

MODES D'HUMIFICATION ET DIFFERENCIATION PODZOLIQUE

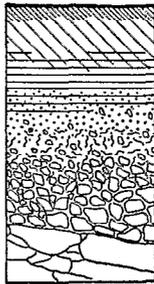
dans deux toposéquences guyanaises



J.F. TURENNE

J.-F. TURENNE

**MODES D'HUMIFICATION
ET DIFFERENCIATION PODZOLIQUE**
Dans deux toposéquences guyanaises



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE-MER





ÉDITIONS DE L'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

RENSEIGNEMENTS, CONDITIONS DE VENTE

Pour tout renseignement, abonnement aux revues périodiques, achat d'ouvrages et de cartes, ou demande de catalogue, s'adresser au :

SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'ORSTOM
70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY (France)

- Tout paiement sera effectué par chèque bancaire barré au nom de RÉGIE ORSTOM BONDY, ou par chèque postal (compte n° 9.152-54, Paris, RÉGIE ORSTOM BONDY).
- Achat au comptant possible à la bibliothèque de l'ORSTOM, 24, rue Bayard, 75008 PARIS.

I - CAHIERS ORSTOM

BIOLOGIE
ENTOMOLOGIE-MÉDICALE ET PARASITOLOGIE
HYDROBIOLOGIE
HYDROLOGIE
OCÉANOGRAPHIE
PÉDOLOGIE
SCIENCES HUMAINES

séries trimestrielles Abonnement: *France* 120 F.
Etranger 156 F. 36,30 US dollars

GÉOLOGIE - *série semestrielle* Abonnement: *France* 96 F.
Etranger 120 F. 28,00 US dollars

II - BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRINAIRE

12 numéros par an
(15 fascicules) Abonnement: *France* 115 F.
Etranger 130 F. 30,25 US dollars

Ouvrages de Pédologie récemment parus dans la collection Mémoires de l'ORSTOM :

J. VIELLEFON :

N° 83 — Les sols des mangroves et des tannes de basse Casamance (Sénégal)

R. BOULET :

N° 85 — Toposéquence de sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibre et déséquilibre pédo-bioclimatique

***MODES D'HUMIFICATION ET DIFFÉRENCIATION PODZOLIQUE
DANS DEUX TOPOSÉQUENCES GUYANAISES***

*Cet ouvrage a fait l'objet d'une thèse de Doctorat d'état de
Sciences Naturelles, soutenue publiquement le 20 juin 1975
à l'Université de Nancy.*

© O.R.S.T.O.M. 1977
ISBN 2-7099-0447-0

MÉMOIRE ORSTOM N° 84

Jean-François TURENNE

*Pédologue de l'ORSTOM
Docteur ès Sciences Naturelles*

***MODES D'HUMIFICATION
ET DIFFÉRENCIATION PODZOLIQUE***

Dans deux toposéquences Guyanaises

O.R.S.T.O.M.
Paris
1977

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 je 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 continue 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. BLANCANEAUX, 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 mes 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. BRION 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. PERRAUD, C. MASSONI, E. PELLEGRIN ; pour la préparation des figures, enfin, M. COMBROUX et le Service de Cartographie.

Il m'est important enfin d'insister sur le bénéfice 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

	<i>PREMIÈRE PARTIE. INTRODUCTION. — LE MILIEU</i>	
AVANT-PROPOS		5
SUMMARY		9
INTRODUCTION		17
<i>Chapitre I : Le Paysage</i>		21
1 Brève définition des limites géographiques.		
2 Le climat.		
3 Végétation.		
4 Les paléoclimats.		
5 Les sables argileux des savanes - morphologie - sédimentologie.		
<i>Chapitre II : Les Sols de la plaine côtière de Guyane</i>		43
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.		
	<i>DEUXIÈME PARTIE. ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS DE LA PLAINE CÔTIÈRE DE GUYANE.</i>	
<i>Chapitre III : Les fractions extractibles de la matière organique. Matériel. Méthodes</i>		83
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.		
<i>Chapitre IV : Action du pédoclimat sur l'humification des horizons de surface</i>		93
1 Variations pédoclimatiques.		
2 Evolution comparée de la composition de la matière organique.		
<i>Chapitre V : Différenciation podzols-sols ferrallitiques.</i>		
Action du pédoclimat sur l'humification dans les horizons du Profil pédologique		123
1 Variations pédoclimatiques.		
2 Les caractères de la matière organique en fin de saison sèche.		
3 Les caractères saisonniers de la matière organique.		
	<i>TROISIÈME PARTIE. ÉVOLUTION DU COMPLEXE D'ALTÉRATION</i>	
<i>Chapitre VI : Dynamique du fer et de l'aluminium au cours des phases de la podzolisation</i>		141
1 Migration et précipitation des complexes fer et aluminium dans les profils types de la Savane de Pariacabo.		
2 Différenciation podzolique : dégradation des minéraux argileux et individualisation des sesquioxydes.		
RÉSUMÉ - CONCLUSIONS GÉNÉRALES		153
BIBLIOGRAPHIE.		163
TABLE DES FIGURES		169
TABLE DES MATIÈRES		171

SUMMARY

The existing intergrade stages between ferrallitic soils and podzols, and the continuous development of sequences showing these three types of soils in Guiana Coastal Plain, tend to prove that podzolisation in equatorial regions depends on an actual dynamics. The subject of that research is the study of these actual dynamics of transformation of ferrallitic soils into podzols through the analysis of the biochemical process of humification in humid tropical zone.

These processes are essentially determined through the pedoclimatic conditions and the physico-chemical characters of the soil horizons.

The formation and fluctuation of a superficial water-sheet rules the processes of humification and leads the pedological evolution towards podzolisation.

The evolving mode of the organic substances is fundamental : the characters of the organic substances reveal at each moment the edafic and microclimatic conditions and announce the following stages of the pedogenetic evolution.

The investigation method tends to find through the composition and seasonal evolution of the organic stock, the greater number of informations concerning the reached pedogenetic stages. The mature stage of the system being represented by podzols and podzolic soils.

1 SURROUNDING CONDITIONS

Fig. 2 *Climate* : An important character of Guiana Coastal Plain climate is the existence of one or two pronounced dry seasons, inducing a deficit in the water balance and submitting the soil to alternate periods of drying (post humid period) and rehumidification (prehumid period).
Fig. 3a, b, c, d, e

Fig. 4, fig. 7 *Material and vegetation* : Two soil toposequences are described on two different materials : weathering crust of precambrian shield, covered with equatorial rain forest, and a sandy-clay sedimentary deposit with savanna vegetation. The toposequences always show podzols and podzolic soils upstream at relief summit, ferrallitic soils at slope upsetting, and hydromorphic leached soils with podzolic morphology downstream. In both
Fig. 13

cases the stage of podzolic evolution is distinctly defined, and the succession of vegetation groups (savanna) or morphogenesis (forest) points out the evolution of ferrallitic profiles towards podzolisation, and the upsetting of equilibrium.

Hydromorphy and paleoclimatic variations of the versant watersheds

Hydromorphy seems to be the main factor of degradation of ferrallitic landscapes. The watershed profile studied in savanna or on granitic shield, directly depends on the distance to the drainage axis. Following the climatic season this dependence rules the oxidation/reduction front. The upsweeping of water sheet level is due to the running modifications of the drainage axis, involved by its progressive warping and by the raising of sea level in subactual periods. At last, the progressive increase of pluviometry during the holocen period stresses that heightening.

Fig. 12

2 MORPHOLOGICAL AND GEOCHEMICAL STUDY OF TOPOSEQUENCES

Lateral arrangement of clay, total iron and organic matter points out the continuous character of the evolution. The distribution of clay in ferrallitic material results from a double movement.

1. A vertical leaching thickened by a lateral « loss » (appauvrissement) starting at the surface and forming a clay-iron Bt horizon.
2. An « underground drainage » subjacent to the Bt horizon ; commanding a progressive thinning down at the lower part of that B horizon.

Fig. 8,
fig. 14

Bt horizon presents all the characters of a relict horizon more submitted to an hydromorphic pedogenesis (draining off by underground drainage and redistribution) than to an existing illuviation. Planosolic like morphology comes before the formation of the podzolic stage, and corresponds to a thickening at the top of B relict horizon, and to a loss in A2 horizons.

Fig. 9,
fig. 15

Lateral distribution of iron first depends on the water-sheet : downstream the sequences, dragging along and evacuation rule. Upside, the redistribution through the capillary fringe raising enrich the upper part of B horizon. In all sequences, the iron distribution shows its superficial mobilisation (and correlative loss).

Fig. 10,
fig. 16

The lateral distribution of the organic matter also points out a great dependance to environment's conditions. The organic substances downstream accumulate in hydromorphic soils and upstream in soil where the water table gets close to the surface.

When the water-table level rises and saturates A1 horizons, it scatters the organic products which downstream are laterally carried away and evacuated outside the profile, and upstream are accumulated on top of Bh horizon. In both cases a bleaching of A2 horizon takes place while Bh horizon takes on individual characteristics by a deeper and deeper penetration of the organic substances, on top of the impervious horizon.

3 STUDY OF THE ORGANIC SUBSTANCES

SEASONAL EVOLUTION OF SURFACE HORIZONS

As far as ferrallitic soils and podzols are concerned, being in savanna or forest, differences in seasonal evolution appear in the intensity of the processes but not at all in their principle. Two fundamental processes are to be noticed : Polymerisation and depolymerisation, depending on the seasons.

3.1. THE PEDOCLIMATE'S ROLE

The organic substance's becoming (prospective) is ruled by nature, amplitude, and by the succession of climatic periods. The two decisive climatic periods in the evolution of humic components, on the surface, are :

— The post-humid period (drying period), accompanied by a polymerisation of humic substances. There is transformation and synthesis of organic products.

— The pre-humid period (rehumidification) accompanied by a depolymerisation. There is transformation and mineralisation of the organic substances. However inertia to variations appears : the depolymerisation starts when rehumidification is already quite advanced.

The maximal polymerisation is obtained in case of drying before the maximal desiccation, for a 2,8 pF value corresponding to the field capacity for all types of soils.

3.2. THE CHANGING OF ORGANIC MOLECULES' STRUCTURES DURING SEASONAL CYCLES

During polymerisation period, big molecules with a molecular weight equal or superior to 30.000, characterize non moving humic acids at electrophoresis ; they quickly resolve into different components of a low molecular weight during depolymerisation period ; this is quite evident concerning the podzols which show the formation of elements of a 3.000 molecular weight, which do not exist in ferrallitic soils. These small molecules already pointed out in temperate podzolisation, seem to be partly responsible for the creation of complexes and for their accumulation in Bh. Humic components fragmentation is less important in ferrallitic soils.

4 THE ORGANIC SUBSTANCE'S EVOLUTION THROUGH PROFILES

4.1. STATIC STUDY

In these three types of profiles : ferrallitic podzolic intergrade and podzols, the comparison of the humic compounds' distribution confirm some important points.

Fig. 33 The migration of free fulvic acids (podzolisation agents) in ferrallitic profiles is limited. They contribute to weathering and waterproofing Bt horizon. On the contrary, their migration massively takes place in podzolic soils : they accumulate above the barrier constituted by the former B textural horizon.

Fig. 35 There is a difference between the humine of A 11 horizon, in podzols (predominating inherited humine), and in ferrallitic soils (iron insolubilized humine).

The study of deep horizons' humine is significant : it is largely encountered in all horizons rich in active iron (all ferrallitic soils horizons and the still slightly modified deep horizons of podzolic soils). This is due to a non reversible iron insolubilisation process. It is less important in Bh horizon.

4.2. DYNAMICAL STUDY : SEASONAL VARIATIONS

Fig. 32 The seasonal phases of polymerisation and depolymerisation already noticed on the surface, are found again in deep horizons. The dynamic study of profile makes visible the divergent evolution between the two humus types and quite interestingly confirms the fundamental part played by iron in the insolubilisation process of pseudosoluble initial compounds. In ferrallitic soils, iron's action starts at the surface, where only a small part of fulvic acids may migrate. In all ferrallitic soils horizons, most insolubilized fulvic acids are found as non extractable humine. On the contrary, in podzols whose superior horizons have been impoverished in iron by hydromorphic means, initial compounds and fulvic acids massively migrate and accumulate in Bh: the formation of insolubilisation humine is still possible in deep horizon with a ferrallitic character, thus it is no more possible in Bh horizon that appears on top of Bt : the iron content is sufficient to insolubilise the complexes, cannot in this horizon transform them into extractable humine. The humic acids phase is not overtaken during the polymerisation at the end of dry season.

Fig. 36

Fig. 37

Fig. 38

5 IRON AND ALUMINIUM DYNAMICS DURING PODZOLISATION PHASES

The investigation concerning organic substances showed the humification phenomena were determined by the pedoclimatic and physicochemical conditions of the horizons, and so putting in evidence the influence of texture and porosity variations and the role of iron. On the opposite, the mobile forms of carbon play an important part in the redistribution of iron and aluminium. That process can be divided into two phases :

5.1. THE EVOLUTION OF MOBILE COMPLEXED FORMS TOWARD AMORPHOUS FORMS

Fig. 39 In ferrallitic soils, mobile complexed forms of iron and aluminium are insolubilised at the surface horizon (A 12) then biodegraded, and that evolution's only consequence is the maintaining in surface of a stability of a complexed iron-amorphous iron - crystallized iron equilibrium where the two first forms remain in minority.

In intergrade soils, iron and aluminium tend to diffuse at a complexed stage up to the base of A 2 horizon where a passage to amorphous form is then observed.

In hydromorphous podzols, the phenomenon grows and iron is practically eliminated from the surface of A horizon. Complexed forms of iron-aluminium are found in important proportions in Bh horizons, where only appears mobilised iron in totality and more partially aluminium accumulated in organic and amorphous precipitated forms.

5.2. PODZOLICAL DIFFERENTIATION AND EVOLUTION OF AMORPHOUS FORMS

Iron amorphous hydroxydes only represent transitory forms of accumulation which, under pedoclimatic fluctuations, desiccation-humectation, are transformed towards cristalized forms (goethite). Aluminium follows the same type of evolution, but its individualisation in a crypto cristalline form, has a fundamental pedogenetical signification. It proves the existence of a biochemical alteration and the destruction of clay-mineral, kaolinite and residual illite, of superior horizons of the initial ferrallitic profile. Aluminium's balance shows the kaolinite (fundamental mineral inherited from the ferrallisation), is not free from any hydromorphous podzolisation because it can be established that 33 % of the mineral is amorphized during that secondary podzolisation.

Fig. 41

6 PHASES OF SEQUENCES EVOLUTION

Ferrallisation seems to be long existing. It is a constant character of the material, on which, vertically in profiles and laterally along the toposequence, the differentiation is going to operate.

The determination of the apparent ages of Bh horizons and those of different organic fractions that are constituting them, at least gives some informations about the podzolisation stages: a medium age gradient: is increasing upstream: podzolisation started on heigh points of the chain and progresses downstream.

Maturation and slow biodegradation unregularly reach the fractions : humic acids, since their insolubilisation seem to be little renovated and relatively fossilised. Upstream, their age shows the beginning of insolubilisation, and supplies the inferior limit of podzolisation (11.000 years). In agreement with the ^{14}C datation results, phases succession can be so schematized :

Fig. 43

— Phase I : Initial leaching of clay and iron, leading to the differentiation of A2 and B textural horizons.

Fig. 42

— Phase II : Beginning of the watersheet raising phenomenum (climatic phase) The Bt horizon is reorganised : in its upper part, iron degradation and redistribution explains the structural degradation and the warping.

Fig. 44

In its lower part, A'2 horizon appears by underground drainage (underground lateral drainage). The capillary fringe modifies the evolution of humic componants and iron loss prepares and makes easier the fulvic acids' migration.

Fig. 45

— Phase III : Increase of hydromorphy upward the surface: upstream, podzolisation to the detriment of A2 horizon and the upper Bt, differentiation of Bh Bs spodic horizons.

— Phase IV : Progressive podzolisation from upstream to downstream.

In that evolution, iron redistribution (watersheet and superficial loss) participates to that of clay, in warping of upper Bt horizon which favorishes the further hydromorphous podzolisation.

Investigation gives confirmation to the preheminent role of free active iron (amorphous fraction), of the material, in the orientation of the pedogenesis as it had been pointed out in the evolution of temperate soils: podzolisation induced by migration of fulvic acids in iron poor field conditions or formation of mull type humus (ferrallitic soils) by immobilisation of mobil complexes at the surface, in medium richer in iron, a limited leaching of clay being the only possibility in this last medium.

Two important factors seem new :

1. The importance of the pedoclimate contrasts comes to evidence, and especially the importance of hydromorphic phases, in depolymérisation processes of organic components, leading to a considerable acceleration of podzolisation processes and so, not depending on the general climate.
2. The intense mineral hydrolysis, not only primary (residual muscovite), but more over secondary (even those known stable : kaolinite), occure during that podzolisation; the organic substance's role solubilized in hydromorphic medium (especially the free fulvic acids) seem fundamental in these clay hydrolysis phenomenon, in Guiana's conditions; the aluminium liberated during that hydrolysis transformes in gibbsite.

Podzolisation's general process is mainly identical in tropical and temperate climate: the main part being plaid by the pseudo-soluble organic components, restrained by a large quantity of free iron.

Nevertheless in tropical climate, podzolisation has propper characters : it is rather free from humus type, ruled by hydromorphy and ends in a larger clay degradation.

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. LÉVÊQUE (1960), C. MARIUS (1963), M. SOURDAT (1965), A. MISSET (1967), J.F. TURENNE (1966-1973) ; M. DELHUMEAU (1968), Ph. BLANCANEUX (1970), J.M. BRUGIÈRE (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 pédogenèse 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 pédogenèse 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, MARIUS 1965, 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 rerrain - 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.

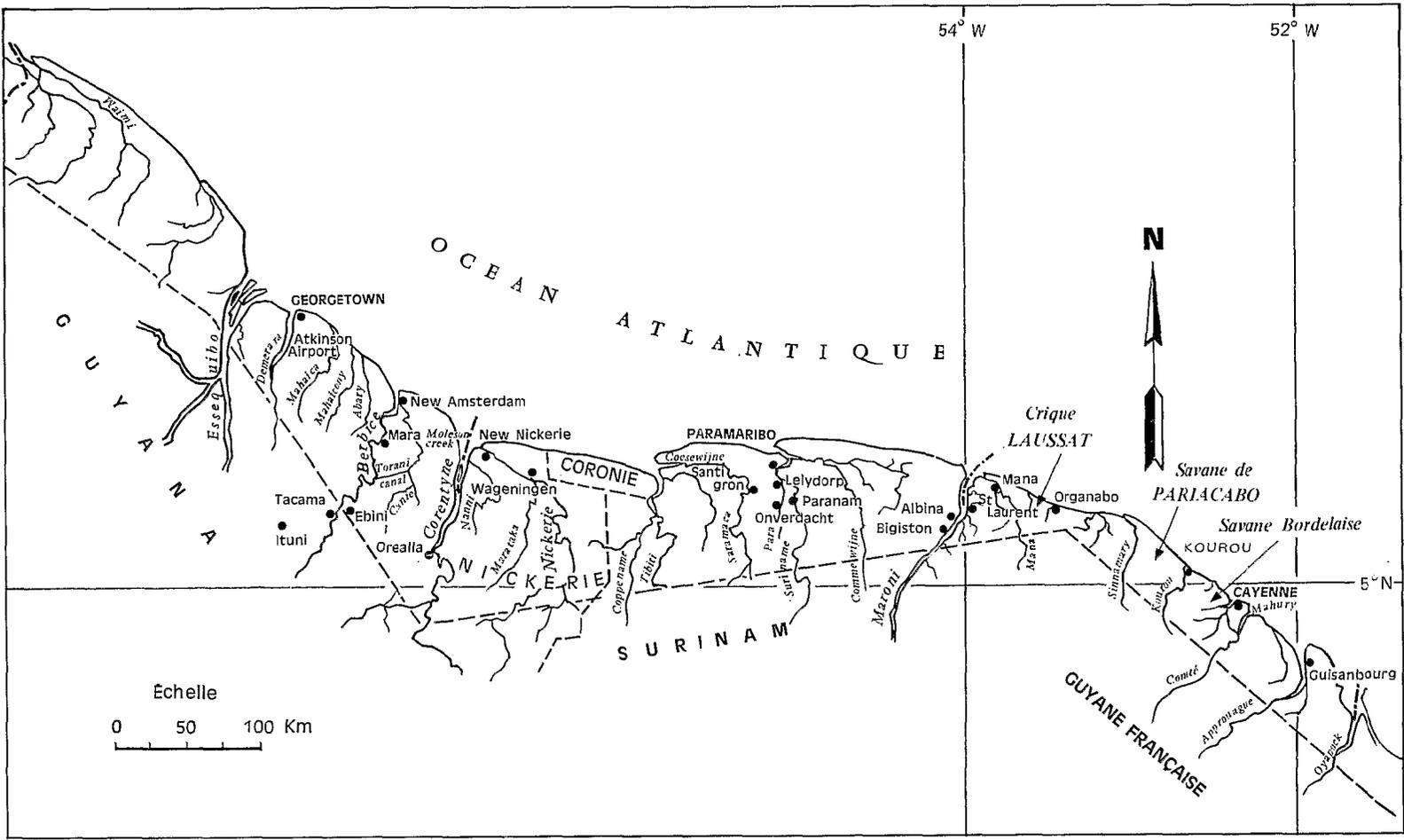


FIG. 1. — Plaine côtière des Guyanes. Localisation de l'étude.

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 pédogenèse :

- 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 pédogenèse.
- le mode d'évolution de la matière organique est également fondamental : 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.

CHAPITRE PREMIER

LE PAYSAGE

1 BRÈVE DÉFINITION DES LIMITES GÉOGRAPHIQUES DE L'ÉTUDE

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 Guyana ; 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 intertropicale 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 ouvert, 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 enregistrées 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, 2 421 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, 2 499 mm), Iracoubo (altitude 2 m, 5°29 N 53°12 W) (moyenne pluviométrie annuelle 2 508 mm) pour la zone des savanes, Saut Sabbat (altitude 10 m, 5°25 N 53°40 W) (moyenne de pluviométrie 2 562 mm) pour la zone forestière côtière, Saint-Laurent (altitude 4 m, 5°30 N 54°02 W) (moyenne de pluviométrie 2 374 mm) à climat d'estuaire, et de Maripasoula (altitude 104 m, 3°38 N 54°02 W) (moyenne de pluviométrie 2 368 mm) poste de l'intérieur, domaine de la forêt dense humide.

TABLEAU 1. — Localisation géographique des stations météorologiques.

Localité	Distance de la mer	Latitude	Longitude	Altitude	Pluviométrie annuelle (mm)
	(km)	N	W	(m)	
Kourou	2	5°10	52°39	3	2 421
Sinnamary	4	5°23	52°57	2	2 499
Iracoubo	2	5°29	53°12	2	2 508
Saut Sabbat	27	5°25	53°40	6	2 562
Saint-Laurent	28	5°30	54°02	4	2 374
Maripasoula	208	3°38	54°02	104	2 368

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

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Sinnamary P.	288	215	209	290	453	386	177	51	20	45	116	249	2 499
Iracoubo P.	236	233	212	268	393	394	213	126	21	34	121	257	2 508
Kourou P.	299	231	186	321	423	315	172	42	19	28	114	271	2 421
E.T.P.	90	103	106	101	94	100	133	133	134	137	117	103	1 218
Saut Sabbat	224	208	180	241	373	379	219	163	100	91	131	253	2 562
Saint-Laurent P.	216	184	174	218	322	327	233	164	76	79	162	219	2 374
E.T.P.	100	100	126	124	108	100	124	143	144	148	117	105	1 439
Maripasoula P.	218	214	212	249	399	278	196	136	77	63	92	234	2 368
E.T.P.	89	92	95	90	91	90	103	113	126	132	113	98	1 232

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	4 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
Saint-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 cœur 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 ÉVAPOTRANSPIRATION. DÉFINITION DE PÉRIODES CLIMATIQUES REMARQUABLES

Les divisions climatiques 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'événements climatiques remarquables : saison pluvieuse et saison humide (fig. 2). Cette dernière est partagée en périodes pré-humide, humide, post-humide.

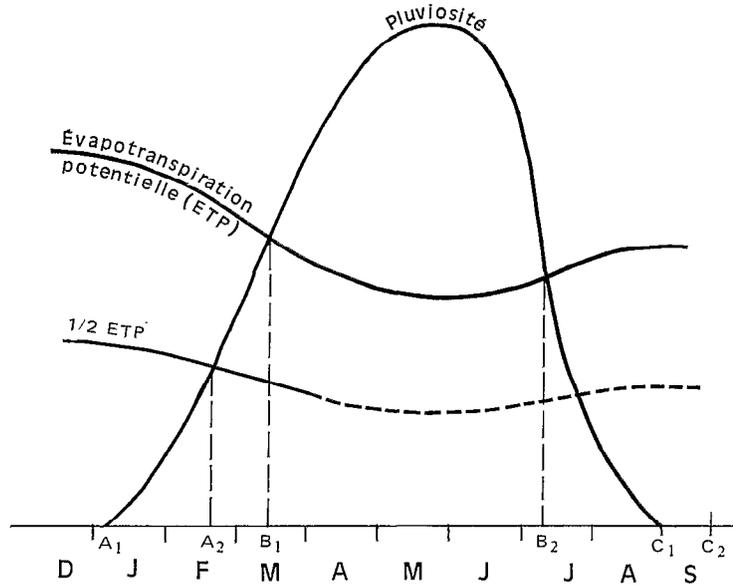


FIG. 2. — Événements climatiques remarquables (d'après FRANQUIN, 1969).

La saison humide est caractérisée par la présence d'eau disponible dans le sol, donc en deçà du point de flétrissement ; le point de départ de cette saison se situe au moment où la pluviosité 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 Penmann 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 ⁽¹⁾ 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 inférieur 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 $E.T.P.$

(1) Lorsque la saison sèche est achevée, la pluviométrie augmente.

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 du régime des précipitations de la station climatique de Kourou, comparé aux valeurs de E.T.P. Penman, de 0,5 E.T.P. et de l'évaporation donnée par l'évaporomètre Piche.

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.

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	N	D	Moy.
Température moyenne ..	25°7	25°7	26°1	26°2	26°1	25°9	25°9	26°3	26°6	26°6	26°4	26°0	26°1
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).

Ci-après, 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).

TABLEAU 4. a. — Relevés climatiques de la station de Kourou. Année 1965

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Moyenne minimum T_n	23,3	24,2	24,1	24,0	23,3	22,6	21,8	21,5	21,4	21,4	21,4	21,0	22,54
Moyenne maxi T_x	28,2	28,7	29,3	29,1	28,8	29,7	29,8	30,0	30,9	30,9	30,9	29,7	29,69
Moyenne $\frac{T_n + T_x}{2}$	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	31,0	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	25,0	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	2 069,8
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
ETP	95,2	118,8	128,1	104,2	96,5	109,4	191,3	142,2	144,3	154,3	134,8	137,4	1 556,5
Insolation	136	144	192	129	116	206	271	289	167	287	261	238	2 436
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 50 cm ..	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	26,04	28,85	28,54	28,52	29,03	29,62	30,69	38,60	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	29,98	29,24	29,01	30,79	30,50	29,78	28,59	29	28,82	28,45	28,76	29,72	29,31

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 T_n	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 T_x	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 $\frac{T_n + T_x}{2}$	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	22,0	25,1	25,60	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	3 440,3
Durée totale heure et dixième ...	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	89,8	63,5	57,8	745,5
ETF	98,94	104,4	106,5	105,6	101,8	102,4	109	125,8	144,8	139,5	118	188,8	1 356,74
Insolation	133	132,4	117,5	139,4	165,4	187,4	217,5	237,6	159,2	254,7	227,6	148,4	2 120
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	86,2	88,5	88,6	97,7	83,6	90,4	92,0	91,2	87,0	82,3	83,6	82,8	90,9
Tension vapeur d'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 c. — Relevés climatiques de la station de Kourou. Année 1971

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Moyenne minimum T_n	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 T_x	27,95	27,9	27,9	28,3	28,56	28,4	19,20	29,70	20,6	30,3	30,75	29,20	29,06
Moyenne $\frac{T_n + T_x}{2}$	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	19,0	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	22,03	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	28,7	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	3 719,6
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 évaporation	56,6	65	72,7	69,0	62,9	49,3	55,3	—	96,2	116,3	118,4	73,8	925,5
ETP	76,5	87,6	84,6	93,2	83,4	82,5	114,5	140,2	140,2	123,5	113,3	98,2	1 237,7
Insolation	91,8	93,5	100	120,5	114,3	116,2	191,6	—	245	207,5	191,5	185,2	1 857,1
Vent	3,9	4,1	3,9	3,8	3,1	2,4	1,8	2,5	3,0	2,3	2,6	2,2	3,03
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 d. — Relevés climatiques de la station de Kourou. Année 1972

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Moyenne minimum T_n	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 T_x	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 $\frac{T_n + T_x}{2}$	25,73	25,64	26,60	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	150,0	24,5	25,0	137	303,5	3 319,5
Durée totale heures 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
ETP	90,1	102,6	107,1	102,3	95,1	107,6	116,7	124,8	102,6	131,2	104,1	88,4	1 272,6
Insolation	117	112,6	146	144	135,8	158,3	252,1	230	252	273	179,8	140	2 140,6
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	38,9	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	83,64	88,0	89,7	86,13
Tension vapeur d'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
<i>Piche</i>													

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.

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

Heures	2	5	8	11	12	17	20	23
Humidité %	92	92	75	57	70	83	85	86

CONCLUSION A LA PRÉSENTATION DES DONNÉES 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 des 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.

3 VÉGÉTATION

3.1 LES PAYSAGES VÉGÉTAUX

Entre la 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 joncs (*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*, *Viola 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 hoenkerki*, à laquelle sont associées des Apocynacées (*Aspidosperma* très fréquent) quelques lecitithidacées et dans le sous-bois, *Clusia* cf. *fockeana*.

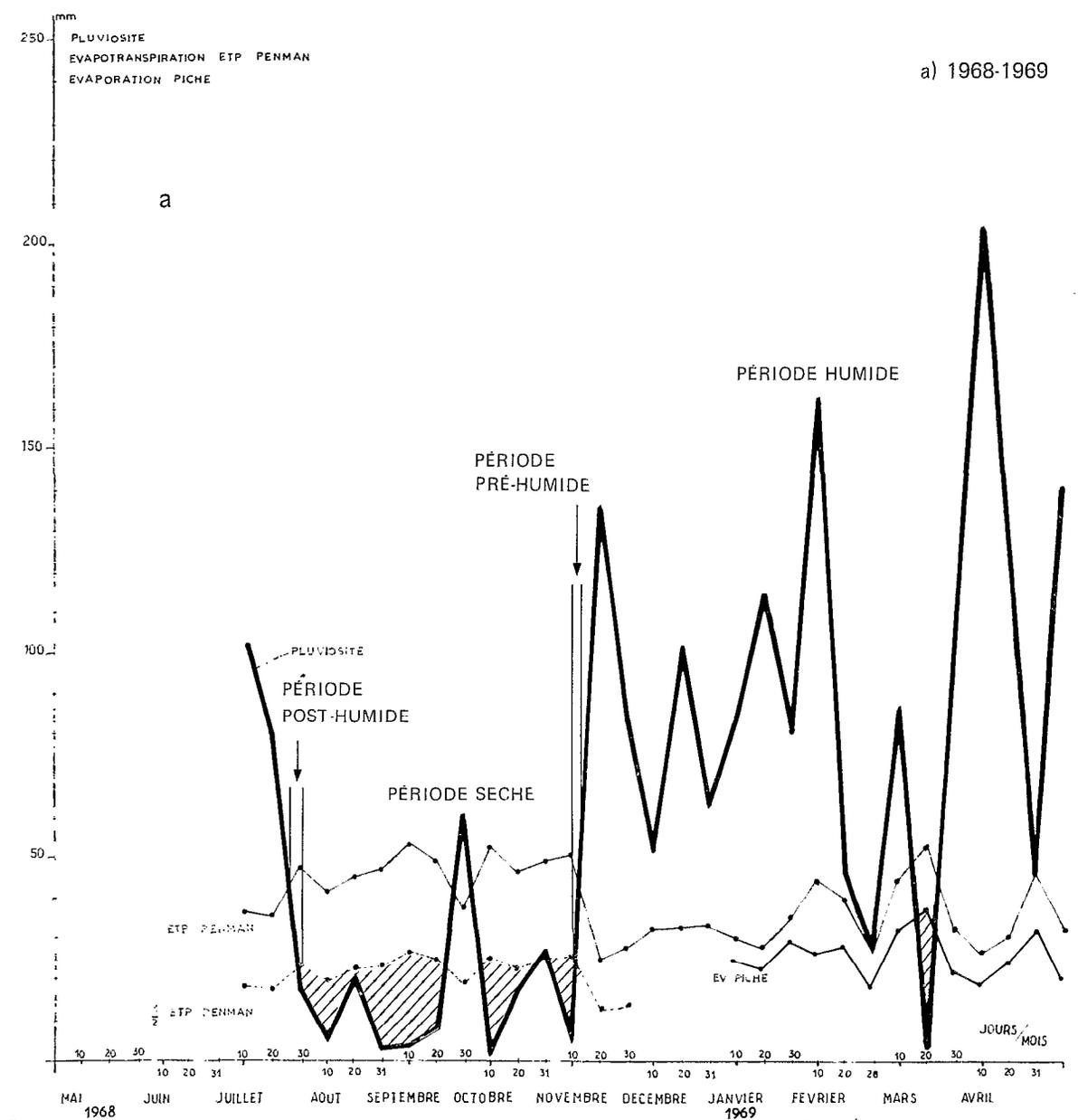


FIG. 3. a. — Plaine côtière ancienne de Guyane. Occurrence de la saison sèche.
a) 1968-1969

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 « îlets » de grands arbres.

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

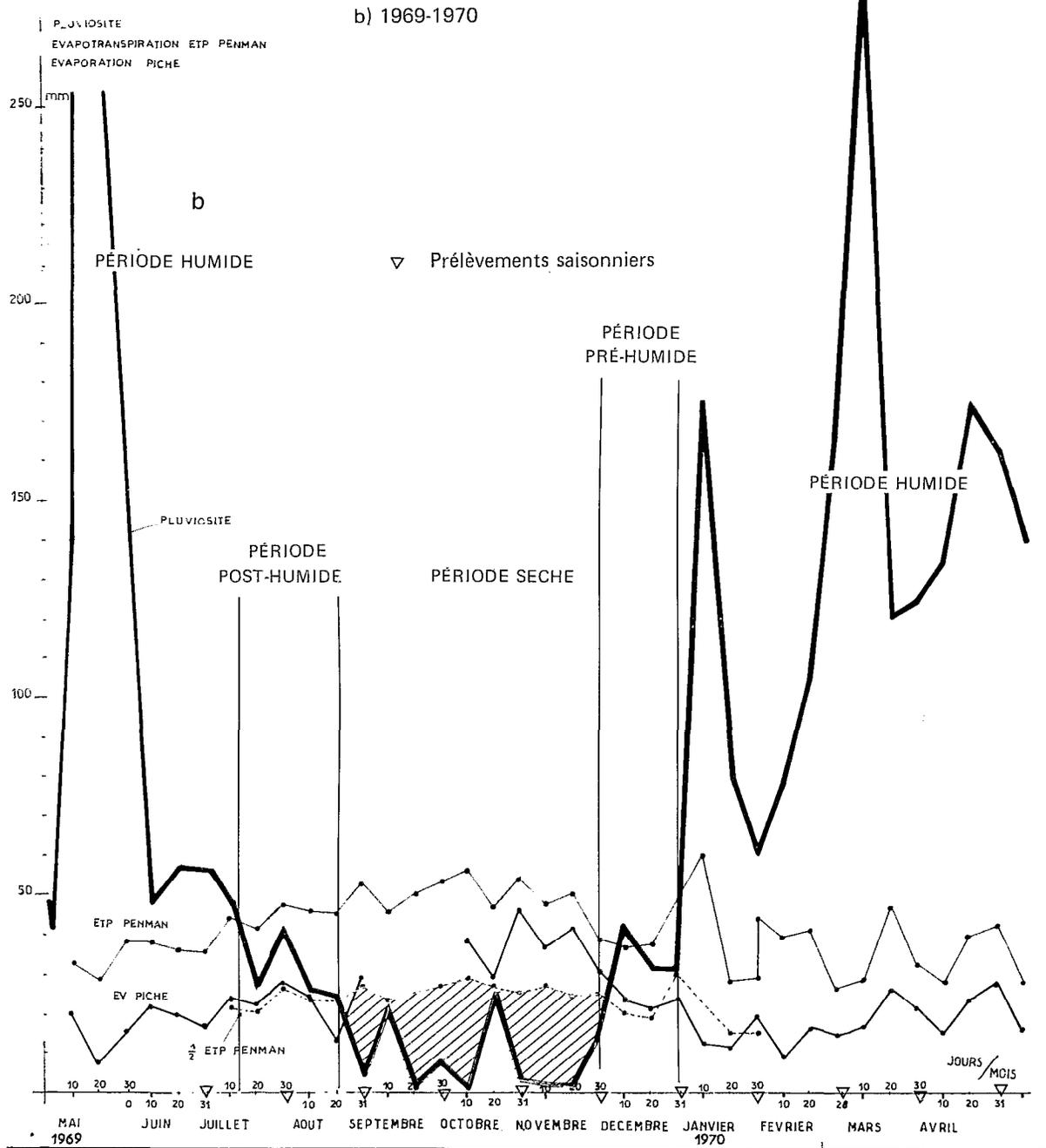


FIG. 3 b.

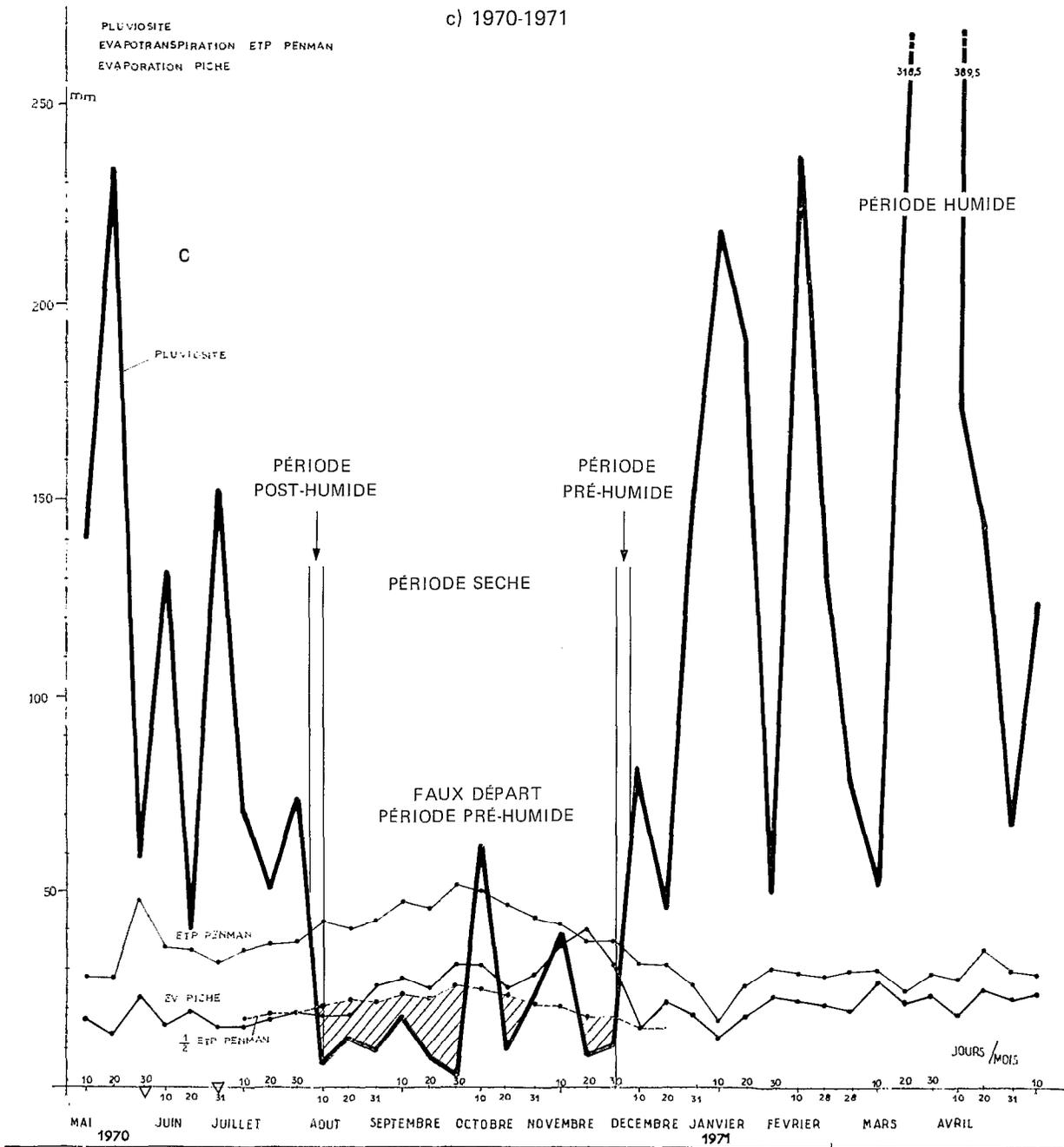


FIG. 3 c.

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*, *Geradria hispidula*, *Palicourea rigida*, *Galeandra juncea*, *Paspalum garderianum*,

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.

d) 1971-1972

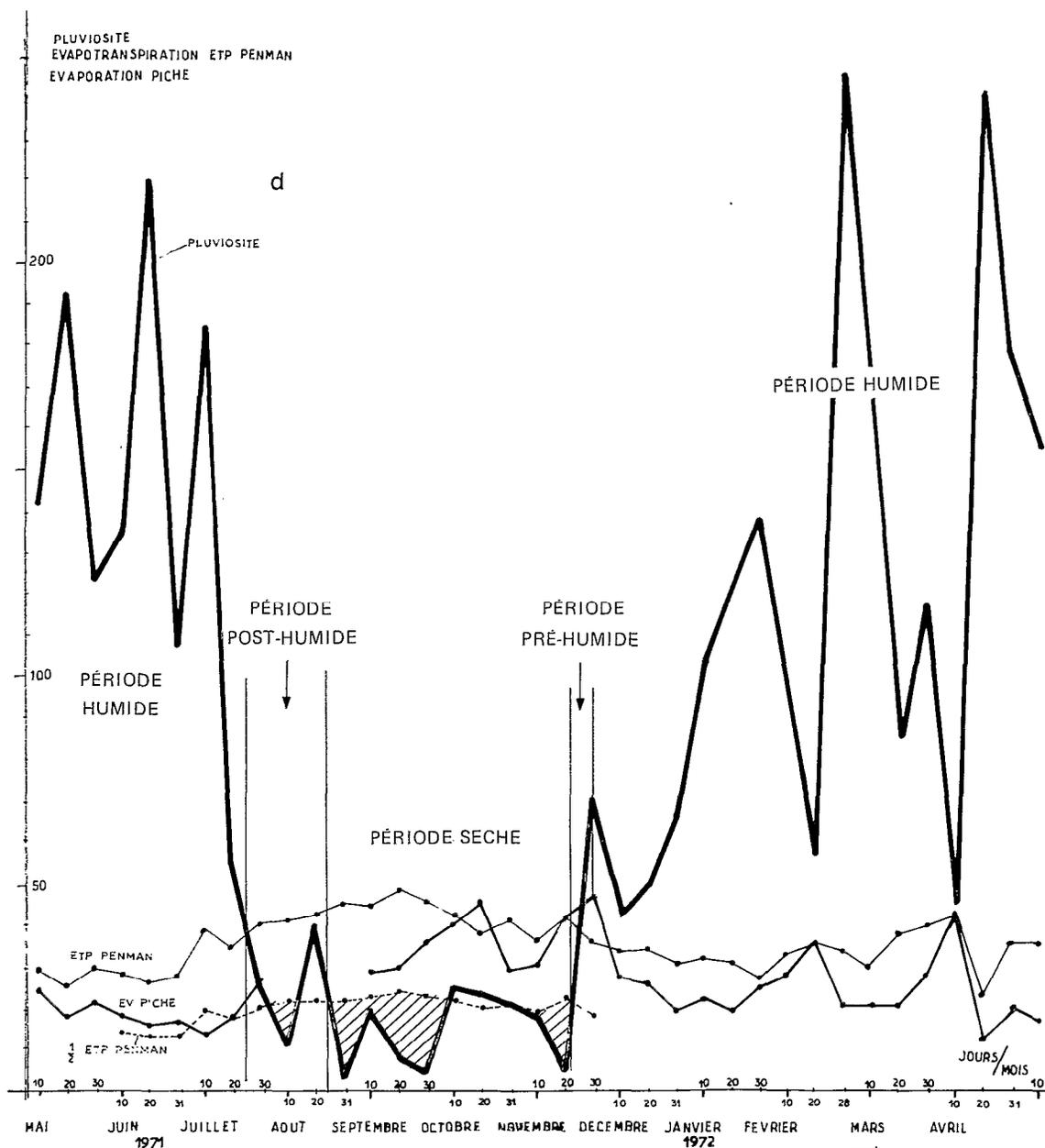


FIG. 3 d.

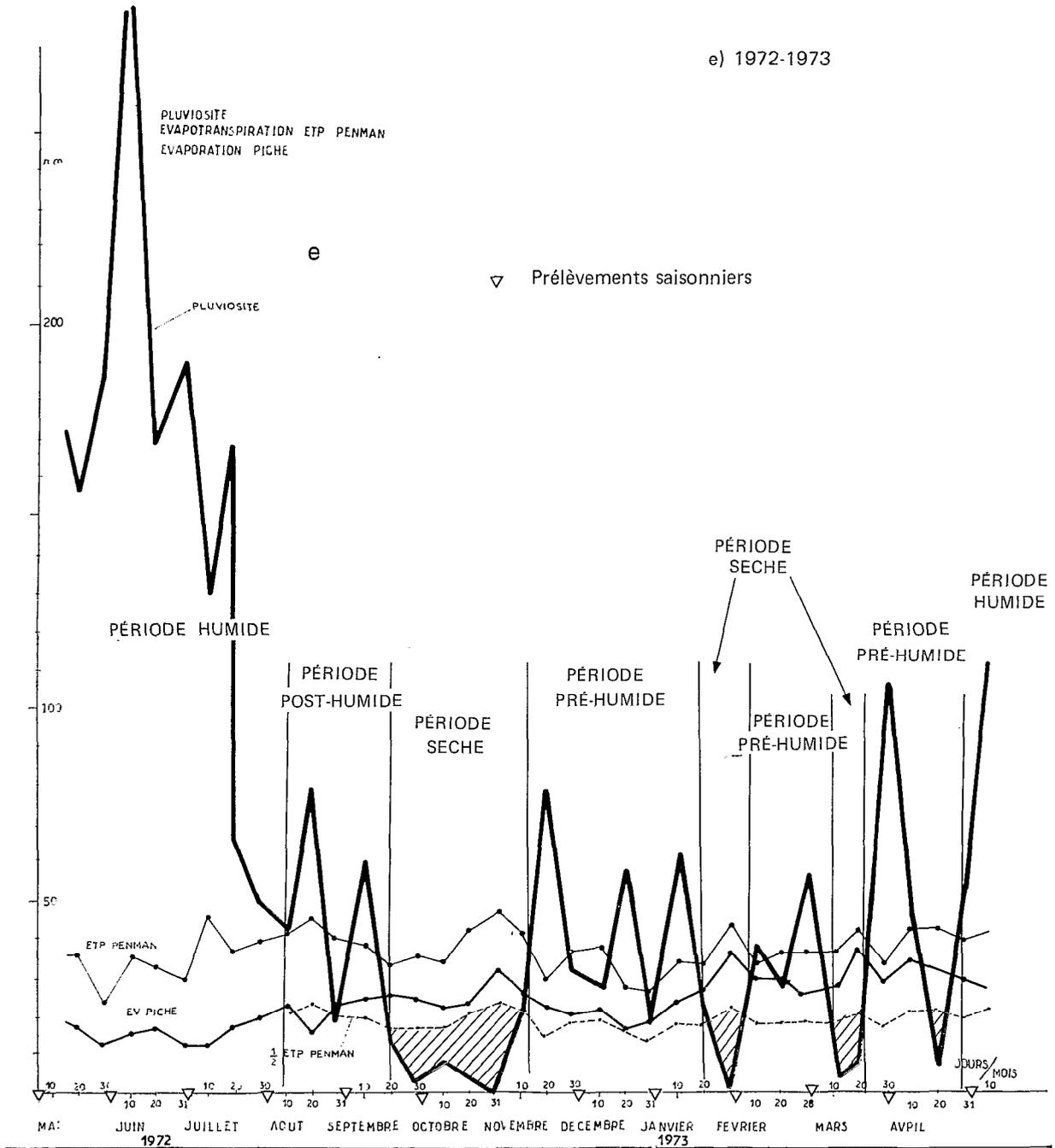


FIG. 3 e.

3.2.3. La savane basse arbustive à groupe écologique éluvio-colluvial mésophyte à *Byrsonima crassifolia*, *Panicum steroides*, *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*, *Habneria* s.p., *Panicum stenodoides*, *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 divisées (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 PALÉOCLIMATS

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 des large 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 espèce 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 recouverte 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) ; ces 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 morphogenèse mécanique domine et de grandes quantités de débris clastiques sont entraînés à la mer.

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).

TABLEAU 5. — *Stratigraphie du Quaternaire au Brésil (d'après BIGARELLA, DE ANDRADE)*

Années	Séries	Stade		Tectonique	Climat	Processus
		Glacial	Inter-Glacial			
15 000	Holocène			Epeirogenèse positive	Humide à phases sèches	Dissection sédimentation
	120 000	Pléistocène supérieur	Wisconsin			Semi-aride
			Sangamon	Epeirogenèse positive	Humide	Dissection
340 000	Pléistocène moyen	Illinoian			Semi-aride	Morphogenèse mécanique
			Yarmouth	Epeirogenèse positive	Humide	Dissection
1,5 million	Pléistocène inférieur	Kansan			Semi-aride	Morphogenèse mécanique
			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 triés de la vieille plaine côtière de Guyane française présente une morphologie de vieilles barres pré littorales (old offshore bars) amoindries par érosion et colmatage (SOURDAT, 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 triés 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) (CHOUVERT, BOYÉ) 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.

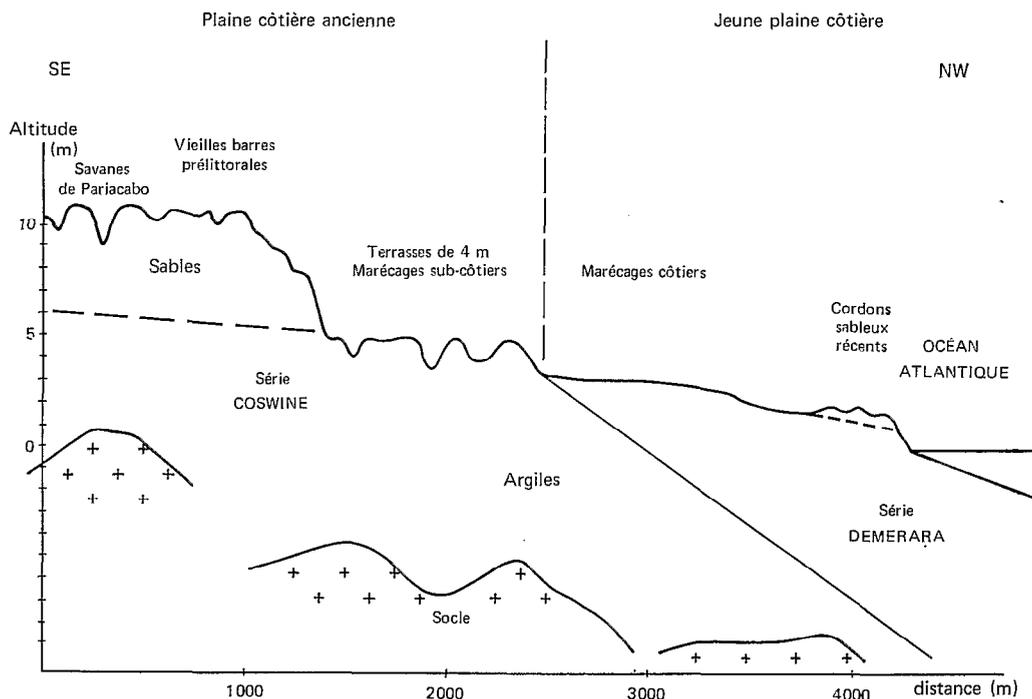


FIG. 4. — Coupe schématique de la plaine côtière de Guyane française (d'après VEEN 1970, sondages BRGM, carte IGN à 1/10 000 Kourou).

TABLEAU 6. — *Stratigraphie simplifiée de la plaine côtière*
(VEEN 1971, BOYE 1963, CHOUBERT 1973)

Période géologique	Age	Stratigraphie		Paysage	
		Surinam	Guyane Française		
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

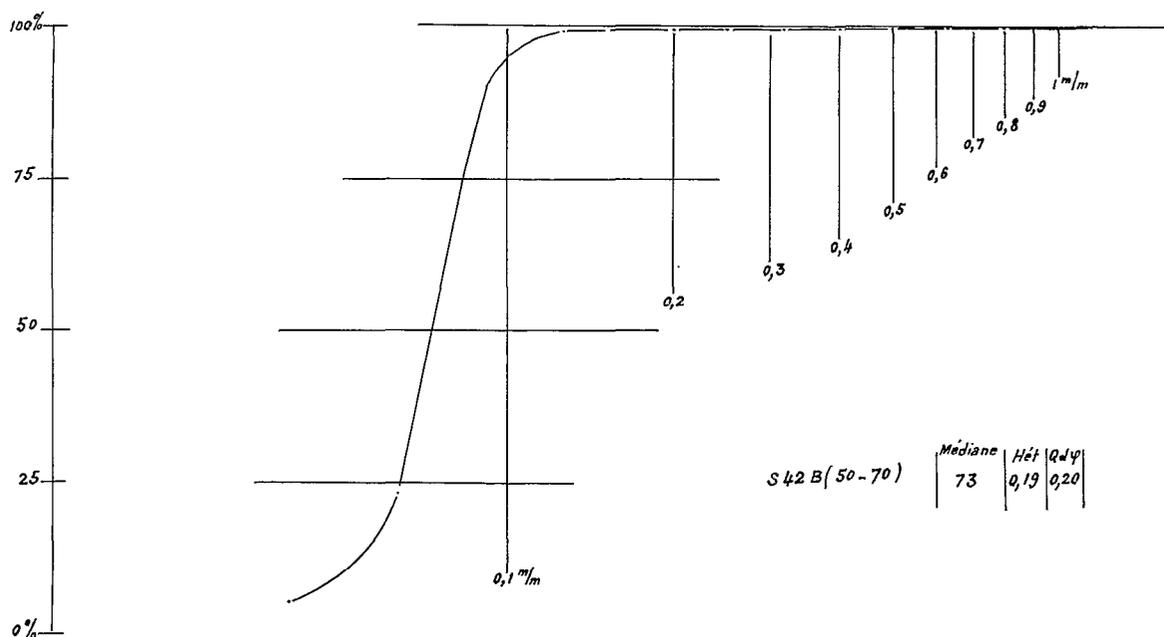


FIG. 5. — Sables fins triés des savanes de la vieille plaine côtière.
Caractéristiques granulométriques (SOURDAT-DELAUNE, 1970).

faciès logarithmique typique et se distinguent par la branche ascendante et subverticale ; les médianes sont toujours voisines de 85μ (entre 70 et 105μ) ; les hétérométries et le $Q d \emptyset$ sont voisins 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).

5.3 LE RÉSEAU DE DRAINAGE : FIG. 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 660 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 glacial (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 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.

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

d'après esquisse photogrammétrique à $1/20\ 000$ Savane Matiti, section topographique du CSG, novembre 1970 et feuilles IGN KOUROU SE à $1/50\ 000$.



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, SEGALÉN 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 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

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 dizaine 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 (gœthite, hématite et produits amorphes) hydroxydes d'alumine (gibbsite, rarement boëhmite 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 sesquioxydes
 - une quantité de bases échangeables faible
 - un degré de saturation variable, généralement faible.

(b) Dans les conditions guyanaises (pluviométrie supérieure à 1 600 mn), 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 mé 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 sesquioxydes, 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 Aoo, Ao, Al, A₂ est complet (TURENNE 1969) ; les couches L, F, H dans la partie superficielle sont reconnaissables.

Sous végétation de savane, les horizons Aoo, Ao 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 1 000 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 Al. 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 SÉQUENCES DE SOL DANS LE PAYSAGE SÉDIMENTAIRE DES SAVANES :

Exemple de la Savane Bordelaise et de la Savane de Pariacabo

2.1 SITUATION, MODELÉ, TOPOGRAPHIE, VÉGÉTATION Fig. 7a, 7b

2.1.1. Situation

Ces deux séquences sont présentées simultanément : elles comportent toutes deux le passage du sol podzolique au sol ferrallitique ; ce passage s'effectue sous végétation de savane, l'altitude relative des sommets, 10 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, est identique.

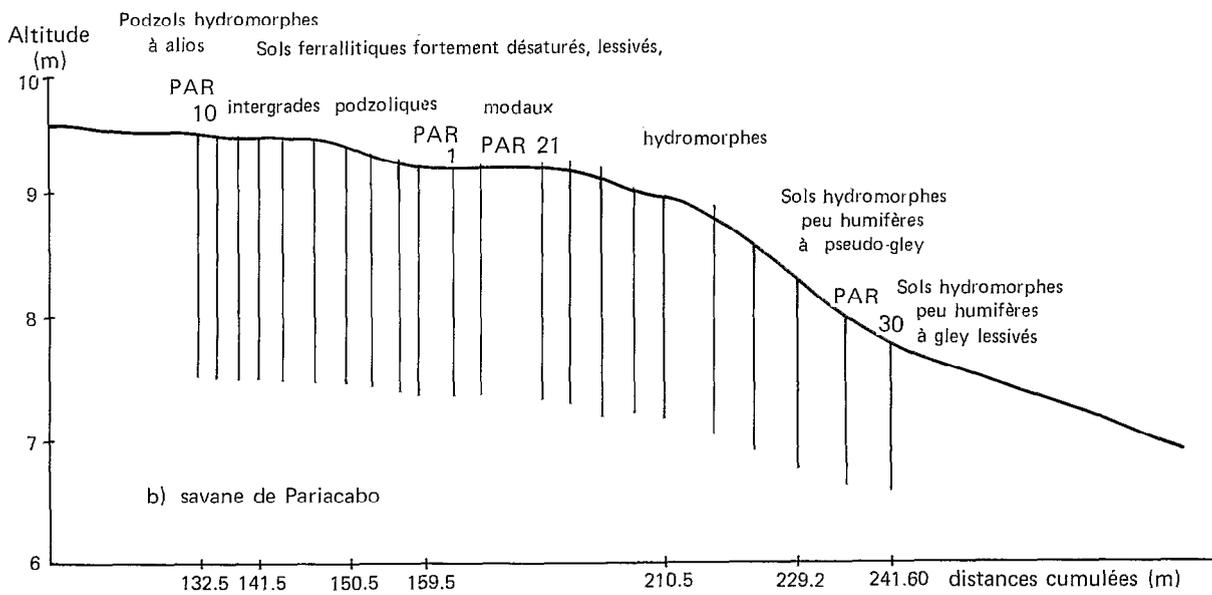
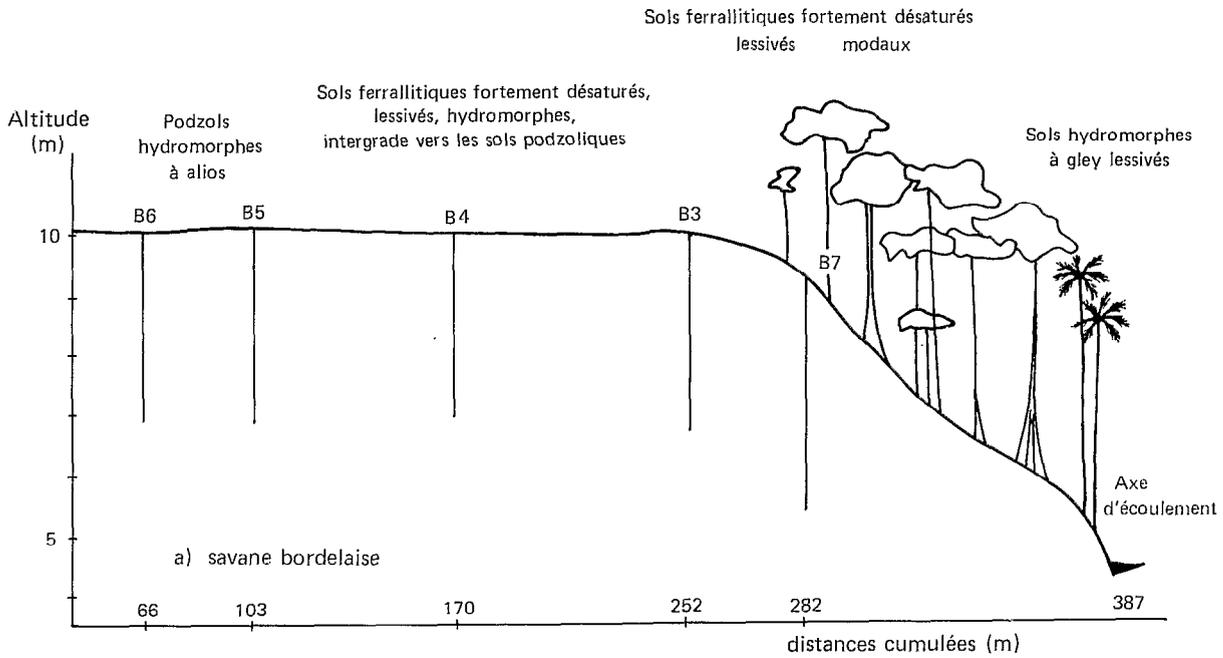


FIG. 7. — Répartition des sols, localisation des profils.

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 considérons 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 couverte 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 fissifolius* 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 1/50 000. Le climat de la zone est donné par la Station de Kourou (1956-1965) (2221 mm, 26 °2).

À 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.

- | | |
|--------|---|
| A11 | 1- 17 cm brun à gris brun, 10 YR 4/1, sable fin légèrement argileux, structure particulière à grumeleuse moyenne mal définie à agrégats de sables ; nombreuses racines fines, bonne porosité, friable, transition assez nette à |
| A12 | 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 |
| A2 | 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 |
| B1 | 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 moyennes, quelques racines fines, verticales. Transition graduelle à |
| B21 cn | 127-140 cm beige jaune, 10 YR 5/8 à plages ocres et concrétions rouille ocre à rouges, 2,5 YR 4/6 durcies, argilo 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) ;
 B22 cn sableux argileux à argilo sableux 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,
 C (g) sableux à sableux argileux, structure fondue, microporosité et macroporosité faibles à moyennes.

PROFIL TYPE B7

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

Description du Profil B7.

- A11 1- 4 cm lièze 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
- A12 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
- A2 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
- A3 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
- B21 (g) 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
- B22 (g) cn 105-180 cm humide beige ocre 7,5 YR 7/8 à beige jaune à 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.

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 A 2, 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 horizontale, marque le passage à un horizon textural B₂g, 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 B_{2g} — 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 ramenés 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 2g qui traduit une reprise du processus d'accumulation au sommet du B.

C. Les résultats des analyses de caractérisation (tableau 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 mé en A₁, toujours inférieures à 0,5 mé 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

TABLEAU 7. — Les sols de la plaine côtière de Guyane. Caractères analytiques

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

Ech.	Prof. (cm)	Horizon	Granulométrie						Matière 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	0,02	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	Granulométrie						Matière 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	0,80
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	2,60
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	5,70
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	7,50

(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 à concrétions ferrugineuses.
- cn

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.

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. Ceci est particulièrement visible à la base de l'horizon B et tend à indiquer une éluviation actuelle profonde : il s'agit alors d'un horizon A' 2.

* 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 ; cn concrétions ferrugineuses essentiellement.

TABLEAU 7 (suite 2)

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

Ech.	Prof. (cm)	Horizon	Granulométrie						Matière 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	0,04	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	A2/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,
	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,

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

Ech.	Prof. (cm)	Horizon	Granulométrie						Matière 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 %	
BOC61	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	CG	—	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

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

- | | | |
|----------|------------|---|
| A1 | 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 |
| A12 | 18- 30 cm | beige à beige gris à petites taches ocres diffuses et taches grises, sableux un peu argileux, structure particulière à polyédrique moyenne mal définie ; on note quelques plages plus sombres de migration de matière organique ; friable, quelques racines fines verticales, transition progressive à |
| A2 | 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 |
| A2/B (g) | 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 |
| B2 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 cn | 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 |
| | 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. |

TABLEAU 7 (suite 3)

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

Ech.	Prof. (cm)	Horizon	Granulométrie						Matière 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 %											
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 1h	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 2h	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).

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. En profondeur, l'appauvrissement en argile et en fer traduit un départ de ces éléments ; la désignation de cet horizon appauvri profond peut à nouveau être faite en utilisant le terme A'2, traduisant ce caractère d'éluviation.

La succession des horizons est alors la suivante :

A 11, A 12, A 2, A 2/B (g), B 2 g, B' 2 g, B'2 g cn, Cg.

3 - Classification

Les traits de la pédogenèse 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.

A11	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
A12	7- 18 cm gris brun à gris 7,5 YR 7/0, sableux particulaire, friable, racines moins abondantes, petites, transition progressive à
A21	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
A22	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
B1 h	33- 43 cm brun à brun jaune 5 YR 5/6 à plages brun ocre diffuse 2,5 YR 3/6 et plages horizontales de couleur brune ; sablo-argileux, structure polyédrique moyenne à fine à débit polyédrique, amorce d'une structure lamellaire 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 taches à 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, amorce d'une structure lamellaire discontinue, porosité faible, transition graduelle à
- B2 h cn
- 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 macrobiopores ; 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 forestières

- savane de Kourou, feuille IGN NB 22 11 4 C Kourou SE 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.

- 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
- LF
- 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
- A11
- 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
- A12
- 24- 60 cm gris à trainées brunes sableux, structure particulière, friable, cohérent, faible compacité ; transition assez nette à
- A21
- 60-120 cm 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,
- A22
- 120-140 cm gris brun, sableux, structure fondue à débit polyédrique grossier, friable, cohérent, assez forte compacité ; transition festonnée à
- B1 h
- 140-165 cm 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
- B2 h
- 165-180 cm 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 (cf pl. I h.t. en dépliant)

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 exhaussées 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'alios (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) (7me).

— 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'aliolite indurée (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 indurée) 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 nodules 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 aliolite et correspondent aux plinthaquilt tropaouods.

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 podzolique 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 2μ).
- 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).

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 abandonne 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 ». « 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 à 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 :

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

Dans les deux îlots 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 BROECK *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 A'2 profond. 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.

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 entraînement 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.

Entraînement 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 maxi-

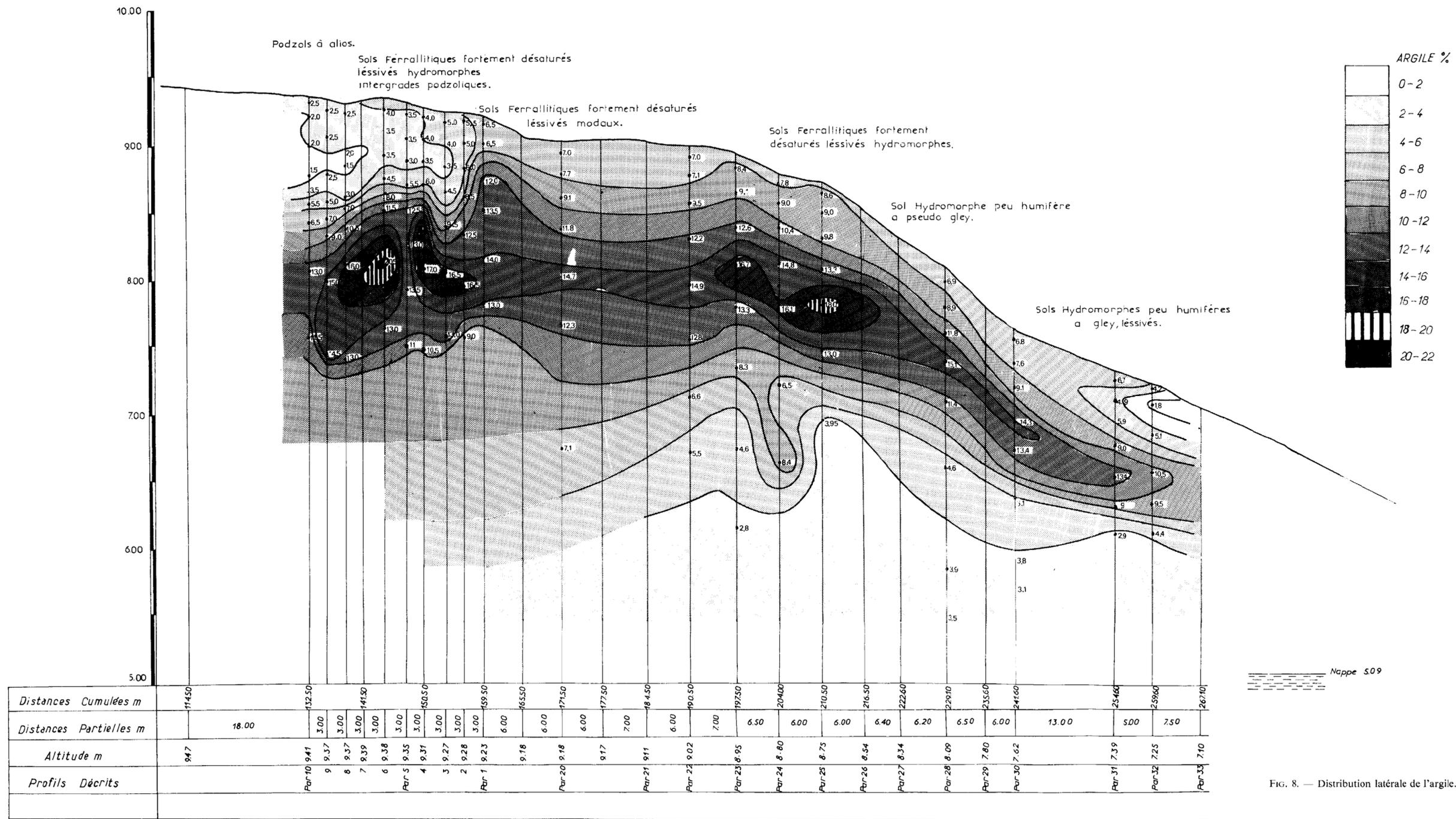


FIG. 8. — Distribution latérale de l'argile.

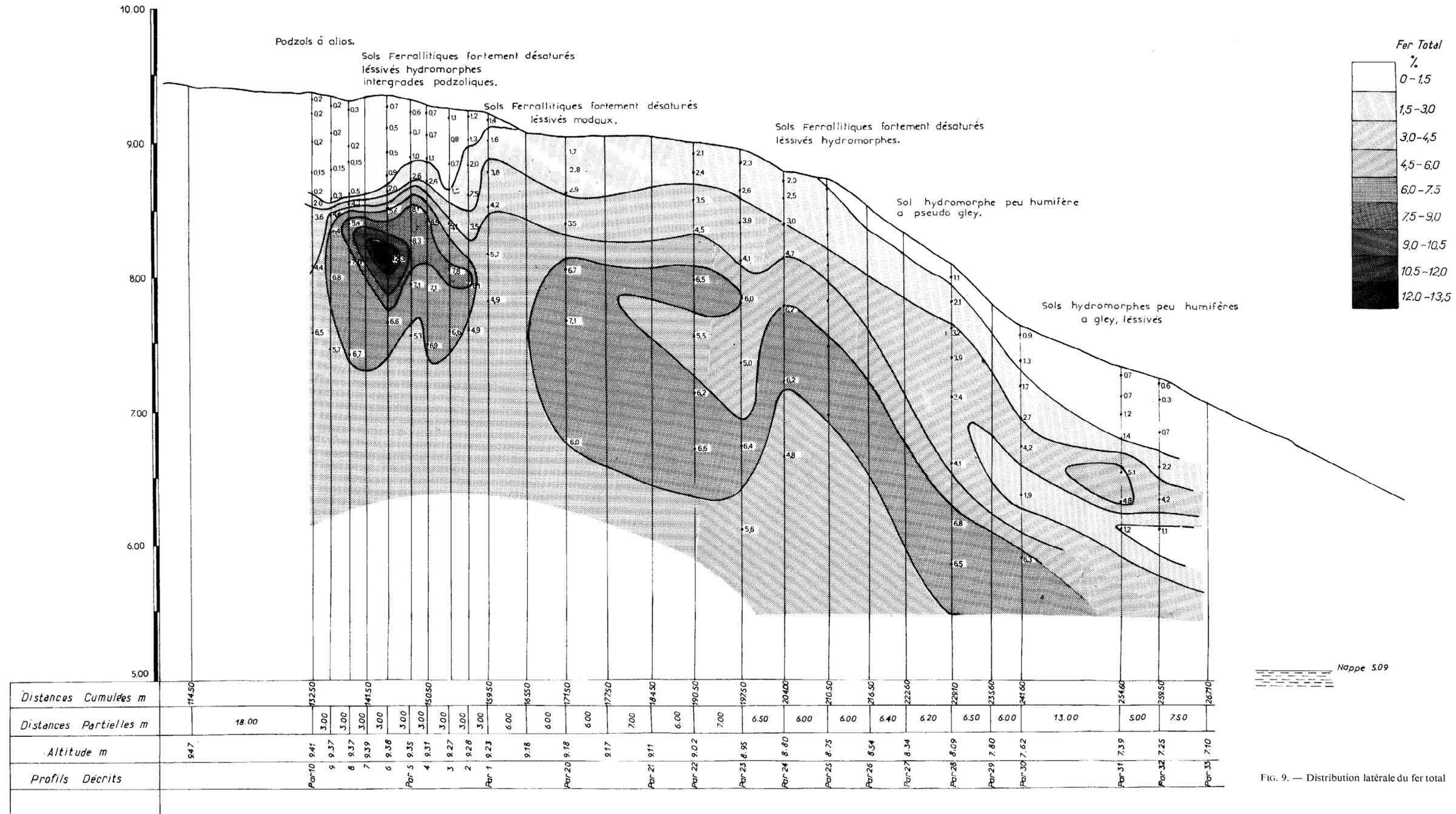


FIG. 9. — Distribution latérale du fer total

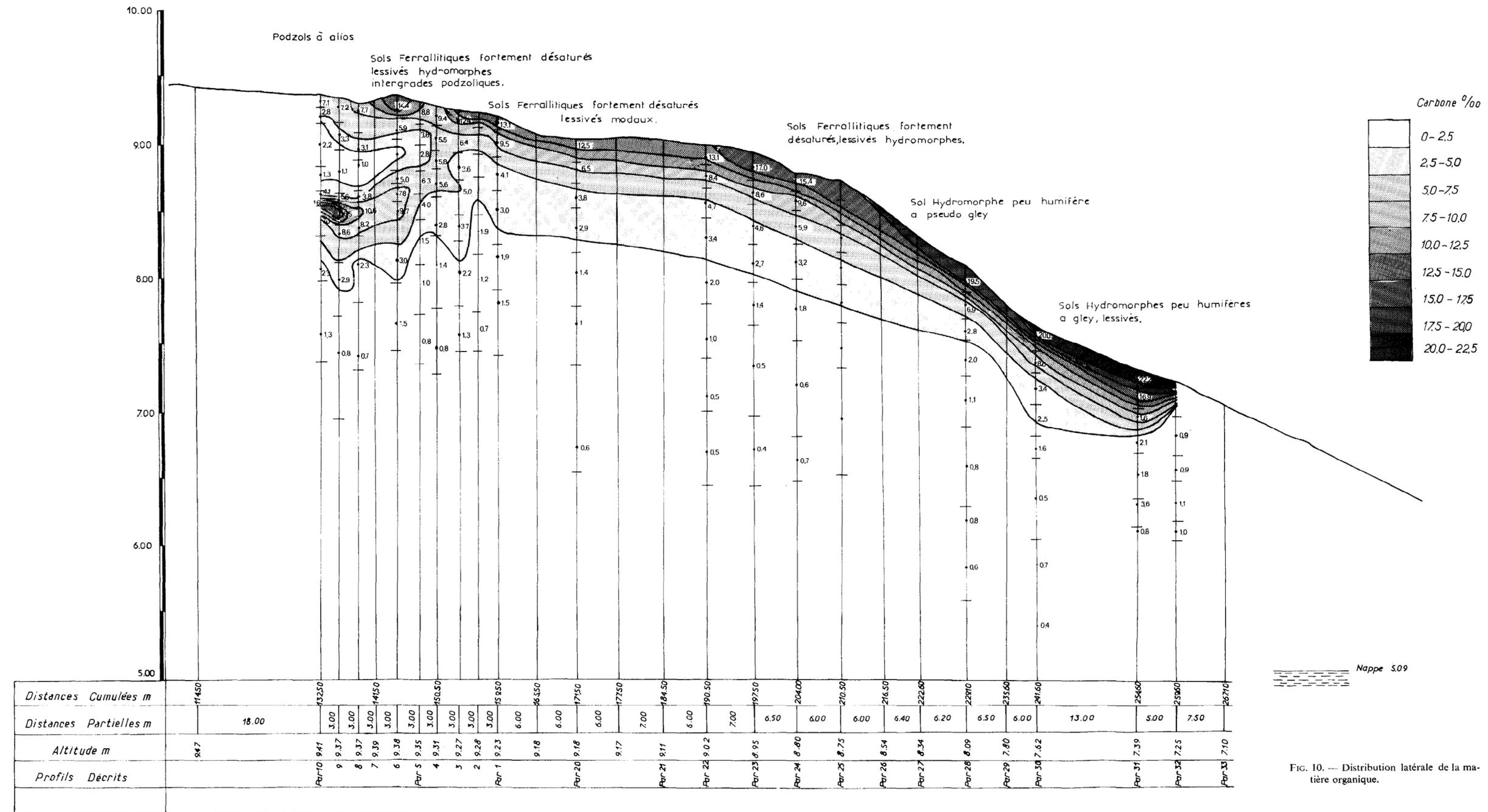


FIG. 10. — Distribution latérale de la matière organique.

male sous forme d'aliots induré. Cet horizon B 1 h (PAR 6, 7, 8, 9 et 10) est de faible épaisseur (13 à 1 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.

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 et subit son influence; chaque accumulation constituant une barrière, la podzolisation amont relèverait 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 entraînement 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-après.

TABLEAU 8. — Perméabilité comparée des horizons de sols de savane $K(10^{-6} \text{ ms}^{-1})$

Podzol hydromorphe à alios	Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé intergrade podzologique	Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé
Profondeur horizon $K10^{-6} \text{ ms}^{-1}$	Profondeur horizon $K10^{-6} \text{ ms}^{-1}$	Profondeur horizon $K10^{-6} \text{ ms}^{-1}$
1 - 47 cm A2 54	1 - 48 cm A2 37	1 - 104 cm A2 21,4
1 - 70 cm B2h 3,7	1 - 80 cm A2/B(g) 6,6	1 - 138 cm B1 7,5
1 - 120 cm Bs(g) 3,1	1 - 120 cm B2g 3,5	1 - 180 cm B2 cn 4,1
1 - 180 cm B'(g) 7,1	1 - 160 cm B'2g cn 7,3	1 - 280 cm C(g) 22,7
	1 - 220 cm Cg 16	

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.

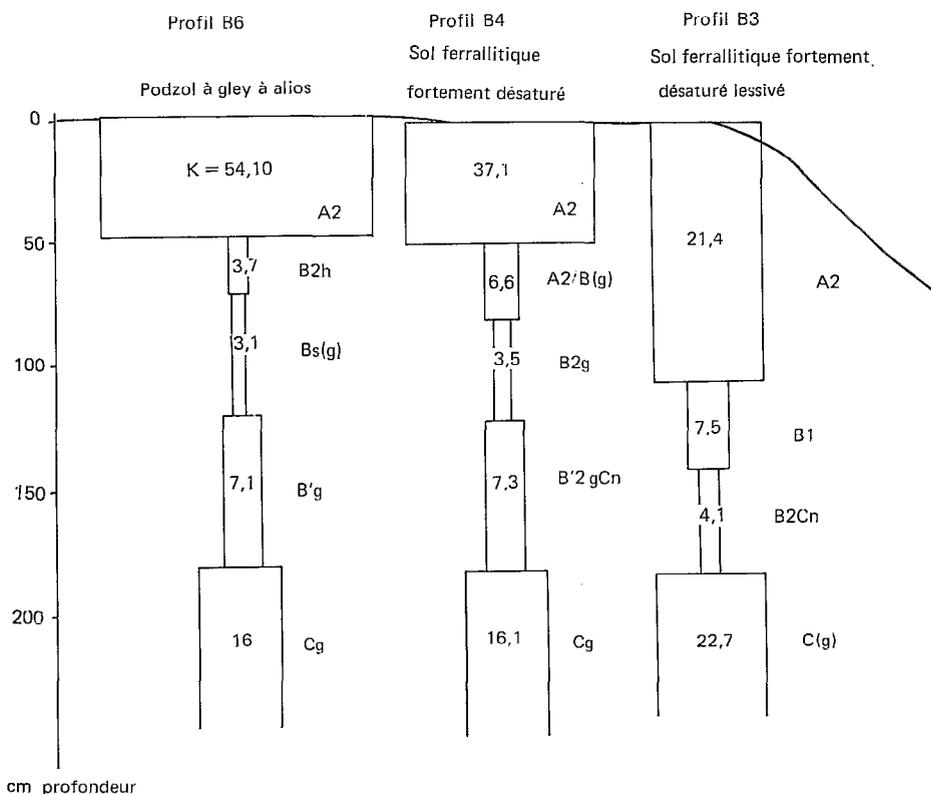


FIG. 11. — Perméabilités comparées des horizons des sols de savane. Cas de la savane bordelaise (valeurs de K en 10^{-6} ms^{-1}).

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 Bt dans le sol ferrallitique (perméabilité $7,5 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$) la superposition d'un deuxième horizon B au niveau des sols intergrades, à caractères différents (perméabilité $3 \cdot 510^{-6} \text{ ms}^{-1}$). L'horizon sous-jacent (B') gardant 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 pré-humide, la nappe profonde alimentée par une percolation rapide à travers les horizons argilliques ou l'aliôs, 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 de 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. 12).

— 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).

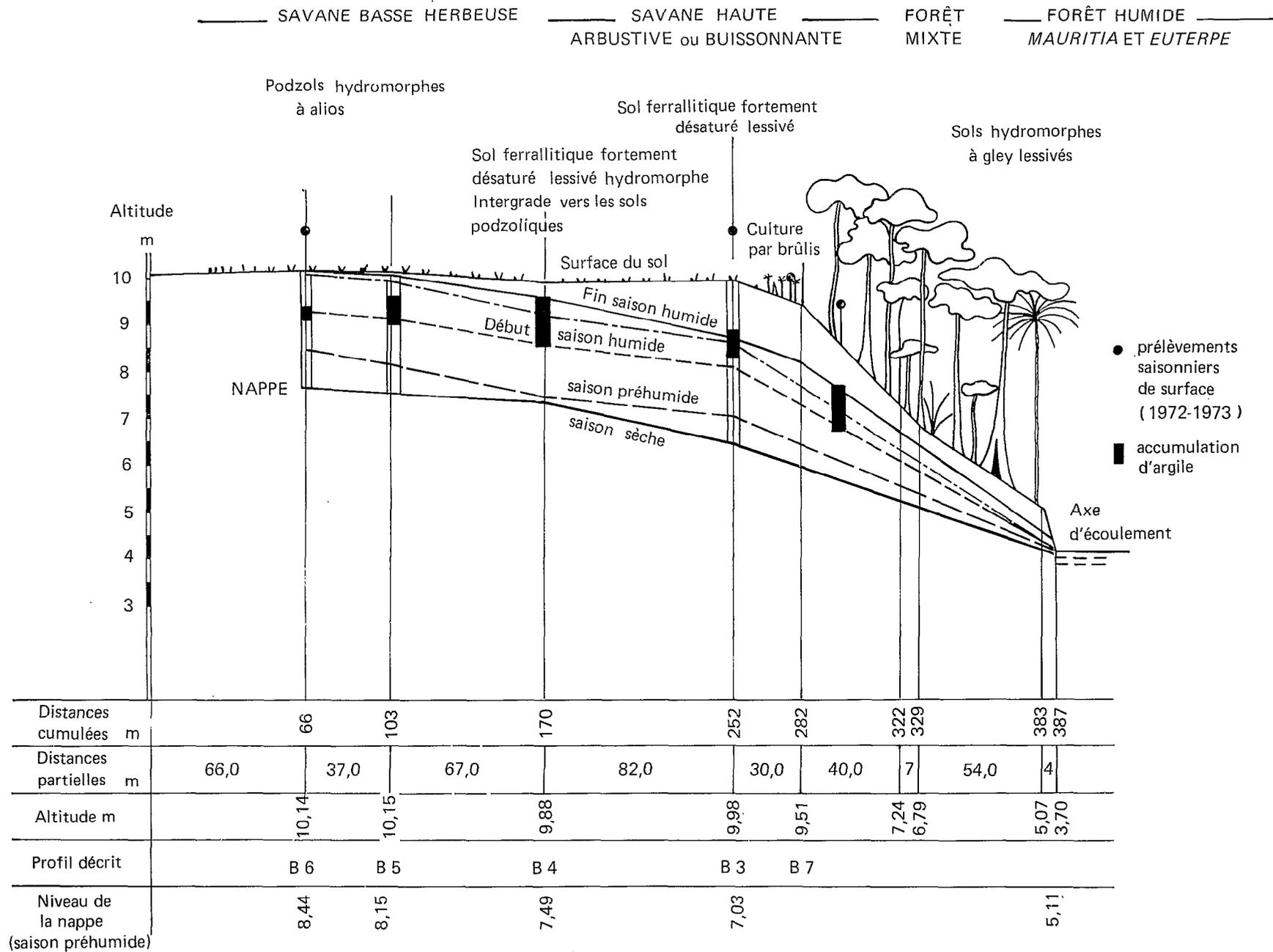
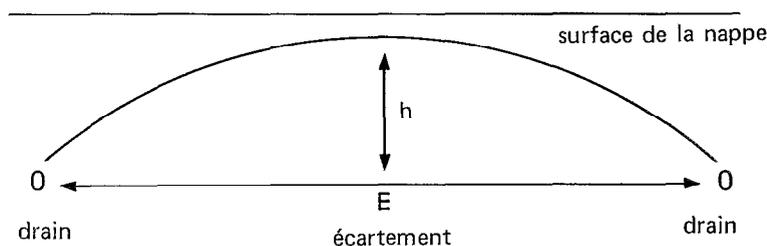


FIG. 12. — Savane bordelaise. Profils saisonniers de la nappe.



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 :

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

h = hauteurs entre sommet de la nappe et le niveau de l'eau dans l'axe découlement = 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 HOGGOUT)

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

$$qc = 0,36 \text{ l/s/ha} = 0,36 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{s}$$

le calcul donne une valeur de E = 400 m soit E/2 = 200 m

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

* Crique : cours d'eau de faible importance.

- (a) *pH*. On observe un gradient de pH depuis le sol podzolique 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 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 sol de l'horizon B des sols ferrallitiques aval.

3 LES SÉQUENCES DE SOLS SUR MANTEAU D'ALTÉRATION EXEMPLE DE LA SÉQUENCE 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) (BLANCANEUX,

1974), tendent toutes aux mêmes conclusions : le caractère sableux de la roche mère paraît être dans tous les cas l'élément dominant des facteurs de la pédogenèse, auquel s'ajoute (BLANCANEAU, 1974) le rôle de l'eau induit par des phénomènes d'hydromorphie temporaire et d'écoulement subhorizontaux. 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 pédogenèse 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 figure 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 broussailleux et xérique évoque une sécheresse édaphique plus poussée ; une espèce est caractéristique de cette formation, *Dimorphantha hohenkerki*.

Mais, s'il est possible de différencier clairement la végétation en se plaçant dans des situations nettement définies, grandes surfaces de sols ferrallitiques séparés 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.

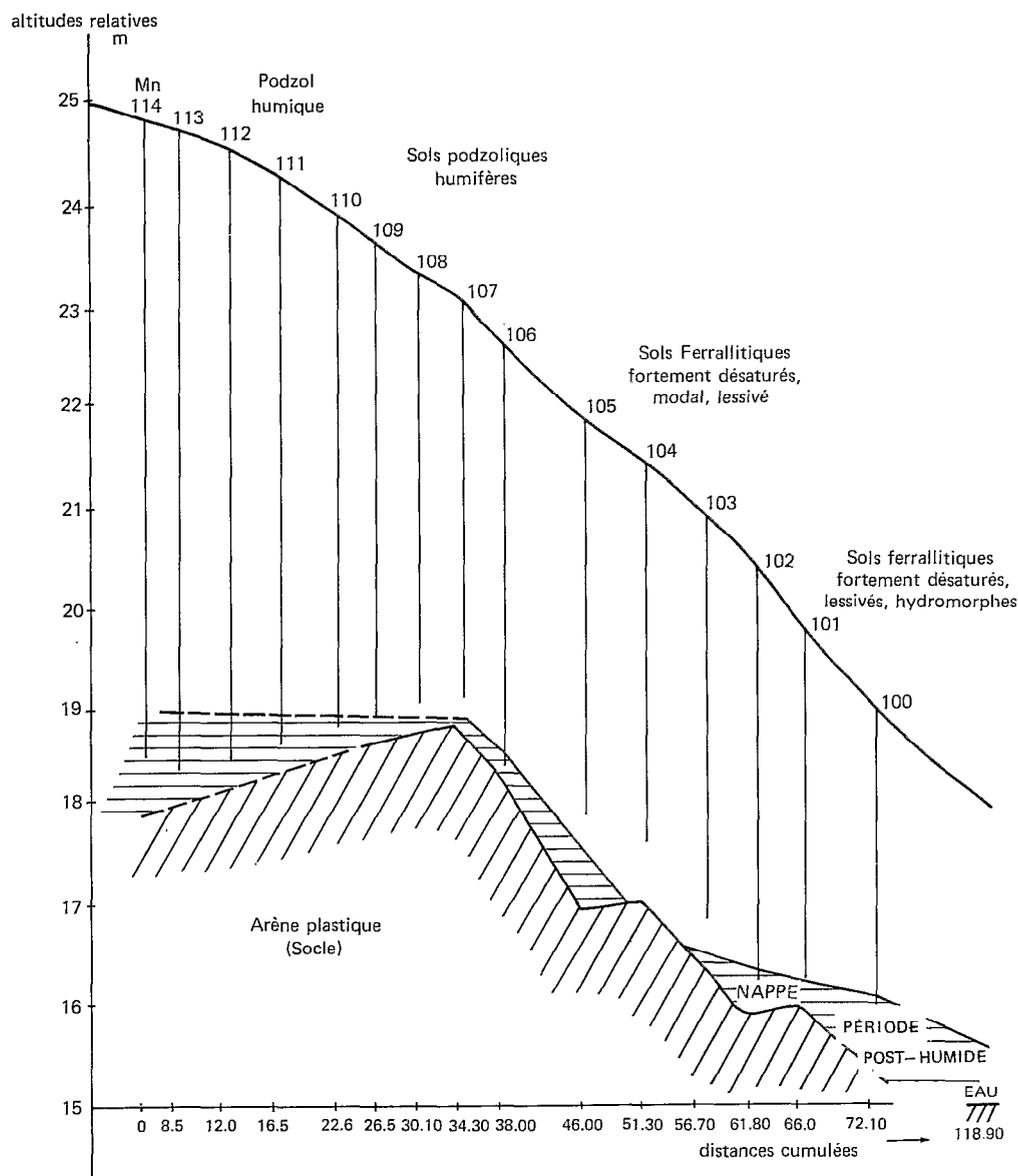


FIG. 13. — Crique Laussat - répartition des sols - localisation des profils.

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 des caractères vraiment xéromorphes (il y a de grands arbres), bien drainé, présente une forêt à grands arbres moins dense, où d'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 microphylls (caractère xérique) absente ailleurs dans la forêt. Enfin, cette enclave est bien caractérisée par une Bromeliaceae 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 granito-gneiss guyanais : %

quartz	feldspath K	plagioclases	micas noir
37	5	44	14

Les courbes de distribution granulométriques (BOYE, 1963), qu'elles concernent les sables blancs (podzols), les sables des sols ferrallitiques ou 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 (fig. 13) 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 granito-gneiss - Route de Saut Sabbat) avec un léger redressement de la courbe sensible dès l'arène (éch. 1008) et des courbes homologie dès que l'on analyse soit les sables des sols de bas de pente (ferrallitique) soit des sables des podzols 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 matériau 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 en 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 (131,1 % 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 pédogenèse 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'aliots 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).

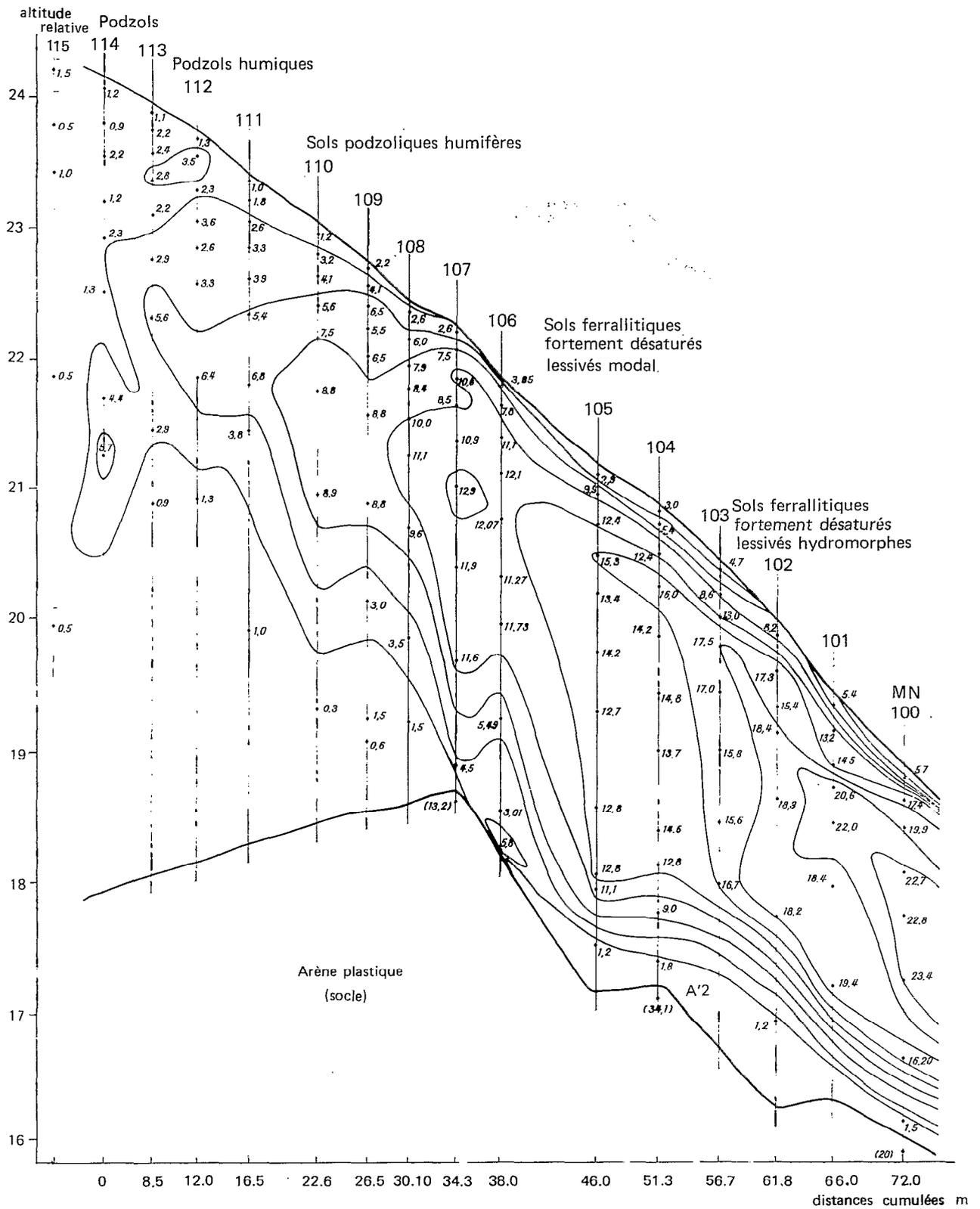


FIG. 14. — Crique Laussat - distribution de l'argile (équidistance 2,5 %).

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 de 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.

— au niveau du sol intergrade (MN 110) un îlot 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

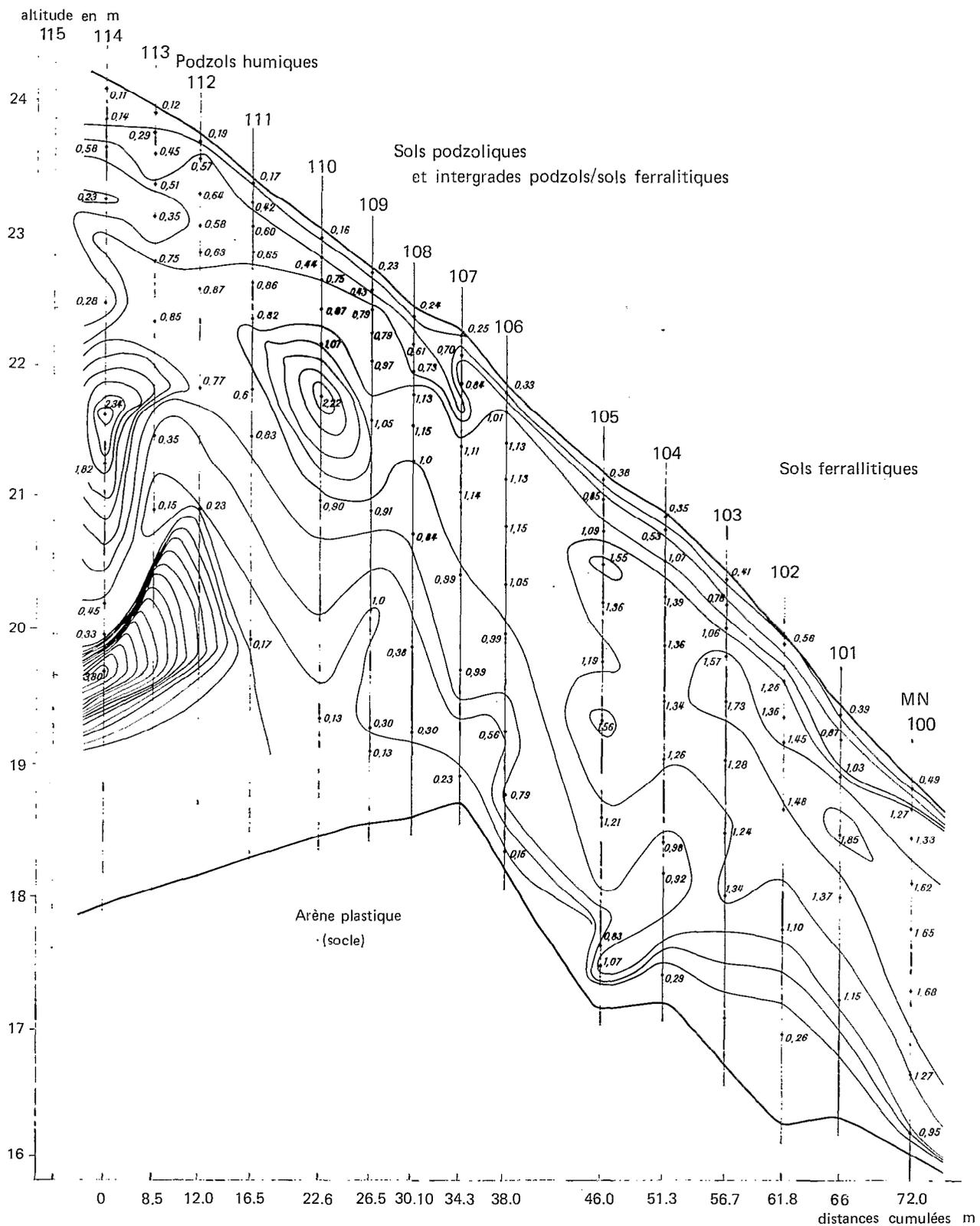


FIG. 15. — Crique Laussat - distribution du fer total (équidistance 0,25 %).

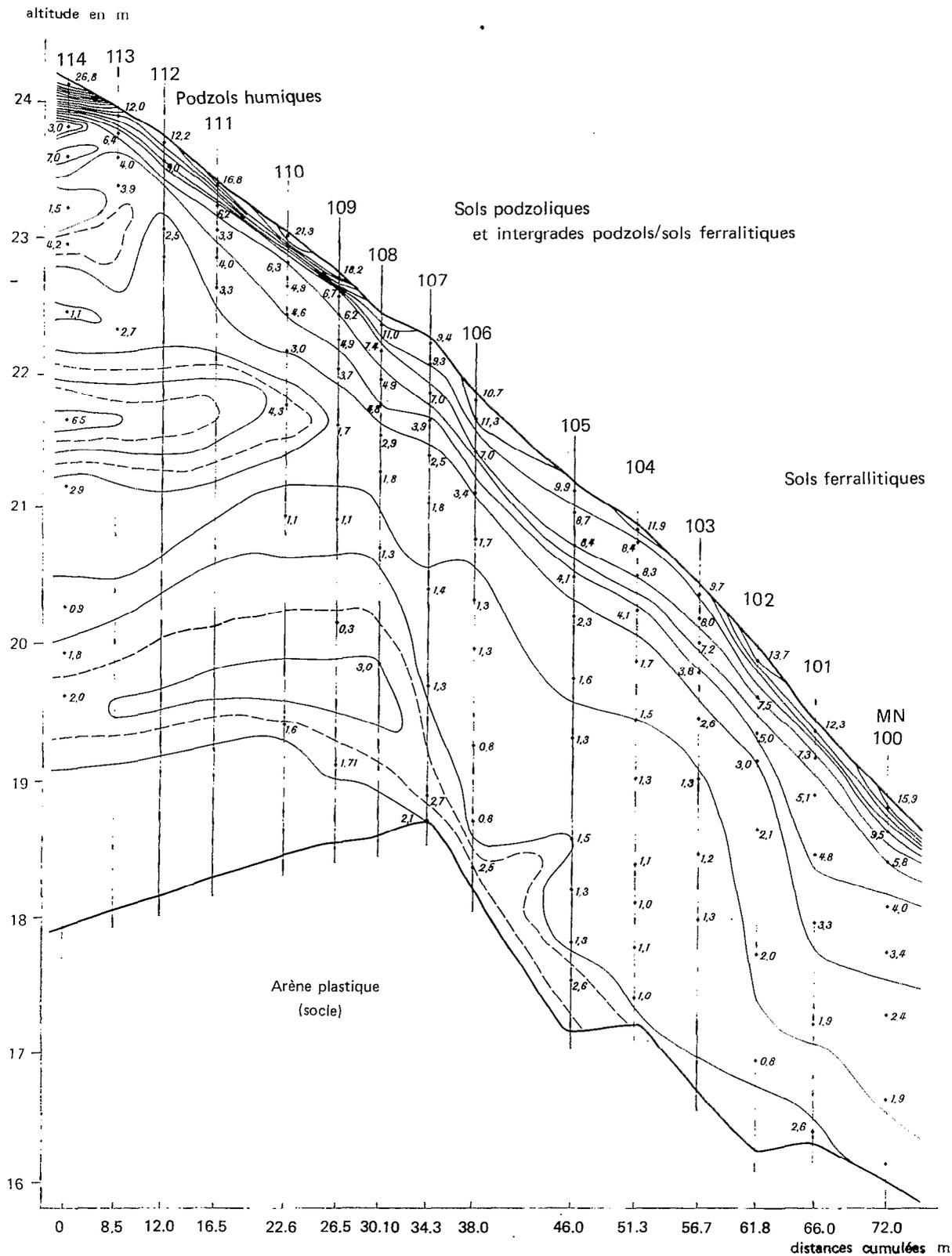


FIG. 16. — Crique Laussat - distribution de la matière organique (équidistance 1,5 %).

vernaculaires reflétant cette particularité (crique rouge, eau rouge, Black water, Rio preto, Rio negro, Cola Greek, des pays voisins).

TABLEAU 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° ($\Omega\text{cm cm}^{-2}$)	10 000	Fe ₂ O ₃ mg l^{-1}	0,6
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 . .			
Electrophorèse (% acides humi- ques)	26 %	K ₂ O —	0,67
Acides humiques intermédiaires et mobiles	74 %	Na ₂ O —	4,86

Ces eaux de drainage sont très peu chargées en fer et en alumine et fortement chargées en matière organique dont les 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, HEYLIERS 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'ÉTUDE DES SÉQUENCES DE SOLS SUR MATÉRIAU SÉDIMENTAIRE ET SUR MANTEAU D'ALTÉRATION

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 pédogenèse 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 répartition 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 A' 2 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 :

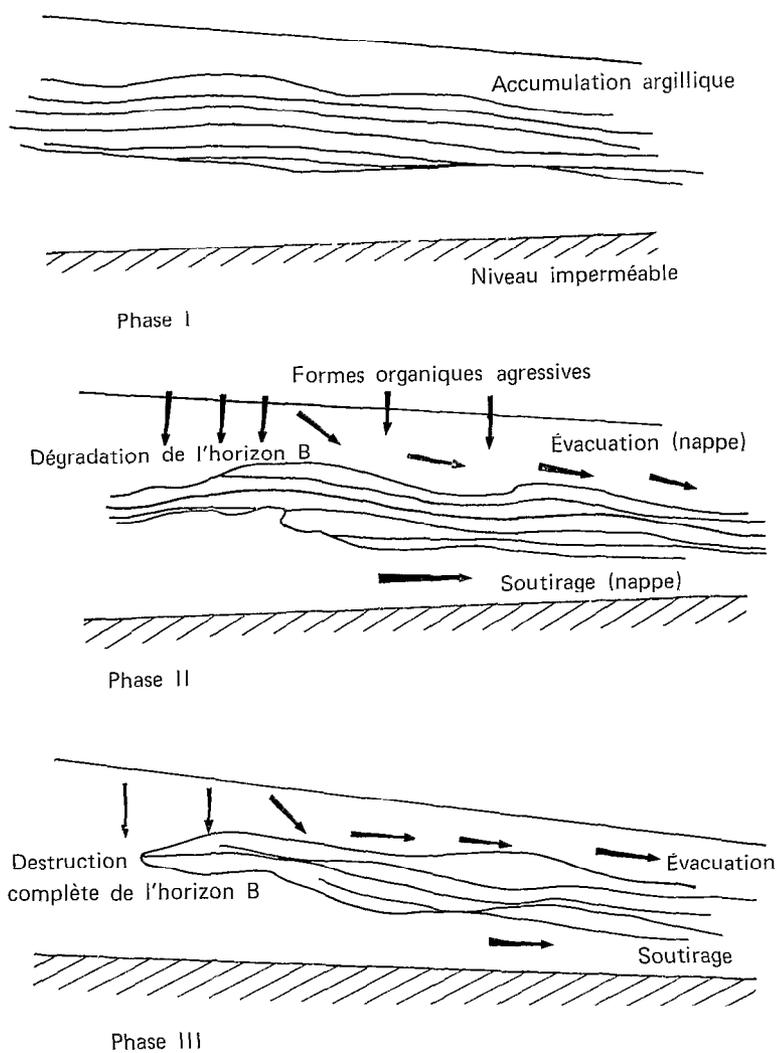


FIG. 17. — Schéma d'évolution des séquences.

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.

DEUXIEME PARTIE

***ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION SAISONNIÈRE
DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS
DE LA PLAINE CÔTIÈRE DES GUYANES***

CHAPITRE III

LES FRACTIONS EXTRACTIBLES DE LA MATIÈRE ORGANIQUE MATÉRIEL, MÉTHODES

Nous avons choisi, dans le paysage des Savanes de la Plaine Côtière, de procéder à une campagne de prélèvement 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 œuvre a permis de traiter tous les échantillons,

— la méthode Dabin, par extractions successives à l'aide de réactifs alcalins ($P_2O_7Na_4$, 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 PRÉLÈVEMENTS 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 1969-1970 (juillet à juin) et 1972-1973 (avril à juin), dans la Plaine Côtière ; quatre sites ont été retenus, Savane Bordelaise, Savane Matiti, Savane Combi, Savane de Corossoy (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 1969-1970 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 MÉTHODES D'EXTRACTION DES COMPOSÉS HUMIFIÉS

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 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 électrophoregrammes 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'électrophoregramme en s'appuyant sur une division fonction de la longueur de l'électrophoregramme : 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 (PERAUD 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.F. 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, quelque 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 considérons, 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 ALCA-LINS (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 Duchaufour-Jacquin. L'extraction est toutefois plus poussée, dans le cas des sols guyanais, lorsque l'on effectue (tableau 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 11. — Comparaison des fractions extraites par la méthode Duchaufour-Jacquin et par la méthode Dabin (% de C total) (sol ferrallitique intergrade podzologique)

Horizon	Méthode Duchaufour-Jacquin				Méthode Dabin			
	Extrait hydro-soluble + hymato mélanique	Extrait Pyro.	Extrait Soude	Humine	Extrait PO ₄ H ₃	Extrait Pyro.	Extrait NaOH	Humine
A11	1,5	26,0	13,2	59,2	9,8	23,0	12,7	54,3
A12	4,7	44,7	15,7	35,3	26,5	13,2	19,3	40,9
A2	3,8	48,8	13,3	34,4	31,8	17,9	17,9	32,3
AB	3,0	54,1	13,17	29,8	45,3	11,5	13,0	30,1
A11	2,0	25,4	13,0	59,5	9,6	26,3	16,1	49,1
A12	5,7	45,0	11,0	37,9	25,3	25,6	14,3	34,6
A2	2,0	60,8	11,3	25,7	16,4	36,7	12,5	34,3
AB	4,3	49,6	11,3	34,4	44,8	17,3	14,8	23,1

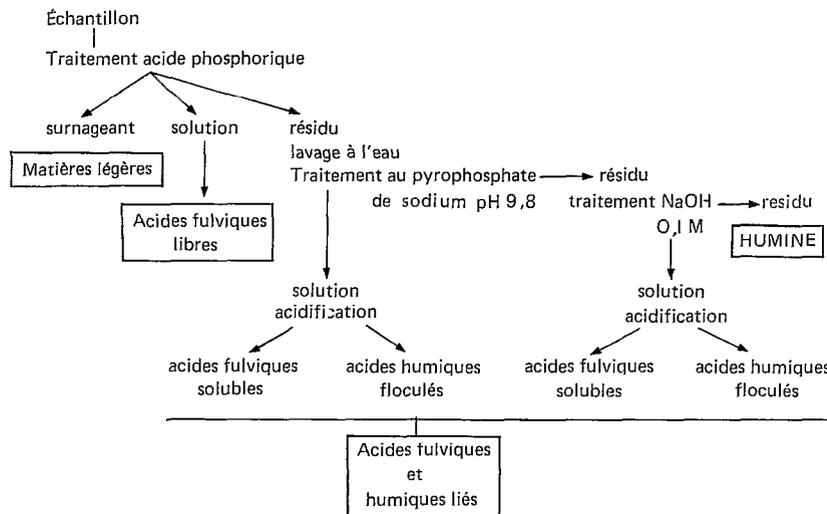
Les résultats obtenus par la méthode avec prétraitement acide montrent tout l'intérêt de la séparation de la fraction soluble dans l'acide phosphorique : elle représente les acides fulviques dits « libres » et leur appréciation à travers le profil est un bon critère de la mobilité des formes organiques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

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

3 MÉTHODE DE COMPARAISON DES RÉSULTATS

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.

MÉTHODE DABIN : schéma de séparation.



NEGARESTAN (1970) 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 MATÉRIEL : CARACTÈRES DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DES HORIZONS DE SURFACE

4.1 GÉNÉRALITÉS

Les prélèvements correspondant 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 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. % AH	Taux extr.	C/N	AF/C	AF/AH	Capacité d'échange mé	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 - T ex. : 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 mé 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. 18.

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.

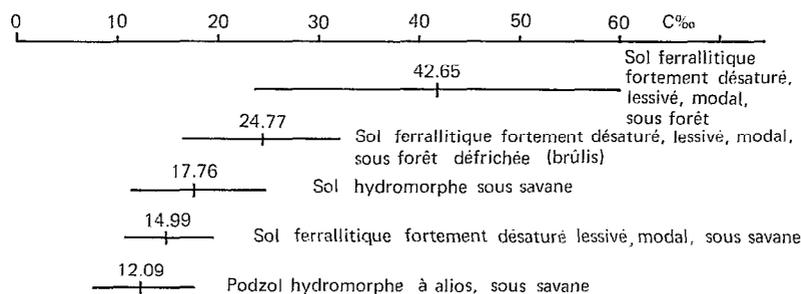


FIG. 18. — Horizons de surface. Teneur en carbone total (valeurs moyennes - intervalles de confiance).

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 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. 19 : 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.

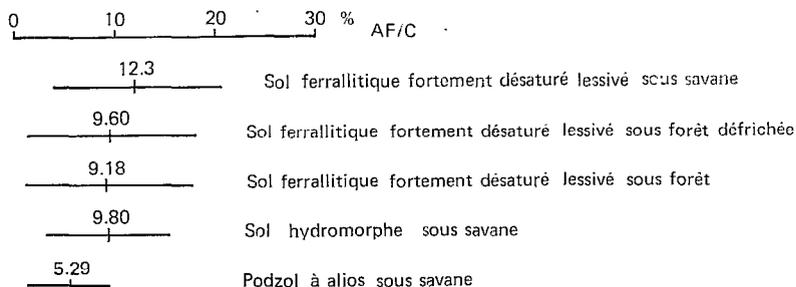


FIG. 19. — Horizons de surface. Rapport $\frac{\text{Acides fulviques}}{\text{Carbone total}}$ (valeurs moyennes - intervalles de confiance).

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. 20) 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 les 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 podzolistes (faible teneur en acides humiques faiblement polymérisés), les acides humiques des sols hydromorphes sont en faible teneur, mais fortement polymérisés.

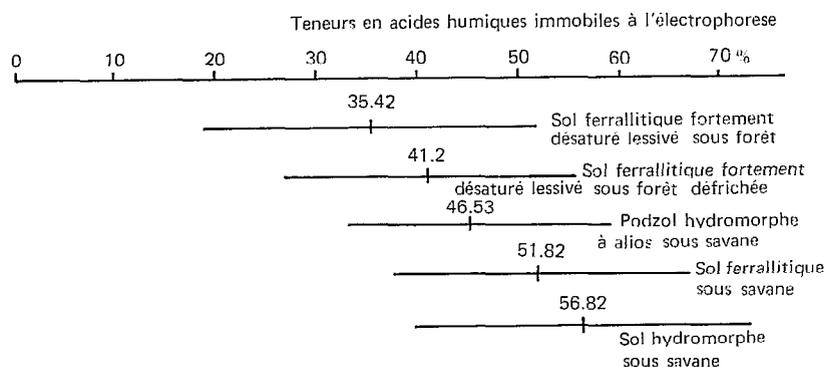


FIG. 20. — Horizons de surface. Acides humiques immobiles à l'électrophorèse (valeurs moyennes, intervalles de confiance).

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. 21).

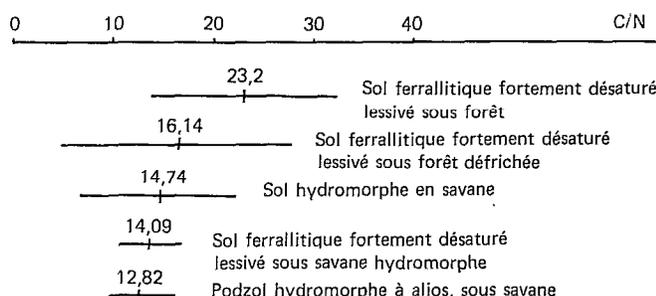


FIG. 21. — Horizons de surface, rapport C/N (valeurs moyennes, intervalles de confiance).

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 traduisent la faible diversification de la matière organique liée à des teneurs en Carbone très faibles.

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	Elevé Grande amplitude de variations	Faibles teneurs Amplitude moyenne
Sol ferrallitique sous forêt défrichée	Teneur moyenne Amplitude de variation moyenne	Elevé Très grande amplitude	Teneurs moyennes Amplitude moyenne
Sol hydromorphe sous savane	Teneurs moyennes Amplitude de variations 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 PÉDOCLIMAT SUR L'HUMIFICATION DES HORIZONS DE SURFACE

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 PÉDOCLIMATIQUES

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. 22), 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-ETP calculée pour cette période.

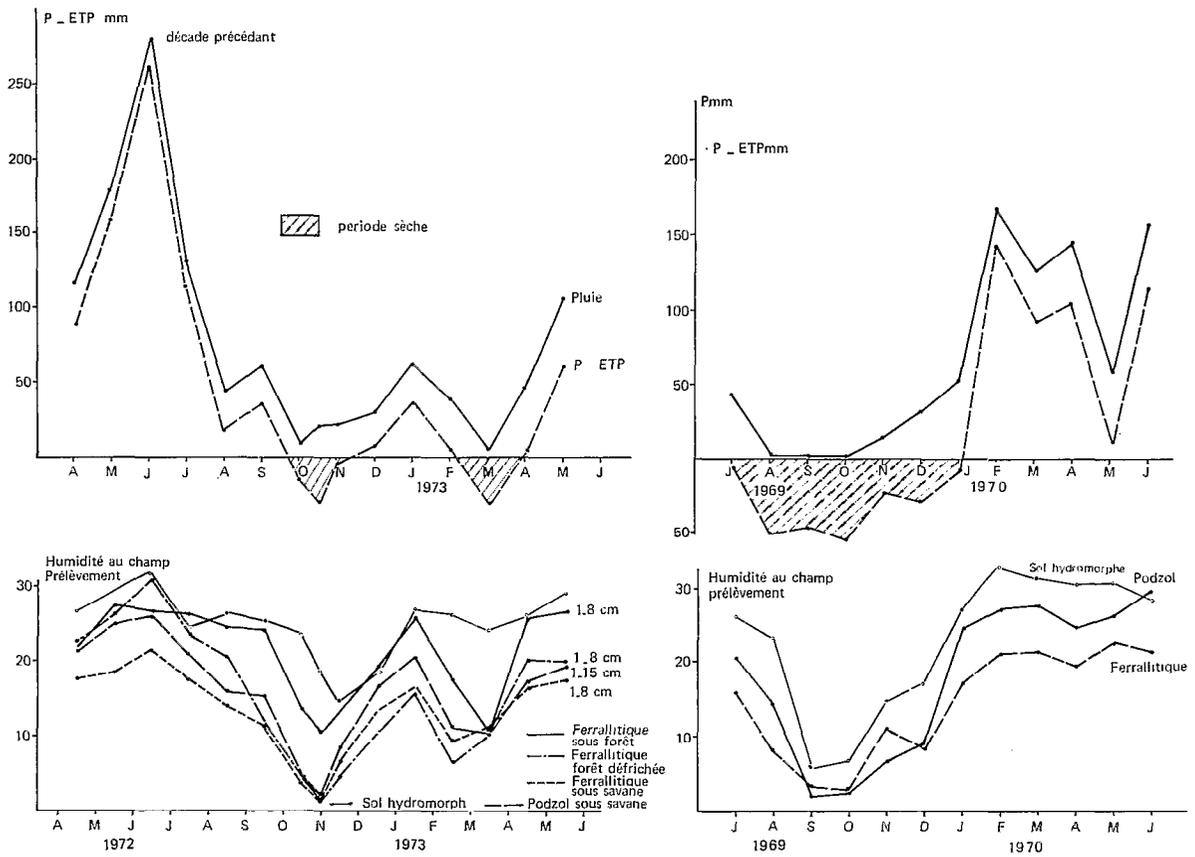


FIG. 22. — Humidité au champ et variations de pluviométrie.

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 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 située en effet le moment où commence la saison post-humide, ou le moment où débute la saison humide.

TABLEAU 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	61,5	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 2^e 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 ÉVOLUTION COMPARÉE DE LA COMPOSITION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

2.1 ÉVOLUTION 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 action (Fig. 23, Pl. II et III). L'analyse statistique 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 III) que les variations observées au cours de la deuxième campagne sont parfaitement interprétables à partir des données obtenues durant la première étude.

TABLEAU 14. — Composition de la matière organique rapportée à 100 de carbone

Sols ferrallitiques

	Prélèvements											
	1969						1970					
	Juillet	Août	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	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

	Prélèvements											
	1969						1970					
	Juillet	Août	Sept.	Octob.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	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.....	4,58	* 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.

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,

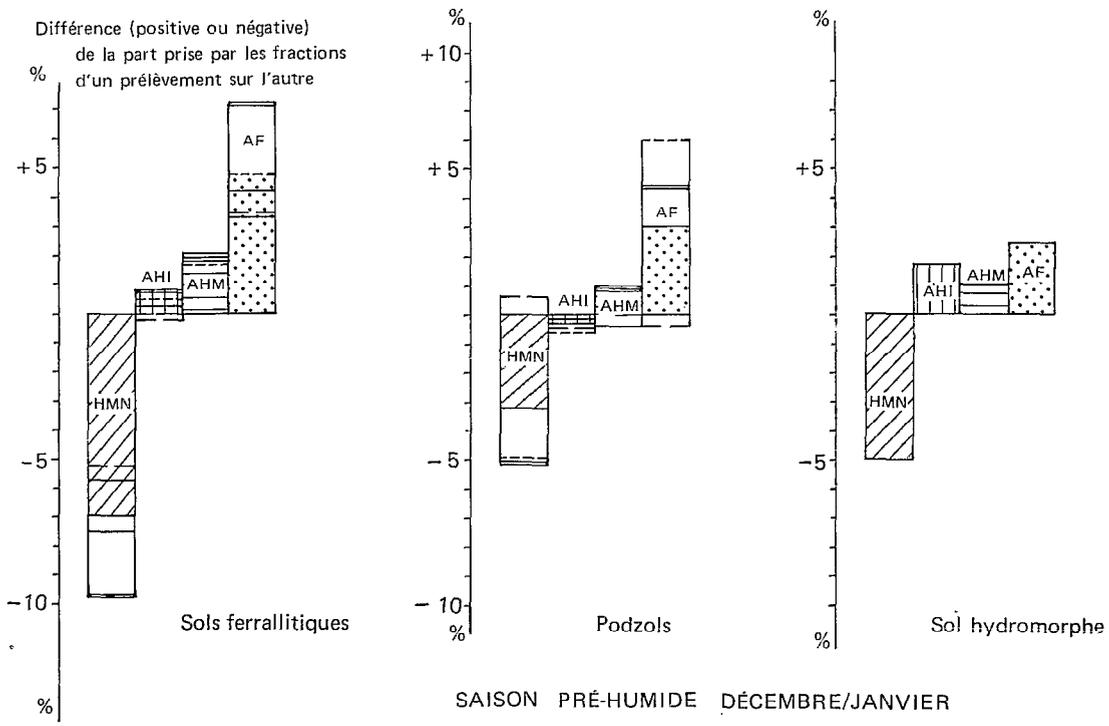
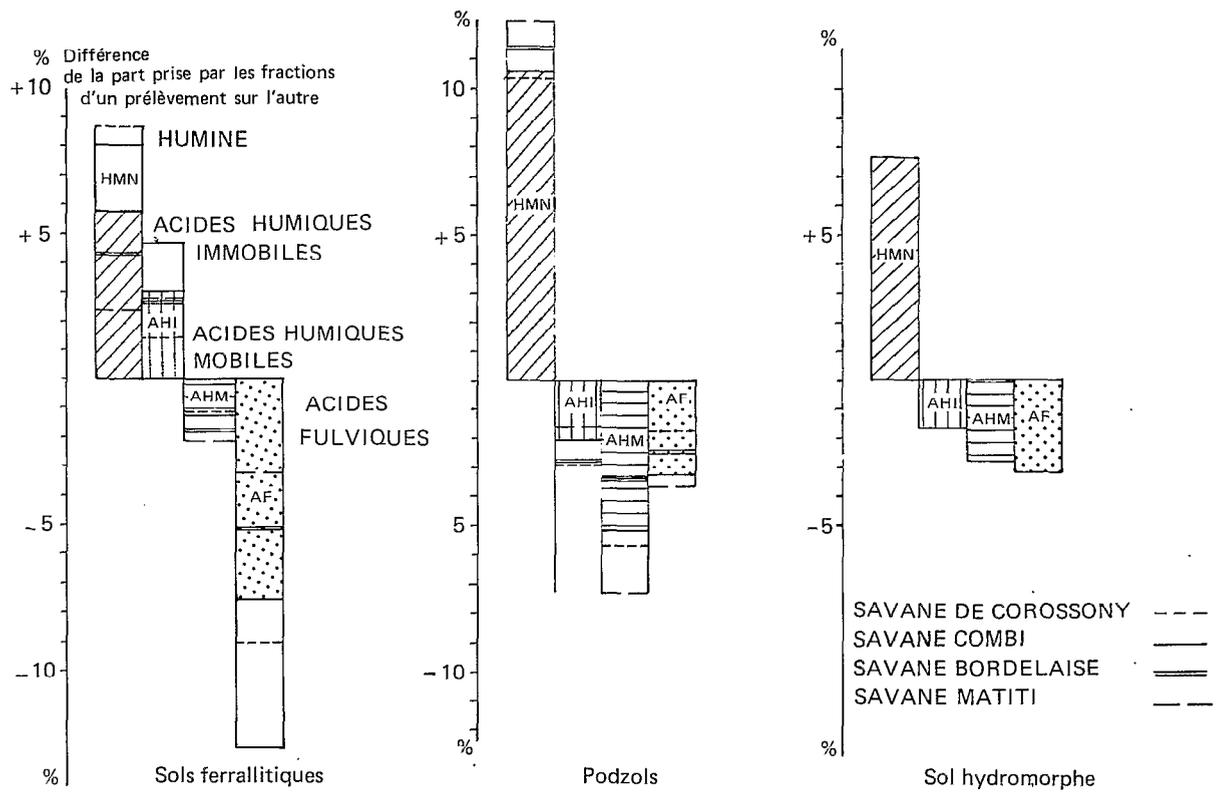


FIG. 23. — Variation relative de la composition de la matière organique.

— une augmentation (Planche III) 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. 23) 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 :

- 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.

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 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.

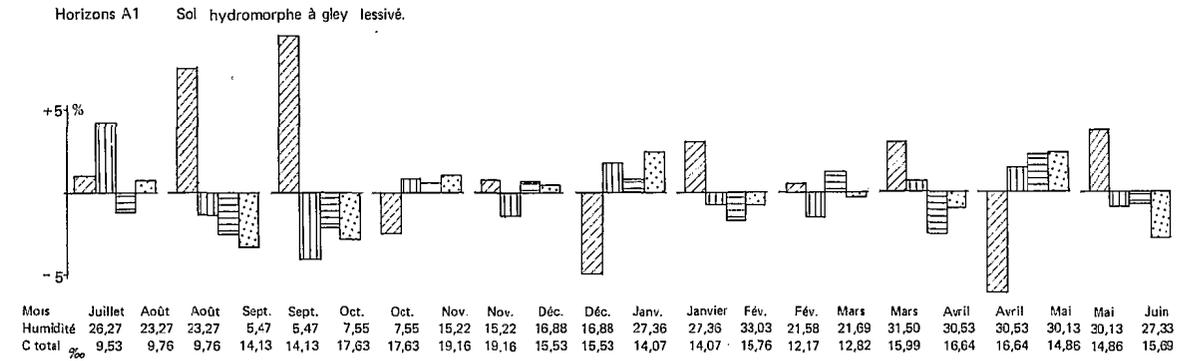
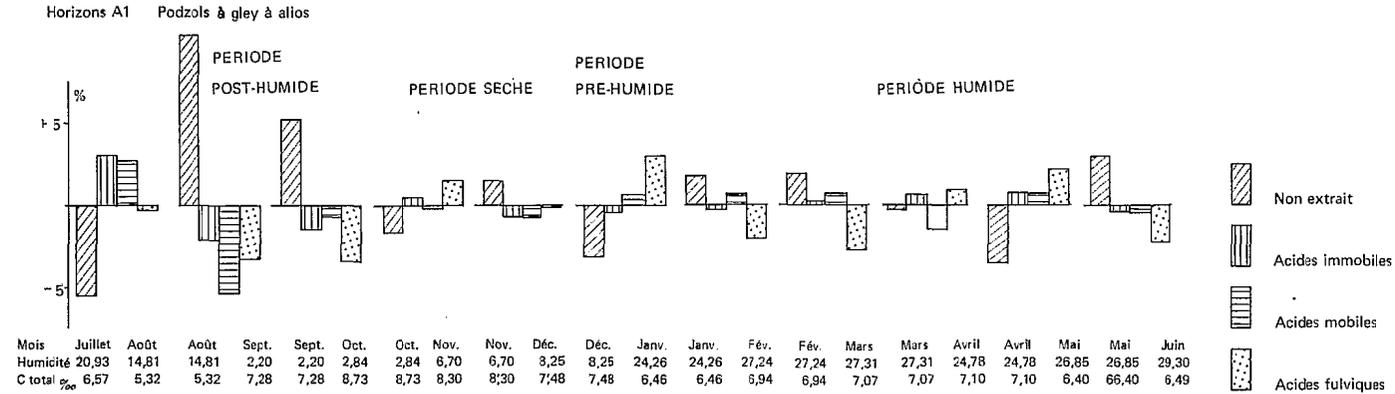
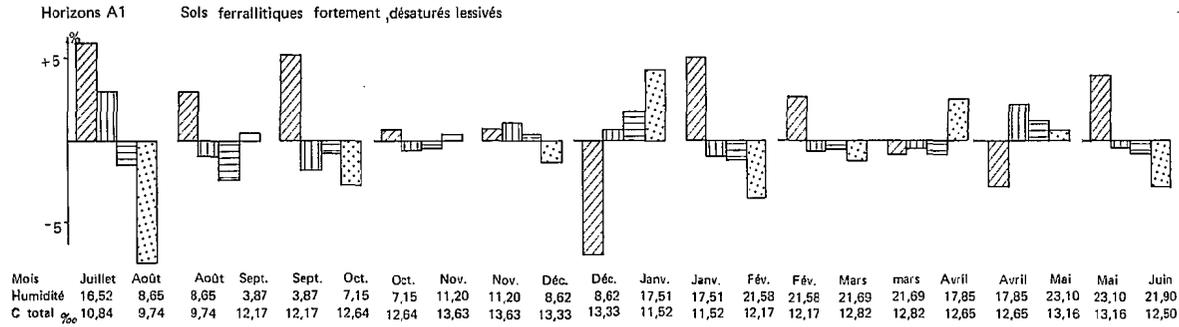
Il n'apparaît pas dans les autres périodes climatiques : saison sèche, période humide, de variations significatives concernant toutes les fractions de la matière organique, comme nous pouvons les mettre en évidence pour les périodes post et pré-humide ; toutefois, on peut déceler des tendances ou un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

PLANCHE II VARIATIONS RELATIVES DES FRACTIONS ACIDES FULVIQUES
ACIDES HUMIQUES MOBILES, ACIDES HUMIQUES IMMOBILES, HUMINE



— 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 :

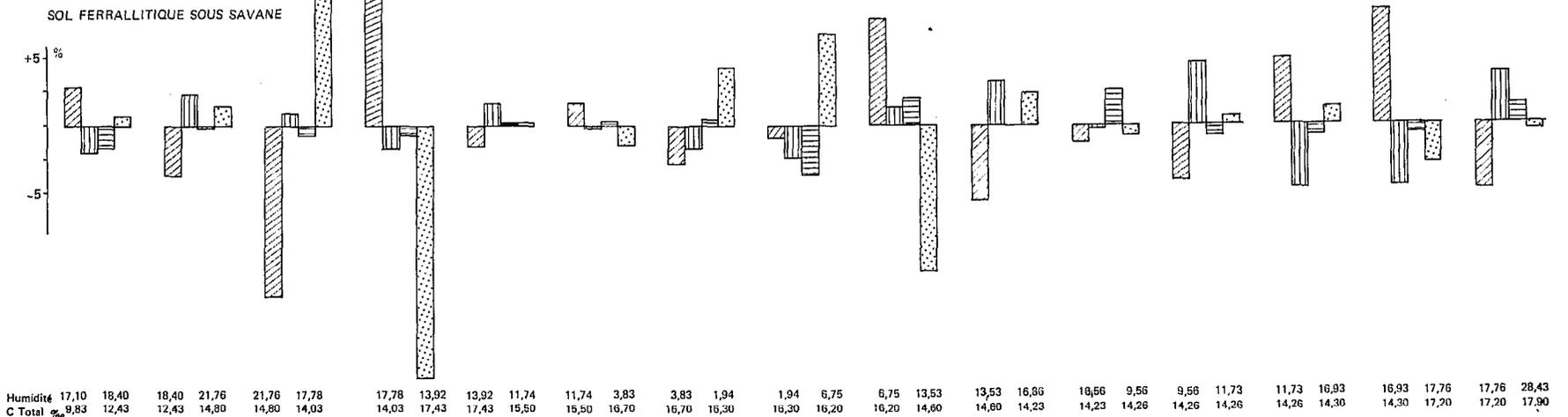
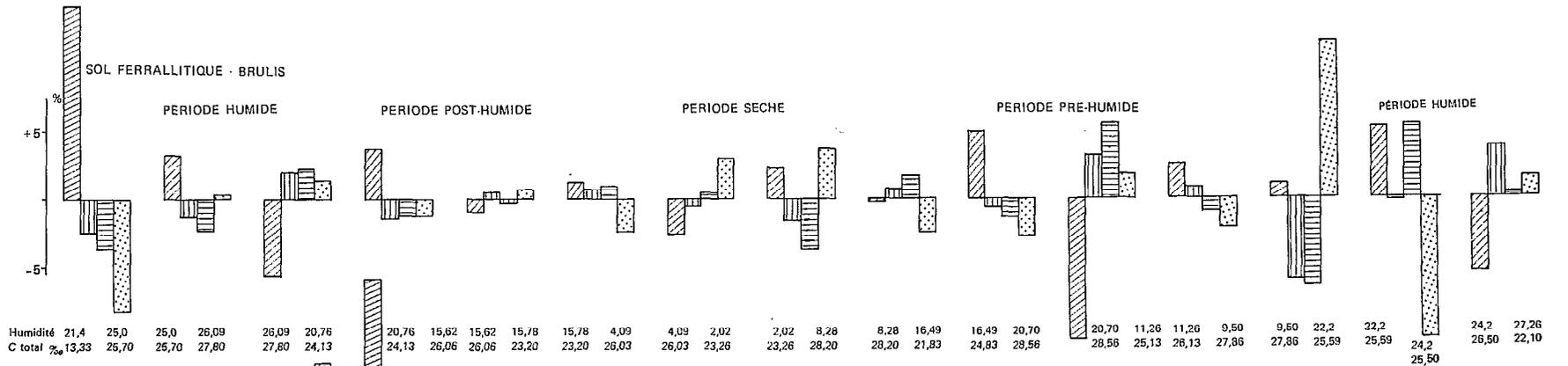
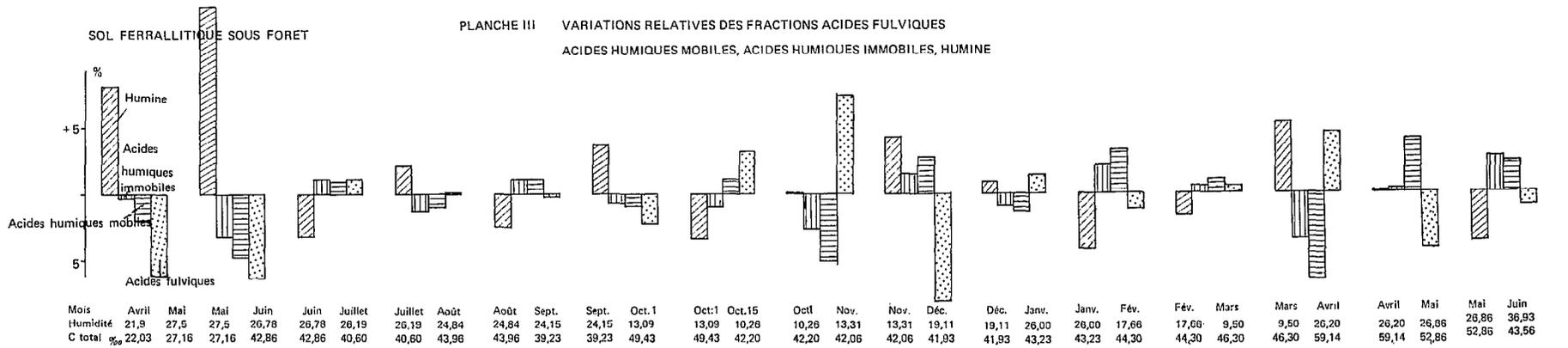
- une diminution du taux de Carbone total,
- une diminution de la part de Non extrait,
- une augmentation du taux d'acides humiques immobiles,
- une augmentation de la part d'acides humiques mobiles,
- une augmentation de la part des acides fulviques.

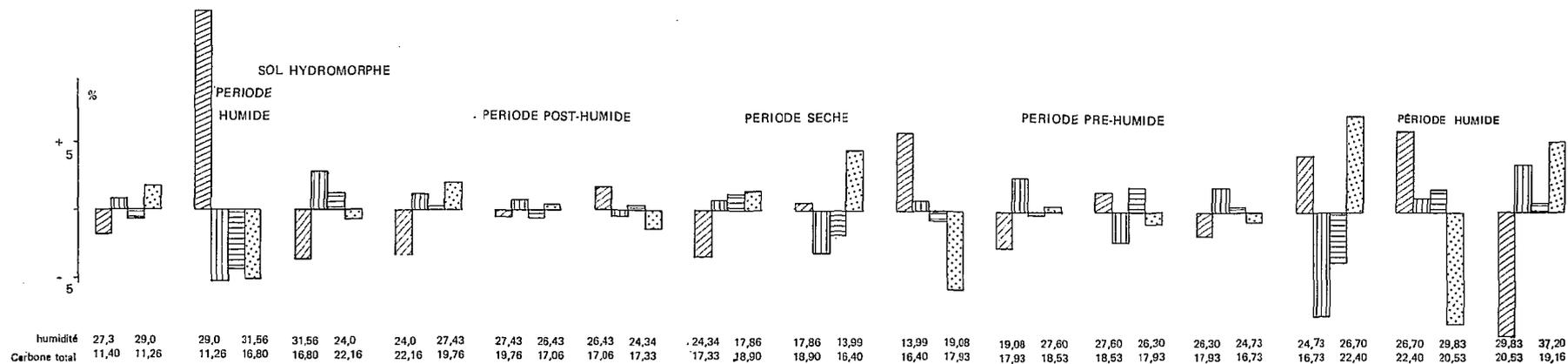
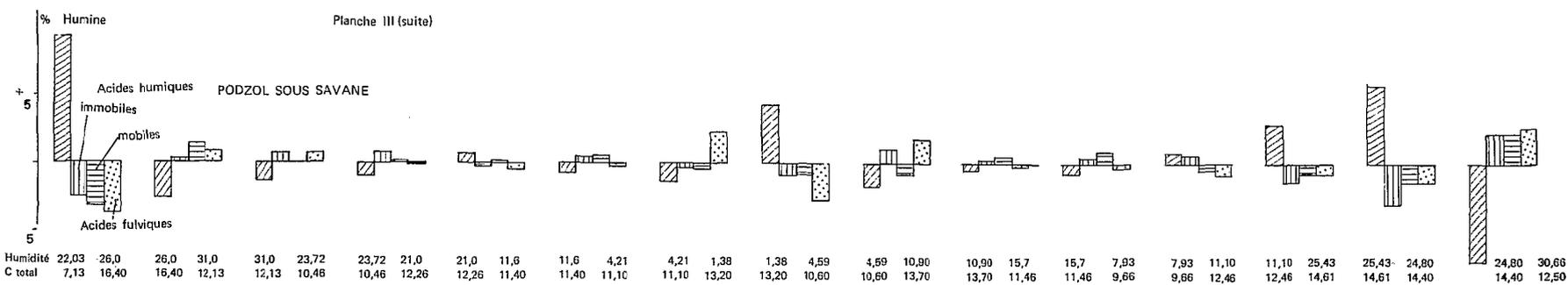
2.3 CONCLUSION

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 pédoclimatiques.

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).

PLANCHE III VARIATIONS RELATIVES DES FRACTIONS ACIDES FULVIQUES
ACIDES HUMIQUES MOBILES, ACIDES HUMIQUES IMMOBILES, HUMINE





3 ÉVOLUTION COMPARÉE DU TAUX D'ACIDES HUMIQUES IMMOBILES A L'ÉLECTROPHORÈSE

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 demeurerait 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		
	saison pluvieuse	70.5 %	
A 11 Ferrallitiques	saison sèche	55.4 %	100 %
	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. RÉMANENCE OU INERTIE DES FORMES POLYMÉRISÉES

La fig. 24 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.

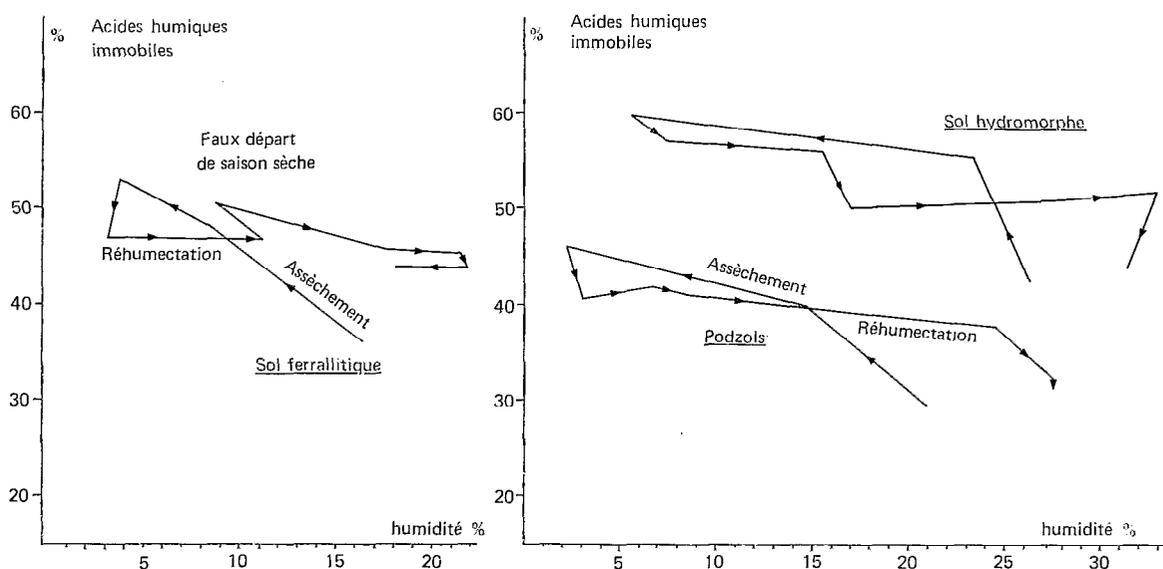


FIG. 24. — Rémanence et inertie des formes polymérisées.

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. 24) 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 ÉVOLUTION COMPARÉE DU TAUX DE POLYMÉRISATION DES ACIDES HUMIQUES A 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 pF 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 pF 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. 25) ; 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.

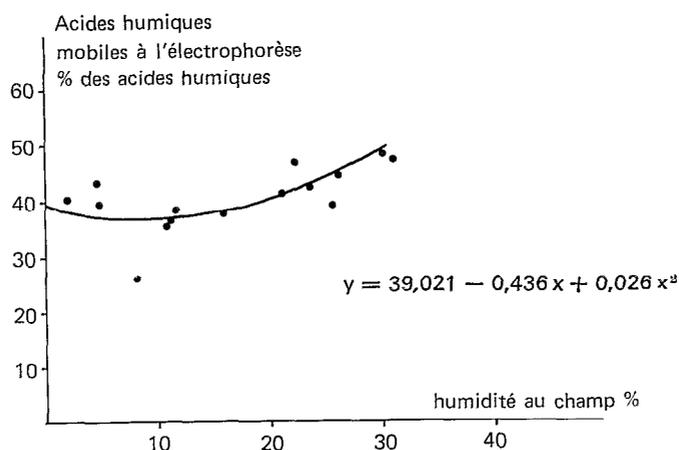


FIG. 25. — Relation acides humiques mobiles et humidité au champ.

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 (fig. 26).

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

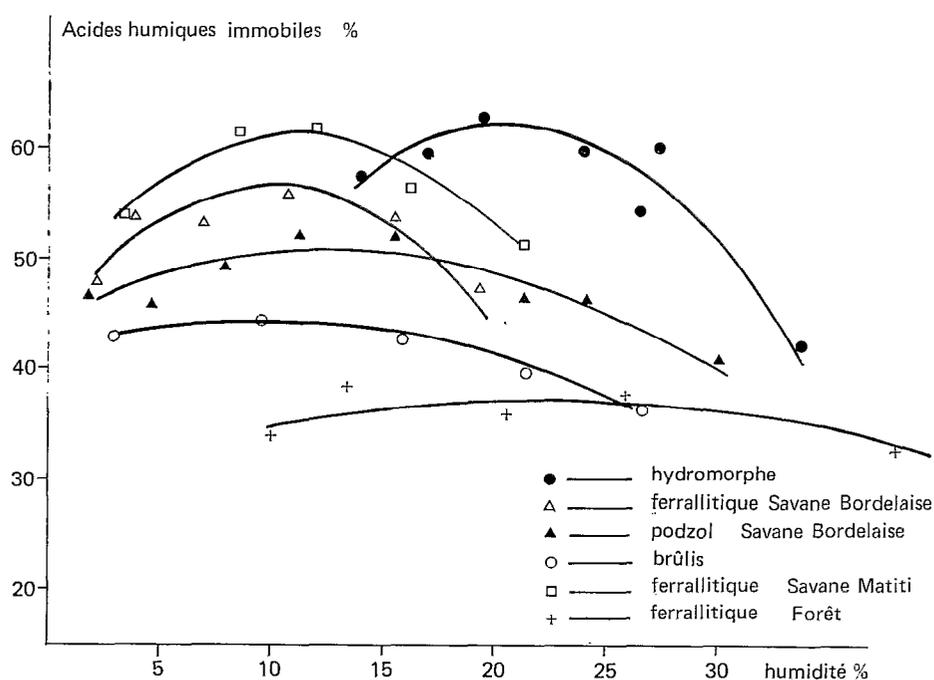


FIG. 26. — Relation acides humiques immobiles et humidité au champ.

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 $X = 11.34$

Podzols 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.

3.2.3 Comparaison aux valeurs du 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 (fig. 27) :

Sol ferrallitique fortement désaturé

— sous forêt défrichée : H = 9.85 pF = 2,7

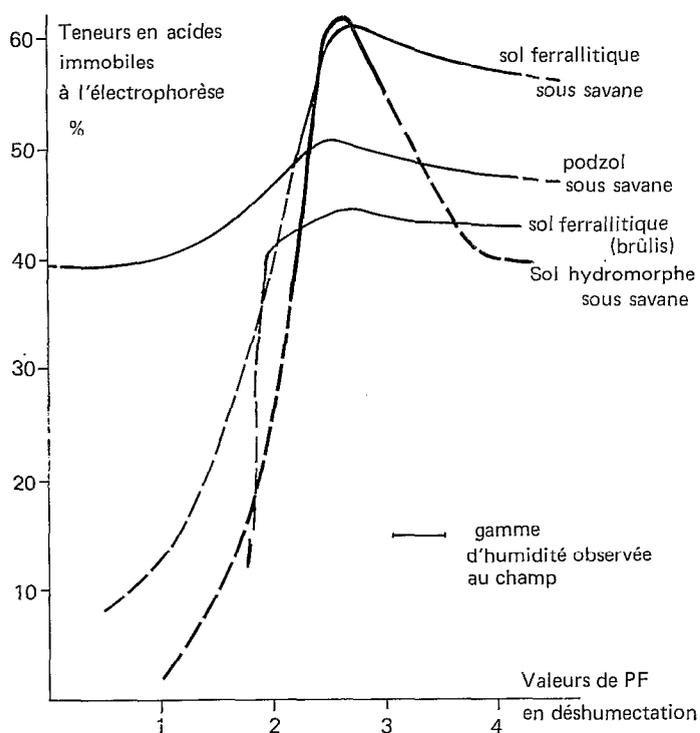


FIG. 27. — Relation acides humiques immobiles/pF.

— 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 pF comprise entre 2.6 et 3.0.

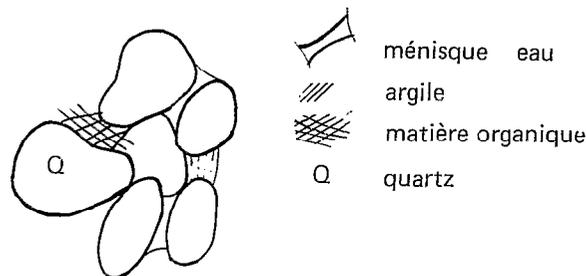
3.3 CONCLUSION A L'ÉTUDE DES VARIATIONS DES TAUX D'ACIDES HUMIQUES POLYMÉRISÉS. INTERPRÉTATION

La concordance des valeurs de pF 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 pF 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 pF 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 pF 2,5, sont observées pour les podzols (sableux), et les valeurs relativement élevées, pour les sols ferrallitiques (pF 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 asymptotique 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. 24 et fig. 27 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 du 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 ÉVOLUTION COMPARÉE DES POLYMÈRES 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 floclés en milieu acide, sont après mise en solution dans la soude normale, filtrés successivement sur gels sephadex G 25 et G 50 (DETERMANN 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. 28), 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).

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.

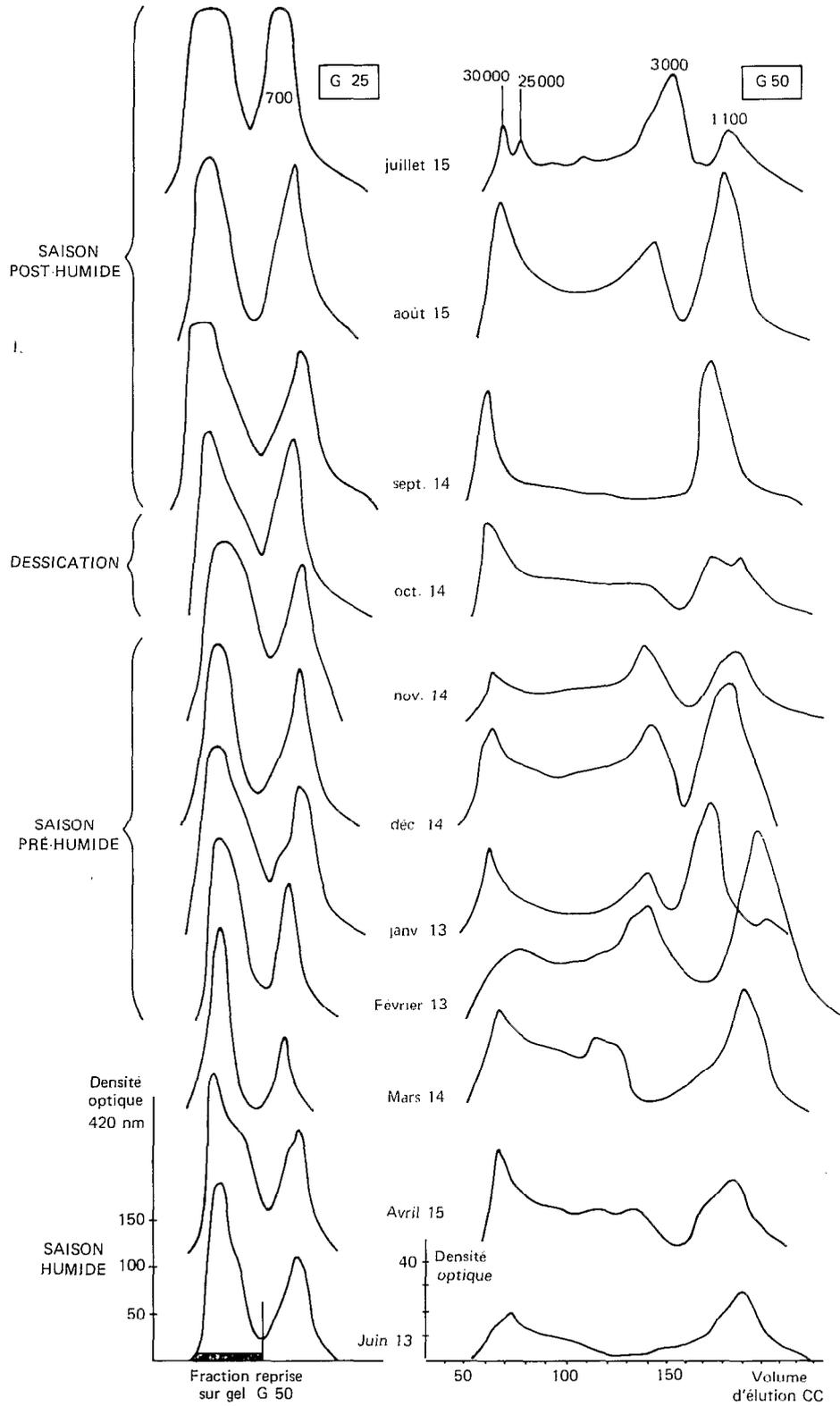


FIG. 28. — Podzols savane Combi. Courbes d'élutions sur G. 25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière.

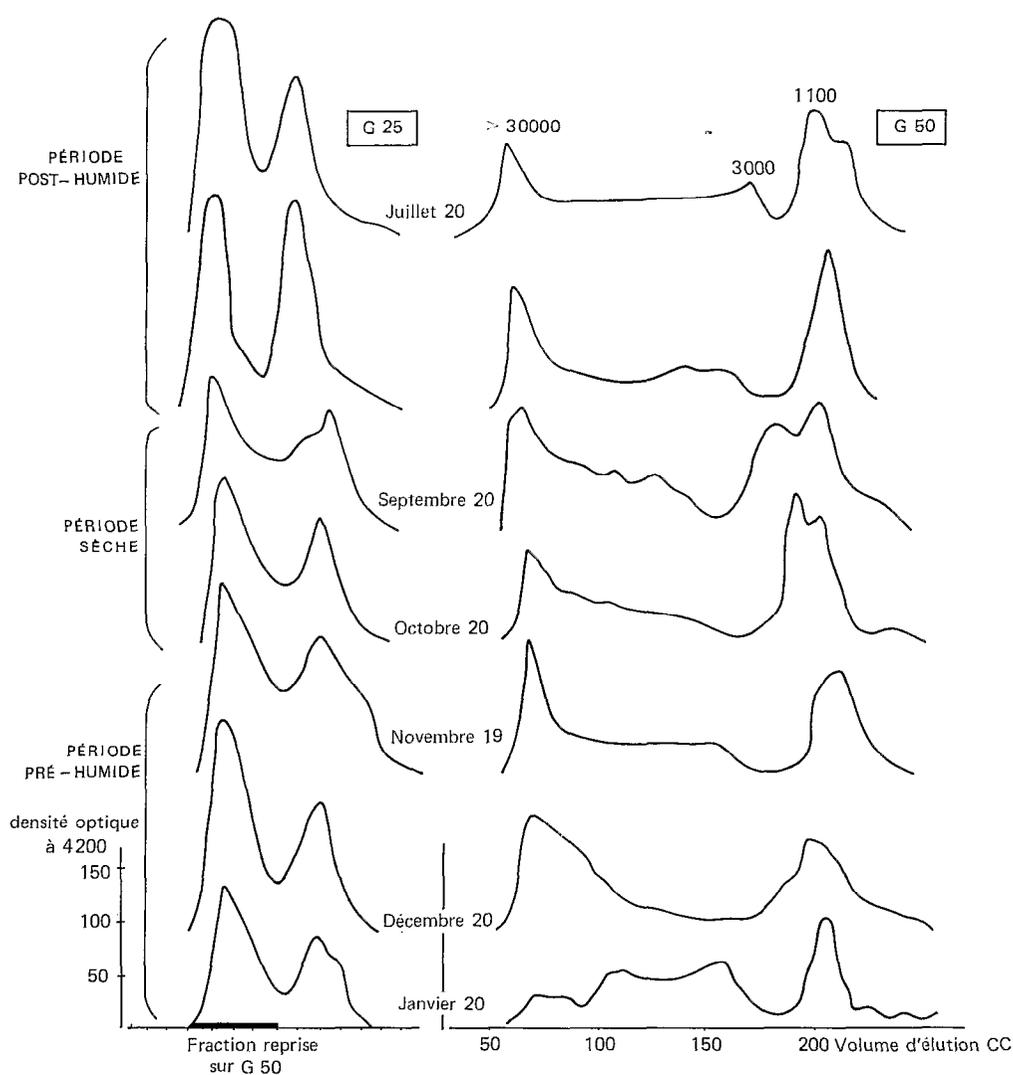


FIG. 29. — Podzols savane de Corossony. Courbes d'élutions sur G.25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière.

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.

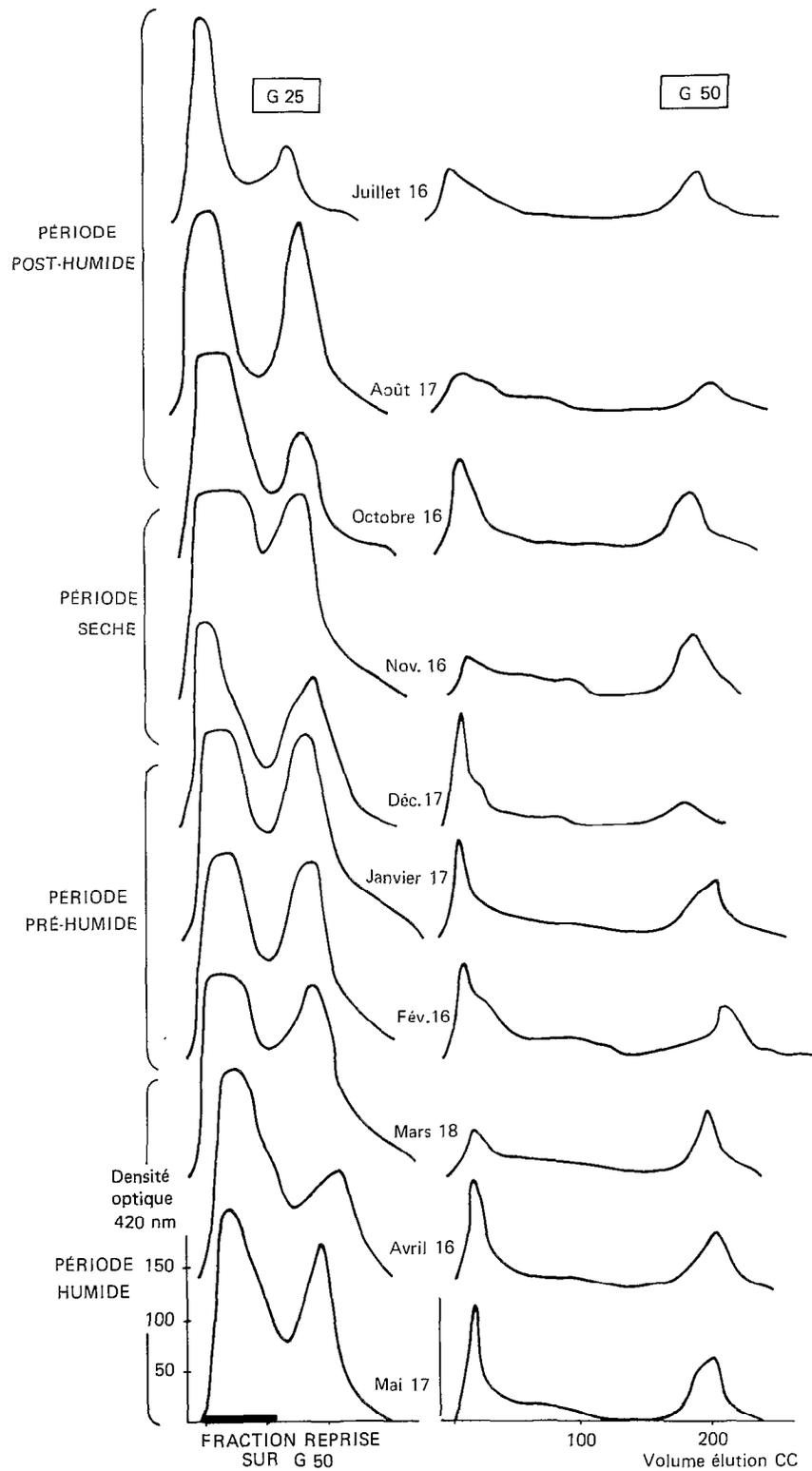


FIG. 30. — Sols ferrallitiques. Savane Combi. Courbes d'élution sur G. 25 - G. 50 des acides humiques - évolution saisonnière.

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 :

$$F(3\ 000) = -0,467 \text{ AHI} + 24,7$$

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

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 :

$$F(3\ 000) = 0,318 \text{ HC} + 4,23$$

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

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 :

$$F(25\ 000) = 0,323 \text{ AHI} - 1,82$$

$$n = 19 \quad b \neq 0 \quad P < 0,01$$

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 :

$$F(7\ 500) = 0,437 \text{ HC} + 1,91$$

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

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'ÉLUTION 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 cas 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.).

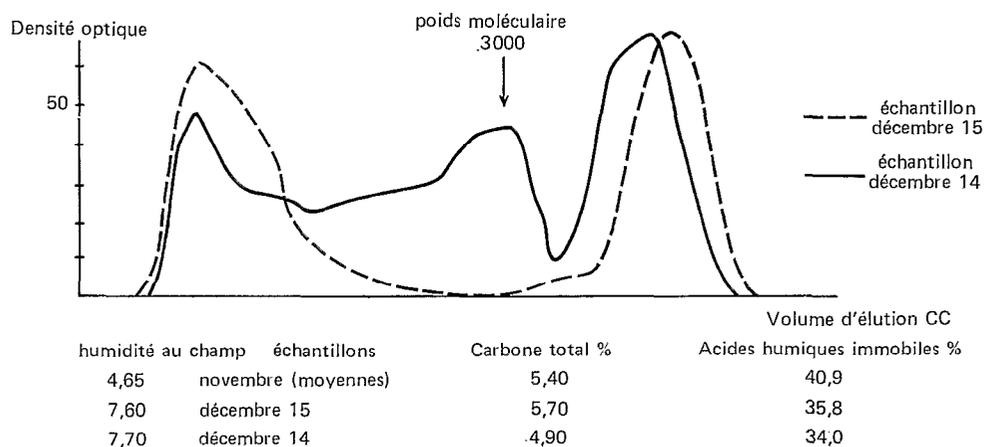


FIG. 31. — Différence de structure moléculaire observée pour deux échantillons, dans la même période climatique.

TABLEAU 15. — *Acides humiques*
Pourcentages des fractions réparties selon leur poids moléculaire

A1. Podzols (Savane Combi)

	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Juin
Echantillon	15	15	14	14	14	14	15	13	13	14	15	13
Hum. au champ	22,9	17,9	5,7	0,2	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 Immobiles	23,8	38	51	41,0	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- 1 300	2,8	6,4	17	4,3	2,6	4,8	1,5	9,6	2,6	4,0	5,8	8,3
1 300- 2 000	5,4	1,8	0,7	1,2	2,4	3,1	0,4	3,7	3,2	2,5		5,2
2 000- 4 000	15,7	8,1		6,3	15,7	12		10,4	12,8	4,3	5,6	2,9
4 000- 7 500	5,1	6,4	1,2	6,3	6,8	7,0	1,5	4,5	6,5	12,6	6,7	1,6
7 500-15 000	4,4	6,0	3,3	7,6	6,3	6,6	5,7	4,8	6,2	11,0	8,9	
15 000-25 000	3,7	5,2	3,1	5,7	5,1	4,7	11,3	4,5	5,4	8,9	8,3	5,8
> 25 000	5,1	10,6	15,1	10,5	6,5	10,2	13,6	9,3	4,8	11,3	15,1	11,2

A1. Podzols (Savane Corossoy)

Echantillon		20	20	20	19	20		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 Immobiles	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- 1 300	2,3	3,1	6,3	2,7	2,9	8,5		5,1
1 300- 2 000	4,5	1,0	8,4	0,6	0,0	5,9		1,4
2 000- 4 000	10,5	6,3	2,2	3,5	2,9	4,2		11,5
4 000- 7 500	6,8	5,5	5,2	5,8	5,1	3,5		10,7
7 500-15 000	5,9	4,9	7,1	6,1	6,0	5,4		10,4
15 000-25 000	4,6	4,7	8,4	6,1	5,6	10,9		4,3
> 25 000	9,0	10,0	5,1	10,8	11,7	16,6		4,3
Echantillon	16	17	16	16	17	17	16	18
Humidité au champ %	17,8	6,1	0,8	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- 1 300	2,25	0,0	10,00	7,05	2,84	2,60	5,46	1,45
1 300- 2 000	0,0	0,0	5,48	7,43	0,0	0,0	1,68	0,72
2 000- 4 000	0,0	0,0	2,26	3,91	0,0	1,50	1,37	1,69
4 000- 7 500	1,47	2,97	2,74	0,0	0,0	3,20	4,17	4,61
7 500-15 000	8,37	8,98	0,89	0,0	3,98	5,21	9,59	4,85
15 000-25 000	12,17	10,82	8,22	3,14	5,68	5,82	9,93	7,75
PM < 25 000	22,18	13,20	13,70	21,6	33,03	13,09	9,59	13,56

4.5 CONCLUSIONS

L'étude de l'évolution comparée des polymères des acides humiques dans deux stations types, ferrallitiques 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 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 pluviollessivats des hêtres stations mor et des pins, alors qu'elle n'apparaît pas dans les pluviollessivats 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 ÉVOLUTION COMPARÉE DE L'INDICE D'INSTABILITÉ STRUCTURALE ET DE LA CAPACITÉ D'ÉCHANGE, EN FONCTION DU DEGRÉ DE POLYMÉRISATION

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 (AHI) 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 :

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

Dans le cas des sols sableux à sablo-argileux de la plaine côtière, ceci montre qu'il existe, des même qu'un taux de polymérisation optimum autour de pF 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 16. — *Sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé sous forêt.*
Valeurs caractéristiques du complexe absorbant et de la stabilité structurale, dans deux situations climatiques

	Août	Septembre
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 (mé)	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 mé 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 mé. 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 17. — *Sol ferrallitique sous forêt défrichée. Valeurs caractéristiques du complexe absorbant et de la stabilité structurale, dans une séquence climatique*

Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre
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	8,17	8,75	6,26
CE (mé)	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.

— la période pré-humide ou phase 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 qualité 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

DIFFÉRENCIATION PODZOLS SOLS FERRALLITIQUES

ACTION DU PÉDOCLIMAT SUR L'HUMIFICATION DANS LES HORIZONS DU PROFIL PÉDOLOGIQUE

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.

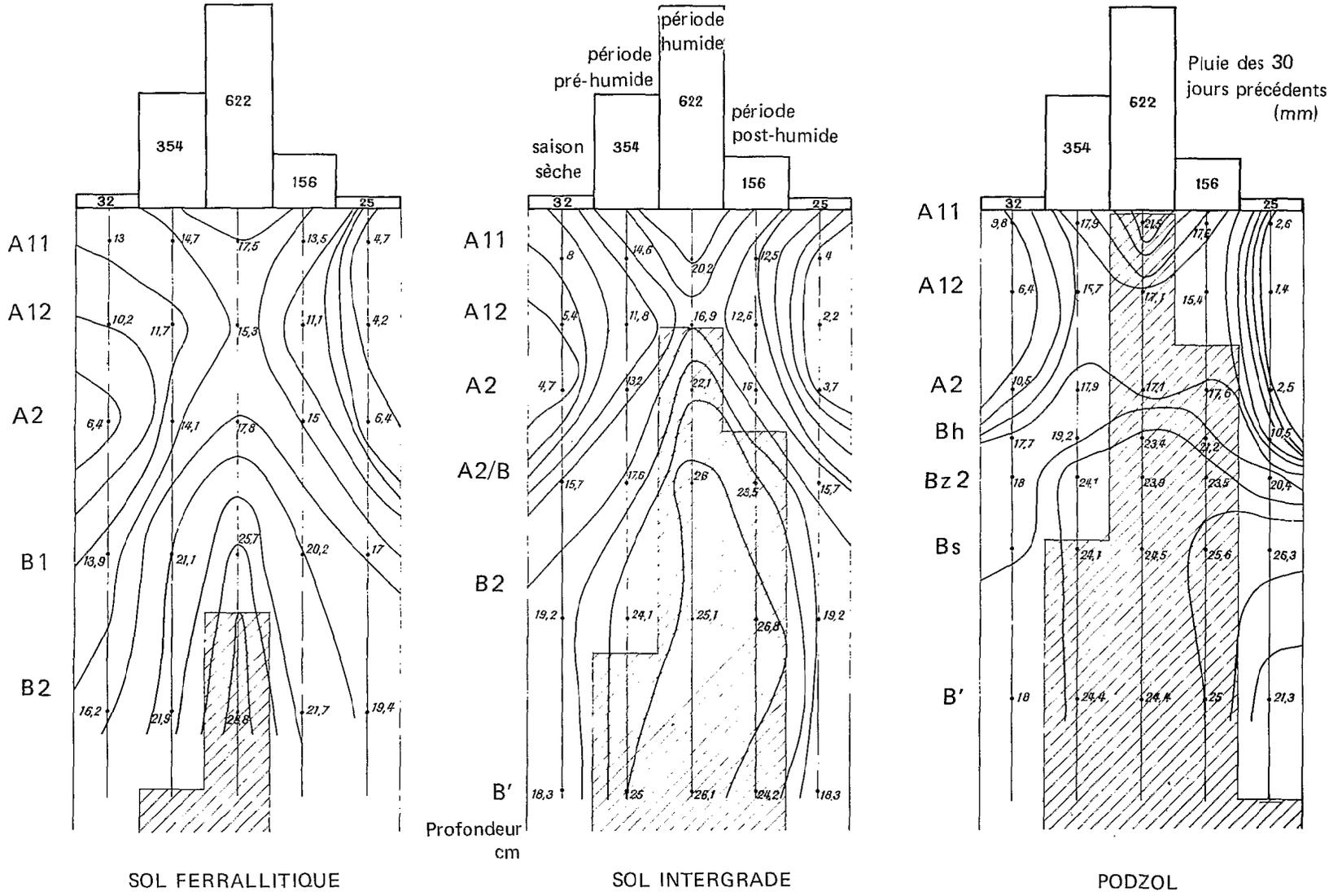


FIG. 32. — Variations pédoclimatiques - humidité % des sols de la savane bordelaise (équidistance 2,5 %).

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 PÉDOCLIMATIQUES (*fig. 32*)

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.

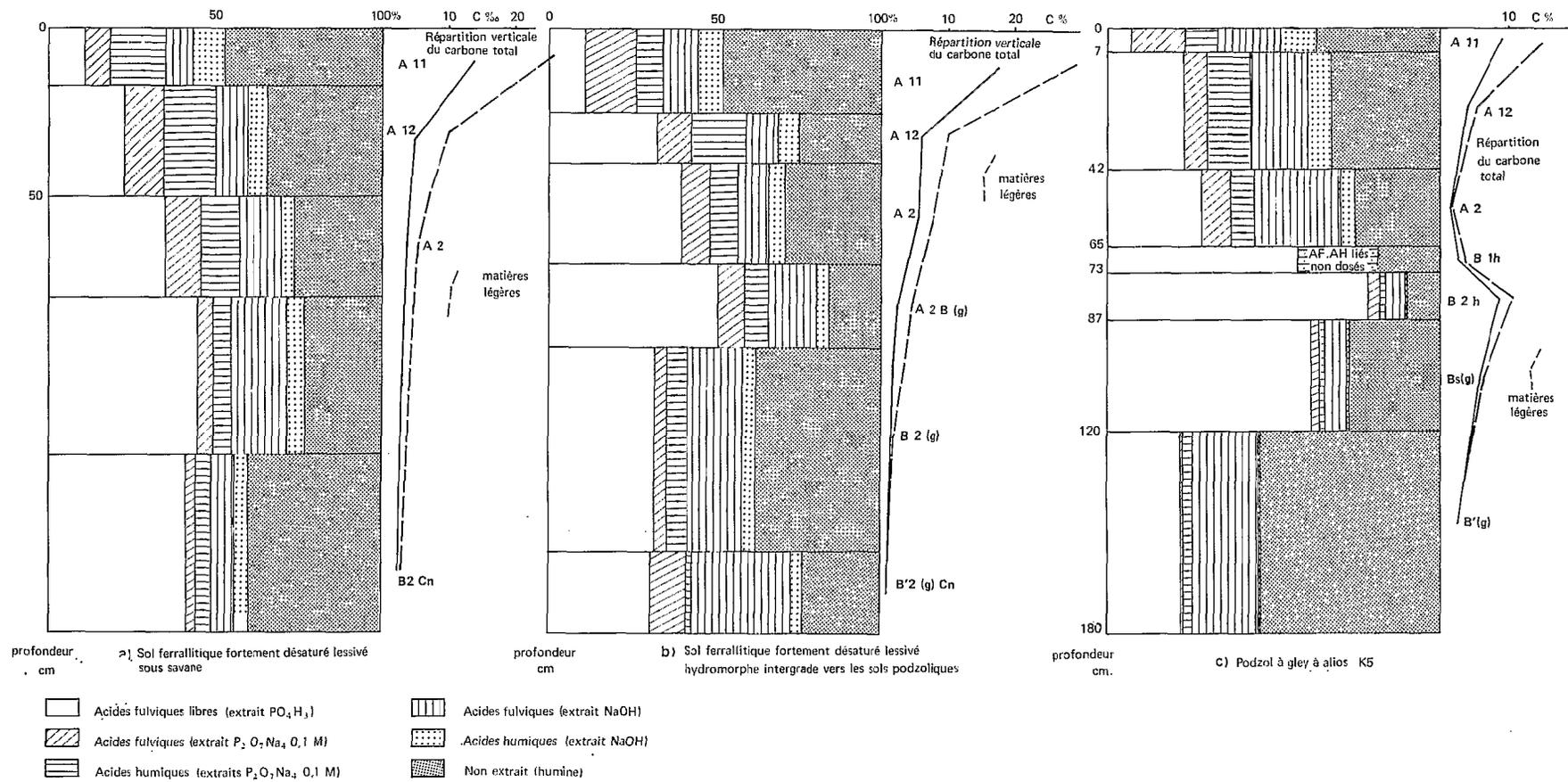


FIG. 33. — Savane bordelaise - fractions de la matière organique % - Carbone total (saison sèche).

1.2 LE PROFIL FERRALLITIQUE INTERGRADE VERS LES SOLS PODZOLIQUES

Les variations de l'humidité sont plus accusées ; la densité plus grande de lignes isovaleurs 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', 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 A 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.

2 LES CARACTÈRES DE LA MATIÈRE ORGANIQUE EN FIN DE SAISON SÈCHE (fig. 33)

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'alios.

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 A 2/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 A 2/B (g).

Podzol à gley à alios

— 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 présente 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 intergrades 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 (imperméa-*

bilité) 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 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.

2.4 RÉPARTITION DES ACIDES HUMIQUES IMMOBILES A L'ÉLECTROPHORÈSE (Fig. 34)

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.

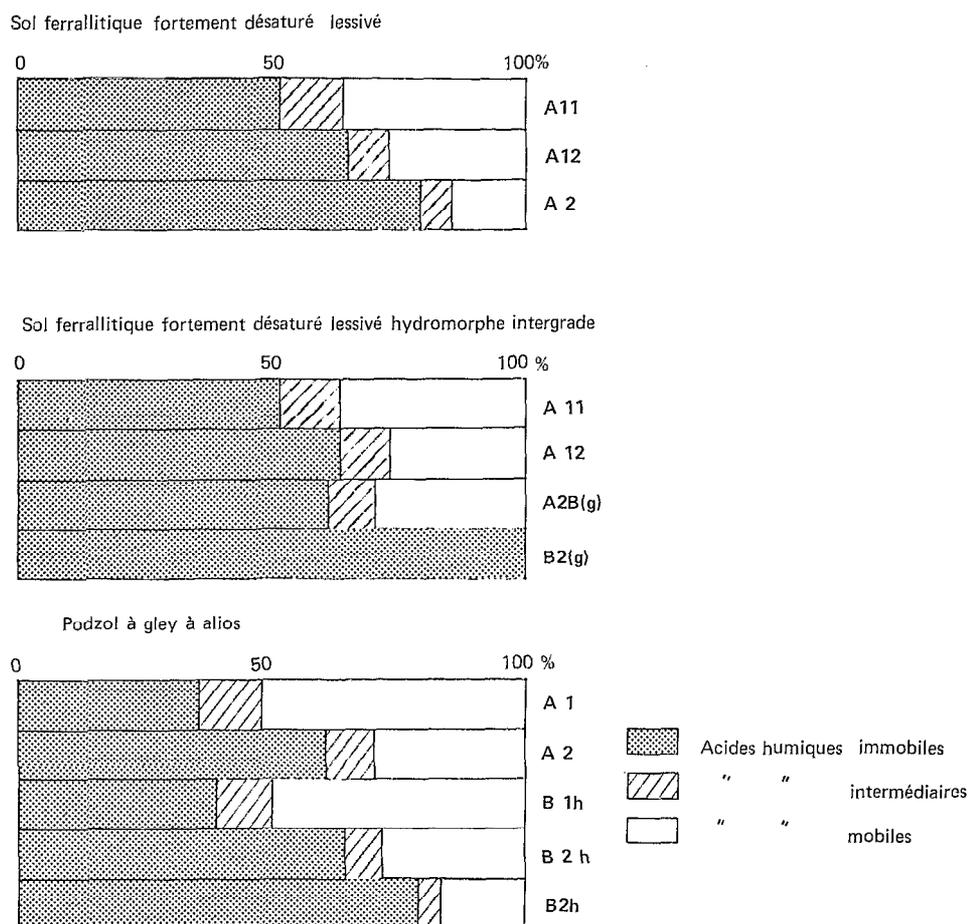


FIG. 34. — Fractionnement des acides humiques - sols ferrallitiques - podzols.

— 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, augmentent 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. 35)

Les études menées en zone tempérée (TOUTAIN, 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 insolubilisée Humine insolubili- sation % Humine	Fraction légère Humine résiduelle % Humine
<i>Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé modal</i>							
K 30	A 11	47,0	12,4	12,38	75,6	60,6	15,0
K 31	A 12	34,8	19,6	22,3	58,3	55,3	3,0
K 32	A 2	26,2	25,2	27,2	47,6		
K 33	B 1	24,1	16,9	28,1	54,8		
K 34	B 2	40,7	15,1	20,6	64,1		
<i>Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé intergrade podzologique</i>							
K 40	A 11	48,1	14,7	11,5	73,7	64,2	9,4
K 41	A 12	24,9	24,7	17,7	57,3		
K 42	A 2	29,1	22,7	17,2	60,0	60,0	
K 43	A 2 B (g)	17,5	19,8	18,6	61,6		
K 44	B'1	38,4	23,4	23,7	46,8		
<i>Podzol à gley à alios</i>							
K 50	A 11	37,2	26,0	11,3	62,6	27,9	34,6
K 51	A 12	33,3	23,4	22,6	53,9		
K 52	A 2	26,4	21,7	31,8	49,3		
K 53	B 1 h	19,5	32,3	21,9	45,8	45,8	
K 54	B 2 h	9,6	23,1	73,1	3,8	0,2	3,6
K 55	B 1 g	26,7	26,7	28,6	44,5		
K 56	B'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.

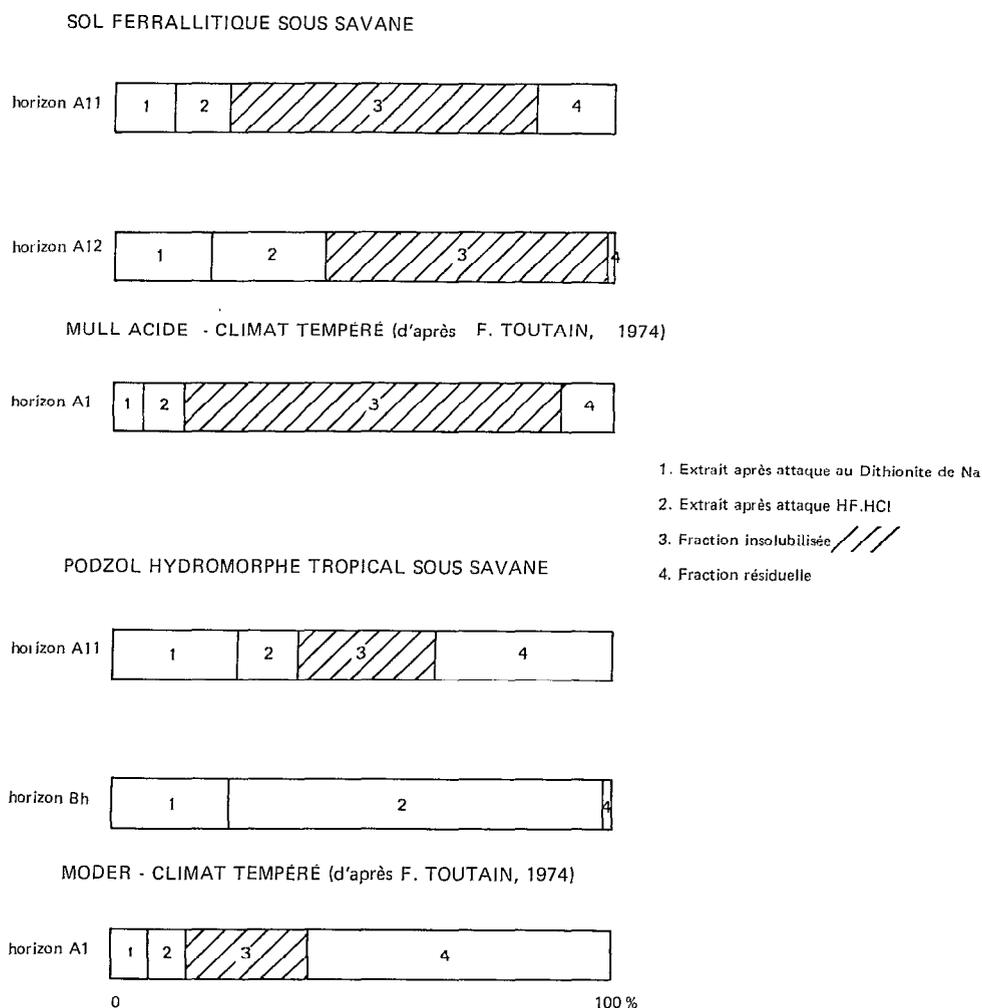


FIG. 35. — Composition de l'humine.

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 du 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*

C'est finalement la séparation de cette fraction en une partie légère ($d < 1,8$) 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 podzolique.

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 B 2 h 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) et non significative.

3 LES CARACTÈRES SAISONNIERS DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

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

Nous avons montré précédemment l'importance relative des périodes post-humides, 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. 36)

(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'amorce 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.*

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. 37)

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

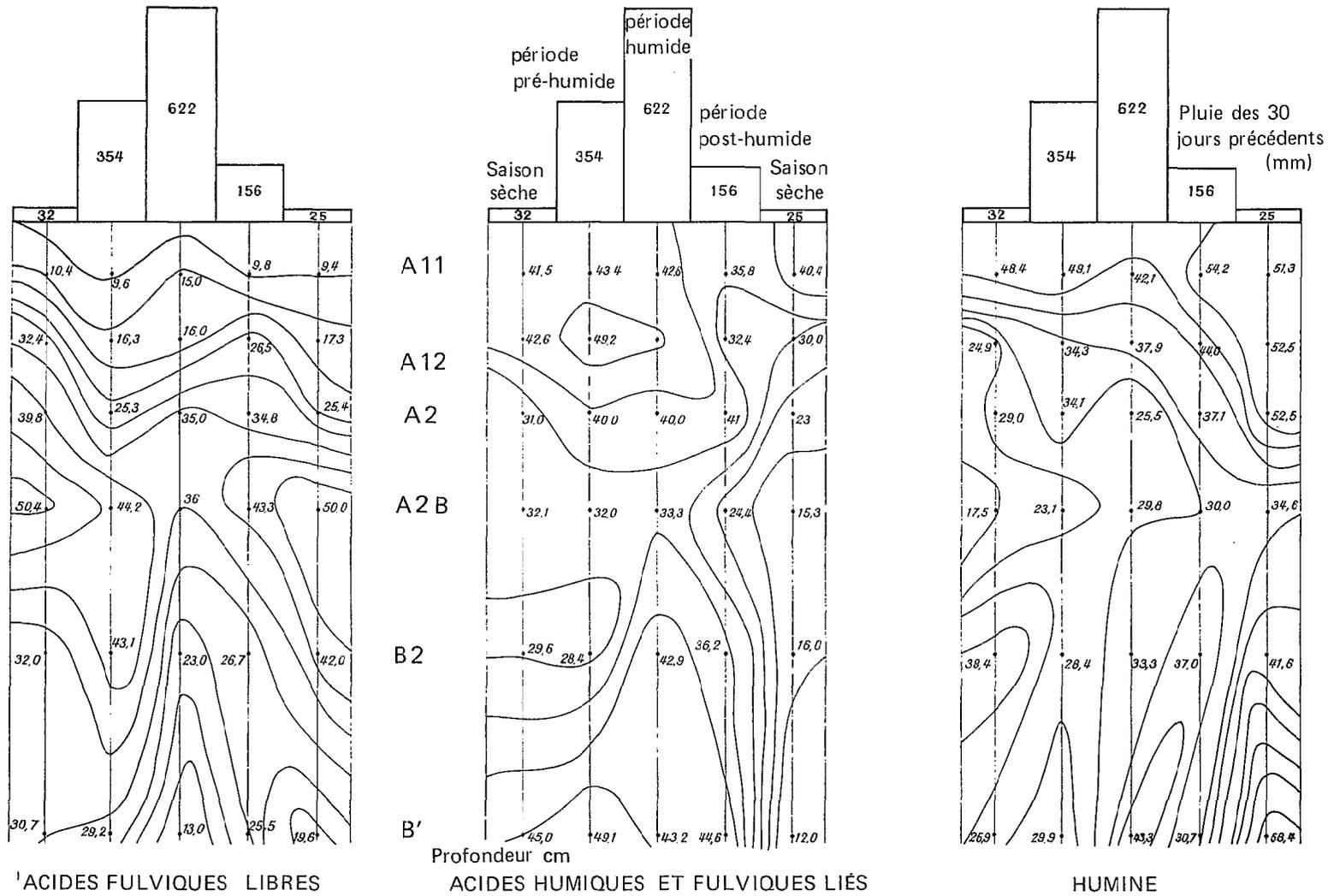


Fig. 36. — Sols ferrallitiques - variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistance 5 %).

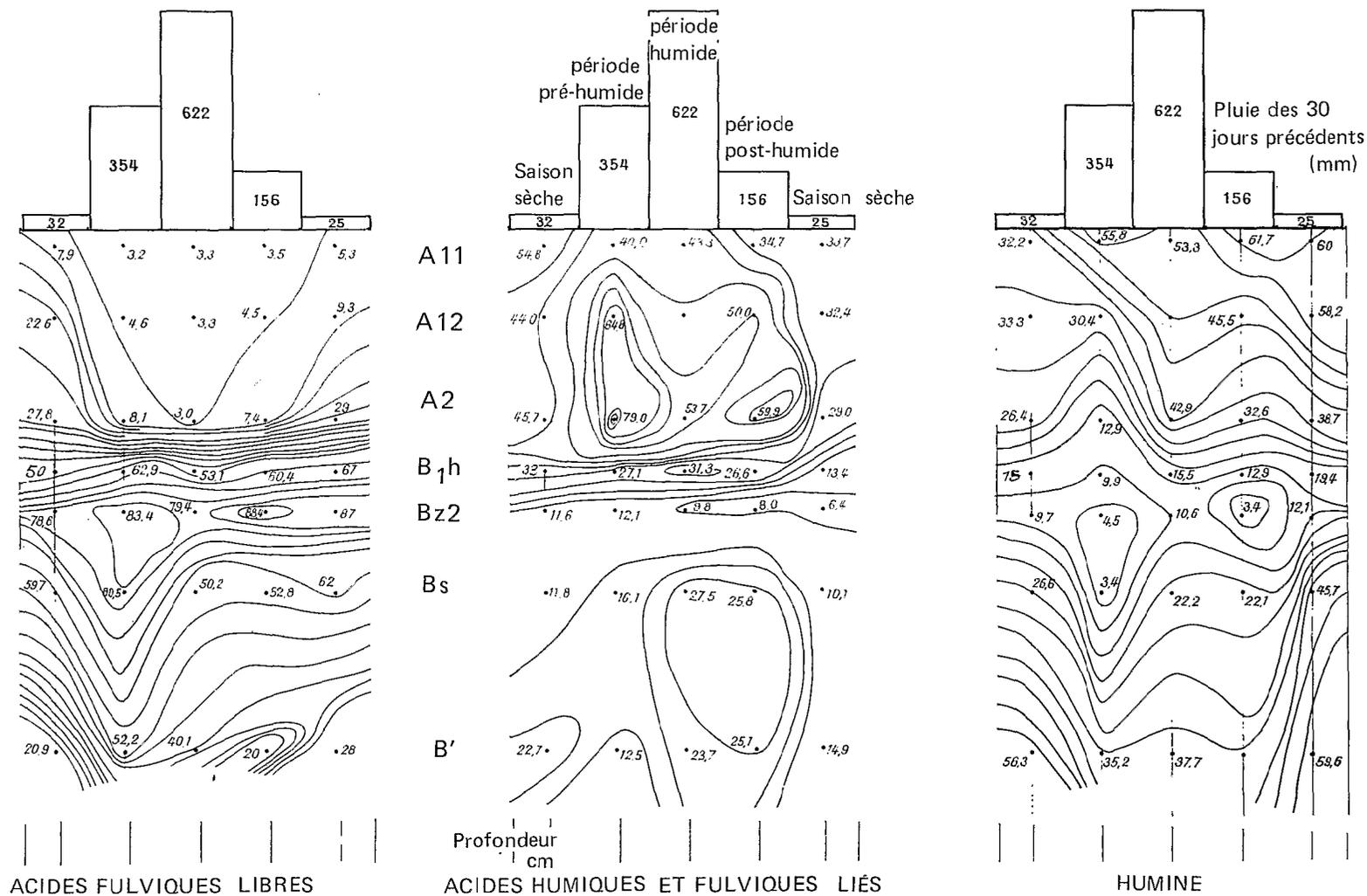


FIG. 37. — Podzols - variations saisonnières des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistance 5 %).

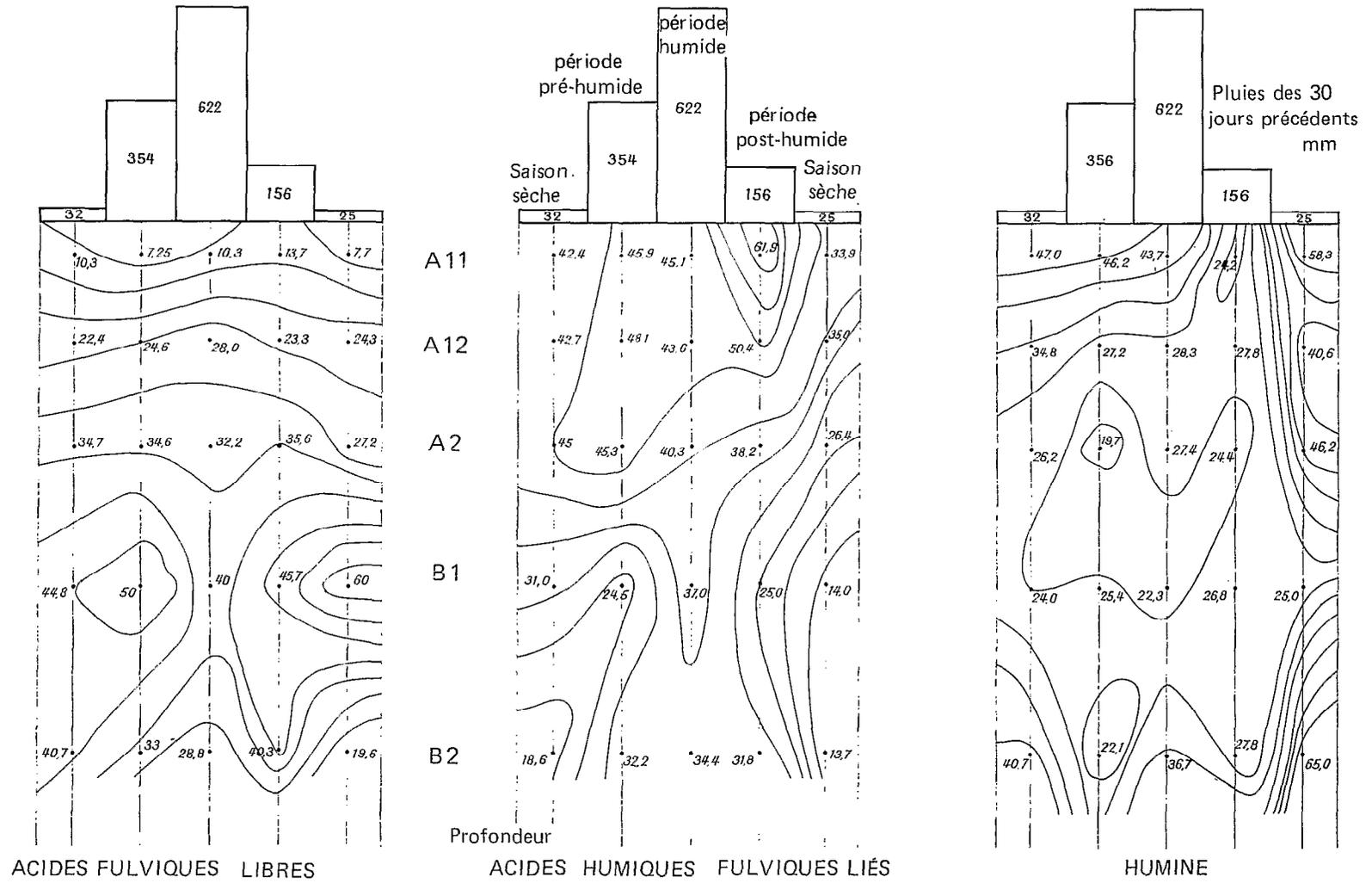


FIG. 38. — Sols ferrallitiques intergrades podzoliques - variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistance 5 %).

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 que dans les horizons de surface. Leur proportion passe de 13 à 26 % 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'Al₂O₃ : 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 composés humiques du sol ferrallitique intergrade podzolique (fig. 38)

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'accroît 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.

3.2 INTERPRÉTATION ET CONCLUSION

Ces résultats confirment, en les complétant, ceux qui ont été observés par TOUTAIN (1974) et GUILLET (1972) sur l'évolution des composés humiques, dans les sols bruns acides (sur milieu riche en fer libre « actif ») et dans les sols podzoliques (sur milieu pauvre en fer libre « actif »). *Les processus d'insolubilisation des pré-curseurs 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 au sein des horizons B 1h : leur formation est manifestement favorisée par la dessiccation des horizons B 1h 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'accumulent 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 B 2h et Bs). On remarque enfin que l'horizon Bh fonctionnel (B 1h) s'individualise au-dessus d'un horizon B 2h induré, ou alios, dans lequel, au contraire, la fraction humique paraît stabilisée.

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 B1h un « pool » matière humique peu polymérisée-matière humique polymérisée, cette seconde forme serait 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'aboutissent 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 \rightleftharpoons humine » qui caractérise les horizons B du profil ferrallitique, au pool « AF \rightleftharpoons 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.

TROISIÈME PARTIE

ÉVOLUTION DU COMPLEXE D'ALTÉRATION

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 podzolique.

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 pédogenèse 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 pédogenèses : 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. 39) 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.

1 MIGRATION ET PRÉCIPITATION DES COMPLEXES FER ET ALUMINIUM (DUCHAUFOR, 1972 ; BRUCKERT, 1970-1972)

1.1 GÉNÉRALITÉS

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.

1.2 DYNAMIQUE DES COMPLEXES MATIÈRE ORGANIQUE-FER-ALUMINIUM DANS LES PROFILS TYPES DE LA SAVANE DE PARIACABO

1.2.1 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* (NGUYRN 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 dit 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} .

1.2.2 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 spodikés 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 podzologique.

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 (goëthite) hérité.

Résultats (fig. 39)

(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.

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 A2/B(g), 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.

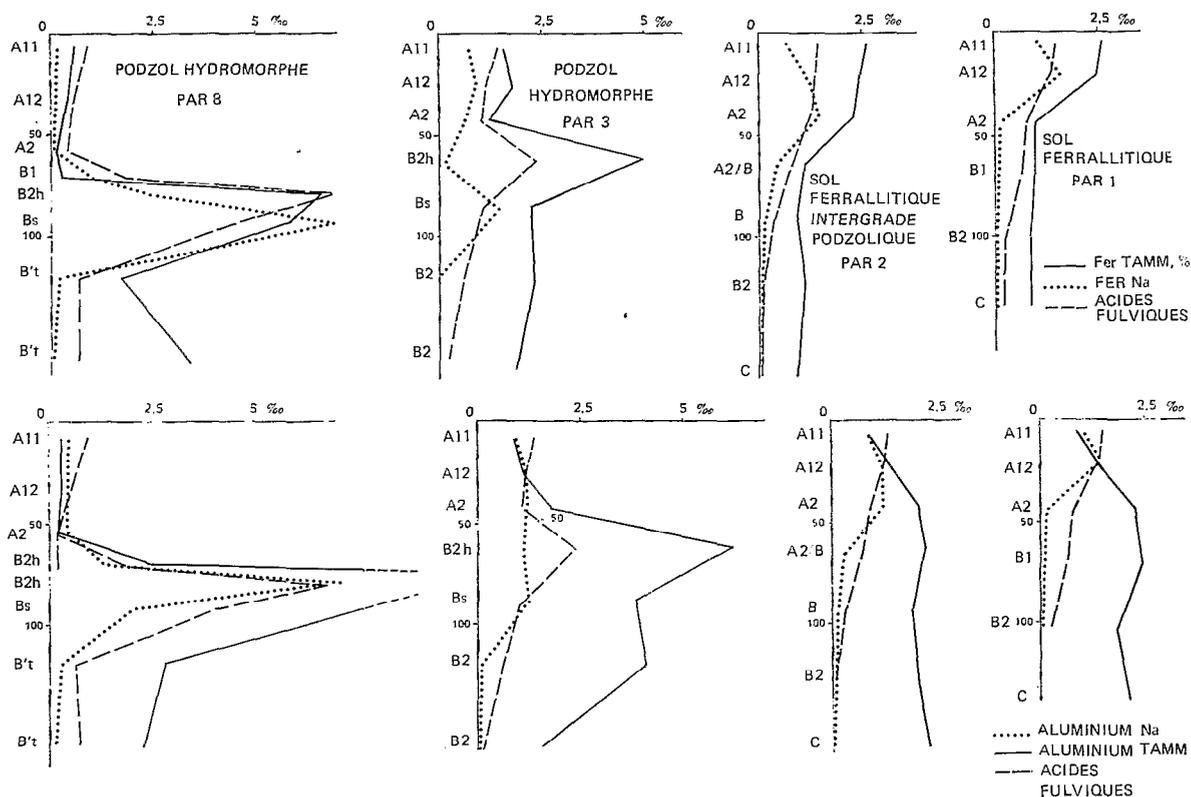


FIG. 39. — Dynamique du Fer et de l'aluminium. Comparaison Fe Al amorphe, Fe Al complexé.

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 goëthite.

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 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 goëthite très finement cristallisée (NALOVIC, *com. pers.*).

L'extraction par réactif sélectif permet donc de mettre en évidence deux phases :

1. migration des complexes organo-metalliques
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.

1.2.3 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.

— 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. 40). 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.

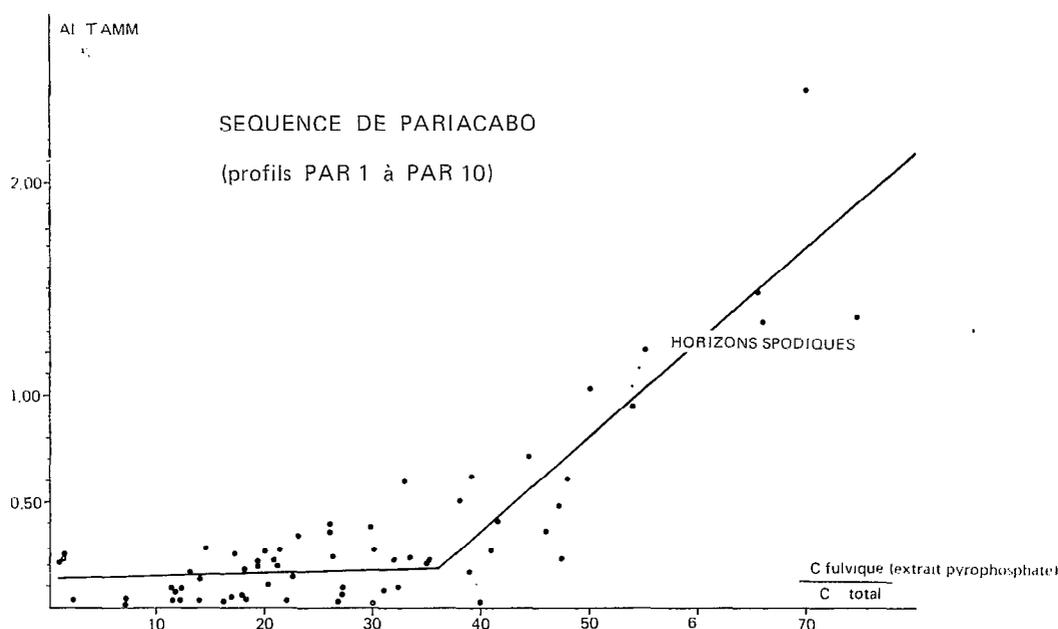


FIG. 40. — Relations acides fulviques/C total et Al amorphe.

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.

2 DIFFERENCIATION PODZOLIQUE : DÉGRADATION DES MINÉRAUX 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 (gœthite 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.

2.1 ÉVOLUTION 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 ; BRETHERS, 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 :

Les éléments libres (Fe_2O_3 , Al_2O_3 préférentiellement dissous dans le réactif oxalate-dithionite de Na).

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 2μ (kaolinite + muscovite dominante) et dans la fraction inférieure à 2μ , 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 oxalate dithionite de Na.

(b) *Evolution respective de la kaolinite et des argiles micacées* (fig. 41).

La fraction inférieure à 2μ : 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 2μ 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 dominent simultanément, et on peut penser qu'il s'agit à la fois d'une microdivision (passage dans la fraction inférieure à 2μ) et d'une destruction éventuelle.

2.2 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 2μ et secondairement, à l'élimination directe.

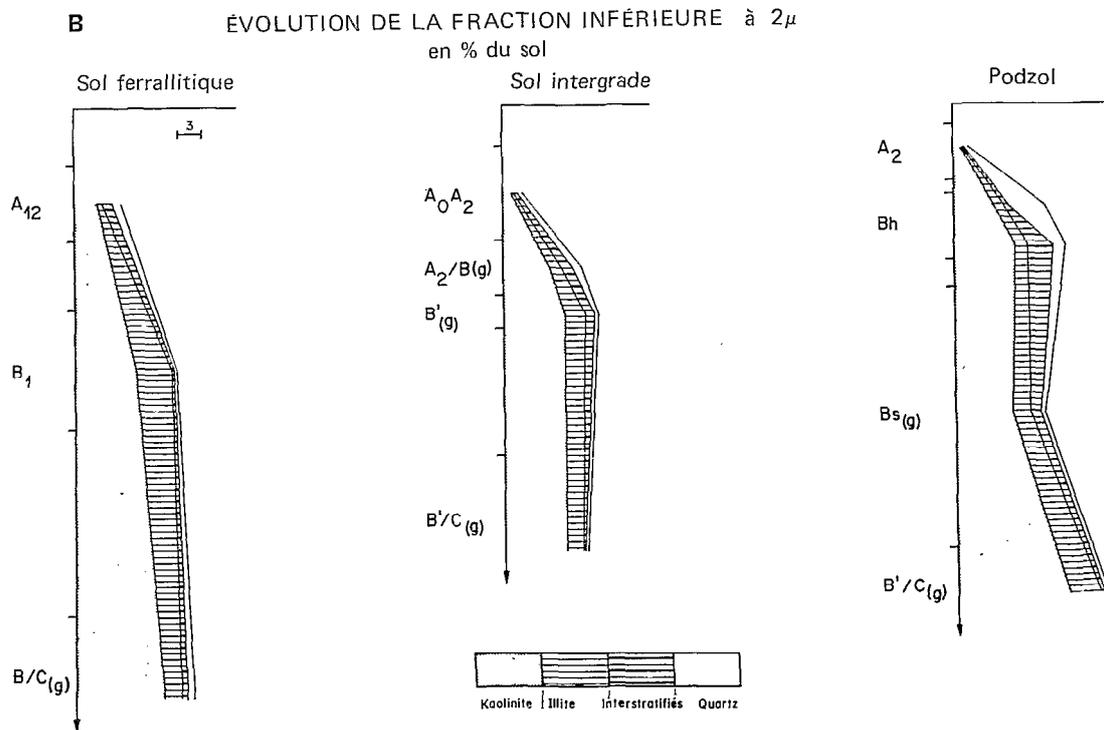
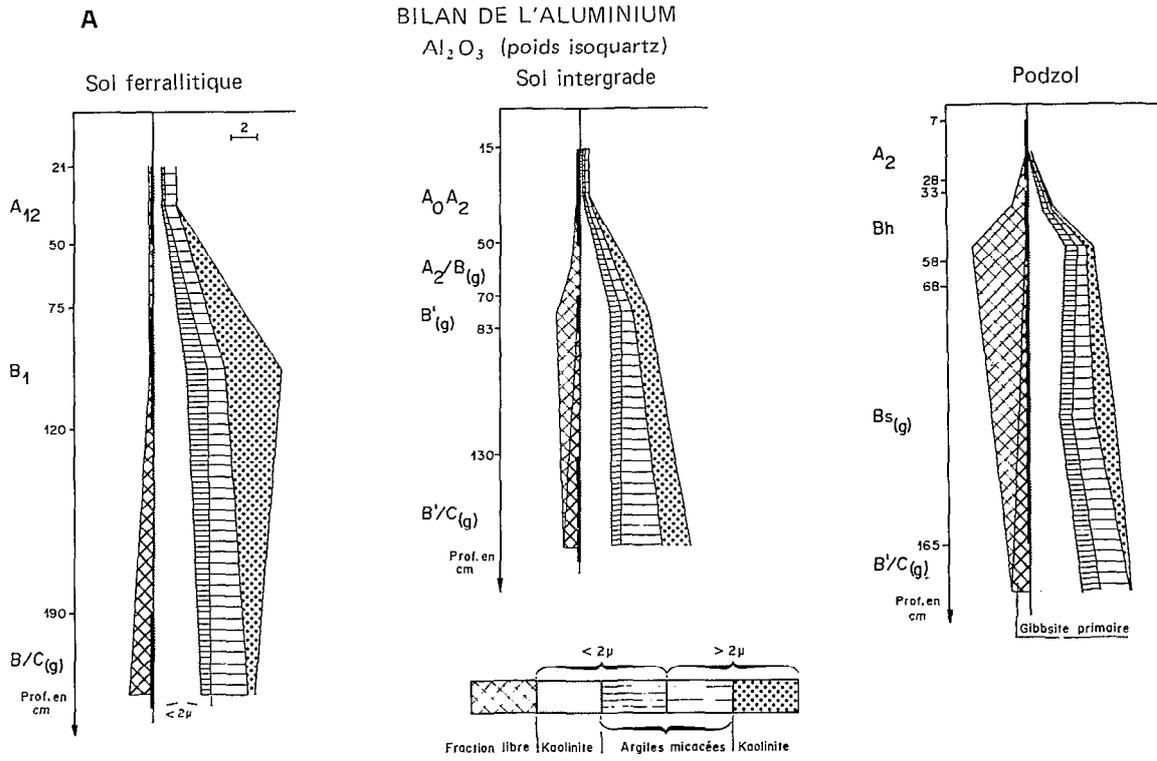


FIG. 41. — Evolution verticale du complexe d'altération.

2. *Phénomène d'appauvrissement et lessivage* : la diminution en surface de la fraction inférieure à 2μ 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 micacées, 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 argileux 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.*

Comparaison Podzol-Sol ferrallitique (bilan sur 1,50 m d'épaisseur)

Evaluation en kg d'Al₂O₃ par m²

Perte d'argile :	Stock initial 120 Kg contenant	}	24 Kg argiles micacées
			96 Kg kaolinite
}	Perte : 40 Kg dont environ	}	14 Kg argiles micacées (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 micacés, mais encore de la kaolinite, minéral essentiel du complexe d'altération ferrallitique. Comme l'ont montré de nombreux auteurs (LELONG et DU-CHAUFOUR, 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*.

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.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

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 pédoclimatiques et par les caractères physico-chimiques des horizons du profil pédologique. La formation et le battement d'une nappe superficielle règlent les processus d'humification et orientent l'évolution pédologique vers la podzolisation.

1 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 morphogenèse (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 fonction-

nement de l'axe de drainage entraînés 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 (fig. 42).

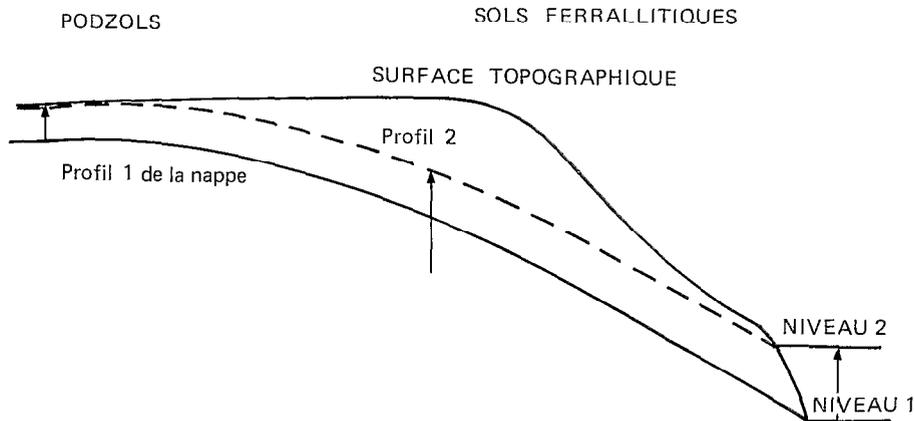


FIG. 42. — Effet du relèvement du niveau du drain sur la forme de la nappe.

2 ETUDE MORPHOLOGIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES SÉQUENCES 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 Bt d'accumulation d'argile (et de fer) se forme par cette voie ;
- 2 « *soutirage* », sous jacent à l'horizon Bt, conduisant à l'amincissement progressif de cet horizon B à sa base.

L'horizon Bt présente tous les caractères d'un horizon relique plus soumis à une pédogenèse hydromorphe (entraînement et redistribution) qu'à une illuviation actuelle. La morphologie planosolique précède la formation du stade podzolique et correspond à un épaissement dans 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 l'amont à partir d'une pénétration de plus en plus profonde de la matière organique, au sommet de l'horizon B imperméable.

3 RECONSTITUTION DES PHASES DE L'ÉVOLUTION DES SÉQUENCES

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.

1.1 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.

1.2 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 (fig. 44), 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 :

1. L'insolubilisation de précurseurs jeunes, sous forme d'acides humiques, dans les premières phases de formation du B h (âge moderne de ces composés) ;

2. 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 représenté à l'amont, le début de l'insolubilisation et fournit la limite inférieure du début de la podzolisation

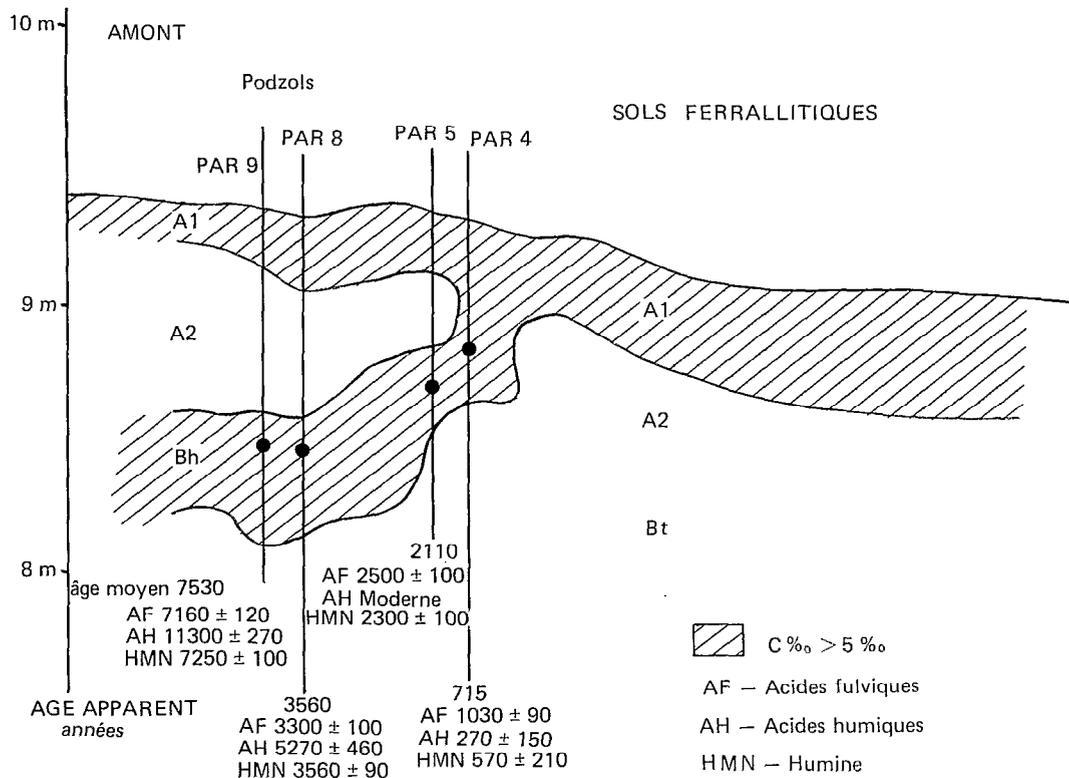


FIG. 43. — Prélèvements et analyses ¹⁴C. Ages apparents.

(11 000 ans BP). Deux périodes dans le développement latéral peuvent même être distinguées : déplacement vers l'aval lent (11 300 BP à 5 720 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.

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 B2h (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 Bh d'âge moyen relativement bas.

1.3 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 topographie.

La succession des phases peut être schématisée ainsi, en accord avec les résultats de datations ^{14}C (fig. 44-45).

Phase I : lessivage initial de l'argile et du fer aboutissant à la différenciation des horizons A 2 et Bt textural.

Phase II : Début du phénomène de remontée de la nappe (phase climatique). L'horizon Bt 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, en 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 Bt. Il y a différenciation des horizons spodiques Bh Bs.

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 Bt qui favorise la podzolisation hydromorphe ultérieure.

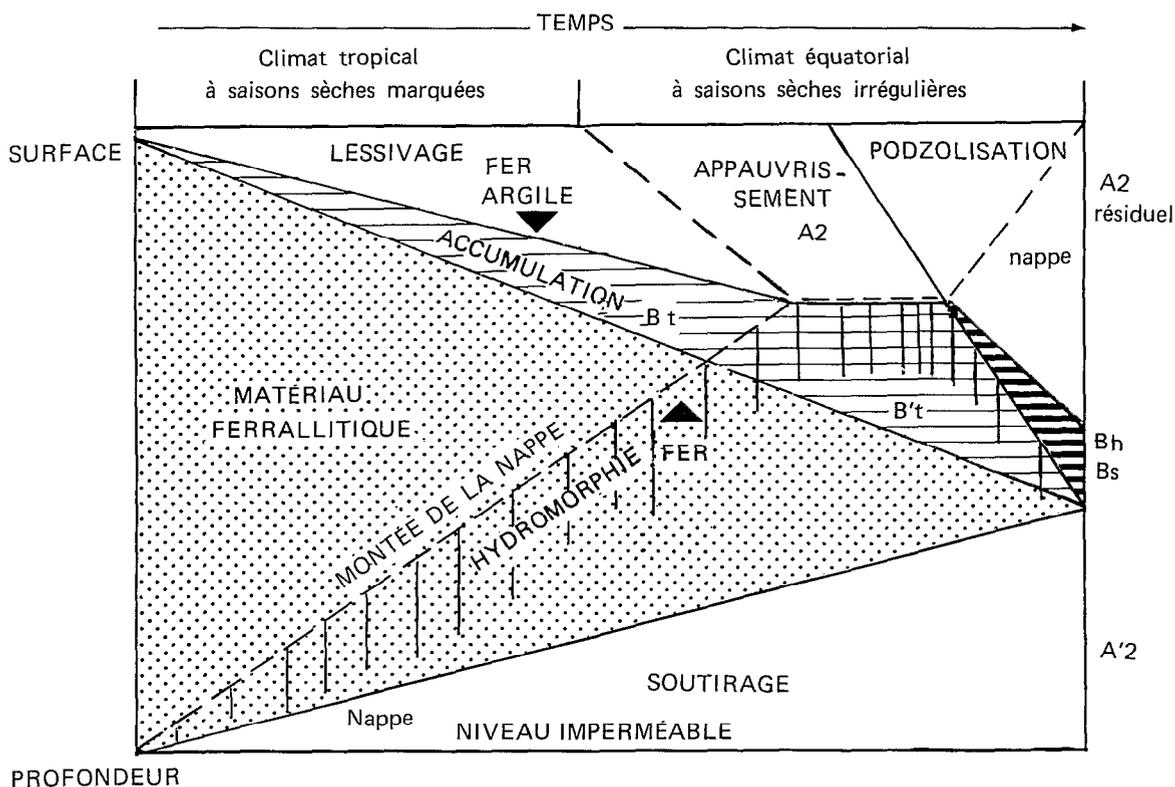


FIG. 44. — Phases successives de l'évolution du matériau ferrallitique.

Cette figure modifie ou complète les schémas proposés par P.C. HEYLIERS (1962), H. KLINGE (1968), J.F. TURENNE (1969), A.W.L. VEEN (1970), Ph. BLANCANEAUX (1974).

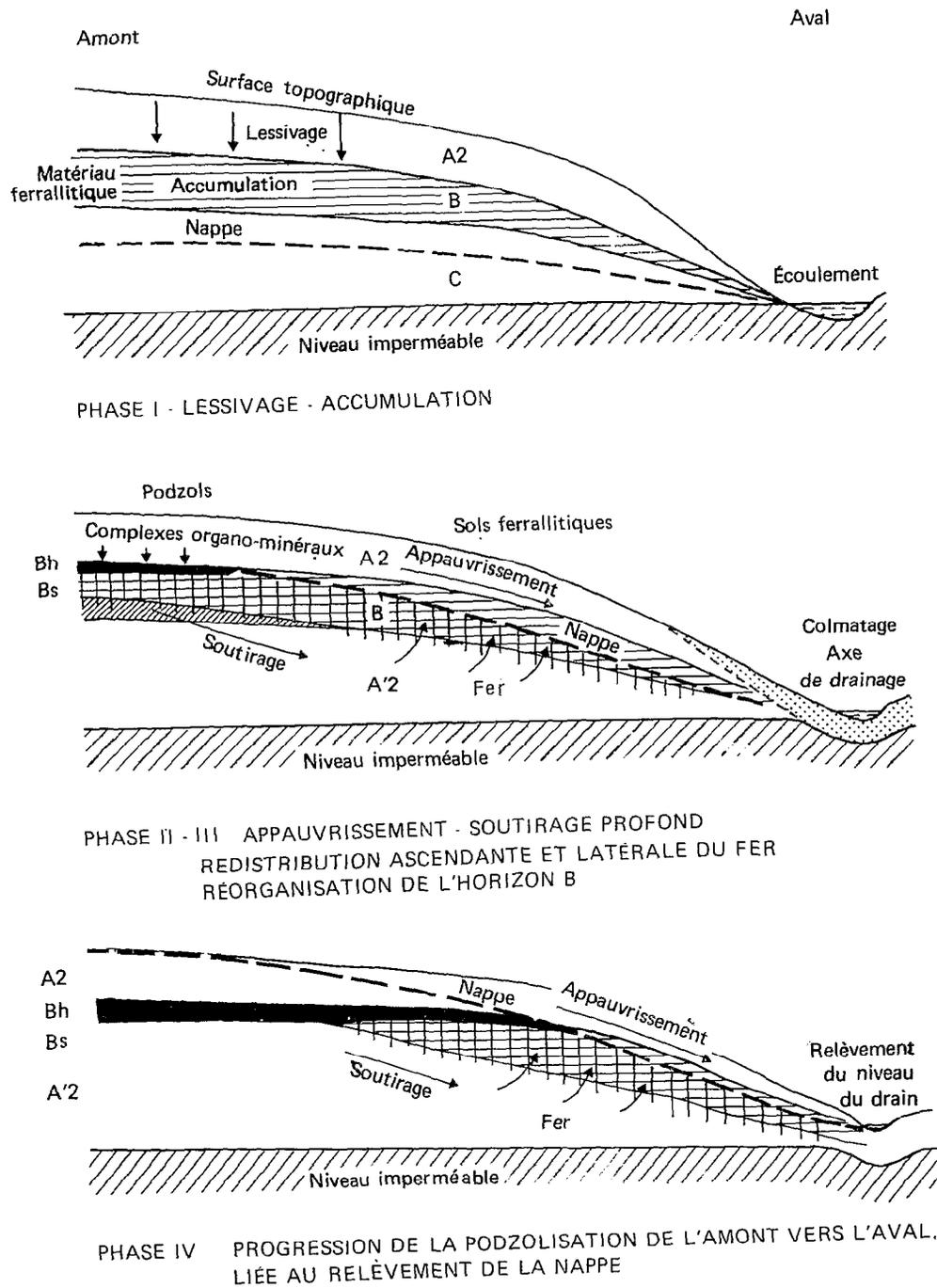


FIG. 45. — Evolution de la séquence pédologique.

4 ÉTUDE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE ÉVOLUTION SAISONNIÈRE 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.

4.1 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.

4.2 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 pédogenèse podzolique tempérée, ces petites molécules participent vraisemblablement à la formation de complexes et leur accumulation en Bh. La fragmentation des composés humiques est moindre dans les sols ferrallitiques.

5. ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES PROFILS

5.1 ÉTUDE STATIQUE

La comparaison de la distribution des composés humifiés dans les trois types de profils, ferrallitiques, intergrade podzologique, 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 Bt. Cette migration, par contre, intervient massivement dans les sols podzologiques : ils s'accumulent au-dessus de la barrière constituée par l'ancien B textural.

L'humine des horizons A11 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 de sols podzologiques), ce qui résulte d'un processus d'insolubilisation irréversible par le fer. Elle est très minoritaire dans l'horizon Bh.

5.2 ÉTUDE 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 pseudosolubles. 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 hydro-morphes, les précurseurs et les acides fulviques migrent massivement et s'accumulent en Bh : 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 Bh qui se forme au-dessus de Bt : 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 Bh, 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 Bh 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 Bh podzoliques.

6. 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 :

6.1 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 (A 12), puis biodégradées, et cette évolution n'aboutit qu'au maintien en surface d'un équilibre fer complexé fer amorphe fer 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 A 2 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 Bh, où s'accumulent le fer mobile en totalité, et plus partiellement, l'aluminium, sous formes précipitées organiques et amorphes.

6.2 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 (goëthite).

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 par 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.

CONCLUSION

Cette étude a permis de vérifier et confirmer le rôle capital du fer actif libre (fraction amorphe) du matériau, dans l'orientation de la pédogenèse, 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, aboutissent 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.

PHOTO 1. — Séquence de Pariacabo. Matériau sédimentaire des savanes.

A l'amont, différenciation podzolique, formation de l'horizon A 2. Echelle AB = 1 m.

PHOTO 2. — Séquence sur socle précambrien (ALBINA SURINAM).

Différenciation podzolique similaire à celle de la séquence de la Crique LAUSSAT.

(1) Formation de l'horizon A 2

(2) Horizon B relique

(3) Horizon A'2 formé par soutirage

Source TURENNE, Mission pédologique mixte ORSTOM Cayenne. Dienst bodem kartering Paramaribo.

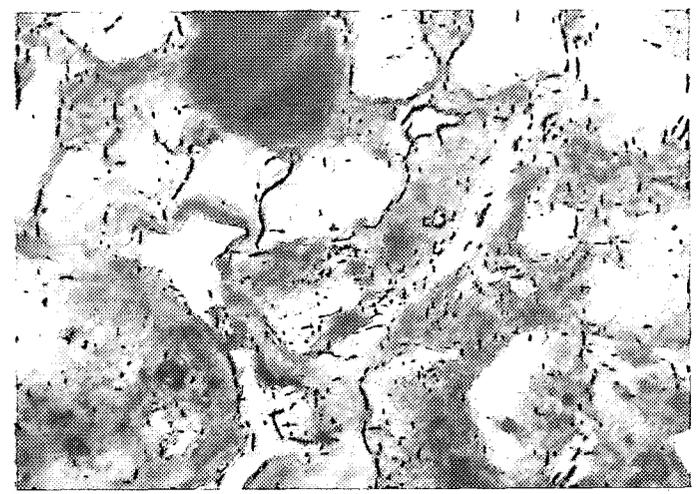
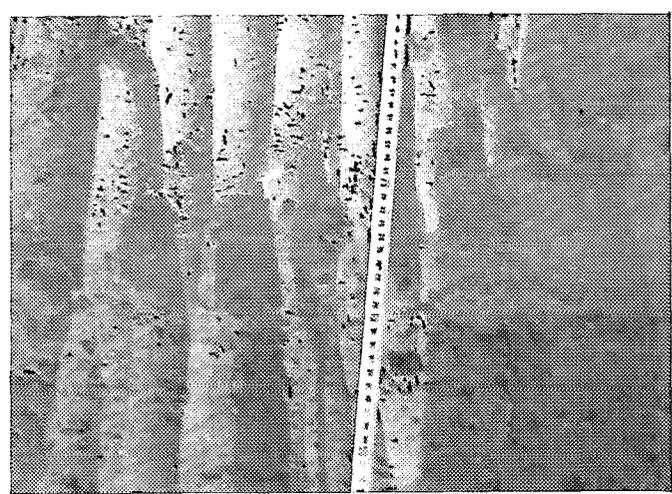
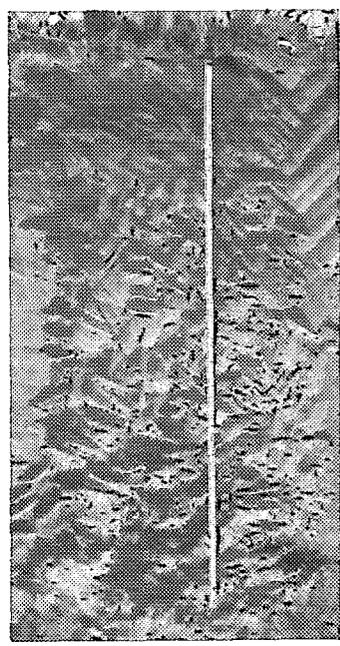
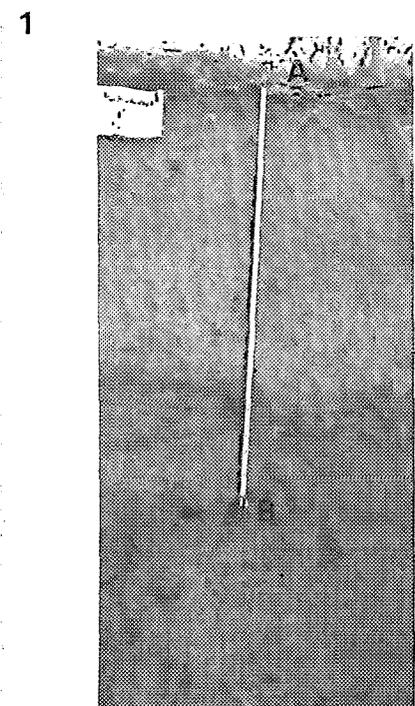
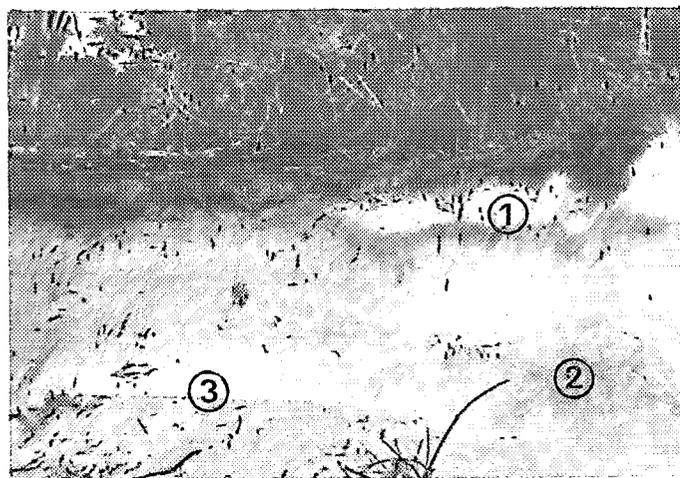
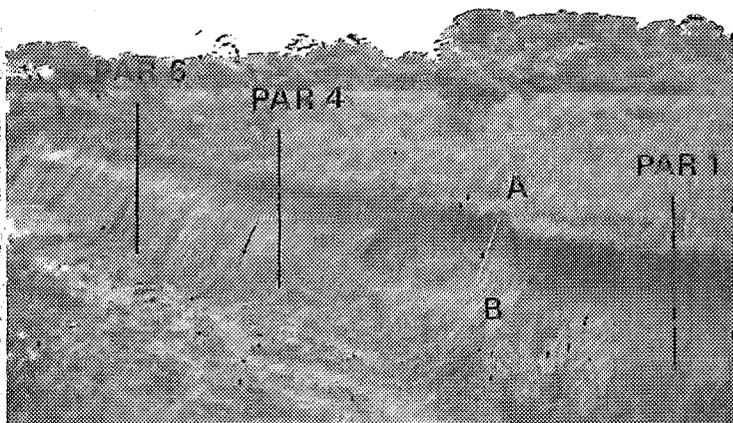
PHOTO 3. — Séquence de Pariacabo. Podzol hydromorphe à alios (profil PAR 6).

PHOTO 4. — Séquence de Pariacabo. Sol intergrade ferrallitique. Podzols. Eclaircissement de l'horizon A 2.

PHOTO 5. — Séquence de Pariacabo. Sol ferrallitique fortement désaturé lessivé. Profil PAR 1.

PHOTO 6. — Séquence de Pariacabo profil PAR 4. Morphologie planosolique, réorganisation de l'horizon B ferrallitique : appauvrissement superficiel, concrétions de fer au sommet de l'horizon B.

PHOTO 7. — Réorganisation de l'horizon B ferrallitique vides avec revêtement de fer. Anciennes figures d'accumulation d'argile, altération de muscarite.



BIBLIOGRAPHIE

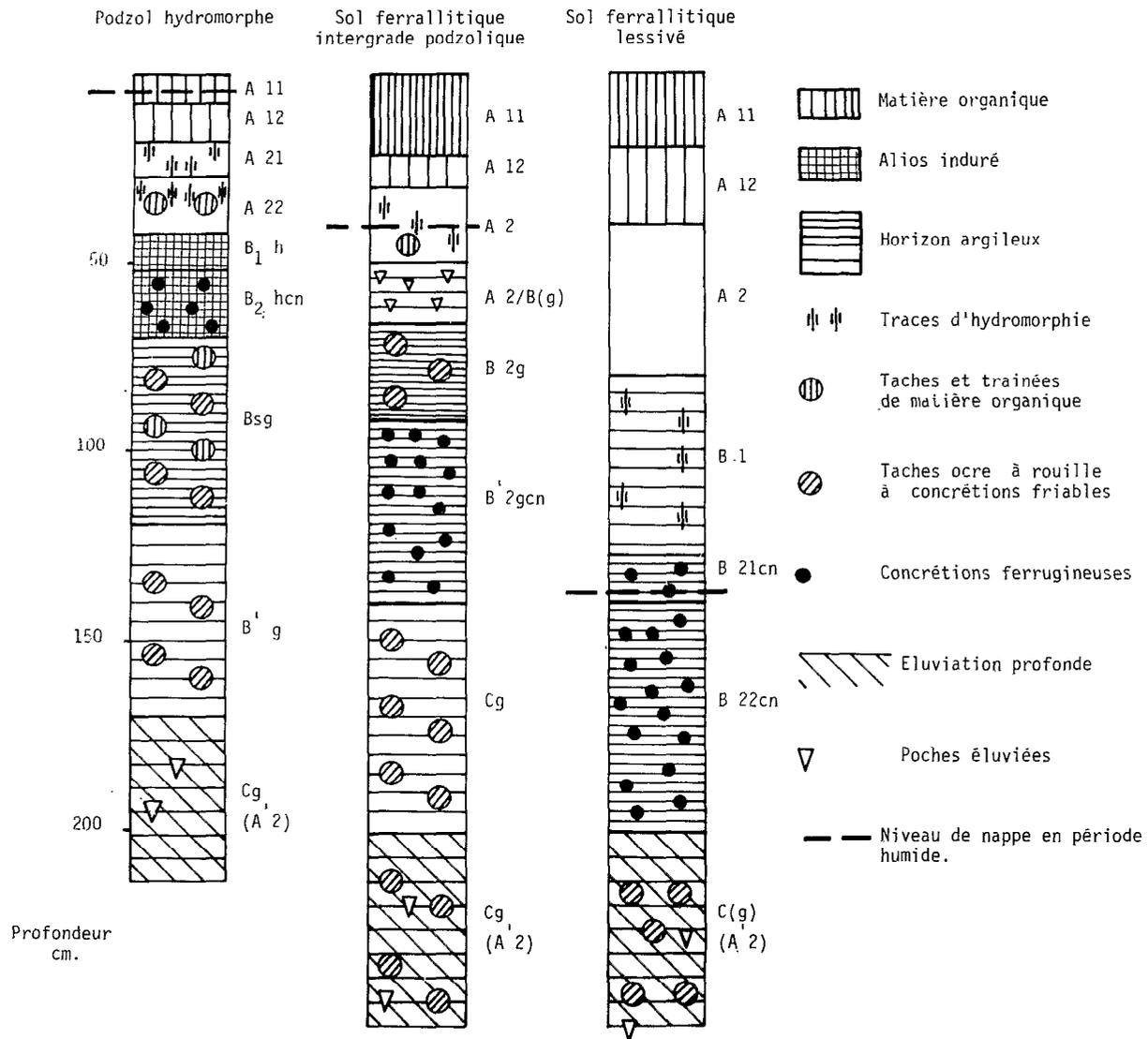
- AHMAD (N.), JONES (R.L.), 1969. — A plinthaquilt of the Aripo Savannas, North Trinidad. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, vol. 33, pp. 762-767.
- ALEXANDROVA (L.N.), 1966. — Possible ways of fulvic Acid Formation in soil. Soil chemistry and fertility, Meeting of Commission II et IV of the Int. Soc. Soil 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.), LAPLANCHE (G.), ROSTAN (J.J.), BERGRAVE (J.J.), 1973. — Podzols et sols ferrallitiques dans le Nord-Ouest de la Guyane française. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 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. — Land forms 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.

- BOYÉ (M.), 1959. — The quaternary and the problem of Detritic white sands. Proceedings of the 5th Inter Guiana geological conference. Geological Survey Department Georgetown, Guiana, 1961, pp. 145-159.
- BOYÉ (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 (Dépt. 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 an 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 pédogenèse 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.), BLANCANEAUX (Ph.), 1969. — Mission pédologique mixte Dienst 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. *Mém. B.R.G.M.*, n° 81, XIV, 204 p.
- COLMET-DAAGE (F.), 1954. — Etude préliminaire des sols de la Guyane. Carte de reconnaissance à 1/50 000 de la végétation et des sols des terres basses. IFAT *multigr.*
- CORNFORTH (I.S.), 1971. — Seasonal changes in mineralizable Nitrogen in trinidad soils. *Trop. Agric. (Trinidad)* vol. 48, n° 2, pp. 157-166.
- CRAMPTON (C.B.), 1965. — Vegetation, aspect, and time as factors of gleying in podzols of South Wales. *J. Soil Sci.*, vol. 16, n° 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 Congerence 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 néogène dans les horizons éluviaux des sols en voie de podzolisation. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, sér. D, t. 272, n° 22, pp. 2765-2678.
- DAVIES (R.I.), 1970. — Pedological aspect of movement in soils in : « Sorption 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 (N.), 1964. — Chemical investigations on soil humic substances. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 28, pp. 1567-1578.
- DUCHAUF0UR (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.
- DUCHAUF0UR (Ph.), 1970. — Humification et Ecologie. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VIII, n° 4, pp. 379-390.
- DUCHAUF0UR (Ph.), 1972. — Processus de Formation des Sols. Biochimie et Géochimie. C.R.D.P., Nancy, (II), 186 p.
- DUCHAUF0UR (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 radioatividade especifica C^{14}/C^{12} : aplicacao ao estudo do comportamento dinamico do carbono no solo. Tese. Inst. Fisica 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 Klimastwankungen 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.
- GUILLET (B.), 1972. — Relation entre l'histoire de la végétation et la podzolisation dans les Vosges, Thèse Sc. Nat., Nancy, 112 p. XXXIX.
- HARRIS (D.R.), 1971. — The ecology of swidden cultivation in the upper orinocco 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 matter on the aggregation of sandy and loamy soils, *Geoderma*, vol. 11, p. 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 withe sand savannah in Suriname. *Vegetation of Suriname, III*, Amsterdam, 148 p.
- HOOCK (J.), 1971. — Les savanes guyanaises : Kourou, *Mem. ORSTOM*, n° 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.
- MC GILL UNIVERSITY SAVANNA RESEARCH PROJECT 1966. — South american savannas comparative studies Ilanos and Guyana. Department of geography Mc GILL University, Montreal.

- McKEAGUE (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 ORSTOM 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 ORSTOM. 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. ORSTOM, 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.
- PALEO-PEDOLOGY - ORIGIN, NATURE and DATING of paleosols, 1971. — Int. Soc. Soil Sci., Israel Universities Press. Jerusalem, XIV, 350 p.
- 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 HAO (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 lœssiques 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. Ruffers 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 Terre*, 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 tempérée et zone équatoriale. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 274, pp. 1896-1899.
- LÉVÊQUE (A.), 1960. — Note pédologique sur la région de Mana. Centre ORSTOM, 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 ¹⁴C atmosphérique comme traceur de la matière organique des sols. Univ. federale, Salvador, Bahia, IV, 6 p. *multigr.*
- PEDRO (G.), BERRIER (J.), TESSIER (D.), 1970. — Recherches expérimentales sur l'altération allitique 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 mécanismes intervenant dans le processus de lessivage pédologique. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 277, pp. 1133-1136.
- PERRAUD (A.), 1970. — Note sur les différents types d'humus des sols ferrallitiques forestiers de la Côte d'Ivoire. *G.R. Acad. Sci.*, t. 270, pp. 1302-1305.
- PERRAUD (A.), 1971. — La matière organique des sols forestiers de la Côte d'Ivoire. Thèse Sc. nat. Nancy. ORSTOM, Paris, (III), 134 p. *multigr.*
- RIQUIER (J.), 1948. — L'existence de podzols dans une région latéritique (Dunes de la côte Est de Madagascar) ORSTOM, Paris, 5 p. *multigr.*

- RODE (A.A.), 1970. — Podzols Forming process Israel. Programm for. 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. ORSTOM*, n° 4, Paris, IV, 151 p.
- SEGALEN (P.), 1973. — L'aluminium dans les sols. *Init. Doc. techn. ORSTOM*, n° 22, Paris, 281 p.
- SIEFFERMANN (G.), 1956. — Sur le gisement d'argile de la savane Calembé et ses possibilités d'utilisation pour la briquetterie IFAT, Cayenne, 5 p. *multigr.*
- SIOLI (IL.), KLINGE (H.), 1962. — Sols, Tipos de vegetacao e aguas na Amazonia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, n° 1.
- SOIL BIOCHEMISTRY, 1971. — Ed. by A. DOUGLAS MCLAREN, J. Skujins. M. Dekker, New-York, XVIII, 527 p.
- SOMBROECK (W.Cr.), 1966. — Amazon Soils Centre Agricultural Publications and documentation, Wajemisgen, 303 p.
- SOUCHIER (B.), 1971. — Evolution des sols sur roches cristallines à l'étage montagnard (Vosges). Thèse Doc. ès Sciences, Nancy. *Mém. serv. Carte géol. Als-Lorr.*, n° 33, Strasbourg, 134 p.
- SOURDAT (M.), 1965. — Notice de la carte provisoire à 1/50 000 des sols du littoral Guyanais entre Kourou et Sinnamary Guyane, Française, Centre ORSTOM, Cayenne, 90 p. *multigr.*
- SOURDAT (M.), DELAUNE (M.), 1970. — Contribution à l'étude des sédiments meubles grossiers du littoral Guyanais. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.*, vol. VIII, n° 1, pp. 81-97.
- SWIFT (R.S.), POSNER (A.M.), 1971. — Gel chromatography of humic acid. *J. Soil Sci.*, vol. 22, n° 2, pp. 237-249.
- TAN (K.H.), GIDDENS (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. ORSTOM, sér. Pédol.*, n° 3, pp. 43-72.
- TOUTAIN (F.), 1974. — Etude écologique de l'humification dans les hétraies acidiphiles. Thèse Sci. nat. Nancy, 124 p.
- TREVOR (W.), MCSHEEHY, 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 ORSTOM, 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 ORSTOM, Cayenne, 8 p. *multigr.*
- TURENNE (J.F.), 1973. — Carte pédologique de Guyane. Mana Saint-Laurent S.E. à 1/50 000 ORSTOM Notice explicative n° 49, Paris, II, 110 p.
- TURENNE (J.F.), 1974. — Molecular weights of humic acids in podzol and 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.
- VANZOLINI, 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 Landbouw*, 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 savannas in Northern south america. *Leid. geol. Meded.*, 38, pp. 71-90.



Disposition figurée des horizons des profils de la savane Bordelaise.

TABLE DES FIGURES

Figure 1	Plaine côtière des Guyanes. Localisation de l'étude	18
2	Evénements climatiques remarquables (d'après FRANQUIN, 1969)	25
3	Plaine côtière ancienne de Guyane, occurrence de la saison sèche	
	a) 1968-1969	31
	b) 1969-1970	32
	c) 1970-1971	33
	d) 1971-1972	34
	e) 1972-1973	35
4	Coupe schématique de la plaine côtière de Guyane française (d'après VEEN 1970, sondage BRGM, carte IGN à 1/10 000 Kourou)	38
5	Sables fins triés des savanes de la vieille plaine côtière. Caractéristiques granulométriques (M. SOURDAT, M. DELAUNE, 1970)	39
6	Plaine côtière de Guyane. Disposition des axes de drainage	41
7	Répartition des sols, localisation des profils	47
	a) savane bordelaise	
	b) savane de Pariacabo	
8	Distribution latérale de l'argile	entre p. 60-61
9	Distribution latérale du fer total	entre p. 62-63
10	Distribution latérale de la matière organique	entre p. 62-63
11	Perméabilités comparées des horizons des sols de savane. Cas de la savane bordelaise (valeurs de K en 10^{-6} ms^{-1})	64
12	Savane bordelaise. Profils saisonniers de la nappe	66
13	Crique Laussat. répartition des sols, localisation des profils	70
14	Crique Laussat. distribution de l'argile (équidistance 2,5 %)	74
15	Crique Laussat. distribution du fer total (équidistance 0,25 %)	76
16	Crique Laussat, distribution de la matière organique (équidistance 1,5 %)	77
17	Schéma d'évolution des séquences	80
18	Horizons de surface. Teneur en carbone total (valeurs moyennes, intervalles de confiance)	89
19	Horizons de surface. Rapport $\frac{\text{Acides fulviques}}{\text{Carbone total}}$ (valeurs moyennes, intervalles de confiance)	90
20	Horizons de surface. Acides humiques immobiles à l'électrophorèse (valeurs moyennes, intervalles de confiance)	90

21	Horizons de surface rapport C/N	91
22	Humidité au champ et variations de pluviométrie	94
23	Variation relative de la composition de la matière organique	98
24	Rémanence et inertie des formes polymérisées	105
25	Relation acides humiques mobiles et humidité au champ	106
26	Relation acides humiques immobiles et humidité au champ	107
27	Relation acides humiques immobiles /pF	108
28	Podzols savane Combi. Courbes d'éluions sur G. 25 - G. 50 des acides humiques, évolution saisonnière ..	112
29	Podzols savane de Corossony. Courbes d'éluion sur G. 25 - G. 50 des acides humiques, évolution saisonnière	113
30	Sols ferrallitiques. Savane Combi. Courbes d'éluion sur G. 25 - G. 50 des acides humiques, évolution saisonnière	114
31	Différence de structure moléculaire observée pour deux échantillons, dans la même période climatique	116
32	Variations pédoclimatiques, humidité % des sols de la savane bordelaise (équidistance 2,5 %)	124
33	Savane bordelaise, fractions de la matière organique % Carbone total (saison sèche)	126
34	Fractionnement des acides humiques, sols ferrallitiques, podzols	129
35	Composition de l'humine	131
36	Sols ferrallitiques, variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistances 5 %)	134
37	Podzols, variations saisonnières des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistance 5 %)	135
38	Sols ferrallitiques intergrades podzodiques, variation saisonnière des fractions acides fulviques libres, acides humiques et fulviques liés et humine, % de C total (équidistance 5 %)	136
39	Dynamique du Fer et de l'aluminium, comparaison Fe-Al amorphe, Fe-Al complexé	144
40	Relation acides fulviques/C total et Al amorphe	146
41	Evolution verticale du complexe d'altération	148
42	Effet du relèvement du niveau du drain sur la forme de la nappe	154
43	Prélèvements et analyses ¹⁴ C. Ages apparents	156
44	Phases successives de l'évolution du matériau ferrallitique	157
45	Evolution de la séquence pédologique	158
	Pl. I <i>hors-texte, entre pages</i>	169 et 170
	Pl. II	100
	Pl. III	102 et 103
	Pl. IV	
	Planche couleur	

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	5
SOMMAIRE	7
SUMMARY	9

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION : LE MILIEU

INTRODUCTION	17
CHAPITRE I : LE PAYSAGE	21
1. Brève définition des limites géographiques de l'étude	21
2. Le Climat	22
2.1. Pluviosité	22
2.2. Pluviosité et Evapotranspiration. Définition de périodes climatiques remarquables	24
2.3. Température, ensoleillement, vents	26
Conclusion à la présentation des données climatiques	29
3. Végétation	30
3.1. Les paysages végétaux	30
3.2. Les savanes	31
3.3. Dynamique actuelle de la végétation	36
4. Les Paleoclimats	36
5. Les Sables argileux des savanes. Morphologie - Sédimentologie	38
5.1. Stratigraphie et géomorphologie	38
5.2. Caractérisation granulométrique	39
5.3. Le réseau de drainage	40
CHAPITRE II : LES SOLS DE LA PLAINE COTIÈRE DES GUYANES	43
1. Présentation générale	44
1.1. Les sols ferrallitiques	44
1.2. Les sols podzoliques et les podzols	45
1.3. Les sols hydromorphes	45
1.4. Répartition des sols	46

2. Les Séquences de sol dans le paysage sédimentaire des savanes : Exemple de la Savane Bordelaise et de la Savane de Pariacabo	46
2.1. Situation, modelé, topographie, végétation	46
2.2. Les profils types des sols de la Plaine Cotière ancienne. La Savane Bordelaise	49
2.3. Les grandes lignes de l'organisation latérale des séquences de sols en savanes	59
2.4. Le régime hydrique - Exemple de la Savane Bordelaise	63
3. Les Séquences de sols sur manteau d'altération. Exemple de la Séquence de la Crique Laussat	68
Introduction	68
3.1. La séquence de la Crique Laussat	69
3.2. Les profils types	71
3.3. Les grandes lignes de l'organisation latérale des séquences de sols sur le manteau d'altération	73
3.4. Le régime hydrique	75
4. Conclusion à l'étude des séquences de sols sur matériau sédimentaire et sur manteau d'altération	79

DEUXIÈME PARTIE

ETUDE DE L'ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DE LA
MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS DE LA PLAINE CÔTIÈRE DES GUYANES

CHAPITRE III : LES FRACTIONS EXTRACTIBLES DE LA MATIÈRE ORGANIQUE. MATÉRIEL, MÉTHODES	83
1. Les Prélèvements saisonniers	83
2. Les méthodes d'extraction des composés humifiés	84
2.1. La méthode d'extraction au pyrophosphate de Na 0,1 M (pH 10)	85
2.2. La méthode d'extraction avec prétraitement acide et action de réactifs alcalin (B. Dabin, 1971)	86
3. Méthode de comparaison des résultats	87
4. Matériel : caractères de la matière organique des horizons de surface	88
4.1. Généralités	88
4.2. Caractères moyens de la matière organique des horizons de surface	89
CHAPITRE IV : ACTION DU PÉDOCLIMAT SUR L'HUMIFICATION DES HORIZONS DE SURFACE	93
1. Variations pédoclimatiques	93
1.1. Humidité au champ et valeur du pF	93
1.2. Régularité et durée des périodes climatiques	95
1.3. Conclusion	96
2. Evolution comparée de la composition de la matière organique	96
2.1. Evolution comparée du stock de matière organique	96
2.2. Les grands moments climatiques et l'évolution de la matière organique	96
2.3. Conclusion	101
3. Evolution comparée du taux d'acides humiques immobiles à l'électrophorèse	104
3.1. Rémanence ou inertie des formes polymérisées	104
3.2. Evolution comparée du taux de polymérisation des acides humiques à l'électrophorèse. Relation taux de polymérisation pF	105
3.3. Conclusion à l'étude des variations des taux d'acides humiques polymérisés. Interprétation	109
4. Evolution comparée des polymères des acides humiques dans deux stations types : Sols ferrallitiques et Podzols des savanes	111
4.1. Matériel, méthode	111
4.2. Les courbes d'éluion des composés humiques	111
4.3. Analyse quantitative	115
4.4. Courbes d'éluion des acides humiques et saisons climatiques	116
4.5. Conclusions	117
5. Evolution comparée de l'indice d'instabilité structurale et de la capacité d'échange, en fonction du degré de polymérisation	118
5.1. Indice d'instabilité structurale	118
5.2. Capacité d'échange	119
Conclusion	120

CHAPITRE V : DIFFÉRENCIATION PODZOLS SOLS FERRALLITIQUES. ACTION DU PÉDOCLIMAT SUR L'HUMIFICATION DANS LES HORIZONS DU PROFIL PÉDOLOGIQUE	123
Introduction	123
1. Variations pédoclimatiques	125
1.1. Le profil ferrallitique	125
1.2. Le profil ferrallitique intergrade vers les sols podzoliques	127
1.3. Le podzol hydromorphe à alios	127
2. Les Caractères de la matière organique en fin de saison sèche	127
2.1. La matière légère	127
2.2. Les acides fulviques libres	128
2.3. Les acides fulviques et humiques liés	128
2.4. Répartition des acides humiques immobiles à l'électrophorèse	129
2.5. L'Humine	130
3. Les Caractères saisonniers de la matière organique	132
3.1. Les caractères saisonniers de la matière organique	133
3.2. Interprétation et conclusion	137

TROISIÈME PARTIE

EVOLUTION DU COMPLEXE D'ALTÉRATION

CHAPITRE VI : DYNAMIQUE DU FER ET DE L'ALUMINIUM AU COURS DES PHASES DE LA PODZOLISATION	141
1. Migration et précipitation des complexes Fer et Aluminium	142
1.1. Généralités	142
1.2. Dynamique des complexes matière organique-Fer-Aluminium dans les profils types de la Savane de Paria-cabo	142
2. Différenciation podzolique : Dégradation des minéraux argileux et individualisation des hydroxydes	146
2.1. Evolution verticale comparée des minéraux argileux et de l'alumine libre	147
2.2. Interprétation et essai de bilan de l'aluminium	147
RÉSUMÉ - CONCLUSIONS GÉNÉRALES	153
BIBLIOGRAPHIE	163
TABLE DES FIGURES	169

IMPRIMERIE MARCEL BON
70001 VESOUL
D.L. éditeur 3^e trimestre 1977
D.L. imprimeur : 2188

Fabrication-Coordination
Hélène DARDENNE

Les Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer tendent à constituer une documentation scientifique de base sur les zones intertropicales et méditerranéennes, les pays qui en font partie et sur les problèmes posés par leur développement.

CAHIERS ORSTOM (séries périodiques)

- **biologie**: études consacrées à diverses branches de la biologie végétale et animale: agronomie, biologie et amélioration des plantes utiles, entomologie agricole, nématologie.
- **entomologie médicale et parasitologie**: systématique et biologie des arthropodes d'intérêt médical et vétérinaire, parasitologie, épidémiologie des grandes endémies tropicales, méthodes de lutte contre les vecteurs et les nuisances.
- **géologie**: pétrologie et cycles des éléments (géochimie) - hydrogéologie - altération et érosion - sédimentologie - stratigraphie - orogénèse continentale - métallogénèse - paléogéographie - structure et évolution des fonds océaniques.
- **hydrologie**: études, méthodes d'observation et d'exploitation des données concernant les cours d'eau intertropicaux et leurs régimes.
- **océanographie**: hydrologie, physico-chimie, hydrodynamique, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, niveaux de production, dynamique des stocks, prospection faunistique (Sud-ouest Pacifique, Canal de Mozambique et environs, Atlantique Tropical Est).
- **hydrobiologie**: physico-chimie, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, dynamique des stocks, action des insecticides sur la faune (Bassin Tchadien, Côte d'Ivoire).
- **pédologie**: problèmes soulevés par l'étude des sols: morphologie, caractérisation physico-chimique et minéralogique, classification, relations entre sols et géomorphologie, problèmes liés aux sels, à l'eau, à l'érosion, à la fertilité.
- **sciences humaines**: études géographiques, sociologiques, économiques, démographiques et ethnologiques.

MÉMOIRES ORSTOM: consacrés aux études approfondies (synthèses régionales, thèses...) dans les diverses disciplines scientifiques (85 titres parus).

ANNALES HYDROLOGIQUES: depuis 1959, deux séries sont consacrées: l'une, aux Etats africains d'expression française et à Madagascar, l'autre aux Territoires et Départements français d'Outre-Mer.

FAUNE TROPICALE: collection d'ouvrages principalement de systématique, pouvant couvrir tous les domaines géographiques où l'ORSTOM exerce ses activités (19 titres parus).

INITIATIONS/DOCUMENTATIONS TECHNIQUES: mises au point et synthèses au niveau, soit de l'enseignement supérieur, soit d'une vulgarisation scientifiquement sûre (33 titres parus).

TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'ORSTOM: cette collection, diverse dans ses aspects et ses possibilités de diffusion, a été conçue pour s'adapter à des textes scientifiques ou techniques très variés quant à leur origine, leur nature, leur portée dans le temps ou l'espace, ou par leur degré de spécialisation (66 titres parus).

Les études en matière de géophysique (gravimétrie, sismologie, magnétisme...) sont publiées, ainsi que certaines données (magnétisme) dans des séries spéciales: **GÉOPHYSIQUE** et **OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES**.

L'HOMME D'OUTRE-MER: cette collection, exclusivement consacrée aux sciences de l'homme, est réservée à des textes d'auteurs n'appartenant pas à l'ORSTOM, mais dont celui-ci assure la valeur scientifique (co-édition Berger-Levrault) (10 ouvrages parus).

De nombreuses **CARTES THÉMATIQUES**, accompagnées de **NOTICES**, sont éditées chaque année, intéressant des domaines scientifiques ou des régions géographiques très variées.

BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRINAIRE (périodicité mensuelle; ancienne dénomination jusqu'en 1970: Bulletin signalétique d'entomologie médicale et vétérinaire) (XXIV^e année).

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Direction générale

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Service des Publications

70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY, FRANCE

O.R.ST.O.M. Editeur

Dépôt légal :

ISBN 2-7099-0447-0