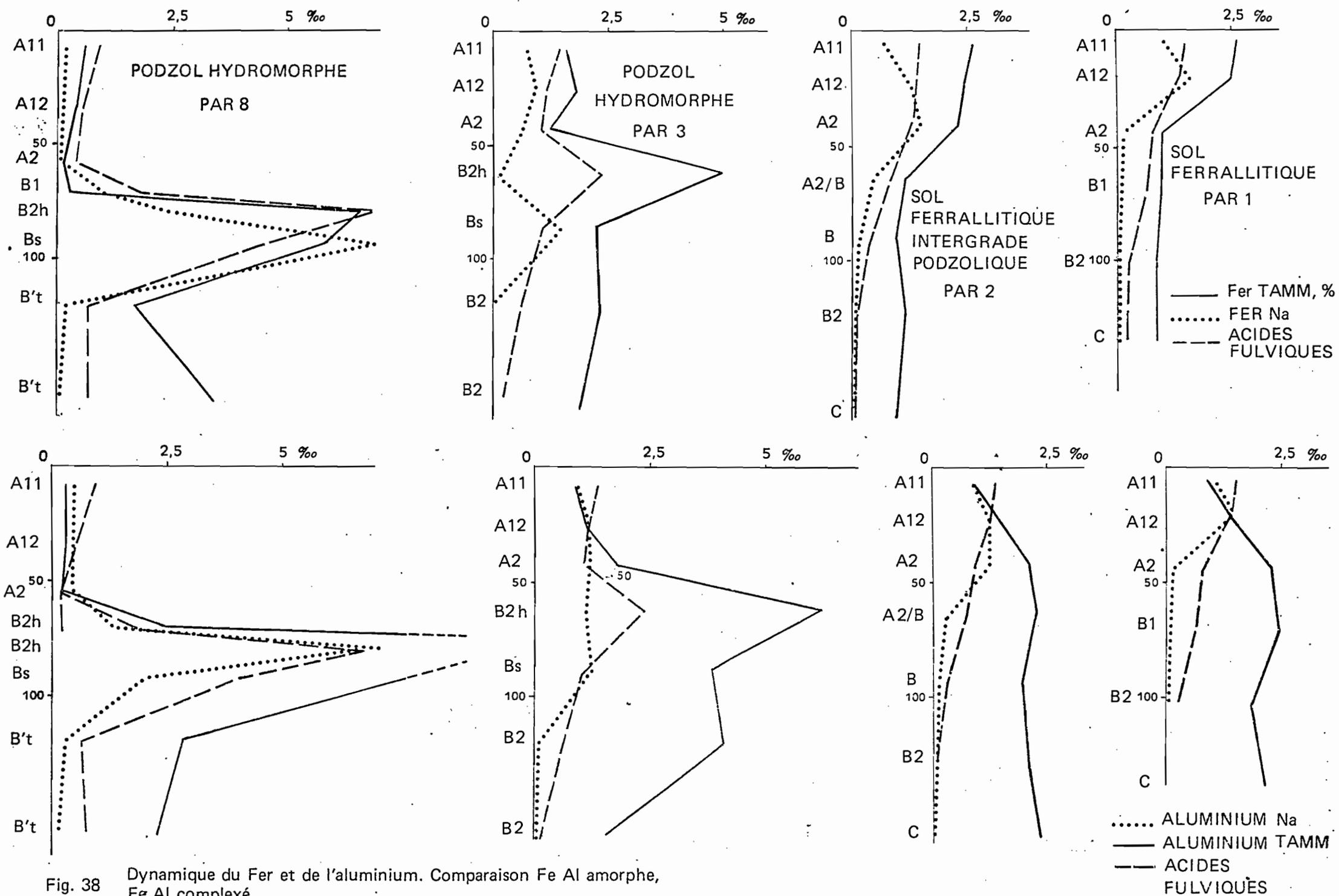


Fig. 38 Dynamique du Fer et de l'aluminium. Comparaison Fe Al amorphe, Fe Al complexé.

La plus grande partie du fer amorphe est donc engagée dans des complexes organiques.

En profondeur, on ne dose plus de fer dans l'extrait soude et le fer amorphe décroît.

b) Sol ferrallitique intergrade vers les sols podzoliques.

La même évolution que celle mise en évidence ci-dessus apparaît dans les horizons A 11 et A 12 où la proportion de fer complexé atteint 60 % du fer amorphe, mais le maximum de fer amorphe s'individualise cette fois en Ae/B(s), horizon de transition, et ce maximum est supérieur à celui observé dans les sols ferrallitiques. Dans cet horizon, le rapport entre fer complexé et fer amorphe diminue rapidement, de 60 à 15.

Nous nous trouvons alors au sommet de la zone de battement de la nappe qui contribue par ailleurs à l'enrichissement en fer et à l'imperméabilisation de l'horizon B.

c) Podzols.

Les "profils" de répartition du fer amorphe, de la variation du rapport fer complexé/fer amorphe restent identiques à ceux du sol intergrade : on note toutefois les très faibles teneurs en fer amorphe des horizons supérieurs, et surtout une mobilisation du fer à l'état complexé sous l'horizon B h d'accumulation de matière organique ; ce fait surprenant, peut être attribué à l'effet du mouvement de la nappe : le fer mobilisé par la nappe serait maintenu à l'état complexé et circulerait ainsi verticalement et latéralement dans la zone de battement de la nappe.

En conclusion à cette étude des formes complexées du fer, la répartition verticale du fer lié à la matière organique comparée à la distribution du fer amorphe indique nettement une tendance à la mobilisation du fer en surface dans les sols ferrallitiques et dans les sols intergrades vers les sols podzoliques.

Dans les sols ferrallitiques, le fer complexé mobile a une "durée de vie" très courte. Il est soumis à biodégradation rapide dès la surface, et le fer se retrouve à l'état amorphe évoluant ensuite vers les formes libres cryptocristallines insolubles et vers la goethite.

Dans le sol intergrade, un début de migration apparaît, lié à un retard à la précipitation des complexes.

Dans les podzols, on peut observer les différents stades qui conduisent à l'élimination totale ou presque du fer des horizons A 1 et A 2. Le fer complexé apparaît en quantité importante dès le sommet des horizons spodiques Bh où les deux phénomènes de polymérisation d'une part, de précipitation à l'état amorphe d'autre part, expliquent sa relative insolubilisation dès l'horizon B 2 h. Les conditions d'hydromorphie de l'horizon inférieur Bg expliquent le maintien du fer mobilisé par la nappe à l'état complexé, voire simplement ferreux. On note enfin l'existence dans l'horizon spodique d'une fraction goethite très finement cristallisée (NALOVIC, com. pers.).

L'extraction par réactif sélectif permet donc de mettre en évidence deux phases :

- 1 - migration des complexes organo-métalliques
- 2 - individualisation du fer hydroxyde par les processus de biodégradation de l'anion complexant et insolubilisation d'une partie des complexes organo-métalliques au sommet de l'horizon argillique. Les taux de polymérisation (cf. Chapitre précédent) y sont en effet élevés, dénotant la formation de produits stables. Il faut enfin noter qu'un élément supplémentaire vient favoriser encore cette insolubilisation, lorsque l'on dépasse le stade intergrade : la nappe crée, par son battement, des conditions d'hydropériodisme qui mènent à la formation d'un alios induré.

2.4. Les formes de l'aluminium.

Les diagrammes montrent que la répartition des formes mobiles de l'aluminium, bien qu'assez comparable à celle du fer, présente néanmoins des caractéristiques qu'il convient de souligner :

- l'aluminium complexé mobile présente un faible maximum dans les horizons A 1 des sols ferrallitiques et intergrades. Totalement éliminé en surface dans les podzols, cette forme, comme pour le fer, s'accumule dans les horizons spodiques Bh. Par contre, l'effet de la nappe au niveau Bs est beaucoup moins marqué que pour le fer.

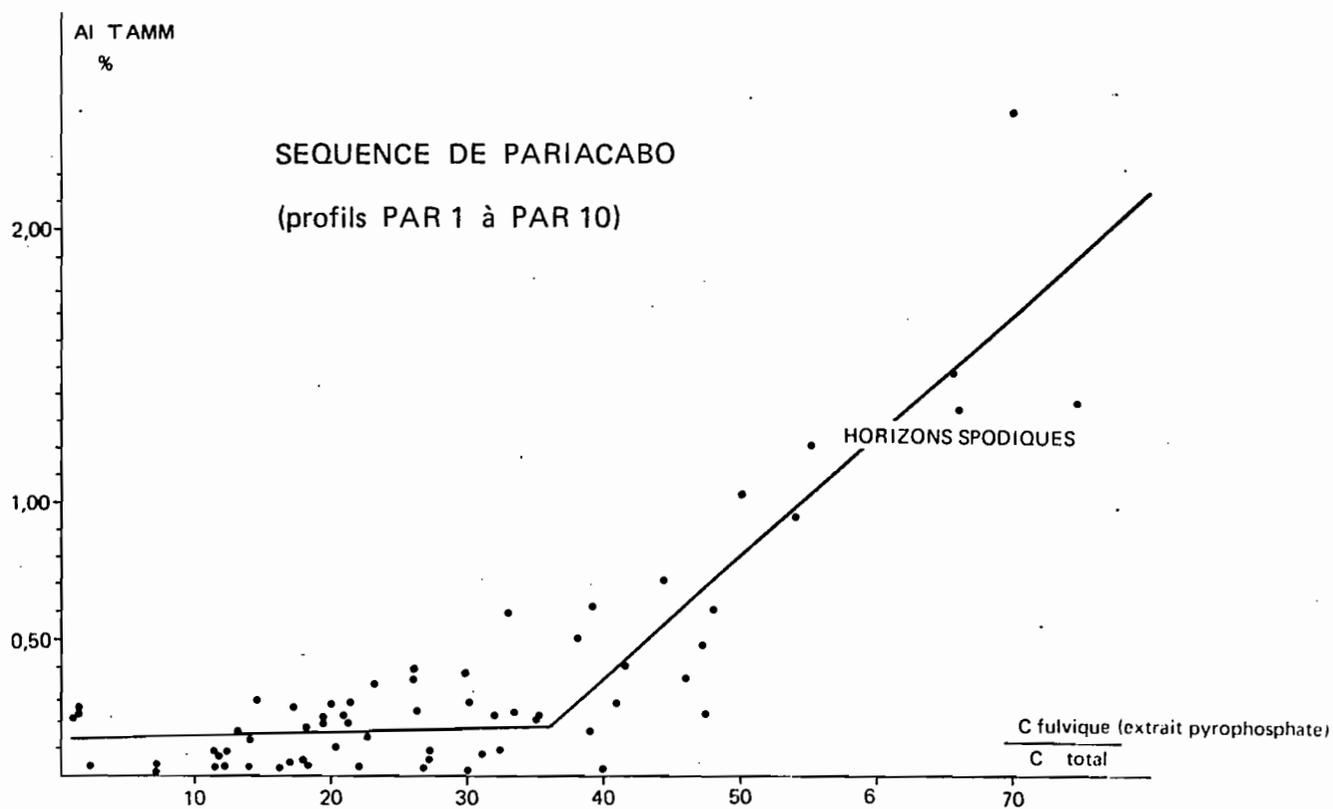


Fig. 39 – Relations acides fulviques/C total et Al amorphe.

- la différence essentielle avec le fer porte sur le décalage observé entre les maxima aluminium complexé et aluminium amorphe. L'accumulation sous forme amorphe se fait toujours au-dessous des teneurs les plus fortes en fer complexé, tout particulièrement dans les profils intermédiaires. On peut également dire que l'accumulation de l'aluminium amorphe semble diffuse plus profondément que celle du fer.

- Interprétation et conclusion : les complexes organo-alumineux extraits par la soude tamponnée sont les formes transitoires de transport de l'aluminium dont l'évolution rappelle celle du fer, bien qu'il semble apparaître que leur mobilité soit plus grande. Leur évolution par biodégradation et passage à l'état amorphe, ou bien encore polymérisation, paraît moins rapide que celle du fer dans les profils ferrallitiques et intergrades.

C'est pourquoi, la répartition de l'aluminium est un indice plus précoce de la tendance podzolisante qui se manifeste dès les premiers stades ferrallitiques et intergrades de la toposéquence. On retrouve ainsi les constatations faites à propos des stades initiaux de la podzolisation tempérée.

Il est enfin possible de montrer une corrélation entre la distribution de l'aluminium amorphe et l'agent vecteur que représentent les acides fulviques (fig. 39). Il apparaît clairement un seuil dans le rapport Acides fulviques/ Carbone total, (AF/C # 35) à partir duquel et pour des valeurs supérieures, l'individualisation d'Aluminium amorphe est en corrélation hautement significative avec ce rapport. Le seuil AF/C = 35 correspond au début de formation de l'horizon spodique.

Nous allons voir dans le chapitre suivant l'importance que l'on doit attribuer à la redistribution de l'aluminium, qui contrairement au milieu tempéré, évoluera rapidement vers des formes beaucoup plus stables et cristallisées.

II. DIFFERENCIATION PODZOLIQUE : DEGRADATION DES MINERAUX ARGILEUX ET INDIVIDUALISATION DES HYDROXYDES.

Nous venons de montrer qu'une certaine mobilisation du fer pouvait être mise en évidence dans les horizons superficiels. Le phénomène s'intensifie des sols ferrallitiques aux podzols, et aboutit à une redistribution du fer sous forme amorphe, évoluant ensuite vers l'état cristallisé (goethite essentiellement). Nous avons donné dans la première partie, une interprétation d'ensemble du comportement du fer sous l'effet conjugué de la podzolisation et de l'hydromorphie.

Dans le matériau sédimentaire étudié, l'aluminium a une signification pédogénétique plus grande encore que le fer. L'aluminium libre ne peut en effet provenir, dans les horizons de surface, que de l'altération des minéraux argileux du complexe d'altération, kaolinite et fraction micacée. L'aluminium est donc l'élément traceur de la podzolisation : l'individualisation, dans les profils podzolisés, d'une phase alumineuse d'abord amorphe, puis en grande partie cristallisée sous forme de gibbsite secondaire va nous permettre de faire un bilan, au moins partiel, de la destruction, par podzolisation, des minéraux argileux. Nous avons choisi pour cette étude, trois profils types de la Savane bordelaise développés sur un matériau initial aussi homogène que possible.

Evolution verticale comparée des minéraux argileux et de l'alumine libre.

Ces deux fractions constituent le complexe d'altération dont on peut, dans chaque profil et chaque horizon, dresser l'inventaire, qualitatif et quantitatif, par une méthode de reconstitution minéralogique précise (LELONG, 1967 ; SOUCHIER, 1971 ; BRETHES, 1972). L'évolution podzolique se développe à partir de l'horizon B ferrallitique relique (voir Première partie) que l'on doit considérer comme matériau initial.

1 - Le matériau initial a une composition minéralogique très comparable d'un profil à l'autre :

- quartz : 70 %
- complexe d'altération 30 % dont :

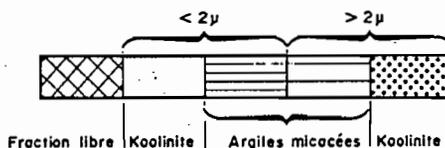
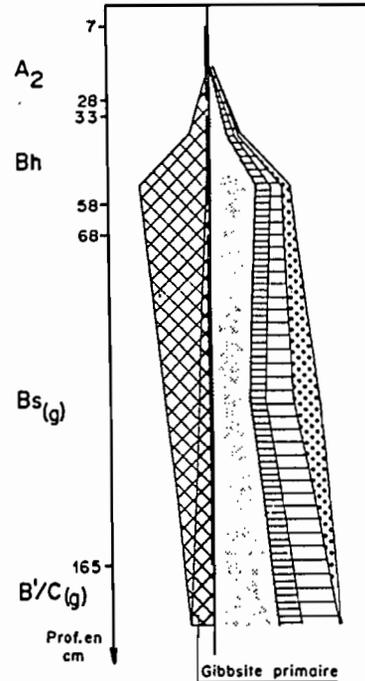
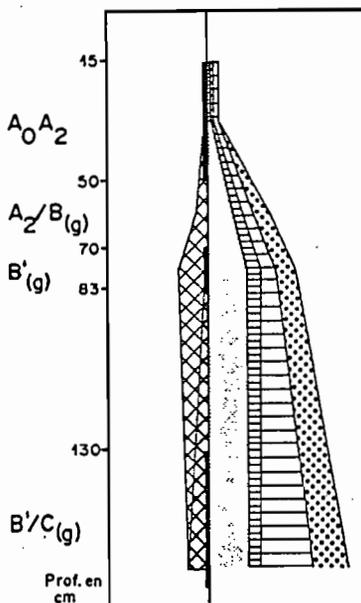
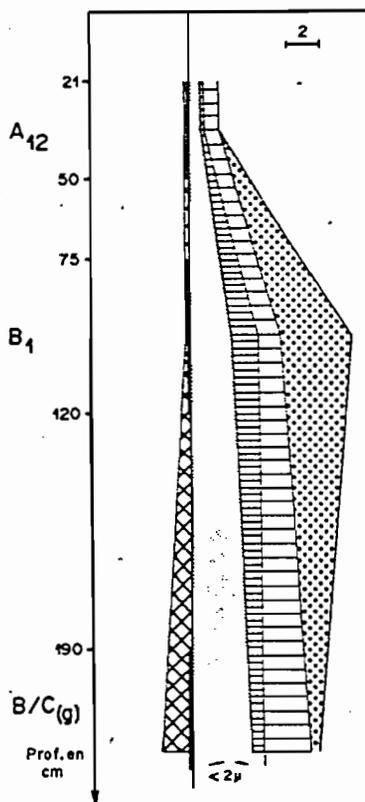
A

BILAN DE L'ALUMINIUM
 Al_2O_3 (Poids isoquartz)

SOL FERRALLITIQUE

SOL INTERGRADE

PODZOL



B EVOLUTION DE LA FRACTION INFERIEURE A 2μ
(en % du sol)

SOL FERRALLITIQUE

SOL INTERGRADE

PODZOL

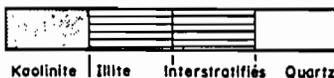
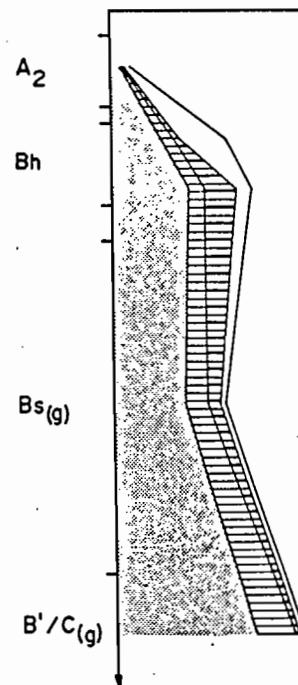
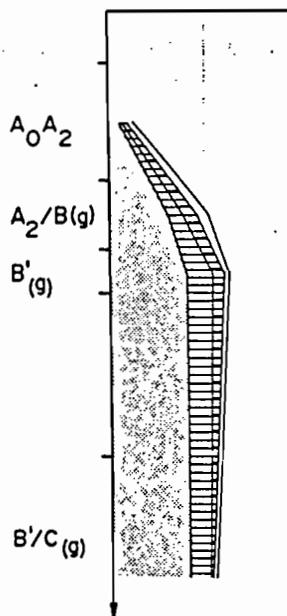
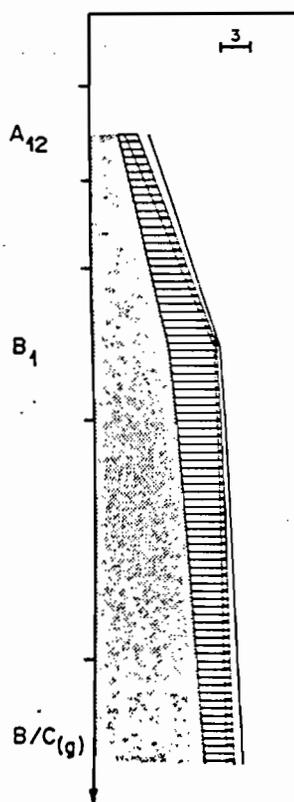


Fig. 40 — Évolution verticale du complexe d'altération.

• Les éléments libres (Fe_2O_3 , Al_2O_3 préférentiellement dissous dans le réactif oxalate-dithionite de ClONa). Le matériau initial contient 1,5 % d' Al_2O_3 libre, dont les 3/4 sont de la gibbsite dite primaire, le reste étant amorphe ou cryptocristallin.

• Les minéraux phylliteux sont inventoriés dans la fraction supérieure à 2 μ (kaolinite + muscovite dominante) et dans la fraction inférieure à 2 μ , qui contient initialement 75 % de kaolinite, halloysite, 25 % d'argiles micacées et des traces de quartz.

2 - Evolution verticale du complexe d'altération exprimée par les teneurs en Al_2O_3 .

a) Le schéma global montre essentiellement la disparition progressive des fractions phylliteuses dans les horizons de surface du sol ferrallitique au podzol, et le développement dès le sol intergrade, de la fraction Al_2O_3 libre dans les horizons spodiques. Dans le podzol, cette accumulation est très importante, soit 4 % d'alumine en Bh et Bs, dont les 2/3 au moins ont cristallisé sous forme de gibbsite secondaire : on observe en effet une fraction gibbsite très finement cristallisée, ou mal organisée ; cette fraction disparaît par examen à l'analyse RX, si l'on traite au préalable l'échantillon par le réactif de Tamu dithionite de Na.

b) Evolution respective de la kaolinite et des argiles micacées
(fig. 40).

La fraction inférieure à 2 μ : elle diminue sensiblement vers la surface dans le sol ferrallitique. Elle est pratiquement détruite dans le podzol où l'accumulation relative en quartz fin souligne encore la disparition sélective des argiles micacées, mais aussi de la kaolinite dans cette fraction.

La fraction des phyllites supérieure à 2 μ qui, comme nous venons de le voir, contient une proportion élevée de muscovite, régresse très nettement en surface dans le sol ferrallitique, et disparaît presque complètement dans l'horizon A 2 du podzol. La kaolinite et la muscovite diminuent simultanément, et on peut penser qu'il s'agit à la fois d'une microdivision (passage dans la fraction inférieure à 2 μ) et d'une destruction éventuelle.

c) Interprétation et essai de bilan de l'aluminium.

Sous l'effet combiné de l'altération biochimique et de l'hydromorphie, on constate donc une évolution très fortement régressive du complexe d'altération essentiellement phylliteux dans les horizons de surface.

Plusieurs phases ou processus peuvent être reconstitués :

1 - Microdivision des fractions phylliteuses héritées, muscovite et kaolinite des fractions limons et sables fins.

L'élimination progressive de cette fraction, plus intense dans le podzol; doit être attribuée principalement à la microdivision, au passage dans la fraction inférieure à 2 μ et secondairement, à l'élimination directe.

2 - Phénomène d'appauvrissement et lessivage : la diminution en surface de la fraction inférieure à 2 μ déjà sensible dans le sol ferrallitique, n'est pas compensée par une accumulation suffisante d'argile en B, et à ce stade, il n'y a pas d'indice net d'amorphisation. On doit donc admettre un certain appauvrissement de surface, d'ailleurs très généralement reconnu dans ce type de sol. En plus, un lessivage discret peut porter préférentiellement sur les argiles micacées fines comme semble l'indiquer l'augmentation du rapport (Illite + interstratifiés) / kaolinite, au sommet de l'horizon B 1 ferrallitique et B spodique. Ce processus d'appauvrissement et le faible lessivage précédent et préparent en quelque sorte la podzolisation.

3 - Podzolisation proprement dite : altération préférentielle et destruction de la fraction fine.

Dans les horizons supérieurs du podzol, le déficit global en éléments fins devient beaucoup plus important que dans le sol ferrallitique appauvri. En même temps, on constate une accumulation relative du quartz fin par rapport à la kaolinite, et plus encore, par rapport aux argiles micacées qui tendent à disparaître. Cet ensemble de faits convergents montrent donc que les horizons supérieurs du sol ferrallitique jusque et y compris l'horizon B, sont "rongés" par l'action podzolisante des composés organiques qui, à la fois percolent dans les horizons tout à fait superficiels, et se concentrent dans la zone influencée par l'hydromorphie (battements de la nappe).

Si la destruction porte préférentiellement sur les argiles mica-
cées, la kaolinite n'est pas épargnée par cette podzolisation hydromorphe. //
Les composés organiques agressifs complexent l'aluminium qui évolue ensuite
sous forme amorphe, comme nous l'avons montré dans l'étude des formes mobiles
et amorphes. L'évolution ultérieure de l'aluminium, par cristallisation, au
moins partielle, sous forme de gibbsite secondaire, est favorisée par les
conditions d'alternance pédoclimatiques dessiccation-humectation.

Cette individualisation d'alumine libre et de gibbsite secondaire
notamment, est donc la preuve du phénomène de destruction des minéraux ar-
gileux par la podzolisation. Dans le podzol, profil amont de la toposéquence,
on peut, sans méconnaître les pertes latérales probables de matière, dresser
un bilan de podzolisation en prenant comme base du raisonnement, l'aluminium. 7

Comparaison Podzol-Sol ferrallitique (bilan sur 1,50 m d'épaisseur)

		<u>Evaluation en Kg d'Al₂O₃ par m²</u>
<u>Perte d'argile :</u>	Stock initial <u>120 Kg</u> contenant	{ 24 Kg argiles micaocées 96 Kg kaolinite
	Perte : <u>40 Kg</u> dont environ	{ 14 Kg argiles micaocées (60 %) 26 Kg kaolinite (30 %)

Accumulation d'Al₂O₃ libre : 27 Kg, soit environ 60 % de la perte d'argile.

Conclusion : Ces quelques chiffres illustrent l'évolution extrême observée
dans le podzol, qui aboutit donc à la dégradation et à l'amorphisation, non
seulement des minéraux micaocés, mais encore de la kaolinite, minéral essen-
tiel du complexe d'altération ferrallitique. Comme l'ont montré de nombreux
auteurs (LELONG et DUCHAUFOR, 1970 ; BERTRAND et al., 1972 ; VEEN, 1971),
il s'agit d'un mode d'altération secondaire des matériaux ferrallitiques qui,
à bien des égards, rappelle la podzolisation (tempérée.) //

non 17 20

9
//

Dans les étapes intermédiaires, sols intergrades, l'altération de la kaolinite est plus difficile à mettre quantitativement en évidence. La destruction des argiles micacées est également moins nette, et il est possible que le phénomène d'appauvrissement intervienne plus que la dégradation podzolique. Ainsi, ce serait la remontée de l'hydromorphie qui serait le facteur principal d'accentuation du phénomène de podzolisation.

RESUME - CONCLUSIONS GENERALES

150

RESUME ET CONCLUSIONS GENERALES

L'existence dans la Plaine Côtière de Guyane, de stades intergrades entre sols ferrallitiques et podzols, et le développement continu de séquences comportant ces trois types de sols, tendent à prouver que la podzolisation en milieu équatorial relève d'une dynamique actuelle. *C'est cette dynamique actuelle de transformation des profils ferrallitiques en podzols, qui fait l'objet de notre étude, à travers l'analyse des processus biochimiques de l'humification en zone tropicale humide.*

Ces processus sont déterminés essentiellement par les conditions pédo-climatiques et par les caractères physico-chimiques des horizons du profil pédologique. La formation et le battement d'une nappe superficielle régulent les processus d'humification et orientent l'évolution pédologique vers la podzolisation.

I.- LES CONDITIONS DU MILIEU

- Climat : Le climat de la Plaine Côtière guyanaise est caractérisé par l'existence d'une à deux saisons sèches accentuées, qui induisent un déficit dans le bilan hydrique, et soumettent le sol à des alternances d'assèchement (période post-humide) ou de réhumectation (période préhumide).

- Matériau et végétation : Deux toposéquences de sols sont décrites, sur deux matériaux différents : sur manteau d'altération du socle couvert de forêt dense persistante, et sur matériau sédimentaire sablo-argileux, à végétation de savane. Les toposéquences comportent chaque fois podzols et sols podzoliques à l'amont, en sommet de relief, sols ferrallitiques à la rupture de pente, et à l'aval, sols hydromorphes lessivés à morphologie podzolique. Dans les deux cas, le stade d'évolution podzolique est nettement défini, et la succession des groupements végétaux (savane) ou la morphogénèse (forêt) traduisent l'évolution des profils ferrallitiques vers la podzolisation.

- Hydromorphie et variations paléoclimatiques des nappes de versant : L'hydromorphie paraît être le facteur principal de la dégradation des paysages ferrallitiques. Le profil de la nappe observé dans les savanes ou sur le socle granitique (HEYLIGERS, 1963), dépend directement de la distance à l'axe de drainage. Cette dépendance règle le front d'oxydation/réduction suivant la saison climatique. Les modifications du fonctionnement de l'axe de drainage entraînées par son colmatage progressif, et par le relèvement du niveau de la mer dans les périodes subactuelles, provoquent la surélévation de la nappe.

Enfin, l'augmentation progressive de la pluviométrie au cours de la période holocène accentue cette surélévation. (Figure 4I).

II.- ETUDE MORPHOLOGIQUE ET GEOCHIMIQUE DES SEQUENCES TOPOGRAPHIQUES

La distribution latérale de l'argile, du fer total et de la matière organique, démontre le caractère continu de l'évolution.

La distribution de l'argile du matériau ferrallitique traduit l'effet d'un double mouvement : (1) lessivage vertical compliqué d'un "appauvrissement" latéral partant de la surface ; un horizon B_t d'accumulation d'argile (et de fer) se forme par cette voie ; (2) "soutirage", sous-jacent à l'horizon B_t , conduisant à l'amincissement progressif de cet horizon B à sa base.

L'horizon B_t présente tous les caractères d'un horizon relique plus soumis à une pédogénèse hydromorphe (entraînement et redistribution) qu'à une illuviation actuelle. La morphologie planosolique précède la formation du stade podzolique et correspond à un épaississement de l'horizon B relique dans sa partie supérieure, et à un appauvrissement des horizons A_2 .

La distribution latérale du fer est d'abord sous la dépendance de la nappe : à l'aval des séquences, entraînement et évacuation dominant. A l'amont, la redistribution par remontée capillaire à l'état réduit enrichit la partie supérieure de l'horizon B.

Pour toutes les séquences, la répartition du fer traduit sa mobilisation superficielle (appauvrissement).

La distribution latérale de la matière organique montre également une grande dépendance des conditions du milieu. La matière organique s'accumule dans les sols hydromorphes de l'aval et vers l'amont, dans les sols où la nappe se rapproche près de la surface.

Lorsque la nappe affleure et sature les horizons A_1 , elle disperse les produits organiques qui sont, à l'aval, entraînés latéralement et évacués hors du profil, à l'amont, accumulés au sommet de l'horizon B. Dans les deux cas, il y a blanchiment de l'horizon A_2 et l'horizon B_h s'individualise à partir d'une pénétration de plus en plus profonde de la matière organique, au sommet de l'horizon B imperméable.

III.- RECONSTITUTION DES PHASES DE L'EVOLUTION DES SEQUENCES

L'interprétation de la différenciation podzolique le long de la toposéquence peut être transposée dans le temps pour tenter de reconstituer, en quelque sorte, les phases successives de l'évolution. Le schéma évolutif doit être cohérent avec la détermination des âges moyens des horizons B_h qui constitue un argument important de cette reconstitution de l'histoire de la podzolisation.

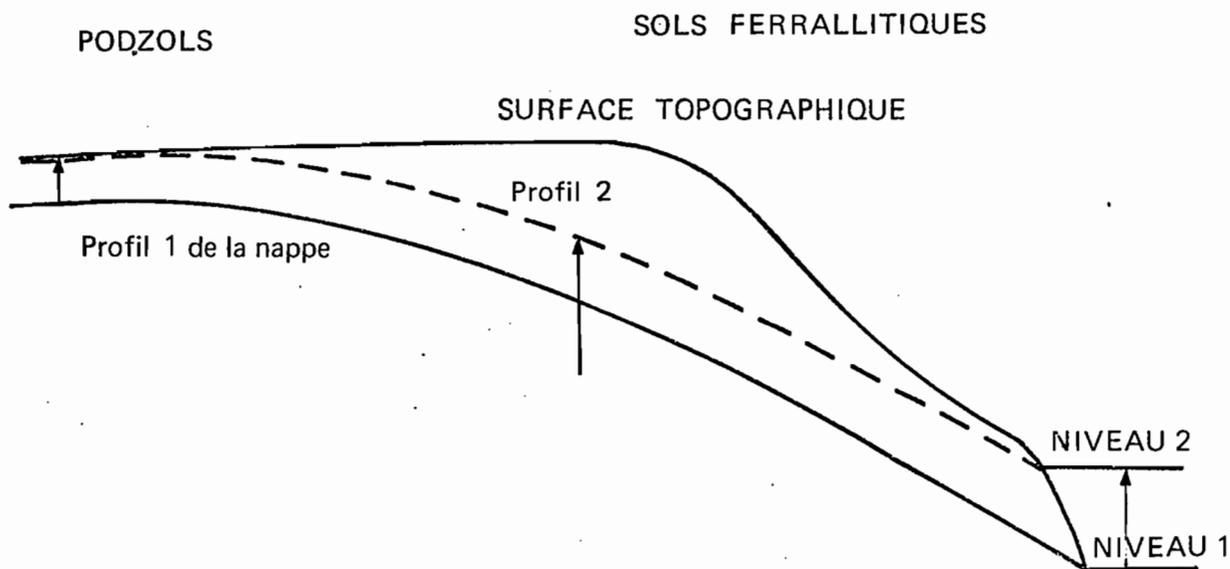


Fig. 41 – Effet du relèvement du niveau du drain sur la forme de la nappe.

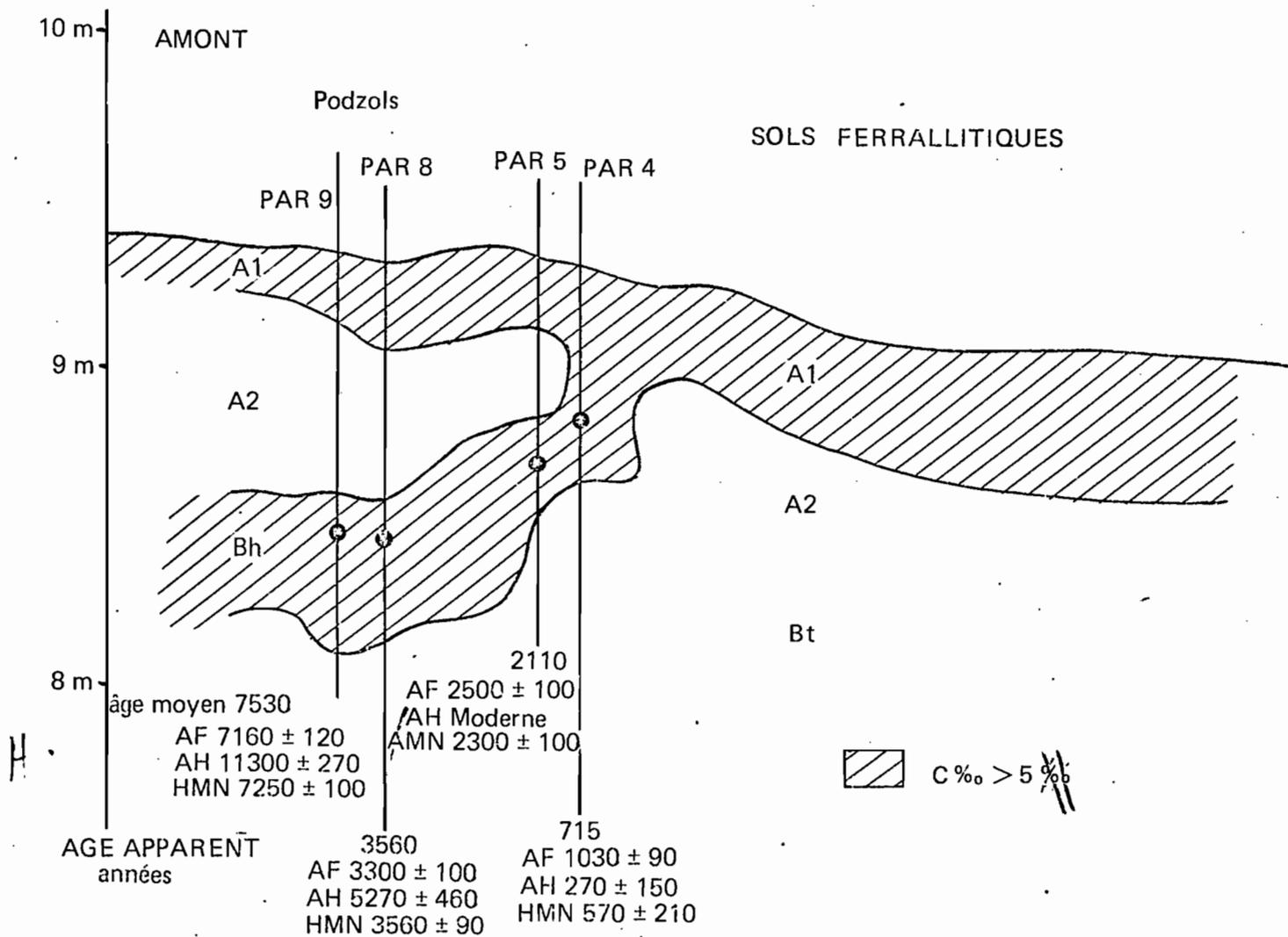


Fig. 42 – Prélèvements et analyses ^{14}C . Ages apparents

1.- Rappel des grandes lignes de cette évolution

Comme l'ont montré les courbes isographes, le lessivage vertical et oblique des argiles et du fer a formé un horizon B_t : l'appauvrissement superficiel du sommet des profils en argile et en fer a donc préparé la podzolisation. En même temps, le relèvement de la nappe favorise la formation et la dispersion des complexes pseudosolubles qui s'accumulent aux niveaux imperméables, amorçant ainsi la podzolisation à partir de l'amont de la toposéquence.

2.- La progression de la podzolisation d'après l'âge moyen des B_h

La détermination des âges apparents des horizons B_h et de ceux des différentes fractions organiques qui la composent renseigne, au moins relativement, sur les étapes de la podzolisation. On sait en effet que le temps de résidence moyen, ou âge apparent obtenu, intègre les activités spécifiques résiduelles ^{14}C des composés organiques accumulés en B_h . L'analyse, le long de la toposéquence des 4 échantillons d'aliots (figure 43), par J.L. RAPAIRE de l'Institut Scientifique de Monaco, a permis de mettre en évidence deux faits remarquables :

- un gradient d'âge moyen croissant vers l'amont : la podzolisation a commencé par les points hauts de la chaîne de sols, et progresse vers l'aval.

- un gradient d'âge différent selon les fractions humiques, qui peut traduire deux processus :

+ L'insolubilisation de précurseurs jeunes, sous forme d'acides humiques, dans les premières phases de formation du B_h (âge moderne de ces composés) ;

+ Une maturation et une biodégradation lente, qui affectent inégalement toutes les fractions. Les acides humiques paraissent, à partir de leur insolubilisation, subir le renouvellement le plus faible. Leur âge représente à l'amont, le début de l'insolubilisation et fournit la limite inférieure du début de la podzolisation (11 000 ans BP). Deux périodes dans le développement latéral peuvent même être distinguées : déplacement vers l'aval lent (11 300 BP à 5 270 BP sur une distance de 3 m), déplacement plus rapide (5 270 à actuel sur une distance de 9 m). La première phase correspondrait aux modifications du niveau de base induites par la montée de la mer qui atteint lentement son niveau actuel vers 6 000 BP, et pour la deuxième, au colmatage rapide et à la cessation de fonctionnement des axes de drainage.

9 / On peut donc proposer le schéma suivant : la podzolisation a commencé très tôt, par les points hauts des chaînes ; les alternances d'humectation et de dessiccation des horizons B, encore marquées à l'époque (la nappe étant moins élevée qu'aujourd'hui) ont permis une certaine maturation, et même "fossilisation" de l'humus de B_h (âge élevé) ; la podzolisation a ensuite progressé vers le bas de la chaîne : elle est plus active aujourd'hui sur les flancs des cordons ferrallitiques, là où la frange capillaire modifie l'évolution des composés humiques et où l'appauvrissement en fer prépare et facilite la migration des acides fulviques : c'est la zone de rupture de pente, qui correspond aux profils intergrades à B_h d'âge moyen relativement bas.

3.- Reconstitution générale des phases d'évolution

La ferrallitisation est vraisemblablement très ancienne : elle a pu subir des périodes d'intensités variables liées aux variations climatiques du quaternaire, avec une reprise récente (VEEN, 1971). Elle est un caractère constant du matériau, sur lequel va s'effectuer la différenciation verticale dans les profils, et latérale le long de la toposéquence.

La succession des phases peut être schématisée ainsi, en accord avec les résultats de datations ^{14}C (figures 43-44).

Phase I : lessivage initial de l'argile et du fer aboutissant à la différenciation des horizons A_2 et B_t textural.

Phase II : Début du phénomène de remontée de la nappe (phase climatique). L'horizon B_t subit une réorganisation : dans sa partie supérieure, l'appauvrissement et la redistribution du fer expliquent la dégradation structurale et le colmatage. Dans sa partie inférieure, un horizon A'_2 se constitue par soutirage (drainage latéral profond).

Phase III : Accentuation de l'hydromorphie vers la surface : podzolisation amont aux dépens de l'horizon A_2 et partie supérieure du B_t . Il y a différenciation des horizons spodiques $B_h B_s$.

Phase IV : Progression de la podzolisation de l'amont vers l'aval.

Dans cette évolution, la redistribution du fer (nappe et appauvrissement superficiel) participe avec celle de l'argile, au colmatage du sommet de l'horizon B_t qui favorise la podzolisation hydromorphe ultérieure.

IV.- ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE. EVOLUTION SAISONNIERE DES HORIZONS DE SURFACE

Lorsque l'on considère les sols ferrallitiques ou les podzols, sous savane ou sous forêt, les divergences dans l'évolution saisonnière existent dans l'intensité des processus, mais non dans leur principe. Deux processus fondamentaux sont observés : polymérisation et dépolymérisation, suivant les saisons.

1.- Rôle du pédoclimat

La nature et la succession des périodes climatiques règlent la composition et le devenir de la matière organique. Deux périodes climatiques sont décisives dans l'évolution des composés humiques en surface :

- la période post-humide (assèchement), s'accompagne d'une polymérisation des substances humiques. Il y a transformation et synthèse de produits organiques.

- la période pré-humide (réhumectation), s'accompagne d'une dépolymérisation. Il y a transformation et minéralisation de la matière organique. On observe toutefois une inertie aux variations : la dépolymérisation apparaît alors que la réhumectation est déjà bien avancée.

Le maximum de polymérisation est atteint dans le cas de l'assèchement, avant le maximum de dessiccation, pour un pF 2,8 correspondant à la capacité au champ pour tous les types de sols.

2.- Changement des structures des molécules organiques au cours des cycles saisonniers

En période de dépolymérisation, les grosses molécules d'un poids moléculaire de 30 000 et plus, caractérisent les acides humiques immobiles à l'électrophorèse ; elles se résolvent rapidement en plusieurs composés de faible poids moléculaire.

Ceci est plus particulièrement évident pour les podzols qui montrent en période de dépolymérisation ; l'apparition d'éléments de poids moléculaire 3 000, n'existant pas dans les sols ferrallitiques ; déjà mises en évidence dans la pédogénèse podzolique tempérée, ces petites molécules participent vraisemblablement à la formation de complexes et leur accumulation en B_h . La fragmentation des composés humiques est moindre dans les sols ferrallitiques.

V.- EVOLUTION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS L'ENSEMBLE DES PROFILS

1.- Etude statique

La comparaison de la distribution des composés humifiés dans les trois types de profils, ferrallitique, intergrade podzolique, podzols, confirme certains points importants.

La migration des acides fulviques libres (agents de la podzolisation) dans les profils ferrallitiques est limitée ; ils contribuent à la dégradation et à l'imperméabilisation de l'horizon B_t . Cette migration, par contre, intervient massivement dans les sols podzoliques : ils s'accumulent au-dessus de la barrière constituée par l'ancien B textural.

L'humine des horizons AII est différente dans les podzols (humine héritée dominante) et dans les sols ferrallitiques (humine d'insolubilisation par le fer).

L'étude de l'humine des horizons profonds est significative : elle est très importante dans tous les horizons riches en fer actif (tous les horizons du sol ferrallitique et les horizons profonds encore peu modifiés des sols podzoliques), ce qui résulte d'un processus d'insolubilisation irréversible par le fer. Elle est très minoritaire dans l'horizon B_h .

2.- Etude dynamique : variations saisonnières

Cette étude met en évidence l'évolution divergente entre les deux types d'humus et constitue une confirmation très intéressante du rôle capital du fer dans les processus d'insolubilisation des précurseurs pseudo-solubles. Le fer agit dès la surface dans les sols ferrallitiques, où seule une faible partie des acides fulviques peut migrer ; dans tous les horizons des sols ferrallitiques, la plus grande partie des acides fulviques insolubilisés se retrouve sous la forme d'humine non extractible.

Dans les podzols au contraire, dont les horizons supérieurs ont été appauvris en fer par les processus hydromorphes, les précurseurs et les acides fulviques migrent massivement et s'accumulent en B_h : si la formation d'humine d'insolubilisation est encore possible dans les horizons profonds à caractère ferrallitique, elle n'est plus possible dans l'horizon B_h qui se forme au-dessus de B_t : la teneur en fer, suffisante pour insolubiliser les complexes, est insuffisante dans cet horizon, pour les transformer en humine non extractible ; la phase acides humiques n'est pas dépassée.

On retrouve dans les horizons profonds, les phases saisonnières de polymérisation et de dépolymérisation, qui ont été constatées en surface, mais elles sont souvent décalées dans le temps, en raison de l'inertie des horizons profonds quant à leur variation d'humidité. En B_h, le maximum de polymérisation intervient en fin de saison sèche : il n'aboutit pas à la formation d'humine mais d'acides humiques, qui semblent se former très rapidement aux dépens des précurseurs, immobilisés sous cette forme à mesure qu'ils migrent. Ainsi, les horizons B des sols ferrallitiques et les B_h de podzols, montrent, comme les horizons de surface, des phases alternantes de polymérisation (assèchement) ou dépolymérisation (humectation), mais les phases de polymérisation sont caractérisées par la formation d'humine dans le B ferrallitique, et d'acides humiques dans les B_h podzoliques.

VI.- DYNAMIQUE DU FER ET DE L'ALUMINIUM AU COURS DES PHASES DE LA PODZOLISATION

L'étude de la matière organique a démontré que les phénomènes de l'humification étaient déterminés par les conditions pédoclimatiques et physico-chimiques des horizons, mettant ainsi en évidence l'influence des variations de texture et porosité, et le rôle du fer. Inversement, les formes mobiles du carbone jouent un rôle important dans la redistribution du fer et de l'aluminium. On peut distinguer deux phases ou processus :

1) L'évolution des formes complexées mobiles vers les formes amorphes

Dans le sol ferrallitique, les formes complexées mobiles du fer et de l'aluminium sont insolubilisées dans l'horizon de surface (A₁₂) puis biodégradées, et cette évolution n'aboutit qu'au maintien en surface d'un équilibre fer complexé \rightleftharpoons fer amorphe \rightleftharpoons fer libre cristallisé, où les deux premières formes restent très minoritaires.

Dans les sols intergrades, le fer et l'aluminium ont tendance à diffuser à l'état complexé jusqu'à la base de l'horizon A₂ où on observe ensuite le passage sous forme amorphe.

Dans les podzols hydromorphes, le phénomène s'amplifie ; le fer est pratiquement éliminé de l'horizon A de surface. Les formes complexées Fer-Al ne se retrouvent en quantité importante que dans les horizons B_h, où s'accumulent le fer mobile en totalité, et plus partiellement, l'aluminium, sous formes précipitées organiques et amorphes.

2) Différenciation podzolique et évolution des formes amorphes

Les hydroxydes amorphes de fer ne représentent que des formes transitoires d'accumulation qui, sous l'effet des fluctuations pédoclimatiques dessiccation-humectation, évoluent vers des formes cristallisées (goéthite).

L'aluminium subit une évolution comparable, mais son individualisation sous forme cryptocristalline, puis de gibbsite secondaire, revêt une signification pédogénétique fondamentale. Elle est la preuve indéniable de l'altération biochimique et de la destruction des minéraux argileux, kaolinite et illite résiduelles, des horizons supérieurs du profil ferrallitique initial. Le bilan de l'aluminium prouve que la kaolinite, minéral essentiel, hérité de la ferrallitisation, n'est pas épargnée par la podzolisation hydromorphe, puisqu'on peut établir que 30 % du minéral est amorphisé au cours de cette podzolisation secondaire.

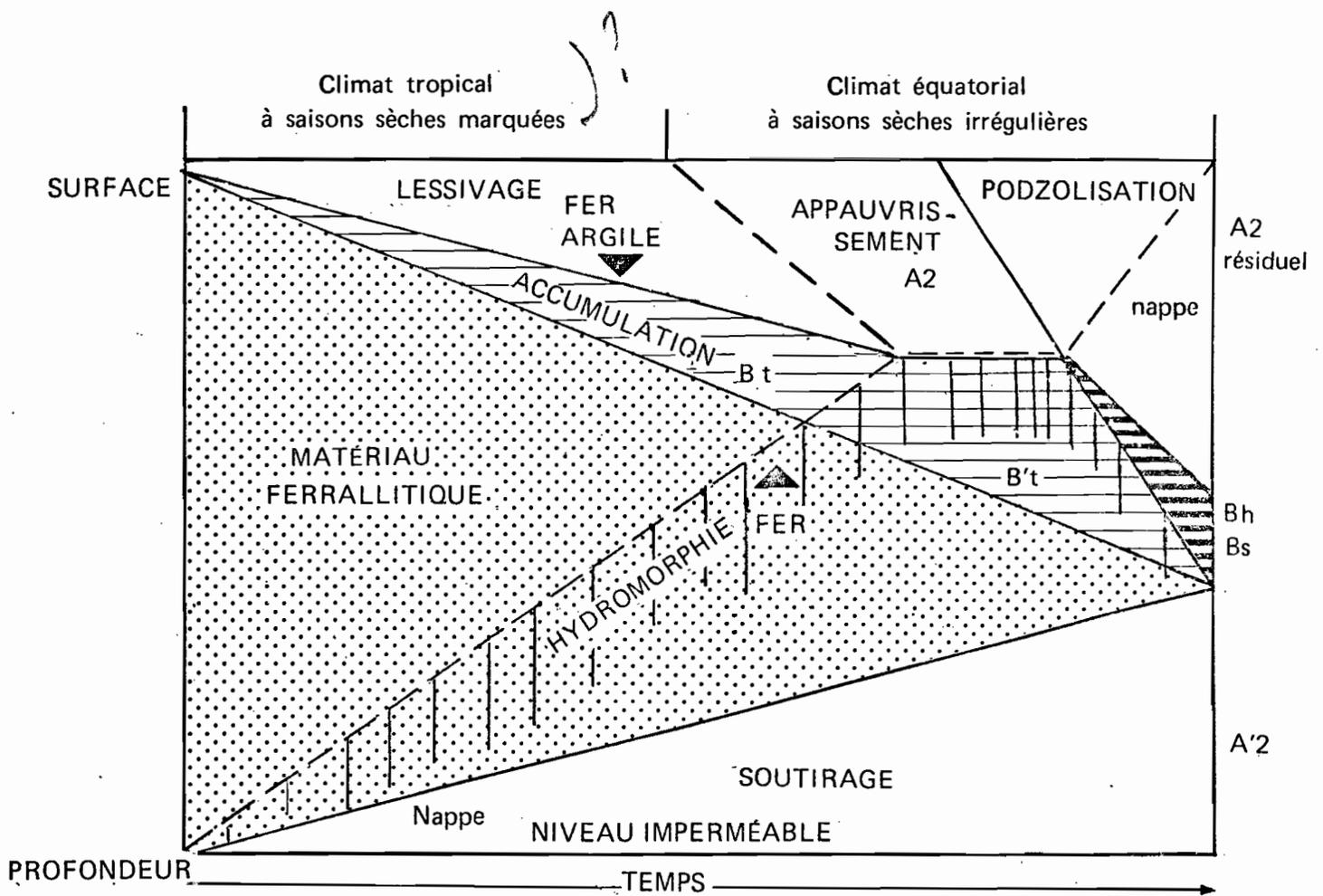
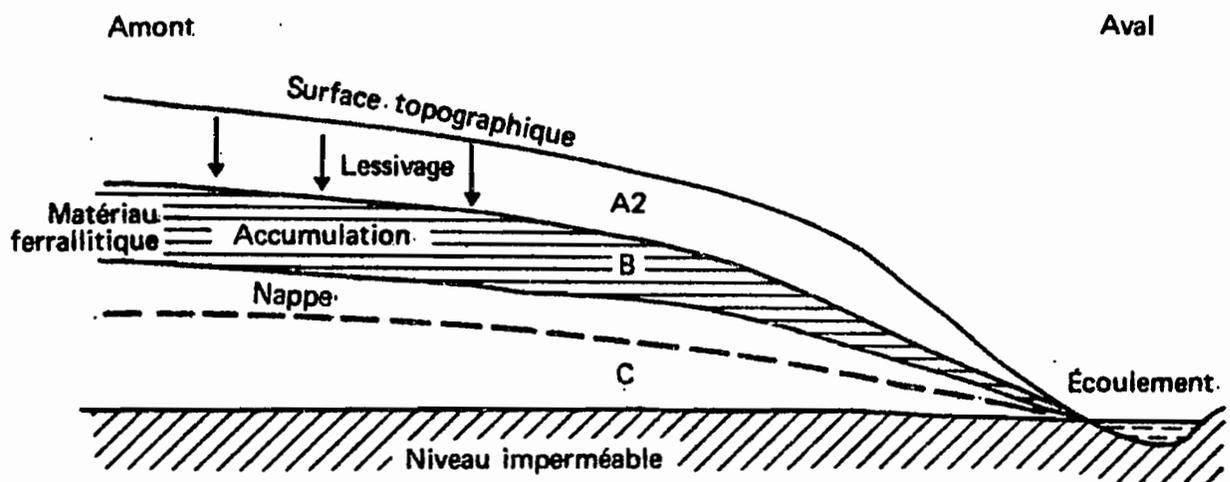
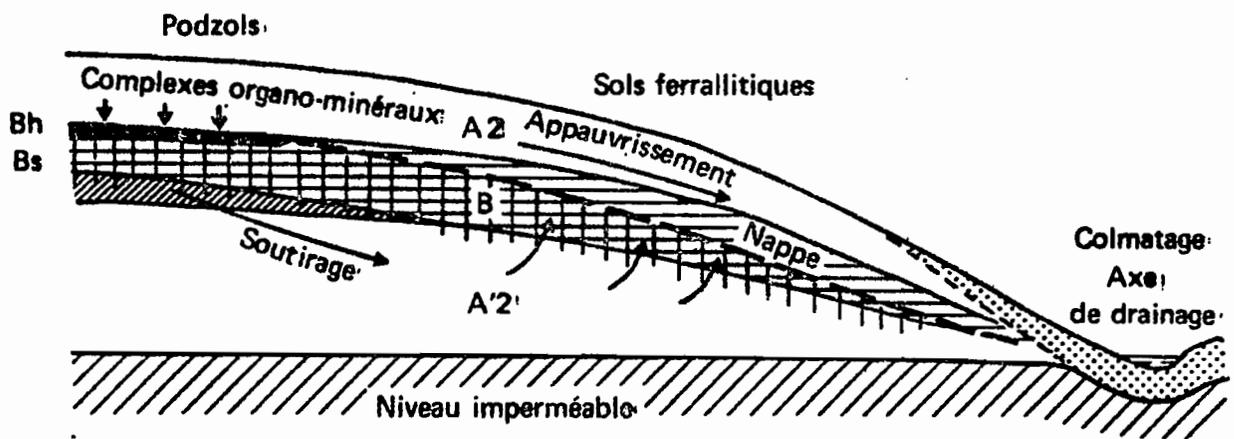


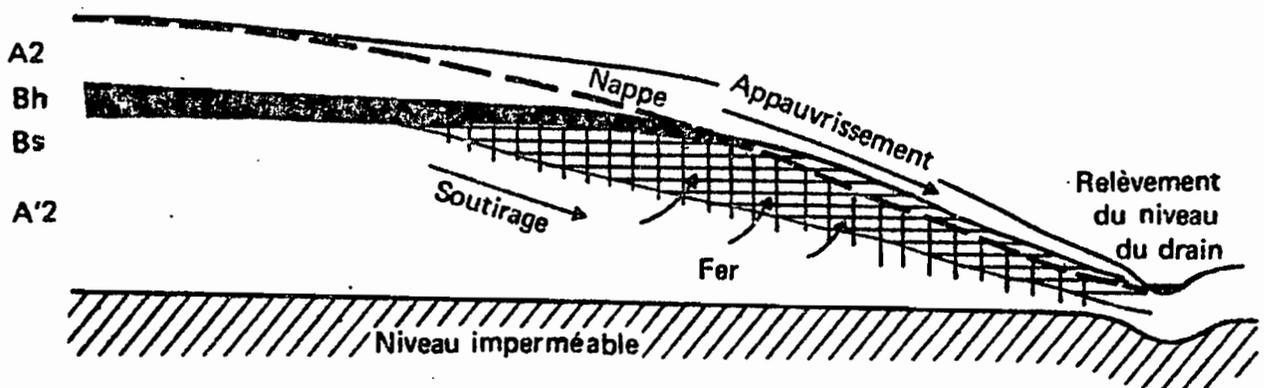
Fig. 43 - Phases successives de l'évolution du matériau ferrallitique



PHASE I - LESSIVAGE - ACCUMULATION



PHASE II - APPAUVRISSEMENT - SOUTIRAGE PROFOND
REDISTRIBUTION ASCENDANTE ET LATÉRALE DU FER
RÉORGANISATION DE L'HORIZON B



PHASE IV - PROGRESSION DE LA PODZOLISATION DE L'AMONT VERS L'AVAL,
LIÉE AU RELÈVEMENT DE LA NAPPE

Fig. 44 - ÉVOLUTION DE LA SÉQUENCE PÉDOLOGIQUE

CONCLUSION

Cette étude a permis de vérifier et confirmer le rôle capital du fer libre actif (fraction amorphe) du matériau, dans l'orientation de la pédogénèse, qui avait été signalé pour l'évolution des sols tempérés (TOUTAIN) : podzolisation par migration des acides fulviques en milieu pauvre en fer, formation d'humus de type mull (sol ferrallitique) par immobilisation en surface des complexes mobiles, en milieu plus riche en fer : seul un lessivage limité des argiles étant possible dans ces derniers milieux.

En outre, nos recherches ont permis de mettre en évidence deux faits importants qui nous paraissent nouveaux :

1) l'importance des contrastes du pédoclimat, et en particulier des phases d'hydromorphie, dans les processus de dépolymérisation des composés organiques, aboutissant à une accélération considérable des processus de podzolisation et ceci de façon indépendante du climat général.

2) L'hydrolyse intense des minéraux, non seulement primaires (muscovite résiduelle), mais encore secondaires (même ceux réputés les plus stables : kaolinite) qui intervient au cours de cette podzolisation ; le rôle de la matière organique solubilisée en milieu hydromorphe (notamment anions organiques simples, précurseurs phénoliques, donnant les acides fulviques libres) apparaît fondamental dans ces phénomènes d'hydrolyse des argiles : l'alumine libérée au cours de cette hydrolyse évolue, dans les conditions guyanaises, jusqu'à la forme gibbsite.

En résumé, ces résultats montrent que dans ses grandes lignes, le processus d'ensemble de podzolisation est identique en climat tropical et en climat tempéré : les composés organiques pseudosolubles complexants jouent un rôle essentiel dans ce processus, qui est freiné par une quantité trop élevée de fer libre présent dans le milieu.

Mais en climat tropical, la podzolisation présente certains caractères spécifiques : elle est relativement indépendante du type d'humus et étroitement conditionnée par l'hydromorphie (nappe) ; en outre, elle aboutit à une dégradation plus poussée des argiles et à une cristallisation accentuée de l'alumine libérée.

157 bis

B I B L I O G R A P H I E

- AHMAD (N.), JONES (R.L.) - 1969 - A plinthaquilt of the Aripo Savannas, North Trinidad. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., vol. 33, pp. 762-767.
- ALEXANDROVA (L.N.) - 1966 - Possible ways of fulvic Acid Formation in soil. Soil chemistry and fertility, Meeting of Commission II et IV of the IntSoc. Soil Sci. 1956, Aberdeen, pp. 73-77.
- ALTEMULLER (H.J.), KLINGE (H.) - 1964 - Micromorphologische untersuchungen über die entwicklung von podsolen in Amazon asbecken in, Soil Micromorphology Int. working meeting on soil micromorphology. 2. 1964. Arnhem. Elsevier, Amsterdam, pp. 295-305.
- ANDRIESSE (J.P.) - 1969 - The development of the podzol morphology in the tropical lowlands of Sarawak (Malaysia). Geoderma, vol. 3, pp. 261-279.
- AUBERT (G.) - 1965 - Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la section de Pédologie de l'ORSTOM (1965). Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. III, fasc. 3, pp. 269-288.
- AUBREVILLE (A.) - 1961 - Etude écologique des principales formations végétales du Brésil. C.T.F.T. Nogent.
- AUBREVILLE (A.) - 1962 - Savanisation tropicale et glaciations quaternaires. Adansonia, t. II, fasc. 1, pp. 16-84.
- AUGUSTINUS (P.G.E.F.), SLAGER (S.) - 1971 - Soil formation in swamp soils of the coastal fringe of Surinam. Geoderma, vol. 6, pp. 203-211.
- BAILLY (J.R.), TITTONEL (E.) - 1972 - Etude de quelques acides humiques sur gel de dextrane. Plant and soil, vol. 37, pp. 57-80.
- BARSHAD (I.), ROJAS-CRUZ (A.) - 1950 - A pedologic study of podzol soils profile from the Equatorial Region of Columbia south America. Soil Sci., vol. 70, 3, pp. 229-235.
- BASCOMB (C.L.) - 1968 - Distribution of pyrophosphate extractable iron and organic carbon in soils in various groups. J. Soil Sci., vol. 19, 2, pp. 251-268.

- BIGARELLA (J.J.), ANDRADE (G.O. de) - 1965 - Contribution to the study of the Brazilian quaternary. Int. studies on quaternary INQUA. 7. 1965. Boulder Colorado. Geol. Soc. Amer. Spec. Papers nr 84, pp. 433-451.
- BLANCANEAU (P.), THIAIS (J.L.), LAPLAICHE (G.), ROSTAN (J.), BERGRAVE (J.) - 1973 - Podzols et sols ferrallitiques dans le Nord-Ouest de la Guyane française. Cah. ORSTOM, sér. Pedol., vol. XI, n° 2, pp. 121-153.
- BLOOMFIELD (C.) - 1953 - 1955 - A study of podzolisation. J. Soil Sci., vol. 4, 1953, n° 1, pp. 4-23, vol. 5, 1954, n° 1, pp. 39-56, vol. 6, 1955, n° 2, pp. 285-291.
- BOCQUIER (G.) - 1971 - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse Sci. Nat. Strasbourg. Mém. ORSTOM n° 62. Paris, XX - 351 p.
- DE BOER (M.W.H.) - 1972 - Landforms and soils in Eastern Surinam. Agric. Res. Rep. n° 771. Centre for agricultural Publishing and Documentation Wageningen, 169 p.
- BOISSEZON (P. de), MOUREAUX (C.), BOQUEL (G.), BACHELIER (G.) - 1973 - Les sols ferrallitiques IV la matière organique et la vie dans les sols ferrallitiques. Init. Doc. tech. ORSTOM, n° 21. Paris, 146 p.
- BOTTNER (P.) - 1967 - Etude du comportement à l'électrophorèse des acides humiques gris et bruns de quelques types de sols. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 265, pp. 1468-1470.
- BOYE (M.) - 1959 - The quaternary and the problem of Detritic white sands. Proceedings of the 5 th Inter Guiana geological conference. Geological Survey Department Georgetown, Guiana, 1961, pp. 145-159.
- BOYE (M.) - 1963 - La géologie des plaines basses entre Organabo et le Maroni Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France (Dept. de la Guyane Française). Imp. Nat., Paris, 143 p.
- BRAMMER (H.) - 1973 - Podzols in Zambia. Geoderma, vol. 10, pp. 249-250.
- BRAMS (E.A.) - 1971 - Continuous cultivation of West African soils : organic matter diminution and effect of applied lime and phosphorus. Plant and soil, vol. 35, pp. 401-414.
- BRINKMAN (R.), PONS (C.J.) - 1968 - A pedogeomorphological classification and map of the holocene sediments in the coastal plain of the three Guianas. Soil survey Papers n° 4. Soil Survey Institute, Wageningen, 40 p.
- VAN DEN BROEK (J.M.M.), VAN DER MAREL (H.W.M.) - 1969 - Weathering, clay migration and podzolisation in a hydromorphic loess soil. Geoderma, vol. 2, pp. 121-150.

- BRUCKERT (S.), JACQUIN (F.) - 1969 - Interaction entre la mobilité de plusieurs acides organiques et de divers cations dans un sol à mull et dans un sol à mor. Soil Biol. Biochem., vol. 1, pp. 275-294.
- BRUCKERT (S.) - 1970 - Influence des composés organiques solubles sur la pédogénèse en milieu acide I. Etude de terrain. Ann. Agron., vol. 21, n° 4, pp. 421-452. II. Expérience de laboratoire. Modalité d'action des agents complexants. Ann. Agron. vol. 21, n° 6, pp. 725-757.
- BRUCKERT (S.), TOUTAIN (F.), TCHICAYA (J.), JACQUIN (F.) - 1971 - Influence des pluviollessivats de hêtre et de pin sylvestre sur les processus d'humification. Ecol. Plant. t. 6, pp. 329-339.
- BRUCKERT (S.), METCHE (M.) - 1972 - Dynamique du fer et de l'aluminium en milieu podzolique. Caractérisation des complexes organo-métalliques des horizons spodiques. Bull. Ecole Nat. Sup. Agron. Ind. Ali. t. XIV, fasc. II, pp. 263-275.
- BRUCKERT (S.), SOUCHIER (B.) - 1975 - Mise au point d'un test de différenciation chimique des horizons cambiques et spodiques. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 280, n° 11, pp. 1361-1364.
- BRUGIERE (J.M.), TURENNE (J.F.), BLANCANEAU (Ph.) - 1969 - Mission pédologique mixte Dieumt Bodem Kartering Paramaribo Centre ORSTOM, Cayenne, 21 p. multigr.
- CHATELIN (Y.) - 1974 - Les sols ferrallitiques. III l'Altération. Init. Doc. tech. ORSTOM n° 24, Paris, 144 p.
- CHOUBERT (B.) - 1974 - Le Précambrien des Guyanes. Mem. B.R.G.M. n° 81, XIV - 204 p.
- COLMET-DAAGE (F.) - 1954 - Etude préliminaire des sols de la Guyane. Carte de reconnaissance au 1/50.000 de la végétation et des sols des terres basses. IFAT multi.
- CORNFORTH (I.S.) - 1971 - Seasonal changes in mineralizable Nitrogen in Trinidad soils. Trop. Agric. (Trinidad) vol. 48, n° 2, pp. 157-166.
- GRAMPTON (C.B.) - 1965 - Vegetation, Aspect, and time as factors of gleying in podzols of South Wales. J. Soil Sci., vol. 16, nr 2, pp. 210-229.
- CRUYS (H.) - 1959 - Termes inférieurs d'âge tertiaire et plioquaternaire de la série sédimentaire Côtière de la région St Laurent Mana. Proceedings of the 5th Inter Guiana Geological Conference geological survey department Georgetown Guyana, 1961, pp. 161-168.
- DABIN (B.) - 1971 - Etude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. Sci. du Sol, n° 1, pp. 47-63.
- DAJOZ (R.) - 1970 - Précis d'écologie. DUNOD, Paris, X - 357 p.

- DANIELS (R.B.), GAMBLE (E.E.), BARTELLI (L.J.) - 1968 - Eluvial bodies in B horizon of some ultisols. *Soil Sci.*, vol. 106, n° 3, pp. 200-224.
- DAUTRIA (J.M.), PERIGAUD (S.), PEDRO (G.) - 1971 - Sur la mise en évidence de complexes hypersiliceux de néogenèse dans les horizons éluviaux des sols en voie de podzolisation. *C.R. Acad. Sci., Paris, sér. D*, t. 272, n° 22, pp. 2765-2768.
- DAVIES (R.I.) - 1970 - Pedological aspect of movement in soils in : "Sorptions and transport processus in soils". *Soc. Chem. Industry Monogr.* n° 37, London, pp. 172-178.
- DE CONINCK (F.), RIGHI (D.) - 1969 - Aspects micromorphologiques de la podzolisation en forêt de Rambouillet. *Science du sol*, n° 2, pp. 57-77.
- DELHUMEAU (M.) - 1969 - Notice explicative de la feuille à 1/50.000 Regina 50. Centre ORSTOM, Cayenne, 51 p., multigr.
- DELL'AGNOLA (G.), FERRARI (G.) - 1971 - Molecular sizes and fonctionnal groups of humic substances extracted by 0,1 M pyrophosphate from soil aggregates of different stability. *J. Soil Sci.*, vol. 22, pp. 342-349.
- DETERMANN (H.) - 1968 - Gel chromatography. Springer Verlag, New-York.
- DICKINSON (G.C.) - 1973 - Statistical mapping and the presentation of statistics. *ARNOLD*, London, 195 p.
- DONIS (C.) - 1949 - Note sur la podzolisation au Mayombe. *Conf. Afr. Sols.* 1. 1948. Goma. *Bull. Agric. Congo Belge*, vol. XV, n° 1, pp. 641-654.
- DORADO (E.), POLO (A.), DEL RIO (J.) - 1972 - Caracterizacion de los acidos humicos por electroforesis y gel filtracion. *Ann. Edafol. Agrobiol.*, XXXI, pp. 693-712.
- DORMAAR (J.F.), METCHE (M.), JACQUIN (F.) - 1970 - Extraction and purification of humic acids from a rendzina Ah and a podzol Bh horizon. *Soil Biol. Biochem.*, vol. 2, pp. 285-293.
- DUBACH (P.), METHA (N.C.), JAKAB (T.), MARTIN (F.), ROULET (H.) - 1964 - Chemical investigations on soil humic substances. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 28; pp. 1567-1578.
- DUCHAUFOR (Ph.), JACQUIN (F.) - 1963 - Recherche d'une méthode d'extraction et de fractionnement des composés humiques contrôlée par l'électrophorèse. *Ann. Agron.*, vol. 14, n° 6, pp. 885-918.
- DUCHAUFOR (Ph.) - 1970 - Humification et Ecologie. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VIII, n° 4, pp. 379-390.

- DUCHAUFOR (Ph.) - 1972 - Processus de Formation des Sols. Biochimie et Geochimie. C.R.D.P., Nancy, (II) - 186 p.
- DUCHAUFOR (Ph.) - 1973 - Action des cations sur les processus d'humification. Bull. Ass. Fr. Et. Sol. Sci. du Sol n° 3, pp. 151-162.
- DUPUIS (J.), FOURNIER (B.), JAMBU (P.) - 1967 - Note sur l'utilisation de l'électrophorèse sur papier en vue du dosage de divers composés humiques du sol. Bull. Ass. Fr. Et. Sol, n° 6, pp. 5-14.
- DUTIL (P.), JUSTE (C.) - 1965 - Etude de la composition de la matière organique des paleosols sahariens, interprétation et conséquence pour l'héritage organique des sols. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 261, pp. 4791-4794.
- ERICSON (D.B.), EWING (M.), WOLLIN (G.) - 1964 - The pleistocene epoch in deep sea sediments. Science, vol. 146, pp. 723-732.
- ERSHOVA (A.I.) - 1968 - Quelques données sur l'étude de l'action décomposante des acides humiques sur les minéraux. Kora Vyvetriv. S.S.S.R., n° 10, pp. 260-267.
- EGUNJOBI (J. K.) - 1974 - Dry matter, nitrogen and mineral element distribution in an unburnt savanna during the year. Oecol. Plant. t. 9, n° 1, pp. 1-10.
- FANSHAW (D.B.) - 1952 - The vegetation of British Guiana. Imp. for Inst. Oxf. Inst. n° 29.
- FEDOROFF (N.) - 1968 - Genèse et morphologie des sols à horizons B textural en France Atlantique. Sci. du Sol, n° 1, pp. 29-65.
- FELBECK (G.T., J.R.) - 1971 - Structural hypotheses of soil humic acids. Soil Sci., vol. 111, n° 1, pp. 42-48.
- FITTKAU (E.J.), KLINGE (H.) - 1973 - On biomass and trophic structure of the Central Amazonian Rain Forest ecosystem. Biotropica, 5 (1), pp. 2-14.

FLAIG (W.) - 1970 - Contribution à la connaissance de la constitution et de la synthèse des acides humiques. Sci. du Sol, n° 2, pp. 39-72.

FLEXOR (J.M.) - 1972 - Medida da radioactividade especifica C^{14} / C^{12} : aplicação ao estudo do comportamento dinâmico do carbono no solo. Tese. Inst. Física da Univ. de Sao Paulo, 93, multigr.

FOUGEROUZE (J.) - 1966 - Quelques problèmes de bioclimatologie en Guyane Française. Agron. trop. vol. XXI, n° 3, pp. 291-346.

FRANQUIN (P.) - 1969 - Analyse Agroclimatique en région tropicale saison pluvieuse et saison humide. Applications. Cah. ORSTOM sér. Biol., n°9, pp. 65-95.

FRENZEL (B.) - 1967 - Die Klimashwankungen des eiszeitalters. Kieweg und sohn, Braunschweig.

GARNER (H.F.) - 1967 - Rivers in the making. Scient. Am. 216, pp.84-94.

GERAYZADE (A.P.) - 1973 - Relation ship between the coefficients of thermal diffusivity and thermal moisture conductivity in soils. Soc. Soil Sci., n° 4, pp. 497-499.

* HARRIS (D.R.) - 1971 - The ecology of swidden cultivation in the upper orinoco rain forest Venezuela. Géogr. Rev., vol. LXI, n°4, pp. 475-495.

HARTMANN (R.), DE BOODT (M.) - 1974 - The influence of the moisture content, texture and organic maten on the aggregation of sandy and loamy soils geoderma, vol. 11, pp. 53-62.

HENIN (S.), FEDOROFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.) - 1960 - Le profil cultural. Principes de Physique du sol. Soc. Edit. Ing. Agric., Paris, 320 p.

HETIER (J.M.), JEANROY (E.) - 1973 - Solubilisation différentielle du fer, de la silice et de l'alumine par le réactif oxalate dithionite et la soude diluée. Pédologie, XXIII, 2, pp. 85-99.

HEYLIGERS (P.C.) - 1963 - Vegetation and soil of a white sand savannah in Suriname. Vegetation of Suriname, III, Amsterdam. 148 p.

HOOCK (J.) - 1971 - Les savanes guyanaises : Kourou mem. O.R.S.T.O.M. 40 44, Paris, 251 p.

JACQUIN (F.) - 1963 - Contribution à l'étude des processus de formation et d'évolution des divers composés humiques. Bull. Ec. nat. sup. Agron., Nancy, t.v., fasc. 1, pp. 1-156.

* GUILLET (B.) - 1972 - Relation entre l'histoire de la végétation et la podzolisation dans les Vosges, Thèse Sc. Nat., Nancy, 112 p. XXXIX.

- JACQUIN (F.), CALVEZ (C.), DORMAAR (J.F.), METCHE (M.) - 1970 - Contribution à l'étude des processus d'extraction et de caractérisations des composés humiques . Bull. An. fr. Et. Sol 404, pp. 27-38.
- JACQUIN (F.), BRUCKERT (S.), QUAT HAD (N.) - 1971 - Mise au point sur l'utilisation des gels sephadex pour le fractionnement des composés humiques. Bull. Ass. fr. Et. Sol, n° 2, pp. 9-16.
- JAMAGNE (M.) - 1973 - Contribution à l'étude pédogénétique des formations loessiques du nord de la France . Thèse Sci. Agron. Fac. Sci. agron., Gembloux, Belgique 445 p.
- KLINGE (H.K.) - 1968 - Report on tropical podzols. F.A.O. , Rome , IV , 88 p.
- KONONOVA (M.M.), BEL'CHIKOVA (N.P.) - 1970 - Use of sodium pyrophosphate to separate and characterize organo-iron and organo aluminium compounds in soil. Sov. Soil Sci., n°6, pp. 351-365.
- KUBIENA (W.L.) - 1970 - Micromorphological features of soil geography. Rutgers University Press. New Brunswick, New Jersey , XXIV - 256 p.
- LAFOND (R.) - 1965 - Précisions sur les minéraux argileux du Quaternaire de la Guyane française . Bull. Soc. Géol. Fr. (7) , VII, pp. 665-667.
- LELONG (F.) - 1966 - Régime des nappes phréatiques contenues dans les formations d'altérations tropicales conséquence pour la pédogenèse. Sci. de la Terra, t. XI, 402, pp. 201-244.
- LELONG (F.) , MILLOT (G.) - 1966 - Sur l'origine des minéraux micacés des altérations latéritiques . Diagenèse régressive , minéraux en transit . Bull. Serv. Carte Géol. ALs. Lorr., t. 19, fasc. 3-4 , pp. 271-287.
- LELONG (F.), SOUCHIER (B.) - 1972 - Comparaison des bilans d'altération sur roche granitique en zone tempéré et zone équatoriale C.R. Acad. Sci. , Paris , t. 274 , pp. 1896-1899.
- LEVEQUE (A.) - 1960 - Note pédologique sur la région de Mana, Centre O.R.S.T.O.M. , Cayenne , 32 p. multigr.
- LINDEMANN (J.C.) - 1953 - The vegetation of the Coastal région of Surinam. Van Eedefonds . Amsterdam.
- LOBO (P.F. Simoes) - 1972 - Utilisation du ^{14}C atmosphérique comme traceur de la matière organique des sols. Univ. federale, Salvador , Bahia, IV , 6" p. multigr.

- Mc GILL UNIVERSITY SAVANNA RESEARCH PROJECT 1966 - South american savannas comparative studies llanos and Guyana . Department of geography Mc GILL University, Montreal.
- Mc KEAGUE (J.A.), DAY (J.M.) - 1969 - Oxalate extractable al as a criterion for identifying podzol B horizons Canad. J. Soil. Sci., vol.49, n°1, pp. 161-163.
- MARIUS (Cl.) - 1965 - Les sols de la Savane Matiti, Centre O.R.S.T.O.M. Cayenne, 19 p. multigr.
- MILLER (R.B.) - 1966 - The study of ecosystems . Proc. N.Z. Ecol. soc, n° 13, pp. 49-52.
- MILLOT (G.) - 1964 - Géologie des ARgiles , Masson, Paris, 500 p.
- MISSET (M.) - 1967 - Carte pédologique du littoral guyanais entre Iracoubo et Organabo , Centre O.R.S.T.O.M. Cayenne, 75 + 160 p. multigr.
- MUIR (J.W.), MORRISSON (R.I.) , BOWN (C.J.), LOGAN (J.) - 1964 - The mobilization of iron by aqueous extracts of plants : I composition of amino-acid and organic acid fraction of an aqueous extract of fine needles J. Soil Sci., vol. 15, pp. 220-225.
- NEGARESTAN (A.) - 1970 - Contribution à l'étude comparative de la matière organique dans quelques sols isohumiques ou à tendance isohumique d'Iran, du Maroc, du Niger et de Tunisie. O.R.S.T.O.M., Paris, 361 p. multigr.
- NGUYEN KHA , BRUCKERT (S.) - 1972 - Rôle du pH dans l'extraction des complexes organoferriques par l'hydroxyde ou le pyrophosphate de sodium C.R. Acad. Sci., Paris, t. 274, pp. 667-670.
- NGUYEN KHA - 1973 - Recherches sur l'évolution des sols à textures argileuse, en conditions tempérées et tropicales. Thèse Doc. Etat , Nancy, 157 p.
- NYE (P.H.), GREELAND (D.J.) - 1965 - The soil under shifting cultivation. Commonw. Bur. Soils tech. Commun. n° 51. Farnham Royal, Bucks, VIII - 156 p.
- ODUM (E.P.) - 1969 - The strategy of ecosystem development . Science, vol 164 n° 3877 , pp. 262-270.
- PALED PEDOLOGY - ORIGIN, NATURE and DATING of paleosols - 1971 - Int. Soc. Soil Sci. , Israël Universities Press. Jerusalem, XIV , 350 p.

- PEDRO (G.), BERRIER (J.), TESSIER (D.) - 1970 - Recherches experimentales sur l'altération allitrique des argiles dioctaedriques de type kaolinite et illite. Bull. gr. fr. Argiles, t. XX, fasc. 1, pp. 29-50.
- PEDRO (G.), CHAUVEL (A.) - 1973 - Sur la nature et l'importance relative des principaux mecanismes intervenant dans le processus de lessivage pedologique C.R. Acad. Sci. , Paris, t. 277, pp. 1133 - 1136.
- PERRAUD (A.) - 1970 - Note sur les differents types d'humus des sols ferrallitiques forestiers de la Côte d'Ivoire. C.R. Acad. Sci. , t. 270, pp. 1302-1305.
- PERRAUD (A.) - 1971 - La matiere organique des sols forestiers de la Côte d'Ivoire . Thèse Sc. nat. Nancy . O.R.S.T.O.M., Paris, (III) , 134 p. multigr.
- RIQUIER (J.) - 1948 - L'existence de podzols dans une région lateritique (Dunes de la côte Est de Madagascar) O.R.S.T.O.M., Paris, 5 p. multigr.
- RODE (A.A.) - 1970 - Podzols -Forming process Israel Programm. fr. scientific. translation , Jerusalem, IV, 387 p.
- SCHNITZER (M.) - 1969 - Reaction between fulvic acid, a soil humic compound, and inorganic soil constituents , Soil Sci. Soc. Amer Proc., vol 33 , n° 1, pp. 75-81.
- SCHNITZER (M.) , Khan (S.U.) - 1972 - Humic substances in the environment , M. DEKKER , New-York, VIII, 327 p.
- SINGH (S.), GANGWAR (B.M.) - 1971 - A study on humic acid composition of the Vindhyan Soils of Mirzapur. J. Indian Soc. Soil Sci., vol. 19, n° 2, pp. 167-170.
- SEGALEN (P.) - 1964 - Le fer dans les sols . Init. Doc. techn. O.R.S.T.O.M. , n° 4, Paris, IV, 151 p.
- SEGALEN (P.) - 1973 - L'aluminium dans les sols . Init. Doc. techn. O.R.S.T.O.M. n° 22, Paris, 281 p.
- SIEFFERMANN (G.) - 1956 - Sur le gisement d'argile de la savane Calembé et ses possibilités d'utilisations pour la briquetterie I.F.A.T. , Cayenne, 5 p. multigr.
- SIOLI (H.), KLINGE (H.) - 1962 - Sols, Tipos de vegetacao e aguas na Amazonia . Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, n°1.
- SOIL BIOCHEMISTRY - 1971 - Ed. hy A. DOUGLAS Mc LAREN , J. Skujins. M. Dekker, New-York, XVIII , 527 p.

- SOMBROEK (W.Cr.) - 1966 - Amazon Soils Centre Agricultural Publications and documentation, Wageningen , 303 p.
- SOUCHIER (B.) - 1971 - Evolution des sols sur roches cristallines à l'étage montagnard (Vosges) Thèse Doc es Sciences, Nancy. Mém. serv. Carte géol. Als-Lorr. n° 33, Strasbourg, 134 p.
- SOURDAT (M.) - 1965 - Notice de la carte provisoire au 1/50.000 des sols du littoral Guyanais entre Kourou et Sinnamary Guyane, Française, Centre O.R.S.T.O.M., Cayenne, 90 p. multigr.
- SOURDAT (M.) , DELAUNE (M.) - 1970 - Contribution à l'étude des sédiments meubles grossiers du littoral Guyanais . Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Pédol. vol. VIII, n° 1, pp. 61-97.
- SWIFT (R.S.), POSNER (A.M.) - 1971 - Gel chromatography of humic acid SJ. Soil Sci. , vol. 22, n° 2, pp. 237 -249.
- TAN (K.H.), GIODENS (J.E.) - 1972 - Molecular Weights and spectral characteristics of humic and fulvic acids . Geoderma, vol. 8, pp. 221-229.
- THOMANN (Ch.) - 1963 - Quelques observations sur l'extraction de l'humus dans les sols ; méthode au pyrophosphate de sodium. Cah. O.R.S.T.O.M. , sér. Pédol., n° 3, pp. 43-72
- TOUTAIN (F.) - 1974 - Etude écologique de l'humification dans les hêtraies acidiphiles . Thèse Sci. nat. Nancy, 124 p.
- TREVOR (W.), Mc SHEEHY , RAWLINGS (Joseph A.) - 1973 - The influence of three different farming systems on organic Matter in the soils Qual. Plant. Mater . Veg. XXII , 3-4 , pp.321-333.
- TRICART (J.), DOLFUSS (Q), CLOOTS-HIRSH (A.R.) - 1969 - Les études françaises du Quaternaire sud-américain , in : Etudes françaises sur le quaternaire . Suppl. au Bull. Ass. fr. Et. quatern., pp. 215-234.
- TURENNE (J.F.) - 1966 - Comportement à l'électrophorèse de quelques acides humiques extraits de sols ferrallitiques, Centre O.R.S.T.O.M. Cayenne, 9 p., multigr.
- TURENNE (J.F.) - 1970 - Influence de la saison des pluies sur la dynamique des acides humiques et podzoliques sous savane de Guyane française , Cah. ORSTOM , sér. Pédol., vol. VIII, n° 4, pp. 419-449.
- TURENNE (J.F.) - 1972 - Dynamique de la matière organique sous végétation de savane en Guyane française . Proceedings of 10 th annual meeting Caribbean Food crops Society Puerto Rico. Centre O.R.S.T.O.M. , Cayenne , 8 p. multigr.

- TURENNE (J.F.) - 1973 - Carte pédologique de Guyane . Mana Saintt-Laurent S.E. à 1/50.000 O.R.S.T.O M. Notice explicative n°49, Paris, II , 110 p.
- TURENNE (J.F.) - 1974 - Molecular weights of humic acids in podzoland ferrallitic soils of the savannas of french Guyana and their evolution related to soil moisture. Trop. Agric., Trinidad vol. 51 , n° 2, pp. 133-144.
- VAN DER HAMMEN - 1963 - A palynological study on the quaternary of British Guiana Leid. Geol. Meded. , 29 , pp. 125-180
- VAN SCHUYLENBORGH (J.), BRUGGENWERT (M.G.M.) - 1965 - On soil genesis in temperate humid climate the formation of the "albic" and "spodic" horizon . Neth. J. agric. Sci., vol. 13, n°3 pp. 267-279.
- VANZOLONI , WILLIAMS (E.E.) - 1970 - South american anoles : the geographic differentiation and evolution of the anolis chrysolepis species group (Sauria, Iguanidae) Arg . Zool. S. Paulo, vol. 19, 1-29
- VEEN (A.W.L.) - 1970 - On geogenesis and pedogenesis wthe old coastal plain of Surinam. Sol offset druck, Amsterdam, 176 p.
- VOORDE (P.K.J.) - 1956 - Podzolen in Suriname , Surinaamse Pandbouw Jaargang 4 , n° 2, pp. 45-51.
- WIESEMULLER (W.) - 1965 - Recherche sur le fractionnement des substances organiques du sol. Albrecht Haes . archiv., 9, n°5, pp. 419-430.
- WYMSTRA (T.A.) , Van der HAMMEN (T.) - 1966 - Palynological data on the history of tropical savamas in Northern south america. Leid. geol. Meded., 38 , pp. 71-90.

1900-1901

The following table shows the results of the survey conducted in the year 1900-1901. The data is presented in a tabular format, with columns representing different categories and rows representing specific data points. The table is organized into several sections, each corresponding to a different aspect of the survey. The first section deals with the general characteristics of the population, while the subsequent sections focus on more specific details such as occupation, education, and health. The data is presented in a clear and concise manner, allowing for easy comparison and analysis. The table is organized into several sections, each corresponding to a different aspect of the survey. The first section deals with the general characteristics of the population, while the subsequent sections focus on more specific details such as occupation, education, and health. The data is presented in a clear and concise manner, allowing for easy comparison and analysis.

TABLE DES MATIERES

Avant-Propos
Sommaire
Introduction

1ère PARTIE

Introduction : Le Milieu

CHAPITRE I : Le Paysage	5
1. Brève définition des limites géographiques de l'étude	5
2. Le Climat	6
2.1. Pluviosité	8
2.2. Pluviosité et Evapotranspiration. Définition de périodes climatiques remarquables	11
2.3. Température, Ensoleillement, Vents	13
Conclusion à la présentation des Données Climatiques	14
3. Végétation	15
3.1. Les paysages végétaux	15
3.2. Les savanes	16
3.3. Dynamique actuelle de la végétation	17
4. Les Paleoclimats	18
5. Les Sables Argileux des Savanes . Morphologie - Sédimentologie	20
5.1. Stratigraphie et géomorphologie	20
5.2. Caractérisation granulométrique	21
5.3. Le réseau de drainage	22
CHAPITRE II : Les Sols de la plaine cotière des Guyanes	25
1. Présentation générale	26
1.1. Les sols ferrallitiques	26
1.2. Les sols podzoliques et les podzols	28
1.3. Les sols hydromorphes	29
1.4. Répartition des sols	29

2. Les Séquences de sol dans le paysage sédimentaire des savanes : Exemple de la Savane Bordelaise et de la Savane de Pariacabo	30
2.1. Situation, Modelé, Topographie, Végétation	30
2.2. Les profils types des sols de la Plaine Cotière ancienne. La Savane Bordelaise	32
2.3. Les grandes lignes de l'organisation latérale des séquences de sols en savanes	45
2.4. Le régime hydrique - Exemple de la Savane Bordelaise	52
3. Les Séquences de sols sur manteau d'altération. Exemple de la Séquence de la Crique Laussat	57
Introduction	57
3.1. La séquence de la Crique Laussat	57
3.2. Les profils types	61
3.3. Les grandes lignes de l'organisation latérale des séquences de sols sur le manteau d'altération	63
3.4. Le régime hydrique	65
4. Conclusion a l'étude des séquences de sols sur matériau sédimentaire et sur manteau d'altération	67

2ème PARTIE

Etude de l'évolution saisonnière de la matière organique des sols de la plaine cotière des Guyanes

CHAPITRE III - Les Fractions Extractibles de la Matière Organique. Matériel , Méthodes	73
1. Les Prélèvements saisonniers.	74
2. Les méthodes d'extraction des composés humifiés.	75
2.1. La méthode d'extraction au pyrophosphate de Na 0,1 M (pH 10	76
2.2. La méthode d'extraction avec prétraitement acide et action de réactifs alcalin (B. DABIN, 1971)	78
3. Méthode de comparaison des résultats	80
4. Le Matériel : caractères de la matière organique des horizons de surface	81
4.1. Généralités	81
4.2. Caractères moyens de la matière organique des horizons de surface	82

CHAPITRE IV : Action du pédoclimat sur l'humification des horizons de surface	39
1. Variations pédoclimatiques.	90
1.1. Humidité au champ et valeur du pF	90
1.2. Régularité et durée des périodes climatiques	92
1.3. Conclusion	93
2. Evolution comparée de la composition de la matière organique	93
2.1. Evolution comparée du stock de matière organique	93
2.2. Les grands moments climatiques et l'évolution de la matière organique	93
2.3. Conclusion	97
3. Evolution comparée du taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse	98
3.1. Rémanence ou inertie des formes polymérisées	99
3.2. Evolution comparée du taux de polymérisation des Acides humiques à l'électrophorèse. Relation taux de polymérisation pF	100
3.3. Conclusion à l'étude des variations des taux d'acides humiques polymérisés. Interprétation	105
4. Evolution comparée des polymères des acides humiques dans deux stations types : Sols Ferrallitiques et Podzols des savanes	108
4.1 Matériel , Méthode	108
4.2. Les courbes d'éluion des composés humiques	109
4.3. Analyse quantitative	110
4.4. Courbes d'éluion des acides humiques et saisons climatiques	111
4.5. Conclusions	112
5. Evolution comparée de l'indice d'instabilité structurale et de la capacité d'échange, en fonction du degré de polymérisation	114
5.1. Indice d'instabilité structurale	114
5.2. Capacité d'échange	114
Conclusion	117

CHAPITRE V : Différenciation Podzols Sols Ferrallitiques . Action du pédoclimat sur l'humification dans les horizons du profil pédologique	119
Introduction	119
1. Variations pédoclimatiques	121
1.1. Le profil ferrallitique	121
1.2. Le profil ferrallitique intergrade vers les sols podzoliques	122
1.3. Le podzol hydromorphe à alios	122
2. Les Caractères de la Matière Organique en fin de saison SÈCHE sèche	123
2.1. La matière légère	123
2.2. Les acides fulviques libres	123
2.3. Les acides fulviques et humiques liés	124
2.4. Répartition des Acides humiques immobiles à l'électro- phorèse	125
2.5. L'Humine	125
3. Les Caractères saisonniers de la Matière Organique	129
3.1. Les caractères saisonniers de la matière organique	130
3.2. Interprétation et conclusion	132

3ème Partie

Evolution du complexe d'altération

CHAPITRE VI : Dynamique du fer et de l'aluminium au cours des phase de la podzolisation	137
I. Migration et Précipitation des Complexes Fer et Aluminium	138
1. Généralités	138
2. Dynamique des Complexes Matière Organique-Fer -Aluminium dans les Profils types de la Savane de Pariacabo	139
2.1. Méthodes	139
2.2. Les formes du fer	140
2.3. Résultats	140
2.4. Les formes de l'aluminium	142

II. Différenciation podzolique : Dégradation des Minéraux argileux et Individualisation des Hydroxydes.....	144
1. Le Matériau initial.....	144
2. Evolution verticale du complexe d'altération exprimée par les teneurs en Al_2O_3	145

4ème PARTIE

RESUME - CONCLUSIONS GENERALES.....	151
Bibliographie.....	158
Annexes.....	178

LISTE DES FIGURES.

- Fig. 1 - Plaine côtière des Guyanes. Localisation de l'étude.
- Fig. 2 - Evènements climatiques remarquables (d'après FRANQUIN, 1969).
- Fig. 3 - Plaine côtière ancienne de Guyane.
Occurrence de la saison sèche
- a) 1968-1969
 - b) 1969-1970
 - c) 1970-1971
 - d) 1971-1972
 - e) 1972-1973
- Fig. 4 - Coupe schématique de la plaine côtière de Guyane française (d'après VEEN 1970, sondages BRGM, carte IGN à 1/10.000 Kourou).
- Fig. 5 - Sables fins triés des savanes de la vieille plaine côtière. Caractéristiques granulométriques (M. OURDAT - M. DELAUNE, 1970).
- Fig. 6 - Plaine côtière de Guyane. Disposition des axes de drainage.
- Fig. 7 - Répartition des sols, localisation des profils
- a) savane bordelaise
 - b) savane de Pariacabo
- Fig.7c - Les profils pédologiques
- Fig. 8 - Distribution latérale de l'argile
- Fig. 8 bis - Profil granulométrique et action de la nappe.
- Fig. 9 - Distribution latérale du fer total.
- Fig.10 - Distribution latérale de la matière organique.
- Fig.11 - Perméabilités comparées des horizons des sols de savane.
Cas de la savane bordelaise (valeurs de K en 10^{-6} ms⁻¹).
- Fig.12 - Savane bordelaise. Profils saisonniers de la nappe.
- Fig.13 - Crique Laussat - répartition des sols - localisation des profils.
- Fig.14 - Crique Laussat - distribution de l'argile (équidistance 2,5 %).
- Fig.15 - Crique Laussat - distribution du fer total (équidistance 0,25 %).
- Fig.16 - Crique Laussat - distribution de la matière organique (équidistance 1,5%)
- Fig. 16 bis - Schéma d'Evolution des séquences.
- Fig.17 - Horizons de surface - Teneur en carbone total (valeurs moyennes - intervalles de confiance)
- Fig.18 - Horizons de surface. Rapport $\frac{\text{Acides fulviques}}{\text{Carbone total}}$
(valeurs moyennes, intervalles de confiance)
- Fig.19 - Horizons de surface, Acides humiques immobiles à l'électrophorèse
(valeurs moyennes, intervalles de confiance)
- Fig.20 - Horizons de surface rapport C/N
(valeurs moyennes, intervalles de confiance)
- Fig.21 - Humidité au champ et variations de pluviométrie.

- Fig. 22 - Variation relative de la composition de la matière organique
- Fig. 23 - Remanence et inertie des formes polymérisées
- Fig. 24 - Relation acides humiques mobiles et humidité au champ
- Fig. 25 - Relation acides humiques immobiles et humidité au champ
- Fig. 26 - Relation acides humiques immobiles /pF
- Fig. 27 - Podzols savane Combi. Courbes d'élutions sur G. 25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière.
- Fig. 28 - Podzols savane de Corossony. Courbes d'élution sur G. 25 - G.50 des acides humiques - évolution saisonnière.
- Fig. 29 - Sols ferrallitiques. Savane Combi. Courbes d'élution sur G. 25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière.
- Fig. 30 - Différence de structure moléculaire observée pour deux échantillons, dans la même période climatique.
- Fig. 31 - Variations pédoclimatiques - humidité % des sols de la savane bordelaise. (équidistance 2,5 %)
- Fig. 32 - Savane bordelaise - fractions de la matière organique % Carbone total (saison sèche)
- Fig. 33 - Fractionnement des acides humiques - sols ferrallitiques - podzols.
- Fig. 34 - Composition de l'humine.
- Fig. 35 - Sols ferrallitiques - variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C. total (équidistance 5 %).
- Fig. 36 - Podzols - variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C. total (équidistance 5 %).
- Fig. 37 - Sols ferrallitiques intergrades podzoliques - variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C. total (équidistance 5 %).
- Fig. 38 - Dynamique du Fer et de l'aluminium - comparaison Fe-Al amorphe, Fe-Al complexé.
- Fig. 39 - Relation Acides fulviques/C.total et Al amorphe.
- Fig. 40 a - Distribution verticale des minéraux argileux.
40 b - Evolution verticale du complexe d'altération.
- Fig. 41 - Effet du relèvement du niveau du drain sur la forme de la nappe.
- Fig. 42 - Prélèvements et analyses ¹⁴C. Ages apparents.
- Fig. 43 - Phases successives de l'évolution du matériau ferrallitique.

A N N E X E S .

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Moyenne minimum Tn	23,3	24,2	24,1	24,0	23,3	22,6	21,8	21,5	21,4	21,4	21,4	21,8	22,56
Moyenne maxi Tx	28,2	28,7	29,3	29,1	28,8	29,7	29,8	30,3	30,9	30,9	30,9	29,7	29,69
Moyenne $\frac{Tn + Tx}{2}$	25,7	26,5	26,7	26,6	26,1	26,2	25,8	25,9	26,2	26,2	26,2	25,8	26,15
Minimum absolu	21,7	24,	21,4	22,0	21,9	21,3	20,2	19,8	20,1	19,5	19,8	20,1	19,50
Maximum absolu	29,4	27	30,3	30,3	31,0	30,7	31,7	31,3	31,8	32,8	31,8	31,7	32,8
Moyenne quotidienne la + basse	23,1	24,4	24,2	23,6	23,5	27,4	24,0	24,5	24,7	24,3	24,2	24,0	23,1
" " la + élevée	26,7	27,1	27,5	27,9	27,6	27,3	26,9	26,5	26,7	27,2	26,8	29,0	29,0
Hauteur d'eau	28,3	236,5	227,5	370,0	703,5	162,0	117,0	50,5	30,0	26,0	15,5	103,	2069,8
Durée totale heure et dixièmes	26,1	17,9	19,7	42,2	69,3	22,9	15,6	3,2	5,3	2,	1,6	8,5	234,3
Hauteur maxi. 24 h	59,0	96,5	61,5	53,5	94,5	26,0	32,0	10,0	16,0	15,5	7,5	22	96,5
Piche évaporation	75,2	70,4	88,1	72,2	45,1	60,2	73,1	65,1	86,6	113,8	108,4	69,3	927,5
E T P	95,2	118,8	128,1	104,2	96,5	109,4	191,3	142,2	144,3	154,3	134,8	137,4	1556,5
Insolation	136	144	192	129	116	206	271	289,	167,	287	261,	238	2436
Vent	4,6	4,6	4,3	4,0	2,8	2,4	2,2	2,7	3,3	3,7	3,5	3,2	3,44
Température dans le sol	27,52	28,11	29,25	28,47	28,32	29,03	29,83	31,03	31,92	32,76	32,62	30,18,	29,92
100 cm	27,54	28,04	28,85	28,54	28,52	29,03	29,62	30,69	31,60	32,48	32,54		29,8
Humidité relative	89,7	89,0	86,1	89,2	91,4	89,0	86,6	85,6	84,1	83,4	82,8	86,0	86,95
Tension vap. d'eau	28,98	29,24	29,01	30,79	30,58	29,78	28,59	29,	28,82	28,45	28,76	29,72	29,31
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

TABLEAU 4. a. Relevés climatiques de la station de Kourou ANNEE 1969.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Moyenne minimum Tn	23,4	23,6	24,	24,3	23,2	22,5	22,1	22,2	22,5	22,7	22,31	23,01	22,98
Moyenne maximum Tx	28,7	25,7	28,7	29,2	29,2	29,2	29,4	30,2	31,2	31,5	30,75	29,16	29,40
Moyenne $\frac{Tn + Tx}{2}$	26	24,7	26,4	26,7	26,2	25,9	25,8	26,2	26,8	27,1	26,53	26,09	26,20
Minimum absolu	21,0	21,8	20,3	22,2	21,9	21,1	21,0	21,4	21,3	21,3	20,3	21,4	20,3
Maximum absolu	31,0	30,0	30,6	30,1	31,0	30,5	31,2	31,8	32,6	33,0	32,6	31,2	33,0
Moyenne quotidienne la + basse	23,4	23,08	23,4	23,8	23,8	23,8	22,8	25,1	25,68	25,31	23,54	29,93	22,8
" " la + élevée	27,7	27,00	27,7	27,7	27,2	26,7	26,5	27,1	27,6	27,93	27,79	27,29	27,9
Hauteur d'eau	312,5	353,	857,5	476,7	432,0	326,	195	27,5	30,	98,0	58,0	274,1	3440,3
Durée totale heure et dixièmes	37,6	62,3	49,7	48,3	38,	29,8	19,8	2,5	2,6	7,1	6,7	21,8	326,2
Hauteur maxi en 24 h	49,5	55	194,5	95,5	58,5	59,	38,5	8,	11,5	52,0	22,	54,5	194,5
Evaporation piche	61,7	43,4	68,1	64,8	50,8	49,2	53,3	63,	84,1	85,8	63,5	57,8	745,5
E T P	98,94	104,4	106,5	105,6	101,8	102,4	109,	125,8	144,8	139,5	118,	100,0	1356,74
Insolation	133	132,4	117,5	139,4	165,4	187,4	217,5	237,6	159,2	254,7	227,6	148,4	2120,
Vent	4,1	3,57	4,4	3,6	1,9	2,2	2,0	2,5	2,9	2,7	2,2		2,9
Température dans le sol 50 cm	28,27	27,9	27,86	27,43	28,03	28,43	27,46	30,7	31,89	31,19	32,62	28,58	29,19
100 cm											32,54		
Humidité relative	88,2	88,5	88,6	97,7	90,4	92,0	91,2	87,8	82,3	83,6	82,8	90,9	88,6
Tension vapeur eau	34,24	29,58	28,86	29,86	30,21	29,42	28,41	28,79	29,5	28,8	28,76	29,56	29,66

TABLEAU 4. b. Relevés climatiques de la station de Kourou - Année 1970.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Moyenne minimum Tn.....	23,18	23,2	23,3	23,2	23,20	22,5	21,97	21,29	21,2	21,9	21,90	21,70	22,37
Moyenne maxi Tx	27,95	27,9	27,9	28,3	28,56	28,4	19,20	29,70	30,6	30,3	30,75	29,20	29,06
Moyenne $\frac{Tn + Tx}{2}$	25,57	25,6	25,6	25,8	25,8	25,5	25,58	25,50	25,9	26,1	26,32	25,45	25,72
Minimum absolu	20,9	20,9	21,	21,2	21,0	21,2	20,7	19,8	19,1	19,6	20,3	20,0	19,1
maximum absolu	29,3	29,4	30,	30,0	29,9	30,1	31,0	31,0	31,8	31,9	32,2	30,6	32,2
moyenne quotidienne la + basse	23,19	23,2	22,83	22,69	23,98	22,7	23,22	24,04	22,7	23,9	24,16	23,20	22,7
" " la + élevée	26,76	26,8	26,48	27,35	26,89	26,9	26,31	26,44	26,7	26,7	26,70	26,87	27,35
Hauteur d'eau	469	445,0	759,	386,7	451,2	472,0	261,5	54,0	32,6	66,6	93,6	228,4	3719,6
Durée totale heures et dixièmes	45,9	34,7	74,6	30,3	32,7	40,1	31,1	4,7	3,8	8,8	7,5	21,6	335,6
Hauteur maxi 24 h	109	56	120	77,5	90,0	84,5	88,5	34,5	9,8	12,0	57,0	79,0	120,
Piche	56,6	65	72,7	69,0	62,9	49,3	55,3	-	96,2	116,3	118,4	73,8	925,5
E T P	76,5	87,6	84,6	93,2	83,4	82,5	114,5	140,2	140,2	123,5	113,3	98,2	1237,7
Insolation	91,8	93,5	100	120,5	114,3	116,2	191,6	-	245	207,5	191,5	185,2	1857,1
Vent	3,9	4,1	3,9	3,8	3,1	2,4	2,8	2,5	3,0	2,3	2,6	2,2	3,05
Température dans le sol	26,98	26,92	26,89	27,14	27,48	27,3	27,9	-	31,3	31,0	30,4	28,40	28,33
Humidité relative	90,28	87,8	87,5	88,5	89,8	89,0	88,8	85,9	84,8	85,5	85,8	87,9	87,63
Tension vapeur d'eau	28,89	27,83	28,71	28,81	29,57	28,8	28,69		28,6	27,2	28,30	27,87	28,48
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

TABLEAU 4.C Relevés climatiques de la station de Kourou ANNEE 1971

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE
Moyenne minimum Tn	22,82	22,97	23,30	23,4	22,69	22,03	21,78	21,51	21,94	21,56	22,33	23,11	22,45
Moyenne maximum Tn	28,64	28,31	29,10	28,7	28,51	29,0	29,34	29,54	30,52	31,38	29,42	28,30	29,23
Moyenne $\frac{T_n + T_n}{2}$	25,73	25,64	26,20	26,1	25,60	25,51	25,56	25,53	26,23	26,47	25,88	25,71	25,84
Minimum absolu.....	21,0	21,0	21,2	21,0	21,2	21,2	20,0	19,1	20,4	20,10	20,0	20,	19,1
Maximum absolu.....	29,9	29,9	30,2	30,2	30,0	31,0	30,2	31,0	31,4	33,20	31,2	30,	33,20
Moyenne quotidienne la + basse ...	23,86	22,80	22,39	23,81	22,45	26,60	24,38	21,70	25,35	23,41	23,93	24,20	21,70
" " la + élevée...	26,61	26,40	27,16	27,11	26,82	23,30	26,15	26,34	26,83	27,13	26,89	27,11	27,16
Hauteur d'eau	360,6	83,9	354,8	590,2	622,	504,0	156,0	158,0	24,5	25,0	137,	303,5	3319,5
Durée totale heure et dixièmes	33,6	40,3	38,7	85,0	113,9	65,5	18,8	15,3	2,6	2	16,2	35,9	467,8
Hauteur maxi. 24 h	54,0	118,2	58,6	165,6	78,5	86,5	32,5	30,5	5,5	7,0	32,	67,	165,6
Piche évaporation	66,8	83,9	69,9	75,7	45,8	44,9	58,9	61,8	73,3	82,1	63,9	58,9	785,9
E T P	90,1	102,6	107,1	102,3	95,1	107,6	116,7	124,8	102,6	131,2	104,1	88,4	1272,6
Insolation.....	117,	112,6	146	144	135,8	158,3	252,1	230	252	273	179,8	140	2140,6
Vent	4,1	4,4	3,7	3,3	3,1	1,9	2,1	2,1	3,1	2,87	3,24	3,40	3,1
Température dans le sol 50 cm ...	26,95	26,70	27,19	27,44	27,52	27,73	28,60	29,45	39,8	32,41	29,54	28,28	29,30
Humidité relative	88,2	86,0	81,97	88,2	88,24	87,89	85,1	84,3	82,4	83,63	88,0	89,7	86,13
Tension vap. eau	28,05	27,80	28,28	28,54	29,68	29,21	29,28	29,09	29,73	28,55	29,19	29,28	28,89
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

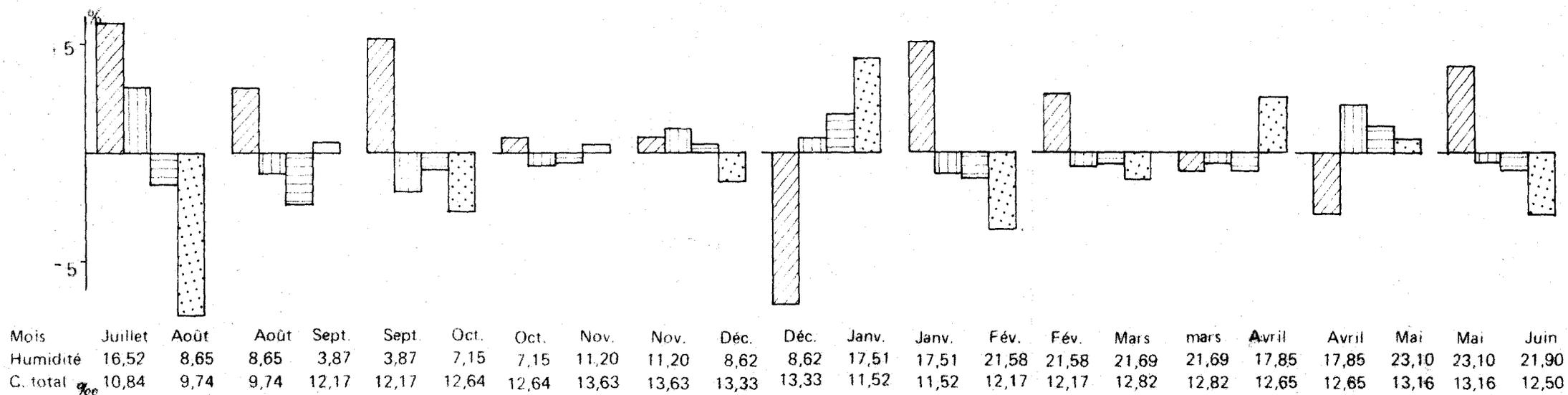
PICHE

TABLEAU 4. d. Relevés climatiques de la station de Kourou - ANNEE 1972

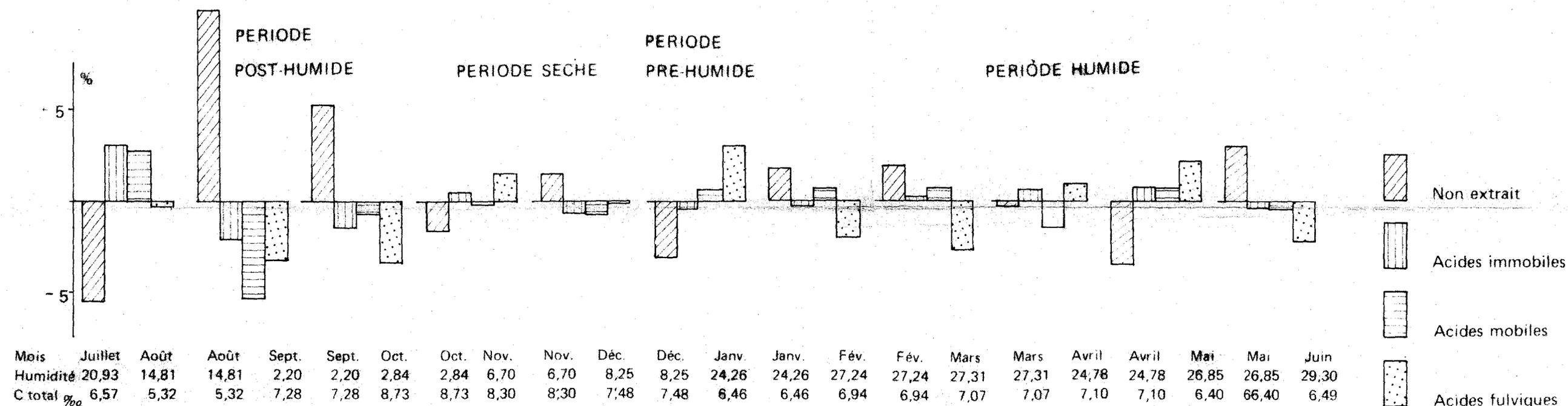
PLANCHE I VARIATIONS RELATIVES DES FRACTIONS ACIDES FULVIQUES

ACIDES HUMIQUES MOBILES, ACIDES HUMIQUES IMMOBILES, HUMINE

Horizons A1 Sols ferrallitiques fortement désaturés lessivés



Horizons A1 Podzols à gley à alios



Horizons A1 Sol hydromorphe à gley lessivé.

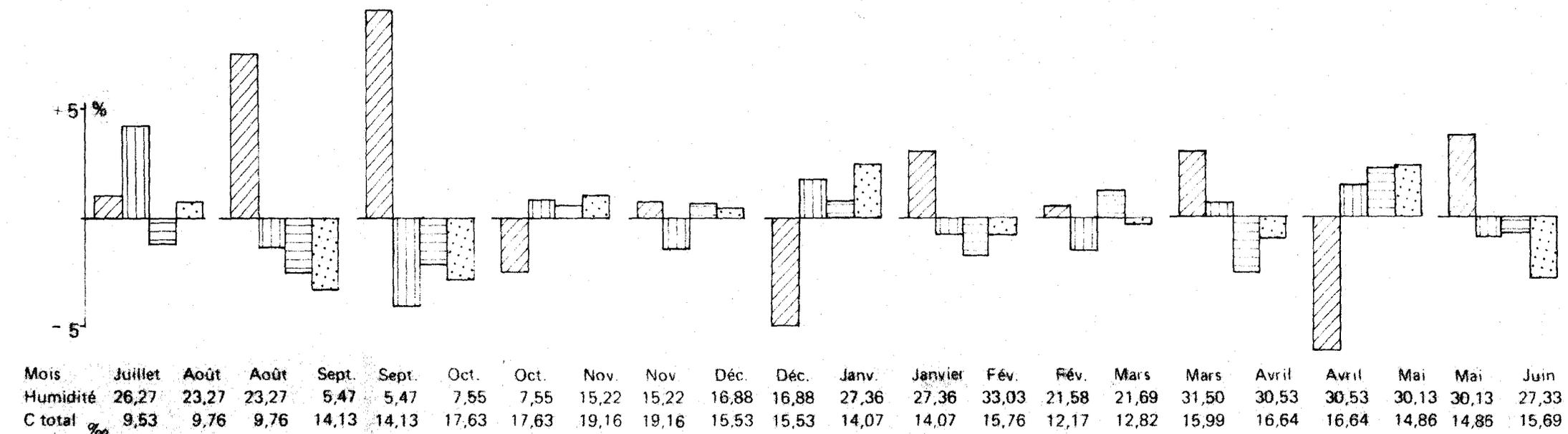


PLANCHE II VARIATIONS RELATIVES DES FRACTIONS ACIDES FULVIQUES
 ACIDES HUMIQUES MOBILES, ACIDES HUMIQUES IMMOBILES, HUMINE

