

**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

CENTRE DE CAYENNE

**ETUDE DE L'ORGANISATION
ET DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES
DE COUVERTURES PEDOLOGIQUES SUR SCHISTES BONIDORO**

**Rapport de Stage de deuxième année
de**

**Sok Khan LIM et Sakol THACH
Elèves stagiaires**

AOUT 1977

T A B L E S D E S M A T I E R E S

| | |
|---|----|
| AVANT-PROPOS | |
| INTRODUCTION | 1 |
| 1 ^{ère} partie: LE MILIEU NATUREL par LIM et THACH | |
| I -LOCALISATION GEOGRAPHIQUE | 3 |
| II-MORPHOLOGIE et HYDROLOGIE | 3 |
| III-GEOLOGIE | 6 |
| IV-CLIMATOLOGIE | 8 |
| 1-Pluviométrie | 9 |
| 2-Température | 13 |
| 3-Humidité relative | 14 |
| 4-Insolation | 15 |
| 5-Evaporation | 15 |
| V -VEGETATION | 15 |
| VI-ACTIVITE BIOLOGIQUE | 16 |
| VII-ACTIVITE ANTHROPIQUE | 16 |
| CONCLUSION | 17 |
| 2 ^{ème} partie: ETUDE DE LA SEQUENCE FORTEMENT DECLIVE A ETROIT PLATEAU SOMMITAL par THACH | |
| CHAPITRE I :ETUDE MORPHOLOGIQUE | 18 |
| I -L'ENSEMBLE SOMMITAL A MICROPEDS | |
| 1 -Le sol du plateau SEPI | |
| a)Etude macromorphologique | 20 |
| b)Etude micromorphologique | 24 |
| Conclusion | 33 |
| 2 -Etude des profils à micropeds du haut de pente | 37 |
| II-L'ENSEMBLE MEDIAN A GRANDES SURFACES DE DECOLLEMENT | |
| 1-Profil type SEP 4 | |
| a)Etude macromorphologique | 40 |
| b)Etude micromorphologique | 43 |
| Conclusion | 45 |
| 2-Etude des profils du même type | 48 |
| III-ETUDE DU SOL AVAL A HORIZONS BARIOLES | |
| Etude du profil SEP6 | |
| a)Etude macromorphologique | 50 |
| b)Etude micromorphologique | 55 |
| Conclusion | 57 |
| RESUME SUR L'ORGANISATION DES SOLS DE LA SEQUENCE | 59 |

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

I - GRANULOMETRIE

A- Variations verticales

1-Sol amont à micropeds

a) Granulométrie de la terre fine 65

b) Granulométrie de la terre totale 69

2-Sol médian à grandes surfaces de décollement

a) Granulométrie de la terre fine 69

b) Granulométrie de la terre totale 73

3-Sol aval à horizons bariolés

a) Granulométrie de la terre fine 73

b) Granulométrie de la terre totale 76

B- Variations latérales dans l'ensemble de la séquence

a) Argile de la terre fine 76

b) Nodules 79

Conclusion 79

II-MINERALOGIE DES CONSTITUANTS DES SOLS 79

A-Variations verticales 80

B-Variations latérales 82

III-MATIERE ORGANIQUE

A-Variations verticales 82

B-Variations latérales 82

IV-COMPLEXE ABSORBANT

1-pH 85

2-Somme des cations échangeables 85

3-Capacité d'échange 85

4-Degré de saturation 85

V-COMPLEXE D'ALTERATION

1-Variation du résidu à l'attaque triacide 90

2-Variations des produits solubles

a) L'aluminium 92

b) La silice 92

Comparaison entre le taux d'argile granulométrique 92

et la teneur en kaolinite du sol sommital

c) Le fer 97

VI-REGIME HYDRIQUE

A-Tests d'infiltration en surface des sols 99

B-Mesure de la capacité au champ 101

Conclusion sur les comportements hydrique des sols 107

de la séquence

CONCLUSION 109

TROISIEME PARTIE

ETUDE DE LA SEQUENCE SUR INTERFLUVE A SOMMET ARRONDI A DECLIVITE MOYENNE

CHAPITRE I : ETUDE MORPHOLOGIQUE

Pages

| | |
|--|-----|
| I - DONNEES GENERALES | 115 |
| II - DONNEES MORPHOLOGIQUES | 115 |
| 1. Sol du sommet d'interfluve SEL 1 | 115 |
| 2. Sol de tiers supérieur de pente SEL 2 | 120 |
| a) Nodulation ferrugineuse de SEL 1 et SEL 2 | 121 |
| b) Etude micromorphologique | 123 |
| 3. Profils de tiers inférieur de pente SEL 4 | 131 |
| a) Nodulation ferrugineuse de SEL 4 et SEL 3 | 134 |
| b) Etude micromorphologique | 135 |
| 4. Profils de bord du thalweg SEL 6 | 138 |
| a) Nodulation ferrugineuse de SEL 6 et SEL 5 | 141 |
| b) Etude micromorphologique | 142 |
| 5. Etude de la tranchée | 146 |
| III - CONCLUSIONS GENERALES | 151 |

CHAPITRE II : ETUDE ANALYTIQUE

| | |
|---|-----|
| I - GRANULOMETRIE | 156 |
| A. <u>Variations verticales</u> | 156 |
| 1. Sols à organisation A (SEL 1 et SEL 2) | 156 |
| a) Granulométrie de la terre fine | 156 |
| a ₁) Profil du sommet d'interfluve SEL 1 | 156 |
| a ₂) Profil de tiers supérieur de la pente SEL2 | 158 |
| b) Granulométrie de la terre totale | 158 |
| 2. Sols à organisation B (SEL 4 et SEL 3) | 160 |
| a) Granulométrie de la terre fine | 160 |
| b) Granulométrie de la terre totale | 162 |

| | Pages |
|--|-------|
| 3. Sols à organisation C (SEL 6 et SEL 5) | 164 |
| a) Granulométrie de la terre fine | 164 |
| b) Granulométrie de la terre totale | 164 |
| 4. Profil de bas fond (tranchée) | 168 |
| B. <u>Variations latérales</u> | 168 |
| CONCLUSIONS SUR LA GRANULOMETRIE | 173 |
| II - RESULTATS D'ANALYSE AUX RAYONS X DES MATERIAUX DES HORIZONS A STRUCTURE PLUS OU MOINS CONSERVEE | 175 |
| III - RESULTATS D'ANALYSE AUX TRIACIDES | 178 |
| A. <u>Variation de Fe₂O₃</u> | 178 |
| B. <u>Résidus à l'attaque triacide</u> | 178 |
| C. <u>Variation de SiO₂, Al₂O₃ et rapport SiO₂/Al₂O₃</u> | 181 |
| IV - LES MATIERES ORGANIQUES ET LE P ₂ O ₅ TOTAL | 181 |
| A. <u>Matières organiques</u> | 181 |
| B. <u>P₂O₅ total</u> | 183 |
| V - CARACTERISTIQUES DU COMPLEXE ABSORBANT | 183 |
| A. <u>Capacité d'échange et bases échangeables</u> | 183 |
| B. <u>pH</u> | 186 |
| VI - REGIME HYDRIQUE | 186 |
| A. <u>Appréciation tactile de l'humidité</u> | 186 |
| B. <u>Test d'infiltration d'eau en surface</u> | 187 |
| C. <u>Profils hydriques</u> | 190 |
| D. <u>Capacité d'échange</u> | 190 |
| 1. Profil de sommet de l'interfluve SEL 1 | 192 |
| 2. Profil de tiers inférieur de la pente SEL 2 | 192 |

| | Pages |
|--|-------|
| 3. Autres profils de la partie aval | 192 |
| E. <u>Conclusions générales sur l'étude du régime hydrique</u> | 195 |
| F. <u>Diagramme volumique du profil SEL 1 sur une tranche de 60 cm</u> | 196 |
| 1. Etude des densités | 196 |
| a) Densité de la terre fine | 196 |
| b) Densité des cailloux | 196 |
| 2. Diagramme volumique | 200 |
| CONCLUSIONS GENERALES SUR L'ETUDE DE LA SEQUENCE SEL | 201 |

QUATRIEME PARTIE

| | |
|--------------|-----|
| CARTOGRAPHIE | 203 |
|--------------|-----|

| | |
|---------------|-----|
| BIBLIOGRAPHIE | 208 |
|---------------|-----|

AVANT-PROPOS

Nous tenons tout d'abord à remercier Monsieur J.M. BRUGIERE, Directeur du Centre ORSTOM de Cayenne, pour nous avoir permis de faire un stage pédologique dans son centre et pour nous avoir facilité notre séjour en Guyane française.

Nous adressons également nos vifs remerciements à Monsieur R. BOULET, Directeur de recherches en pédologie et Monsieur F.X. HUMBEL, Maître de recherches en pédologie, tous deux au Centre ORSTOM de Cayenne, pour nous avoir initiés aux recherches de l'étude des sols des pays équatoriaux et pour nous avoir beaucoup aidés dans la réalisation de notre travail.

Nos remerciements et nos sincères amitiés vont également à : Monsieur S. LOCATI, technicien de laboratoire de chimie du Centre ORSTOM de Cayenne, pour son aide apportée dans les analyses des échantillons et pour sa sympathie.

Monsieur E. FRITSCH, notre collègue pédologue, pour son aide et sa sympathie.

Madame O. FRITSCH, pour la réalisation dactylographique de notre travail avec goût et compétence et pour sa sympathie.

Que tous les membres du Centre ORSTOM de Cayenne trouvent ici notre profonde gratitude.

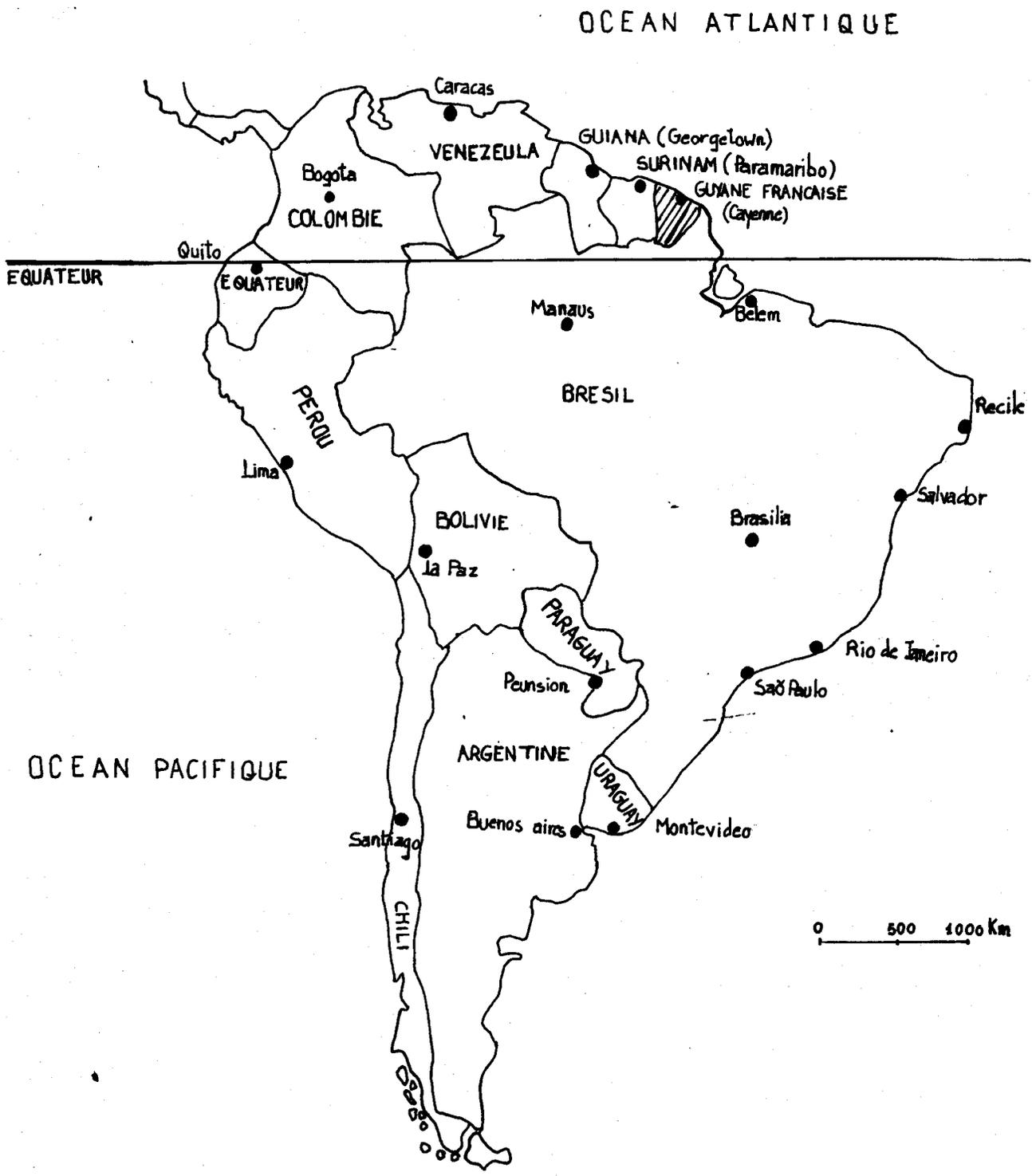


Fig.1- Carte de situation de la Guyane française

INTRODUCTION

Ce présent travail est réalisé durant la période de notre stage de fin d'étude de l'O.R.S.T.O.M. en Guyane française, de la deuxième moitié de Décembre 1976 jusqu'en Août 1977.

Il consiste en l'étude des couvertures pédologiques développées sur schistes BONIDORO à l'extrême sud de la piste de St ELIE (cf. fig 2), dans la région choisie pour l'installation des bassins versants expérimentaux ORSTOM-CTFT (bassins ECEREX). Les sols sur schistes sont encore peu connus en Guyane et il importait d'étudier leur organisation, leurs caractères physico-chimiques ainsi que leur régime hydrique, aussi bien dans le cadre de l'inventaire des unités pédologiques naturelles du département entrepris par la section de pédologie de Cayenne que pour l'exploitation des mesures hydrologiques effectuées sur les bassins ECEREX.

Une étude préliminaire effectuée par F.X. HUMBEL sur un défrichement expérimental situé dans la même région avait montré que les variations latérales des sols sur les interfluves élémentaires étaient extrêmement importantes, rapides et, à priori, difficilement prévisibles. Il nous fallait donc aborder l'étude de façon à tenter de déterminer les règles qui régissent ces variations. Pour cela, après avoir ouvert un certain nombre de fosses d'exploration, nous avons retenu deux transects, orientés selon la ligne de plus grande pente et allant d'une ligne de partage des eaux au thalweg adjacent, transects dont nous pouvions supposer, à la suite de l'exploration préalable, qu'ils nous donneraient une image suffisamment vaste des couvertures pédologiques de la région.

Une première partie sera consacrée à une étude rapide du milieu naturel.

Une deuxième partie exposera l'étude de la première séquence (par THACH).

Une troisième partie comprendra l'étude de la deuxième séquence (par LIM).

Ces deuxième et troisième parties comporteront chacune deux chapitres: dans l'un sera décrite l'étude morphologique et micro-morphologique et dans le second, l'analyse des données analytiques. Une conclusion sera présentée à la fin de chaque partie.

Une quatrième partie sera consacrée à la cartographie effectuée dans deux bassins ECEREX en utilisant des critères retenus à la suite de l'étude des deux séquences.

PREMIERE PARTIE

LE MILIEU NATUREL

par

Sok Khan LIM et Sakol THACH

I - LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

La zone étudiée est contigüe aux bassins versants ORSTOM-CTFT (bassins ECEREX) destinés à l'étude multidisciplinaire de l'écosystème forestier sur schiste Bonidoro et de ses possibilités d'utilisation. Cette zone est entièrement située sur schiste Bonidoro, à une dizaine de kilomètres de la côte.

La piste de St ELIE, construite en 1973 et partant de la RN1 à 3 kilomètres à l'ouest de la ville de Sinnamary vers l'intérieur du pays, nous sert de moyen d'accès à cette zone d'étude.

II - MORPHOLOGIE & HYDROLOGIE

Le modelé de cette région est accidenté, les pentes en moyenne assez fortes.

L'altitude du sommet des interfluves[ⓧ] est le plus souvent comprise entre 15 et 45 mètres, avec quelques sommets à 100 mètres.

L'étude de terrain et des photos aériennes nous permet de distinguer deux formes d'interfluves :

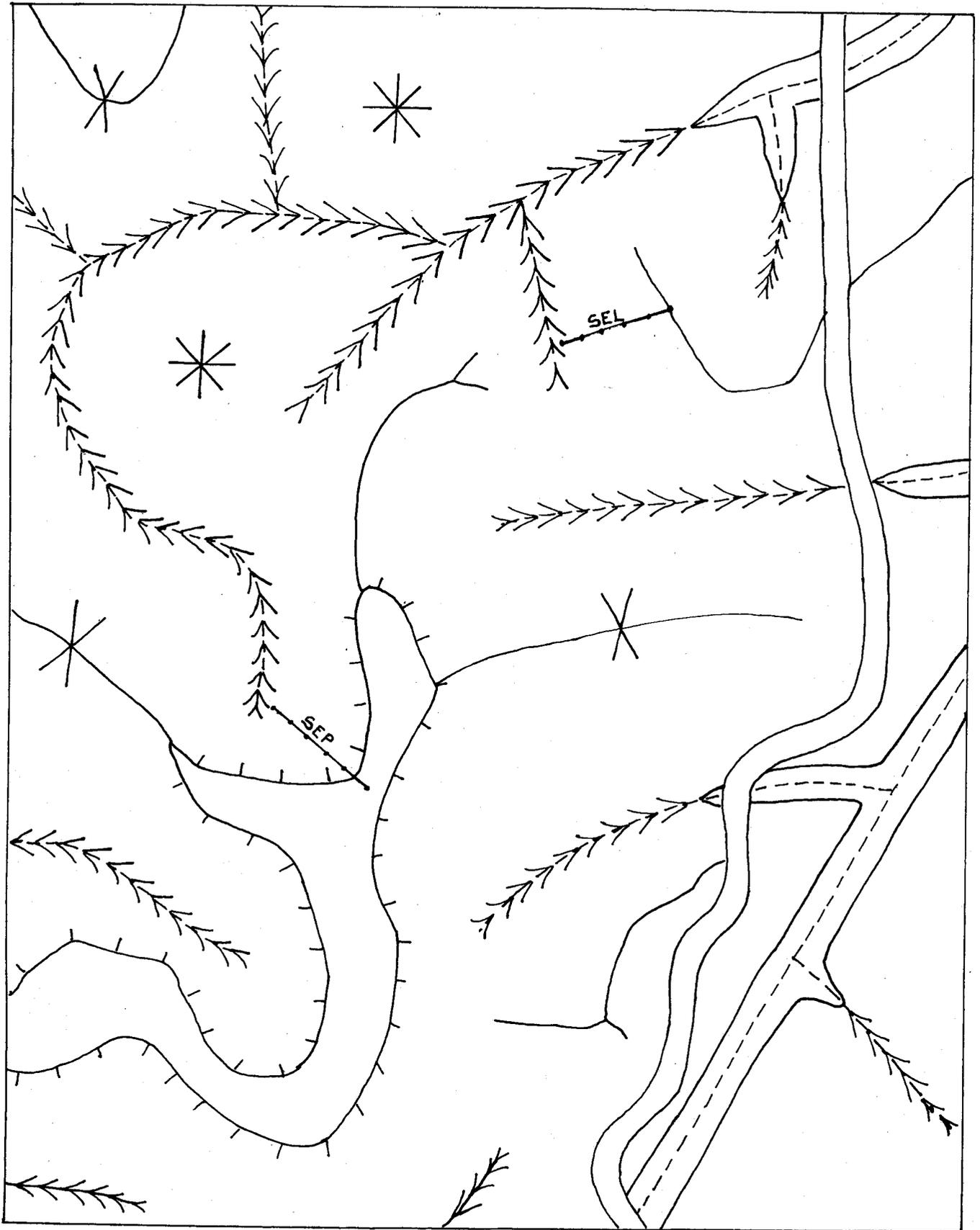
- ceux qui sont surélevés, à plateau sommital étroit (10 à 30 mètres) et vigoureusement entaillés par des versants à pente forte,

- et ceux qui sont à sommet arrondi, avec des versants moins raides mais à pente qui reste toutefois comprise entre 20 et 35 %.

ⓧ : une colline est une éminence arrondie, circonscrite et séparée des éminences adjacentes par des thalwegs ou des cols. Les demi-oranges sont des collines.

Ici, les interfluves sont reliés entre eux.

Fig.3-Schéma de la morphologie de la zone étudiée



- | | | | |
|----|--|---|-------------------------|
| | Piste de S ^t ELIE | ∇ | Thalweg en V |
| | Ligne de partage des eaux des interfluves | | Thalweg à flat alluvial |
| | à sommet arrondi moyennement déclive | * | Sommet des collines |
| }] | Plateau sommital de l'interfluve surélevée | X | Col |
|] | fortement déclive | | |

10 1000

Le second type d'interfluve peut constituer le prolongement du premier ou en être isolé par des thalwegs ou des cols (cf fig. 3). Dans les deux cas, la longueur des versants dépasse rarement 100 m.

Nos séquences ont été placées chacune sur un de ces deux types d'interfluves, séparées l'une de l'autre par un long interfluve (environ 600 m) et un thalweg en V ouvert. Le dénivellement entre les sommets des 2 interfluves est de 21,5 m.

En divers endroits, on rencontre à la surface du sol des blocs de cuirasses ferrugineuses, scoriacées, de taille variant entre 10 et 50 cm. Ces blocs, parfois de forme aplatie, s'observent surtout sur les interfluves ^{surélevés}, assez abondants sur les sommets et moins sur les versants. Ils sont plus ou moins alignés de façon discontinue au-dessous du rebord de leur plateau.

Les axes de drainage présentent, à leur extrême amont, une section en V plus ou moins ouverte. Vers l'aval, dès que la superficie de leur bassin dépasse quelques hectares, apparaît un flat alluvial où l'écoulement des crues devient plus ou moins divaguant. Ce fait a limité à un ou deux hectares la superficie des bassins expérimentaux retenue par les hydrologues.

Sur le flanc des thalwegs, on peut observer assez souvent des traces de ruissellement superficiel et, par endroit, des creusements linéaires assez importants laissant apparaître des ravines plus ou moins profondes.

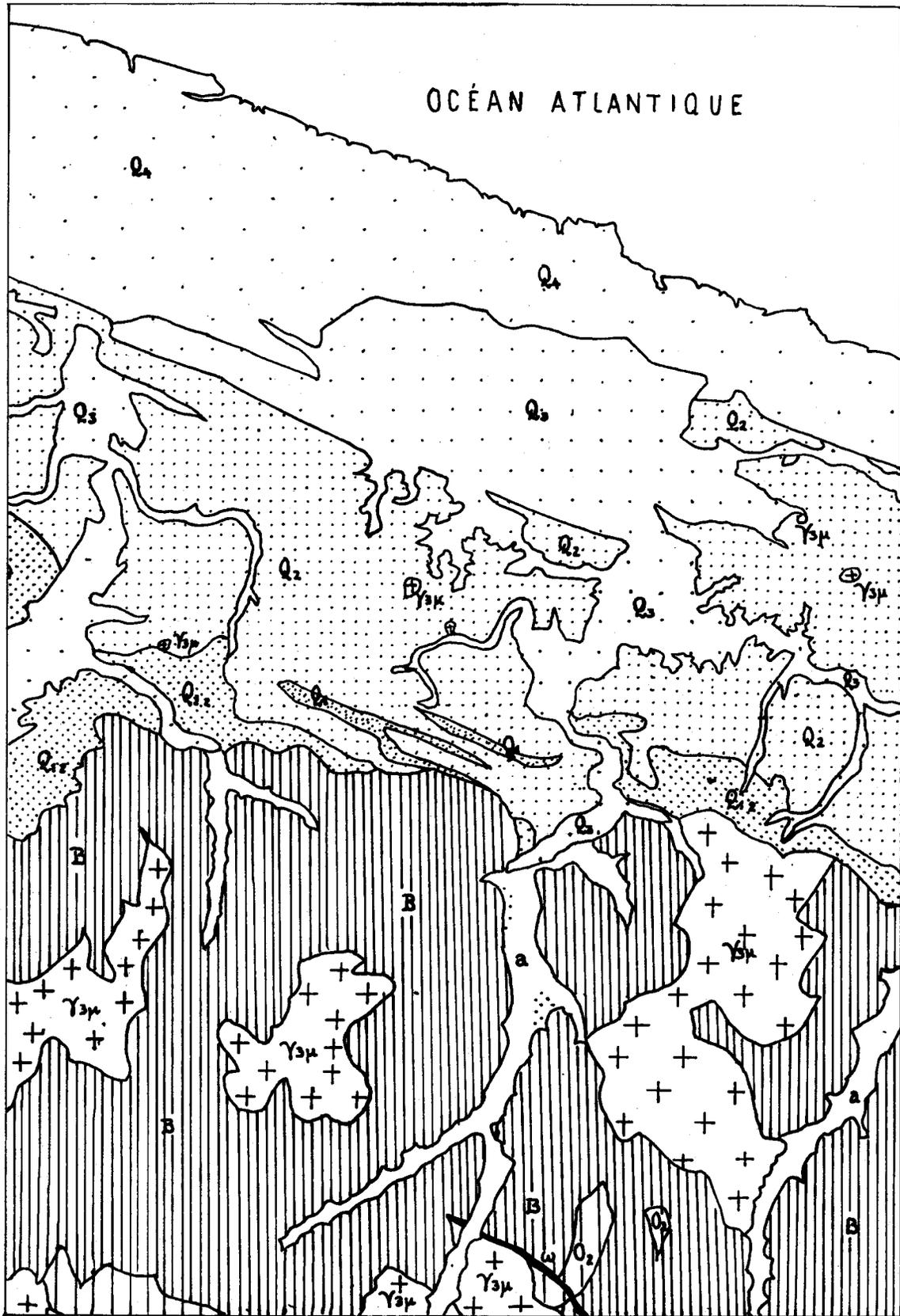
La zone étudiée est drainée par les petits affluents de la Crique Toussaint (elle-même est un affluent du fleuve Sinnamary), qui forment un réseau hydrographique hiérarchisé clairement tracé.

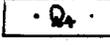
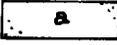
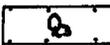
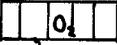
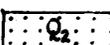
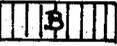
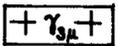
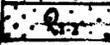
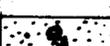
III - GEOLOGIE

La série de Bonidoro est une formation métamorphique ancienne datant de l'antécambrien. Elle s'est déposée à la suite d'une longue période d'érosion qui a raboté les reliefs de l'orogénèse guyanaise. Cette série comporte essentiellement :

- Des schistes micacés qui constituent le faciès dominant,
- Des quartzites micacés peu abondants,
- Des conglomérats qui sont inexistantes dans la zone étudiée.

Fig. 4- Carte géologique (d'après Z.P. MAZEAS, 1961)
(Feuille IRACOUBO)



- | | | | | | |
|---|---|---|---------------------|---|---------------------|
|  | Actuel et Subactuel Dépôts marins, vase et sables |  | alluvions fluvial |  | Dolérite |
|  | Série de DEMERAGA Dépôts marins argiles bleues et sables |  | schiste de l'ORAPU | | |
|  | Série de COSWINE dépôts marins |  | Schiste de BONIDORO |  | Migmatites caraïbes |
|  | dépôts fluviomarins | | | | |
|  | Série DÉTRITIQUE DE BASE sable blanc | | | | |

La carte géologique de la région (feuille d'IRACOUBO par J.P. MAZEAS, 1961) indique non loin de là des schistes de l'Orapu (cf. fig. 4). Ceux-ci ne sont pas très différents de ceux du Bonidoro. Ils s'en distinguent par un métamorphisme moins poussé et des quartzites plus abondants. Nous n'avons pu distinguer ces deux formations, faute sans doute d'affleurements sains.

Les matériaux d'altération à structure conservée, observés le long de la piste et dans nos séquences, ne présentent que deux faciès, souvent interstratifiés avec un contact brutal :

- Un faciès fin de couleur rouge à rouge violacé, de texture limoneuse, au toucher très sériciteux. Les paillettes de muscovite sont très fines et les grains de quartz dépassent rarement 2 mm. Par endroit, des filons de quartz traversent cette formation subhorizontalement.
- Un faciès jaune à rouge ou rouge violacé avec des muscovites en paillettes de 1 à 3 cm mélangées avec des paillettes plus fines. Les grains de quartz y sont également plus grossiers et plus abondants que dans le premier faciès.

Leur schistosité est presque partout subverticale.

Les schistes micacés de Bonidoro sont alternés, sur la coupe de la piste, avec la formation de migmatites caraïbes dont le matériau d'altération à structure de la roche conservée comporte des lits très feldspathiques (quartz + feldspath + minéraux ferro-magnésiens) non ou peu orientés, associés avec des lits de couleur plus rouge. La schistosité de ces lits varie de nulle à forte. Les grains de quartz et les paillettes de mica sont de taille assez grosse (de l'ordre de quelques mm à 1 cm).

IV - CLIMATOLOGIE

La station météorologique installée récemment par les hydrologues de l'ORSTOM dans la zone d'étude ne peut nous donner que des hauteurs de précipitation à partir du mois de Janvier 1977. Par contre, leur station de Grégoire, située à une vingtaine de kilomètres plus au sud, nous fournit des données du mois de Mars 1968 jusqu'à 1976, qui semblent être assez bien représentatives de cette zone.

Rappelons que l'ensemble de la Guyane Française subit un climat équatorial humide, qu'AUBREVILLE définit comme bio-climat amazonien.

Trois grands facteurs agissent directement sur ce climat :

- Les alizés du N.E., humides et instables, provenant de l'anticyclone des Açores (hémisphère nord) qui maintiennent leur influence de Décembre à Juillet en moyenne et donnent d'abondantes précipitations.
- Les alizés du S.E., provenant de l'anticyclone de Sainte-Hélène (hémisphère sud), se déchargeant en eau au Brésil, arrivent en Guyane relativement secs. Ils maintiennent leur influence d'Août à Novembre.
- La Z.I.C. (Zone Intertropicale de Convergence) qui est la zone de basse pression située entre les deux anticyclones précédemment cités et qui se déplace entre le 3ème parallèle Sud et le 15ème parallèle Nord. Elle passe sur la Guyane de Décembre à Janvier et en Mai et Juin, provoquant ainsi un maximum de précipitations.

1°) Pluviométrie

Si on prend les limites d'AUBREVILLE, de 30 mm de précipitations, en-dessous desquels un mois est défini comme écologiquement sec, et de 100 mm au-delà desquels un mois est considéré comme très pluvieux, dix à douze mois de l'année de la région reçoivent des hauteurs de précipitation largement supérieures à cette dernière limite et il n'existe pratiquement pas de mois écologiquement secs.

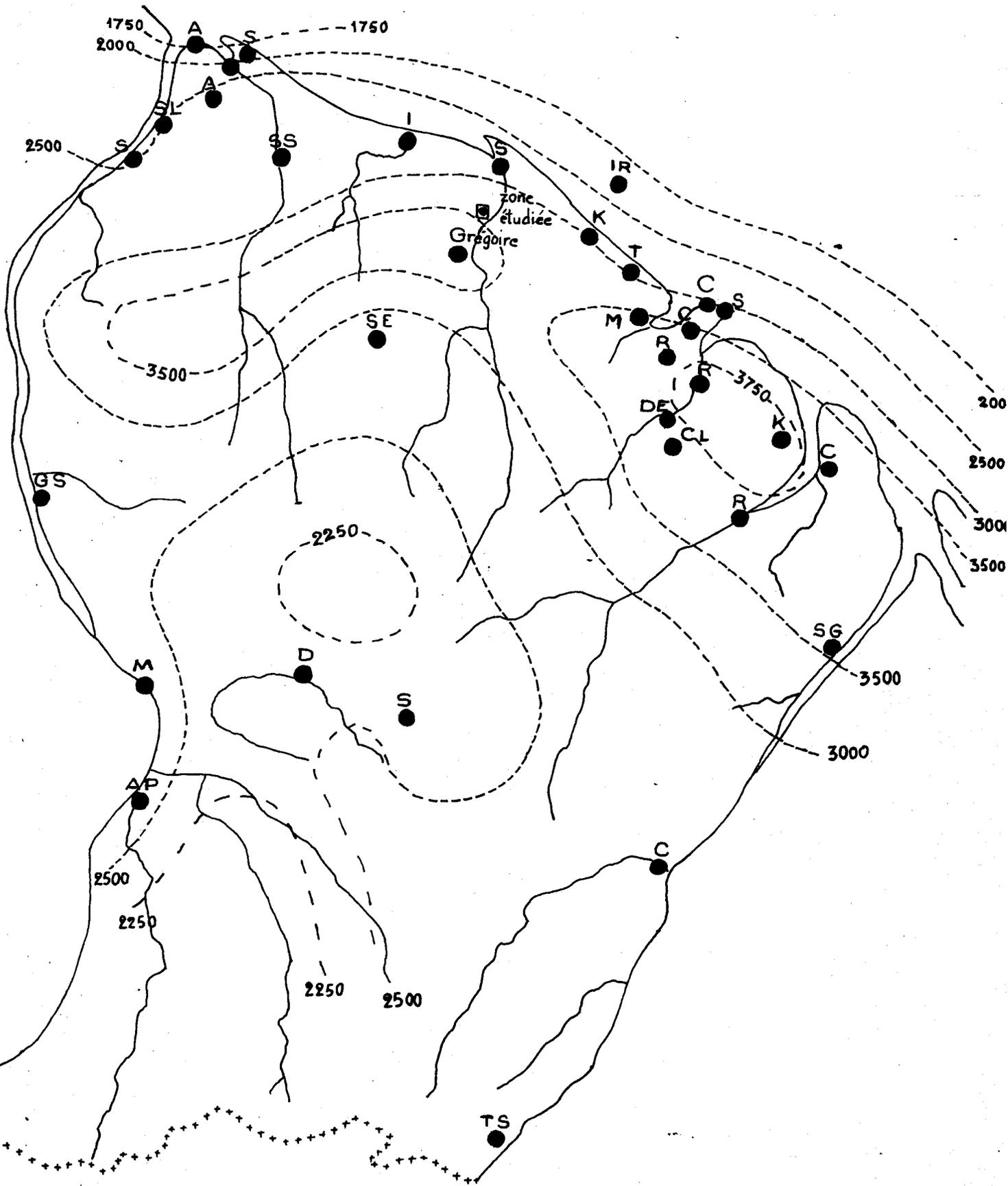


Fig.5-Isohyètes moyennes annuelles de la Guyane française(1956 - 1975)

Tableau n° 1 : Pluviométrie moyenne annuelle en mm (station GREGOIRE)

| Année | J | F | M | Av | M | Jn | Jl | At | S | O | N | D |
|-------|------------|------------|------------|-----|------------|-----|-----|------------|-----------|-----------|-----------|-----|
| 1968 | | | 436 | 303 | 378 | 425 | 312 | 225 | 209 | 167 | 271 | 336 |
| 1969 | 433 | 368 | 318 | 293 | <u>639</u> | 267 | 124 | 193 | 106 | <u>50</u> | 102 | 129 |
| 1970 | 440 | <u>568</u> | 479 | 517 | 502 | 465 | 233 | 200 | 128 | 97 | <u>76</u> | 217 |
| 1971 | 483 | 545 | <u>665</u> | 415 | 436 | 412 | 338 | 168 | <u>81</u> | 194 | 125 | 196 |
| 1972 | 466 | 420 | 289 | 477 | <u>602</u> | 366 | 239 | 231 | 138 | <u>74</u> | 155 | 240 |
| 1973 | <u>83</u> | 91 | 216 | 206 | <u>655</u> | 491 | 265 | 287 | 256 | 304 | 267 | 430 |
| 1974 | <u>571</u> | 219 | 230 | 265 | 161 | 350 | 288 | <u>148</u> | 151 | 203 | 205 | 472 |
| 1975 | 299 | 288 | 106 | 190 | 435 | 596 | | | | | | |
| 1976 | 720 | 458 | 513 | 575 | <u>790</u> | 405 | 150 | 126 | 58 | <u>54</u> | 77 | 451 |
| Moy. | 437 | 376 | 361 | 360 | 511 | 420 | 244 | 198 | 141 | 143 | 160 | 309 |

TOTAL Moyenne = 3654 mm

Tableau n° 2 : Pluviométrie moyenne mensuelle en mm (1956-1975)
(station de Sinnamary).

| J | F | M | Av | M | Jn | Jl | At | S | O | N | D | TOTAL |
|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|----|-----------|----|-----|-----|-------|
| 286 | 227 | 241 | 306 | <u>472</u> | 408 | 205 | 73 | <u>43</u> | 63 | 114 | 257 | 2695 |

Les valeurs soulignées à double trait représentent les maximums de précipitations annuels et celles soulignées avec un seul trait sont des minimums annuels.

Cependant, ces données laissent apparaître qu'il existe quatre saisons, malgré une assez forte variation d'une année à l'autre :

- 1- première saison des pluies : de Décembre à Février avec un maximum de précipitations enregistré en Janvier et Février.
- 2- une période un peu moins humide entre Février et Avril, appelée localement "petit été de Mars".

- 3- grande saison des pluies : d'Avril à Juillet avec un maximum de pluies enregistré surtout au mois de Mai.
 4- grande saison sèche : de Juillet jusqu'à Décembre.

La hauteur moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 3650 mm à Grégoire. Elle dépasse donc d'environ 1000 mm celle de la zone côtière (Sinnamary). D'ailleurs, la saison sèche dans cette dernière zone est plus marquée qu'à Grégoire.

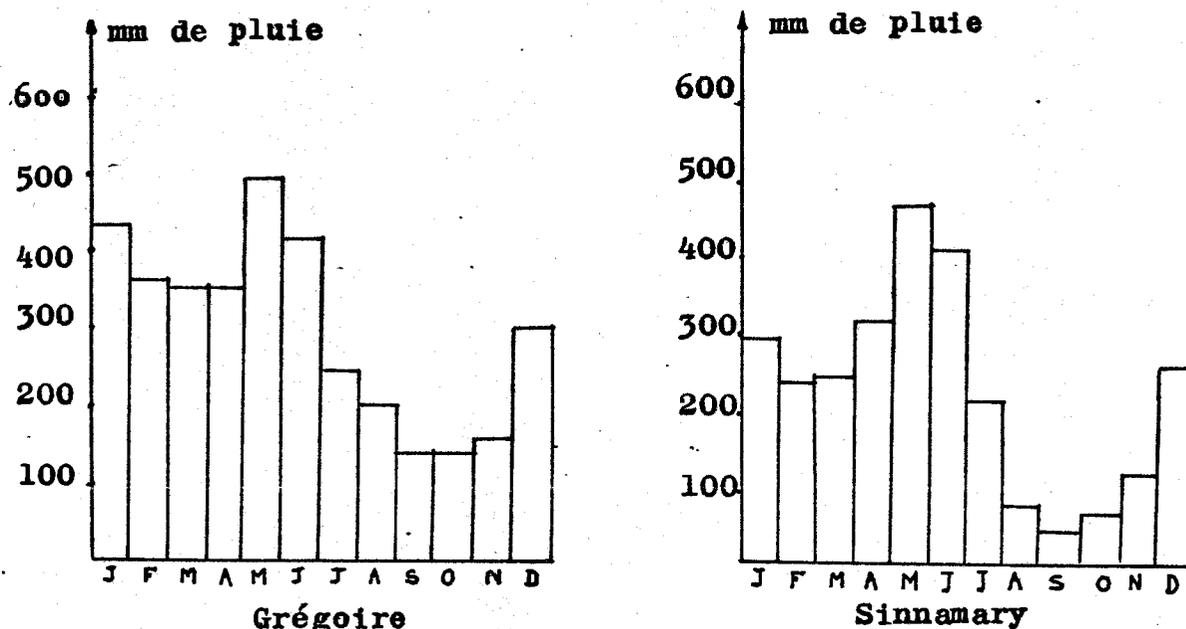


Fig.6- Variation de la pluviométrie au cours de l'année

Tableau n° 3 : Intensité de pluie (1976)

| Intens. de pluie | J | F | M | Av | M | Jn | Jl | At | S | O | N | D |
|------------------|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| en mm/h | 23 | 46 | 17 | 90 | 43 | 71 | 17 | 38 | 28 | 38 | 28 | 36 |
| Pendant (mn) | 45 | 25 | 100 | 10 | 65 | 17 | 65 | 35 | 15 | 65 | 17 | 55 |

Les valeurs d'intensité de pluie sont ici assez faibles. Le maximum annuel de 90 mm/h est enregistré en Avril et non en Mai, le mois le plus pluvieux.

2°) Température

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 26°C et les températures moyennes annuelles tournent également autour de cette valeur et ne subissent que de faibles variations au cours de l'année.

Le maximum absolu, de 36°C, est obtenu au mois de Septembre. Le minimum s'abaisse rarement en-dessous de 18,5°C et est enregistré à la première saison des pluies.

L'amplitude thermique moyenne mensuelle varie entre 10 et 14°C. La valeur maximale est obtenue en grande saison sèche (Septembre ou Octobre) et le minimum est enregistré pendant la période de grande saison des pluies (Juin).

On peut constater un refroidissement assez marqué sur le maxima des deux saisons des pluies par rapport à la grande saison sèche (variation de 4°C), tandis que l'amplitude des valeurs minima est beaucoup plus faible.

Tableau n° 4 : Températures enregistrées à GREGOIRE

| | J | F | M | Av | M | Jn | Jl | At | S | O | N | D |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Moy. maxim. | 31,3 | 31,6 | 31,3 | 31,8 | 32,5 | 30,9 | 32,3 | 33,4 | 34,1 | 33,7 | 32,4 | 31,1 |
| <u>Moy.max.+ Moy.min.</u> 2 | 26,0 | 25,8 | 25,4 | 26,1 | 26,3 | 25,8 | 26,2 | 26,8 | 27,1 | 26,9 | 26,4 | 25,7 |
| Moy. minim. | 20,7 | 19,9 | 19,5 | 20,3 | 20,1 | 20,6 | 20,0 | 20,1 | 20,0 | 20,1 | 20,4 | 20,2 |
| Max. absolu | 32,0 | 32,4 | 33,0 | 33,0 | 33,4 | 32,5 | 34,5 | 36,1 | 35,0 | 33,9 | 33,0 | 33,0 |
| Min. absolu | 18,8 | 19,6 | 18,5 | 19,8 | 20,0 | 20,4 | 19,8 | 19,8 | 19,5 | 19,8 | 19,8 | 20,0 |

La valeur moyenne annuelle de $\frac{\text{Moy. max.} + \text{Moy. min.}}{2}$ est de 26,2°C.

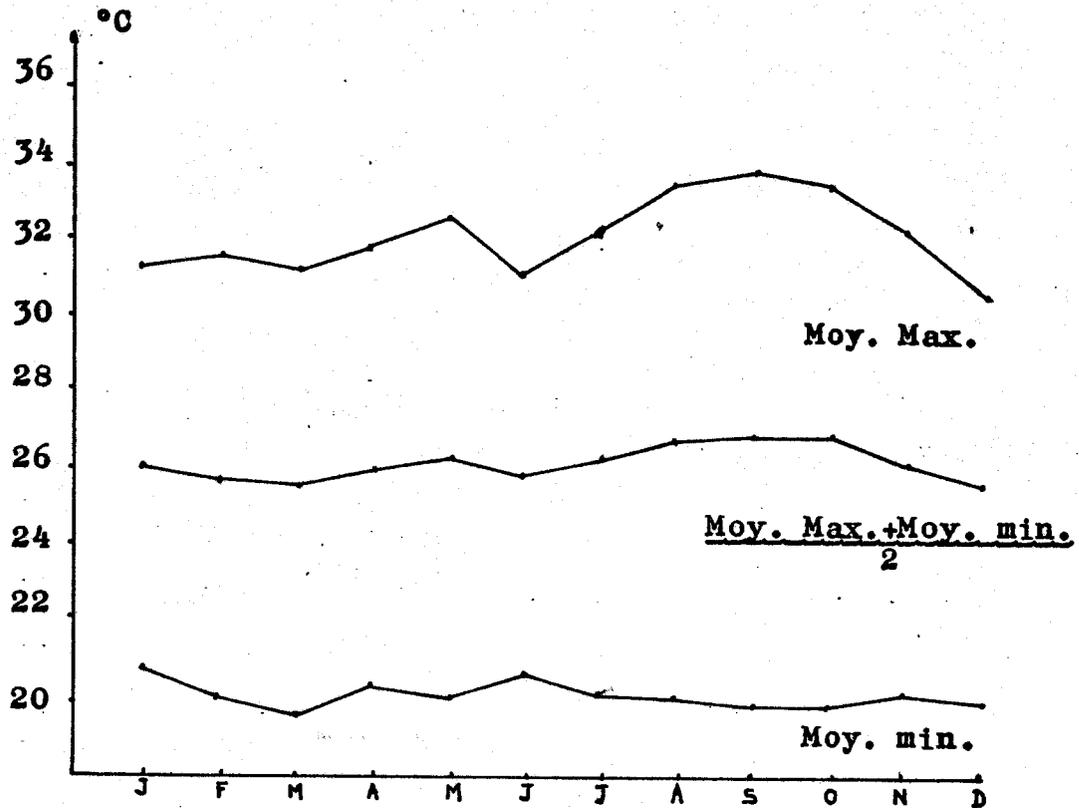


Fig.7- Variation de température au cours de l'année

3°) Humidité relative

Tableau n° 5

| | J | F | M | Av | M | Jn | Jl | At | S | O | N | D | Moy. |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|------|
| Moy. maxim. | 97 | 96 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 98 | 96 | 96 | 97 | 97 | 97 |
| <u>Moy.max.+ Moy.min.</u> 2 | 87 | 84 | 84 | 83 | 88 | 88 | 84 | 76 | 81 | 85 | 83 | 88 | 84 |
| Moy. minim. | 77 | 72 | 77 | 69 | 80 | 80 | 72 | 55 | 66 | 75 | 70 | 79 | 70 |
| Max. absolu | 99 | 98 | 98 | 99 | 98 | 98 | 100 | 99 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Minim. abslou | 53 | 51 | 54 | 54 | 58 | 57 | 56 | 52 | 55 | 60 | 50 | 63 | 55 |

L'humidité relative moyenne est constamment élevée. Elle varie entre 84 et 88 % pendant les saisons des pluies et de 76 à 84 % en saisons sèches.

Le maximum absolu atteint 98 à 100 % tous les mois de l'année et le minimum peut descendre jusqu'à 50 %. On peut constater aussi dans le minima une plus forte amplitude que dans le maxima.

4°) Insolation

L'insolation annuelle est de 1620 heures. L'insolation varie presque du simple au triple entre le mois sec (Septembre : 184 h) et le mois pluvieux (Juin : 66 h).

5°) EvaporationTableau n° 6

| Evaporation en mm | J | F | M | Av | M | Jn | Jl | At | S | O | N | D | Total |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Sous forêt | 8,9 | 2,8 | 7,5 | 7,4 | 2,7 | 2,0 | 4,8 | 9,4 | 4,7 | 7,1 | 4,9 | 3,1 | 65,3 |
| Piche | 30,2 | 27,4 | 33,0 | 34,8 | 22,1 | 23,9 | 27,7 | 34,5 | 36,0 | 24,9 | 33,6 | 21,6 | 349,7 |

L'évaporation sous forêt est très faible par rapport à la pluviométrie. Elle est de l'ordre de 2 à 3 mm pendant les mois les plus pluvieux et elle reste inférieure à 10 mm, même pendant les mois les plus secs.

V - VEGETATION

La zone étudiée est recouverte dans sa totalité par la forêt équatoriale. Les savanes sont strictement localisées dans la zone côtière. Le degré de recouvrement varie de 70 à 100 % ; le sous-bois est assez broussailleux. Les grands arbres ont des diamètres de 30 à 80 cm et leur hauteur dépasse rarement 35 m.

Le couvert forestier aussi important protège certes la surface du sol contre l'action directe de l'eau de pluie, mais une fois celle-ci arrivée au sol, elle ruisselle sur les versants de forte déclivité, provoquant ainsi, sur certains endroits, des ravinements assez profonds.

Le sol est couvert par une couche de litière généralement peu épaisse et irrégulièrement répartie, laissant ainsi souvent apparaître des traces de ruissellement à la surface du sol sur certains endroits.

Liste des noms des arbres rencontrés

| | |
|---------------------------|------------------------|
| Attela maripa | Oenocarpus batana |
| Carapa guianensis | Parahoncornia amapa |
| Copaifera guianensis | Piratinera guianensis |
| Eschweilera subglandulosa | Pouteria ptychandra |
| Goupia sp. | Pouteria trigonosperma |
| Inga leiocalycina | Rinorea flavescens |
| Iranthera sagotiana | Swartzia remigifer |
| Licania sp. | Symphonia globulifera |
| Manilkara bidentata | Talisia carinata |
| Micropholis guianensis | Virola melinoides |
| Moronobea coccinea | Virola surinamensis |
| Ocoeta sp. | Vouacapoua americana |

VI - ACTIVITE BIOLOGIQUE

L'activité biologique affectant les sols semble n'apporter que des modifications assez limitées aux profils de sols.

Sur les sols meubles, les tatous creusent des terriers, dont la densité peut être importante par hectare.

Les activités des autres animaux, tels que les fourmis, les insectes, les termites et les vers de terre sont beaucoup moins importantes.

Les fourmis construisent des galeries qui descendent parfois jusqu'à près de 2 m.

Les termites sont rencontrés surtout dans les sols bien drainés et on n'observe aucune termitière épigée.

L'activité des vers de terre est également réduite et se limite surtout aux horizons humifères.

VII - ACTIVITE ANTHROPIQUE

La piste de St Elie qui permet un accès facile à cette zone n'est que récemment construite et la forêt ne révèle aucun indice sérieux de dégradation d'origine humaine.

CONCLUSION

Si nous calculons D (Drainage calculé) à l'aide de la formule :

$$D = \frac{P^3}{1 + \gamma P^3}$$

de G. AUBERT et S. HENIN, où D représente la tranche d'eau pouvant drainer au travers des profils par an, P la pluviométrie annuelle exprimée en mètres et γ le coefficient traduisant les pertes par évaporation, nous obtenons $D = 2845 \text{ mm}$

$$\left(\gamma = \frac{1}{0,15 T - 0,13} \right)^{\circ}$$

Cette valeur est largement supérieure à 200 mm, limite au-delà de laquelle les sols des zones tropicales de température moyenne annuelle supérieure à 19°C subissent d'une manière générale une pédogenèse de ferrallitisation.

DEUXIEME PARTIE

**LA SEQUENCE FORTEMENT DECLIVE
SUR INTERFLUVE SURELEVE
A ETROIT PLATEAU SOMMITAL**

par

Sakol THACH
Elève stagiaire de deuxième année
O.R.S.T.O.M.

C H A P I T R E I

ETUDE MORPHOLOGIQUE

L'interfluve choisi comporte un étroit plateau sommital (12 mètres) vigoureusement entaillé par des versants à pente forte. Le versant étudié présente une pente générale de 44 %. Il est constitué par une succession de segments à pente alternativement plus et moins forte.

Le premier segment a une pente de 53 % et une longueur de 22 mètres. Le deuxième segment est un peu moins pentu et forme avec le premier une rupture de pente assez nette. Les deux avant-derniers segments dessinent une courbe concave, tandis que le dernier est à nouveau plus incliné.

Il faut signaler que la séquence aboutit à une tête de thalweg en forme de théâtre, dont les flancs sont creusés de ravines profondes. La séquence passant entre deux de ces ravines ne montre pas ces incisions qui traduisent un creusement linéaire important du thalweg.

Dans un premier temps, nous avons fait creuser une fosse au milieu de chaque segment du versant ainsi qu'au milieu de l'étroit plateau sommital. Puis, une fois ces profils observés, nous avons étudié, à l'aide de fosses complémentaires ou de sondages, les transitions latérales entre les profils successifs présentant des organisations différentes. Une carte de ces organisations a ainsi pu être tracée sur la coupe topographique.

Dans la séquence, nous distinguerons trois ensembles successifs caractérisés chacun par l'existence de certains types d'organisations pédologiques exclusifs l'un de l'autre, sauf dans les zones de transition entre ces ensembles. Ce sont, de l'amont vers l'aval :

- présence, dans tout ou partie du profil, de microagrégats ou MICROPEDS, lâchement assemblés et qui sont associés à une porosité particulière,
- présence d'horizons compacts à structure polyédrique, dont certaines faces structurales s'assemblent pour donner de grandes SURFACES DE DECOLLEMENT, légèrement luisantes et subverticales,
- présence de taches réticulées rouges sur fond clair, donnant un aspect BARIOLE.

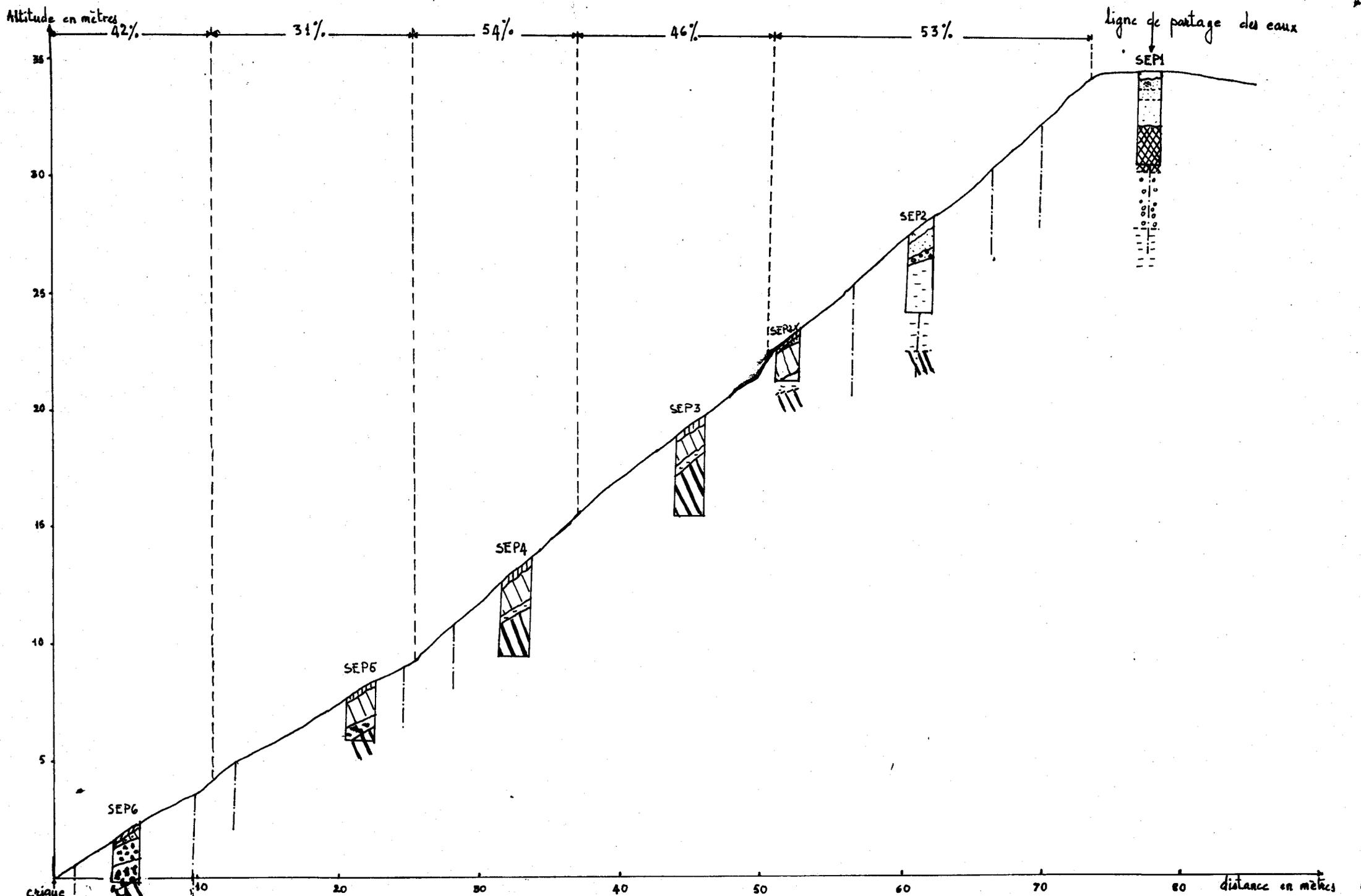


Fig T1.- Coupe topographique de la séquence et emplacement des profils et des sondages

I - L'ENSEMBLE SOMMITAL A MICROPEDS

1. Le sol du plateau SEP 1.

a) Etude macromorphologique

Description

- 3 à 0 cm : Litière de feuilles et de brindilles partiellement décomposées, régulièrement répartie. A la surface du sol, des blocs ferrugineux parfois aplatis et lités avec ou sans veines jaunes à rougeâtres.
- 0 à 4 cm : A₁₁. Horizon humifère brun jaunâtre foncé (10 YR 3,5/4), homogène. Texture argileuse. Nodules ferrugineux assez abondants (environ 20 %), enrobés d'une mince pellicule de terre fine, de forme irrégulière et de taille variable (0,5 à 10 cm) à cassure brun noirâtre avec des veines jaunes à rougeâtres. Structure polyédrique (0,2 à 0,7 cm). Assemblage lâche, friable, cohésion faible. Pores tubulaires fins et très fins, assez nombreux dans les agrégats. Nombreux vides planaires; Mat racinaire bien développé. Activité des vers de terre et de termites. Transition ondulée sur 2 cm.
- 4 à 25 cm : Horizon humifère A_{1m}. Brun jaunâtre (7,5 YR 4/4), homogène. Contraste faible. Texture argileuse. Présence de petits grains de quartz ($\phi < 2$ mm) et de petits grains noirs (ϕ quelques 1/10 mm), peu abondants. Nombreux nodules ferrugineux de même faciès (environ 40 % et les petits nodules sont plus abondants que les gros) et quelques blocs (10 à 20 cm) avec également des veines jaunes à rougeâtres. Structure polyédrique un peu plus grossière que celle de l'horizon sus-jacent (0,5 à 1 cm) avec quelques faces planes. Assemblage assez lâche. Cohésion faible. Peu friable à friable. Pores tubulaires faibles mais vides planaires importants. Enracinement bien développé. Activité des vers de terre et des termites. Passage assez progressif.

25 à 240 cm : Ensemble d'horizons à micropeds (B)m.

Contraste faible à moyen.

de 25 à 70 cm : Couleur brun jaunâtre (7,5 YR 4/4) homogène. Texture encore un peu plus argileuse que celle de l'horizon précédent avec présence des grains de quartz et de petits grains noirs (peu abondants).

Nodules très abondants (60 % environ, surtout ceux de \varnothing 1 à 3 mm) de plusieurs faciès. De petits nodules brun foncé avec des zones blanchâtres à jaune pâle, des nodules à pâte fine brun noirâtre, traversée par des veines jaunes à rougeâtres ; des nodules bruns aplatis à surfaces plus ou moins altérées et des nodules patinés à cassure violacé foncé contenant de petites paillettes de mica.

Présence également de plaquettes ferrugineuses aplaties et finement litées à pâte compacte brune à brune foncée, disposées obliquement de façon irrégulière. Agrégats polyédriques fins à faces rugueuses (0,3 à 0,5 mm). Assemblage moyen (avec, par endroits, des volumes meubles). Friable. Cohésion faible.

Présence de nombreux micropeds (taille de l'ordre de quelques 1/10 mm) qui se groupent en un assemblage lâche dans des volumes de l'ordre du décimètre de \varnothing , ou dans de petites cavités formant un réseau anastomosé entre les agrégats. Pores tubulaires (4 à 5 pores \varnothing 0,3 à 0,5 mm/cm² et nombreux pores très fins) et surtout des pores interagrégats dans les volumes micropédiques. Nombreuses racines et radicelles, notamment dans les volumes à micropeds. Présence des termites.

de 70 à 125 cm : Horizon de transition. Couleur au sommet de l'horizon brun jaunâtre (7,5 YR 4/4) et passe progressivement à rouge (2,5 YR 4/6). Texture un peu moins argileuse. Nodules également très abondants de mêmes faciès, avec un peu plus de nodules à pâte rougeâtre avec des petits grains noirs.

*à l'horizon de schiste
Pseudo-concret ?
150*

Même structure avec des micropeds aussi bien développés. Même type de porosité. Enracinement un peu plus faible.

de 125 à 240 cm : Rouge (2,5 YR 4/6). Texture encore moins argileuse (en restant toutefois argileuse). Nodules moins abondants à pâte rougeâtre avec de petits grains noirs. Structure polyédrique fine (0,3 à 0,6 cm). Assemblage plus compact. Friable. Cohésion un peu plus forte. Pores tubulaires moins bien développés (2 à 3 pores de \varnothing 0,3 à 0,5 mm/cm²). Le réseau de micropeds est moins dense. Racines et radicules peu nombreuses. Passage progressif.

de 240 à 410 cm : (B)c horizon rouge compact. Contraste faible. Rouge (2,5 YR 4/6) avec quelques petites plages jaunes. Texture argilo-limoneuse avec de nombreux petits grains noirs.

Nodules et blocs peu durs à pâte rougeâtre avec de nombreux petits grains noirs et des plaquettes ferrugineuses à pâte brun foncé, avec quelques veines jaunes à rougeâtres formant deux lignes assez continues subhorizontales à 270 et 350 cm. Structure polyédrique plus grossière que celles des trois horizons sus-jacents (0,5 à 1 cm), à faces planes ou incurvées, lisses, avec des arêtes à angles vifs. Présence également de sortes de noyaux matriciels de taille 1 à 2 cm, à faces parfaitement adjacentes avec celles des agrégats qui les entourent très compacts et plus cohérents que l'emballage, avec de petits grains noirs. Les pores tubulaires sont très fins (1/10 mm), peu abondants et vides planaires également peu développés. Assemblage compact. Cohésion moyenne à forte. L'enracinement se limite à quelques racines pionnières.

410 à 660 cm : Sondage (B)c

Contraste moyen à fort. Couleur rouge (2,5 YR 4/6) qui devient de plus en plus claire avec des plages jaunes (2,5 Y 6/8) et rouge vif (10 R 4/8) qui sont

de plus en plus développés en profondeur (taille passant de quelques mm à près d'un cm) et quelques volumes de couleur brun rouille. Texture limono-argileuse.

+ 660 cm : C. rougeâtre à rose (10 R 6/6). Texture limoneuse, avec de petits grains noirs et quelques paillettes de muscovite. L'architecture de la roche est plus ou moins conservée.

Nous admettons ici d'indiquer par les lettres minuscules c, la compacité et m, la présence de micropeds.

Commentaire

Ce profil est caractérisé par sa grande épaisseur, des variations assez faibles et progressives de couleur, une texture argileuse pratiquement non micacée, mais avec une porosité forte sur les 2, 4 premiers mètres, une concentration nodulaire croissant progressivement de bas en haut à partir de 125 cm.

Les variations d'organisation exprimées dans la description en termes de structure et de porosité sont très importantes à souligner. L'ensemble humifère supérieur (0 - 25 cm) présente un assemblage plasma-squelette assez compact. Si l'on excepte le mat racinaire supérieur (0 - 4 cm), les agrégats sont assez peu poreux. Mais la porosité reste bien développée, elle est principalement interagrégat (vides planaires) et associée au passage des racines. Dès 25 cm, apparaît un autre type d'assemblage caractérisé par la présence, au sein des agrégats, des cavités plus ou moins tubulaires, plus ou moins anastomosées, de 1 à 2 mm de large, comblées par un assemblage lâche de microagrégats ou micropeds à la limite de visibilité (0,1 à 0,4 mm), donnant aux cassures des mottes un aspect finement granuleux. Ces micropeds sont fragiles, n'offrant pas plus de résistance à l'écrasement que le reste de la matrice. Par les vides interagrégats qu'ils délimitent, ils contribuent très largement à la porosité de l'horizon.

Localement, ils constituent des sortes de poches plus volumineuses (diamètre de l'ordre du décimètre), donnant un matériel bouillant, qui s'étale en de petits cônes très caractéristiques sur les replats de la paroi de la fosse. La présence des termites dans la partie supérieure du niveau à micropeds (jusqu'à 70 cm de profondeur) et le mode de répartition de ces derniers (dans un réseau de

cavités) peut faire penser à une organisation biologique, mais on ne peut, pour l'instant, conclure quant à leur origine réelle. On soulignera également, sans doute associé à la bonne porosité, un très bel enracinement, bien réparti, décroissant progressivement jusqu'à 240 cm.

Cette organisation à micropeds fait place vers 240 cm à un autre mode d'assemblage très caractéristique, beaucoup plus compact. La structure est polyédrique en assemblage très compact, mais fragile (friable), les faces de polyèdres lisses, leurs arêtes vives. Les grains de squelette sont envoyés dans la pâte argileuse (assemblage porphyroscopique), qui est percée de fins pores tubulaires peu nombreux, à peine visibles à l'oeil nu. Vers le milieu de cet horizon, apparaissent de petites plages jaunes isolées qui augmentent de volumes en profondeur avant d'atteindre le matériau d'altération proprement dit.

b) Etude micromorphologique

Un certain nombre de lames minces représentant les différents types d'organisation a été réalisé par la méthode d'induration des échantillons de sols à l'aide de vernis qui est maintenant couramment utilisé au centre de Cayenne.

Notre étude microscopique vise ici à :

- déterminer la nature d'un certain nombre de constituants, impossible ou difficile de confirmer à partir de simples études macromorphologiques ;

- essayer de comprendre les modes d'organisations de ces constituants et leur distribution.

Guidé par les séquences d'organisations macroscopiques, nous avons choisi de décrire les organisations microscopiques à partir du bas de la fosse et de suivre leurs transformations de bas en haut.

Nous utilisons la terminologie de BREWER francisée. Les principaux termes sont les suivants :

Constituants du matériau pédologique

- Squelette : minéraux primaires de taille suffisante pour

être identifiables au microscope optique. On distinguera souvent le squelette grossier dont la taille est du même ordre de grandeur que celle du grain de la roche mère et le squelette fin de taille généralement nettement inférieure.

- Plasma : C'est la fraction susceptible d'être (ou d'avoir été) déplacée, réorganisée, et (ou) concentrée par les processus de pédogenèse. Elle inclut tous les matériaux minéraux et organiques de dimension colloïdale et toute la fraction soluble, qui ne font pas partie des grains de squelette.
- Traits pédologiques : Ce sont des unités morphologiques qui se distinguent du matériel environnant pour une raison quelconque, telle que l'origine, des différences de concentration en certaines fractions du plasma ou des différences dans l'arrangement des constituants. Les principaux traits pédologiques sont les suivants :
 - cutane : concentration ou séparation plasmique associée à des surfaces naturelles (surfaces des agrégats et des grains de squelette, paroi des vides). On précise la nature des cutanes en utilisant les termes : argilane (cutane argileuse), sesquanes (cutanes ferriques, alumineuses), manganes (cutanes manganifères), soluanes (cutanes de sels), silanes (cutanes siliceuses), squelettane (cutanes squelettiques) etc...
 - Quasicutane : Concentration plasmique en rubans d'épaisseur variable, dont les surfaces internes et externes ont la même forme générale que le vide associé.
 - Nodule : Concentrations d'oxydes ou d'hydroxydes métalliques de structure indifférenciée.
 - Concrétion : Concentrations d'oxydes ou d'hydroxydes métalliques de structure concentrique.
 - Lithoreliques : Traits pédologiques constitués par des fragments de roche plus ou moins altérée.

Organisation du plasma par rapport au squelette

Assemblage : Constitution physique d'un sol (matériau pédologique) exprimé par l'arrangement spatial des particules solides (simples ou complexes) et des vides qui leur sont associés.

- Assemblage porphyrosquelique : les grains de squelette sont noyés au sein du plasma presque continu.
- Assemblage aggloméroplasmique : le remplissage de plasma entre les grains de squelette est lâche et incomplet.
- Assemblage intertextique : les grains du squelette sont reliés par des ponts de plasma ou situés au sein d'un fond plasmique très poreux.
- Assemblage granulaire : il n'y a pas de plasma ou bien celui-ci se manifeste uniquement sous forme de traits pédologiques.

Organisation du plasma

L'orientation relative de l'ensemble des cristallites anisotropes contenus dans le plasma peut entraîner l'apparition de domaines orientés se manifestant par une extinction striée en lumière polarisée.

Plasma asépique : il n'y a pas d'orientation relative des cristallites ; l'extinction est ponctuée.

- Argilasépique : le plasma est à dominance d'argile.
- Silasépique : le plasma est à dominance de limon.

Fond matriciel

Ensemble formé de plasma, de squelette et des vides, à l'exclusion des traits pédologiques.

Horizon C : Cette lame et celle de l'horizon (B)C ont été préparées (fig. T2) à partir du matériau obtenu à la sonde. Elles permettent seulement de voir la nature des constituants car leurs organisations sont plus ou moins modifiées par le sondage:

Le plasma est de couleur brun clair à brun foncé

en LN et LP, assez hétérogène et finement granulaire (2 à 3 μ) dans lequel on peut trouver des amas micro-cristallins gibbsitiques transparents de volumes plus ou moins grands, à limite diffuse, assez abondants dans le fond matriciel. Le squelette quartzueux est presque inexistant et il y a surtout des grains noirs de magnétite (dont la nature est confirmée par leurs propriétés magnétiques dans les fractions limon et sable), assez abondants, fracturés et corrodés. Les grains restent surtout sous forme de groupements de petits grains de magnétite beaucoup plus grands (0,2 à 0,5 mm). On peut observer quelques amas de kaolinite largement cristallisés.

Horizon (B)C : Le plasma est un peu plus homogène, toujours finement (fig. T3) granulaire avec variation dans la couleur, soit brun clair, soit brun foncé avec des domaines jaune clair qui forment le passage entre le plasma brun et les amas micro-cristallins gibbsitiques, qui, ici, sont à limite plus nette et moins abondants que dans l'horizon précédent (soit des amas isolés de l'ordre de 1/10 mm de ϕ , soit des groupements de petits amas plus ou moins jointifs pour former des domaines plus grands de l'ordre du mm de ϕ). Les grains de magnétite sont de taille analogue, assez abondants et assez régulièrement répartis dans le plasma. Des amas de cristallisation de kaolinite s'observent également à ce niveau.

Horizon (B)c : L'assemblage est du type porphyrosquelique avec (fig. T4) quelques vides fissuraux et quelques petites cavités. Le squelette quartzueux est très peu abondant. Les grains (ϕ 0,2 à 0,4 mm) ont une forme irrégulière et peu anguleuse, corrodée. Les grains de magnétite, également fracturés et corrodés sont de 2 classes de taille :

- . de 0,01 à 0,005 mm, assez abondants et plus ou moins régulièrement répartis ;
- . et de 0,05 à 0,5 mm, moins abondants.

Le plasma est de couleur rouge brunâtre foncé, finement granulaire, relativement homogène en LN et

éteint en LP, avec quelques petits volumes jaune clair et rougeâtres (quelques 1/10 mm ϕ). Les amas microcristallins gibbsitiques forment, soit de petits volumes isolés (ϕ de 0,05 à 0,2 mm) assez bien répartis dans le fond matriciel, soit des volumes plus grands (ϕ de l'ordre du mm), mais plus rares.

Les vides sont formés de quelques fissures (ϕ 0,1 à 0,3 mm), à parois assez régulières et légèrement sinueuses et anguleuses, sans organisation particulière du plasma. Ces fissures séparent plus ou moins complètement de grands volumes (de l'ordre de 0,5 à 1 cm) à faces adjacentes parfaitement complémentaires.

Dans le plasma, il y a également quelques cavités de taille 0,2 à 0,5 mm.

Les nodules ont de nombreuses cavités, à pâte rouge à jaune, contenant du squelette noir de magnétite. Les amas microcristallins gibbsitiques sont abondants et généralisés dans le plasma.

Horizon (B)_m : de 125 à 240 cm. Assemblage à dominance porphyroscopique associé avec des domaines à assemblage aggloméroplasmique. Le passage d'un type de domaine à l'autre est progressif.

Le squelette quartzeux est un peu plus abondant que celui des horizons sous-jacents, de forme irrégulière et anguleuse plus ou moins fracturé et corrodé. On observe deux classes de taille :

- . celle de 0,05 à 0,1 mm,
- . et celle de 0,1 à 0,4 mm, plus fracturée.

Le squelette noir de magnétite est un peu plus abondant que le squelette quartzeux (mais il diminue par rapport aux horizons sous-jacents). La taille est de 0,01 à 0,2 mm ; les gros grains sont peu anguleux.

Le plasma est de couleur rouge brunâtre foncé, homogène en LN et éteint en LP, comportant des amas microcristallins gibbsitiques (ϕ quelques 1/10 mm à près d'1 mm), moins abondants que dans l'horizon sous-jacent.

Dans cet horizon, apparaissent des volumes aggloméro-plasmiques constitués d'assemblage lâche de petits agrégats de diamètre de l'ordre de 0,1 à 0,3 mm. Ils correspondent aux volumes à micropeds notés dans la description macroscopique. Alors que, durant l'examen à l'oeil nu nous n'avions pu déterminer l'origine de ces micropeds, l'observation microscopique nous éclaire à ce sujet.

En effet, à la périphérie des volumes à micropeds et en allant de l'extérieur vers le centre, on observe d'abord des fentes rayonnantes, en étoile à 3 ou 4 branches. Puis, à mesure que l'on s'approche des volumes micropédiques, ces fentes s'anastomosent et finissent par isoler les micropeds. Mais, dans cet horizon où se déroule leur premier stade de formation, les micropeds restent encore joints par de petits ponts plasmiques et leurs faces adjacentes sont complémentaires et anguleuses.

Les nodules (ϕ 0,5 à quelques mm) sont peu abondants et leur passage avec le fond matriciel adjacent est parfois assez progressif. Ils peuvent contenir également le squelette de magnétite et leur plasma est de couleur variant de rouge à brun foncé avec des amas microcristallins gibbsitiques.

de 25 à 125 cm : (fig. T6 de 125 à 70 cm et fig. T7 de 25 à 70 cm).

La matrice a à peu près le même aspect que de 125 à 240 cm, sauf que le plasma devient un peu plus clair en LN (brun jaunâtre de 25 à 70 cm), mais reste éteint en LP et comporte moins d'amas microcristallins gibbsitiques.

L'assemblage aggloméroplasmique domine de plus en plus et forme des réseaux anastomosés entourant le domaine à assemblage porphyrosquelique qui reste ici sous forme de volumes de 2 à 4 mm séparés par des fissures de ϕ 0,1 mm.

Dans le domaine agglomérosplasmique, les micropeds arrivent à s'isoler complètement et leur forme devient plus arrondie. La porosité du type intergranulaire complexe y est bien développée.

Les nodules sont abondants, de 1 à 5 mm de ϕ , avec des amas microcristallins gibbsitiques plus ou moins importants. Ils sont de couleur variant de brun foncé à brun

rougeâtre et également jaune rougeâtre à jaune clair, à limite assez nette avec la matrice qui les emboîte, parfois légèrement diffuse, mais ne lui est pas séparé par des fissures. On peut trouver également quelques nodules à plasma opaque à violacé très foncé contenant un petit squelette quartzé et des petites paillettes de muscovite plus ou moins alignées.

Horizon A_{1m} : Assemblage porphyroscopique à nombreuses fentes (fig. T8) anastomosées avec domaines agglomératifs (ordre de 0,8 à 1 cm de ϕ). Le squelette quartzé est peu abondant (un peu plus abondant que celui des horizons sous-jacents) dans lequel on observe deux classes de taille :

- grains grossiers minoritaires de l'ordre de 0,4 à 1 mm. Certains à forme très irrégulière, corrodés. D'autres arrondis à forme allongée.
- grains plus fins de 0,1 à 0,2 mm, à section polygonale à angle arrondi.

Et le squelette de magnétite relativement peu abondant (encore moins abondant que ceux des horizons sous-jacents), anguleux à sommet arrondi, parfois allongé (taille 0,1 à 0,2 mm).

Le plasma est de couleur brun jaunâtre, homogène dans l'ensemble, à aspect également finement granuleux (grains de 2 à 3 μ), éteint en LP et comporte peu d'amas microcristallins gibbsitiques.

Les vides sont des fissures anastomosées de 0,2 mm d'épaisseur, à limites sinuées et anguleuses, les plus grosses comblées par des volumes plasmiques identiques au fond matriciel adjacent, à forme anguleuse et complémentaire.

Quelques fentes très fines beaucoup plus régulières (20 μ) (artéfact de séchage ?).

Présence de vides plus gros à forme botroïdale (arrondie et sinuée en lobe) à faces opposées non complémentaires (1,5 à 2 mm). Ils sont moins abondants que les autres. On y trouve des fragments de racines.

SOL A MICROPEDS

Profil SEP 1

Figure T2 : Horizon C

Zone microcristallin gibbsitique

Plasma hétérogène rouge très foncé à hématite

Squelette magnétite

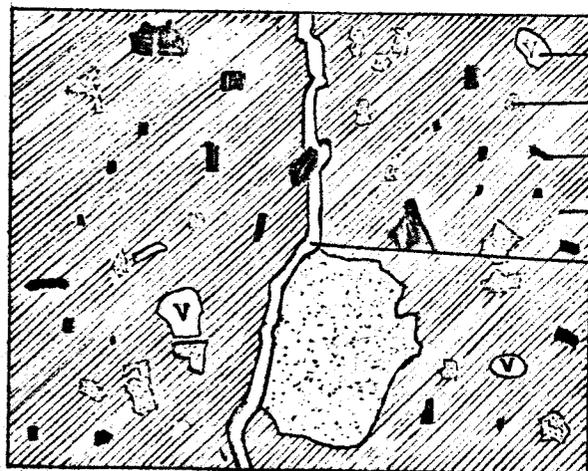
500 μ

Figure T3 : Horizon (B)C

Plasma un peu plus homogène avec des filonnets d'hématite

Amas microcristallins gibbsitiques

Squelette magnétite

Figure T4 : Horizon (B)compact

Vide

Amas microcristallins gibbsitiques

Squelette magnétite

Plasma rouge homogène

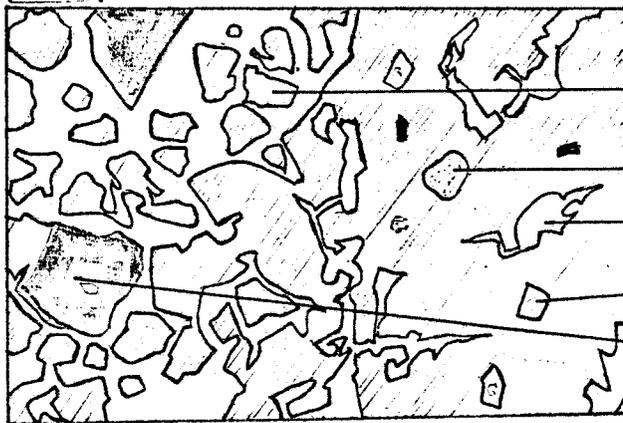
Vide fissural à parois adjacentes complémentaires

Figure T5 : Début et bas de l'horizon à micropeds



- Squelette quartzeux
- Domaine à assemblage aggloméroplasmique (les micropeds restent liés entre eux par de petits ponts)
- Nodule ferrugineux avec squelette magnétite (formation par accumulation relative du fond matriciel)
- Domaine à assemblage porphyrosquelique fissuré (fissures à parois adjacentes complémentaires)

Figure T6 : horizon à micropeds (entre 70 et 125 cm de profondeur)



- Micropeds lâchement assemblés (assemblage aggloméroplasmique)
- Amas microcristallins gibbsitiques
- Vide
- Squelette quartzeux
- Nodule ferrugineux

Figure T7 : Horizon à micropeds (entre 25 et 70 cm de profondeur)



- Micropeds
- Amas microcristallins gibbsitiques
- Nodule ferrugineux

Figure T8 : Horizon A_{1m}



- Fissuration du fond matriciel
- Vide fissural (vide planaire)
- Nodule ferrugineux
- Squelette quartzeux

Les vides fissuraires débouchent dans ces vides.

Dans les zones à assemblage aggloméroplasmique, les agrégats sont de forme anguleuse, de taille 0,1 à 0,2 mm. Les nodules sont de forme anguleuse ou arrondie (0,5 à 1 cm de \varnothing) et d'autres plus petits. Ce sont, soit des nodules opaques avec quelques rares vides et ne comportent pas de squelette. Ils sont séparés du fond matriciel par une fissure parfois discontinue. Il existe également des nodules où le plasma est de couleur brun rouge clair à brun rouge foncé à limite nette, pratiquement sans squelette, mais avec des amas microcristallins gibbsitiques. En lumière polarisée, ils sont plus biréfringents et les pores à formes plus ou moins arrondies sont peu abondants.

Conclusion

Evolution du plasma - Formation des micropeds.

Dans l'horizon (B)c compact (fig. T4), l'assemblage du plasma et du squelette est du type porphyrosquelique avec des fissures très fines qui séparent le matériau en agrégats à faces planes ou incurvées lisses avec des arêtes à angles vifs, en laissant dans certains endroits des noyaux matriciels plus compacts à faces parfaitement complémentaires à celles des agrégats adjacents.

A partir de l'horizon (B)m (fig. T5), nous assistons à une fissuration de plus en plus poussée du fond matriciel pour donner un autre type d'assemblage beaucoup plus poreux (assemblage aggloméroplasmique). Ce dernier type d'assemblage forme un réseau de cavités de plus en plus dense, de la base jusqu'en haut de l'horizon (B)m.

Le stade ultime de fissuration est l'isolement complet des volumes matriciels en petits agrégats (micropeds) de dimension de quelques 1/10 mm, de forme de plus en plus arrondie et à espace intergranulaire complexe important (fig. T6 et T7).

Il est à souligner que cette fissuration du fond matriciel se fait sans réorganisation spécifique du plasma ou du squelette.

La formation des micropeds n'est pas d'origine biologique comme on pouvait penser en faisant l'étude macroporphologique, mais il s'agit tout simplement d'une fissuration très poussée du fond matriciel compact.

Dans l'horizon A_{1m} (fig. T8), l'assemblage porphyrosquelique devient de nouveau dominant, mais il est également plus ou moins fissuré et dans certaines zones, les petits volumes plasmiques fissurés arrivent à s'isoler pour donner également des micropeds qui, ici, restent encore anguleux.

La fraction gibbsitique

Dans la matrice, nous pouvons observer des amas microcristallins assez abondants et à forme plus ou moins régulière à la base, moins abondants et s'émuissant par pédoturbation vers le sommet. Il s'agit ici de gibbsite primaire qui figure les fantômes de minéraux primaires altérés. La diminution de cette gibbsite figurée vers le sommet peut être due, soit à la fragmentation des fantômes et à l'intégration des microcristaux au plasma dans lequel on ne peut les distinguer, soit à la silification de la gibbsite qui donnerait alors de la kaolinite. Il n'est pas possible de trancher entre ces deux hypothèses, pour le moment et nous allons les reprendre dans la minéralogie des constituants des sols.

Evolution du squelette

Le squelette est constitué essentiellement de quartz, des grains de magnétite et très peu de muscovite. Mais l'abondance de cette dernière dans les nodules lithoreliques nous permet de penser que la muscovite est, dans ce profil sommital, intégrée au plasma argileux.

Les nodules

La succession des nodules ferrugineux, depuis le sommet du profil jusqu'à sa base, doit également être analysée à la fois à la lumière des observations macroscopiques et microscopiques.

- Dans l'ensemble du profil, mais plus concentrés depuis la surface jusqu'à 125 cm, nodules de forme variée, souvent irrégulière pour les plus petits, certains éléments plus gros (30 cm) étant très nettement aplatis. Ces derniers ne sont pas orientés dans la partie supérieure du profil (zone à concentration nodulaire) mais ils sont plus ou moins alignés subhorizontalement. La

surface des nodules comporte soit une patine brune, dure, soit beaucoup plus rarement, un liseré rougeâtre peu résistant et plus poreux que le reste. Ces nodules sont constitués d'une pâte brune (7,5 YR 4/4) très fine, très compacte, parfois nettement litée (particulièrement dans les blocs aplatis en plaquette qui sont constitués d'un empilement de lits d'épaisseur voisine du demi-centimètre) ou bien à litage très estompé unidirectionnel, mais plus ou moins flexueux. Cette pâte brune est traversée par de minces veines d'une substance blanchâtre à jaune rosé ou beige, porcelanée, moins dure que le reste, épaisse de 0,2 à exceptionnellement 4 mm, le plus souvent de l'ordre du mm. L'étude microscopique montre que ces veines ont un aspect cutanique (ferro-argileux) avec dans certaines parties, l'individualisation de gibbsite à partir de ce matériau cutanique. Ces veines ont deux distinctions privilégiées, la principale suit le litage du matériel brun qu'elle souligne, l'autre correspond à des connections perpendiculaires entre les veines précédentes. Ces veines sont postérieures à la formation des lits de matériel brun. Certains de ces nodules montrent une altération selon un front net qui transforme l'ensemble décrit ci-dessus (lits et veines) en un matériel rouge à rouge violacé, se rayant à l'ongle, finement poreux ; les amas microcristallins gibbsitiques y sont également assez abondants. Toutefois, dans leur majeure partie, ces nodules sont très durs et non altérés. L'organisation à litage plan ou légèrement ondulé de ces nodules, l'homogénéité de leur pâte évoquent plus une structure pétrographique ou une structure dérivée d'une organisation pétrographique (dépôt d'oxyde de fer aux interfaces du litage schisteux) qu'à une organisation pédologique. Toutefois, on n'a pas trouvé dans les matériaux à structure conservée (mais déjà très transformée) les faciès pétrographiques susceptibles d'être à l'origine de ces nodules.

- Egalement concentrés dans cette partie supérieure du profil sommital (0 à 125 cm) et moins abondants de 125 à 240 cm, de petits nodules pratiquement sans squelette, de couleur brun rouge clair à brun rouge foncé, parfois jaunâtre, plus biréfringent en lumière polarisée et comportant des amas microcristallins gibbsitiques plus ou moins abondants. Leur forme est assez variée, souvent arrondie, de taille souvent comprise entre 1 et 3 mm. Ils sont cohérents

avec l'emballage et parfois à limite assez diffuse avec celui-ci.

- A partir de 25 cm de profondeur, des nodules de taille variée (0,3 à 1 cm), à forme irrégulière mais plus ou moins arrondie, à patine brun foncé, moins dans que les précédents. Leur section est rouge violacé avec de fines paillettes de muscovite. Ces nodules sont concentrés à partir de 125 cm et au-dessus, mais existent isolés et rares jusqu'à la base de la fosse. Au-dessous de 125 cm, ils sont moins durs (se cassent à la main), sans patine, adhérant fortement à l'emballage.

- A partir de 125 cm, des blocs de 25 cm légèrement indurés, adhérant fortement à l'emballage. Ils sont constitués d'un matériel rouge sombre avec un squelette régulièrement réparti de grains (ϕ 1 mm) noirs de magnétites. Ces nodules poreux, à amas microcristallins gibbsitiques abondants, disparaissent avant les horizons à concentrations nodulaires.

Si l'on considère maintenant pour chaque faciès observé sa présence et sa fréquence dans l'ensemble du profil, on constate :

a) que les nodules les plus résistants à ciment brun, présents avec un faciès et une dureté constante dans tout le profil, sont concentrés progressivement à partir de 125 cm pour atteindre une abondance maximum en surface. Ces nodules ne sont pas totalement résistants à l'altération, mais les manifestations de celle-ci sont peu fréquentes, donc particulièrement lentes.

b) que les nodules brun rouge foncé ou brun rouge clair à jaunâtre à amas microcristallins gibbsitiques sont également concentrés de 125 cm jusqu'à la surface. Ils forment avec les nodules du 1^{er} type, de véritables horizons à concentration nodulaire entre 0 et 125 cm.

c) que les nodules à ciment rouge violacé et micas présentent un aspect identique à certains volumes des matériaux rouge violacé à structure conservée observés dans les profils situés plus à l'aval ; ils présentent donc des caractères lithorelictuels. Tendres à la base du profil, ils deviennent plus durs à partir de 125 cm, base du niveau à concentration nodulaire, et il apparaît alors, à ce niveau, une patine noire. Tout se passe comme si, moins résistants que les précédents, ils finissent par disparaître plus ou moins au sommet du profil.

- Le quatrième faciès décrit, qui reste peu induré, disparaît

avant la zone de concentration nodulaire.

En conséquence, dans cette longue séquence de transformation pédologique, depuis le matériel à structure conservée dont on a atteint les premiers éléments à la sonde à 6,60 m, jusqu'à la surface, la persistance des nodules qui existent tous déjà en profondeur, paraît fonction de leur dureté, de leur compacité, de leur résistance à l'altération ou à la pédoplasation.

Les horizons nodulaires superficiels résulteraient alors de la concentration d'éléments plus ou moins indurés qui préexistent dans les horizons profonds où ils sont dispersés et rares. Leur concentration se situe dans les horizons $(B)_{m1}$ et A_{1m} . Ces horizons nodulaires seront donc considérés comme le résultat d'une accumulation relative par départ de l'emballage sous une forme qui reste à déterminer (lixiviation ?). On soulignera la progressivité à partir du bas de cette concentration nodulaire qui s'oppose à celle beaucoup plus brutale observée ailleurs (séquence observée par LIM). Les nodules à veines cutaniques seraient peut-être à distinguer des autres parce qu'ils semblent témoigner des phases de pédogenèse non actuelles.

2 - Etude des profils à micropeds du haut de pente (voir fig. T9)

Profil SEP 2

Localisation : sur pente de 53 %, à une distance de 15 mètres de SEP 1.

- 0 à 3 cm : horizon humifère A_{11} , brun rougeâtre foncé. Structure polyédrique fine (0,2 à 0,5 cm). Assemblage lâche. Nombreux vides planaires. Mat racinaire.
- 3 à 15 cm : horizon humifère A_{1m} , rouge jaunâtre. Structure polyédrique (0,5 à 1 cm). Assemblage assez lâche. Pores tubulaires faibles et nombreux vides planaires. Nombreux nodules à veine jaunâtre et nodules de lithoreliques durs violacés et micacés.
- 15 à 115 cm : horizon $(B)_m$, rouge jaunâtre. Structure polyédrique fine. Présence de nombreux micropeds dans les réseaux de cavités anastomosées. Vides intergranulaires importants. Concentration nodulaire.

115 à 150 cm : horizon (B)C. Rouge avec des volumes lithorelictuels tendres violacés micacés. Nombreux petites plaques jaunes. Présence également de micropeds. Vides intergranulaires.

150 cm : horizon C. Rouge violacé finement micacé. Structure massive à débit en plaquettes.

Profil SEP 2X

Localisation : sur même pente, avant une rupture de pente, distant de 22 mètres de SEP 1.

0 à 2 cm : horizon humifère A_{11} à mat racinaire, brun rougeâtre foncé.

2 à 4 cm amont : horizon humifère A_1 m rouge à assemblage assez lâche.
2 cm aval

4 cm à 15 cm : horizon A_1 sd* rouge à assemblage compact.
2 cm à 30 cm

15 cm à 50 cm : horizon (B)m rouge à micropeds. Concentration nodulaire moins importante que celle des profils précédents.
30 cm à 30 cm

50 cm à 150 cm : horizon (B)sd* rouge compact avec des grandes surfaces de décollement.
30 cm à 165 cm

150 cm : horizon C, matériau rouge violacé finement micacé.
165 cm

VARIATIONS LATÉRALES DE L'ORGANISATION DES SOLS A MICROPEDS.

(Voir fig. T9).

Sur le versant à pente forte, le solum diminue fortement d'épaisseur (6,60 m au profil sommital et inférieur à 2 m sur le versant).

L'horizon humifère A_{11} à mat racinaire devient un peu plus mince.

L'horizon A_1 m à nombreux vides planaires tend à disparaître au niveau de SEP 2X pour faire place à un autre horizon où les vides planaires sont beaucoup moins importants.

L'horizon à micropeds (B)m, épais de 2,15 m dans le profil sommital s'amincit progressivement pour atteindre une épaisseur

* Les lettres minuscules sd indiquent le caractère du sol présentant de grandes surfaces de décollement que nous verrons par la suite.

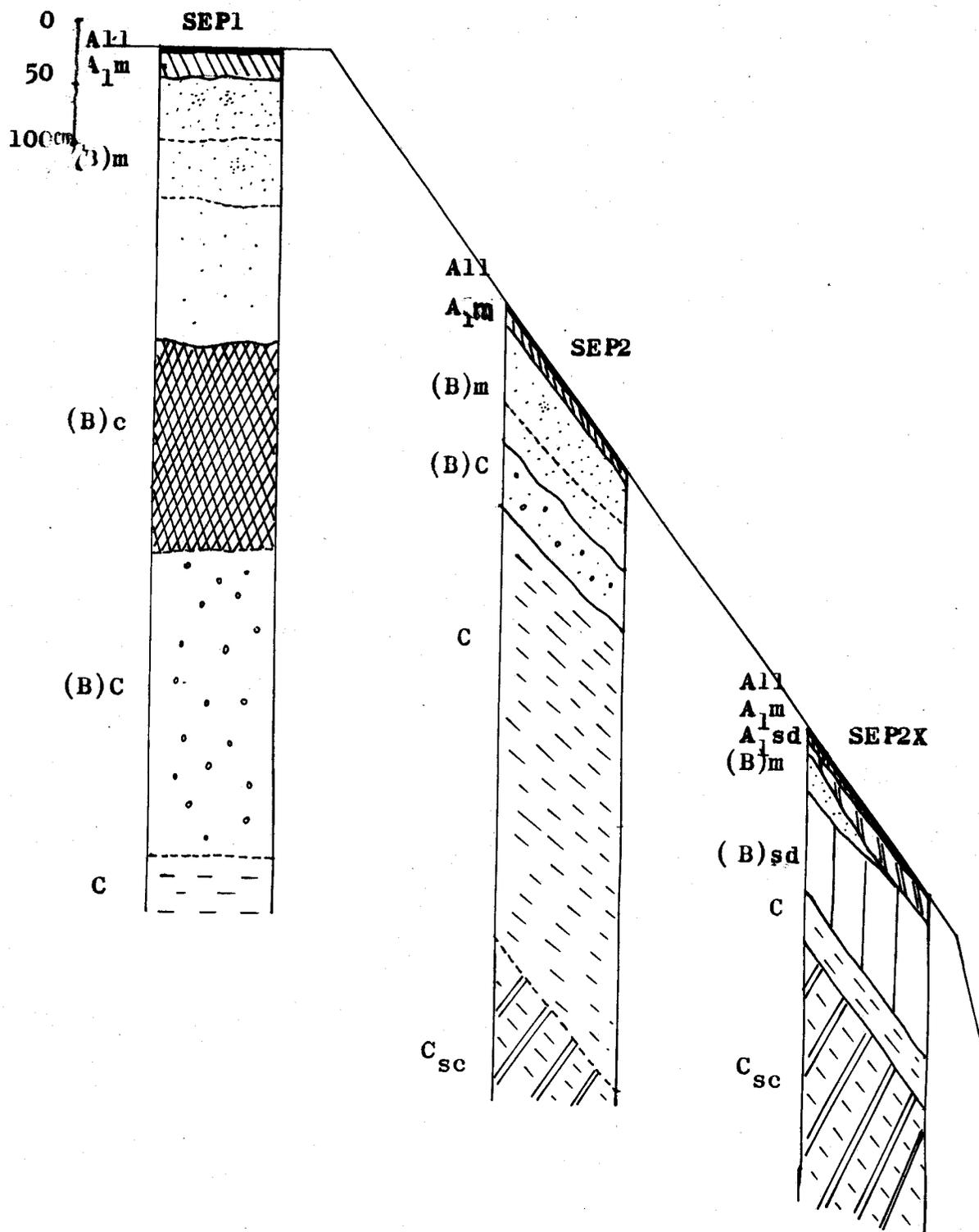


Fig.T9- Profils à micropeds

sc: structure de la roche conservée

de 1 m au niveau de SEP 2 avant de disparaître en biseau au niveau d'une rupture de pente concave.

L'horizon rouge compact (B)_c, épais de près de 2 m au sommet de l'interfluve n'existe pas dans les sols du versant.

L'horizon (B)C à plage jaune où on a observé d'abondants amas microcristallins gibbsitiques tend à disparaître déjà au niveau du profil SEP 2.

II - L'ENSEMBLE MEDIAN A GRANDES SURFACES DE DECOLLEMENT.

1. Profil type SEP 4

a) Etude macromorphologique

Description

Localisation : sur pente de 54 %, à 44 mètres en aval du profil sommital ou à 33 mètres en amont de la crique.

A la surface du sol, une litière de feuilles et de brindilles partiellement décomposée, irrégulièrement répartie, laissant visibles des traces de ruissellement.

Quelques blocs et des nodules finement lités à veines jaunes à jaune rosé.

Nous admettons d'indiquer par les lettres minuscules sd, le caractère propre des horizons de ce profil à grandes surfaces de décollement.

0 à 2 cm : horizon A₁₁ brun rougeâtre foncé (5YR 3/4). Texture argilo-sableuse, finement micacée. Quelques nodules ferrugineux bruns à brun noirâtre avec des veines jaunes à jaune rosé (même faciès que ceux trouvés dans le profil SEP 1) et des nodules lithoreliques violacés durs contenant des petites paillettes de muscovite et du squelette quartzeux plus ou moins abondants (Ø 0,5 à 2 cm). Structure polyédrique fine (0,2 à 0,5 mm). Assemblage lâche. Cohésion faible. Friable. Vides planaires importants. Pores tubulaires assez bien développés. Mat racinaire (parfois mis à nu par ruissellement). Activité des vers de terre. Transition ondulée sur 2 cm.

2 à 25 cm : horizon A₁sd. Contraste faible. Rouge (2,5 YR 4/6) homogène. Texture argileuse finement micacée. Nodules peu abondants (5 %) de taille qui varie entre 0,5 et 5 cm, de même faciès que ceux de l'horizon précédent (les plus gros sont surtout des nodules bruns à veine jaune). Structure polyédrique (0,5 à 1 cm) avec des agrégats à nombreuses faces planes, à crêtes à angles vifs fortement engrenés les uns aux autres. Assemblage compact. Cohésion moyenne. Malléable. Vides planaires faibles. Pores tubulaires peu développés (pores visibles 1/cm²). Présence de quelques pédotubules (∅ 2 à 3 mm) de couleur un peu plus brunâtre que la matrice qui l'emballe. Enracinement moyennement développé avec peu de chevelu. Activité de vers de terre. Transition ondulée sur 5 cm.

25 à 160 cm : horizon (B)sd compact. Contraste faible. Rouge (2,5 YR 4/6) homogène. Texture argileuse finement micacée. Nodules un peu plus abondants (environ 10 %) et quelques blocs aplatis. Ce sont des nodules ou blocs bruns à veine jaune à jaune rosé et des nodules lithoreliques assez durs micacés avec du squelette micacé plus ou moins altéré. Structure polyédrique plus fine (0,2 à 0,5 cm). Assemblage compact. Cohésion faible à moyenne. Malléable. Pores tubulaires faibles (1 à 2 pores tubulaires fins 0,2 à 0,3 mm/cm² et pores très fins un peu plus abondants). Présence de vastes surfaces de décollement (quelques dm²) subverticales lisses et légèrement luisantes, de couleur un peu plus foncée que la matrice adjacente. Enracinement peu développé. Transition ondulée sur 5 cm (présence par endroit de petites langues de pénétration dans l'horizon sous-jacent).

160 à 190 cm : horizon de transition (B)C. Rouge violacé (10 R 4/6). Texture limoneuse légèrement argileuse, finement micacée. Présence de petits volumes lithorelictuels peu durs avec schistosité plus ou moins visible, de couleur un peu plus violacée que la matrice qui les emballe. Structure massive avec également présence des surfaces de décollement. Pores tubulaires faiblement développés. Quelques racines. Transition légèrement ondulée sur 5 cm.

> 190 cm : contraste faible. Rouge violacé (10 R 4/6) avec des petits flots brun olive où la structure de la roche semble être mieux conservée. Texture sablo-limoneuse très micacée. Structure massive à débit en plaquettes avec, par endroit, des traces de lits subverticaux. Présence de quelques filons de quartz subhorizontaux. Quelques pores tubulaires. Quelques racines pionnières jusqu'en bas de la fosse.

Commentaire

Le profil SEP 4 est caractérisé par sa couleur rouge pratiquement homogène du haut jusqu'en bas du solum, une texture argileuse micacée assez constante et la moindre abondance des nodules par rapport aux sols à micropeds.

L'horizon à mat racinaire, épais environ de 2 cm, parfois pratiquement absent par érosion. Cet horizon présente des agrégats polyédrique fins (0,2 à 0,5 cm) à assemblage lâche. La porosité est représentée par des vides interagrégats importants.

Le second horizon humifère a une structure polyédrique un peu plus grossière (0,5 à 1 cm) avec des agrégats à nombreuses faces planes et à arêtes anguleuses, fortement engrenés les uns aux autres^{ne} laissant que très peu de vides planaires. Les pores tubulaires y sont également peu développés (1 pore \varnothing 0,2 à 0,3 mm tous les 2 cm² en moyenne).

De 25 à 160 cm, un autre horizon compact lui fait suite ; la porosité est essentiellement formée de pores tubulaires peu nombreux (1 à 2 pour \varnothing 0,2 à 0,3 mm/cm² associés avec des pores très fins à peine visibles). Cet horizon présente un caractère particulier par la présence de grandes surfaces de décollement lisses et légèrement luisantes, de couleur un peu plus foncée que la matrice adjacente, à aspect cutanique. Ces surfaces se prolongent également dans l'horizon de transition (B)C.

Dans ce sol, l'enracinement est beaucoup moins bien développé que celui des sols à micropeds. Sous l'horizon humifère à mat racinaire, les racines sont assez dispersées et souvent ne portent que peu de chevelu.

b) Etude micromorphologique

Horizon C : l'assemblage est du type granulaire compact avec quelques (fig. T10) cavités de 0,5 à 2 mm de ϕ .

Le squelette quartzeux est peu abondant, de taille 0,02 à 0,1 mm ; les grains de taille de sable grossier sont minoritaires et souvent corrodés et fracturés.

Dans les volumes bruns peu oxydés, les muscovites se trouvent sous forme de fines aiguilles de dimension 0,3 à 0,5 mm sur 0,01 mm et se groupent en petits paquets de 4 à 5 aiguilles en gardant une direction préférentielle assez bien définie en certains endroits. Ce sont donc des lithoreliques.

Dans le volume rouge violacé, les aiguilles de muscovite forment des flots de 1 à quelques mm de dimension, avec dépôt d'oxyde de fer dans les espaces entre les aiguilles de muscovite. Le caractère lithorelictuel est ici moins net.

Horizon (B)C : assemblage aggloméroplasmique à tendance porphyrosquelique (fig. T11). Les volumes bruns disparaissent avant d'atteindre cet horizon.

Le squelette quartzeux, de même taille que ceux de l'horizon C, est toujours peu abondant.

Les fines aiguilles de mica sont également de plus en plus isolées et ne s'orientent plus dans la même direction. Il y a apparition d'un plasma rouge brunâtre qui emballa les grains de squelette en laissant des cavités de ϕ 0,1 à 0,3 mm.

Les traits pédologiques y sont formés de lithoreliques de taille 0,5 à 1,5 cm de forme irrégulière, à plasma, avec de nombreux filonnets d'hématite de couleur foncée, contenant du squelette quartzeux plus ou moins abondant. Les muscovites en fines paillettes sont parfois orientées parallèlement à une direction.

Horizon (B)sd : Assemblage porphyrosquelique.

(fig. T12) Le squelette quartzeux plus ou moins ferruginisé, peu abondant, est de deux classes de taille :

- 0,04 à 0,5 mm,
- et 0,5 à 1,5 mm.

Sa forme est irrégulière et peu anguleuse, avec des faces corrodées et les gros grains sont souvent fracturés.

Le squelette est plus fin que celui de l'horizon (B)C, isolé ou en petits paquets de 2 à 3 aiguilles, sans direction préférentielle.

Plasma rouge brunâtre, aséptique (plus précisément silaséptique à amas microcristallins gibbsitiques peu abondants, beaucoup moins importants que dans SEP 1).

Au niveau de la surface de décollement, le fond matriciel est plus rouge, aséptique, contenant moins de squelette quartzéux et de muscovite. Il s'agit de quasi-cutanes non orientées, plus ou moins continues, séparées du plasma adjacent par de minces fissures de \varnothing 0,1 à 0,2 mm.

La porosité est faible et formée de quelques cavités de 0,1 à 0,3 mm de \varnothing .

Les nodules sont de plusieurs faciès, non séparés du plasma qui les entoure par une fissure :

- des lithoreliques à plasma comportant de nombreux filonnets d'hématite foncés avec le squelette quartzéux et de paillettes de muscovite peu abondantes. Elles ont souvent des cortex jaune clair plus ou moins épais, pouvant contenir également des squelettes quartzéux et micacés et les amas microcristallins gibbsitiques sont plus abondants et plus nets. Ces lithoreliques peuvent avoir des cavités plus ou moins nombreuses.
- des nodules de sesquioxysé à plasma de couleur brun rouge clair à brun foncé, contenant des amas microcristallins gibbsitiques plus ou moins abondants.
- et des nodules à plasma brun foncé à opaques, traversés par des veines à aspect cutanique de couleur jaune clair à jaune rougeâtre, dans lesquels on peut observer les zones microcristallins gibbsitiques.

Horizon A₁d : Le fond matriciel présente le même aspect que celui (fig. T13) de l'horizon (B) avec un assemblage qui reste porphyrosquelique traversé par quelques fissures fines (\emptyset 0,1 à 0,3 mm) à parois assez régulières et anguleuses, les parois adjacentes sont complémentaires. Présence de quelques isotubules (\emptyset 1 à 3 mm) à section arrondie, un plasma plus foncé que celui qui l'entoure contenant également un squelette quartzeux et de muscovite.

Les amas microcristallins gibbsitiques dans le plasma sont également de faible quantité et les nodules sont de même faciès que ceux de l'horizon (B).

Conclusion

Si on excepte le mince horizon à mat racinaire poreux, le sol médian de la séquence présente un aspect compact avec une faible porosité par un assemblage du type porphyrosquelique du plasma et du squelette.

Les paillettes de muscovite restent abondants dans la matrice de ce sol, alors qu'elles disparaissent presque entièrement de celle du profil sommital. D'ailleurs, le matériel à structure conservée est peu profond. Ceci montre que nous avons affaire à un sol relativement peu différencié où les organisations héritées de la roche mère se maintiennent non peu transformées jusqu'à une faible profondeur. Par rapport à la séquence de transformation la plus complète de l'interfluve, observée en SEP 1, tout se passe comme si le mince profil SEP 4 s'était développé à partir d'un matériau correspondant à la base de SEP 1. En allant vers le bas de pente, les sols se développeraient aussi aux dépens de matériaux correspondant à des horizons de plus en plus profonds de la séquence sommitale. La couverture pédologique du versant s'inscrirait alors dans une "entaille" de la couverture pédologique sommitale que l'on pourrait alors qualifier de "couverture pédologique initiale".

Profil SEP 4



Figure T10 : Horizon C

- Vide
- Squelette quartzeux
- Volume rouge violacé à hématite
- Muscovite en couche ferruginisé
- Ilôt brun clair à paillettes de muscovite plus ou moins alignées



Figure T11 : Horizon (B)C

- Plasma
- Paillette de muscovite isolée
- Paillette de muscovite en plusieurs couches
- Vide
- Squelette quartzeux

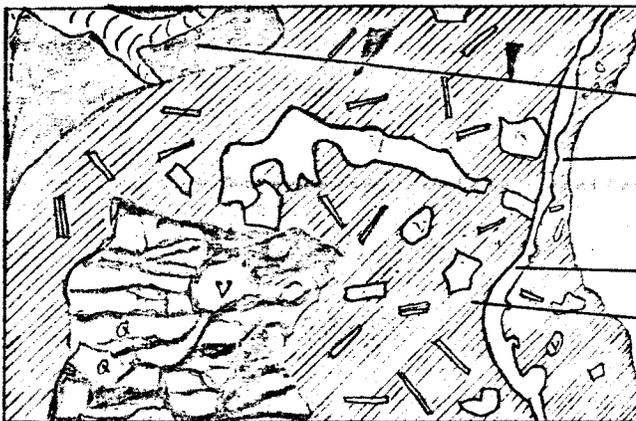


Figure T12 : Horizon (B)sd compact à grandes surfaces de décollement (coupe normale à une de ses surfaces)

- Nodule ferrugineux à veine cutanique
- Quasicutane aseptique à plasma plus rouge que celui de la zone adjacente et contient moins de squelette.
- Fissure
- Plasma adjacent
- Nodule de lithorelique avec du squelette quartzeux et du plasma à filonnet et hématite

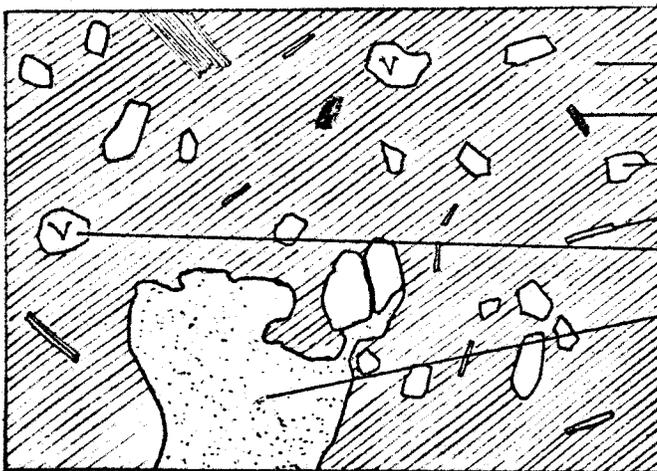


Figure T13 : Horizon A₁sd compact

- Plasma
- Squelette de magnétite
- Squelette quartzeux
- Paillette de muscovite
- Vide
- Amas microcristallins gibbsitiques

Formation de grandes surfaces de décollement subverticales

L'étude microscopique montre qu'au niveau de ces surfaces, il y a formation d'un quasicutane, dans lequel le squelette est moins abondant et le plasma est plus rouge que la matrice adjacente et à limite nette avec celle-ci. Sa structure asépique montre qu'il n'a pas subi de pression assez forte pour provoquer une orientation préférentielle des cristallites. Il ne s'agit non plus d'un phénomène d'illuviation, mais plus probablement d'une réorganisation du fond matriciel sous l'effet d'un mécanisme qui reste à déterminer.

Nodulation

Dans le sol médian, les nodules ne forment pas un véritable horizon de concentration nodulaire, comme dans le sol à micropeds. Mais on retrouve ici les faciès durs et résistants que l'on a déjà rencontrés dans le profil sommital. Ce sont :

- des nodules à pâte fine brun foncé, avec des veines blanchâtres ou jaune rosé à aspect cutanique ;
- des nodules à pâte également sombre, mais sans veines, avec des amas microcristallins gibbsitiques plus ou moins abondants.

A souligner que, si les deux premiers faciès de nodules sont, dans ce sol médian, beaucoup moins abondants que dans le sol amont à micropeds, le faciès lithorelictuel est au contraire plus abondant et on peut suivre plus facilement la séquence de nodulation correspondante.

Dans l'horizon de transition (B)C, les lithoreliques restent sous forme de volumes mous, parfois aplatis et à schistosité de la roche bien conservée et de petites paillettes de mica qui sont bien alignées au microscope. Au fur et à mesure qu'on monte vers la surface du sol, les nodules lithoreliques deviennent de plus en plus durs et ils ont parfois un cortex d'altération de couleur jaune, dans lequel on peut observer des amas microcristallins gibbsitiques plus abondants que dans la pâte ferrugineuse rouge ou rouge violacé. Leur caractère lithorelictuel est ici évident.

2. Etude des profils de même type

Profil SEP 3

Localisation : sur pente 46 %, à 12 mètres en amont de SEP 4.

0 à 2 cm : Horizon humifère A₁₁ à mat racinaire, brun rouge. Structure polyédrique fine (0,2 à 0,5 cm). Assemblage lâche à vides interagrégats.

2 à 15 cm : Horizon humifère A₁sd compact. Rouge. Structure polyédrique plus grossière (0,4 à 1 cm), à agrégats fortement engrenés les uns aux autres. Vides planaires et pores tubulaires faibles.

15 à 95 cm : Horizon (B)sd compact. Rouge. Structure polyédrique fine (0,2 à 0,4 cm). Présence de grandes surfaces de décollement subverticales. Pores tubulaires un peu mieux développés que ceux de l'horizon précédent.

95 à 110 cm : Horizon de transition (B)C. Rouge violacé avec des lithoreliques molles. Structure massive avec présence des surfaces de décollement. Quelques pores tubulaires.

110 cm : Horizon C. Matériau rouge violacé avec de nombreux îlots brun olive, à architecture de la roche mère mieux conservée. Structure massive à débit en plaquettes.

Profil SEP 5

Localisation : sur pente 32 %, à 10 mètres en aval de SEP 4.

0 à 2 cm : Horizon humifère A₁₁ à mat racinaire. Brun rougeâtre. Structure polyédrique fine (0,2 à 0,5 cm). Assemblage lâche à vides interagrégats.

2 à $\left. \begin{array}{l} 20 \text{ cm amont} \\ 7 \text{ cm aval} \end{array} \right\}$ Horizon humifère A₁sd compact. Rouge légèrement brunâtre. Agrégats polyédriques fortement engrenés les uns aux autres. Assemblage compact. Vides planaires et pores tubulaires faibles.

20 à $\left. \begin{array}{l} 140 \text{ cm amont} \\ 7 \text{ cm aval} \end{array} \right\}$ Horizon (B)sd compact. Structure polyédrique plus fine (0,3 à 0,5 cm) avec présence de grandes surfaces de décollement. Quelques pores tubulaires.

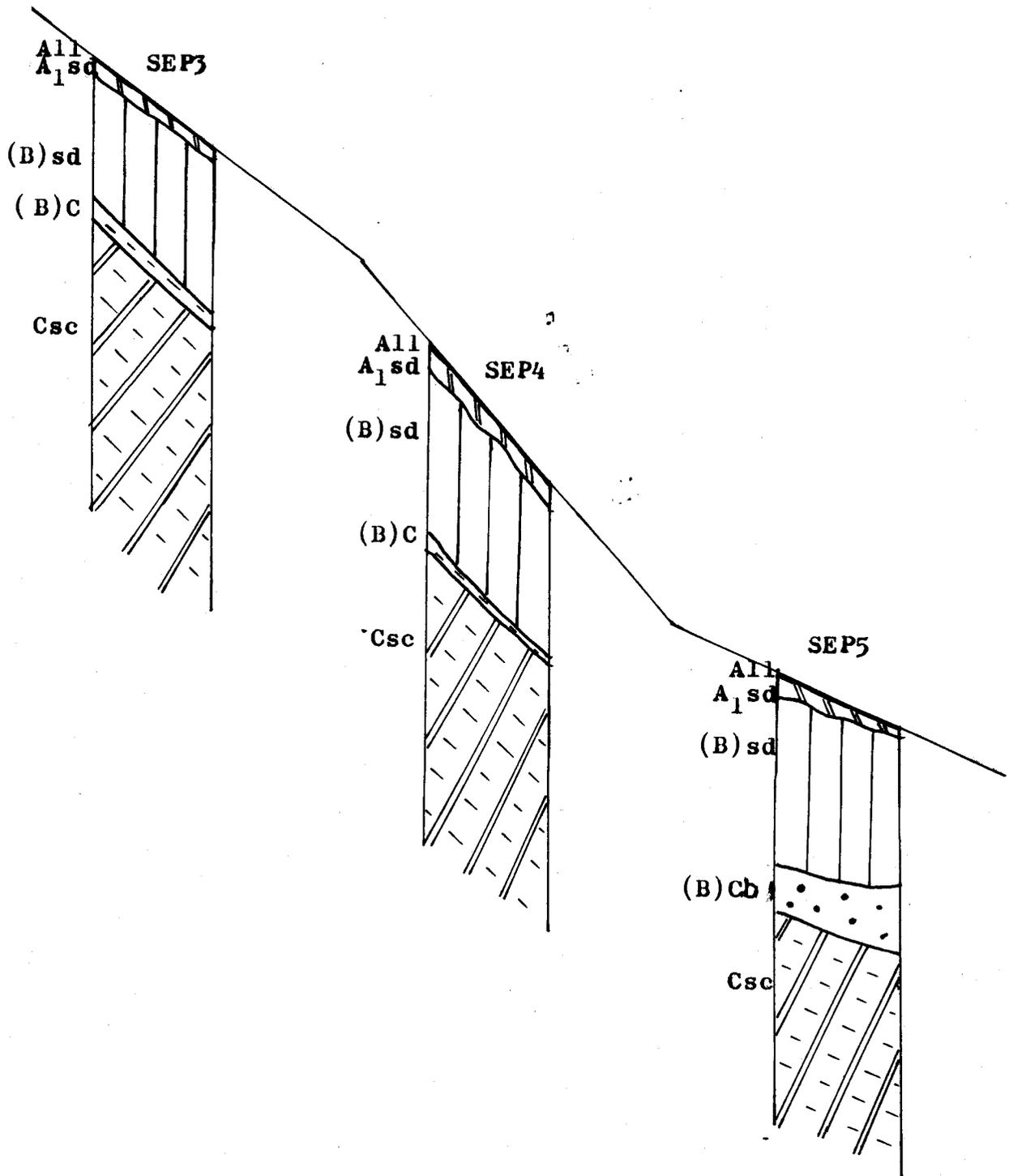


Fig. T14 - Profils présentant de grandes surfaces de décollement

140 | à 190 cm : Horizon (b)Cb*. Matériau^{rouge} à rouge violacé avec des ta-
 110 | ches jaunes.

190 cm : Matériau à structure de la roche plus ou moins conser-
 vée rouge violacé avec des flots brun olive.

VARIATION LATÉRALE DU SOL PRESENTANT DE GRANDES SURFACES DE DECOLLEMENT SUBVERTICALES. (fig. T14)

Dans son ensemble, ce type de sol ne présente que de très
 faibles variations latérales dans son organisation et dans sa mor-
 phologie.

Le profil SEP 3, situé plus en amont, présente pratiquement
 la même morphologie que le profil type SEP 4, son solum est cepen-
 dant un peu moins épais que celui du dernier.

Par contre, à la base du profil SEP 6, le plus aval du segment,
 apparaît une différenciation du sommet de l'horizon d'altération
 qui s'accroît dans le segment suivant : des volumes jaunes appa-
 raissent dans le matériau à structure conservée, lui donnant un
 aspect réticulé.

III - ETUDE DU SOL AVAL A HORIZONS BARIOLES

Etude du profil SEP 6

a) Etude macromorphologique

Description

Localisation : sur pente 42 %, à 5 mètres en amont de la cri-
 que.

A la surface du sol, une mince litière (1 cm) de feuilles et
 de brindilles, partiellement décomposée et irrégulièrement répartie.

Des nodules et quelques blocs à pâte fine brun foncé à veines
 blanchâtres ou jaune rosé. Traces de ruissellement.

Nous admettons d'indiquer par les lettres minuscules : g, la
 présence des taches de pseudogley et b, le caractère bariolé.

* b: présence des taches à aspect bariolé

- 0 à 2 cm : Horizon A₁₁. Brun grisâtre (10 YR 4/3) homogène. Texture argilo-sableuse. Nodules assez abondants à faciès durs et résistants comme on a vu plus en amont. Ce sont des nodules bruns avec des veines blanchâtres ou jaune rosé, des nodules bruns à brun foncé sans veine et des nodules lithoreliques durs. Structure ^{Polyéd.} fine (0,1 à 0,4 cm). Assemblage lâche. Cohésion faible. Friable. Vides interagrégats importants. Mat racinaire. Activité des vers de terre. Transition ondulée sur 2 cm.
- 2 à 15 cm : Horizon A_{1g}. Contraste faible. Brun jaunâtre (7,5 YR 5/4), avec des taches brun rouge (2,5 YR 4/4), assez nombreuses (surtout à la surface des agrégats) et quelques taches verdâtres (5 Y 7/4). Texture argileuse pratiquement non micacée. Nodules de même faciès, plus abondants (environ 30 %). Structure polyédrique plus grossière (0,5 à 1 cm) avec quelques faces planes. Assemblage assez compact. Cohésion assez faible. Vides planaires mieux développés que dans A_{1sd} (mais beaucoup moins nombreux que dans A_{1m}). Pores tubulaires faibles (1 à 2 pores \varnothing 0,2 à 0,3 mm/cm²). Enracinement moyennement développé (avec peu de chevelu). Activité des vers de terre sur 5 cm. Transition ?
- 15 à 50 cm : Horizon (B)_{sd} b. Contraste moyen. Brun clair (5 YR 5/8), avec de petites taches jaunes (10 YR 6/6) et rouges (2,5 YR 5/8) assez abondants à limite assez diffuse avec le matériel brun clair. Texture un peu plus argileuse que celle de A_{1g} micacée. Nodules de même faciès, mais moins abondants (environ 15 %). Structure polyédrique fine (0,2 à 0,5 cm). Assemblage compact. Présence également de grandes surfaces de décollement subverticales. Pores tubulaires faibles (1 à 2 pores \varnothing 0,2 à 0,3 mm/cm² et des pores très fins assez abondants). Enracinement faiblement développé. Activité des vers de terre. Transition ondulée sur 5 à 10 cm.
- 50 à 180 cm : Horizon bariolé (B)_b.
Contraste moyen à fort. Taches rouges (10 R 3/8) réticulées sur un fond jaune (10 YR 6/6) à limite souvent

nette, parfois assez diffuse. Taches rouges (30 % environ au début de l'horizon) augmentent progressivement en profondeur (40 % environ vers 130 cm). Texture argileuse dans le jaune et moins argileuse dans le rouge. Nodules de même faciès peu abondants. Structure d'ensemble polyédrique (0,3 à 1 cm) et chaque élément structural peut avoir à la fois des taches jaunes et rouges. Assemblage compact. Cohésion moyenne. Friable. Les volumes rouges ont une consistance un peu plus rigide que les volumes jaunes. Pores tubulaires peu développés (pores tubulaires plus faibles dans le rouge que dans le jaune). Présence de quelques racines qui pénètrent de préférence dans le jaune. Activité faunique (quelques terriers). Passage assez progressif avec l'horizon sous-jacent.

180 à 290 cm : Horizon B₃b. Rouge violacé (10R 4/6) à rouge (10 R 4/8), avec des taches jaunes (10 YR 6/6). Texture limoneuse finement micacée dans le rouge violacé à rouge et un peu plus argileuse dans le jaune. Structure massive. Quelques pores tubulaires. Racines pratiquement inexistantes.

Sondage +290 cm : Horizon C. Rouge violacé (10 R 4/6). texture sablo-limoneuse finement micacée avec de petits îlots brun olive (comme le matériau SEP 4).
Vers 350 cm, de petits volumes de matériaux blancs finement micacés de même texture que le matériau à structure plus ou moins conservée qui les emballent.
Nappe phréatique repérée vers 4 m en Juin.

Conclusion

L'épaisseur du solum du sol aval n'est guère plus importante que celle du sol médian. L'enracinement est, par rapport au sol amont à micropeds, beaucoup moins développé et à peu près comparable à celui du sol médian.

Sauf l'horizon humifère à mat racinaire, d'épaisseur environ 2 cm à vides interagrégats importants, le sol présente depuis la surface une faible porosité.

L'horizon humifère A_{1g} comporte des vides planaires un peu plus importants que ceux de A_{1sd} du sol médian, mais de loin moins nombreux que ceux de A_{1m} du sol amont à micropeds. Les pores tubulaires y sont peu développés. Dans les horizons sous-jacents, le matériau pédologique forme un assemblage encore plus compact, percé de pores tubulaires peu nombreux (1 à 2 pores visibles/cm²).

Le phénomène important qui caractérise le sol aval est la manifestation du phénomène d'hydromorphie qui entraîne une variation importante de la couleur du sol.

Dans l'horizon de surface de 2 à 15 cm, on peut remarquer de nombreuses taches brun rouge de pseudogley (surtout au niveau de la surface des agrégats) et aussi quelques taches de réduction de couleur verdâtre, beaucoup moins importantes. Ceci montre que la partie supérieure du sol aval a subi un engorgement temporaire (et quasi-permanent dans certains endroits, entraînant une réduction) qui est certainement important en saison des pluies comme le prouve la présence d'une nappe perchée, observée à ce niveau après une grande pluie au début du mois de Juin.

En profondeur, la nappe phréatique repérée vers 4 mètres à cette même période, entraîne une autre manifestation plus marquée.

C'est la présence d'un ensemble d'horizons à taches rouges réticulées sur un fond clair formant un aspect d'horizon bariolé. Cette manifestation monte haut jusqu'en dessous de l'horizon humifère A_{1g} . Mais dans l'horizon (B)sdt, avec de grandes surfaces de décollement (entre 15 et 50 cm de profondeur), les taches sont de petites tailles (quelques mm), alors qu'elles atteignent 1 à 1,5 cm entre 50 et 180 cm de profondeur.

Dans le premier mètre de l'horizon d'altération à structure plus ou moins conservée, (entre 180 et 290 cm de profondeur), il y a également présence de grosses taches de \varnothing 2 à 3 cm. Plus en profondeur, vers 3,5 m, le matériau d'altération rouge violacé subit le phénomène de blanchiment par petits volumes isolés.

Dans cette partie aval, les nodules sont un peu plus abondants que dans le sol médian, surtout dans les 15 premiers cm et on retrouve les faciès durs et résistants présents sur toute la longueur de la séquence.

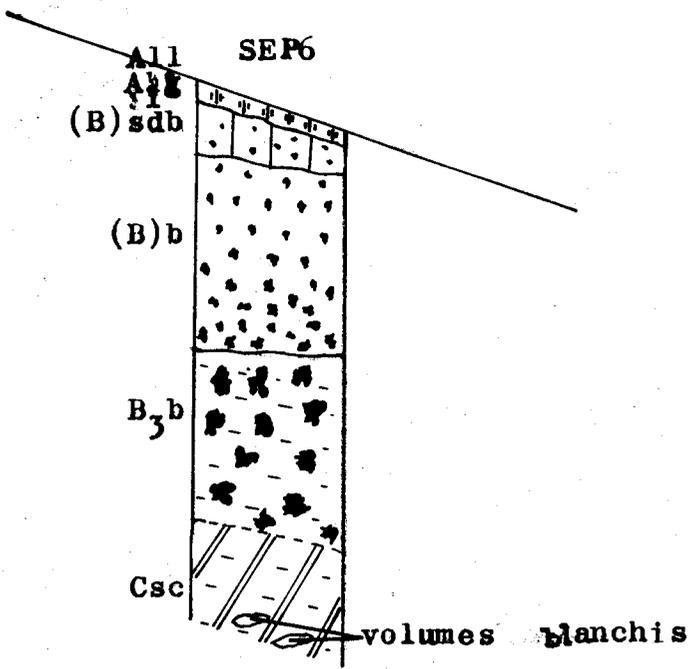


Fig.T15-Sol à horizons bariolés

b) Etude micromorphologique

Horizon B₃b : (fig. T16). Assemblage porphyrosquelique avec quelques petites cavités. Le squelette, constitué de quartz et de muscovite, est régulièrement dispersé dans le fond matriciel.

Le squelette quartzeux est peu abondant, de forme assez arrondie mais déchiquetée et sont de deux classes de taille :

- celle de 0,05 à 0,2 mm,
- et celle de 0,2 à 1 mm, minoritaire.

Le squelette de muscovite est plus abondant, sous forme de fines paillettes (0,2 à 0,3 mm) isolées ou quelques fois groupées en petits paquets de 4 ou 5 paillettes. Dans certains domaines, ces paillettes gardent encore plus ou moins une direction privilégiée mais d'une manière générale cette direction est effacée.

Le fond matriciel est de 2 types :

- Un fond matriciel jaune légèrement brunâtre finement granuleux, sans orientation (asépique) contenant des masses plus sombres.
- Un fond matriciel rouge foncé en LN, éteint en LP.

Dans les deux types de fond matriciel, le squelette a le même type de disposition et de composition sauf que dans le fond matriciel rouge foncé, les grains de quartz peuvent être plus ou moins ferruginisés. Le passage de l'un à l'autre est rapide mais pas tranché, parfois même assez diffus.

Quelques cavités de \varnothing 0,1 à 0,3 mm dans les deux types de fond matriciel.

Horizon (B)b : (fig. T17). Assemblage porphyrosquelique avec des vides fissuraux anastomosés et quelques cavités.

Le squelette quartzeux a le même aspect que celui de l'horizon B₃. Le squelette de muscovite est moins abondant mais reste dispersé dans le fond matriciel.

On retrouve les deux types de fond matriciel à

limite toujours rapide et non tranchée, parfois diffuse. On peut trouver quelques amas micro-cristallins gibbsitiques (\varnothing 1 à 2 mm). Le réseau de fentes les traverse indifféremment. La porosité est formée de vides fissuraux en fentes anastomosées (\varnothing 0,1 à 0,3 mm). Les plus fins à forme complémentaire, les plus gros à forme plus mammelonnée. Les deux types étant en continuité, certains sont soulignés par une bordure sombre (il ne s'agit donc pas d'artéfact).

Quelques cavités de \varnothing 0,1 à 0,3 mm. Les nodules sont de plusieurs types :

- des nodules opaques : les petits ne sont pas séparés de leur emballage, tandis que les plus gros en sont parfois séparés par une fissure.
- des nodules à plasma brun foncé à opaque, traversés par des veines jaune rougeâtre à aspect cutanique.
- des volumes lithorelictuels parcourus par des filonnets sinueux et plus ou moins orientés et anastomosés, de nature gibbsitique sur un fond rouge violacé foncé, avec un squelette quartzeux. Ces volumes, également non séparés de leur emballage, présentent souvent des cortex minces (épaisseur 0,1 mm) de couleur plus claire.

Horizon (B) sdb : (fig. T18). Assemblage toujours du type porphyroscopique, avec également des vides fissuraux anastomosés (\varnothing 0,1 à 0,2 mm) et quelques cavités (0,2 à 0,4 mm).

Le squelette est à peu près identique que celui de (B) , sauf que le squelette de muscovite est encore en plus faible quantité.

Le fond matriciel est également de deux types : le fond matriciel de couleur claire (ici brun jaunâtre) domine sur le fond matriciel rouge foncé qui reste ici sous forme de petits volumes (quelques mm) assez isolés, à limite diffuse avec la matrice claire.

On peut rencontrer, dans les deux types de fond matriciel, quelques amas microcristallins gibbsitiques de 1 à 2 mm. On retrouve également les mêmes faciès de nodules que ceux de l'horizon sous-jacent.

Horizon A_{1g} : (fig. T19). Assemblage porphyrosquelique avec des vides fissuraux plus larges que ceux de l'horizon (B) et quelques cavités.

Le squelette quartzeux reste identique et la muscovite reste sous forme de quelques très fines paillettes (\varnothing 0,1 à 0,2 mm) isolées et dispersées régulièrement dans le fondmatriciel.

Il y a également des grains de magnétite (taille de l'ordre de 0,3 à 0,5 mm) peu anguleux et très peu abondants. Le plasma est de couleur brun jaunâtre, relativement homogène, aséptique, avec quelques amas microcristallins gibbsitiques (\varnothing 0,4 à 1 mm). Les vides fissuraux sont de taille 0,3 à 0,7 mm, à parois adjacentes non complémentaires, parfois mamelonnées. Au niveau de ces parois, le fond matriciel a le même squelette, mais son plasma est plus rouge que celui qui l'entoure et à passage progressif avec ce dernier.

Conclusion

L'assemblage squelette plasma est compact (assemblage porphyrosquelique) dans tout le profil. La porosité est limitée à quelques fins pores tubulaires et quelques minces fissures qui forment des vides planaires de la partie supérieure du solum.

La manifestation des deux phénomènes d'hydromorphie de surface et de profondeur se traduit par les modifications suivantes dans l'organisation des constituants :

- dans l'horizon A_{1g} à taches de pseudogley, sur la paroi des vides, le plasma est de couleur rouge mais avec la même disposition des graines de squelette que le fond matriciel adjacent. Ceci montre qu'il y a mobilisation d'une certaine matière (probablement plus

Profil SEP 6

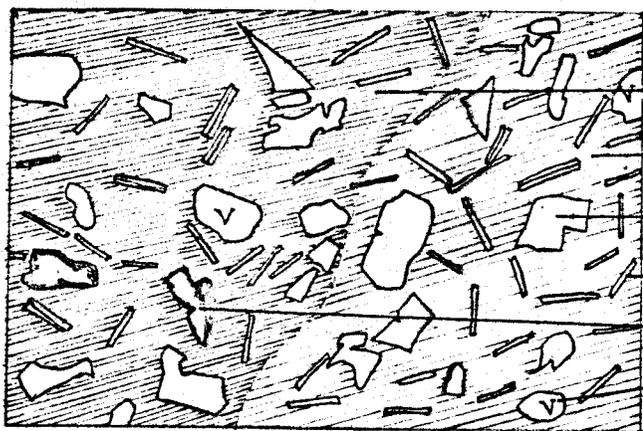


Figure T16 : Horizon (B)₃b

- Domaine à plasma rouge
- Domaine à plasma jaune
- Squelette quartzeux
- Paillette de muscovite
- Squelette quartzeux ferruginisé
- Vide

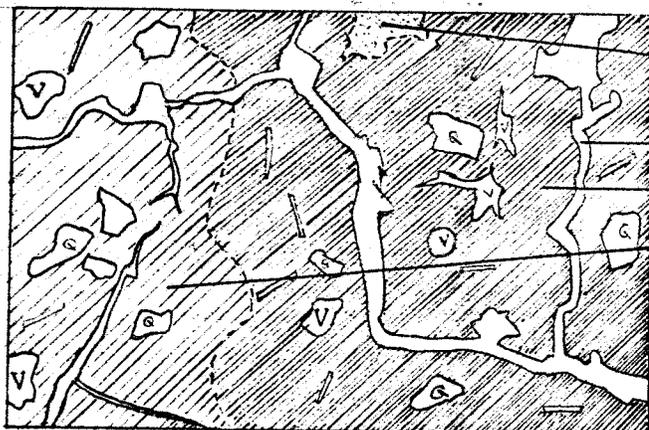


Figure T17 : Horizon (B)b bariolé

- Amas microcristallins gibbsitiques dans le plasma
- Vide fissural
- Domaine rouge
- Domaine jaune



Figure T18 : Horizon (B)b à petites taches

- Tache rouge
- Plasma brun clair
- Nodule lithorelique à squelette quartzeux
- Vide
- Squelette quartzeux
- Paillette de muscovite

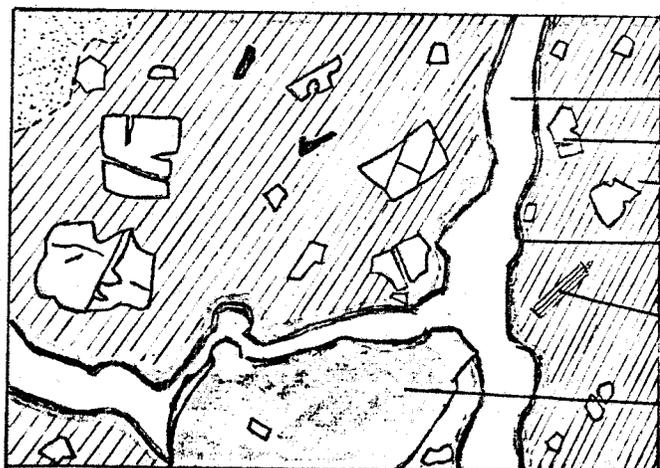


Figure T19 : Horizon A₁g à taches de pseudogley

- Vide planaire
- Squelette quartzeux
- Plasma
- Parois du vide (couleur plus foncée que le plasma avoisinant)
- Paillette de muscovite
- Nodule

du fer) du plasma vers la surface des vides ; d'où la présence des taches brun rouge à la surface des agrégats.

- Le bariolage profond se traduit par la présence de deux types de fond matriciel : l'un de couleur jaune aséptique et l'autre de couleur rouge foncé, était en LP. La nature et la disposition des grains de squelette restent cependant identiques dans les deux cas. Il s'agit de la mobilisation de la substance colorante (du fer) des volumes jaunes vers les volumes rouges. Tout se passe comme si le départ d'une partie du fer des volumes jaunes révélait l'anisotropie du plasma argileux qui devient aséptique, tandis que cette anisotropie reste masquée dans le matériau rouge.

Les données analytiques que nous verrons par la suite montrent que les teneurs en fer des volumes rouges et jaunes sont peu différentes (3 %). A ce propos, A. CHAUVEL (1977), dans ses recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées, a signalé qu'il est possible d'obtenir une organisation isotrope par adjonction d'une très faible quantité de fer.

Dans le matériau d'altération vers 3,5 mètre de profondeur, la nappe provoque un autre type de différenciation. C'est le blanchiment par petits volumes du au départ du fer de ces derniers.

RESUME SUR L'ORGANISATION DU SOL DE LA SEQUENCE (fig. T20)

Le sol de la séquence est formé de trois ensembles caractérisés par des types d'organisation différents les uns aux autres. Ce sont :

- 1) Le sol à micropeds qui occupe la partie amont de la séquence, sur une longueur de 25 mètres, comptée à partir de la ligne de partage des eaux. Ce sol est poreux, à assemblage squelette-plasma du type aggloméroplasmique, résultant d'une microfissuration intense d'un matériau à l'origine compact (porphyrosquelique) pour donner de petits agrégats (micropeds) lâchement assemblés, donnant une porosité du type interagrégats importante. Dans ce sol, les nodules sont abondants et forment un véritable horizon à concentration nodulaire du sommet du profil. Les micropeds disparaissent latéralement, de façon assez brutale au niveau d'une rupture de pente assez marquée.

2) Dans la partie médiane, sur environ 40 mètres de longueur, le sol qui fait suite au sol à micropeds est compact (porphyrosquelique) et présente de grandes surfaces de décollement lisses et légèrement luisantes, de couleur plus foncée que la matrice adjacente. L'étude microscopique montre qu'au niveau de ces surfaces, il y a formation d'un quasicutane mince, résultant de la réorganisation du fond matriciel à ce niveau et non de processus d'illuviation.

3) Sur les 12 derniers mètres de la partie avale de la séquence, le sol également compact subit deux phénomènes d'hydromorphie: celui de la surface, dû à un engorgement temporaire de l'eau de pluie provoquant la formation de nombreuses taches brun rouge de pseudogley et celui de profondeur, dû à l'action remontante de la nappe phréatique. Cette dernière manifestation provoque, par la mobilisation de substance colorante (le fer) de certains volumes du sol vers d'autres volumes avoisinants, fait apparaître des taches réticulées sur un fond clair formant un aspect d'horizon bariolé. L'action de la nappe se manifeste également dans le matériau à structure plus ou moins conservée et provoque la formation d'un autre type de différenciation. C'est le blanchiment de ce matériau par petits volumes vers 3,5 mètres de profondeur. L'étude analytique que nous verrons par la suite montre qu'il s'agit d'un entraînement de presque la totalité de fer de ces volumes par l'eau.

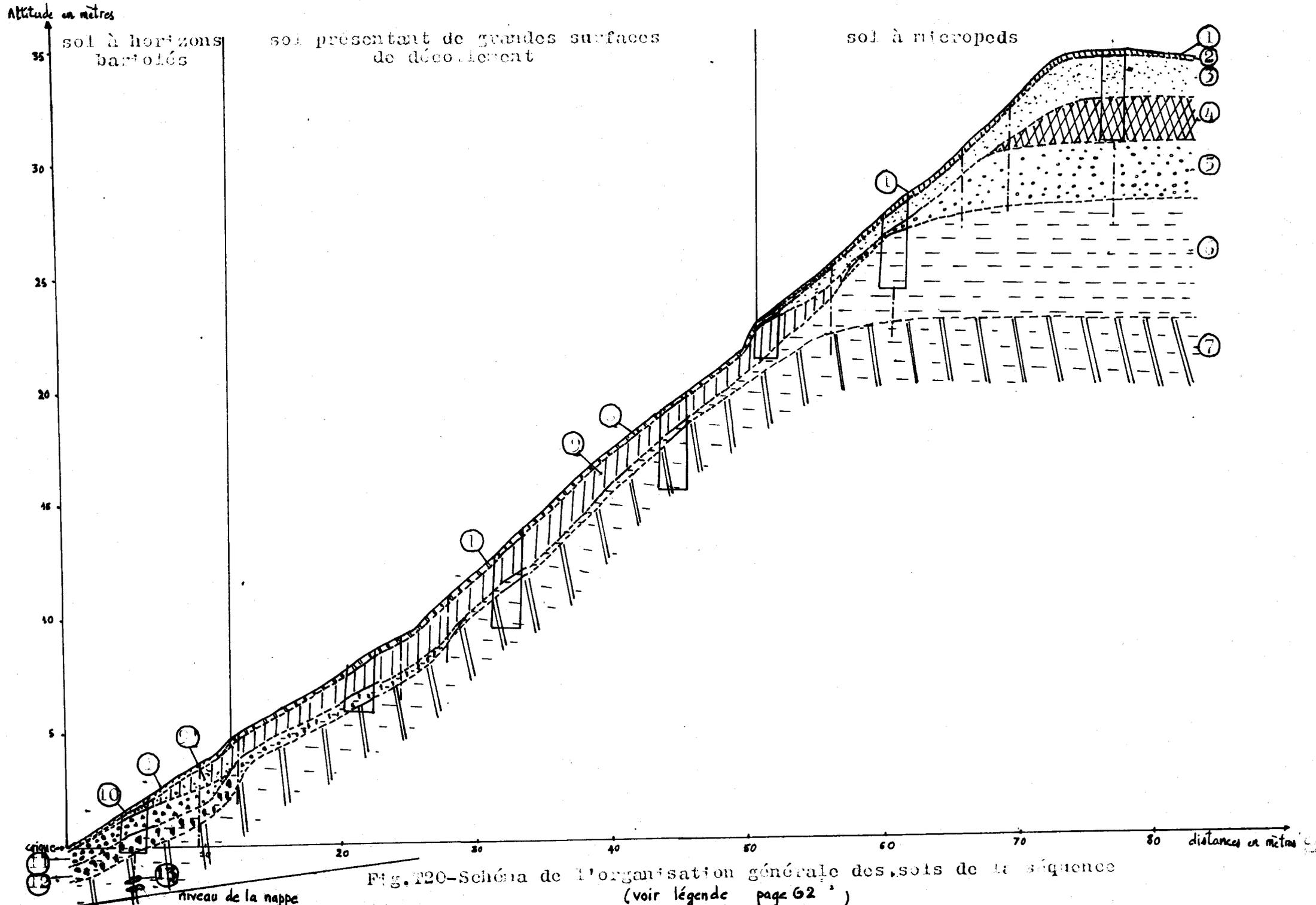


Fig. 120-Schéma de l'organisation générale des sols de la séquence (voir légende page 62)

- 1 Horizon humifère à mat racinaire, structure polyédrique fine à assemblage lâche.
- 2 Horizon humifère à agrégats polyédriques à vides planaires importants.
- 3 Ensemble d'horizons à micropeds poreux.
- 4 Horizon compact à agrégats polyédriques lisses et à arêtes anguleuses.
- 5 Horizon avec des plages claires.
- 6 Horizon à minéraux reconnaissables, à architecture de la roche non ou peu conservée.
- 7 Horizon à structure de la roche plus conservée.
- 8 Horizon humifère à agrégats fortement engrenés les uns aux autres.
- 9 Horizon compact avec présence de grandes surfaces de décollement subverticales.
- 9' Horizon compact avec présence de grandes surfaces de décollement subverticales et avec des petites taches de bariolage.
- 10 Horizon humifère avec taches de pseudogley.
- 11 Horizon bariolé.
- 12 Horizon à minéraux reconnaissables avec taches claires.
- 13 Petits volumes du matériau blanchi.

CHAPITRE II

ETUDE ANALYTIQUE

43 échantillons issus des 7 profils de la séquence ont été prélevés pour étudier les variations verticales et latérales des caractéristiques analytiques. La localisation des points de prélèvement est représentée dans la figure T 21.

Le nombre d'échantillons analysés a dû être limité, compte tenu des possibilités des laboratoires ORSTOM de Cayenne et de Bondy. Une plus grande densité de prélèvements aurait permis de mieux assurer les conclusions de ce chapitre.

Nous avons choisi de présenter les résultats analytiques sous deux formes :

- les variations verticales dans les profils
- et les variations latérales dans la séquence par des courbes d'isovaleurs.

Nous étudierons successivement :

- I - La granulométrie
- II - La minéralogie des constituants des sols
- III - La matière organique
- IV - Le complexe absorbant
- V - Le complexe d'altération
- VI - Le régime hydrique

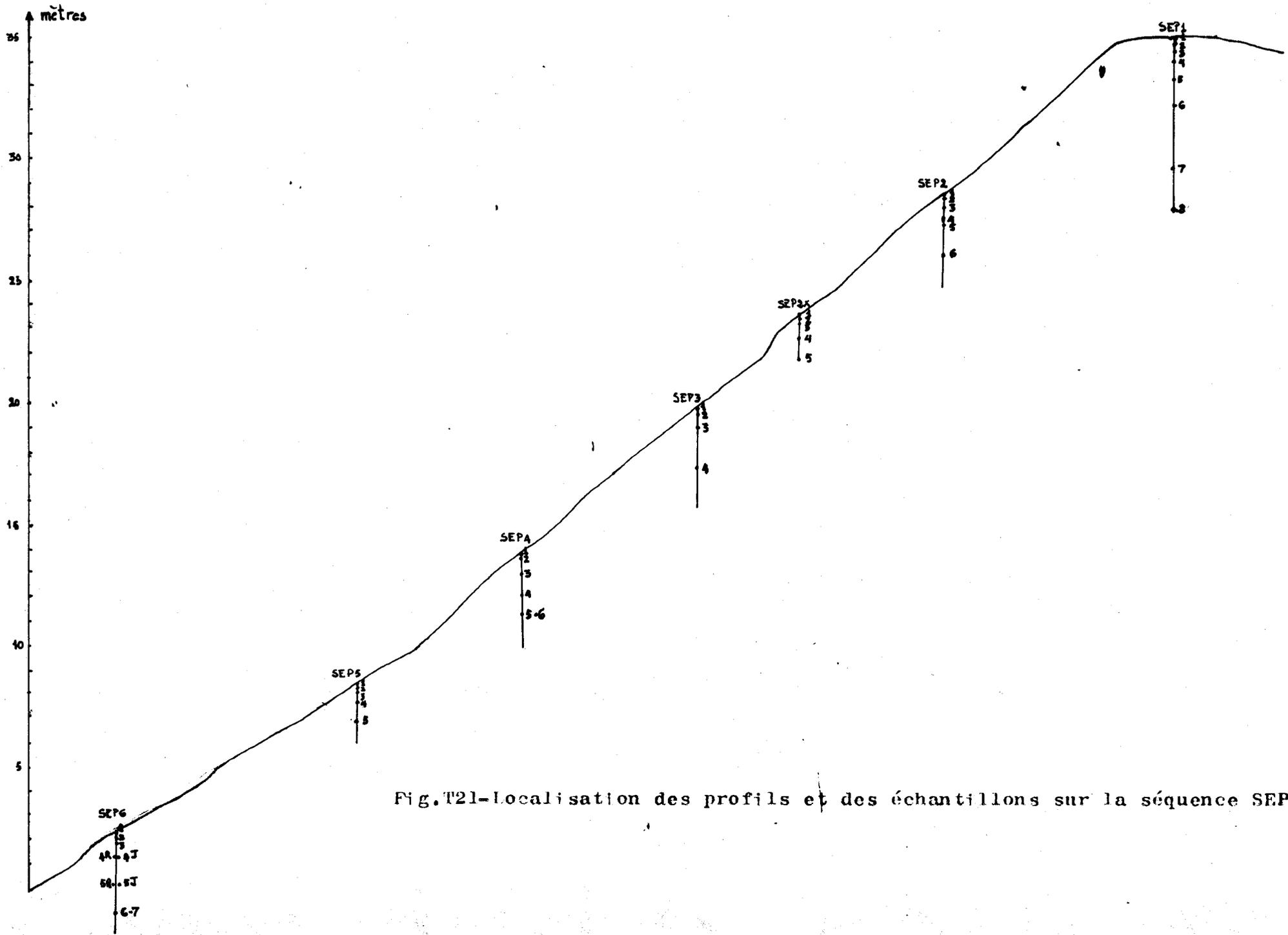


Fig.T21-Localisation des profils et des échantillons sur la séquence SEP

I - LA GRANULOMETRIE

A. Variations verticales

1. Sols amont à micropeds

a) Granulométrie de la terre fine (voir fig T22, T23 et T24)

Sur le plateau sommital, le taux d'argile, qui est déjà de l'ordre de 24 % dans le matériau d'altération à 7 mètres de profondeur, augmente progressivement jusqu'à 240 cm de profondeur (33 %). A partir de là, l'augmentation du taux d'argile est plus rapide pour atteindre le seul maximum entre 25 et 70 cm de profondeur (79 %), c'est-à-dire au sommet de l'horizon (B)_m à micropeds ; puis on note une légère diminution dans les horizons humifères A₁₁ et A_{1m} (64 à 65 %).

Il est à signaler que l'analyse séparée des micropeds et du matériau de l'horizon dans lequel ils se trouvent, donne à ces deux fractions une composition granulométrique pratiquement identique.

La teneur en limons fins varie en sens inverse de celle de l'argile. Ainsi, il y a une diminution progressive de l'horizon C jusqu'en bas de l'horizon (B)_m à micropeds, puis cette diminution devient plus accentuée dans ce dernier horizon. Dans les horizons humifères A₁₁ et A_{1m}, on note plutôt une légère augmentation.

Si on compare les courbes de variations verticales du taux de colloïdes (argile + limon fin) par rapport à la terre fine et du taux de l'argile par rapport aux colloïdes (fig T23), on peut remarquer que ces deux courbes sont pratiquement parallèles entre 700 et 240 cm de profondeur. Puis, de 240 à 25 cm de la surface, la somme (argile + limon)% varie moins fortement que l'argile % et donc que l'augmentation du taux de l'argile dans l'ensemble d'horizons à micropeds (B)_m entre 25 et 240 cm se fait surtout au dépens de limon fin.

La variation verticale des fractions limons grossiers et sable fin se fait dans le même sens que celle du limon fin, mais de façon moins accusée, tandis que la variation du taux de sable grossier se fait de façon plus irrégulière.

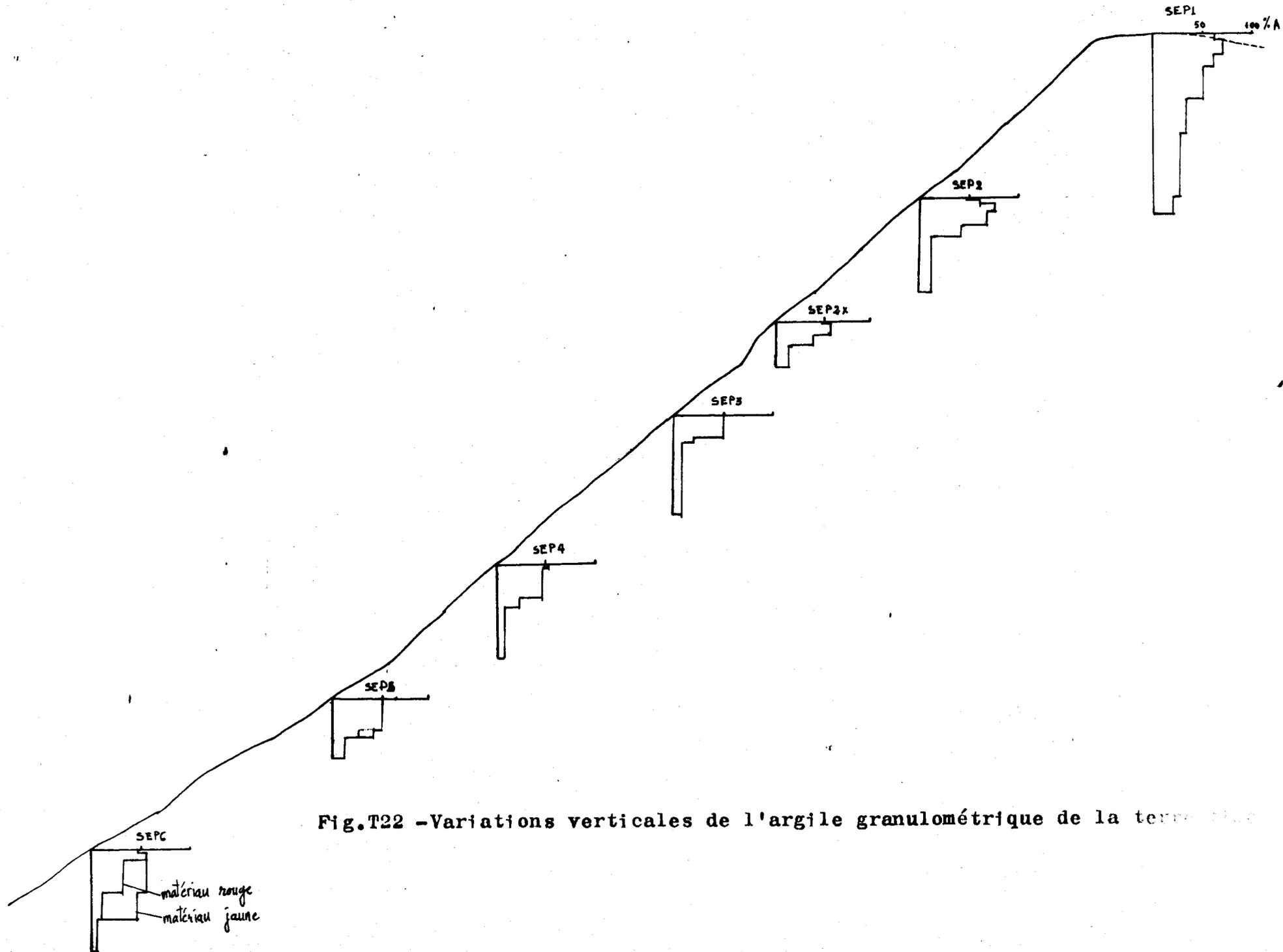


Fig.T22 -Variations verticales de l'argile granulométrique de la terre rouge

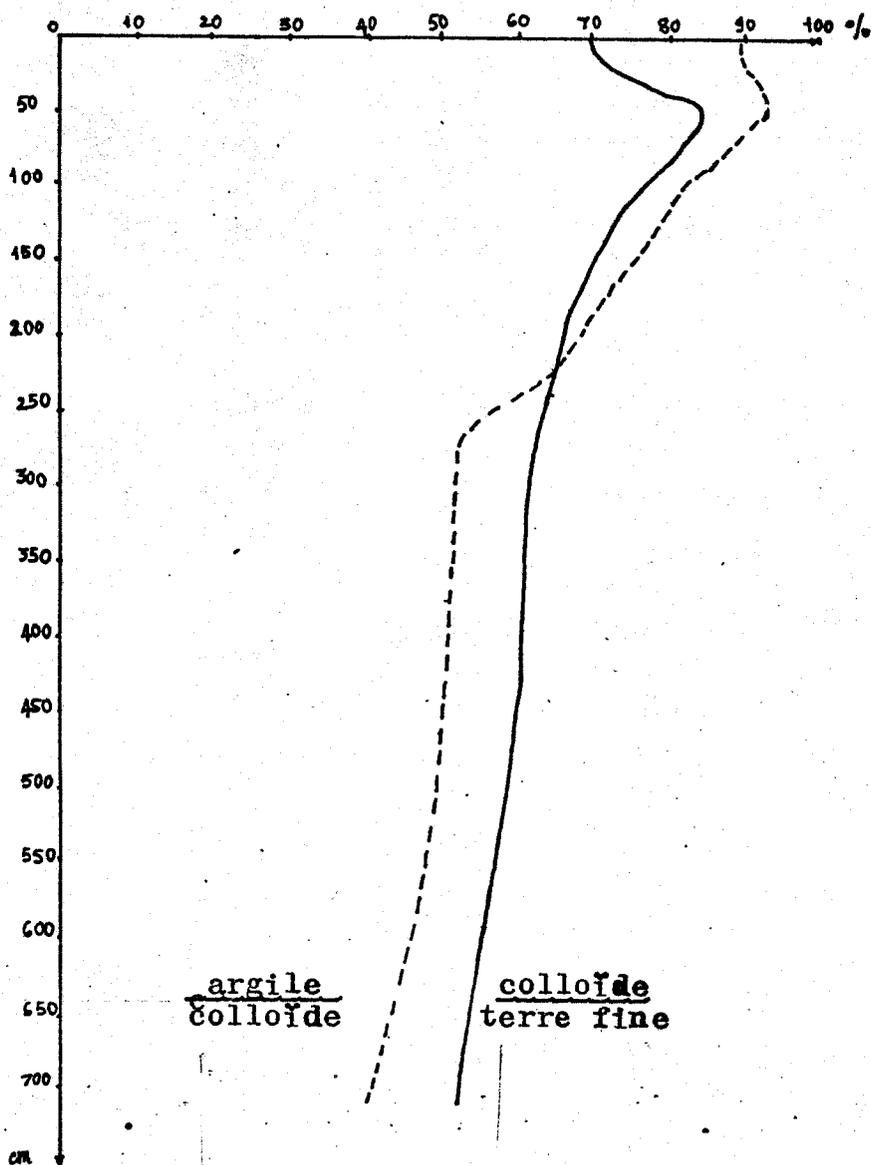
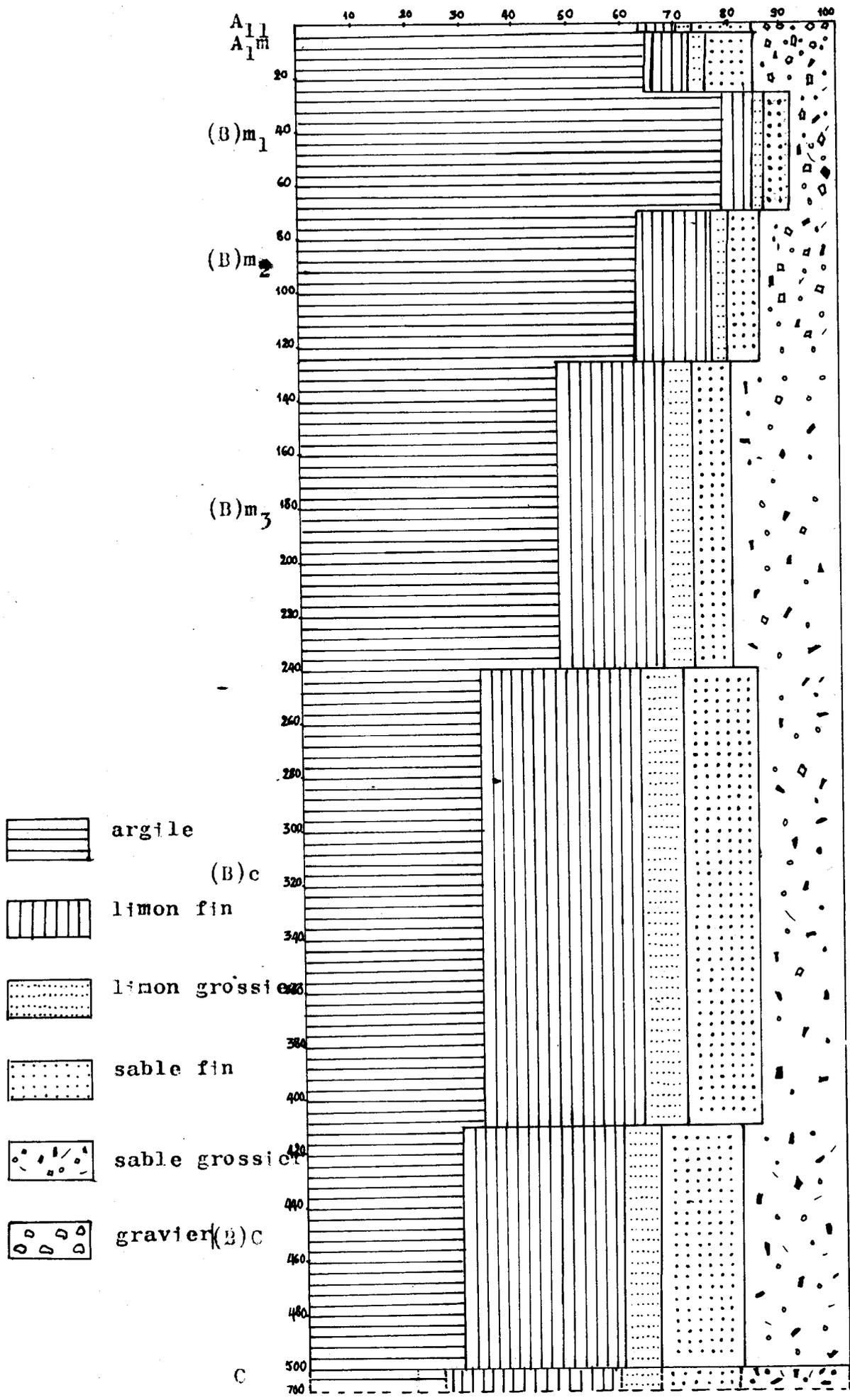


Fig. T23 - Variations verticales des rapports $\frac{\text{argile}}{\text{colloïde}}$ et $\frac{\text{colloïde}}{\text{terre fine}}$

En haut du versant, le taux d'argile, faible dans le matériau d'altération (14 %), augmente rapidement dans l'horizon (B)C (35 %) et cette augmentation se poursuit pour atteindre un seul maximum (75 %) dans l'horizon (B)m à micropeds. Et comme dans le sol du plateau, on note une légère diminution du taux d'argile dans les horizons humifères.

Cette variation verticale est assez classique et peut s'interpréter par une argilification croissante du matériau vers le sommet du (B). On peut rapprocher cette variation de la diminution des amas de gibbsite primaire dans le même sens constater au microscope (cf p28). Cette disparition peut

Fig.T24- Composition granulométrique de la terre fine du profil SEP 1



soit
 correspondre à une fragmentation qui fait passer la gibbsite dans la fraction $< 2\mu$, soit à une silicification de la gibbsite qui donnera de la kaolinite ce qui dans les deux cas explique également la diminution des limons et sables fins.

La diminution sommitale est plus délicat à interpréter mais également fréquente et peut résulter soit d'un lessivage (dont nous n'avons pas retrouver trace en lame mince), soit d'un hydrolyse de l'argile, soit enfin d'un départ latéral (appauvrissement- FAUCK 1972).

Il n'est pas impossible de penser que l'activité biologique (présence de termites observée jusqu'à 70 cm de profondeur) contribut également, à la longue, à cette affinement des colloïdes.

b) Granulométrie de la terre fine totale (fig T25)
 sur le plateau

Si, entre 700 et 125 cm de la surface, l'existence de faibles quantités de nodules n'entraîne que de légères variations des teneurs des différentes fractions de la terre fine par rapport aux données précédentes, l'existence de ceux-ci en abondance entre 2 et 125 cm de profondeur entraîne de remarquables modifications dans la composition granulométrique. Ainsi, dans cette présente courbe, le taux d'argile diminue à ce niveau, diminution qui est surtout marquée entre 25 et 125 cm de profondeur. Ceci se traduit donc par le phénomène d'appauvrissement de l'horizon à micropeds, entre 25 et 125 cm (il y a moins d'argile totale car il y a plus de nodules).

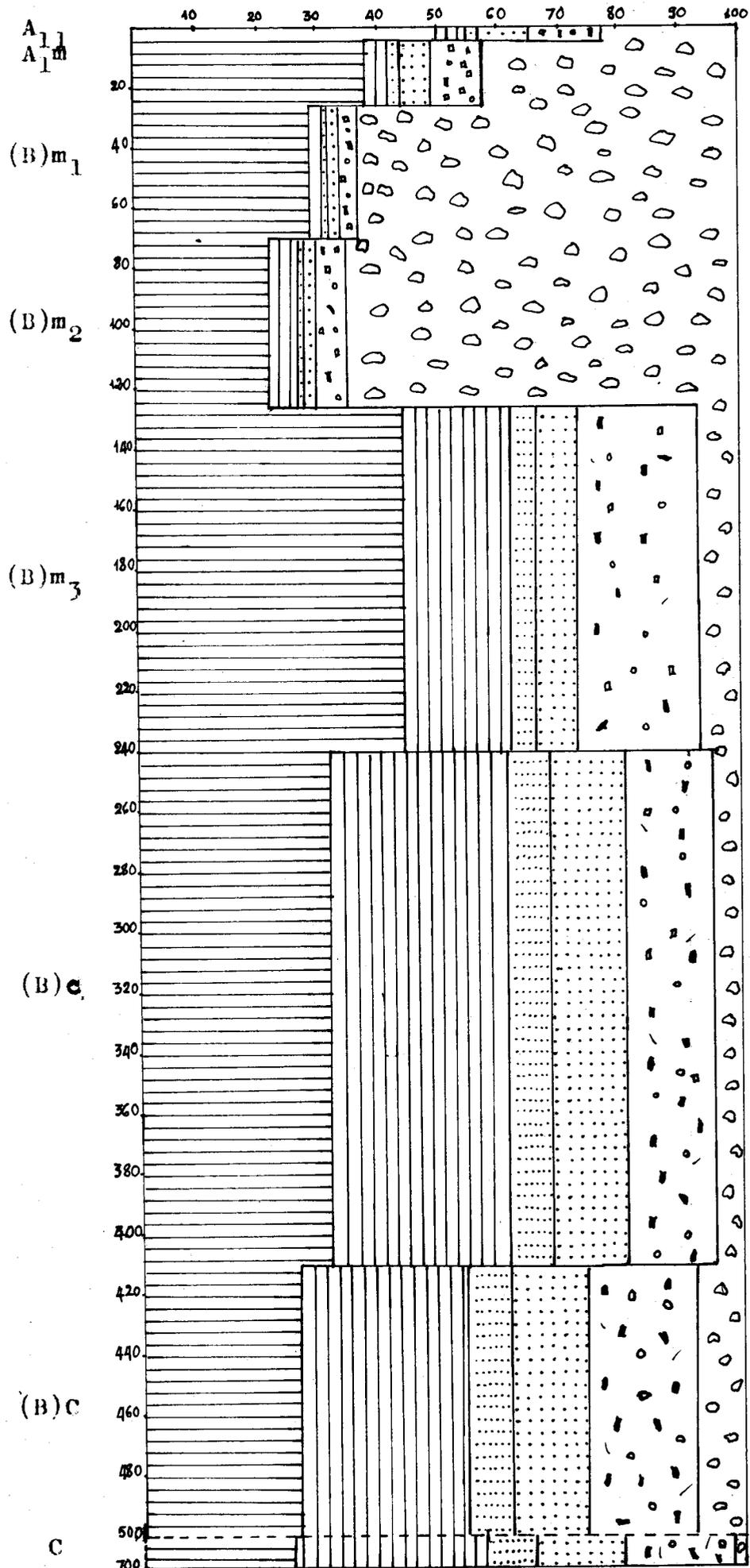
L'horizon à micropeds semble donc jouer le rôle à la fois d'un horizon d'appauvrissement en argile et d'un horizon d'argilification préférentielle (plus par affinement des constituants que par néoformation de l'argile minéralogique).

2. Sols médians à grandes surfaces de décollement

a) Granulométrie de la terre fine
 (voir fig T22 et T26)

Les courbes de variations verticales du taux d'argile des trois profils SEP 3, SEP 4 et SEP 5 présentent une même allure

Fig. P25- Composition granulométrique de la terre totale du profil SEP 1 (voir légende page)



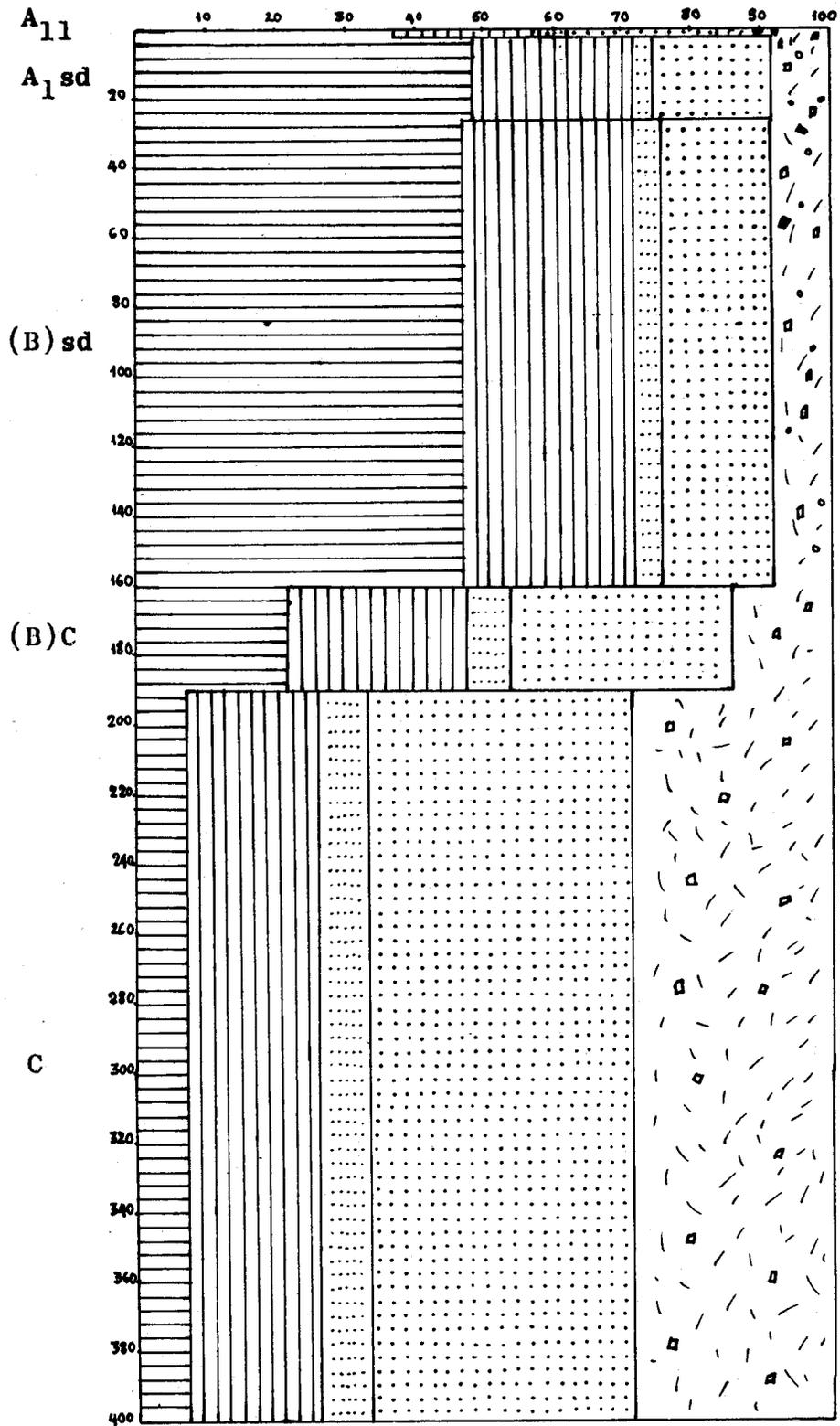


Fig. T26-Composition granulométrique de la terre fine du profil SEP 4 (voir légende page 60)

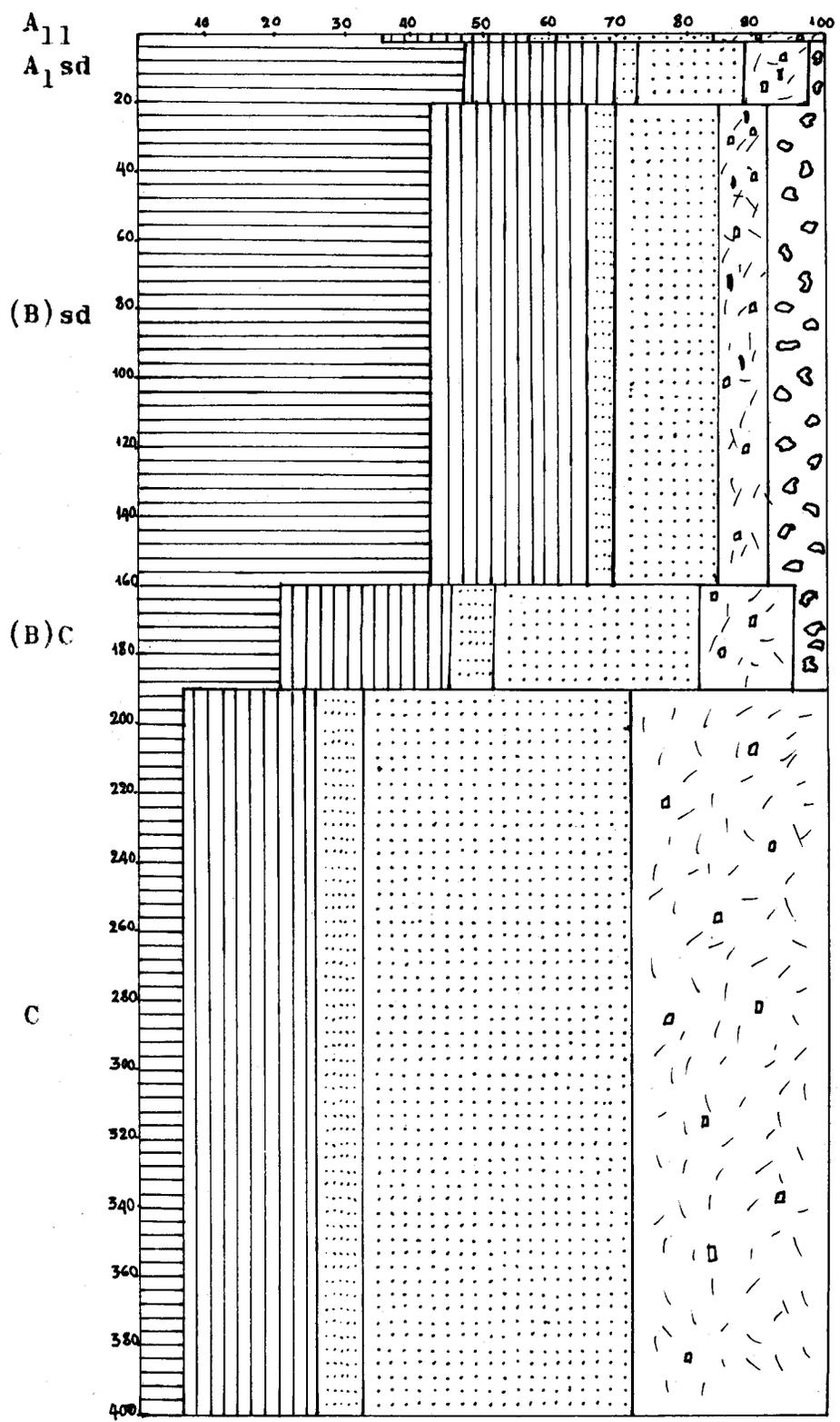


Fig.T27- Composition granulométrique de la terre totale du profil SEP 4 (voir légende page . . .)

simple ; le taux d'argile, faible dans l'horizon C augmente assez rapidement dans l'horizon de transition (B)C. De ce dernier horizon à l'horizon (B), l'augmentation du taux d'argile est aussi brutale, puis ce taux se maintient pratiquement constant jusqu'en haut de profil, sauf dans le mince horizon humifère à mat racinaire à la surface, où le taux d'argile s'abaisse.

Contrairement aux sols à micropeds, le limon fin a ici tendance à s'accroître du bas en haut du profil. Par contre, le taux du sable grossier, sable fin et limon grossier diminue dans ce sens.

L'interprétation de la variation verticale de la granulométrie de ce profil est assez aisée. En effet, l'analyse micromorphologique nous a montré qu'il y a, de l'horizon C à l'horizon (B), développement croissant du plasma (argile et limon fin) au dépens du squelette micacé. Il y a donc tout simplement altération de la muscovite pour donner le plasma. La diminution du taux d'argile dans l'horizon à mat racinaire A_{11} est dû, très probablement au phénomène d'appauvrissement par érosion, comme nous l'avons signalé dans l'étude morphologique.

b) Granulométrie de la terre totale (fig T27)

L'existence des nodules en quantité peu abondante dans ce type de sol n'entraîne qu'une faible diminution du taux d'argile de l'horizon (B) par rapport à l'horizon humifère A_{1sd} .

3. Sol aval à horizons bariolés

a) Granulométrie de la terre fine

En passant du matériau d'altération aux horizons bariolés B_3b et (B)b, les données granulométriques semblent montrer que le taux d'argile augmente plus rapidement dans le matériau jaune que dans le matériau rouge.

Mais l'analyse triacide que nous verrons par la suite donne une composition de silice et alumine soluble qui n'est guère différente dans les deux matériaux. Il semble donc ici que la venue du fer par départ de celui du matériau jaune provoque une plus forte cimentation du matériau rouge et l'empêche de bien se

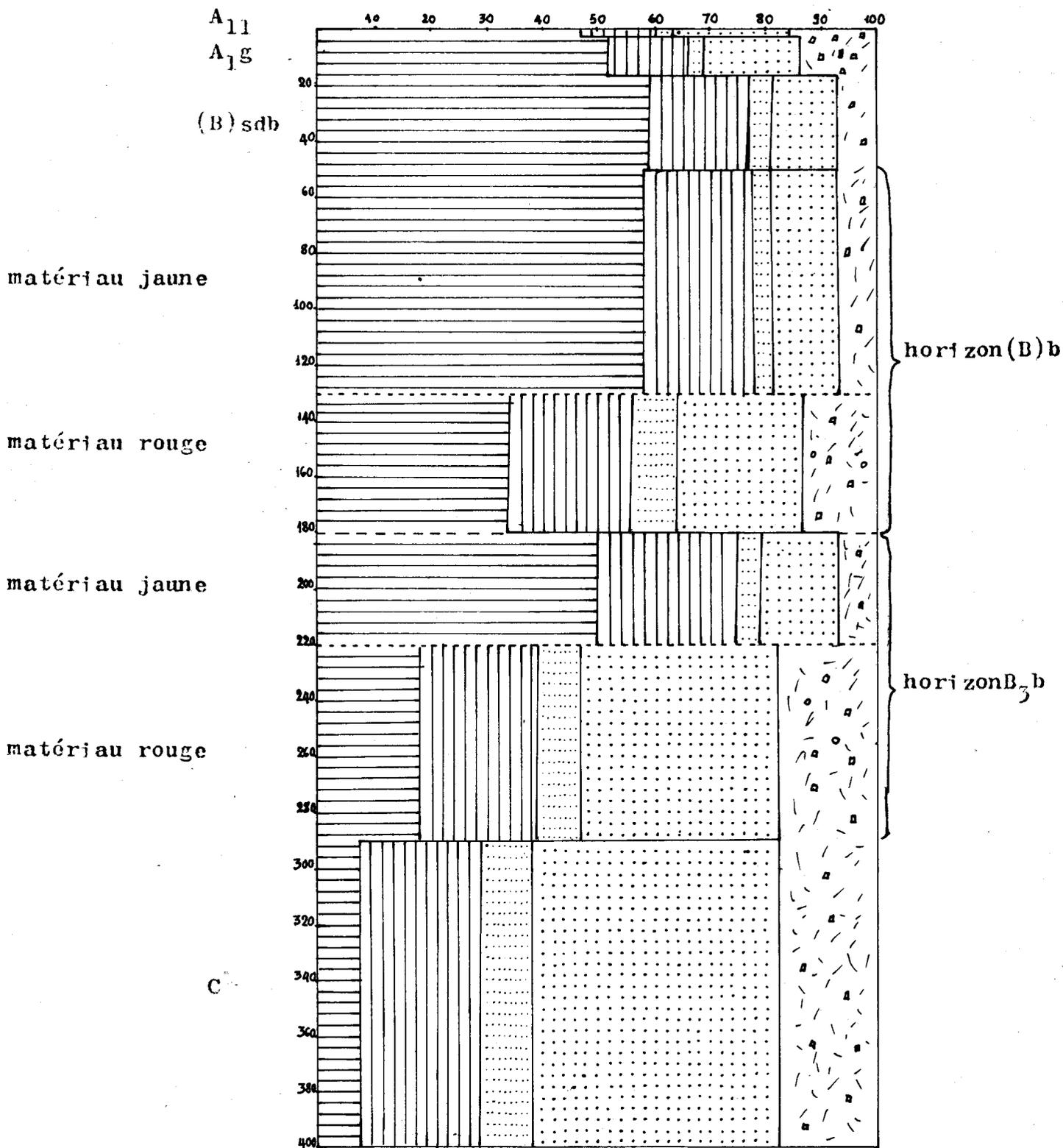


Fig.T28-Composition granulométrique de la terre fine du profil SEP 6 (voir légende page 55)

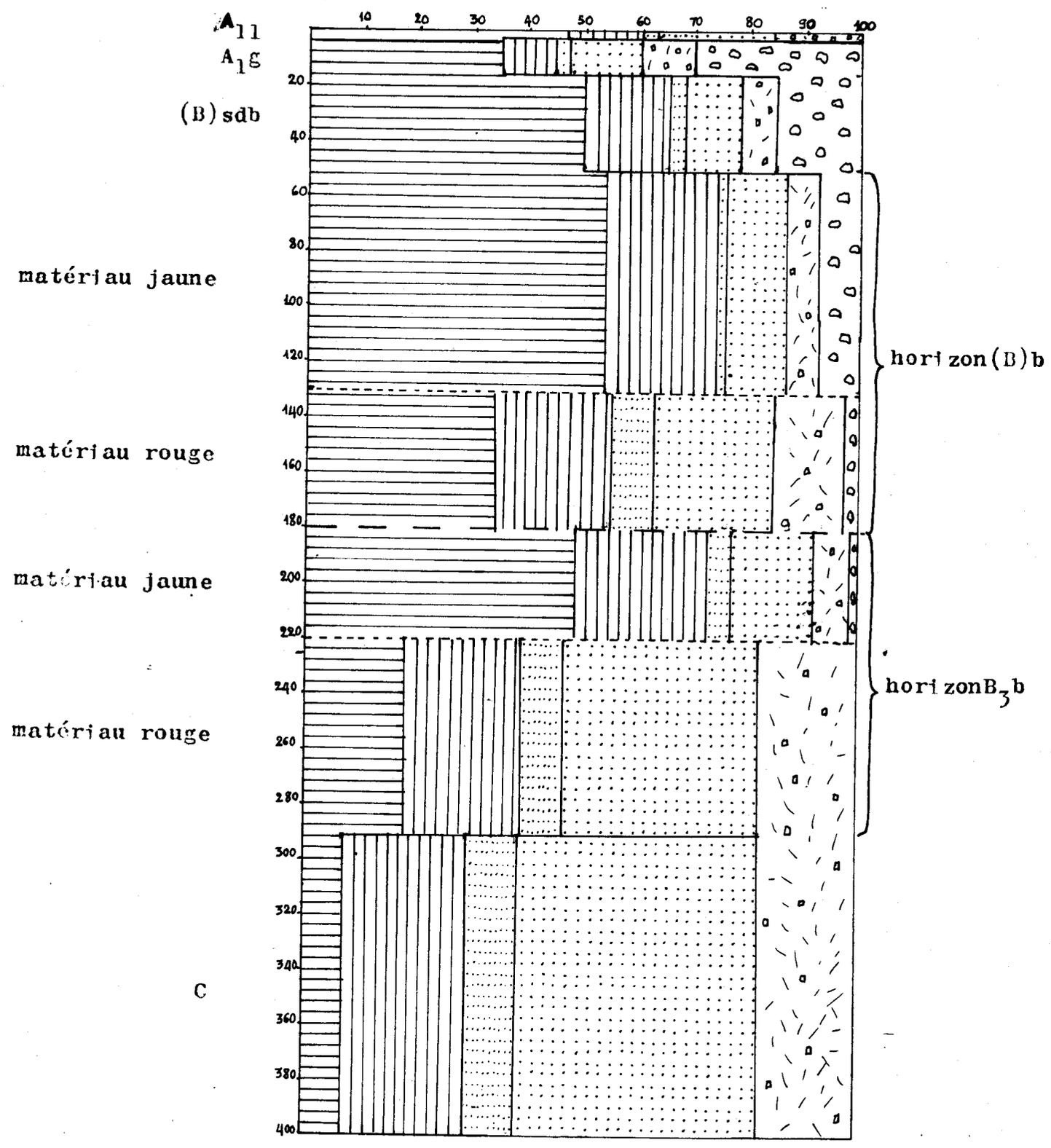


Fig. T29 - Composition granulométrique de la terre totale du profil SEP 6 (voir légende page)

disperser. Dans les 50 cm de surface, le sol possède une composition granulométrique pratiquement identique à celle du matériau de profondeur jaune. On note cependant un léger abaissement du taux d'argile dans les 15 premiers cm de surface.

Comme dans le sol médian, l'augmentation du taux d'argile de bas en haut se fait, dans cette partie de la séquence, aux dépens du squelette de muscovite. Il s'agit donc également de l'altération du squelette micacé pour donner le plasma argileux.

La diminution du taux d'argile dans les 15 premiers cm de la surface du sol est due probablement à un phénomène d'entraînement latéral par l'eau de pluie qui coule à ce niveau.

Il est à signaler également que l'action de la nappe provoquant le blanchiment par petits volumes du matériau d'altération, n'entraîne pas une modification dans la composition granulométrique de celui-ci (voir tableau).

Composition granulométrique du matériau originel
et du matériau blanchi

| | A | Lf | Lg | Sf | Sg |
|-------------------|-----|------|-----|------|------|
| Matériau originel | 6,9 | 21,7 | 8,9 | 44,1 | 18,6 |
| Matériau blanchi | 7,0 | 22,4 | 9,1 | 44,8 | 17,6 |

b) Granulométrie de la terre totale

Les nodules qui tendent à abonder dans les 50 premiers cm et surtout les 15 cm de la partie supérieure du sol aval accusent encore plus le phénomène d'appauvrissement à ce niveau.

B. Variations latérales dans l'ensemble de la séquence

a) Argile de la terre fine

A l'échelle de la séquence on peut distinguer :

1. le domaine amont qui correspond au domaine à micropeds, très argileux (teneur en argile > 60 %) ;
2. le domaine médian + aval correspondant aux sols présentant de

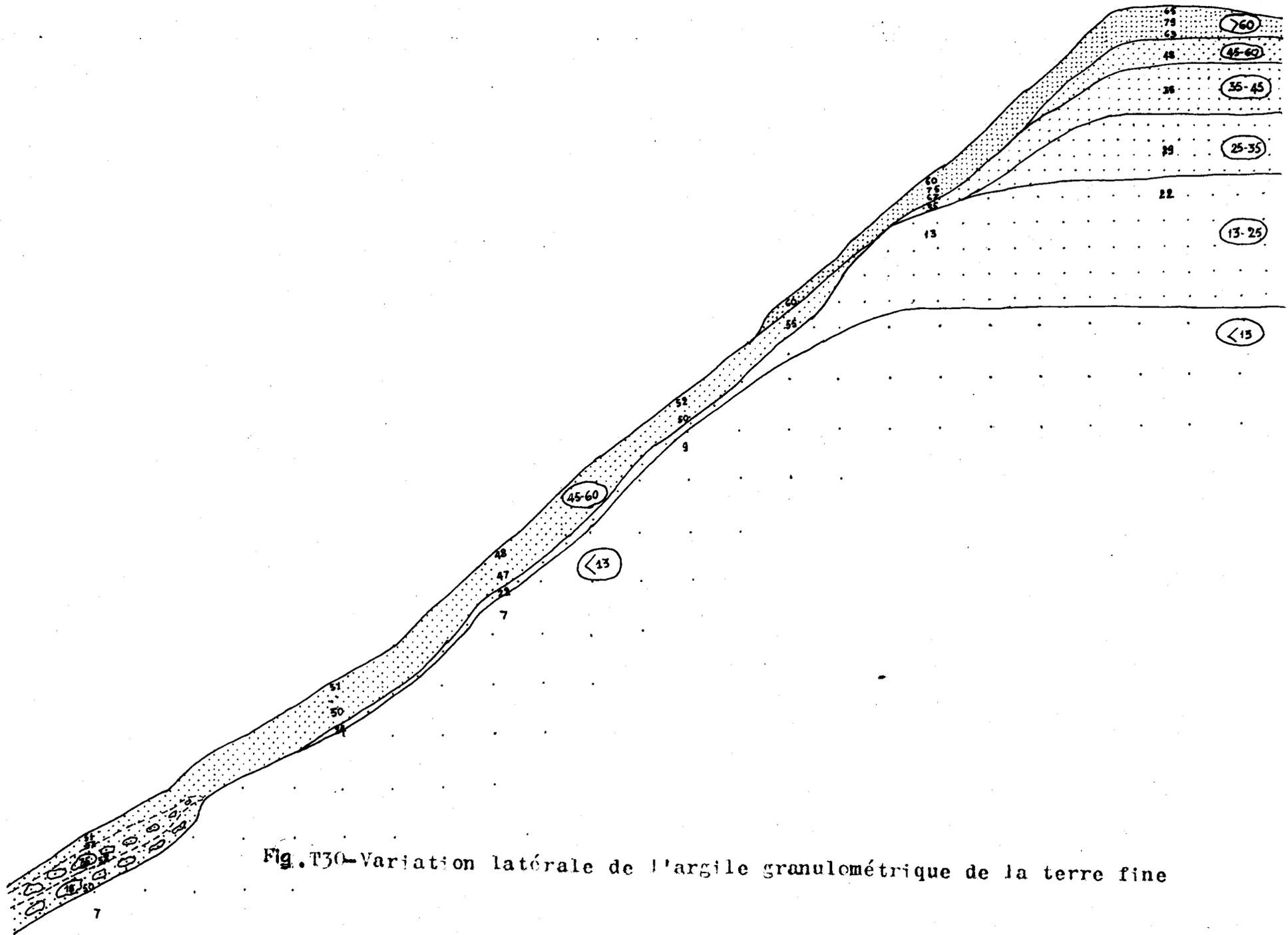


Fig. T30-Variation latérale de l'argile granulométrique de la terre fine

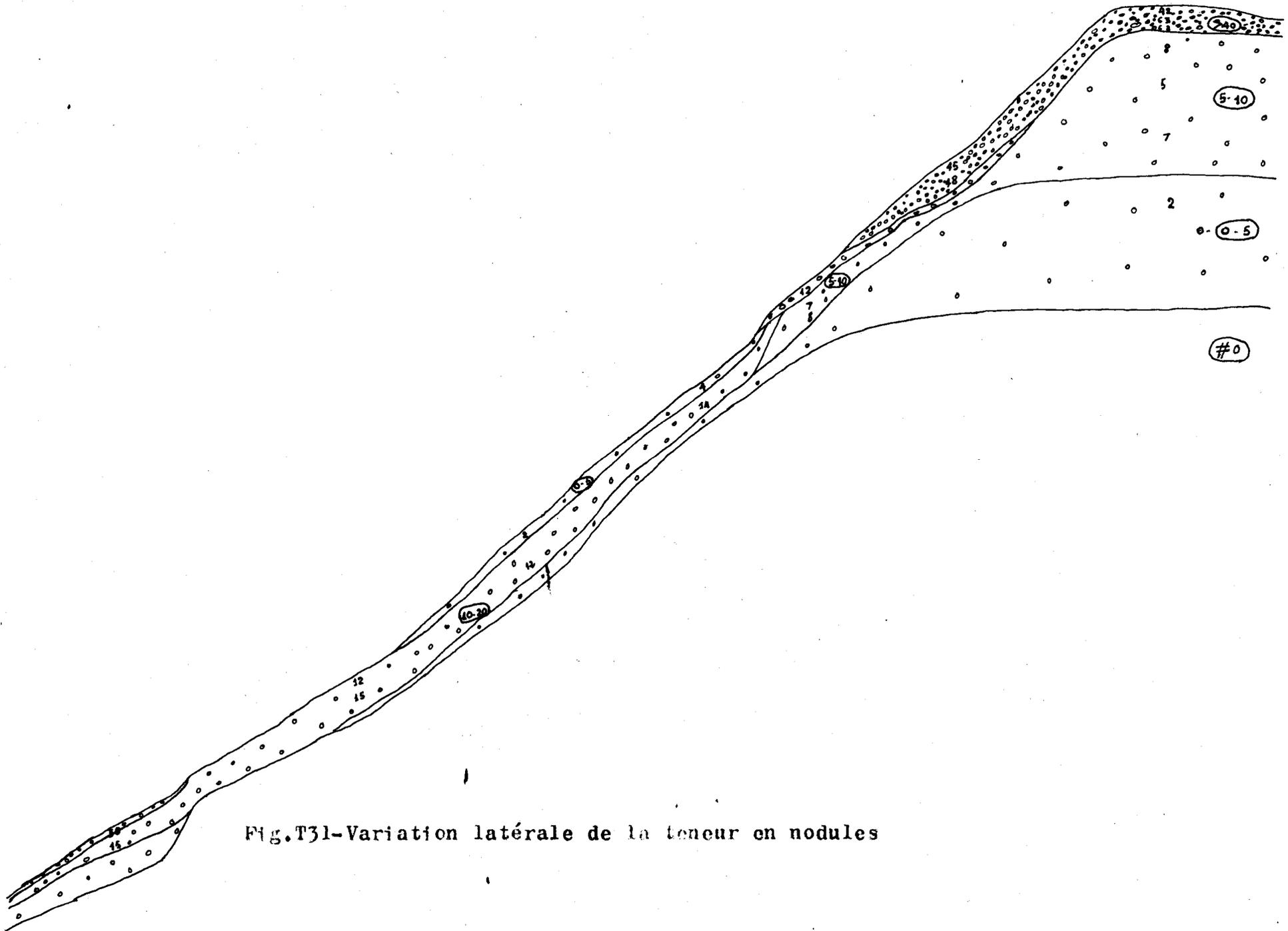


Fig.T31-Variation latérale de la teneur en nodules

grandes surfaces de décollement et le sol à horizons bariolés, où la teneur en argile est plus faible que dans le domaine amont (la teneur en argile est comprise entre 45 et 60 %).

Dans le premier domaine, on peut encore distinguer deux sous-domaines :

- celui du sol de plateau où la variation verticale se fait d'abord d'une façon progressive, puis plus rapide sur les 24 derniers mètres de la surface.
- celui du sol de sommet de pente où la variation verticale est plus brutale.

Dans le deuxième domaine, il est à noter que le taux de l'argile du sol aval tend à augmenter par rapport au sol médian (taux qui atteint près de 60 %) si on fait abstraction du phénomène de cimentation des volumes rouges par le fer, empêchant la bonne dispersion de ceux-ci dans l'analyse granulométrique.

b) Nodules

On peut également distinguer deux domaines de répartition des nodules sur la séquence correspondant presque à ceux que nous venons de décrire :

1. le domaine amont à micropeds, où la teneur des nodules dépasse 40 % ;
2. le domaine médian + aval où les nodules sont en quantité beaucoup moins importante.

Conclusion

Tout au long de cette étude granulométrique nous avons analysé en particulier les relations entre les variations des différentes fractions et les transformations mécaniques ou minéralogiques des constituants. Il apparaît entre autre que le domaine amont est beaucoup plus altéré que les domaines médian et aval. De même, à la lumière de l'analyse macroscopique (voir p 37), la concentration de nodules à l'amont nous conduit à une conclusion identique.

II - MINÉRALOGIE DES CONSTITUANTS DES SOLS

L'analyse minéralogique a été réalisée au laboratoire de spectographie de Bondy par diffraction des rayons X sur 11 échantillons de la terre fine (< 2 mm) prélevés des horizons des profils types.

Le petit nombre d'échantillons ne peut donner qu'une représentation approximative, mais il permet toutefois d'illustrer la distribution des différents constituants des sols dans la séquence.

Si on excepte le quartz qui est omniprésent, les constituants qui existent dans cette séquence sont :

- kaolinite,
- illite dioctaédrique,
- goethite,
- hématite,
- et gibbsite.

A. Variations verticales

1. Dans le sol du plateau à micropeds, le matériau d'altération à 7 mètre de profondeur contient de la kaolinite, de l'hématite, un peu de goethite et de la gibbsite. Ce dernier constituant se maintient en abondance tout le long de ce profil sommital. Dans l'étude de la granulométrie de la terre fine de ce même profil (voir §I, la) nous avons fait deux hypothèses qui justifient, aussi bien l'une que l'autre, la diminution des amas de gibbsite primaire vers le haut du profil observée à l'étude micromorphologique. Mais le maintien en quantité de ce constituant dans le solum décelé aux Rx (et appuyé par le résultat du $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ que nous verrons par la suite et qui nous montre que ce rapport tend même à diminuer vers la surface) nous amène à exclure l'hypothèse qui suppose une silicification de la gibbsite primaire pour donner de la kaolinite. Vers la surface du sol sommital il y a donc tout simplement de la fragmentation de la gibbsite primaire qui fait passer celle-ci dans la fraction plus fine.

De bas vers le haut du profil, l'hématite tend à diminuer, tandis que la goethite devient plus abondant dans ce sens.

2. Dans le sol médian à grandes surfaces de décollement, l'analyse semi-quantitative ne montre pas de différence dans la composition du matériau rouge violacé et le matériau brun olive à structure de la roche mieux conservée. En effet, dans ces deux matériaux, on peut trouver de la kaolinite, de l'illite dioctaédrique et de l'hématite. Dans le solum, les trois constituants se maintiennent, la goethite en faible quantité vient s'y ajouter.

3. Dans le sol aval, l'estimation semi-quantitative ne permet ici non plus de noter des différences de composition minéralogique des constituants du matériau rouge et jaune des horizons bariolés B_3b et (B)b. Ces constituants sont de la kaolinite, de l'illite, de l'hématite avec un peu de gibbsite et des traces de goethite. Dans la partie supérieure du profil, l'illite dioctaédrique tend à disparaître, tandis que la goethite devient plus importante.

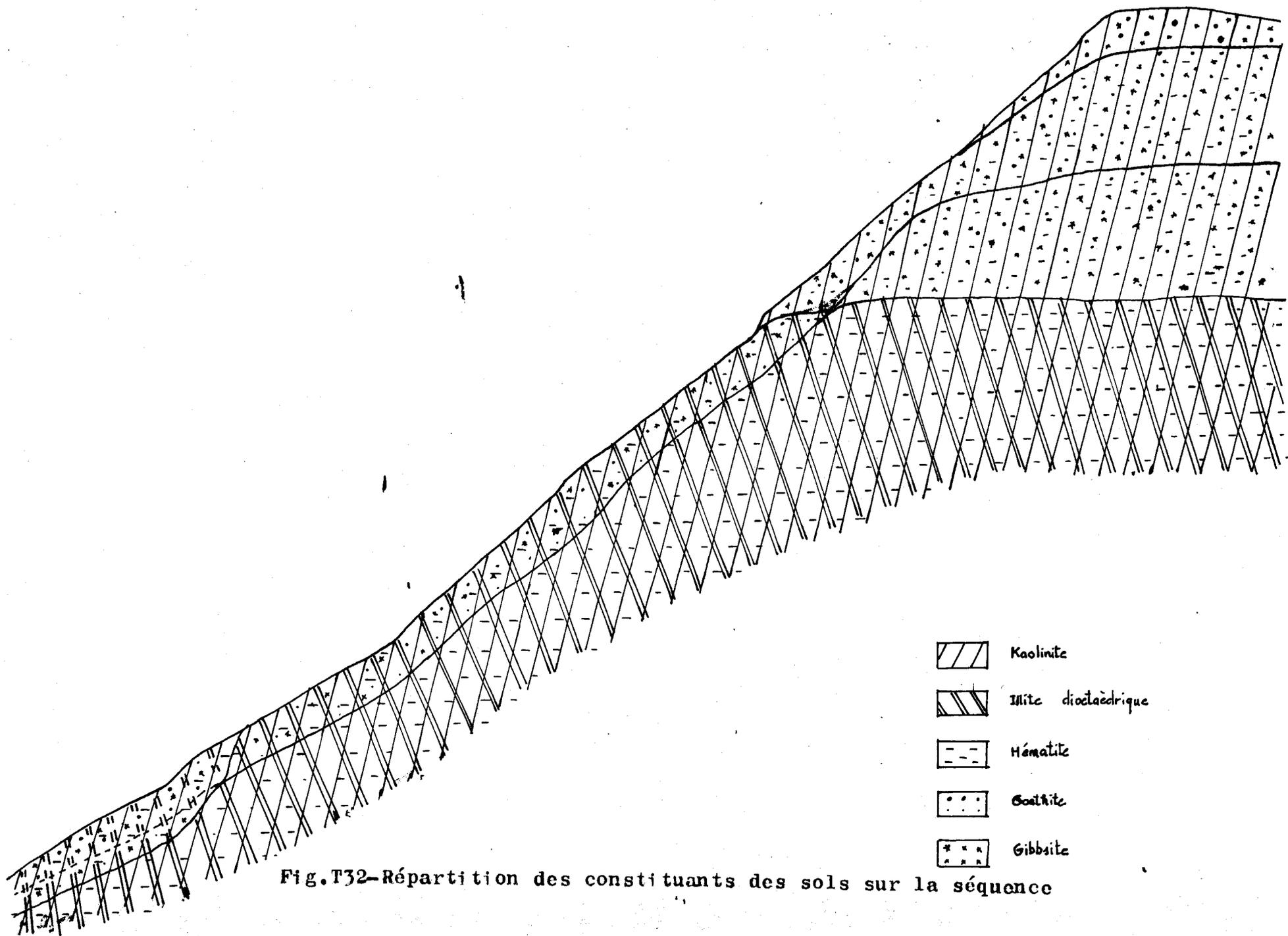


Fig.T32-Répartition des constituants des sols sur la séquence

-  Kaolinite
-  Illite dioctaédrique
-  Hématite
-  Goethite
-  Gibbsite

B. Variations latérales (fig T32)

Nous pouvons distinguer ici :

- le domaine amont, où les constituants du sol sont formés de kaolinite et d'hydroxydes de fer et d'aluminium ;
- le domaine médian où il y a en plus de l'illite dioctaédrique qui se maintient dans toute l'épaisseur du solum, alors qu'elle disparaît complètement du sol amont ;
- et le domaine aval où l'illite dioctaédrique a de nouveau tendance à disparaître dans la partie supérieure du solum.

Il est important de souligner que la gibbsite est présente, dans le domaine sommital, sur une grande épaisseur (+6,6m) et en quantité bien plus importante que dans d'autres parties de la séquence. A noter également l'absence de la quasitotalité de gibbsite de cette couverture pédologique sommitale.

III - LA MATIERE ORGANIQUE

A. Variations verticales (fig 33)

Dans l'ensemble de la séquence, les courbes présentent une variation rapide et régulière (courbes concaves).

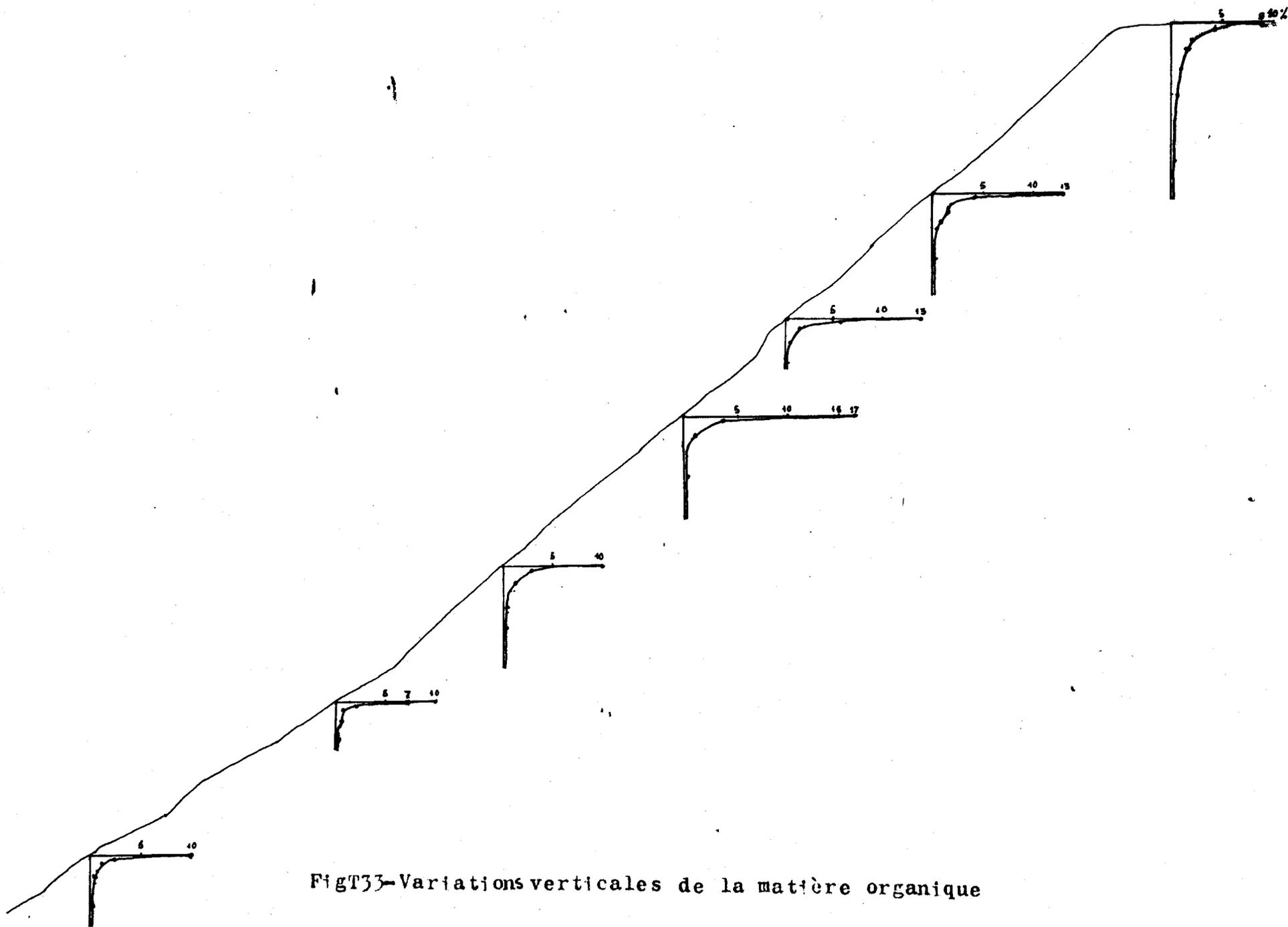
1. Dans le sol à micropeds, la teneur de MO, de 9 % sur le plateau et de 13 à 14 % sur le haut du versant dans l'horizon à mat racinaire, passe à 4,5 à 6 % sur les 20 à 25 premiers cm, puis se maintient à plus de 1% sur plus de 2 m sur le plateau et un peu moins sur le versant.

2. Sur le sol médian et le sol aval, la teneur de MO est de 7 à 10 % (et exceptionnellement de 17 % tout de suite après la première rupture de pente, au niveau du profil SEP 3) dans l'horizon à mat racinaire, s'abaisse rapidement à moins de 3,5 % dans les 20 premiers cm. Puis la teneur de 1 à 1,5 % est maintenue sur environ 1,5 m dans la partie médiane, moins d'un mètre dans la partie aval.

Le C/N est de 14 à 15 en surface et diminue progressivement en profondeur. Il est de l'ordre de 10 à 12 vers 1 m de profondeur.

B. Variation latérale (fig T34)

La variation latérale est faible. On note seulement que la teneur de MO est un peu plus forte dans le premier mètre de profondeur dans le sol amont que dans le sol des parties médiane et aval.



FigT33-Variations verticales de la matière organique

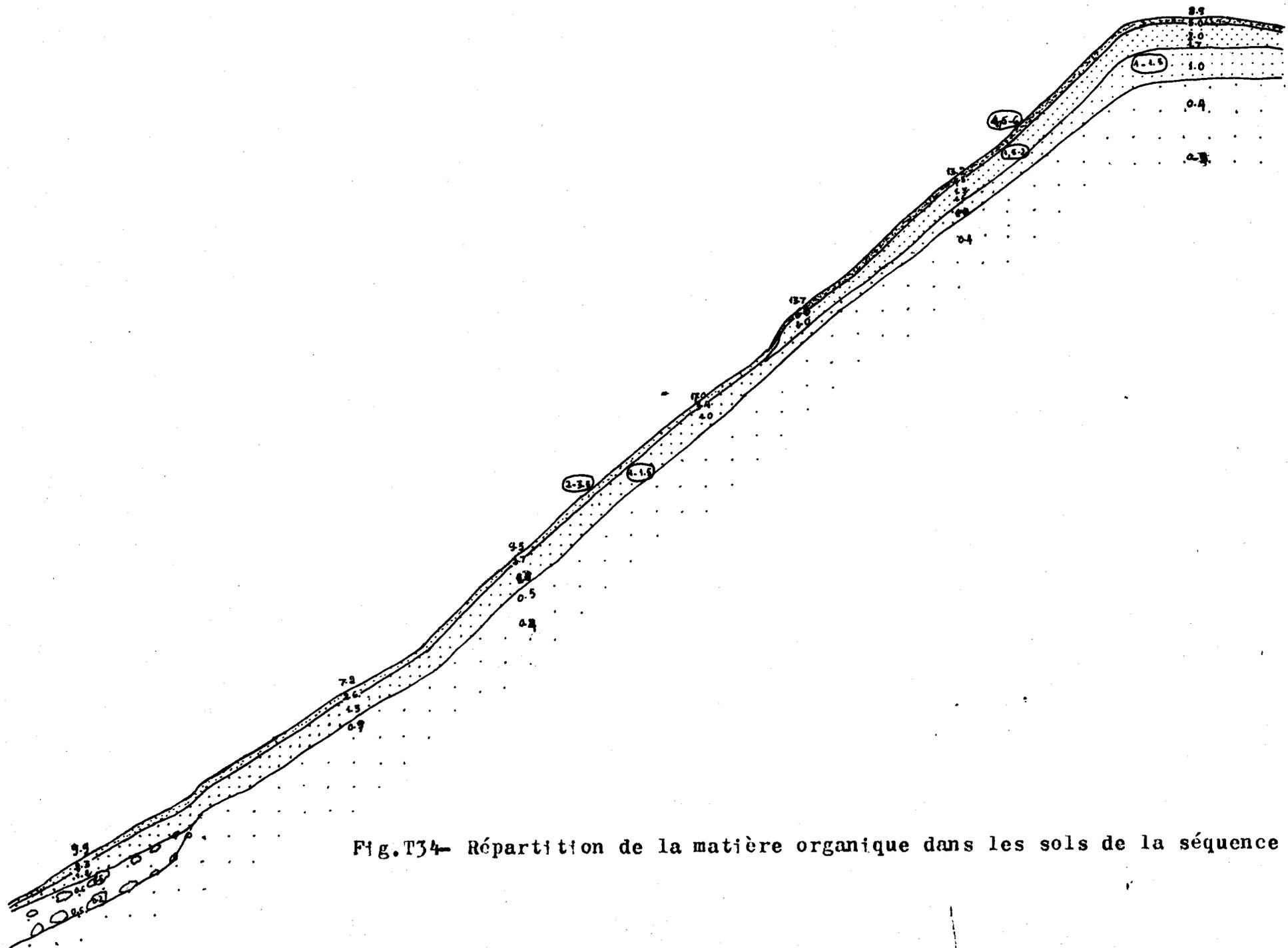


Fig. T34- Répartition de la matière organique dans les sols de la séquence

Il est à noter que la pénétration de la matière organique est plus profonde dans le sol sommital qu'ailleurs. Ceci est lié probablement à la forte porosité intersticielle développée dans ce sol.

IV - COMPLEXE ABSORBANT

1. pH (fig T35)

Les variations verticales et latérales du pH sont faibles. La valeur de celui-ci est peu différente de 5; on note cependant un léger abaissement constant dans les horizons humifères sur les 20 cm de la partie supérieure des sols de la séquence.

2. Somme des cations échangeables (fig.T36)

La somme des bases fixées sur le complexe des horizons (B) est toujours très faible (inférieur à 1mé). Dans les horizons A, surtout dans les minces horizons à mat racinaires à teneur en matière organique élevée, la somme des bases peut être de 2 à 5 mé.

3. Capacité d'échange (fig.T37)

La capacité d'échange, de plus de 10mé pour 100g dans l'horizon humifère à mat racinaire (13 à 14 mé pour 100g dans les parties amont et aval et 22 mé pour 100g dans la partie médiane) diminue rapidement en profondeur (2 à 3 mé pour 100g vers 1 mètre). La forte teneur en argile granulométrique des sols de la séquence ne contribue pas à l'augmentation de la capacité d'échange. Ceci s'explique, particulièrement pour le sol sommital, par le fait que la fraction $< 2\mu$ est constituée pour moitié, dans l'horizon le plus argileux, par autre chose que l'argile minéralogique, cette autre chose n'ayant pas de capacité d'échange appréciable (cf § V - 2 et fig.T43). La seconde explication est hypothétique et pourra affecter l'ensemble de la séquence: c'est le masquage de l'argile kaolinique par sa "ferrisation" (PEDRO et al, 1976). On note cependant que la capacité d'échange augmente plus ou moins proportionnellement aux taux de matière organique.

4. Degré de saturation en cations échangeables (fig.T38)

Le sol de la séquence présente, de l'amont à l'aval, une forte désaturation en cations. Ainsi, dans l'horizon humifère à mat racinaire, le taux de saturation est de l'ordre de 15 à 22 % et il diminue, ensuite, assez rapidement en profondeur. Vers 1 mètre de la surface du sol il est peu différent de 10% dans l'ensemble de la séquence.

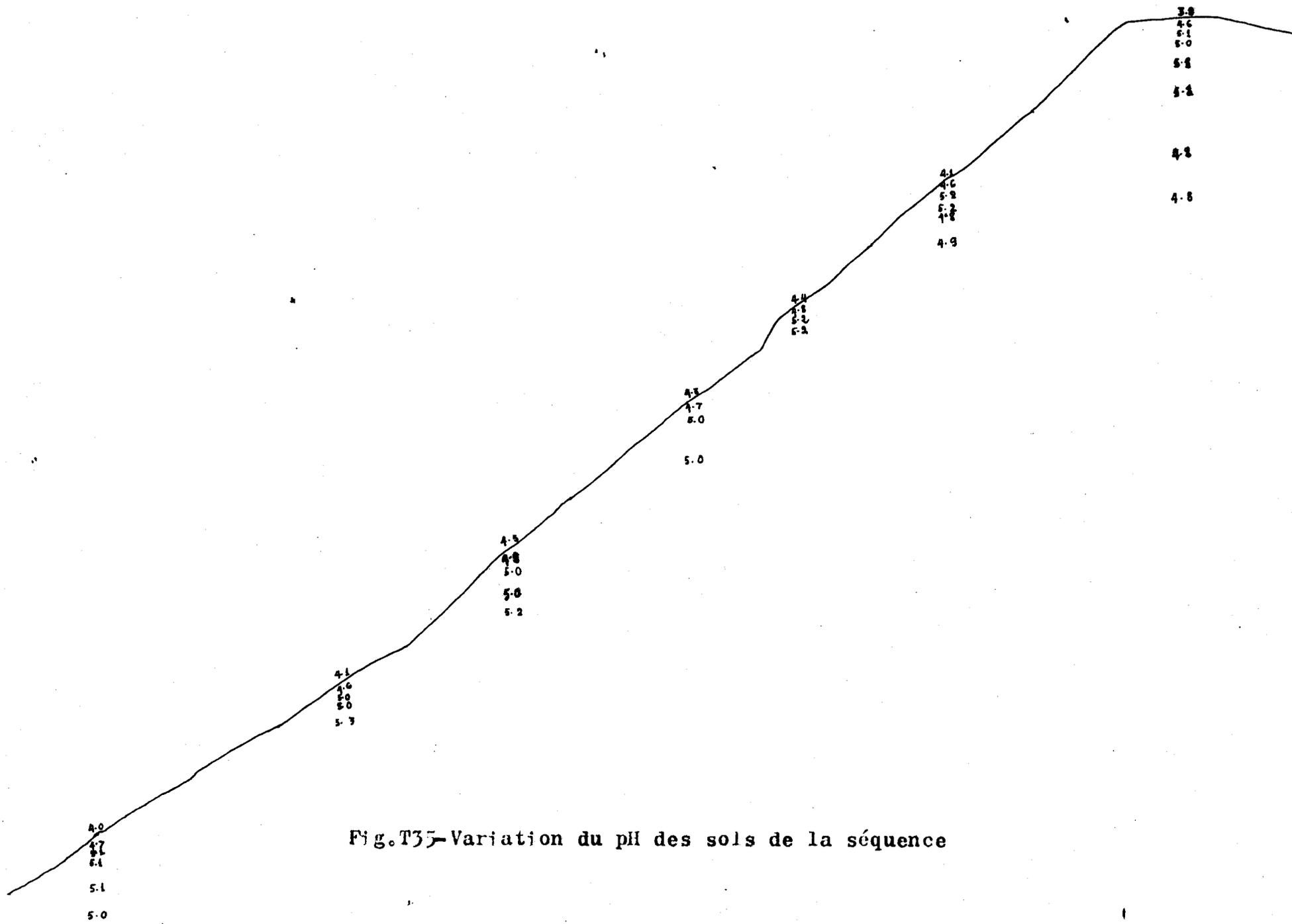


Fig. T35-Variation du pH des sols de la séquence

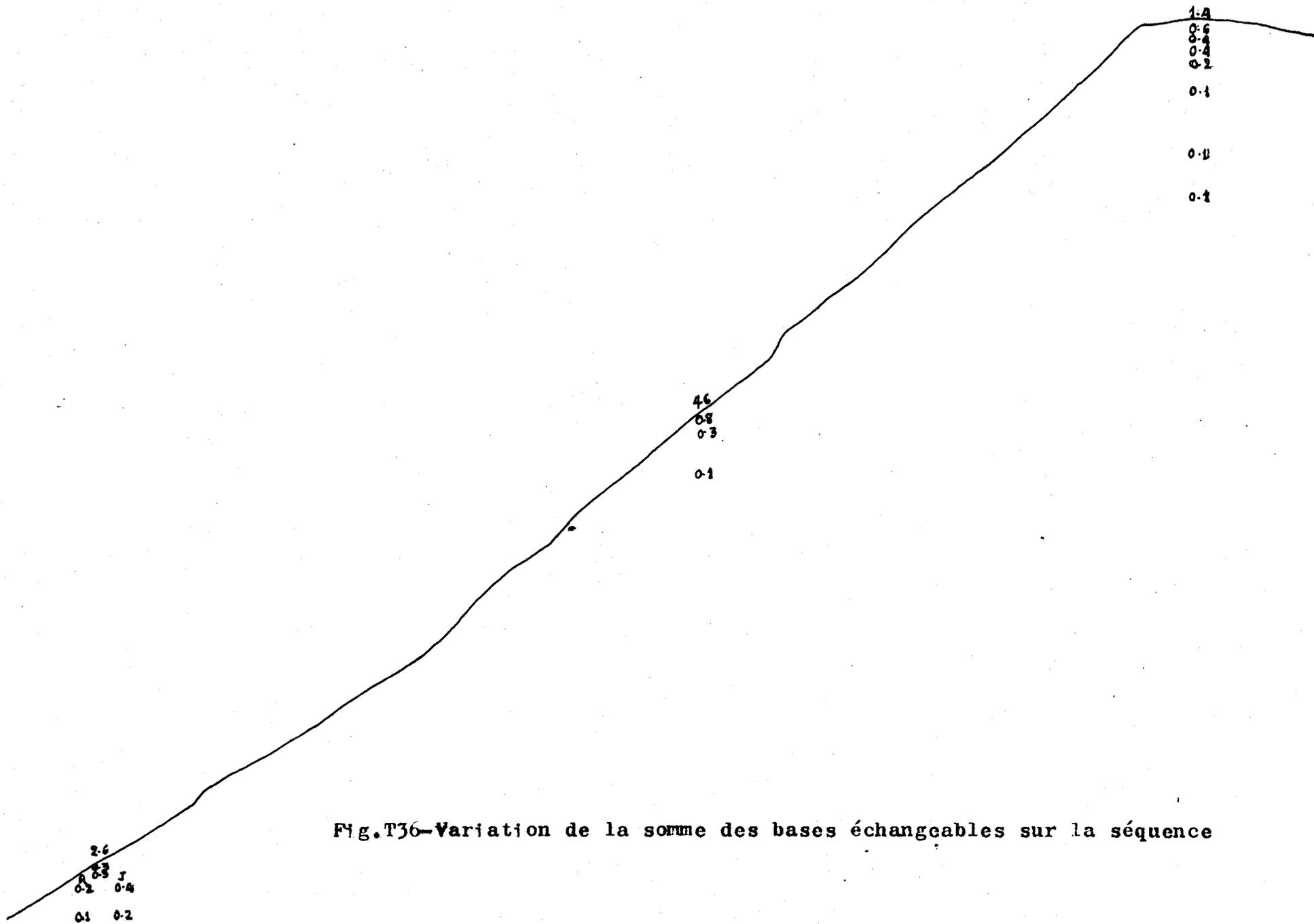


Fig.T36-Variation de la somme des bases échangeables sur la séquence

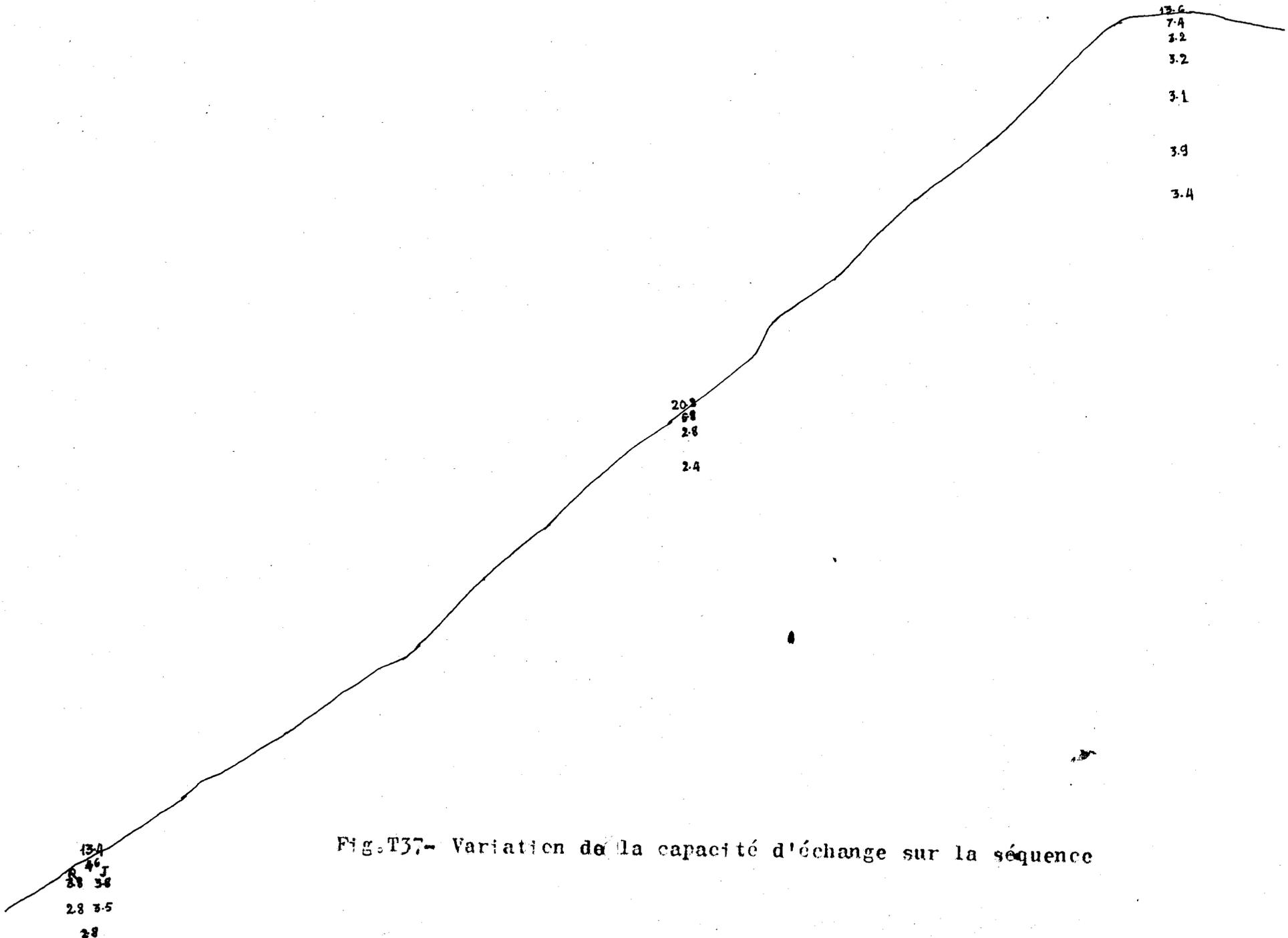


Fig.T37- Variation de la capacité d'échange sur la séquence

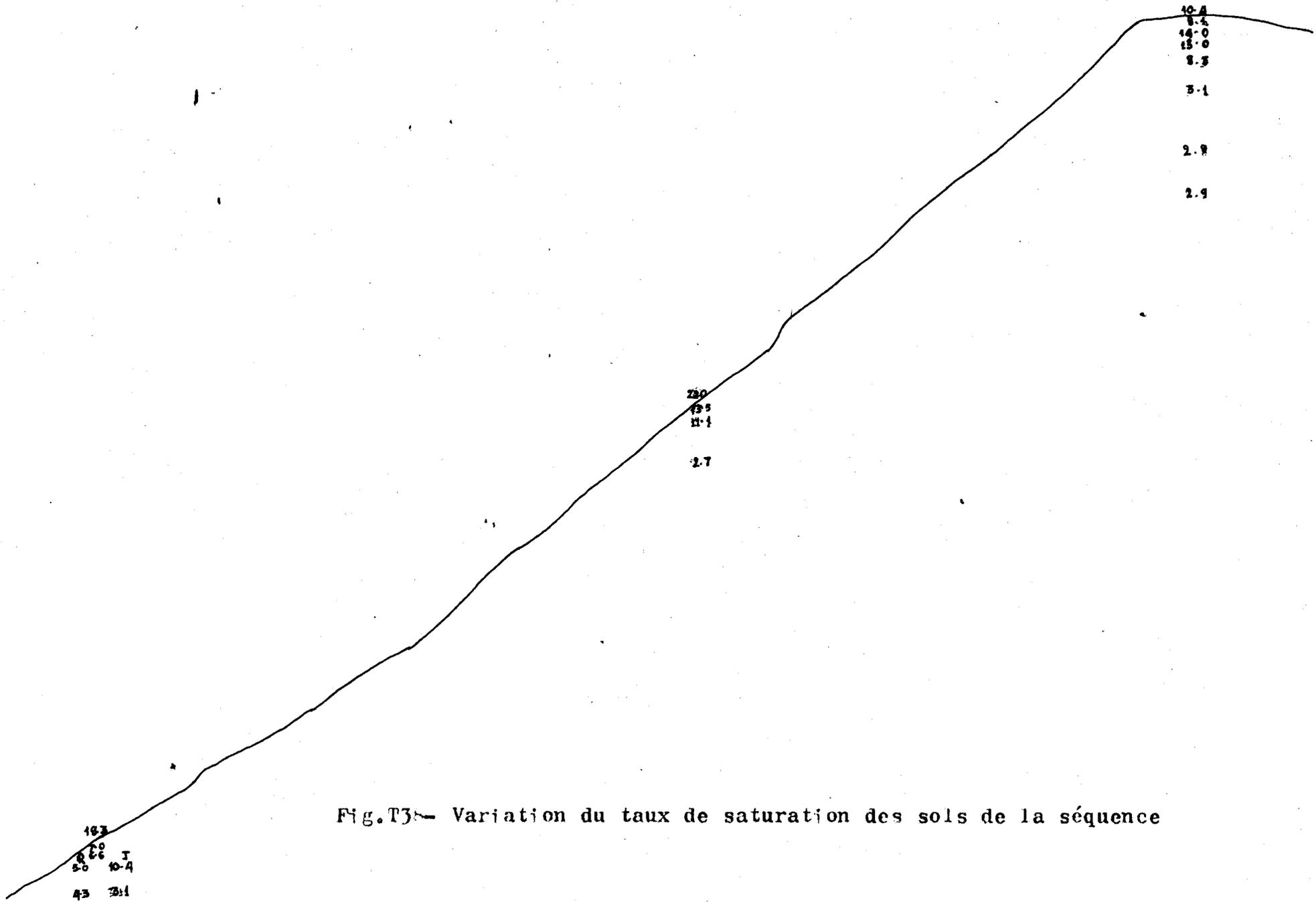


Fig.T38- Variation du taux de saturation des sols de la séquence

V - COMPLEXE D'ALTERATION

Rappelons que les différents éléments qui forment les constituants du sol se présentent sous 4 formes :

- celle qui est liée aux réseaux de silicates primaires,
- celle qui est liée aux réseaux de silicates secondaires,
- celle qui est libre, sous forme d'oxydes ou d'hydroxydes amorphes ou cristallins,
- celle absorbée par le complexe absorbant.

Nous avons vu que cette dernière forme d'élément est très faible et dans cette analyse, nous négligeons volontairement sa présence.

L'analyse au réactif triacide a été choisie pour suivre l'évolution des constituants du sol. Elle permet de séparer :

- les minéraux primaires qui correspondent au résidu insoluble,
- les minéraux secondaires et les oxydes et hydroxydes qui correspondent à la fraction soluble.

1. Variation du résidu à l'attaque triacide (fig T39)

Ce résidu correspond, dans notre séquence, au squelette formé de quartz, de muscovite et de magnétite. L'étude des variations du poids de cette fraction peut nous donner des indications sur le degré d'altération de la roche.

a) Variation verticale

Sur le plateau, le résidu diminue avec la profondeur. Or, dans l'étude micromorphologique, à 7 mètres de profondeur il n'existe pratiquement plus de minéraux primaires altérables (cf fig. T2). L'augmentation du taux de résidu vers la surface du profil est due au fait qu'il y a départ de certains produits secondaires à ce niveau (phénomène d'accumulation relative).

Cette variation est inverse de celles pour les sols ferrallitiques signalées par LENEUF (1959) et DELVIGNE (1965) où l'altération est moins poussée et où les minéraux primaires altérables persistent encore en bas du profil.

Dans le sol médian, le résidu diminue rapidement dans la proportion 3 à 1 si on passe du matériau brun olive à structure de la roche conservée au matériau d'altération rouge violacé. La diminution se poursuit dans la partie inférieure du solum, puis on note une augmentation du résidu vers la surface.

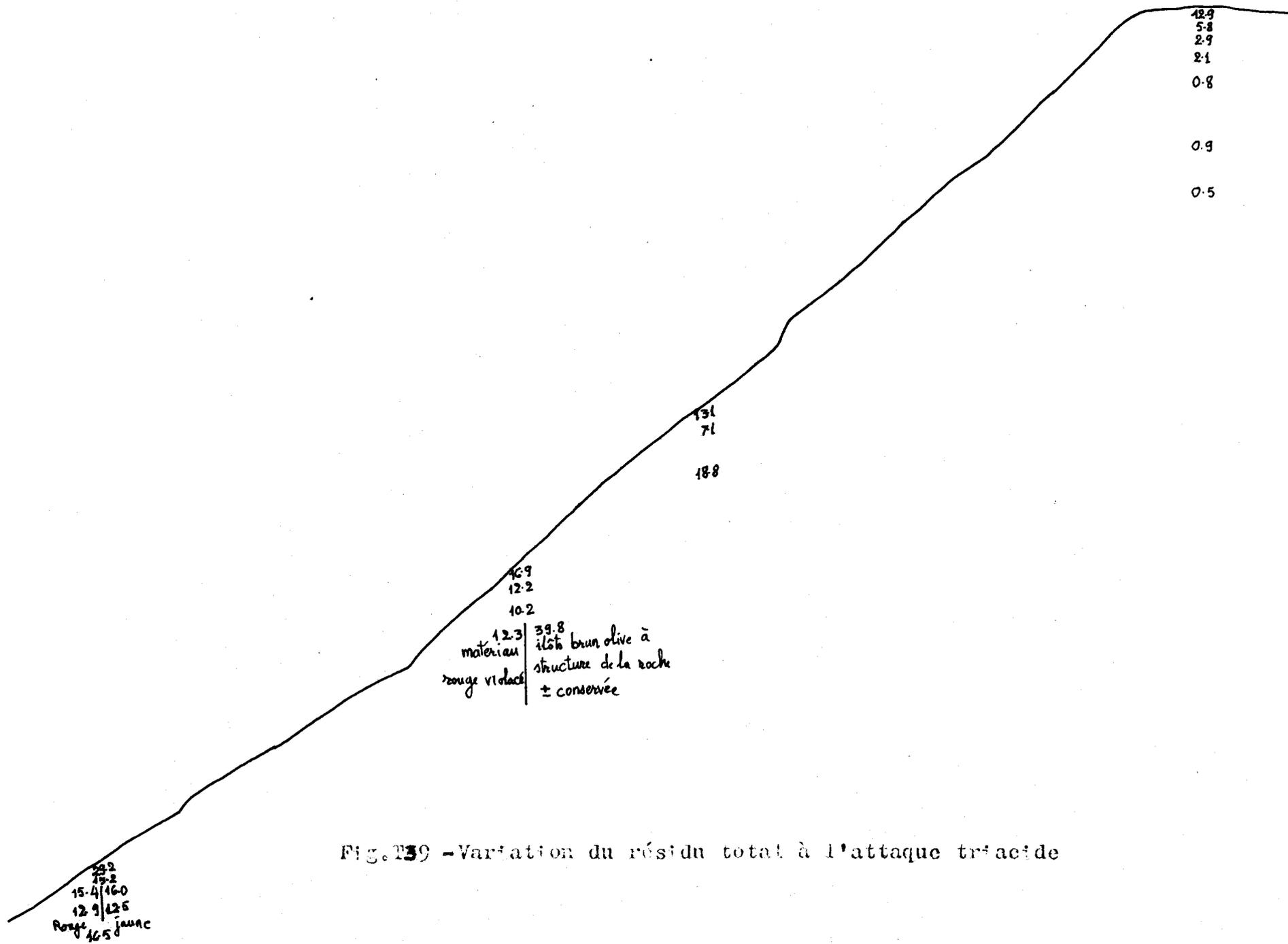


Fig. 139 - Variation du résidu total à l'attaque triacide

Dans le sol aval, l'évolution des résidus se fait dans le même sens que dans le sol médian. Il est à signaler également que le taux de résidu dans les matériaux rouge et jaune des horizons bariolés B₃b et (B)b est pratiquement équivalent.

b) Variation latérale

- On peut distinguer dans la séquence deux domaines :
- le domaine amont, où l'altération est très poussée (taux de résidu faible),
 - et le domaine médian + aval, où l'altération est moins poussée.

2. Variation des produits solubles

a) L'aluminium (fig T40)

Cet élément présente une variation verticale et latérale faible. Sa valeur est peu différente de 25 et 30 %.

b) La silice (fig T41)

Du haut en bas des profils de la séquence, la teneur en silice soluble tend à diminuer légèrement. Ici, la variation latérale est notable. Ainsi, on peut distinguer dans le sol de la séquence deux domaines :

- le domaine amont, où le taux de silice soluble est relativement faible et où le rapport moléculaire $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ est de 1,0 à 1,3 (fig T42) ;
- le domaine médian + aval, où le taux de silice est plus important et où le rapport moléculaire $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ varie entre 1,6 et 2 (fig T42).

Ceci nous permet de conclure que dans le domaine amont, il y a désilicification du sol par départ de silice (lixiviation ?). En aval, on peut également noter une légère désilicification vers la surface du sol.

Comparaison entre le taux d'argile granulométrique et la teneur en kaolinite du sol sommital (fig. T43)

L'analyse au Rx nous a montré que l'argile minéralogique du profil SEP 1 est formée essentiellement de kaolinite, ce qui nous amène à admettre que la silice soluble obtenue à l'attaque

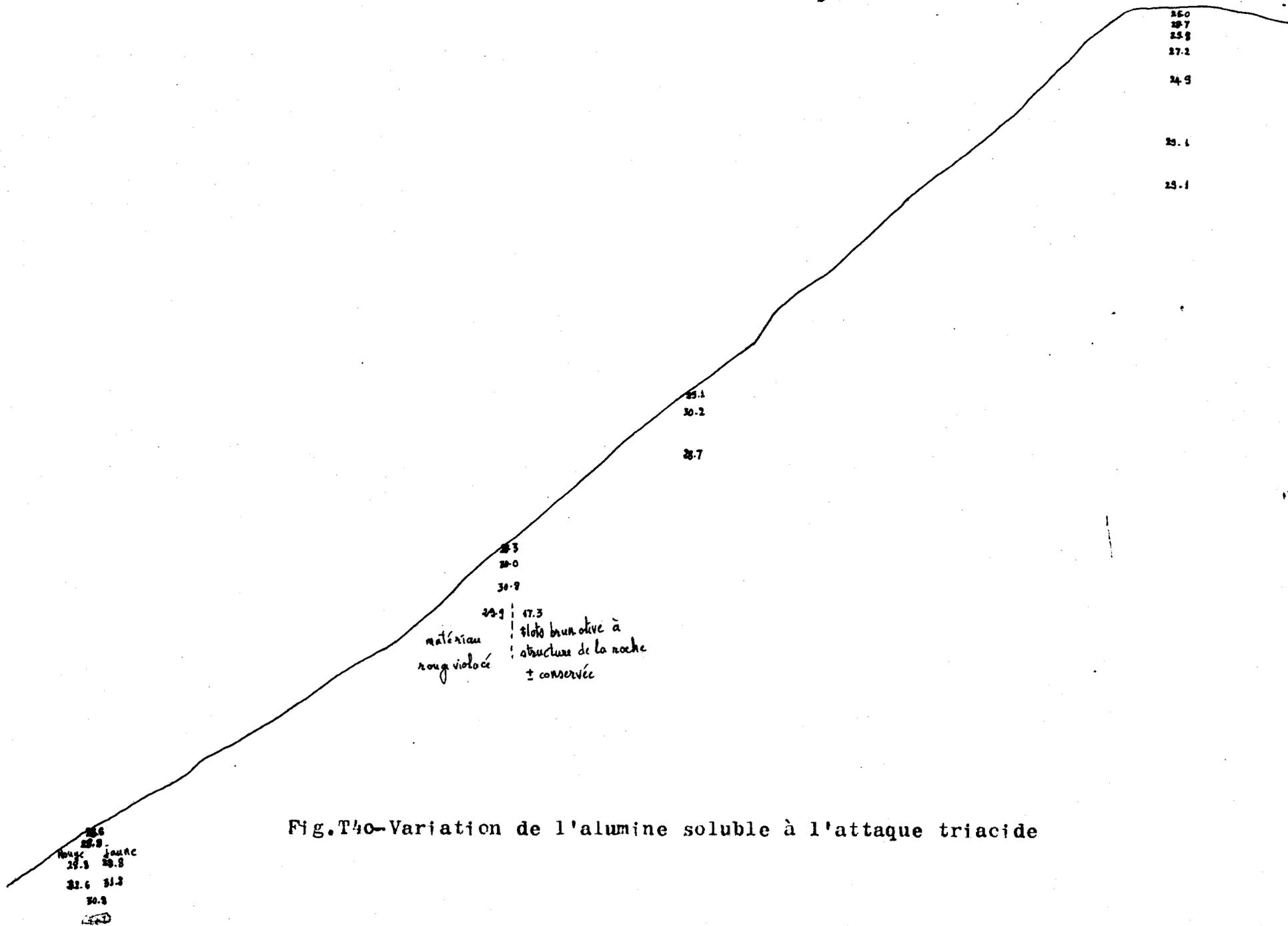


Fig.T40-Variation de l'alumine soluble à l'attaque triacide

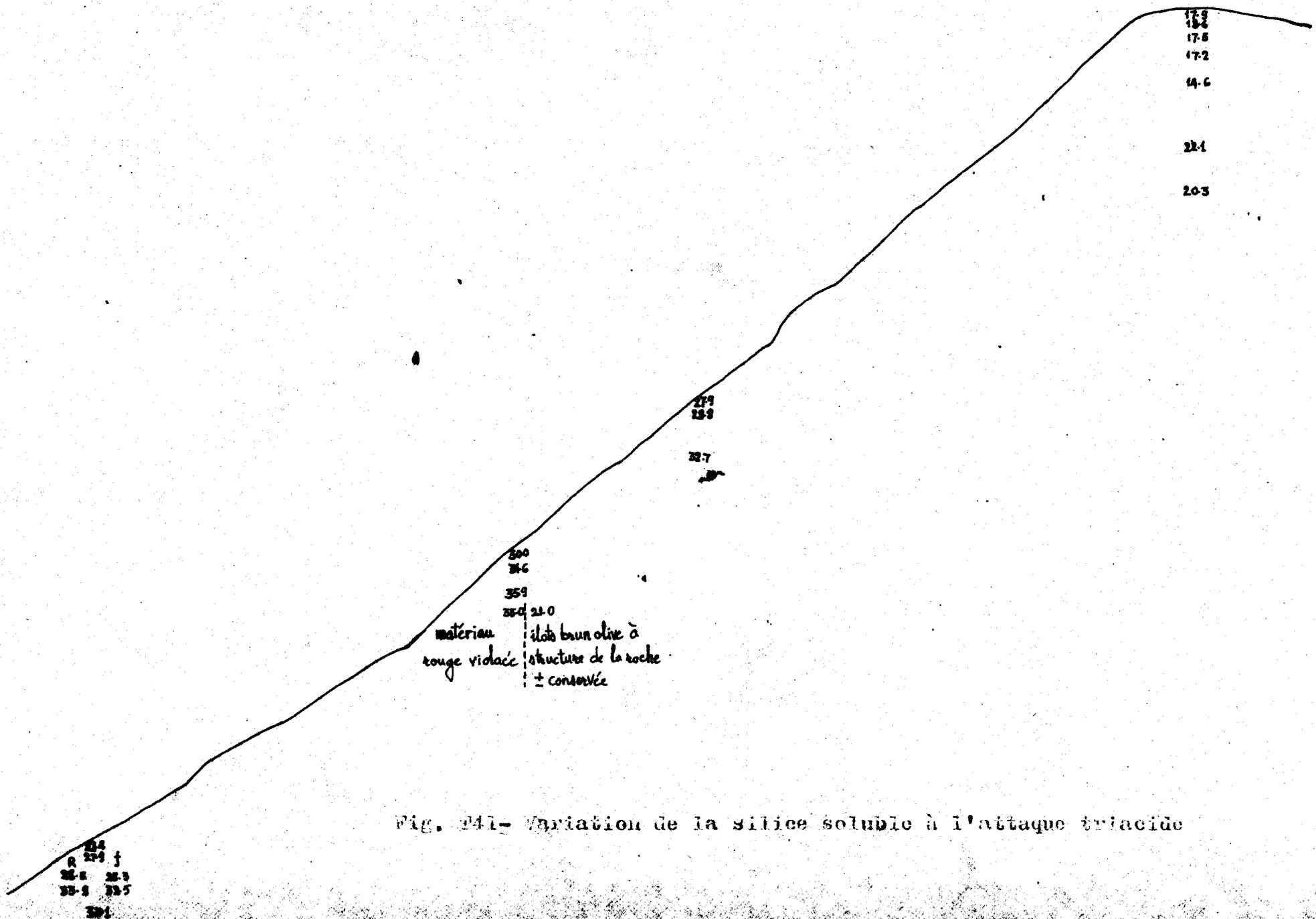
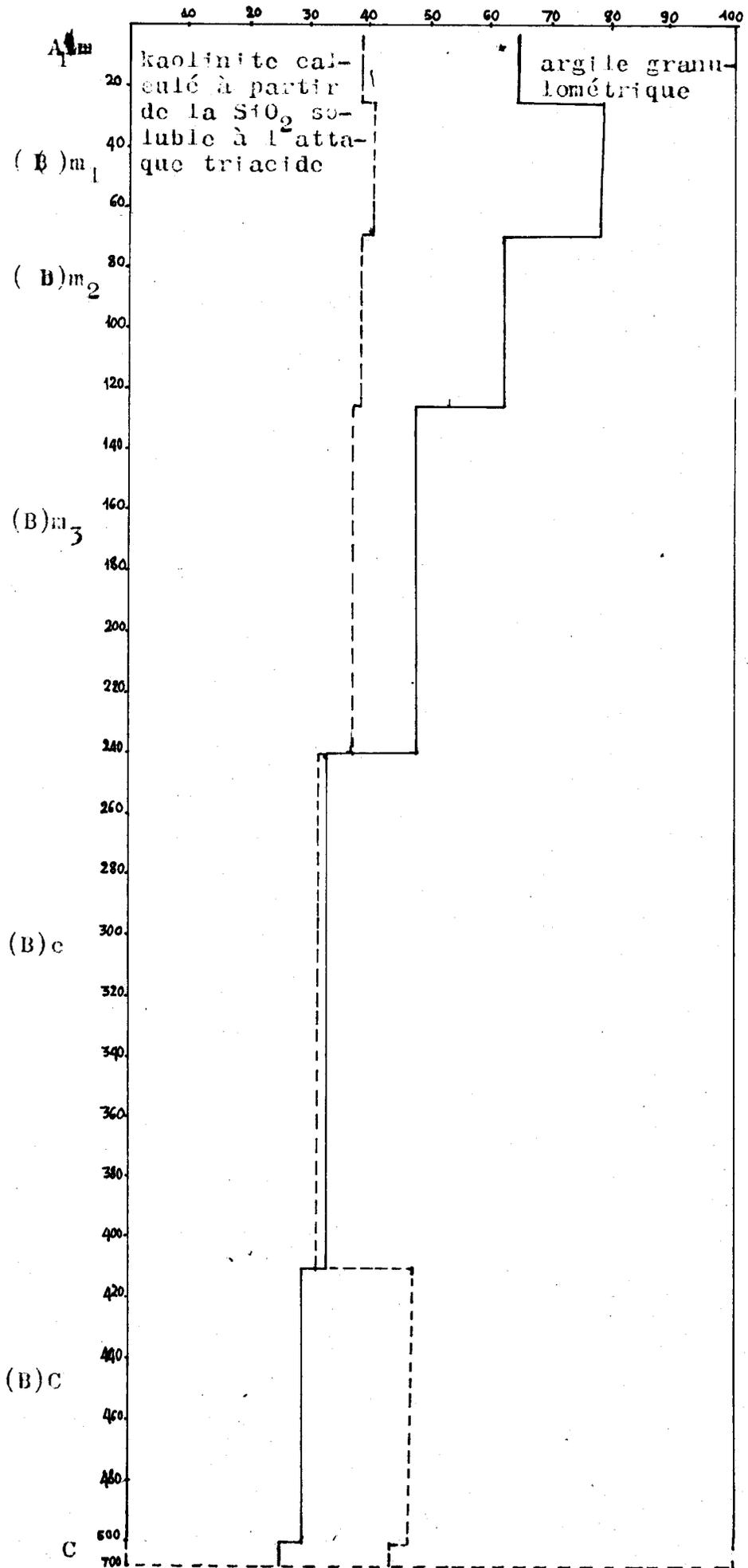


Fig. 241- Variation de la silice soluble à l'attaque triacide

Fig. P43- Variations verticales des argiles granulométrique et minéralogique



triacide provient essentiellement de ce type d'argile.

On constate que dans l'horizon (B)C, le taux de kaolinite est nettement supérieur à celui de l'argile granulométrique. Ceci indique qu'il y a de la kaolinite de taille supérieure à 2μ . Cette fraction grossière de la kaolinite correspond à la kaolinite bien cristallisée observée en lame mince. Puis, dans l'horizon (B)C ces teneurs sont à peu près identiques. Au-dessus, la relation s'inverse (kaolinite $<$ argile granulométrique), ce qui signifie que la fraction $< 2\mu$ contient en plus de l'argile des oxydes de fer et sans doute de la gibbsite. Cette variation correspond en particulier à la fragmentation des amas de kaolinite largement cristallisé du matériau d'altération par pédoturbation.

c) Le fer (fig T44)

Variation verticale

Dans l'ensemble de la séquence, la teneur en fer triacide augmente assez rapidement de l'horizon C à la partie inférieure de l'horizon (B) (il y aurait donc accumulation relative du fer) puis elle tend à diminuer ensuite vers la surface.

Au niveau des horizons bariolés, la mobilisation du fer de certains volumes du sol vers d'autres volumes provoque une différenciation pédologique importante se traduisant par la présence de deux types de fonds matriciels :

- . l'un, qui correspond à la zone de départ, est de couleur jaune, asépique,
- . l'autre, qui reçoit du fer, est de couleur rouge très foncé et anisotrope.

Cette différenciation correspond à une faible différence dans la teneur du fer triacide (la teneur en fer des volumes rouges est de 2 à 3 % supérieur à celle des volumes jaunes) et à ce propos, A. CHAUVEL (1977) dans ses recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées, a signalé qu'il est possible d'obtenir une organisation isotrope par adjonction d'une très faible quantité de fer.

En-dessous des horizons bariolés, sans doute sous l'action de la nappe, il y a une autre forme de différenciation qui est l'apparition de petits volumes blancs dans le matériau d'altération. Cette différenciation se traduit par l'élimination de presque

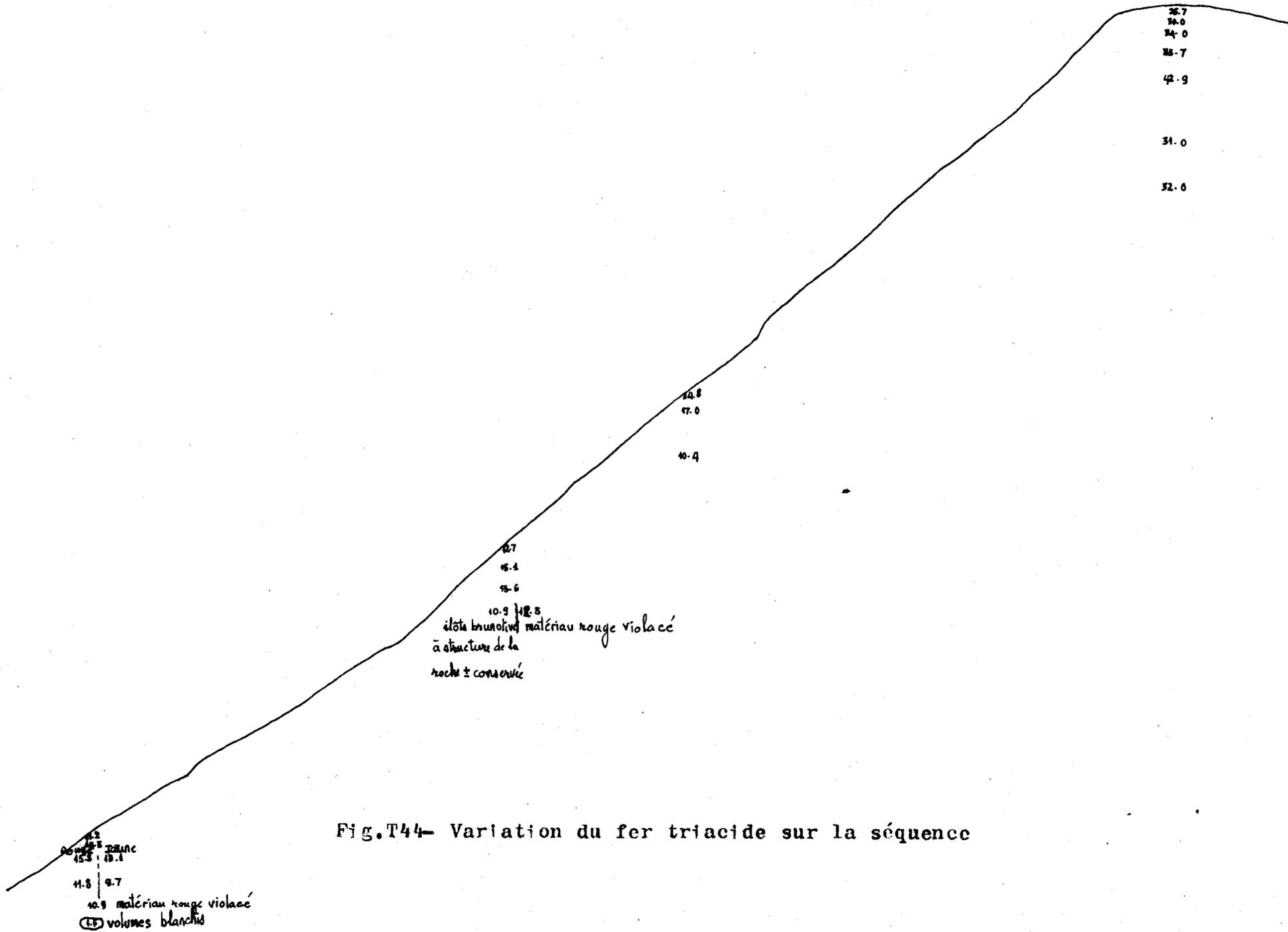


Fig.T44- Variation du fer triacide sur la séquence

la totalité du fer des volumes blanchis. Ainsi, dans ces derniers, le fer triacide est seulement de 1,6 %, alors que dans le matériau d'altération, il est de 10,9 %.

Variation latérale

Corrélativement, avec la perte importante des constituants dans la partie amont de la séquence, le fer s'y accumule et nous pouvons distinguer la séquence en deux domaines :

- le domaine amont où la teneur en fer est élevée (30 à 40 %)
- le domaine médian + aval où la teneur en fer est de 2 à 2,5 fois plus faible.

Il est à noter que la teneur en fer du domaine sommital est bien élevée par rapport à celle obtenue couramment dans des couvertures ferrallitiques guyanaises ou africaines. En Guyane française, DELHUMEAU (1974) signalait une teneur de moins de 10% dans les sols sur conglomérat et quartzite de l'Orapu, de 10 à 20% des sols sur gabbro et granite guyanais, de 20 à 25% des sols sur schistes de Bonidoro et quartzites x de la série de l'île de Cayenne et de 25 à 30% des sols sur Paramaca. Seuls les sols développés sur dolérite donnent une teneur en fer comparable à celle du sol sommital de la séquence.

VI - LE REGIME HYDRIQUE

A. Test d'infiltration en surface des sols (fig T45)

Ce test a été réalisé à l'aide des cadres métalliques, à section carrée de 250 cm² de surface, que l'on enfonce à peu près 5 cm dans le sol. On opère avec une charge décroissante de 12 à 0 cm, sans enceinte de garde et donc les résultats ne sont pas comparables directement à ceux de MUNTZ.

Ce test simple a pour but de renseigner surtout sur la dispersion de la perméabilité et donner un ordre de grandeur qui permette des comparaisons.

Soit t (en secondes), le temps d'infiltration de 12 cm d'eau dans le sol. La vitesse d'infiltration en surface du sol en cm/h peut-être calculée à partir de la formule :

$$v = 12 \times \frac{3600}{t}$$

Le test d'infiltration en surface effectué sur les trois types de sol de la séquence donne le résultat suivant :

- à l'amont, la pénétration de l'eau à la surface du sol à micropeds est rapide (valeur médiane 693 cm/h)
- à la partie médiane, la pénétration de l'eau est très lente (valeur médiane 3 cm/h)

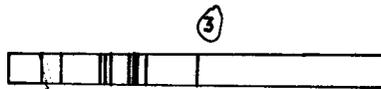
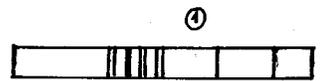
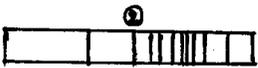
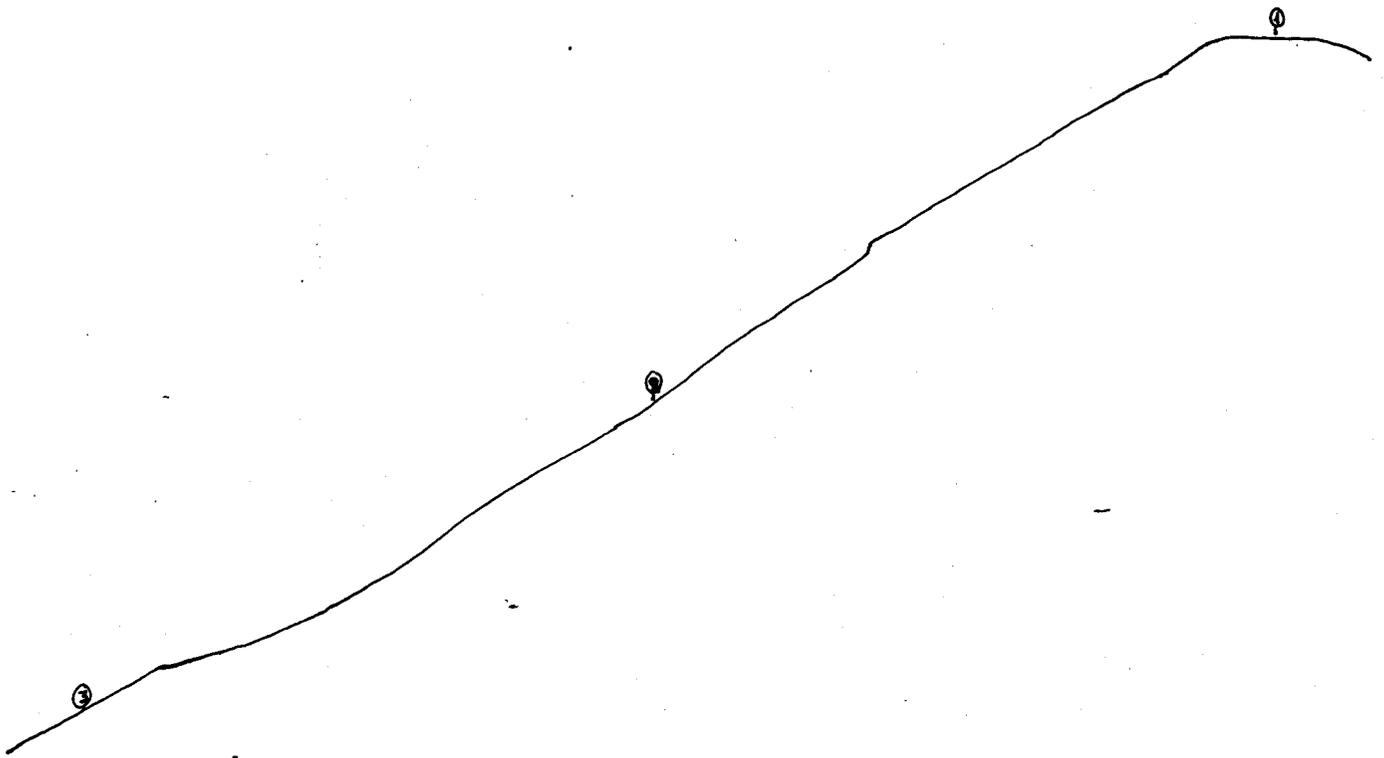


Fig. T45-Dispersion des valeurs des vitesses d'infiltration de l'eau en surface des sols de la séquence

| | moyenne | médiane | interquartile |
|--------------|---------|---------|---------------|
| sol sommital | 838 | 693 | 316 |
| sol médian | 3 | 3 | 1 |
| sol aval | 81 | 66 | 18 |

à l'aval, l'infiltration de l'eau est plus rapide que la partie médiane, mais elle est de 10 fois plus lente qu'à l'amont (médiane 66 cm/h).

La dispersion des résultats est assez importante à l'amont et à l'aval de la séquence (moyenne supérieure à la médiane) et plus faible à la partie médiane (moyenne sensiblement égale à la médiane).

B. Mesure de la capacité au champ

On utilise pour faire cette mesure et en raison de commodité, des cadres de 20 dm² dans le sol puis on verse 50 l d'eau, ce qui correspond à un apport d'eau de 250 mm de hauteur. Le temps zéro est fixé au moment où l'eau déposée en surface s'est infiltrée. Puis on fait le prélèvement du sol pour la mesure d'humidité de la tranche de sol mouillé aux temps voulus (Ex : 1 h, 3 h, 6 h, 24 h, 48 h, etc...) en prenant soin de prendre un témoin non humecté qui sert de repère.

1. Sol à micropeds du plateau (fig T46)

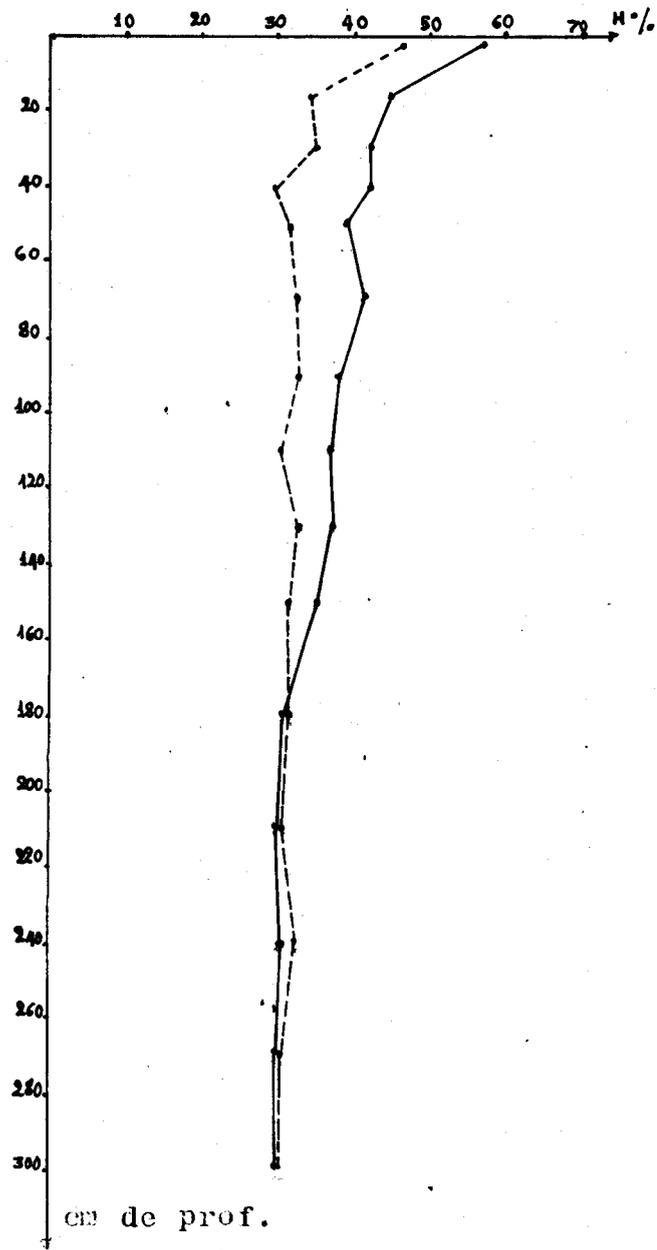
Les mesures faites à 3 h, 24 h, et 48 h montrent que l'apport de 250 mm d'eau provoque une humectation régulière du sol sur une épaisseur d'environ 2 m. Le drainage vertical est libre. L'humidité du sol diminue progressivement de 3 h à 24 h et 48 h après l'humectation. A 48 h, le sol est bien ressuyé sur l'ensemble du profil. Son humidité est légèrement plus élevée que celle du témoin.

Comparée à celle du pF 4,2 mesuré au laboratoire, l'humidité pondérale à 48 h donne une différence correspondante à l'eau utile qui est de :

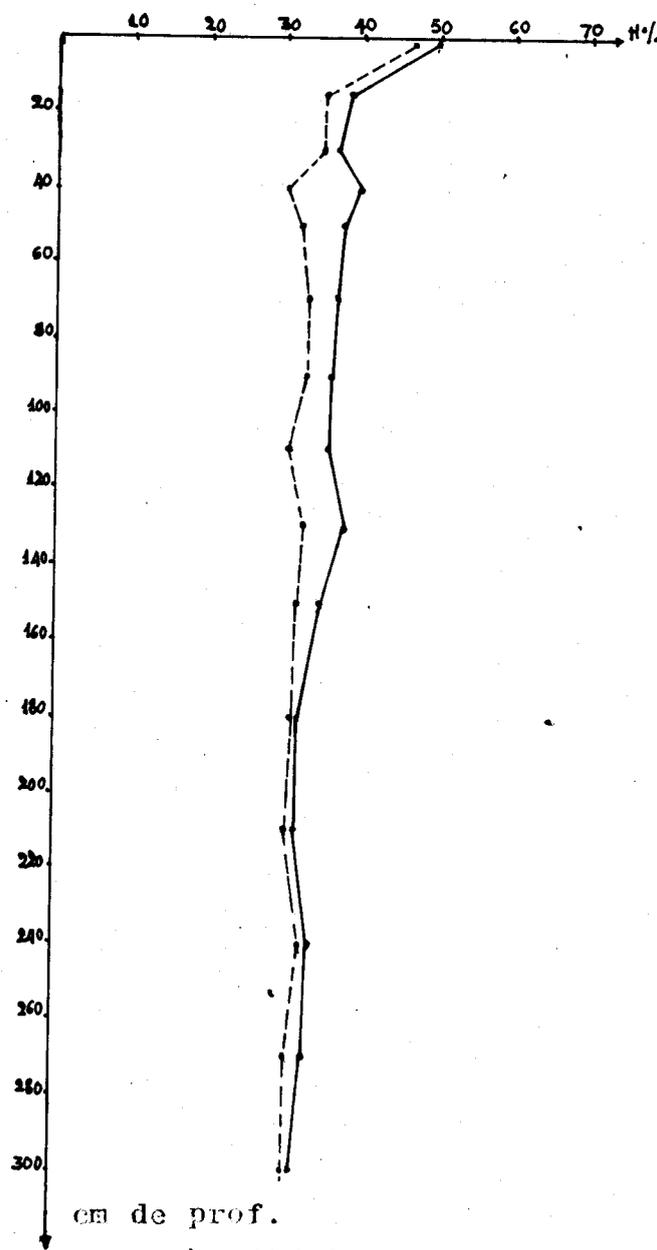
- 3 à 5 % dans l'horizon humifère A_{1m},
- 5 à 8 % dans l'ensemble d'horizon à micropeds,
- 4 à 6 % dans l'horizon (B)e compact.

Appréciation tactile de l'état hydrique

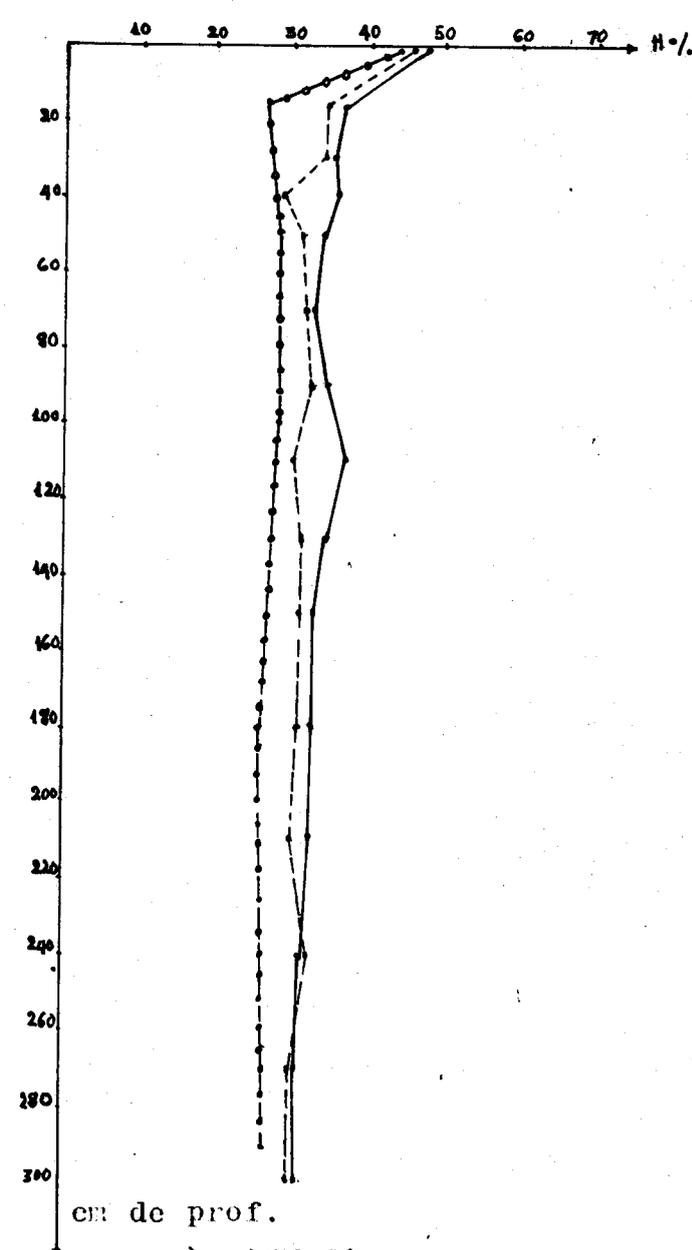
En saison des pluies, l'examen de l'état d'humectation des carottes de sondage constitue un meilleur critère de reconnaissance de ce sol. Ainsi, jusqu'à plus de 2 m, les carottes



après 3H d'arrosage



après 24H d'arrosage



après 48H d'arrosage

Fig. T46-Profils hydriques du sol semital SEPI

- Profil témoin
- Profil pF_{4,2}
- Profil au temps considéré

extraites sont plastiques et bien humectées. L'humidité au toucher varie peu sur cette épaisseur de sol.

2. Sol médian présentant de grandes surfaces de décollement

La faible perméabilité de surface de ce sol comme nous venons de le voir, et la forte déclivité du versant, ne nous permet pas de pratiquer une humectation artificielle avec une hauteur d'eau assez importante.

Nous nous contentons ici de faire une étude comparée des 2 profils hydriques, l'un prélevé le 16.03.77 après une chute de 21,9 mm de pluie et l'autre prélevé le 21.05.77 après une chute de 91,2 mm (cf. fig T 47).

Sauf sur les 30 premiers centimètres, l'allure de ces deux profils hydriques est à peu près identique. Sur les 30 premiers centimètres, les échantillons prélevés en Mai après une forte pluie sont un peu plus humectés que ceux prélevés en Mars après une pluie moins importante. Dans le reste du solum, l'humidité du sol se conserve à peu près constante sur toute son épaisseur, puis on note une diminution dès le début du matériau d'altération.

Appréciation tactile de l'état hydrique

En saison des pluies, ce sol est assez humide sur environ 1 mètre de la partie supérieure, mais il est beaucoup moins bien humecté que le sol à micropeds. Entre 1 mètre et 1,5 mètre de profondeur, le sol est légèrement humide et en dessous, le matériau d'altération qui apparaît à peu près à ce niveau est sec au toucher, ce qui paraît indiquer pour nous que l'eau ne pénètre pas jusqu'à ce niveau.

Essai d'estimation de la réserve d'eau utile dans ce sol

La présence de faible teneur en nodules dans ce sol nous permet de faire un prélèvement de densité apparente avec des cylindres classiques.

Soit h_v , l'humidité volumique, h_p , l'humidité pondérale et d_s , la densité de la terre sèche :

$$h_v = h_p \times d_s$$

L'eau utile est de :

$$\text{eau utile} = (h_p - pF_{4,2})d_s$$

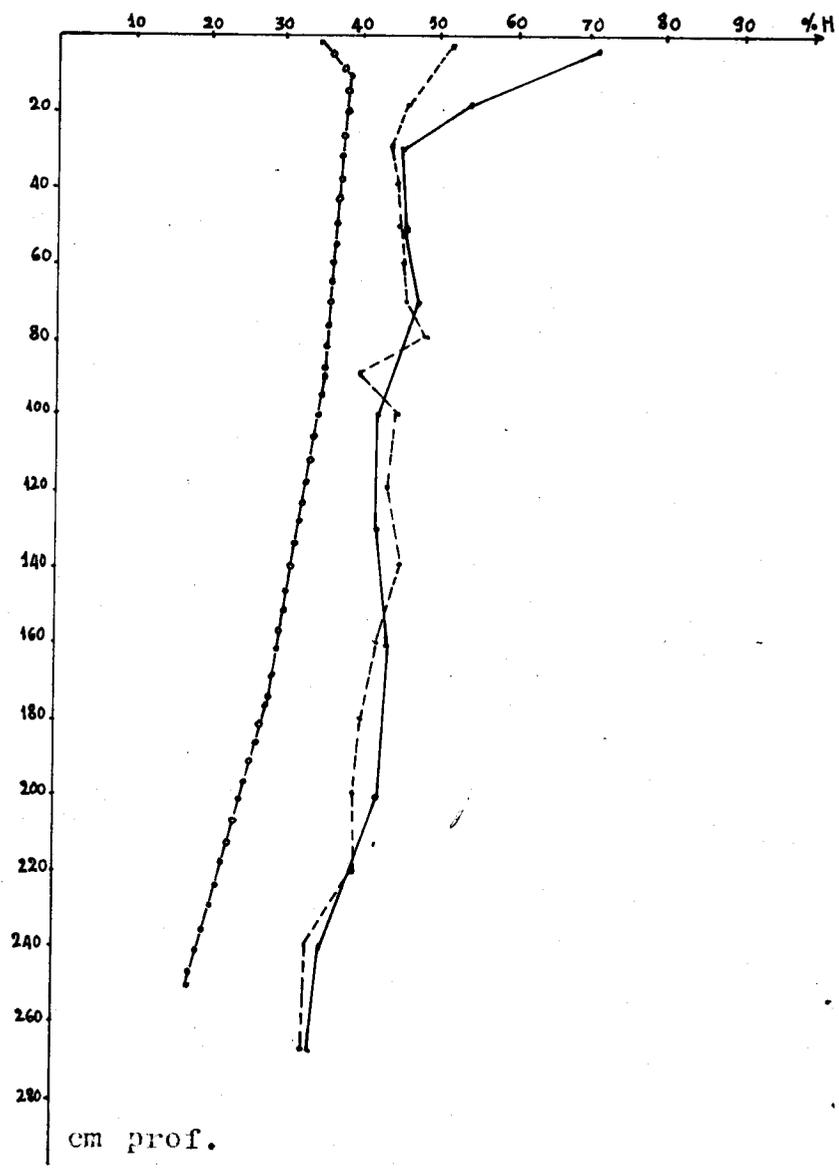


Fig. T47-Profils hydriques du sol médian SEP4

- profil pF4,2
- profil du 16-3-77
- profil du 21-5-77

Nous obtenons :

| Horizon | Densité apparente de la terre sèche | Eau utile en Mars (en g/100 cm ³ de terre) | Eau utile en Mai (en g/100 cm ³ de terre) |
|-------------------|-------------------------------------|---|--|
| A ₁ sd | 1,11 | 25,7 | 12,5 |
| (B)sd | 1,17 | 9,4 | 10,0 |
| (B)C | 1,22 | 19,8 | 16,5 |
| C | 1,31 | 28,1 | 26,6 |

Nous voyons ici que le matériau d'altération possède une réserve d'eau utile bien plus importante que le solum.

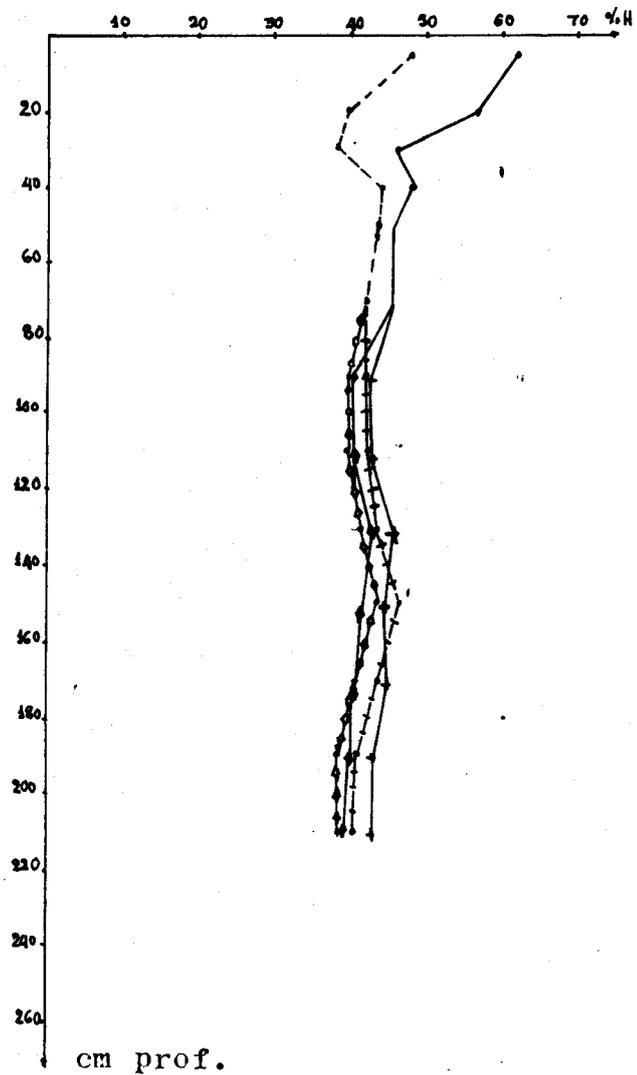
3. Profil aval à horizons bariolés (fig T48)

L'étude comparée des profils hydriques après 6 h et 48 h d'arrosage montre que l'humectation reste assez forte sur les 30 cm de surface après 6 h puis après 48 h. La différence d'humidité à ce niveau avec le témoin est seulement de 4 à 7 %.

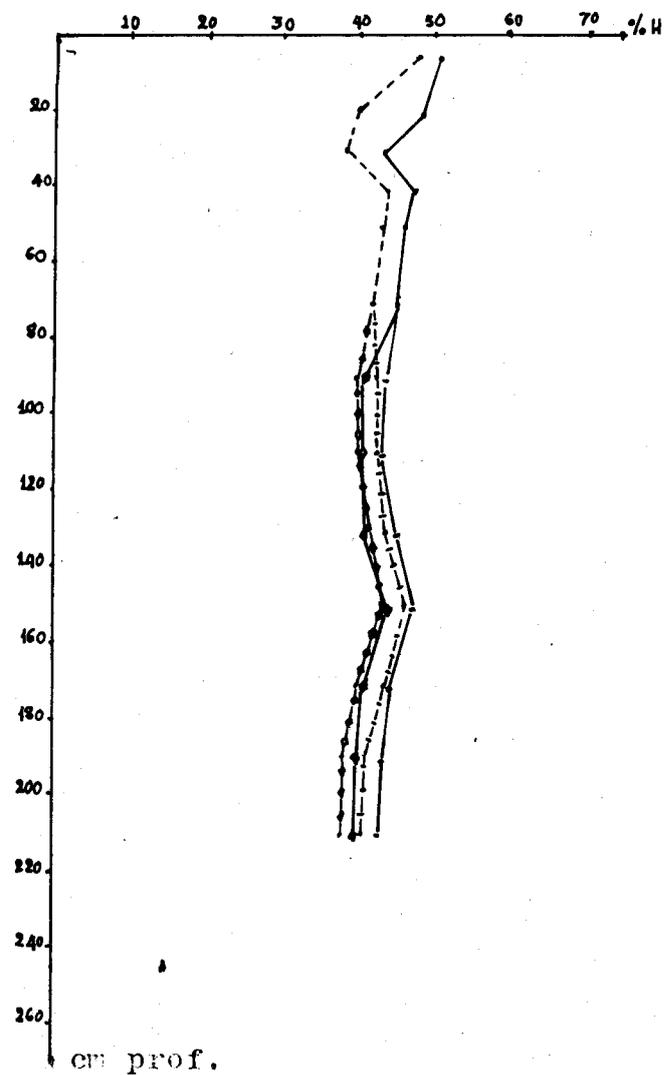
A partir de cette profondeur, seule une petite quantité d'eau semble s'infiltrer dans ce sol. Cette conclusion est mise en évidence par la présence d'une nappe perchée vers 15 à 20 cm de profondeur après une forte pluie de Juin. On peut noter également une faible différence d'humidité entre le matériau jaune à apparence plus argileuse et le matériau rouge. Cette différence est plus importante dans la mesure de pF 4,2 (6 % dans l'horizon (B)b et 15 % dans B₃b).

Appréciation tactile de l'état hydrique

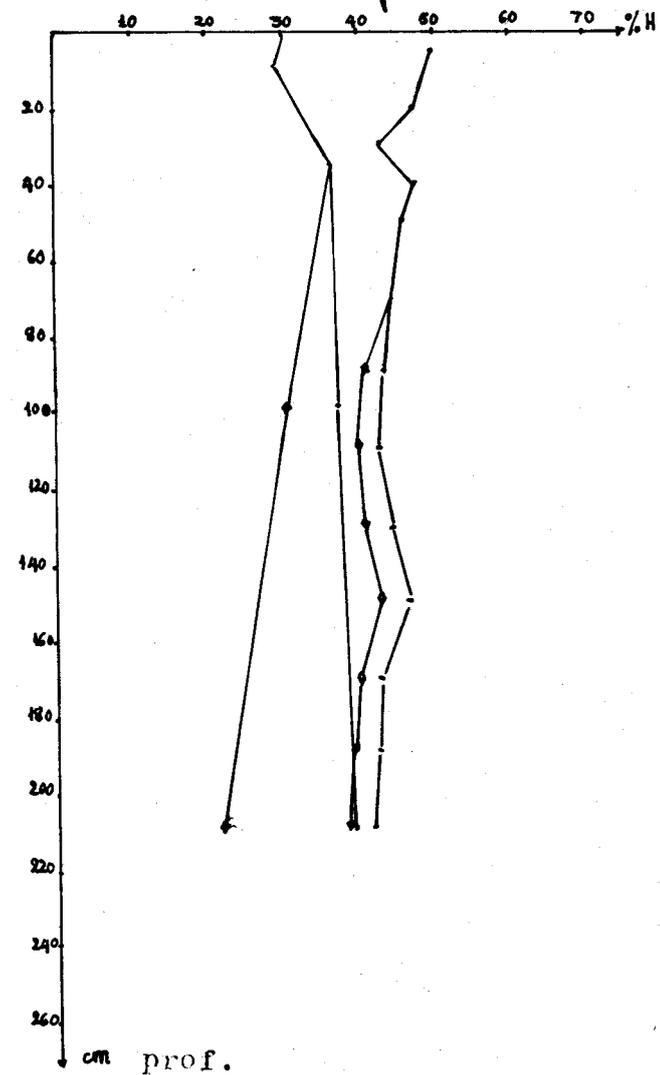
En Juin, après une forte pluie, l'horizon humifère sur les 15 premiers cm est humide. Vers 15 à 20 cm de surface, apparaît une nappe perchée fugace. Plus en profondeur, le sol est assez humide sur environ 1 m, puis il devient de plus en plus sec. La nappe phréatique repérée à 4 m de la surface humecte le matériau et une partie de l'horizon B₃b à 2,80 m de la surface du sol par capillarité.



après 6h d'arrosage



après 48h d'arrosage



profils pF4,2 et après 48h

- témoin
- matériau rouge
- ▲— matériau jaune

Fig.T48- Profils hydriques du sol aval SEP6

Conclusion sur les comportements hydriques des sols de la séquence

Les deux tests que nous venons de décrire montrent que les sols des parties amont médiane et aval de la séquence présentent des comportements hydrodynamiques tout à fait différents les uns des autres (voir fig T49) :

- Le sol amont est très perméable en surface avec une bonne humectation profonde.
- Le sol médian est très peu perméable en surface. Le solum est beaucoup moins bien humecté que celui du sol amont et le matériel d'altération est sec au toucher, même en saison des pluies.
- Le sol aval est peu perméable avec présence d'une nappe perchée fugace après une forte pluie. Il subit également la montée capillaire de la nappe phréatique.

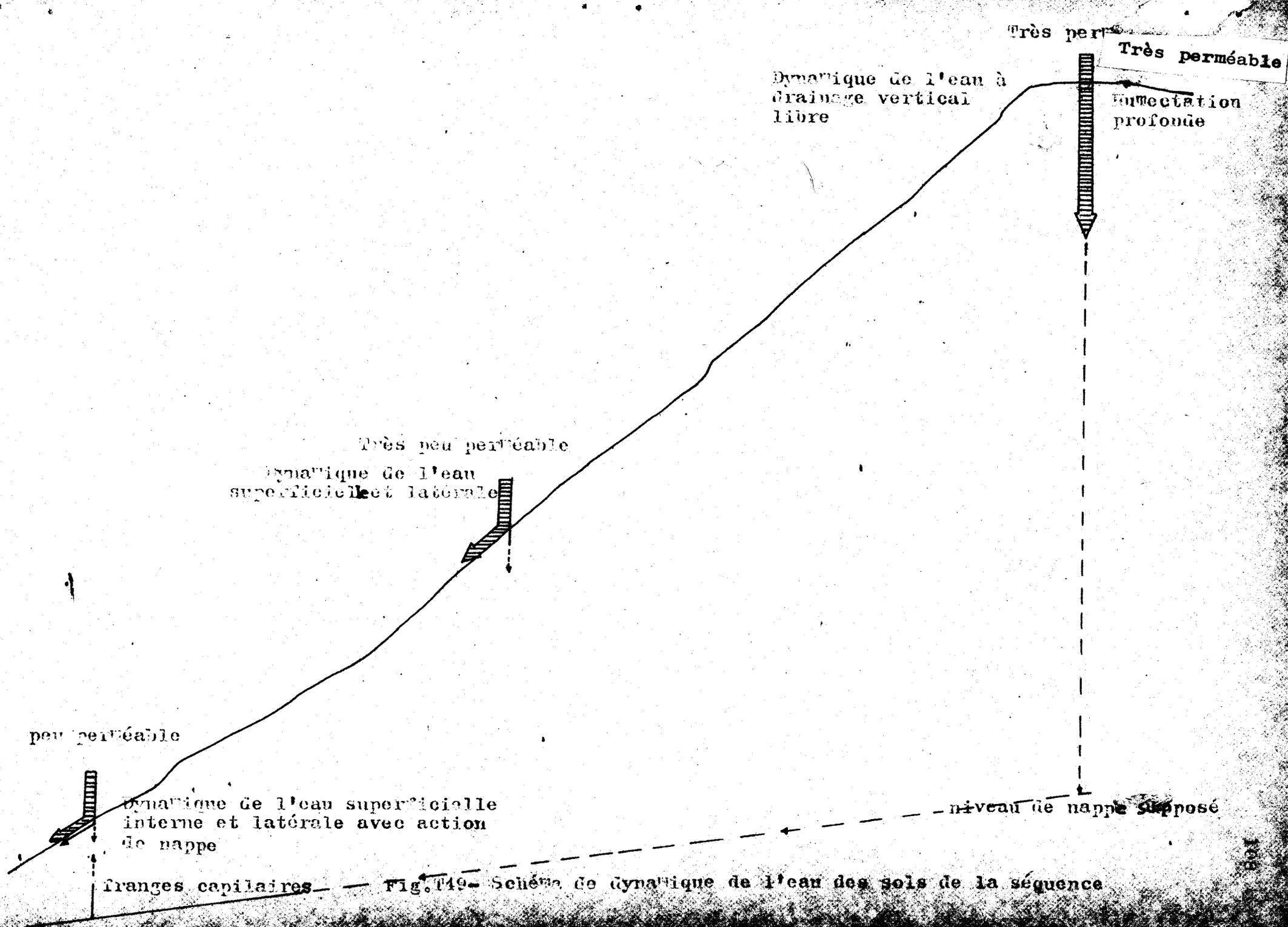


Fig. 149 - Schéma de dynamique de l'eau des sols de la séquence

CONCLUSION

La deuxième partie de ce mémoire présente l'étude d'une couverture pédologique d'une séquence en Guyane française, développée sur schiste de Bonidoro relativement homogène et présentant une forte déclivité.

Dans un premier temps, nous avons tenté d'analyser les organisations de cette couverture à toutes échelles et la transition entre les différentes organisations est suivie et localisée avec la plus grande précision possible à l'aide des fosses ou des sondages.

Ensuite, nous avons cherché à déterminer la dynamique de l'eau et à savoir comment celle-ci circule sur et dans le sol.

L'étude des résultats de l'analyse physico-chimique revient au troisième plan et elle sera en quelque sorte, commandée par les deux premières études.

Nous résumerons dans un premier temps les résultats de ces différentes études puis nous en tirerons les conclusions d'ensemble. Il nous semble ici préférable de présenter les données analytiques avant l'étude de la dynamique de l'eau pour mieux cerner les problèmes.

I - ORGANISATION MORPHOLOGIQUE DES SOLS DE LA SEQUENCE

Sur la séquence se succèdent trois types de sols à organisations différentes l'une de l'autre.

1. Sol à micropeds qui occupe la partie amont de la séquence, sur une longueur de 25 mètres, comptée à partir de la ligne de partage des eaux. Cette organisation correspond à une microfissuration intense d'un matériel à l'origine compact pour donner de petits agrégats ou micropeds lâchement assemblés et fournissant par la suite une forte porosité intersticielle au sol.

2. Sol à organisation compacte (porphyrosquelique) constitué par un matériel peu poreux dès la surface, à agrégats polyédriques fortement engrenés les uns aux autres. Le solum présente, en dessous

de 20 à 30 cm de surface, de grandes surfaces de décollement qui correspondent à la formation de quasicutane. Ce sol occupe la partie médiane de la séquence, sur une longueur d'environ 40 mètres.

3. Sol à organisation également compacte mais plus poreux en surface que dans la partie médiane de la séquence. Ce sol occupe l'aval de la séquence, sur les douze derniers mètres. Il subit deux phénomènes d'hydromorphie : l'un de surface, dû à un engorgement temporaire par l'eau de pluie et l'autre de profondeur déterminé par une action de nappe.

L'hydromorphie de surface se manifeste par des taches rouilles autour des pores dues à une migration du fer de l'intérieur des agrégats vers la surface des vides.

L'hydromorphie de profondeur qui affecte d'abord le matériau à structure conservée détermine deux types de transformations :
 - la plus profonde (3,5 mètres de profondeur) qui provoque le blanchiment du matériau par petits volumes par le départ de presque la totalité du fer de ces volumes.
 - au-dessus, apparaît un réseau rouge sur fond jaune qui correspond à la présence de deux types de fond matriciel : l'un de couleur jaune où l'anisotropie de l'argile est visible (asépique) et l'autre rouge foncé, d'aspect isotrope. L'analyse microscopique nous a montré que ces deux types de fond matriciel se différencient à partir du matériau à structure plus ou moins conservée essentiellement par migration de fer.

Il est important de souligner que la transition entre les trois types d'organisation est assez rapide sur la séquence.

II - DONNEES ANALYTIQUES

Si les résultats analytiques ne montrent pas de variations géochimiques considérables de l'amont vers l'aval, des différences importantes apparaissent toutefois, mais concernant surtout la composition du complexe d'altération.

Texture

Les horizons les plus argileux sont ceux à micropeds. D'autre part, l'argilification (granulométrique) apparaît comme beaucoup plus profonde au sommet de la séquence. Un phénomène super-

ficiel affecte tout l'ensemble de la couverture pédologique. Il s'agit d'un appauvrissement dû, soit à un phénomène d'hydrolyse d'argile, soit à un lessivage (dont nous n'avons pas retrouvé trace). Il est à noter que l'épaisseur de la couche appauvrie est plus faible dans la partie médiane de la séquence.

Complexe d'altération

Les horizons pédologiques apparaissent dans leur ensemble comme dépourvus de minéraux primaires altérables, excepté la muscovite dont on sait qu'elle est très résistante. Cette dernière disparaît cependant de la partie amont sur plus de 6 m. La disparition de ces minéraux altérables s'accompagne de celles des bases et de certains autres constituants (surtout la silice, ce qui est très net à l'amont). Corrélativement, la teneur en produits secondaires augmente (kaolinite, hydroxyde de fer et d'aluminium). Ce dernier constituant, sous forme de gibbsite, apparaît partout dans la couverture pédologique de la séquence ; il est abondant surtout dans la couverture pédologique initiale de l'amont. Dans les couvertures plus minces de la partie médiane et aval, y persiste encore de l'illite qui a complètement disparue du sol sommital.

Dans l'ensemble de la séquence, il apparaît du point de vue géochimique, deux domaines, un domaine sommital très profondément altéré, dont le rapport $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ descend à une valeur voisine de 1 sur

toute l'épaisseur explorée (7 m), un domaine voisin de 2 dans le matériau à des valeurs de l'ordre de 1,6 en surface. La teneur en fer dans le premier domaine est également importante par rapport à celles obtenues habituellement dans un milieu ferrallitique guyanais ou africain. Cette forte teneur s'observe seulement sur les dolérites en Guyane française (DELHUMEAU, 1974) et est comparable à celle de bauxite ferrugineuse observée par HARRISSON en Guyane britannique (1933).

Complexe absorbant

Dans l'ensemble de la séquence, le complexe absorbant est partout très pauvre en bases, ce qui détermine une acidité très nette du sol (pH peu différent de 5). La capacité d'échange est faible par rapport à l'argile granulométrique et n'augmente pas proportionnellement avec celle-ci. Ceci répond à deux causes :

L'une démontrée concerne le domaine sommital ; c'est la présence dans la fraction granulométrique d'une proportion importante (jusqu'à 50 %) de minéraux non argileux sans capacité d'échange). La seconde est hypothétique et pourra affecter l'ensemble de la séquence : c'est le masquage de l'argile kaolinique par sa "ferrisation" (PEDRO et al., 1976). Les bases échangeables sont faibles (inférieures à 1 mé) et le degré de saturation est nettement inférieur à 20 % dans l'ensemble de la couverture pédologique.

III - HYPOTHESE SUR LE CHEMINEMENT DES EAUX

L'étude de la dynamique de l'eau fournit des résultats qui caractérisent mieux les trois types d'organisation, définis précédemment, que l'étude analytique. Ainsi, sur la séquence, nous pouvons distinguer trois types de dynamique de l'eau :

- Dans le sol à micropeds, l'eau pénètre très rapidement et l'humectation du matériel pédologique est bonne sur une grande profondeur. Ainsi, la présence des micropeds lâchement assemblés et qui déterminent une forte porosité intersticielle, caractérise une dynamique de l'eau à drainage vertical libre. L'eau qui pénètre ainsi jusqu'à la base du sol paraît alimenter une nappe profonde dont l'exutoire est visible à l'aval de la séquence.
- Dans le sol médian, constitué par un matériel compact à pores tubulaires peu nombreux, la pénétration de l'eau est très faible et des traces d'érosion en nappe s'observent couramment à la surface du sol. Jusqu'à 1 m de profondeur, le sol est pratiquement sec au toucher (net à partir de 1,50 m), ce qui paraît indiquer que l'eau ne pénètre pas jusqu'à ce niveau. L'organisation compacte du sol médian caractérise donc une dynamique de l'eau superficielle et latérale.
- Dans le troisième type d'organisation, les 15 premiers cm de la partie superficielle comportent quelques vides planaires (plus nombreux que dans le sol médian) et l'horizon sous-jacent est compact et pratiquement imperméable. L'eau qui s'infiltré dans l'horizon humifère est stoppée vers le sommet de l'horizon compact et alimente ainsi une nappe perchée fugace. Il s'ensuit d'un engor-

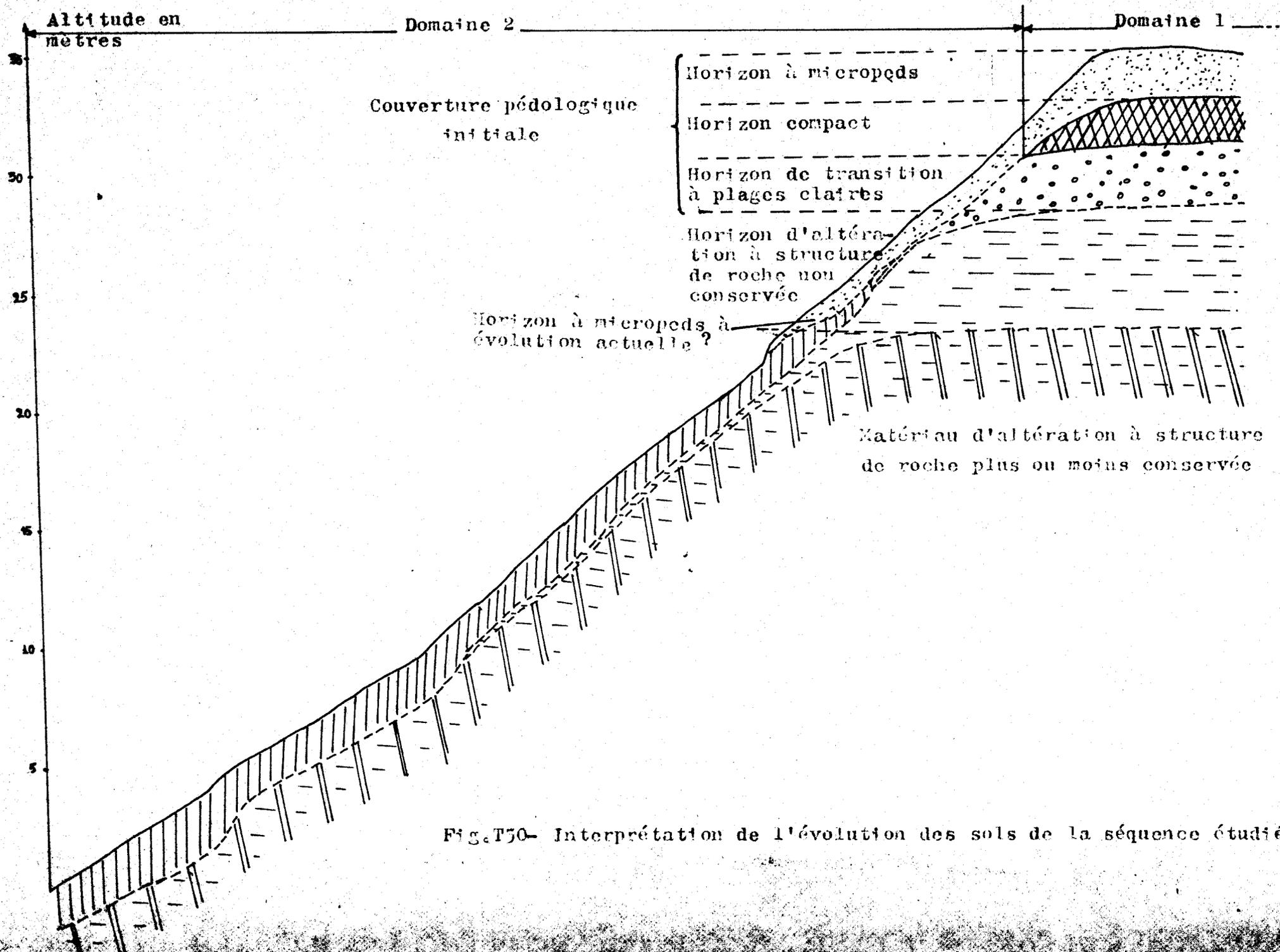
gement de la partie supérieure de ce sol aval. Au-dessous, on note une légère humectation de la partie inférieure du solum qui paraît être due à l'action de nappe (par capillarité). La dynamique de l'eau dans cette partie de la séquence est superficielle, interne et latérale avec action de nappe.

En conclusion, ce travail nous amène à distinguer deux domaines très différents dans la couverture pédologique étudiée :

- un domaine sommital à sols très épais, très évolués, morphologiquement très différenciés,
- un domaine médian et aval à sols peu épais, moins évolués, morphologiquement peu différenciés.

L'articulation de ces deux domaines, mise en évidence à la fois par la fig n° T20 (organisation morphologique), par les données granulométriques, par les données minéralogiques et le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (cf. fig T30, T32 et T42) permet de considérer le domaine amont comme le témoin d'une couverture pédologique plus ancienne, qui, selon la littérature, ressemble aux puissantes couvertures ferrallitiques africaines. Le second domaine recoupe le précédent (il y a discordance) et apparaît comme beaucoup moins évolué. Il s'est donc formé sur une "entaille" de la couverture pédologique initiale, cette entaille pouvant résulter à la fois des mécanismes pédologiques et géomorphologiques. Les propriétés de ces sols juvéniles (plus jeunes) sont très différentes de celles de la couverture initiale. De cette évolution, il résulte un système de sols où les variations latérales sont importantes et rapides, tant du point de vue morphologique que de celles de la dynamique de l'eau.

Dans l'étude micromorphologique, nous avons montré que la formation de l'horizon à micropeds de la partie sommitale pouvait résulter de la microfissuration de l'horizon compact sous-jacent. Quant à l'horizon à micropeds qui apparaît en haut du versant et qui repose directement sur l'horizon d'altération, nous n'avons pas pu, faute de temps, étudier sa formation (colluvionnement ? Formation actuelle in situ aux dépens de l'horizon d'altération ? Héritage d'une période passée ?).



TROISIEME PARTIE

**ETUDE DE LA SEQUENCE NOTIONNEMENT DECLIVE
SUR INTERFLUVE A SOCIET ARRONDI**

par

Sok Khan LIM
Elève stagiaire de deuxième année
O.N.S.T.O.N.

CHAPITRE I ETUDE MORPHOLOGIQUE

I - DONNEES GENERALES

La séquence SEL a été choisie dans un paysage caractérisé par des interfluves ~~arrondis~~ à sommet arrondi, à pente moyenne (25-30 %) et entaillés par des thalwegs anastomosés à fond en forme de V. Elle s'étend sur la ligne de plus grande pente et va d'une ligne de partage des eaux au thalweg adjacent dans une direction Nord-Ouest, Sud-Est. Sa longueur est de 80 mètres et le dénivellement par rapport au bas-fond est de 18,5 mètres. Cette séquence supposée représentative des couvertures pédologiques de la zone étudiée comprend deux segments de formes différentes (fig 1).

- Un segment convexe (30 m) à pente croissante, partant du sommet de l'interfluve arrondi et atteignant 15 % au point d'inflexion.
- Un segment concave plus long (50 m) à pente décroissante, de 29 à 15 % aux abords du thalweg.

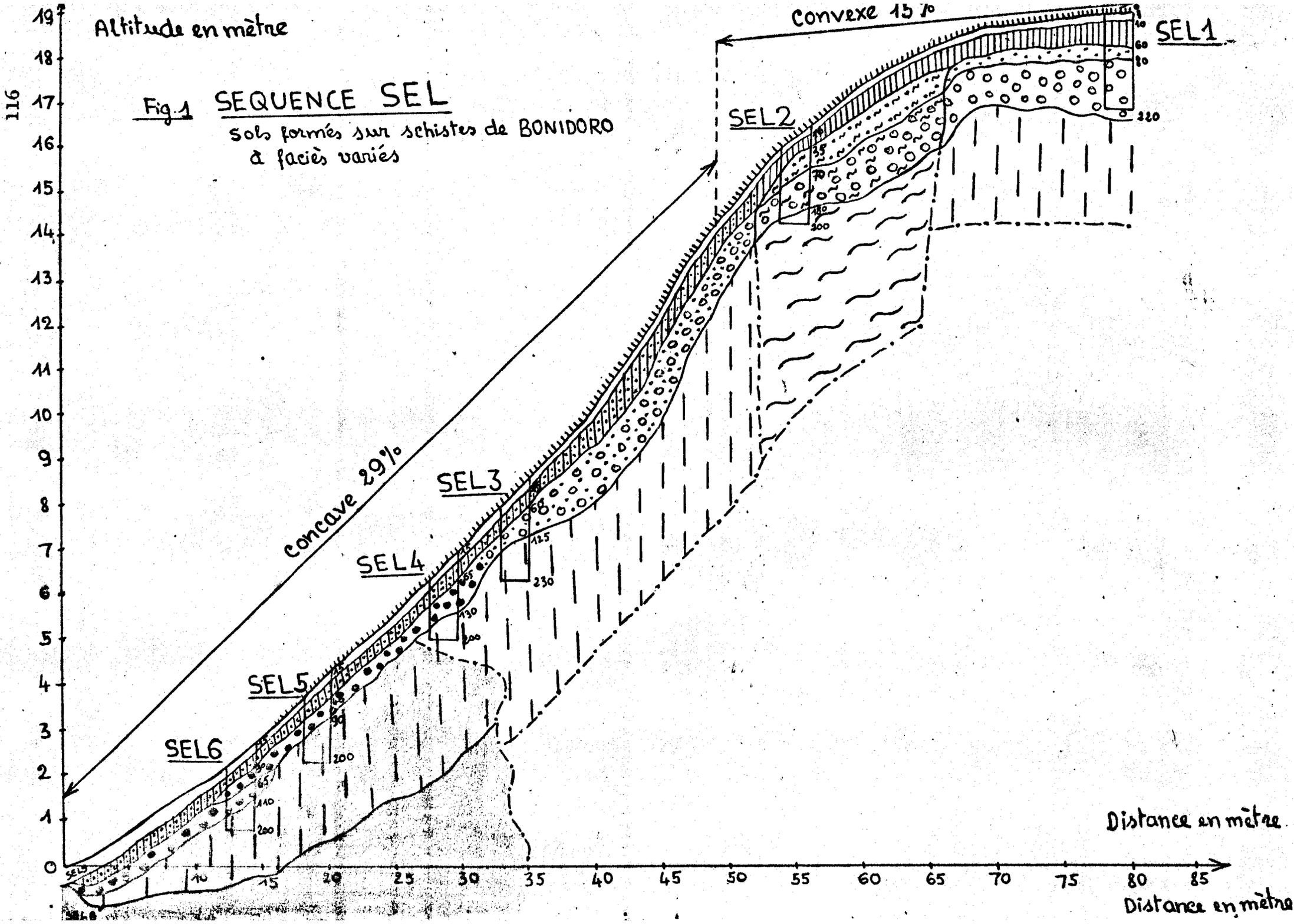
La séquence comprend, de haut en bas, six profils plus ou moins espacés qui sont appelés SEL 1, SEL 2, SEL 3, SEL 4, SEL 5 et SEL 6. A partir de SEL 6, nous avons creusé une tranchée (14 m) qui se prolonge jusqu'à la crique et qui nous permet d'observer facilement les variations des organisations des horizons. Quatre profils (SEL 1, SEL 2, SEL 4 et SEL 6) représentent des parties caractéristiques de la séquence. Les deux autres (SEL 3 et SEL 5) sont secondaires et ont été creusés pour pouvoir raccorder les différents horizons de la séquence. Enfin, de nombreux sondages avec la tarière ont été faits entre les différents profils afin de trouver les profondeurs et les limites exactes des horizons.

II - DONNEES MORPHOLOGIQUES

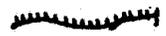
1°/ Le sol du sommet d'interfluve : SEL 1

Il comprend, de haut en bas : une mince couche de litière de feuilles et de brindilles en voie de décomposition.

0 - 3 cm : Couleur brun foncé (10 YR 3/3) à brun jaunâtre (10 YR 5/4). Quelques taches rouilles d'hydromorphie



LEGENDES



Horizon humifère mince à structure quemeuse.



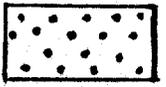
Horizon humifère à structure polyédrique.



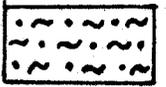
Horizon à concentration modulaire maximum.



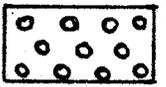
Horizon assez compact à modules plus ou moins importants avec beaucoup de petites taches ou plages.



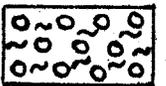
Horizon bien soutenu assez compact avec des taches bien claires.



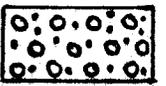
Horizon bien soutenu non compact avec des taches orangées, jaunes, blanchâtres et nombreuses fines et grises paillettes de mica.



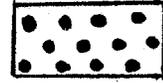
Horizon rouge assez compact avec grandes taches et plages jaunes, orangées, rouge violacé, jaune verdâtre.



Horizon bien sout non compact avec grandes taches et plages orangées, jaunes, blanchâtres.



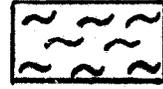
Horizon rouge à rouge jaunâtre. finement micacé (légère variegation)



Horizon bariolé à réseaux de grandes mailles à fond non blanchi.



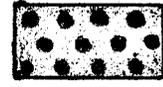
Horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (facies à grains de sable et fines paillettes de mica).



Horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (facies à fines et grosses paillettes de mica).



Horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée à fond blanchi avec nombreuses grosses plaquettes lithologiques. (facies à grains de sable et fines paillettes de mica)



Horizon bariolé à réseaux de grandes mailles à fond blanchi.



Horizon blanc à blanc verdâtre finement micacé à aspect de beurre, avec quelques taches ou plages orangées.

dans la masse. Texture argilo-sableuse. Cailloux très durs (10-15 %) entourés d'une mince cuticule gris jaunâtre, de forme et de taille variables (0,5 - 3 cm de diamètre), à cassure rouge foncé ou rouge orangé et irrégulièrement répartis. Structure grumeleuse (0,2 - 0,4 cm de diamètre) surtout les petits agrégats. Faible cohésion. Friable. Nombreux vides planaires. Peu de pores dans les agrégats. Nombreuses racines et radicelles. Activité des vers de terre, de fourmis et de termites. Limite distincte et ondulée.

3 - 10 cm : Couleur brun jaunâtre (10 YR 5/4). Quelques taches (SEL 1-2) rouilles d'hydromorphie dans la masse. Texture argileuse à argilo-sableuse. Cailloux (20 - 25 %) de même aspect que ceux de l'horizon précédent. Leur répartition est assez homogène. Les petits cailloux sont plus abondants (1 cm ϕ). Structure polyédrique à arêtes vives et à faces rugueuses (0,3 - 1 cm ϕ). Les gros agrégats sont dominants. Faible cohésion. Friable. Nombreux vides planaires. Pores tubulaires assez nombreux. Activité des vers de terre et des termites. Limite distincte et ondulée.

10 - 60 cm : Couleur brun jaunâtre clair (10 YR 5/6). Sans taches (SEL 1-3) d'hydromorphie. Texture argileuse à argilo-sableuse. Nombreux cailloux (25 - 30 %) de même aspect que ceux de l'horizon précédent et répartis d'une manière assez homogène. Structure polyédrique fine à arêtes émoussées et à faces rugueuses. Assez bouillant. Faible cohésion. Friable. Pores tubulaires assez nombreux. Quelques terriers de 10 cm de diamètre. Activité des termites. Nombreuses racines. Limite distincte et ondulée.

60 - 80 cm : Couleur brun soutenu (7,5 YR 5/8), assez homogène, (SEL 1-4) avec quelques taches brun clair. Texture argilo-sableuse à sables grossiers. Nombreux gros cailloux (20 - 25 %) de 1 à 15 cm de diamètre, sans cuticules visibles et plus ou moins durs. Cailloux formés parfois par des grains de sable grossier cimentés par une pâte de couleur rouille. Structure massive à débit polyédrique.

Cohésion assez forte. Peu friable. Pores tubulaires peu nombreux. Peu de racines. Limite distincte et ondulée.

80 - 220 cm : Couleur rouge (2,5 YR 5/8) dominante, avec des taches ou plages de couleur rouge violacé, jaune, orange, jaune verdâtre. Texture argileuse à argilo-sableuse. Nombreux gros cailloux de même aspect que ceux de l'horizon précédent, de forme plus ou moins aplatie, répartis d'une manière quelconque ou formant parfois des lignes obliques ou subhorizontales plus ou moins espacées, surtout à la partie supérieure de l'horizon. En profondeur, les cailloux sont moins durs et moins abondants. Structure massive compacte. Quelques racines. Limite distincte et ondulée.

> 220 cm : Matériau à structure pétrographique plus ou moins conservée, formé essentiellement de deux domaines différents, tous deux présentant quelques taches ou plages de couleur blanc jaunâtre, orange, jaune verdâtre.

- Domaine rouge dominant, meuble, de texture argileuse (SEL 1-B)
- Domaine rouge foncé à rouge violacé, plus ou moins meuble, de texture sablo-argileuse (SEL 1-A)

Ces deux domaines sont juxtaposés. Le domaine rouge foncé à rouge violacé se présente sous forme de petites plaquettes de 0,5 à 1 cm d'épaisseur. Leur disposition oblique ou subhorizontale montre que ces petites plaquettes sont des lithoreliques du matériau sous-jacent.

Commentaire

- Ce profil comprend principalement quatre ensembles d'horizon
- Un ensemble de deux horizons humifères, minces (10 cm), à peu de taches d'hydromorphie et à concentration nodulaire assez forte
 - Un ensemble d'un horizon brun jaunâtre clair à concentration nodulaire maximum. Dans ces deux ensembles supérieurs, les cailloux sont durs et entourés d'une mince cuticule gris jaunâtre.
 - Un ensemble de deux horizons, où apparaissent progressivement

des caractères morphologiques hérités du matériau à structure conservée. Les nodules sont moins durs et n'ont pas de cuticules. Leur dureté diminue vers la base du profil. Leur organisation en lignes obliques ou subhorizontales montrent qu'il s'agit là des nodules développés à partir des lithoreliques (nodules lithorelictuels).

- Un ensemble d'un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica).

2°/ Le profil de tiers supérieur de pente : SEL 2.

Il comprend également quatre ensembles d'horizons comparables à ceux du profil SEL 1. Mais des différences importantes se manifestent :

- Un ensemble de deux horizons humifères.

0 - 3 cm : Horizon humifère de couleur brun jaunâtre très foncé (SEL 2-1) (10 YR 3/2). Les cailloux sont de même aspect, mais leur quantité est beaucoup plus faible (2 - 3 %).

3 - 10 cm : Horizon humifère un peu plus compact, de même couleur (SEL 2-2) brun jaunâtre, avec une concentration de nodules de même aspect, assez forte (15 - 20 %).

- Un ensemble d'un horizon brun jaunâtre clair.

10 - 35 cm : Sa couleur passe à jaune rougeâtre (7,5 YR 6/8) vers (SEL 2-3) le bas de l'horizon. Il est un peu plus compact et les pores tubulaires sont plus faibles. La concentration des nodules reste encore importante (20 - 25 % de nodules de même aspect).

- Un ensemble de deux horizons aux caractères morphologiques plus ou moins hérités du matériau sous-jacent

35 - 70 cm : Couleur brun soutenu (7,5 YR 5/8) hétérogène, avec (SEL 2-4) de nombreuses petites taches orangées, jaunes, blanchâtres. Teneur en fines et grosses paillettes de mica importante. Peu de cailloux (5 - 10 %) et irrégulière-

ment répartis. Pores tubulaires assez nombreux. Faible cohésion et friable. Texture argilo-sableuse micacée.

70 - 180 cm : Même couleur que l'horizon précédent, mais les taches (SEL 2-5) sont beaucoup plus grandes, de l'ordre du centimètre. Pratiquement sans cailloux. Texture limono-argileuse très micacée. Teneur en fines et grosses paillettes de mica très importante. Structure massive à débit polyédrique fin. Cohésion très faible et friable. Présence de poches de sable par endroits.

- Un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée

180 - 200 cm : Couleur très hétérogène : brun orangé, blanche, (SEL 2-6) noire, rouge jaunâtre avec de très nombreuses fines et grosses paillettes de mica et quelques fantômes de minéraux. Texture limono-sableuse. Structure massive. Poches de sable par endroits (faciès à grosses et fines paillettes de mica).

Commentaire

Nous pouvons distinguer dans les deux profils décrits ci-dessus :

- Un ensemble de deux horizons humifères avec quelques taches rouilles d'hydromorphie.
- Un horizon à concentration nodulaire maximum avec des pores tubulaires assez nombreux.
- Un ensemble de deux horizons aux caractères morphologiques hérités du matériau à structure plus ou moins conservée.
- Un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée.

En conclusion, ces deux profils ont morphologiquement les mêmes types d'organisation d'horizons, mais ils sont différents par leurs faciès.

a) Nodulation ferrugineuse de SEL 1 et SEL 2.

Dans cette partie, nous allons étudier successivement les aspects macromorphologique et micromorphologique de deux groupes

de nodules.

0 - 60 cm : Nodules des horizons de surface.

Ils sont durs, de forme irrégulière (polyédrique, arrondie, aplatie). Leurs tailles varient de 0,5 à 15 cm.

Ils sont recouverts d'une mince cuticule de couleur gris jaunâtre. Ils sont constitués d'une pâte rouge foncé ou rouge orangé assez poreuse, à aspect granulaire.

L'observation au microscope polarisant sur un certain nombre de lames minces nous montre que la pâte rouge ou rouge orangé est constituée de quartz et de paillettes de mica très altérés. Elle forme un plasma en réseaux anastomosés pigmentés par de nombreux points ou plages rouge foncé. Les vides de cavités sont nombreux.

60 - 220 cm : Nodules des horizons de profondeur.

Ces nodules n'existent que dans le profil SEL 1. Ils sont plus ou moins durs, de forme généralement aplatie parfois polyédrique et sans cuticule visible. Leur taille varie entre 1 et 15 cm. On peut distinguer deux types de nodules :

- des nodules qui ont la même cassure que ceux des horizons de surface.
- des nodules qui sont constitués uniquement par des grains de sable cimentés par une pâte orangée d'oxydes de fer. Ils s'effritent entre les doigts.

L'étude des lames minces nous montre qu'ils sont constitués par des grains de quartz plus ou moins abondants et de fines ^{paillettes} de mica très altérés, noyés dans un plasma en réseaux anastomosés. Des cristaux de gibbsite isolés ou groupés sont nombreux. Les vides de cavité sont importants.

Commentaire

Les nodules des horizons de surface se distinguent des nodules des horizons de profondeur principalement par leur dureté, leur cuticule et l'absence de gibbsite dans leur masse.

Par leur disposition en lignes obliques ou subhorizontales et par leurs mêmes constituants principaux que ceux de l'horizon sous-jacent (voir étude micromorphologique de l'horizon SEL 1-6), les nodules des horizons de profondeur sont des nodules relictuels formés sur place.

b) Etude micromorphologique

Cette étude s'adresse plus particulièrement à l'étude des horizons. 22 lames minces représentant les différents horizons de chaque profil représentatif ont été fabriqués pour pouvoir observer les différents constituants, leur mode d'assemblage et leur évolution. Les organisations micromorphologiques seront décrites de bas en haut pour pouvoir suivre les transformations successives du matériau originel au matériau pédologique. Le vocabulaire utilisé est celui de BREWER (1964).

Profil SEL 1

SEL 1-6 (en-dessous de 220 cm) : Assemblage porphyrosquelique, (fig a) avec des vides de cavités et fissurales peu importants.

Le squelette est constitué de grains de quartz et des paillettes de muscovite. Il est régulièrement réparti dans le fond matriciel. Le squelette quartzueux est assez abondant et de taille variable (0,05 - 0,6 mm).

Le fond matriciel est de deux types :

- Un fond matriciel rouge foncé à rouge violacé en LN et éteint en LP;
- Un fond matriciel rouge à rouge orangé en LN, asépique (sans orientation préférentielle).

Dans le fond matriciel rouge foncé à rouge violacé, le squelette est formé de grains de quartz très fracturés et quelques paillettes de mica. Les vides de cavités sont peu importants. Quelques cristaux de gibbsite plus ou moins masqués par les oxydes de fer.

Dans le fond matriciel rouge à rouge orangé, les grains de quartz sont plus nombreux et les muscovites sont en forme de fines aiguilles isolées ou groupées. Les vides de cavités et fissurales sont peu importants.

Quelques grenats, sphènes et petits nodules.

SEL 1-5 (8 - 220 cm) : Assemblage porphyrosquelique à faible porosité. Le squelette constitué de grains de quartz (0,05 - 0,6 mm) et des paillettes de muscovite est assez régulièrement réparti dans le fond matriciel.

On distingue toujours deux fonds matriciels :

- Un fond matriciel rouge foncé à rouge violacé se présentant sous forme de gros îlots (1 à 2 cm).

- Un fond matriciel rouge à rouge orangé.

Les grains de quartz sont plus nombreux dans le fond matriciel rouge à rouge orangé et les muscovites sont en forme d'aiguilles.

Le fond matriciel rouge foncé à rouge violacé contient quelques cristaux de gibbsite.

Quelques grenats, sphènes et petits nodules.

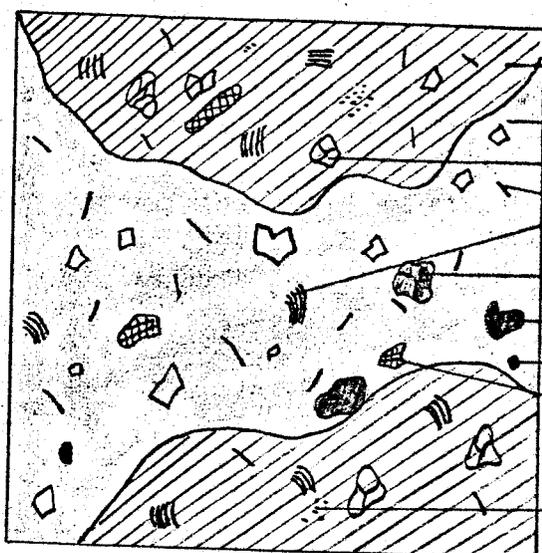
SEL 1-4 (60 - 80 cm) : Assemblage porphyrosquelique à porosité peu importante. Le squelette est toujours constitué de quartz et de muscovite. Un seul fond matriciel de couleur rouille orangé en LN. Des nodules contiennent du quartz et/ou du gibbsite.

SEL 1-3 (10 - 60 cm) : Plasma de couleur gris jaunâtre. Assemblage porphyrosquelique à porosité un ^{peu} plus importante. Le squelette est constitué de quelques aiguilles de muscovite et de grains de quartz (0,01 - 0,8 mm). Le squelette de quartz et les nodules sont un peu plus abondants que l'horizon précédent.

SEL 1-2 (3 - 10 cm) : Assemblage porphyrosquelique à porosité assez importante. Le fond matriciel est de couleur brun jaunâtre en LN, dans lequel le plasma est moins abondant et le squelette de quartz est en grande abondance. Quelques traces de racines et de débris organiques éparpillés dans le fond matriciel.

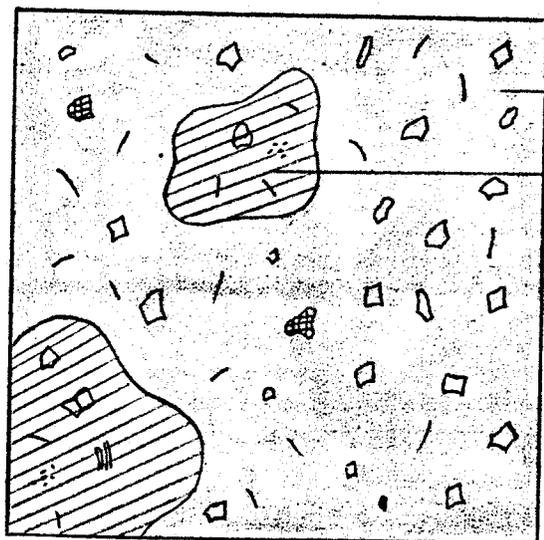
Schémas des organisations micromorphologiques du profil SEL 1

Fig. a. SEL1-6



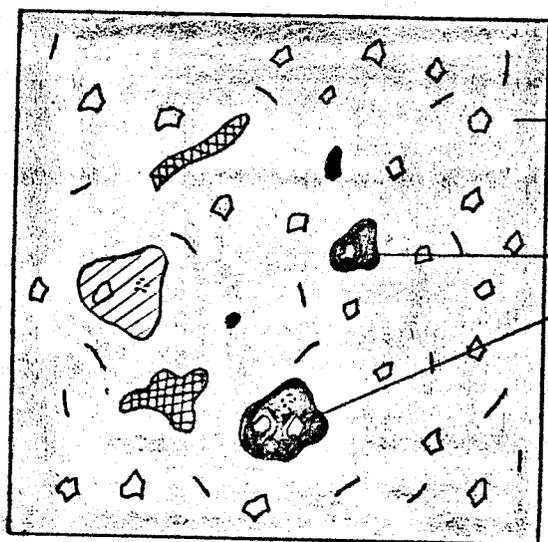
- plasma rouge foncé à rouge violacé en LN
- plasma rouge à rouge orangé en LN.
- quartz
- paillettes de mica.
- grenat
- sphère
- nodule
- vide
- cristaux de gibbsite.

Fig. b. SEL1-5



- plasma rouge à rouge orangé en LN
- plasma rouge foncé à rouge violacé en LN

Fig. c. SEL1-4

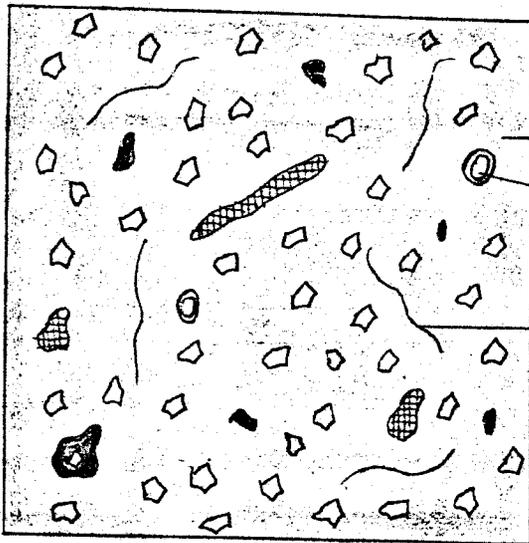


- plasma rouille orangé en LN
- nodules avec grains de quartz et/ou cristaux de gibbsite.

Fig. d . SEL1-3

plasma gris jaunâtre en LN.

nodule avec grain de quartz

Fig. e . SEL1-2

plasma brun jaunâtre en LN.

traces de racines

débris organiques.

Commentaire

De haut en bas du profil, nous observons des changements suivants :

- Le squelette de quartz est très fragmenté et se conserve jusqu'à la surface. Au contraire, les paillettes de muscovite sont très altérées et disparaissent dans l'horizon à concentration nodulaire maximum.
- L'augmentation de squelette quartzeux et la diminution de plasma dans l'horizon humifère SEL 1-2.
- Un seul type d'assemblage porphyrosquelique dans l'ensemble du profil, mais la porosité est faible en profondeur (jusqu'à SEL 1-4) et elle est plus développée à la surface.

Profil SEL 2

SEL 2-6 (180 - 200 cm) : Assemblage porphyrosquelique. Squelette (fig f) formé de grains de quartz (0,1 - 0,6 mm) et de nombreuses paillettes de muscovite en forme de peigne. Vides de cavité (0,1 à 1 mm) faibles.

Le fond matriciel est gris jaunâtre en LN, asépique, dans lequel s'observent de nombreux domaines (6 à 10 mm) constitués de gros grains de quartz (0,4 à 2 mm) peu fragmentés alternés avec des grosses paillettes de muscovite.

Le squelette de quartz est irrégulièrement réparti dans le fond matriciel.

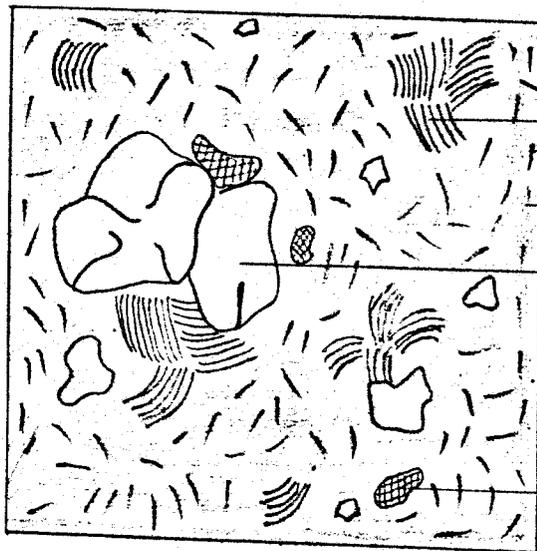
SEL 2-5 (70 - 180 cm) : Assemblage porphyrosquelique. Le squelette (fig g) est formé de gros et petits grains de quartz (0,2 à 2 mm) et de nombreuses paillettes de muscovite. Le fond matriciel est de couleur gris orangé en LN, asépique. Les vides de cavité sont faibles.

Dans le fond matriciel, le squelette de quartz est très fragmenté et réparti d'une manière assez régulière. Les paillettes de muscovite se présentent sous forme de peigne. Des taches ou plages de couleur rouille très foncé en LP s'observent dans certains endroits du fond matriciel.

SEL 2-4 (35 - 70 cm) : Assemblage porphyrosquelique à faible porosité. Le squelette est formé de grains de quartz (0,2 à 1 mm (fig h)

Schémas des organisations microscopiques
du profil SEL 2

Fig. f SEL 2-6



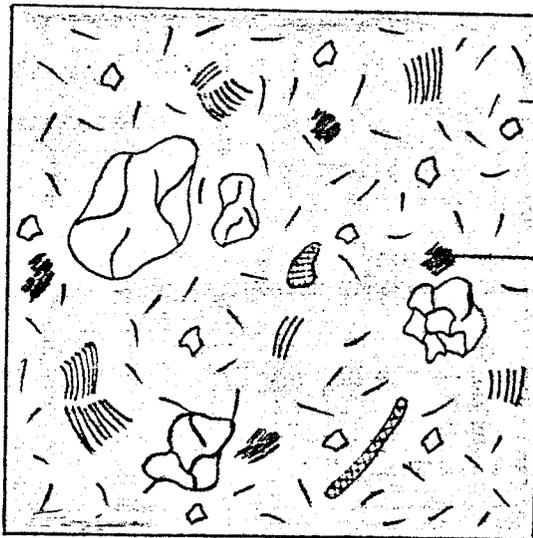
paillettes de mica

plasma gris jaunâtre en LN.

quartz

vides

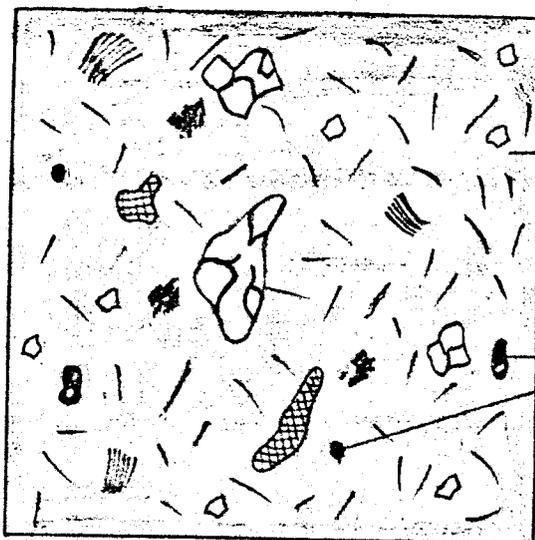
Fig. g SEL 2-5



plasma gris orangé en LN.

taches ou plages rouilles.

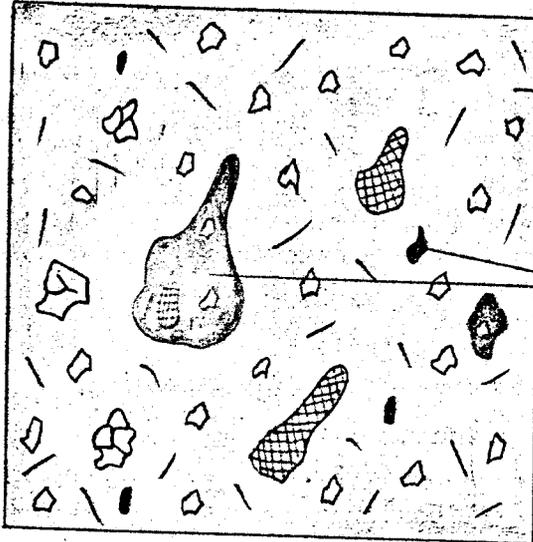
Fig. h SEL 2-4



plasma gris orangé en LN.

petits nodules avec ou sans grains de quartz.

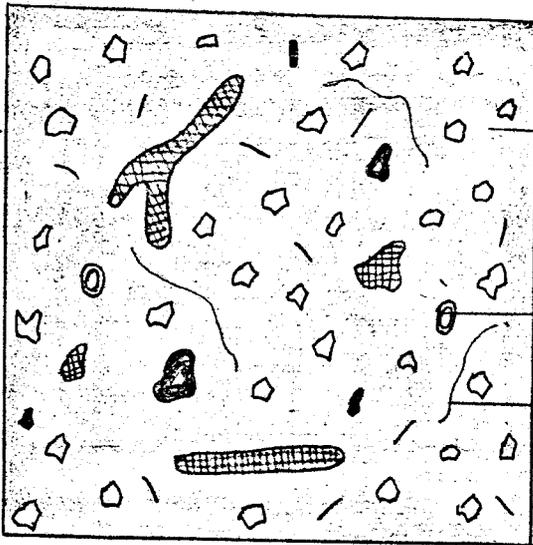
Fig. i SEL2-3



plasma qui jaunâtre en LN

petit et gros nodules

Fig. j. SEL2-2



plasma brun orangé en LN

traces de racines

débris organiques

et de nombreuses paillettes de muscovite. Le fondmatriciel est de couleur gris orangé en LN, asépique.

La répartition de squelette est régulière. Dans le fond matriciel, on observe des petits nodules qui contiennent parfois des grains de quartz. Les vides de cavité sont faibles.

SEL 2-3 (10 - 35 cm) : Assemblage porphyrosquelique à porosité (fig i) assez importante. Squelette formé de grains de quartz et de paillettes de muscovite plus ou moins altérées, réparti régulièrement dans le fond matriciel gris orangé en LN. Dans ce fond, on observe de gros et de petits nodules (2 à 4 mm). Les gros nodules sont assez poreux et contiennent parfois des grains de quartz.

SEL 2-2 (3 - 10 cm) : Assemblage porphyrosquelique dominant à (fig j) aggloméroplasmique à porosité assez importante. Le squelette est formé de grains de quartz (0,1 à 0,4 mm) et de quelques paillettes de muscovite.

Dans le fond matriciel brun orangé en LN, le squelette quartzeux est beaucoup plus abondant. Les vides de cavité et fissuraux sont assez importants. Quelques traces de racines et de débris organiques s'observent dans le fond matriciel.

Commentaire

De bas en haut, nous observons des changements suivants :

- L'assemblage des organisations micromorphologiques de l'ensemble du profil est de type porphyrosquelique, sauf celui de l'horizon humifère SEL 2-2 qui a tendance à être du type aggloméroplasmique.
- Les grains de quartz sont très fragmentés. Ils sont de plus en plus abondants en surface. Par contre, les paillettes de muscovite sont de moins en moins abondantes.
- La présence successive des taches ou des plages puis des nodules en surface.
- La diminution de plasma dans l'horizon humifère SEL 2-2.

- La porosité est faible en profondeur (jusqu'à SEL 2-4). Elle est plus développée en surface.

Conclusion

L'étude micromorphologique nous montre que les deux profils SEL 1 et SEL 2 ont à peu près le même type d'évolution. Ils se différencient principalement par leur faciès et un degré d'évolution moins poussé dans SEL 2 (présence de très nombreux gros quartz et grosses paillettes de muscovite).

Cette évolution est caractérisée par :

- Un assemblage de type porphyrosquelique ;
- Une diminution de muscovite de l'horizon à concentration nodulaire maximum à la surface ;
- Une augmentation de squelette de quartz de l'horizon à concentration nodulaire maximum à la surface.

3°/ Profil de tiers inférieur de la pente SEL 4

Une mince couche de litière de feuilles et de brindilles en voie de décomposition.

- 0 - 2 cm : Couleur brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2) à brun foncé (10 YR 3/3). Nombreuses taches d'hydromorphie de couleur rouille foncé dans la masse. Texture sablo-argileuse. Pas de cailloux. Structure grumeleuse à polyédrique fine (0,2 - 0,5 cm). Nombreux vides planaires. Faible cohésion. Friable. Activité de vers de terre et de termites. Très nombreuses racines et radicelles et quelques grosses racines. Limite distincte et ondulée.
- 2 - 15 cm : Couleur brun jaunâtre (10 YR 5/4) assez homogène. Nombreuses taches rouilles d'hydromorphie dans la masse. Texture sablo-argileuse. Peu de cailloux (1 - 2 %) recouverts d'une cuticule brun verdâtre, de forme irrégulière et constitués d'une pâte rouge violacé à rouge noirâtre. Structure polyédrique à arêtes vives et à faces rugueuses (0,2 - 2 cm) surtout les gros agrégats.

Aspect un peu compact. Faible cohésion. Friable. Vides planaires assez nombreux. Peu de pores tubulaires dans les agrégats. Activité de vers de terre et de termites. Nombreuses racines (0,1 - 10 cm \emptyset) surtout les petites racines. Limite distincte et ondulée.

15 - 25 cm : Couleur brun jaunâtre (10 YR 5/6) non homogène, avec (SEL 4-3) quelques taches d'hydromorphie et quelques petites taches rouges. Texture argileuse à argilo-sableuse. Cailloux (10 - 15 %) de même nature que ceux de l'horizon précédent, de formes variables et irrégulièrement répartis (0,3 - 4 cm \emptyset). Structure polyédrique moyenne assez compacte. Pores tubulaires assez nombreux. Faible cohésion. Friable. Nombreuses racines. Limite distincte et ondulée.

25 - 65 cm : Couleur dominante (10 YR 6/8) brun jaunâtre pâle, (SEL 4-4) assez homogène avec de nombreuses taches rouge clair (2,5 YR 6/8), sous forme d'ilôts ou plages de 0,1 à 3 cm de diamètre. Texture argilo-limoneuse micacée. Cailloux (3 - 5 %) irrégulièrement répartis et de même morphologie que ceux de l'horizon précédent. Structure polyédrique fine peu nette. Faible cohésion. Friable. Pores tubulaires assez importants. Nombreuses racines (0,1 - 2 cm \emptyset). Limite distincte et ondulée.

65 - 130 cm : Couleur dominante jaune rougeâtre (7,5 YR 6/6), avec (SEL 4-5) de nombreuses taches ou plages rouges (2,5 YR 5/8), de 0,5 à 1 cm de diamètre. Texture argileuse micacée. Sans cailloux. Structure massive à débit polyédrique ou finement prismatique. Faible cohésion. Friable. Racines assez nombreuses. Limite distincte et ondulée.

130 - 200 cm : Matériau à l'architecture de la roche mère plus ou (SEL 4-6) moins conservée. Alternance de deux matériaux meubles disposés en bancs obliques ou subhorizontaux, de 0,5 à 2 cm de diamètre.

- Matériau gris jaunâtre argilo-sableux micacé (SEL 4-B)
- Matériau rouge à rouge foncé sablo-argileux micacé (SEL 4-A)

Sans cailloux. Structure massive à gros débit prismatique. Faible cohésion. Friable. Quelques racines pionnières.

Commentaire

Ce profil comprend morphologiquement quatre ensembles différents :

- Un ensemble de deux horizons humifères peu caillouteux, à nombreuses taches d'hydromorphie.
- Un horizon assez compact, avec des teneurs en cailloux relativement faible par rapport à celles des deux profils précédents. C'est un horizon de transition entre l'horizon à structure polyédrique de surface et l'horizon bariolé à réseau de petites mailles.
- Un ensemble de deux horizons nettement bariolés aux caractères morphologiques hérités du matériau sous-jacent (bariolage à réseau de petites mailles sur 25 - 65 cm et bariolage à réseau de grandes mailles sur 65 - 130 cm).
- Un horizon à structure de la roche plus ou moins conservée, meuble (faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica).

Profil SEL 3

Il ressemble beaucoup au profil SEL 4. Il se différencie de ce dernier par un faible bariolage dans l'ensemble des horizons situés entre les horizons humifères et le matériau à structure plus ou moins conservée. Il comprend également quatre ensembles différents :

- 0 - 15 cm (SEL 3-1 et SEL 3-2) : Un ensemble de deux horizons humifères semblables à ceux du profil SEL 4.
- 15 - 60 cm (SEL 3-3) : Un horizon brun soutenu à rouge jaunâtre, avec des teneurs en cailloux de 5 à 15 %. Quelques taches d'hydromorphie.
- 60 - 125 cm (SEL 3-4) : Un horizon rouge à rouge jaunâtre, avec

quelques taches jaunes. Sans cailloux.

125 - 230 cm (SEL 3-5) : Un horizon meuble à structure pétrographique plus ou moins conservée, formé de deux matériaux disposés en bancs obliques ou subhorizontaux, semblables à ceux du profil précédent.

Commentaire

Ces deux profils se différencient des deux profils précédents principalement par l'absence de l'horizon à concentration nodulaire maximum (nodules mal répartis) et par la présence de couleur bariolée dans les horizons de profondeur.

a) Nodulation ferrugineuse de SEL 4 et SEL 3.

Nous allons étudier successivement les aspects macroscopique et microscopique.

Les nodules qui se présentent dans chaque horizon sont durs et irrégulièrement répartis (groupés ou isolés). Leur taille varie entre 0,5 et 3 cm. Leur forme est irrégulière, arrondie ou polyédrique. Ils sont entourés d'une cuticule de couleur brun verdâtre (en surface) à gris jaunâtre (en profondeur). (voir fig 4). Ils sont formés d'une pâte rouge violacé à rouge noirâtre et n'existent que sur une profondeur de 65 cm.

L'étude des lames minces nous montre que :

- 2 - 25 cm : Les nodules sont formés d'un plasma dense asépique, de couleur jaune en LP, avec de nombreuses taches et plages orangées ou rouges. Quelques grains de quartz très fracturés sont situés dans ce plasma. Les vides de cavité sont assez importants.
- 25 - 65 cm : Les nodules sont formés de très nombreuses paillettes de mica plus ou moins altérées, colorées par des oxydes de fer et forment des réseaux anastomosés très denses. Nombreux grains de quartz noyés dans ce plasma. Les vides de cavité sont assez importants.

Commentaire

Les nodules des horizons de surface (profondeur de 2 à 25 cm) se différencient de ceux des horizons de profondeur (profondeur de 25 à 65 cm) uniquement par l'absence des paillettes de mica.

Les nodules de profondeur ayant la même composition minéralogique que ceux de l'horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (SEL 4-6) sont donc probablement des nodules lithorelictuels dont le durcissement est dû peut-être à des phénomènes successifs d'humectation suivie de dessiccation.

b) Etude micromorphologique

Profil SEL 4

SEL 4-6 (130 - 200 cm) : Assemblage porphyrosquelique avec quelques (fig k) vides de cavité. Squelette formé de nombreux petits grains de quartz (0,1 à 0,2 mm) et des paillettes de muscovite plus ou moins groupées.

Le fond matriciel est de deux types :

- Un fond matriciel gris en LN, asépique;
- Un fond matriciel rouge à rouge orangé en LN, asépique.

Le passage entre ces deux fonds matriciels est assez diffus. Le squelette de quartz et de muscovite est régulièrement réparti dans ces deux fonds matriciels. Dans le fond matriciel gris, on observe des domaines jaune orangé, sous forme de taches ou plages. La porosité est limitée à quelques vides de cavité (0,1 à 0,2 mm).

SEL 4-5 (65 - 130 cm) : Il a à peu près la même organisation que (fig l) SEL 4-6. On observe toujours deux fonds matriciels :

- Un fond matriciel rouge à rouge orangé en LN, asépique ;
- Un fond matriciel gris jaunâtre en LN, asépique.

Le passage entre ces deux fonds est diffus. Des domaines rouge foncé s'observent par endroits, surtout dans le fond matriciel gris jaunâtre.

SEL 4-4 (25 - 65 cm) : Assemblage porphyrosquelique à porosité peu (fig m) importante. Le squelette constitué de quartz (0,1 à 0,2 mm) et de paillettes de muscovite est régulièrement disposé

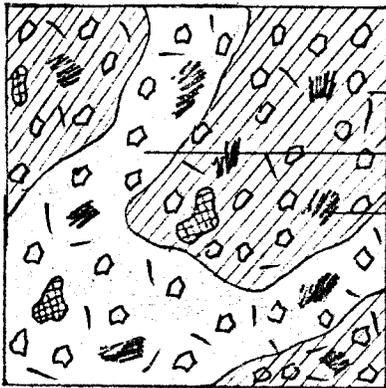
Schémas des organisations micromorphologiques
du profil SEL4

Fig. 6. SEL4-6



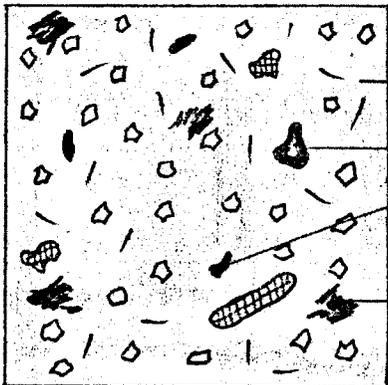
- plasma gris en LN
- plasma rouge à rouge orangé en LN.
- quartz
- paillette de mica
- tache ou plage jaune orangé
- vide

Fig. 1. SEL4-5



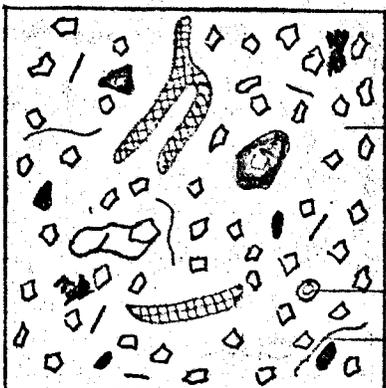
- plasma rouge à rouge orangé en LN.
- plasma gris jaunâtre en LN
- tache ou plage rouge foncé

Fig. m. SEL4-4



- plasma rouge orangé en LN.
- nodules avec ou sans quartz
- tache ou plage rouge foncé

Fig. n. SEL4-3 et SEL4-2



- plasma gris orangé à brun orangé
- traces de racine
- débris organiques

dans le fond matriciel. Le fond matriciel est de couleur rouge orangé, asépique. Les fines paillettes de mica sont un peu moins abondantes que celles de l'horizon précédent. Des vides de cavité et fissuraires (0,05 à 0,1 mm) sont peu abondants. Dans le fond matriciel, nous observons, en plus des domaines rouge foncé, des petits nodules (0,1 à 1 mm) avec ou sans grains de quartz.

SEL 4-3 (15 - 25 cm) (fig n) : Assemblage porphyrosquelique à porosité un peu plus développée. Squelette formé de nombreux grains de quartz et quelques fines paillettes de muscovite, régulièrement réparti dans un fond matriciel gris orangé en LN. Des vides de cavité et fissuraires sont un peu plus abondants que l'horizon précédent. Des domaines rouilles en LP et quelques gros et petits nodules (0,1 à 0,4 mm) sont éparpillés un peu partout dans le fond matriciel.

SEL 4-2 (2 - 15 cm) (fig n) : Même type d'organisation que l'horizon SEL 4-3. Il se différencie de ce dernier par :

- son fond matriciel brun orangé en LN,
- son squelette de quartz plus abondant,
- la présence de traces de racines et de débris organiques

Commentaire

Le profil SEL 4 présente dans son ensemble un seul type d'assemblage porphyrosquelique. La porosité est un peu plus développée à la surface. De haut en bas du profil, le squelette de quartz est de plus en plus abondant, par contre, les muscovites diminuent progressivement.

Les fondsmatriciels des deux matériaux rouges à rouge violacé (SEL 4-A) et gris jaunâtre (SEL 4-B) ont le squelette de même nature et de même disposition. Leurs plasmas ont des couleurs différentes:

- plasma rouge à rouge orangé en LN, asépique, pour le matériau SEL 4-A ;
- plasma gris en LN, asépique pour le matériau SEL 4-B.

Ceci nous fait penser que le matériau gris jaunâtre (SEL 4-B)

provient probablement du matériau rouge à rouge violacé (SEL 4-A) par perte de substances colorantes (fer) sous l'action du battement de la nappe (nappe repérée à 3 mètres de profondeur en saison des pluies).

4°/ Profil de bord du thalweg SEL 6 (situé à 14 m du bas-fon

Une mince couche de litière de feuilles et de brindilles en voie de décomposition.

0 - 15 cm : Couleur brun à brun foncé (10 YR 4/3), hétérogène, (SEL 6-1) avec beaucoup de taches d'hydromorphie ruille foncé dans la masse. Texture sableuse à sablo-argileuse. Peu de cailloux (1 %) mal répartis, à cassure rouge orangé à rouge noirâtre, entourés d'un cortex brun verdâtre foncé. Structure polyédrique à arêtes vives et à faces rugueuses (0,5 - 2 cm), surtout les gros agrégats. Vides planaires assez nombreux. Peu de pores tubulaires. Faible cohésion. Friable. Assez compact et continue. Activité des vers de terre et de termites. Nombreuses racines et radicelles. Limite distincte et ondulée.

15 - 30 cm : Couleur jaune brunâtre (10 YR 6/6), hétérogène, avec (SEL 6-2) beaucoup de petites taches jaune rougeâtre, jaune orangé. Texture sablo-argileuse. Cailloux (5 - 10 %) de 0,5 à 4 cm de diamètre, à même cassure que ceux de l'horizon précédent. Structure massive à débit polyédrique. Pores tubulaires assez nombreux. Faible cohésion. Friable. Activité de vers de terre et de termites. Limite distincte et ondulée.

30 - 65 cm : Couleur brun très pâle (10 YR 8/3) dominante, avec (SEL 6-3) beaucoup de grandes taches ou plages jaunes, orangées, rouges. Texture argilo-sableuse micacée. Cailloux (5 - 10 %) plus ou moins durs, de 0,5 à 6 cm de diamètre. Ils sont de forme très torturée, à cassure rouge violacé et sans cuticule visible. Structure massive à

débit polyédrique. Pores tubulaires assez nombreux. Faible cohésion. Friable. Activité de vers de terre. Racines et radicelles assez nombreuses (0,1 - 1 cm \emptyset). Limite distincte et ondulée.

65 - 110 cm : Couleur gris clair à blanc verdâtre (10 YR 7/1), (SEL 6-4) avec de grandes taches ou plages oranges, rouges, jaunes. Texture argilo-sableuse micacée. Cailloux (20 - 30 %) de forme très irrégulière souvent aplatie, à cassure rouge violacé et plus ou moins durs. Structure massive. Pores tubulaires peu nombreux. Faible cohésion. Friable. Racines peu nombreuses. Limite distincte et ondulée.

110 - 200 cm : Matériaux à structure pétrographique plus ou moins conservée, formés de deux matériaux alternés :

- Matériau (7,5 YR 8/0) blanc à blanc grisâtre, meuble, argileux micacé, avec de nombreuses grandes taches rouilles (SEL 6-B).
- Matériau (10 R 3/6 à 10 R 3/2) rouge foncé à rouge violacé, plus ou moins dur, parfois cassable à la main (SEL 4-A). Il se présente sous forme de grandes plaquettes de 5 - 10 cm d'épaisseur, disposées subverticalement et faisant, à partir de 170 cm, un angle de 60 à 70° avec l'horizontale. Par leur disposition, ces plaquettes sont des lithoreliques du matériau sous-jacent.

Commentaire

Ce profil comprend principalement trois ensembles d'horizons :

- Un horizon humifère sableux à sablo-argileux, à structure polyédrique assez compacte.
- Un ensemble de trois horizons bariolés aux caractères morphologiques plus ou moins hérités du matériau sous-jacent. Les deux premiers horizons :
 - × 15 - 30 cm : bariolé à réseau de petites mailles,
 - × 30 - 65 cm : bariolé à réseau de grandes mailles,

se différencie du troisième : \approx 65 - 110 cm : bariolé à réseau de grandes mailles, à fond blanchi, par l'absence d'un fond blanchi.

- Un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée, à fond blanchi (faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica).

Profil SEL 5

Il se distingue du profil SEL 6 essentiellement par :

- La présence d'un horizon humifère à structure grumelleuse, à très faible épaisseur (1 cm), situé au-dessus de l'horizon à structure polyédrique à arêtes vives et à faces rugueuses.
- L'absence de l'horizon bariolé à réseau de grandes mailles, à fond blanchi.

Il comprend cinq horizons :

- 0 - 1 cm : Horizon humifère à structure grumelleuse.
(SEL 5-1)
- 1 - 15 cm : Horizon à structure polyédrique à arêtes vives et à
(SEL 5-2) faces rugueuses
- 15 - 40 cm : Horizon bariolé à réseau de petites mailles.
(SEL 5-3)
- 40 - 90 cm : Horizon bariolé à réseau de grandes mailles.
(SEL 5-4)
- 90 - 200 cm : Horizon à structure pétrographique plus ou moins
(SEL 5-5) conservée, à fond blanchi (faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica).

Commentaire

Les deux profils SEL 5 et SEL 6 se différencient des profils SEL 3 et SEL 4 essentiellement par :

- La présence d'un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée, à fond blanchi.
- La présence de nodules ferrugineux dans tous les horizons.
- Des lithoreliques en forme de grosses plaquettes et plus ou moins

dures dans l'horizon à structure pétrographique, plus ou moins conservée, à fond blanchi.

Par contre, ils ont même horizon bariolé à réseau de petites mailles et à réseau de grandes mailles que les profils SEL 3 et SEL 4.

Nous avons constaté que, au cours du creusement du profil SEL 6, il y avait une sortie d'eau de la nappe. Le niveau de la nappe est de 170 cm de la surface. Ceci nous fait penser que le blanchiment du fond des horizons de profondeur est dû probablement à l'action de cette nappe phréatique.

a) Nodulation ferrugineuse de SEL 5 et SEL 6.

Les nodules s'observent sur tout l'ensemble des profils. Leur répartition est assez homogène.

0 - 30 cm : Les nodules sont très durs avec un cortex de couleur brun verdâtre foncé. Leur forme est en général polyédrique à arêtes émoussées. Ils ont une cassure rouge orangé à rouge noirâtre, assez poreuse, à aspect granulaire. L'étude des lames minces montrent qu'ils sont formés presque uniquement d'oxydes de fer pigmentés par de nombreuses taches ou plages rouge foncé (LP). Quelques petits grains de quartz très altérés s'observent par endroits. Les vides de cavité sont assez importants.

30 - 110 cm : Les nodules sont plus ou moins durs, sans cortex visibles, à cassure rouge violacé, assez poreux, à aspect granulaire. Leur forme est très torturée, souvent aplatie, à aspect dendritique. Ils sont constitués par de nombreuses paillettes de mica plus ou moins altérées et de nombreux grains de quartz cimentés par des oxydes de fer en réseaux anastomosés denses. La porosité est faible.

110 - 200 cm : Les nodules se présentent sous forme de grandes plaquettes sans cuticule et disposées subverticalement. Leur cassure est rouge violacé à aspect granulaire. L'étude des lames minces nous montre qu'ils sont formés

de très nombreuses paillettes de mica plus ou moins altérées et quelques gros grains de quartz cimentés par des oxydes de fer. La porosité est faible. Par leur disposition, ces nodules sont des nodules relictuels.

Commentaire

Les nodules des horizons de surface (profondeur de 0 à 30 cm) se distinguent de ceux des horizons de profondeur (profondeur de 30 à 200 cm) essentiellement par l'absence des paillettes de mica et par la présence d'un cortex brun verdâtre foncé.

Les nodules des horizons de profondeur moyenne (profondeur de 30 à 110 cm) ont la même nature minéralogique que ceux de l'horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée. Ils sont donc des nodules lithorelictuels formés sur place.

b) Etude micromorphologique

Profil SEL 6

SEL 6-5 (110 - 200 cm) : Assemblage porphyrosquelique à faible (fig 0) porosité. Le squelette constitué de grains de quartz et de quelques paillettes de muscovite est régulièrement réparti dans le fond matriciel.

Le squelette quartzeux est abondant, de forme et de taille irrégulières (0,1 à 0,6 mm), corrodé et fracturé.

Le fond matriciel est de deux types :

- Un fond matriciel de couleur rouge noirâtre très foncé en LN et éteint en LP (lithorelique).
- Un fond matriciel de couleur blanc grisâtre en LN, asépique.

Dans ces deux fonds matriciels, le squelette de quartz et de muscovite ont pratiquement la même disposition.

Une zone de passage de couleur intermédiaire existe entre ces deux types de fond matriciel. La porosité est limitée à quelques vides de cavité de diamètre 0,2 à 0,5 mm.

SEL 6-4 (65 - 110 cm) : Assemblage porphyrosquelique à porosité un peu plus développée que l'horizon précédent. Le squelette est constitué de grains de quartz généralement de taille 0,2 mm et de quelques paillettes de muscovite très altérées. Nous distinguons toujours deux types de fonds matriciels :

- Un fond matriciel rouge orangé en LN, asépique ;
- Un fond matriciel blanc grisâtre en LN, asépique.

Le passage entre ces deux fonds est diffus. La porosité est formée de quelques vides de cavité et fissuraires (0,2 à 0,4 mm). La disposition des grains de squelette est pratiquement la même dans ces deux fonds matriciels.

SEL 6-3 (30 - 65 cm) : Assemblage porphyrosquelique à porosité assez importante. Le squelette est formé essentiellement de nombreux petits grains de quartz (0,1 à 0,2 mm) et de quelques gros grains de quartz (environ 0,4 mm) et de quelques fines paillettes de muscovite.

Le fond matriciel est de deux types :

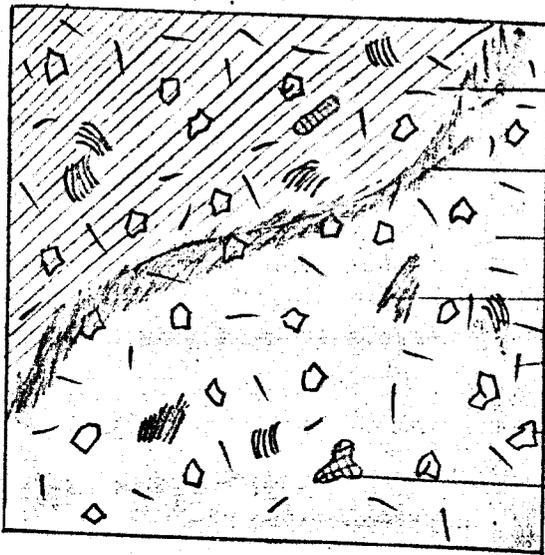
- Un fond matriciel rouge noirâtre foncé en LN, en réseaux anastomosés.
- Un fond matriciel jaune orangé en LN, asépique.

Le passage entre ces deux fonds est diffus. La disposition du squelette est régulière. La porosité est limitée à quelques vides de cavité et fissuraires. Les vides sont plus abondants dans le fond matriciel rouge noirâtre foncé. Quelques petits nodules (0,4 à 0,8 mm) avec ou sans grains de quartz sont éparpillés dans ces deux fonds matriciels.

SEL 6-2 (15 - 30 cm) : Assemblage porphyrosquelique à porosité assez importante. Le squelette est beaucoup plus abondant que ^{dans} l'horizon précédent. Il est formé uniquement de grains de quartz (0,1 à 0,4 mm), régulièrement répartis dans un fond matriciel brun jaunâtre (LN). La porosité est formée de quelques vides de cavité et fissuraires (0,2 à 0,4 mm). Les petits nodules sont un peu plus abondants que ^{dans} l'horizon précédent. Certains sont entourés d'une plage de couleur rouge à limite diffuse avec le plasma environnant.

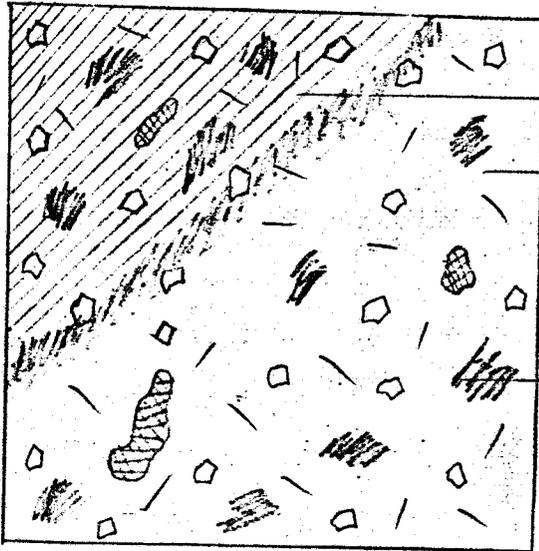
Schémas des organisations micromorphologiques du profil SEL6

Fig. 0 SEL6-5



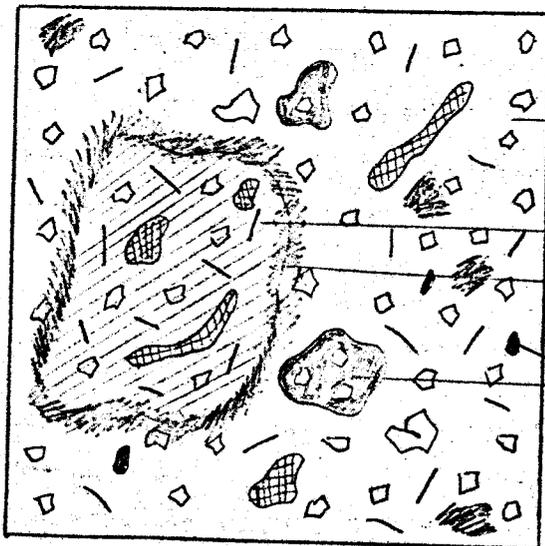
- plasma rouge noirâtre très finé en LN.
- zone intermédiaire rouge orangé en LN.
- plasma blanc grisâtre en LN.
- tache ou plage rouge orangé
- paillettes de mica
- quartz
- vide

Fig. 12 SEL6-4



- plasma rouge orangé en LN
- plasma blanc grisâtre en LN
- tache ou plage rouge orangé

Fig. qu SEL6-3



- plasma jaune orangé en LN.
- plasma rouge noirâtre finé en LN.
- zone intermédiaire
- nodules avec ou sans quartz.

Fig. 72 SEL6-2



plasma brun jaunâtre en LN.

Fig. 73 SEL6-1



plasma brun en LN.

traces de racine

débris organiques

SEL 6-1 (0 - 15 cm) : On observe à peu près le même type d'assemblage (fig 8) blage. Le fond matriciel est brun en LN. Le plasma est sensiblement moins abondant. Le squelette quartzeux est plus abondant que dans l'horizon précédent. Des traces de racines et de débris organiques sont éparpillés un peu partout dans le fond matriciel.

Commentaire

L'étude micromorphologique nous montre que le profil SEL 6 présente beaucoup de points communs avec le profil SEL 4 :

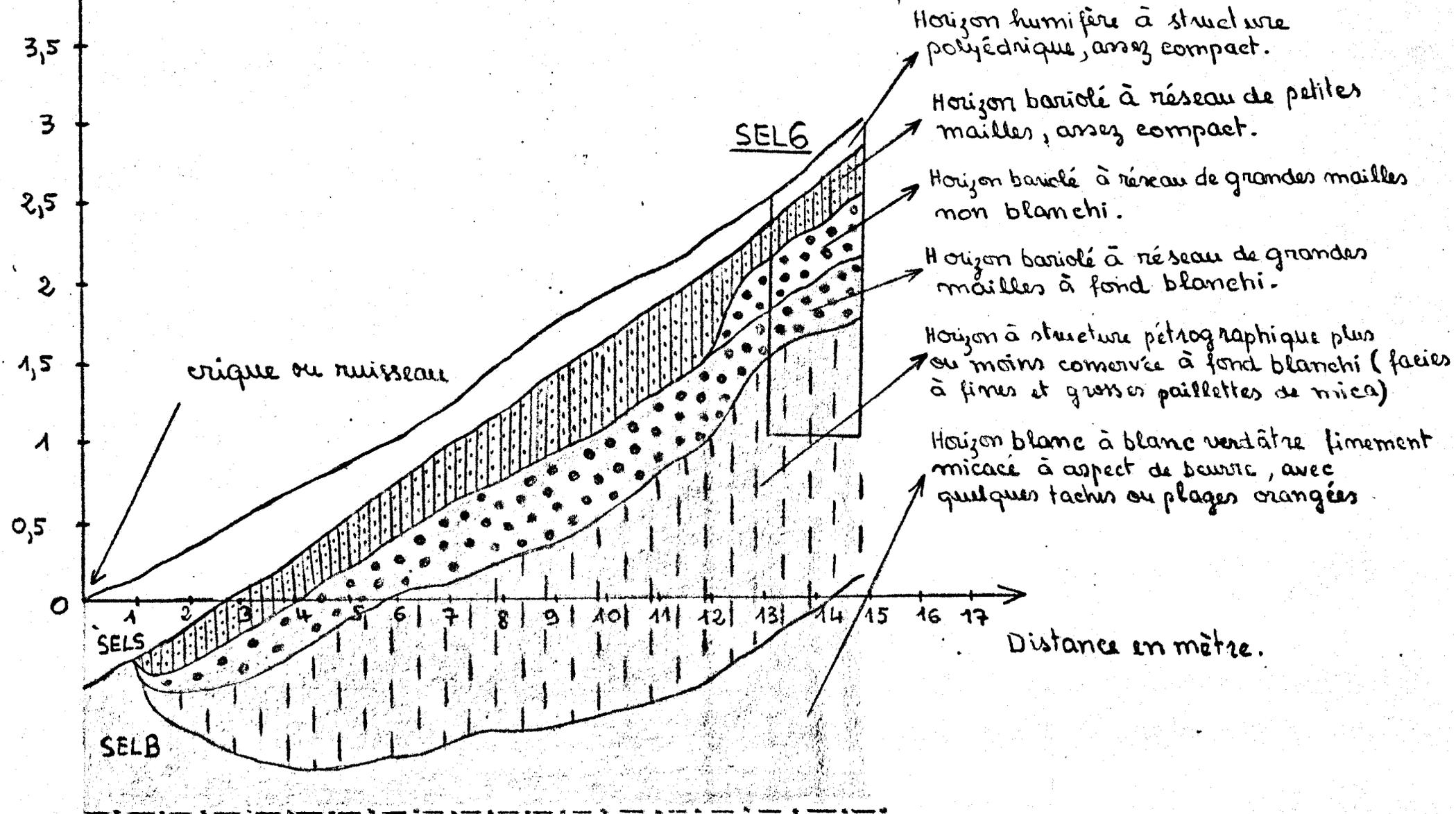
- même type d'assemblage porphyrosquelique,
- abondance des grains de squelette quartzeux et diminution des paillettes de muscovite à la surface,
- porosité plus développée en surface qu'en profondeur.

Les lithoreliques (SEL 6-A) et le matériau blanc à blanc grisâtre (SEL 6-B) qui les emballent ont un squelette de même nature et de même disposition. Mais ils ont cependant des plasmas différents. Ceci nous fait penser que le matériau blanc à blanc grisâtre proviennent probablement des lithoreliques par perte de substances colorantes (fer) sous l'action de la nappe phréatique

5°/ Etude de la tranchée (fig 2)

Elle s'est prolongée du profil SEL 6 jusqu'au bas-fond du thalweg. Elle mesure 14 mètres. De haut en bas de la tranchée, nous constatons des changements morphologiques suivants :

- L'horizon assez massif à structure polyédrique du profil SEL 6 augmente progressivement son épaisseur qui atteint 50 cm au fond du thalweg. Sa couleur brun foncé change progressivement en gris foncé. Sa texture est de plus en plus sableuse avec quelques nodules à cortex brun verdâtre très foncé et beaucoup de graviers de quartz. Sa structure est de plus en plus massive.
- L'horizon bariolé à réseau de petites mailles est de plus en plus massif. Sa couleur jaune brunâtre change progressivement en

Fig. 2 COUPE DE LA TRANCHEE

jaune grisâtre. Sa texture est de plus en plus sableuse avec quelques nodules à cortex brun verdâtre très foncé et des graviers de quartz.

- Les horizons bariolés à réseau de grandes mailles sont de plus en plus blanchis avec quelques taches ou plages rouges, oranges.
- A deux mètres du profil SEL 6, nous n'observons plus de lithoreliques en grosses plaquettes, mais quelques coupoles légèrement arrondies de 10 à 15 cm de diamètre et des cailloux sans cortex, à cassure rouge violacé. A 3 mètres du profil SEL 6, nous n'observons que des nodules sans cortex, très corrodés, de forme torturée, à aspect dendritique. Ils sont entourés par une couronne rouge orangé. Ces nodules sont de plus en plus rares vers 5 mètres du profil SEL 6. Par contre, les taches ou plages rouge orangé sont nombreuses. A 13 mètres du profil SEL 6, nous constatons qu'il y a seulement deux horizons :

0 - 50 cm : Couleur brun très foncé (de 0 à 20 cm) qui passe à (SEL S) gris foncé en profondeur. Texture très sableuse avec beaucoup de débris organiques. Quelques nodules à cassure rouge noirâtre, entourés d'un cortex de couleur brun verdâtre très foncé. Structure massive à gros débits polyédriques. Faible cohésion. Friable. Activités de vers de terre. Limite distincte et ondulée.

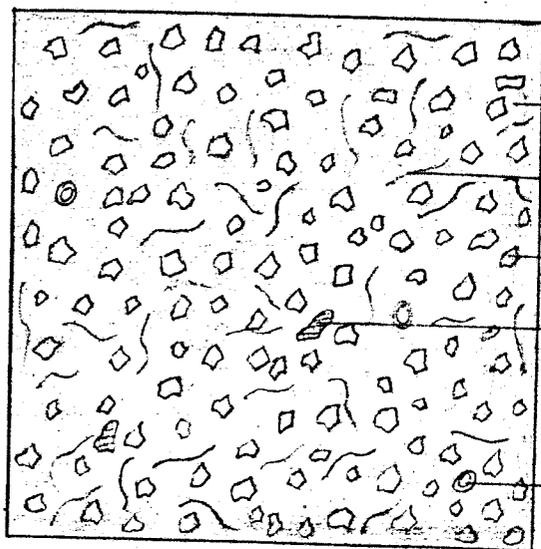
En-dessous de 50 cm : Couleur blanc grisâtre avec quelques taches (SEL B) ou plages orangées irrégulièrement réparties. Texture argileuse micacée à aspect de beurre avec des graviers de quartz assez importants. Structure massive.

Etude micromorphologique

SEL S (0 - 50 cm) : Assemblage aggloméroplasmique à faible porosité. Le squelette constitué de très nombreux petits grains de quartz (0,05 à 0,1 mm) est régulièrement réparti dans un fond matriciel brun très foncé (LN). La porosité est limitée à quelques vides de cavité de 0,2 mm de diamètre environ. Nombreuses traces de racines et de débris organiques éparpillés dans le fond matriciel.

schémas des organisations micromorphologiques
du profil de bas-fond.

Fig. t SELS



plasma brun très fine en LN.

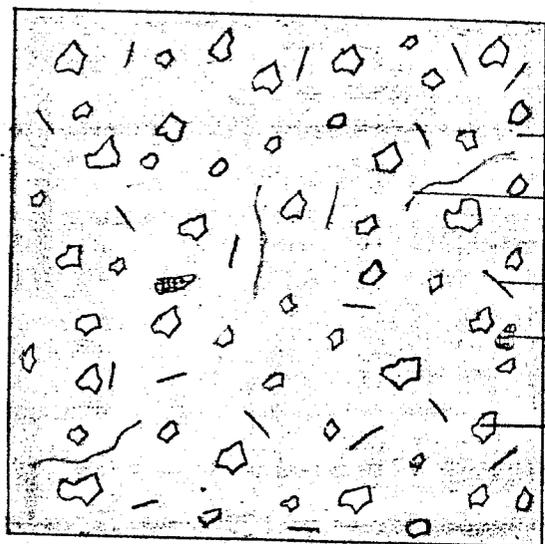
traces de débris organiques

quartz

vide

traces de racines

Fig. u. SELB



Plasma blanc grisâtre en LN.

Traces de débris organiques

muscovite déferrifié

vide

quartz

SEL B (+ 50 cm) : Assemblage porphyrosquelique à faible porosité.
(fig u) Le squelette est formé de nombreux grains de quartz (0,05 à 1,5 mm) surtout les petits grains et des fines paillettes de mica déferrifiées, régulièrement disposés dans le fond matriciel. Le plasma de couleur blanc grisâtre en LN est beaucoup plus abondant que celui de l'horizon précédent. Quelques traces de débris organiques éparpillées dans le fond matriciel.

Commentaire

L'horizon SEL S a la même nature de cailloux et même nature de squelette que l'horizon SEL 6-1. Il se différencie de ce dernier macroscopiquement par sa texture très sableuse et sa plus grande épaisseur (50 cm) et microscopiquement par son assemblage aggloméroplasmique (très nombreux grains de squelette).

Du profil SEL 6 au bas-fond, nous avons constaté qu'il y a une succession de groupes de nodules sans cuticule, de même cassure rouge violacé, mais de forme différente. Ces groupes de nodules sont :

- Nodules en forme de grosses plaquettes dans le profil SEL 6 (lithoreliques).
- Nodules en forme de coupoles.
- Nodules de forme très torturée, à aspect dendritique.

Le matériau blanc à blanc grisâtre (SEL 6-B) qui emballe les grosses plaquettes lithorelictuelles (SEL 6-A) de l'horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée du profil SEL 6, a un squelette de même nature (quartz et mica) et de même disposition que l'horizon SEL B du bas-fond.

Le commentaire ci-dessus nous permet de conclure que :

- L'horizon SEL S provient probablement de la transformation de l'horizon SEL 6-1 caractérisé par une perte de teneur en éléments fins (argiles), donc par une augmentation de teneur en éléments grossiers.

- L'horizon SEL B est probablement dérivé de la transformation des horizons de profondeur du profil SEL 6 (sauf horizon SEL 6-1), caractérisée par une dissolution suivie d'un départ des ciments colorants (fer et argile) des plaquettes sous l'influence de la nappe.

III - CONCLUSIONS GENERALES

Les principales conclusions que nous pouvons dégager de l'étude morphologique de la séquence SEL sont les suivantes :

- La séquence comprend morphologiquement 3 types d'organisations différentes :
 - Organisation A représentée par les deux profils de la partie supérieure de la séquence (SEL 1 et SEL 2). Elle est caractérisée par :
 - . un ensemble de deux horizons humifères non compacts, avec quelques taches d'hydromorphie. Teneur en nodules assez forte.
 - . un horizon à concentration nodulaire maximum.
 - . un ensemble de deux horizons non bariolés, aux caractères morphologiques hérités du matériau à structure plus ou moins conservée.
 - . un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (deux faciès différents : un faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica et un faciès à fines et grosses paillettes de mica).
 - Organisation B représentée par les deux profils de la partie médiane de la séquence (SEL 3 et SEL 4). Elle est caractérisée par :
 - . un ensemble de deux horizons humifères assez compacts, avec de nombreuses taches d'hydromorphie. Teneur en nodules très faible.

- . un ensemble de deux horizons bariolés non blanchis, aux caractères morphologiques hérités du matériau sous-jacent.
 - . un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica).
- Organisation C représentée par les deux profils de la partie inférieure de la séquence (SEL 5 et SEL 6). Elle est caractérisée par :
- . un horizon humifère assez compact avec de nombreuses taches d'hydromorphie. Teneur en nodules très faible.
 - . un ensemble de deux horizons bariolés plus ou moins blanchis en profondeur, aux caractères morphologiques hérités du matériau sous-jacent.
 - . un horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée à fond blanchi (faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica).
- Les nodules sont de trois types (voir fig 4) :
- Nodules formés principalement d'oxydes de fer et de grains de quartz.
 - Nodules formés principalement d'oxydes de fer, de quartz et de paillettes de mica.
 - Nodules formés principalement d'oxydes de fer, de quartz, de paillettes de mica et de gibbsite.

Les nodules des horizons de surface d'origine encore mal connue se distinguent des nodules des horizons de profondeur (nodules lithorelictuels) principalement par leur dureté plus grande et par la présence de leur cuticule.

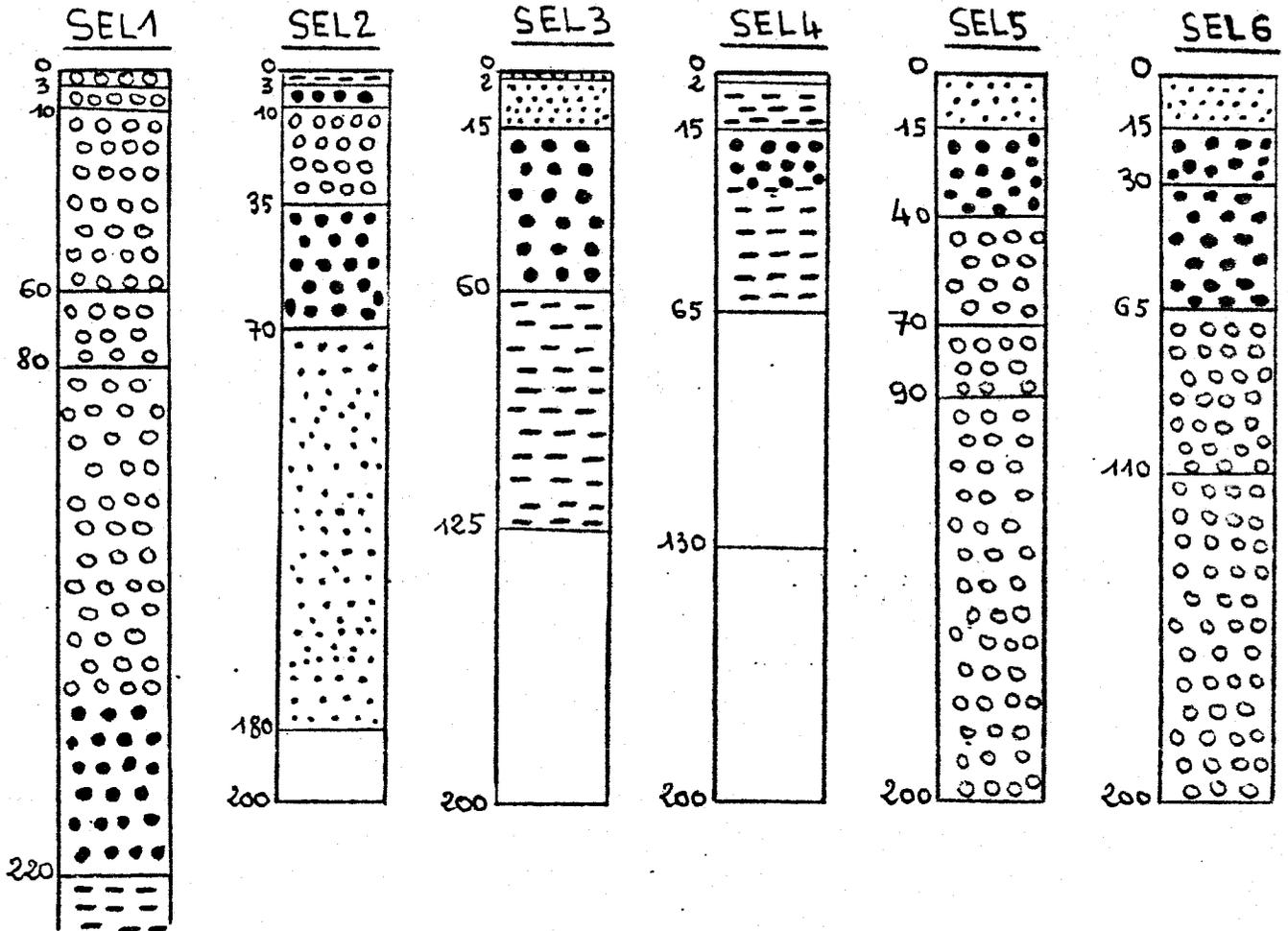
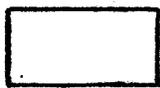
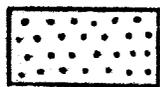


Fig. 3 Pourcentage moyen des cailloux estimé sur place.

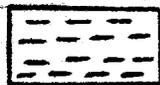
LEGENDES



< 1%



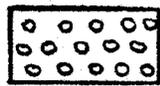
≈ 1%



< 5%



5 - 15%



15 - 30%

Figure 4 - Caractères morphologiques et minéralogiques des nodules

| Organi- sation | Profondeur (cm) | Couleur des cuticules | Cassure | Nature | Dureté |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|--|---|--------|
| A | 0 - 60 | gris jaunâtre | rouge foncé ou rouge orangé | Oxyde de fer quartz et mica | durs |
| | 60 - 220 | Sans cuticule | rouge foncé ou rouge orangé | Oxyde de fer quartz, mica et gibbsite | + durs |
| B | 2 - 25 | brun verdâtre | rouge viola- cé à rouge noirâtre | oxyde de fer et quartz | durs |
| | 25 - 65 | gris jaunâtre | rouge viola- cé | oxyde de fer quartz et mica | durs |
| C | 0 - 30 | brun verdâtre très foncé | rouge orangé à rouge noi- râtre | oxydes de fer et quartz | durs |
| | 30 - 200 | sans cuticule | rouge viola- cé | oxyde de fer quartz et mica | + durs |

- Les trois organisations ont micromorphologiquement un seul type d'assemblage porphyrosquelique. Leur porosité et leur squelette quartzeux sont en général plus importants en surface qu'en profondeur. Par contre, les paillettes de mica sont de moins en moins abondantes de bas en haut de leur profil.
- Dans la partie inférieure de la séquence (sols à organisation C), l'action de la nappe phréatique (nappe repérée à 170 cm de profondeur) semble jouer un rôle important dans la dissolution et le transport des substances colorantes des lithoreliques et des matériaux qui les emballent (blanchiment).
- Dans les sols d'organisation B, l'action de la nappe repérée à 3 mètres de profondeur en saison des pluies se traduit par une apparition de bariolage dans les horizons de profondeur.
- La présence des taches d'hydromorphie dans tous les horizons de

surface nous fait penser que les sols de la séquence ont probablement un mauvais drainage (sols à drainage ralenti). Les sols à organisation A ayant peu de taches d'hydromorphie sont mieux drainés que les sols à organisation B et C.

Nous verrons cela plus loin, lors de l'étude du test d'infiltration d'eau en surface et de la capacité au champ.

CHAPITRE II

ETUDE ANALYTIQUE

Dans cette partie, nous examinerons successivement :

- la granulométrie de chaque type d'organisation et ses variations verticales et latérales ;
- les résultats d'analyse aux rayons X des matériaux à structure plus ou moins conservée ;
- les résultats d'analyse aux triacides ;
- les teneurs en matières organiques ;
- les caractéristiques du complexe absorbant et le pH ;
- le régime hydrique ;
- diagramme volumique du profil SEL 1 sur une tranche de 60 cm.

I - GRANULOMETRIE

La méthode utilisée est celle de "pipette de Robinson" par dispersion à l'héxamétaphosphate de sodium. Les fractions granulométriques sont exprimées en % de la terre fine (refus > 2 mm exclus) ou de la terre totale (refus > 2 mm inclus) sans tenir compte des teneurs en matières organiques. Nous allons étudier principalement les fractions granulométriques de la terre fine.

A. Variations verticales

1. Sols à organisation A (SEL 1 et SEL 2)

a) Granulométrie de la terre fine

a₁) Profil du sommet d'interfluve SEL 1 (fig 5)

De bas en haut du profil, le taux d'argile déjà assez élevé dans l'horizon à structure plus ou moins conservée (SEL 1-6 : 30 %) augmente jusqu'à la base de l'horizon nodulaire (SEL 1-4 : 48 %) pour diminuer légèrement dans l'horizon à concentration nodulaire maximum (SEL 1-3 : 45 %) et de façon beaucoup plus accentuée dans les horizons humifères de surface (SEL 1-2 et SEL 1-1 :

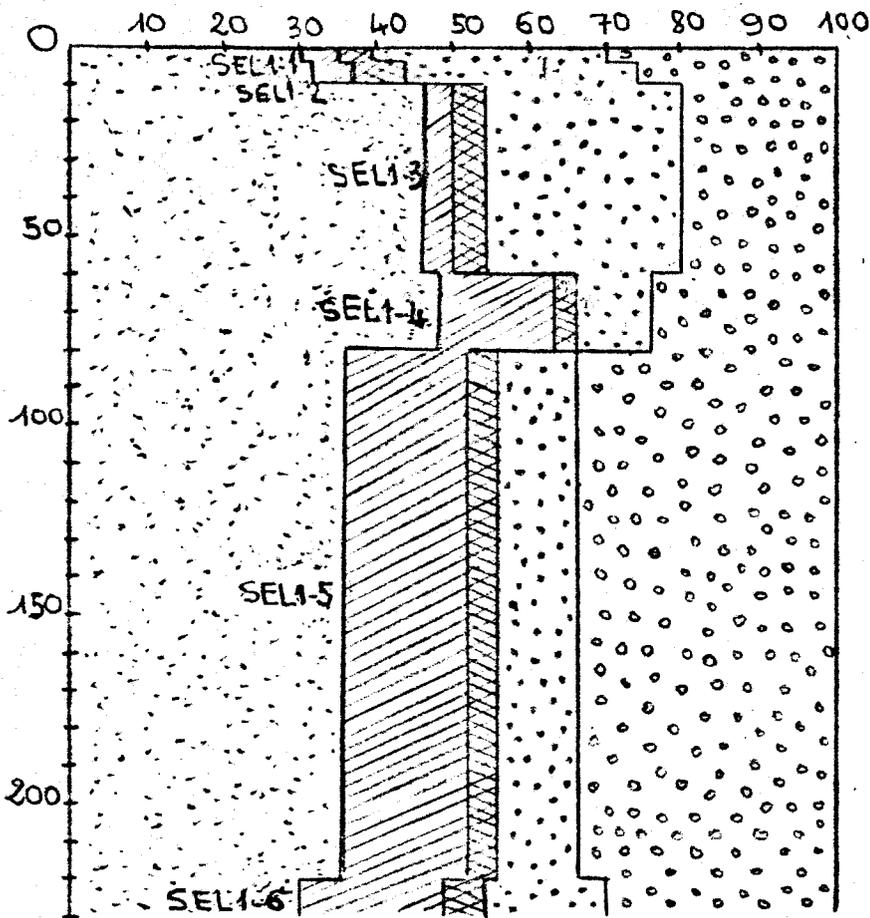
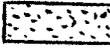
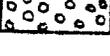
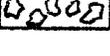


Fig. 5 Fractions granulométriques refus exclus du profil SEL1

LEGENDES

-  argiles (< 2µ)
-  limons fins (2-20µ)
-  limons grossiers (20-50µ)
-  sables fins (50-200µ)
-  sables grossiers (200µ-2mm)
-  refus (> 2mm)

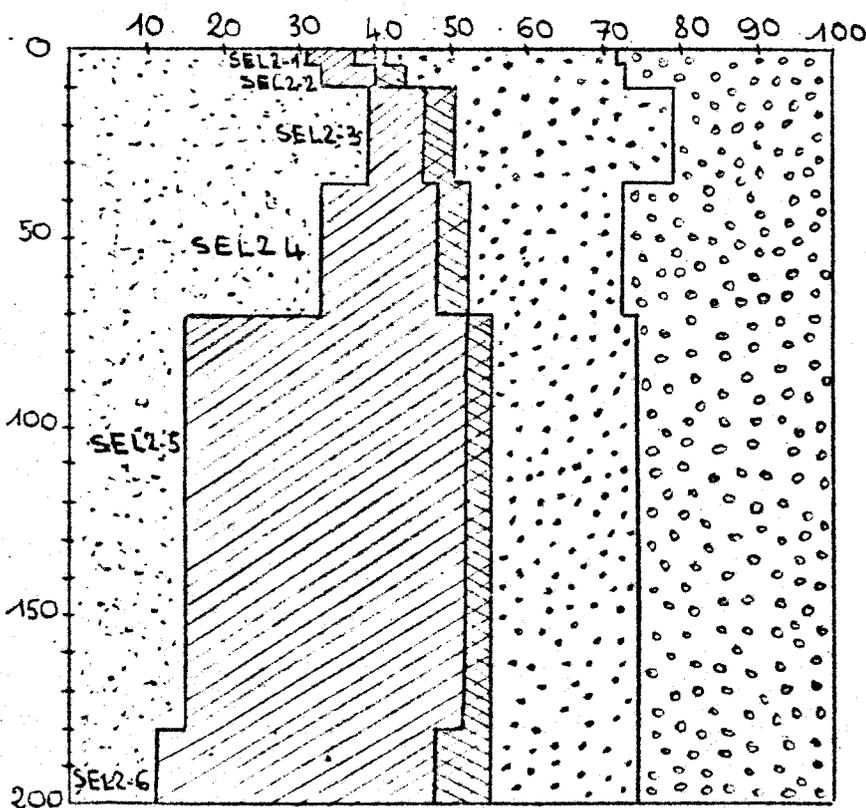


Fig. 6 Fractions granulométriques refus exclus du profil SEL2

32 et 30 %).

Le taux de limon fin peu variable dans l'horizon de profondeur jusqu'à la base de l'horizon à concentration nodulaire (15 %) diminue brusquement dans ce dernier puis reste constant.

Le taux de limon grossier est sensiblement constant dans l'ensemble du profil.

Le taux de sable fin varie sensiblement en sens inverse à celui de limon fin.

Le taux de sable grossier qui augmente légèrement à la base du profil diminue jusqu'à l'horizon à concentration nodulaire compris puis augmente à la surface.

a₂) Profil de tiers supérieur de la pente SEL 2 (fig 6)

On constate que les courbes de variations verticales des fractions granulométriques de ce profil ont à peu près la même allure que celles du profil précédent. On note cependant l'importance identique de la limite inférieure de l'horizon à concentration nodulaire maximum (SEL 2-3). Le taux maximum d'argile est ici dans cet horizon à concentration nodulaire maximum et non dans l'horizon immédiatement en dessous comme le profil SEL 1. D'autre part, dans les horizons à structure plus ou moins conservée (SEL 2-5 et SEL 2-6), le taux d'argile est nettement très faible et le taux de limon fin est considérablement plus élevé. Ceci peut-être rattaché à la grande abondance relative dans le squelette de grandes paillettes de muscovite (étude de lames minces) liée à la fois à une différence de faciès de la roche mère entre les profils SEL 1 et SEL 2. La grande abondance de limon dans le profil SEL 2 nous montre également que l'altération au moins mécanique est moins poussée que le profil SEL 1.

b) Granulométrie de la terre totale (fig 7 et 8)

Les figures 7 et 8 nous montrent que les fortes teneurs en cailloux dans les horizons à concentration nodulaire maximum (SEL 1-3 et SEL 2-3) s'accompagnent d'une forte diminution de teneur en argile. Dans les horizons de profondeur situés en dessous des horizons à concentration nodulaire maximum, le taux d'argile diminue également avec le taux de cailloux. Il apparaît donc que le taux d'argile par rapport à la terre totale (refus > 2 mm inclus) des horizons humifères (SEL 1-1, SEL 1-2, et SEL 2-1, SEL 2-2) et des

Fig. 7 Fractions granulométriques reclus inclus du profil SEL1

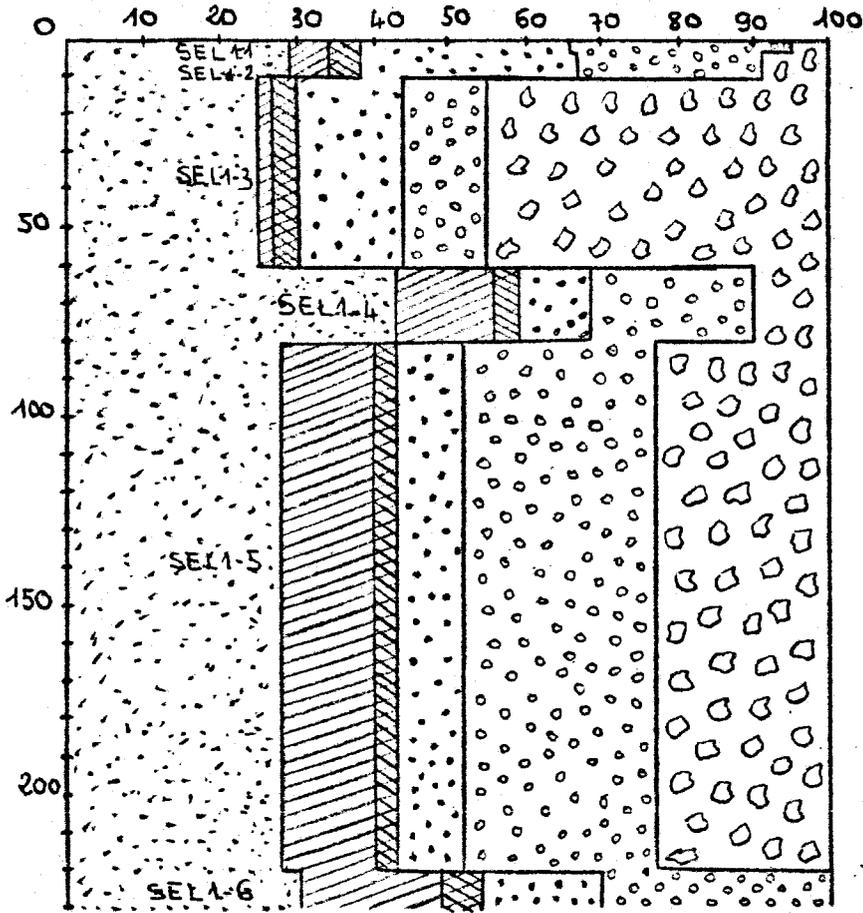
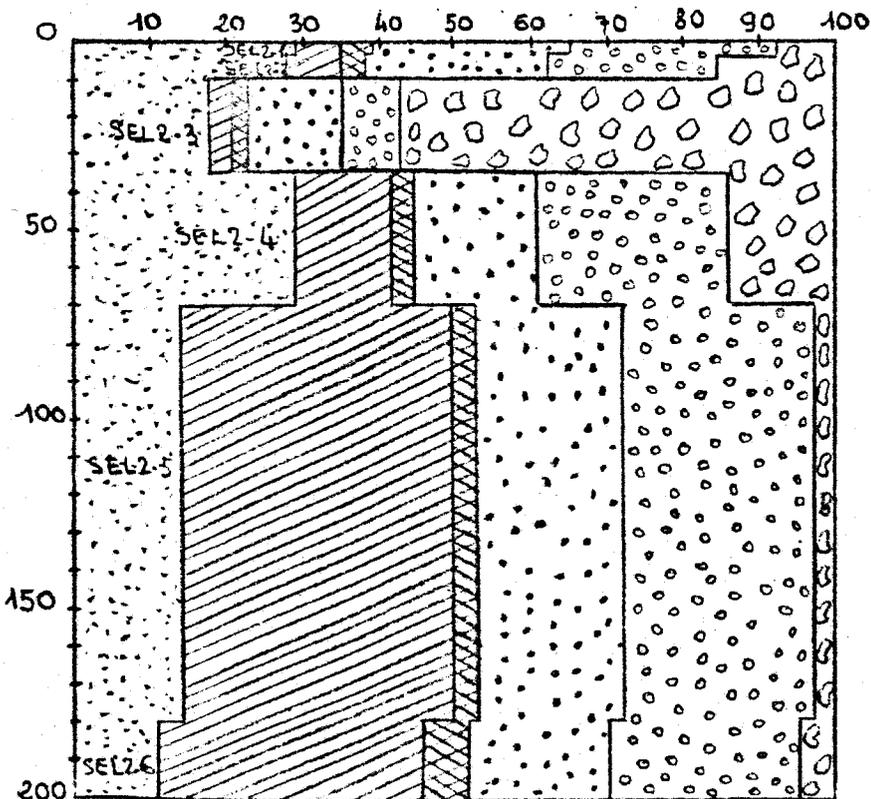


Fig. 8 Fractions granulométriques reclus inclus du profil SEL2



horizons immédiatement en dessous des horizons à concentration nodulaire maximum (SEL 1-4 et SEL 2-4) est plus élevé que les autres horizons.

Les horizons à concentration nodulaire ne sont donc pas des horizons plus riches en argiles (terre totale). Mais la terre fine de ces horizons est plus riche en argiles. En plus, les teneurs en argile par rapport à la terre totale de ces 2 profils ne nous montrent aucun signe d'appauvrissement superficiel.

Conclusion

Dans l'ensemble des deux profils, les variations verticales granulométriques sont relativement simples et assez semblables dans les deux profils. L'augmentation relative des teneurs en argile correspond à une diminution relative des sables grossiers en SEL 1 et des limons fins en SEL 2. Ceci nous amènerait à conclure à une formation de minéraux argileux aux dépens des squelettes. Mais nous verrons lors de l'étude des résultats de l'analyse au triacide que la variation du taux de silice soluble est indépendante de celle du taux d'argile (SEL 1) ou même inverse (SEL 2). Il est donc possible de conclure que cette augmentation de la fraction d'argile $< 2 \mu$ correspond alors à une simple fragmentation des fractions plus grosses (en particulier limons fins et sables grossiers).

2. Sols à organisation B (SEL 3 et SEL 4)

a) Granulométrie de la terre fine (fig 9 et 10)

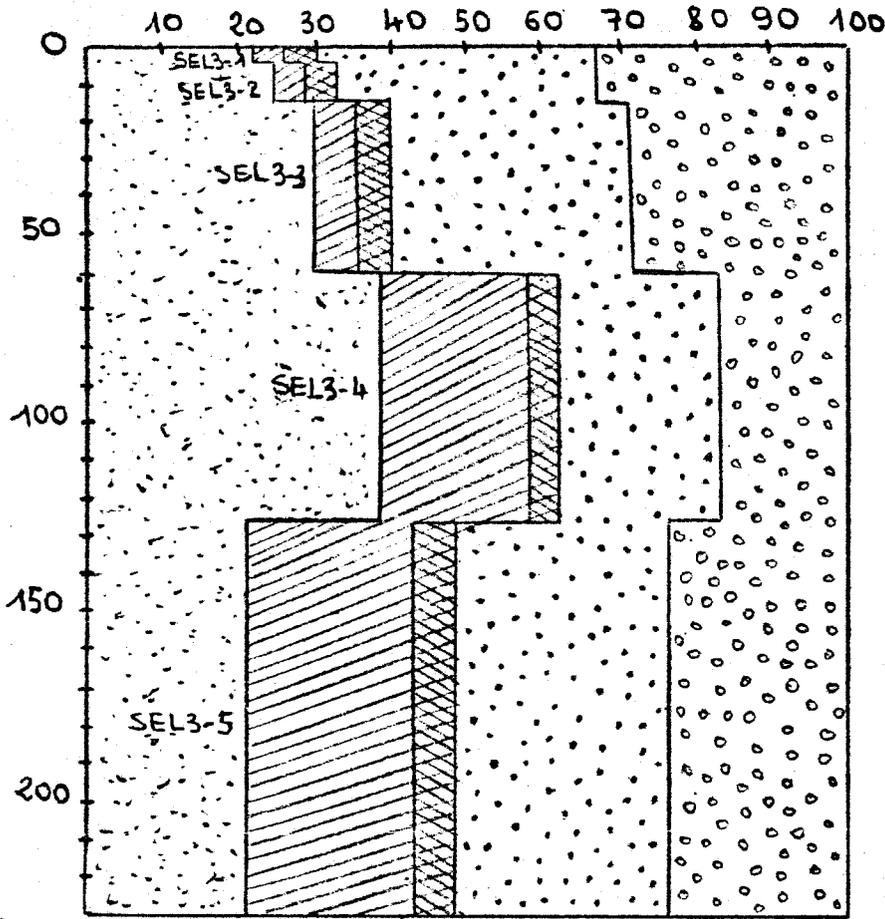
Profil médian de la pente SEL 4 (fig 10)

Les courbes de variations verticales des fractions granulométriques des deux profils SEL 3 et SEL 4 ont à peu près la même allure.

Nous étudierons essentiellement le profil SEL 4 ~~représentatif~~ de la séquence. Les résultats granulométriques du profil SEL 3 sont donnés à titre indicatif.

- Le taux d'argile de l'horizon à structure plus ou moins conservée (SEL 4-6 : 22 %) augmente successivement dans les horizons SEL 4-5 : 30 % et SEL 4-4 : 34 % puis diminue assez brutalement dans les trois horizons de surface (SEL 4-3 : 22 %, SEL 4-2 : 19 % et SEL 4-1 : 17 %)

Fig. 9 Fractions granulométriques refus exclus du profil SEL3



LEGENDES

- argiles (< 2µ)
- limons fins (2-20µ)
- limons grossiers (20-50µ)
- sables fins (50-200µ)
- sables grossiers (200µ-2mm)
- refus (> 2mm)

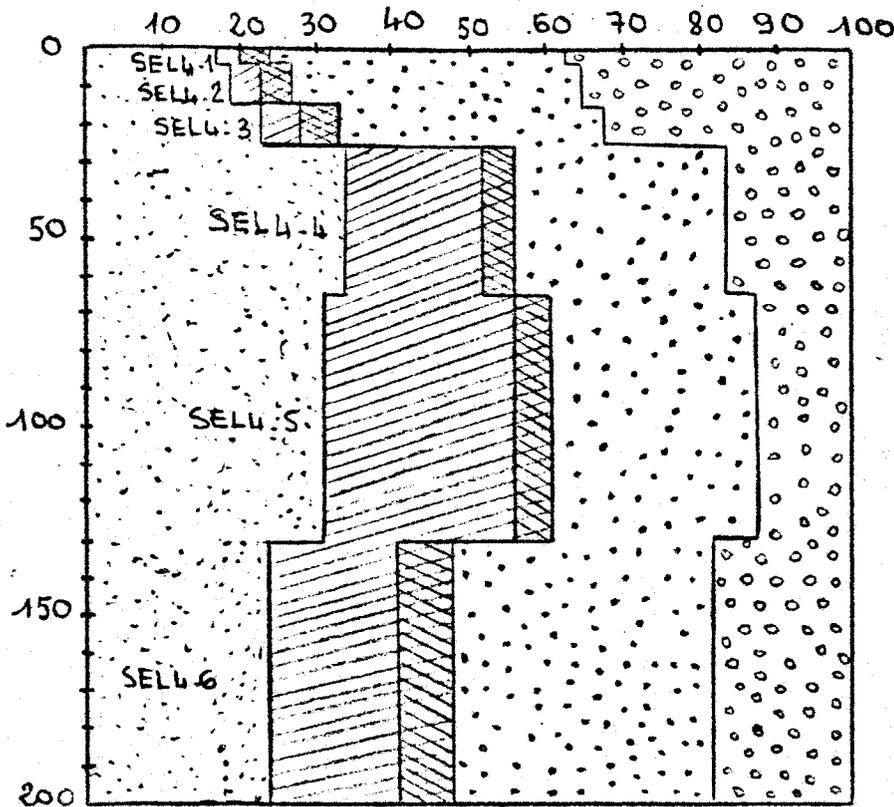


Fig. 10. Fractions granulométriques refus exclus du profil SEL4.

- Le taux de limon fin plus important en profondeur jusqu'à la base de l'horizon nodulaire (cailloux mal répartis) diminue brusquement et reste à peu près constant dans les trois horizons de surface.
- Le taux de limon grossier est relativement constant dans l'ensemble du profil.
- Les taux de sable fin et de sable grossier variables sont en général élevés en surface.

Ici, on note en particulier, l'importance de la limite inférieure de l'horizon nodulaire (changement brusque de taux d'argile). Le taux maximum d'argile est cette fois repéré dans l'horizon (SEL 4-4) immédiatement en dessous de l'horizon nodulaire. Ce qui est contraire au cas précédent. D'une part, le taux maximum d'argile correspond en général à une diminution relative des sables grossiers et d'autre part, le taux de silice soluble est relativement indépendant du taux d'argile (voir analyse au triacide) : la formation d'argile semble parvenir particulièrement de la fragmentation des sables grossiers.

b) Granulométrie de la terre totale (fig 11 et 12)

Chacun des deux profils SEL 3 (fig 11) et SEL 4 (fig 12) possèdent également un horizon à faible concentration nodulaire (SEL 3-3 et SEL 4-3) qui était peu nette sur le terrain mais apparaît au tamisage.

Nous remarquons que le taux d'argile diminue également avec le taux de cailloux. Cette diminution se fait d'une manière moins brutale que ^{celle} des deux profils précédents. Cependant, les taux d'argile des horizons humifères sont beaucoup plus faibles que les horizons immédiatement en dessous (SEL 3-4 dans le profil SEL 3 et SEL 4-4, SEL 4-5 dans le profil SEL 4). Ceci nous fait penser qu'il y a probablement un phénomène de lessivage ou d'appauvrissement dans ces horizons humifères.

L'étude des lames minces nous montre qu'il n'y a ^{pas} traces de dépôt d'argile dans les horizons à forte teneur en argile (SEL 3-4, SEL 4-4 et SEL 4-5). Il y a donc un appauvrissement d'argile dans les horizons humifères de surface. Cet appauvrissement est dû probablement aux eaux de ruissellement et aux eaux de la

Fig. 11 Fractions granulométriques
refus inclus du
profil SEL 3

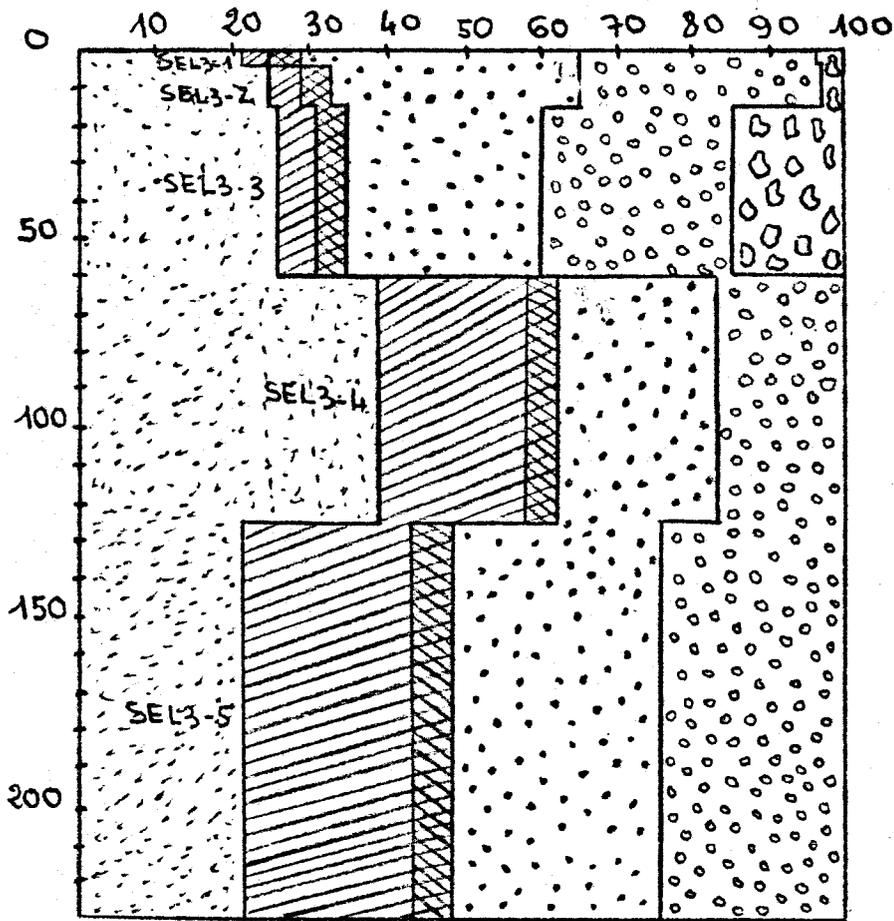
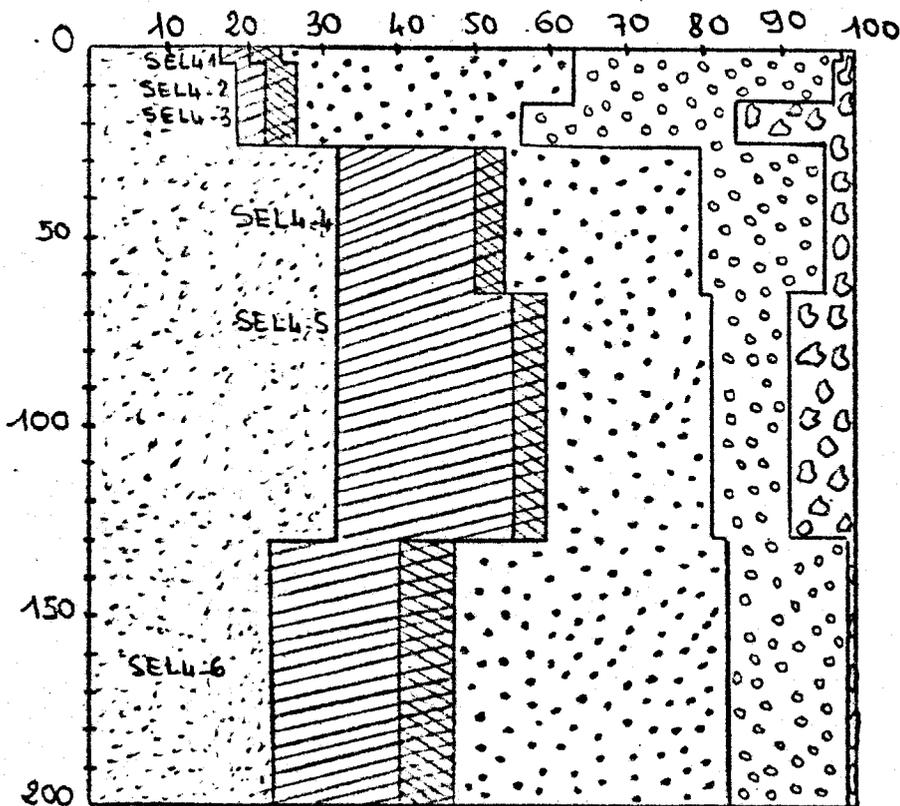


Fig 12. Fractions granulométriques
refus inclus du
profil SEL 4



nappe perchée observées pendant la période de fortes pluies (nappe perchée repérée entre 0 et 15 cm de profondeur).

3. Sols à organisation C (SEL 5 et SEL 6)

a) Granulométrie de la terre fine

Profil de bord du thalweg SEL 6 (fig 14)

Les variations granulométriques relatives du profil SEL 6 (fig 14) sont analogues à celles du profil SEL 5 (fig 13) sauf les courbes de variation des sables grossiers qui sont un peu différentes.

Si on compare les deux courbes des profils SEL 5 et SEL 6 avec les courbes des types de sols précédents (sols à organisation A et B), on constate qu'elles ont toutes une allure plus ou moins identique. Il y a donc une certaine constance de profils texturaux dans ces trois types de sols.

Cependant, on note également que le taux de silice soluble est indépendant du taux d'argile : la néoformation d'argile est là encore impossible. La forte teneur en argile provient tout simplement d'une fragmentation des particules plus grosses.

b) Granulométrie de la terre totale (fig 15 et 16)

Les profils SEL 5 et SEL 6 se différencient des autres sols de la séquence principalement par l'absence de l'horizon à concentration nodulaire. Les teneurs en nodules augmentent progressivement de haut en bas de la séquence. Nous avons déjà vu, lors de l'étude morphologique de la tranchée, que ces nodules diminuent peu à peu vers l'aval et sont pratiquement nuls dans le bas fond (sauf quelques nodules à cortex brun verdâtre très foncé qui résistent dans l'horizon de surface SEL S).

Les taux d'argile des deux premiers horizons de surface SEL 6-1 et 6-2 (surtout SEL 6-1) sont plus faibles que l'horizon immédiatement en dessous (SEL 6-3). Ceci montre qu'il y a appauvrissement en argile par les eaux de ruissellement et de nappe perchée dans ces deux horizons de surface. Le phénomène de lessivage est impossible car il n'y a pas de dépôt d'argile (étude de lames minces).

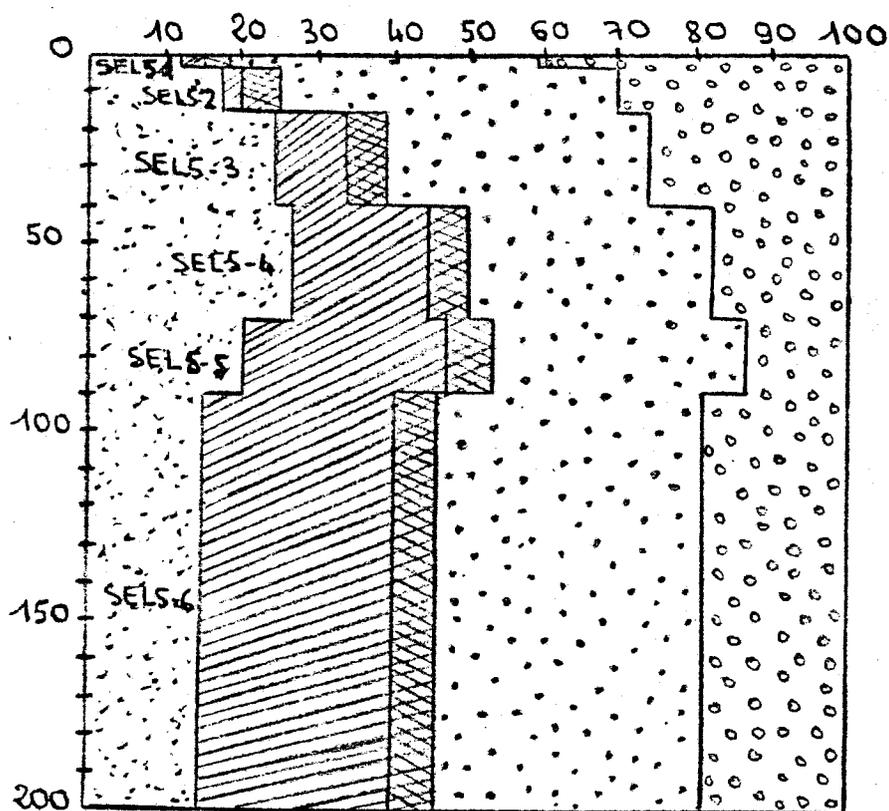
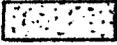
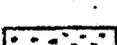
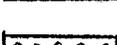
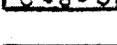


Fig. 13 Fractions granulométriques refus exclus du profil SEL5

LEGENDES

-  argiles (< 2μ)
-  limons fins (2-20μ)
-  limons grossiers (20-50μ)
-  sables fins (50-200μ)
-  sables grossiers (200μ-2mm)
-  refus (> 2mm)

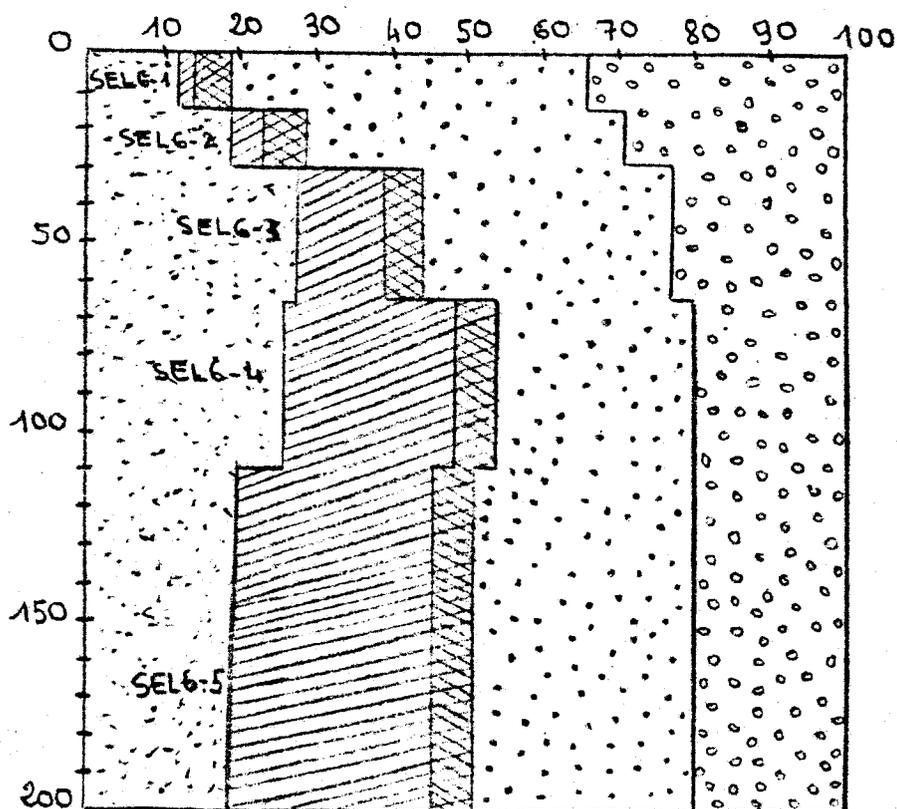


Fig. 14 Fractions granulométriques refus exclus du profil SEL6.

Fig. 15 Fractions granulométriques
refus inclus du
profil SEL5

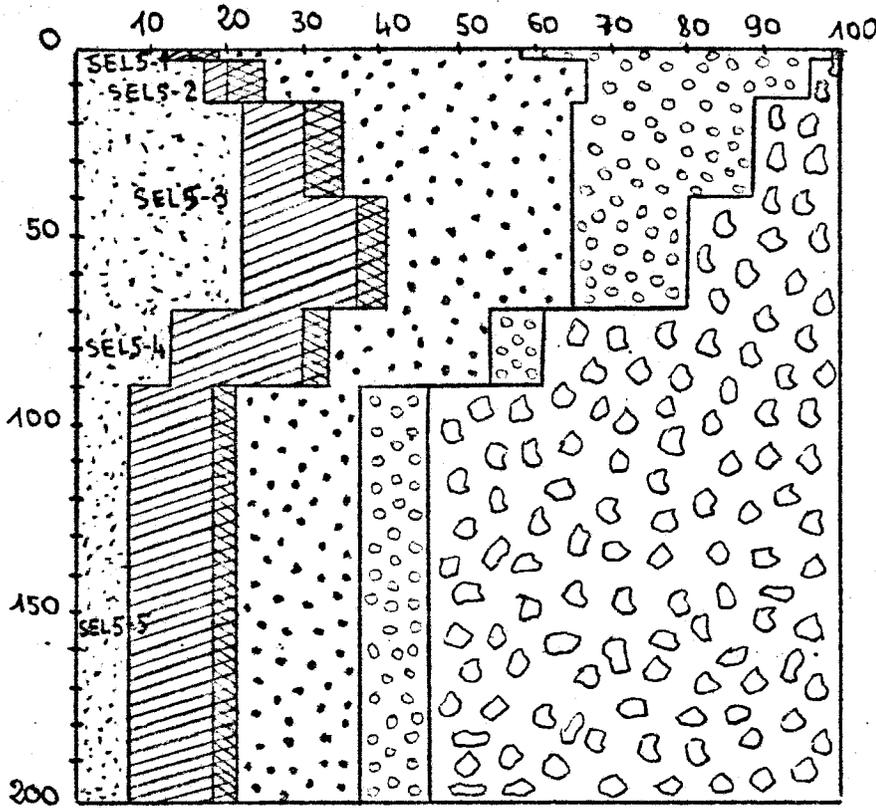


Fig. 16 Fractions granulométriques
refus inclus du
profil SEL6.

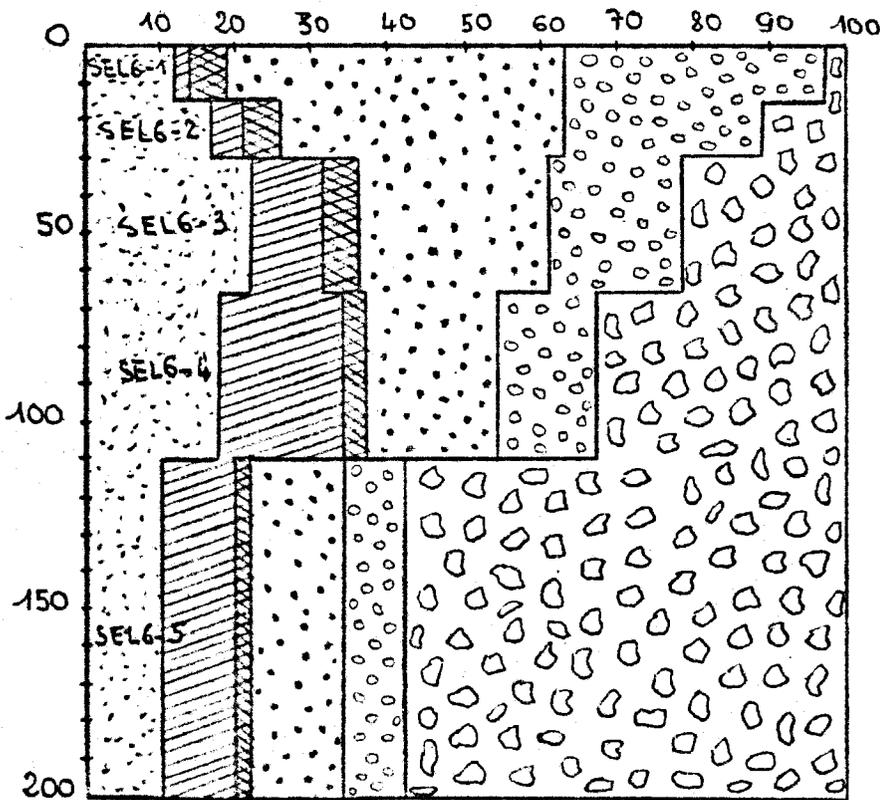
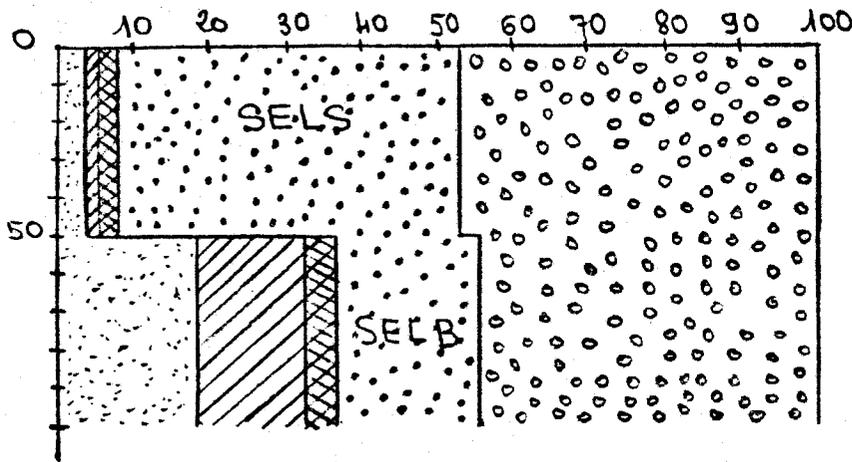


Fig. 17 Fractions granulométriques refus exclus du profil de bas fond.



LEGENDES

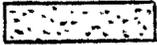
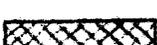
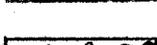
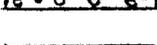
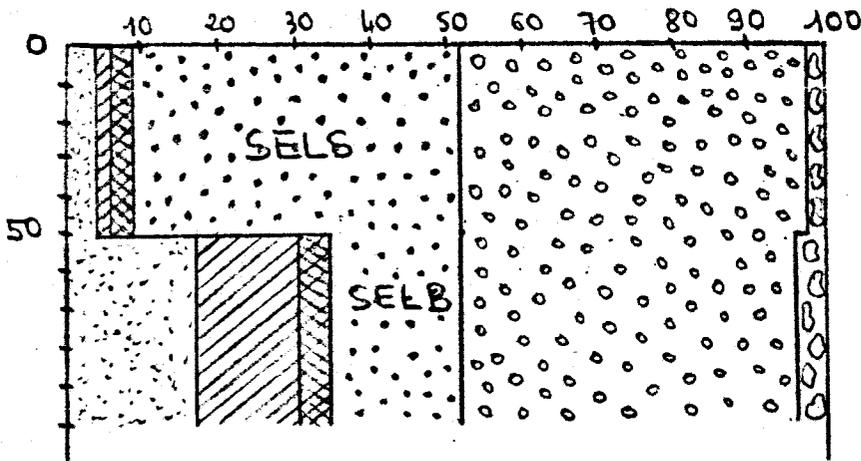
-  argiles (<2µ)
-  limons fins (2-20µ)
-  limons grossiers (20-50µ)
-  sables fins (50-200µ)
-  sables grossiers (200µ-2mm)
-  refus (>2mm).

Fig. 18 Fractions granulométriques refus inclus du profil de bas fond.



4. Profil de bas fond : tranchée (fig 17 et 18)

Il est important de signaler ici que le profil de bas fond contient une très faible teneur en cailloux (2 - 3 %) par rapport au profil SEL 6. Ceci peut s'expliquer par la digestion des lithoreliques sous l'influence de la dynamique de l'eau (blanchiment)

Cette faible teneur en cailloux modifie très peu les fractions granulométriques de la terre totale : celles de la terre fine sont pratiquement identiques à celles de la terre totale.

Dans l'horizon de surface SEL S, les taux d'argile et de limon fin sont extrêmement faibles. Le taux de sable fin est au contraire très élevé.

Dans l'horizon SEL B, les taux d'argile et de limon fin sont beaucoup plus élevés et le taux de sable fin est beaucoup plus faible. Le taux de limon grossier très élevé est sensiblement constant dans l'ensemble du profil.

Dans ce profil, l'appauvrissement d'argile en surface (SEL S) est beaucoup plus intense que celui des autres profils de la séquence.

B. Variations latérales

- Variation des teneurs en argile (fig 19 et 20)
- Variation des autres fractions (fig 21)

De haut en bas de la séquence, nous constatons les variations suivantes :

- Le taux d'argile des horizons humifères des sols à organisation A (30 - 32 %) diminue progressivement (18 - 22 % dans les sols à organisation B et 12 - 17 % dans les sols à organisation C) pour atteindre son minimum dans le bas fond (4,5 %). Il y a donc une forte diminution de taux d'argile dans les horizons humifères.

Les taux d'argile des horizons à structure plus ou moins conservée du profil de sommet (SEL 1 : 30 %) diminuent brusquement dans le profil SEL 2 (11 %), augmentent de nouveau dans les sols à organisation B (21 - 25 %) pour diminuer assez régulièrement dans les sols à organisation C et dans les sols du bas fond (18 - 20 %). Cette diminution est moins forte que celle des horizons humifères.

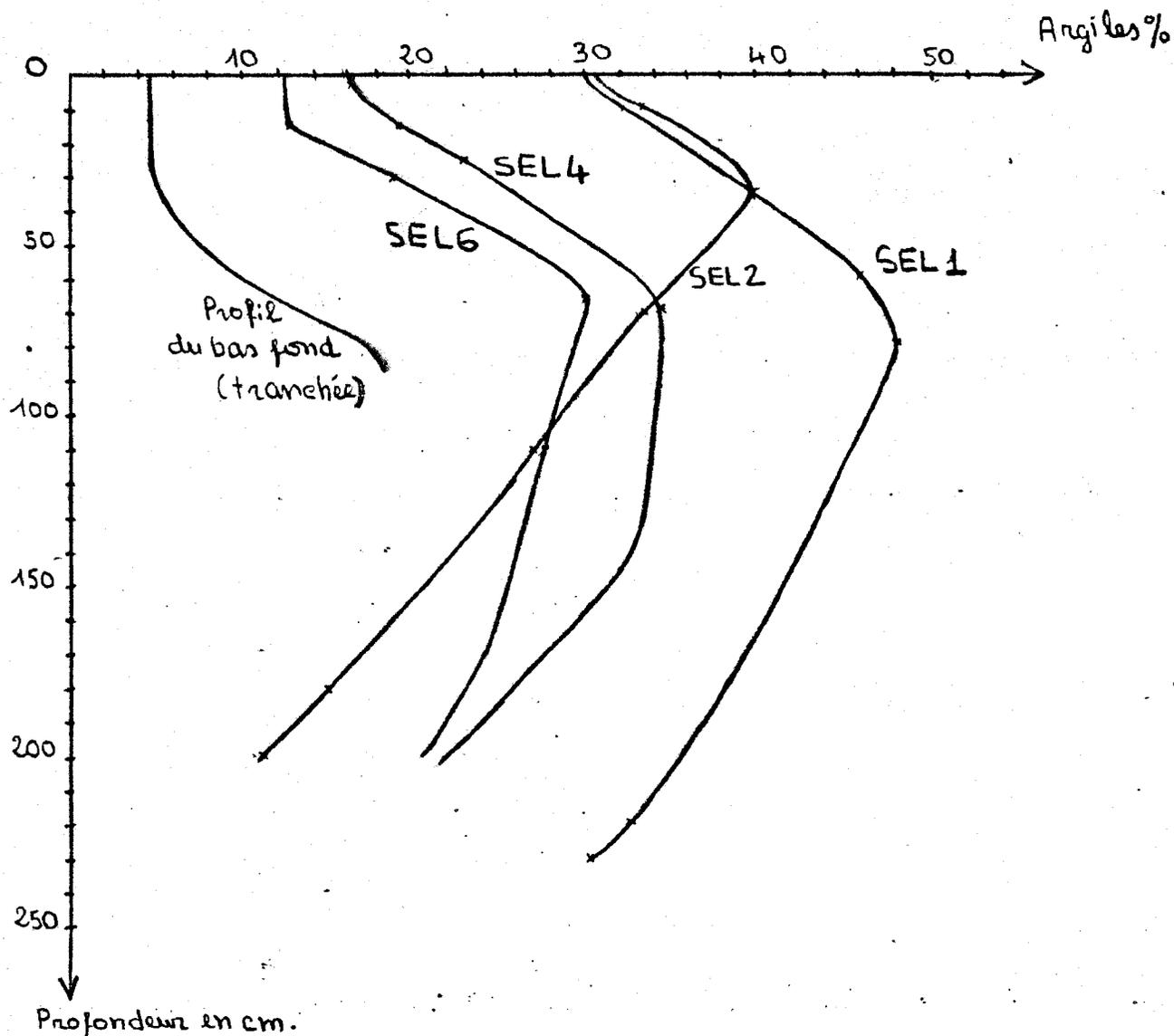
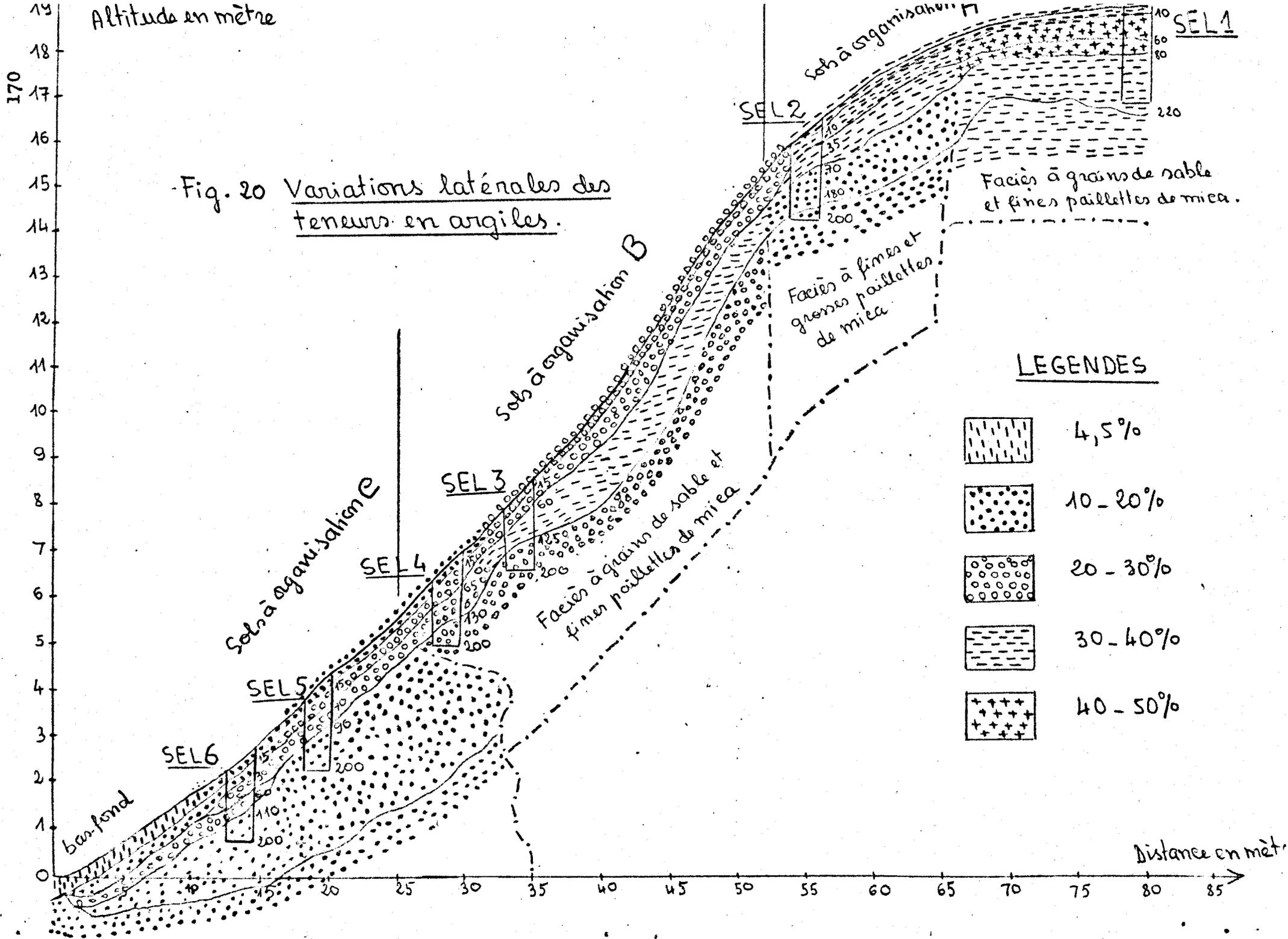


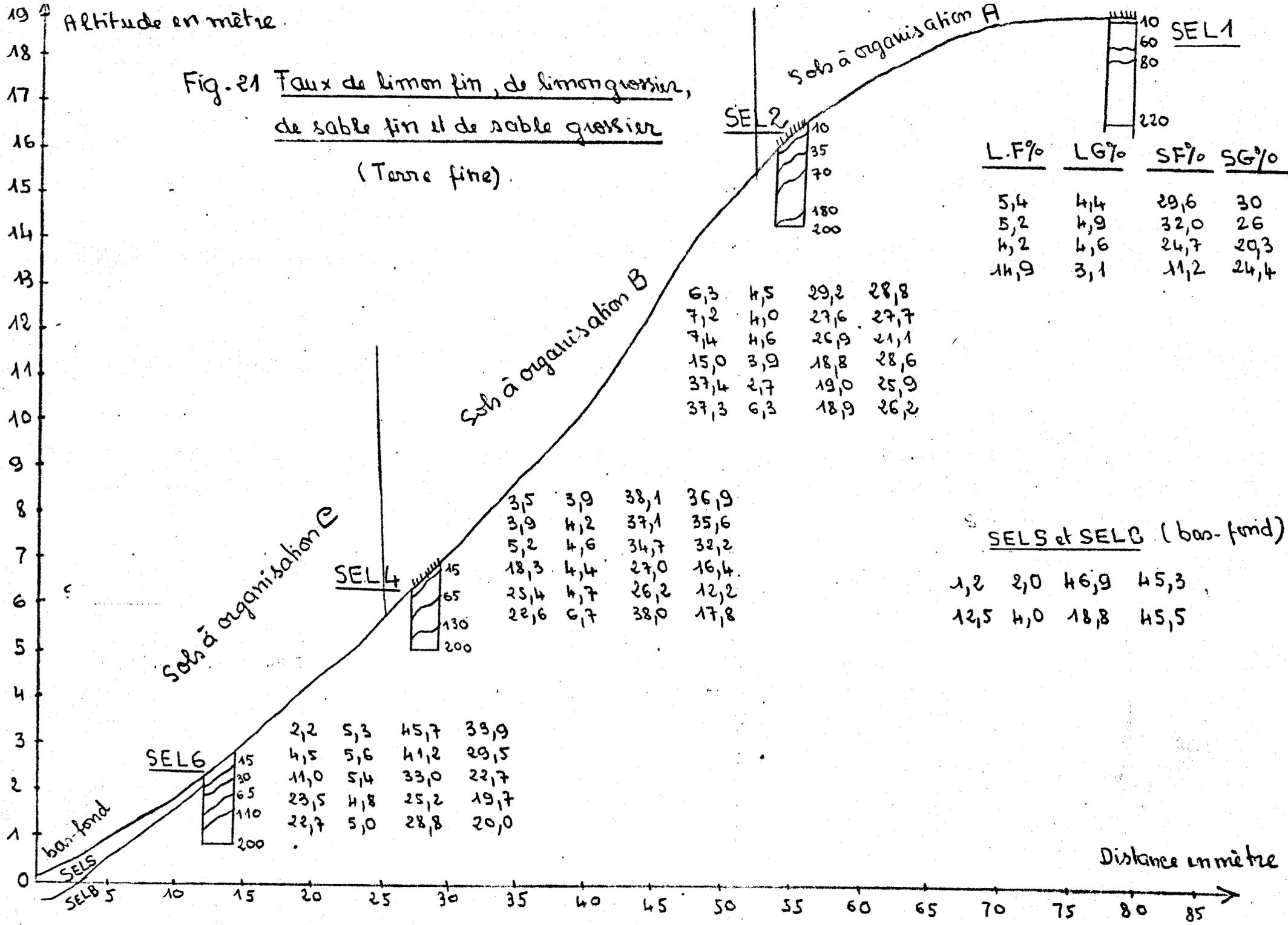
Fig. 19 Courbes de variations verticales
des teneurs en argile. (terre fine)

Les courbes nous montrent également que le taux d'argile diminue de haut en bas de la séquence. Le faible taux d'argile des horizons de profondeur du profil SEL2 est lié à son propre faciès.



Altitude en mètre.

Fig. 21 Taux de limon fin, de limon grossier,
de sable fin et de sable grossier
(Terre fine).



- Le taux de limon fin, faible dans les horizons humifères diminue légèrement dans les sols à organisation A (5 %) pour atteindre son minimum dans le bas fond (1,2 %). En profondeur, ce taux est variable et beaucoup plus important que celui des horizons humifères.
- Le taux de limon grossier est sensiblement constant sur toute la séquence.
- Les taux de sable fin et de sable grossier des horizons humifères augmentent du sommet vers le bas fond de la séquence. En profondeur, ces taux sont variables.

Dans l'étude de variation latérale des fractions granulométriques, nous pouvons distinguer deux faits importants dans les horizons humifères :

- une forte diminution de taux d'argile de haut en bas de la séquence (30 - 32 % au sommet et 4,5 % en bas fond),
- une augmentation de taux de sables fins et de sables grossiers de haut en bas de la séquence (29 - 30% au sommet et 45 % en bas fond).

Ceci montre que l'appauvrissement de la partie aval (sol à organisation C et bas fond) est plus accusé que celui de la partie amont (sols à organisation A et B). Cet appauvrissement est dû à la dynamique des eaux de ruissellement et de nappe perchée.

La comparaison entre les fractions granulométriques des lithoreliques et des matériaux qui les emballent (fig 22) montre que les lithoreliques sont plus riches en sable fin et en sable grossier que les matériaux qui les emballent. Au contraire, ils sont plus pauvres en argile.

Figure 22 : Fractions granulométriques des horizons à structure plus ou moins conservée (terre fine)

| Echant. | Profondeur cm | A % | LF | LG | SF | SG | Refus |
|---------|---------------|------|------|-----|------|------|-------|
| SEL 1-A | + 220 | 22,1 | 20,2 | 6,6 | 16,1 | 34,9 | 0 |
| SEL 1-B | + 220 | 41,4 | 18,4 | 3,8 | 13,3 | 22,5 | 3,3 |
| SEL 2-6 | 180-200 | 11,2 | 37,3 | 6,3 | 18,9 | 26,2 | 4,5 |
| SEL 4-A | 130-200 | 11,6 | 17,1 | 6,5 | 44,6 | 20,8 | 0 |
| SEL 4-B | 130-200 | 20,6 | 28,5 | 6,1 | 31,5 | 13,2 | 0 |
| SEL 6-A | 110-200 | 5,3 | 12,8 | 4,6 | 29,0 | 48,3 | 17,1 |
| SEL 6-B | 190-200 | 21,5 | 25,3 | 4,8 | 26,9 | 15,4 | 4,0 |

Dans la partie aval de la séquence (sols à organisation C), l'action de la nappe digère les lithoreliques, ce qui fait augmenter le taux de sable fin et de sable grossier dans la terre fine (lithoreliques plus riches en sable fin et en sable grossier). La faible teneur en argile de la terre fine dans les horizons à structure plus ou moins conservée de ces sols est en quelque sorte due à l'augmentation des teneurs en sable fin et en sable grossier des lithoreliques (diminution relative du taux d'argile).

Conclusion sur la granulométrie

Variations verticales

Dans l'ensemble de la séquence, on note une certaine constance du profil textural :

- même allure des courbes d'argile,
- même allure des courbes de limon fin,
- même allure des courbes de limon grossier.

Seules, les courbes de sable fin et de sable grossier sont variables. L'accroissement des taux d'argile ne correspond en aucun cas à une augmentation du taux de silice soluble, donc à une néoformation d'argile. Il correspond plutôt à une simple fragmentation mécanique des fractions plus grosses.

Les faibles teneurs en argile en surface (horizon humifère) sont dues à un phénomène d'appauvrissement par accumulation relative de sables fins et de sables grossiers.

Les trois types de sols étudiés se distinguent les uns des autres principalement par :

- un horizon à concentration nodulaire dans les sols à organisation A,
- un horizon à faible concentration nodulaire (peu net sur terrain car les nodules sont mal répartis) dans les sols à organisation B,
- l'absence de l'horizon à concentration nodulaire dans les sols à organisation C.

Le troisième type de sol (sols à organisation C) est plus riche en nodules que les deux autres. Mais ces nodules sont en voie de destruction par la perte de leurs ciments (fer) causée par la dynamique de la nappe.

Variations latérales

Dans les horizons humifères, on note deux types de fractions granulométriques (argiles et sable fin + sable grossier) qui varient en sens inverse (argile diminue et sable fin + sable grossier augmentent), de haut en bas de la séquence. Ceci se traduit par un appauvrissement de la fraction d'argile par la dynamique des eaux de ruissellement et de nappe perchée (le phénomène de lessivage est impossible en ^{se} basant sur l'étude des lames minces).

La diminution de taux d'argile dans les horizons de profondeur (en particulier horizons à structure plus ou moins conservée) est due à une augmentation de sable fin et de sable grossier provenant de la digestion des lithoreliques par la dynamique de la nappe.

La dynamique de l'eau semble jouer un rôle important dans les variations verticales et latérales des fractions granulométriques.

II - RESULTATS D'ANALYSE AUX RAYONS X DES MATERIAUX DES HORIZONS A STRUCTURE PLUS OU MOINS CONSERVEE

Ces résultats ont été donnés par les laboratoires de spectographie de Bondy.

SEL 1-A
(+ 220 cm) : kaolinite
un peu d'illite dioctaédrique
goethite assez important
hématite assez important
traces possibles de gibbsite
un peu de quartz.

SEL 1-B
(+ 220 cm) : kaolinite
un peu d'illite dioctaédrique
un peu de goethite
un peu d'hématite
quartz

SEL 2-6
(180-200 cm) : kaolinite
illite dioctaédrique
quartz

SEL 4-A
(150-200 cm) : kaolinite
un peu d'illite dioctaédrique
traces de goethite
hématite
quartz

SEL 4-B
(130-200 cm) : kaolinite
traces d'illite dioctaédrique
un peu de goethite
quartz

SEL 6-A
(110-200 cm) : kaolinite
traces d'illite dioctaédrique
traces de goethite
hématite assez important
quartz

SEL 6-B : kaolinite
(110-200 cm) un peu d'illite dioctaédrique
quartz

SEL S : un peu de kaolinite
(0-50 cm) traces d'illite dioctaédrique
quartz très important

SEL B : kaolinite
(+ 50 cm) quartz

Commentaire

De haut en bas de la séquence :

- nous pouvons remarquer tout de suite que, dans chaque horizon, les lithoreliques sont toujours plus riches en fer que les matériaux qui les emballent.

- toutes les lithoreliques ont la même nature minéralogique (sauf lithoreliques du profil SEL 1 qui contiennent en plus des traces de gibbsite) :

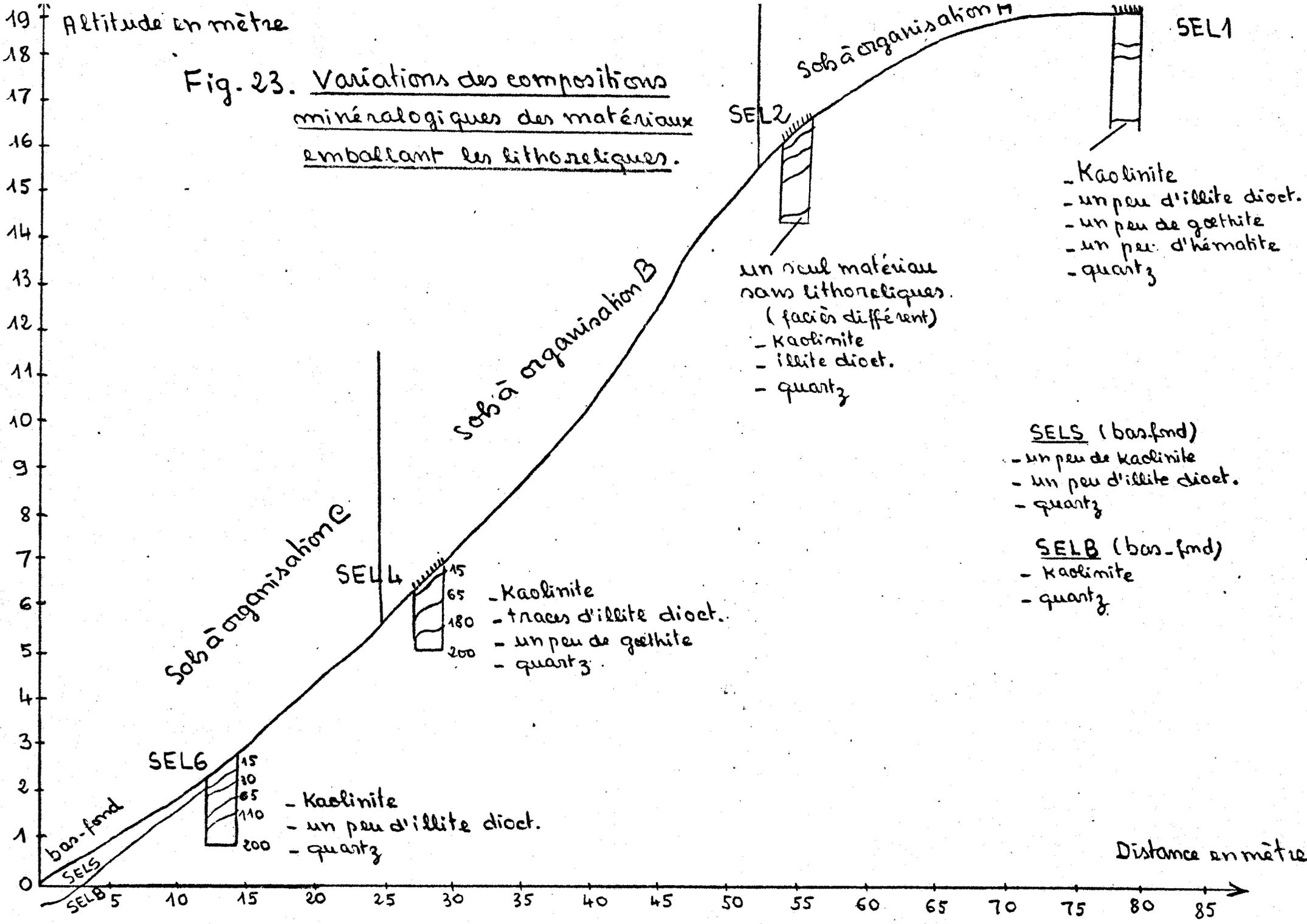
illite dioctaédrique
goethite
hématite
quartz

- Au contraire, la nature minéralogique des matériaux qui emballent les lithoreliques varie de haut en bas de la séquence (fig 25).

Dès qu'on descend la pente, les matériaux qui emballent les lithoreliques perdent peu à peu certains de leurs éléments qui sont en général le fer. Ainsi, à partir du profil SEL 6, vers le bas fond, nous ne trouverons plus les oxydes et les hydroxydes de fer cristallisé (nappe phréatique de 170 cm de profondeur dans le profil SEL 6). Ce fait est donc suffisant pour justifier que la nappe phréatique joue un rôle important dans le transport du fer (blanchiment)

Altitude en mètre

Fig. 23. Variations des compositions minéralogiques des matériaux emballant les lithoreliques.



- Kaolinite
- traces d'illite dioct.
- un peu de goëthite
- quartz

- Kaolinite
- un peu d'illite dioct.
- quartz

- un seul matériau sans lithoreliques. (faciès différent)
- kaolinite
- illite dioct.
- quartz

- Kaolinite
- un peu d'illite dioct.
- un peu de goëthite
- un peu d'hématite
- quartz

- SELS (bas-fond)**
- un peu de kaolinite
 - un peu d'illite dioct.
 - quartz

- SELB (bas-fond)**
- kaolinite
 - quartz

III - RESULTATS D'ANALYSE AUX TRIACIDES (fig 24 et 25)

L'analyse aux triacides a pour but de suivre l'évolution des constituants du sol. Les résultats donnés comprennent deux fractions différentes, celles qui sont insolubles ou très peu solubles au réactif (résidus) et celles qui sont solubles au réactif (oxydes, hydroxydes).

A. Variation de Fe_2O_3 (fig 25)

Dans les sols à organisation A et B, les teneurs en fer des horizons humifères de surface (4 - 6 %) augmentent en profondeur (6,5 - 9,5 %), sauf le profil SEL 2 où la teneur en fer des horizons de profondeur est particulièrement faible (1,8 - 1,9 %).

Dans les sols à organisation C, la teneur en fer de l'horizon humifère plus faible (2,3 %) augmente légèrement pour atteindre son maximum (3,7 %) puis diminue de nouveau en profondeur (1,9 %).

Dans le profil du bas fond, la teneur en fer est extrêmement faible (0,4 - 0,6 %).

Nous constatons que les teneurs en fer varient à peu près dans le même sens que les teneurs en argile dans les sols à organisation A et B. Au contraire, dans les sols à organisation C (bas fond compris), le taux de fer varie d'une manière indépendante du taux d'argile. On note cependant que le taux de fer augmente très peu ou parfois même diminue avec le taux d'argile. Ceci montre qu'il y a un appauvrissement de fer dans ces sols. Les causes qui provoquent cet appauvrissement sont sans doute la nappe phréatique.

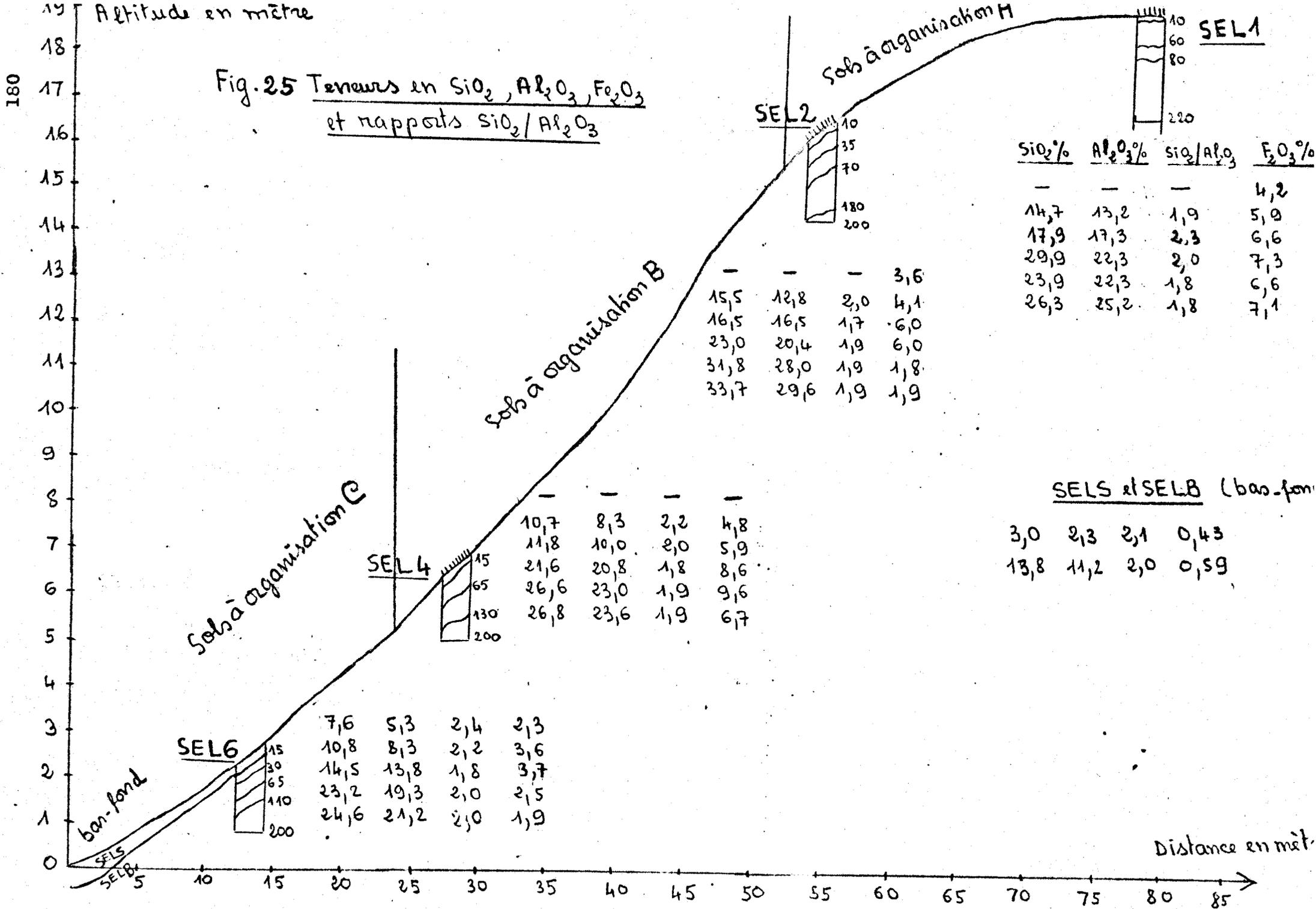
B. Résidus à l'attaque triacide

L'observation à la loupe binoculaire nous montre que les résidus sont formés principalement de quartz et parfois de muscovite.

Dans l'ensemble de la séquence, les résidus diminuent de haut en bas du profil. Il apparaît donc que les horizons humifères de surface ont une altération moins poussée que les horizons de profondeur. Ceci est absolument impossible car on sait déjà que les horizons de surface sont des horizons plus évolués et plus altérés que les horizons de profondeur. Les fortes teneurs en résidus ne sont

Fig. 24 Résultats d'analyses au
triacide

| Ech. | Prof. em | Pente au feu | Résidu % | SiO ₂ % | Al ₂ O ₃ % | SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ % | Total |
|---------|-----------|-----------------|----------|--------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|--------|
| SEL 1-1 | 0 - 3 | | | | | | 4,21 | |
| 2 | 3 - 10 | 12,23 | 56,93 | 14,74 | 13,23 | 1,89 | 5,90 | 103,03 |
| 3 | 10 - 60 | 11,09 | 49,23 | 17,90 | 17,02 | 2,27 | 6,65 | 101,18 |
| 4 | 60 - 80 | 8,64 | 38,00 | 29,91 | 22,30 | 1,98 | 7,33 | 106,18 |
| 5 | 80 - 220 | 8,97 | 37,15 | 23,95 | 22,36 | 1,82 | 6,65 | 99,08 |
| 6 | + 220 | 10,24 | 38,14 | 26,34 | 25,20 | 1,78 | 7,15 | 107,07 |
| SEL 2-1 | 0 - 3 | | | | | | 3,65 | |
| 2 | 3 - 10 | 11,69 | 60,29 | 15,48 | 12,85 | 2,05 | 4,11 | 104,42 |
| 3 | 10 - 35 | 10,68 | 51,67 | 16,48 | 16,53 | 1,70 | 6,00 | 101,36 |
| 4 | 35 - 70 | 9,38 | 44,35 | 23,02 | 20,41 | 1,92 | 6,08 | 103,24 |
| 5 | 70 - 180 | 9,17 | 28,95 | 31,44 | 28,03 | 1,93 | 1,86 | 99,85 |
| 6 | 180 - 200 | 9,35 | 38,10 | 33,72 | 29,60 | 1,94 | 1,88 | 102,65 |
| SEL 4-2 | 2 - 15 | 8,26 | 71,18 | 10,70 | 8,31 | 2,19 | 4,82 | 103,27 |
| 3 | 15 - 25 | 5,93 | 68,87 | 11,80 | 10,01 | 2,00 | 5,90 | 102,51 |
| 4 | 25 - 65 | 9,65 | 38,88 | 21,66 | 20,79 | 1,77 | 8,65 | 99,63 |
| 5 | 65 - 130 | 9,82 | 34,13 | 26,57 | 23,05 | 1,96 | 9,65 | 103,22 |
| 6 | 130 - 200 | 8,78 | 33,63 | 26,77 | 23,62 | 1,93 | 6,72 | 99,52 |
| SEC - 1 | 0 - 15 | 4,14 | 86,24 | 7,59 | 5,29 | 2,44 | 2,32 | 103,58 |
| 2 | 15 - 30 | 4,11 | 75,80 | 10,77 | 8,31 | 2,20 | 3,57 | 102,56 |
| 3 | 30 - 65 | 6,54 | 61,71 | 14,56 | 13,86 | 1,79 | 3,72 | 100,39 |
| 4 | 65 - 110 | 8,02 | 49,30 | 23,20 | 19,27 | 2,05 | 2,50 | 102,29 |
| 5 | 110 - 200 | 8,46 | 42,92 | 24,61 | 21,26 | 1,97 | 1,88 | 99,13 |
| SELS | 0 - 50 | 6,44 | 88,08 | 3,02 | 2,36 | 2,21 | 0,43 | 100,33 |
| SEL B | + 50 | 5,61 | 70,33 | 13,79 | 11,21 | 1,99 | 0,59 | 102,13 |



donc probablement pas liées aux phénomènes d'altération, mais elles sont plutôt liées à l'accumulation relative des squelettes par départ des minéraux secondaires (argile en particulier). L'étude des lames minces nous montre également que les horizons à forte teneur en résidus sont très faibles en plasma et plus riches en squelette.

C. Variations de SiO_2 , Al_2O_3 et rapport $\text{SiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3)$

Tous les profils de la séquence présentent en général des teneurs croissantes en SiO_2 et en Al_2O_3 de la surface en profondeur. Cette variation parallèle entre ces deux éléments amène une faible différence entre les rapports $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ qui sont assez variables et varient entre 1,8 et 2,4.

On note cependant que le taux de SiO_2 varie avec le taux de Al_2O_3 . Dans ce cas, la faible teneur en SiO_2 ne correspond pas forcément à une désilification des argiles mais probablement à une faible teneur en argile.

IV - LES TENEURS EN MATIERE ORGANIQUE ET LE P_2O_5 TOTAL

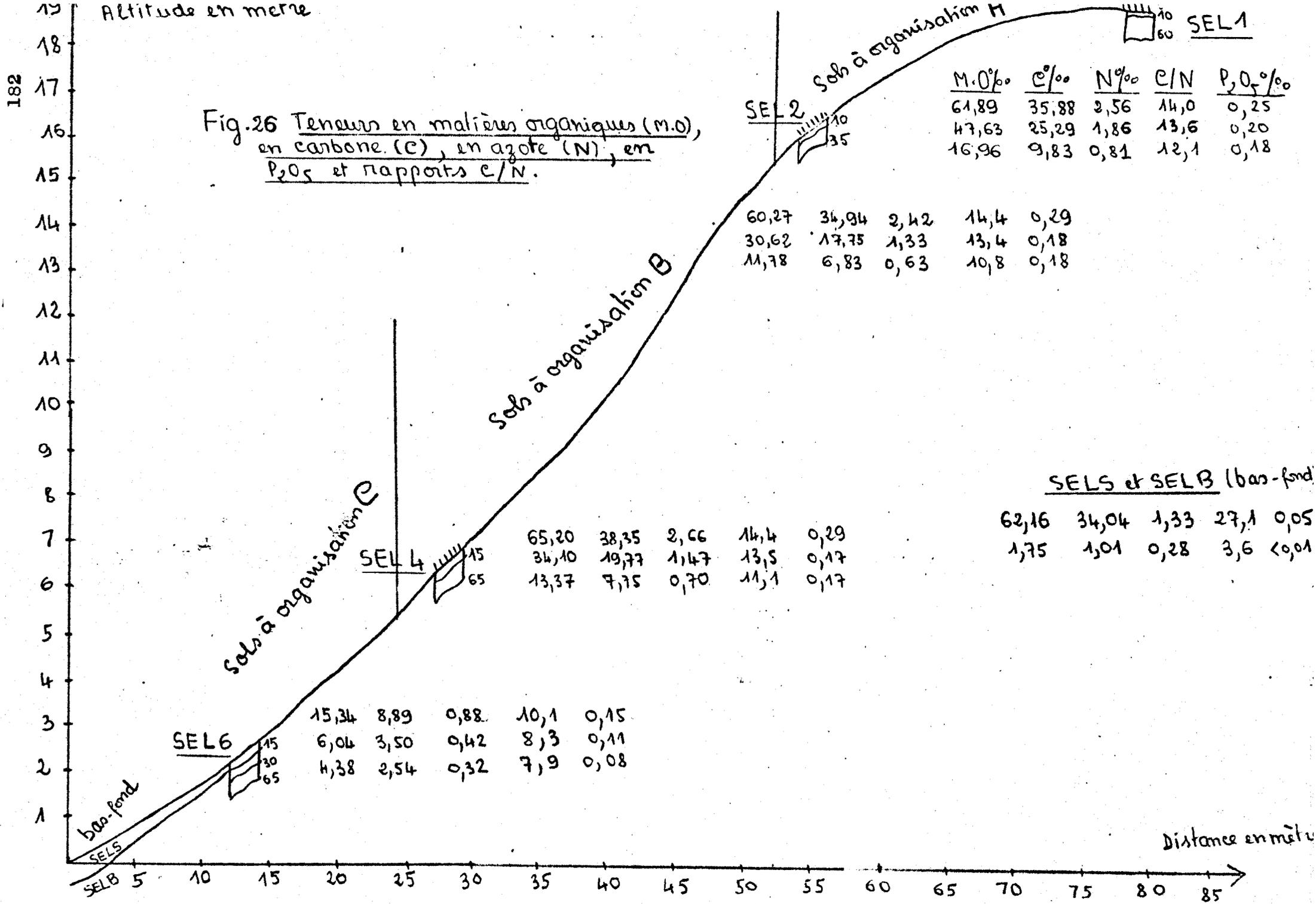
A. Matières organiques (fig 26)

Dans les sols à organisation A et B, les teneurs en matières organiques sont élevées dans les premiers horizons de surface (60 - 65 %) avec un rapport C/N également élevé qui oscille entre 14 et 14,4. Ces teneurs diminuent fortement en profondeur (47 à 12 %/.) et les rapports C/N diminuent également de 13 à 11.

Le rapport C/N permet d'exprimer le degré d'évolution des matières organiques. Nous pouvons donc conclure que les matières organiques des horizons de profondeur à rapport C/N plus faible sont plus évolués que les matières organiques des premiers horizons de surface à rapport C/N plus fort.

Dans les sols à organisation C, les matières organiques varient dans le même sens que celles des 2 types de sols précédents. Mais leur quantité est beaucoup plus faible.

Ainsi, les matières organiques de premier horizon de surface (15 %/.) diminuent fortement en profondeur (4 - 6 %/.). Le rapport



C/N diminue également du premier horizon de surface (10,1) en profondeur (8 environ). Comme dans le cas précédent, les matières organiques des horizons de profondeur sont plus évoluées que celles de premier horizon de surface.

Dans le profil de bas fond, les matières organiques de l'horizon de surface (SEL S : 62 ‰) diminuent très fortement en profondeur (SEL B : 1,75 ‰). Les rapports C/N varient de 27,1 à 0,28. Ceci veut dire que les matières organiques de l'horizon de surface sont très mal décomposées.

On note ici que la pénétration des matières organiques des sols d'organisation A et B est plus profonde qu'ailleurs.

B. P_2O_5 total (fig 26)

Les teneurs en phosphore total sont en général élevées dans les horizons où les matières organiques sont en grande abondance (1er horizon de surface : 0,25 - 0,29 ‰). Elles diminuent en profondeur. Dans le bas fond, les teneurs en P_2O_5 sont extrêmement faibles (0,01 - 0,05 ‰) même dans l'horizon à forte teneur en matières organiques (SEL S).

V - LES CARACTERISTIQUES DU COMPLEXE ABSORBANT

A. Capacité d'échange et bases échangeables (fig 17)

Tous les sols de la séquence sont en général très pauvres en bases échangeables (S : 0,1 - 3 még/100 g). Les valeurs élevées s'observent surtout dans les horizons humifères de surface de la partie supérieure de la séquence.

La capacité totale d'échange T varie entre 1 et 11 még/100g.

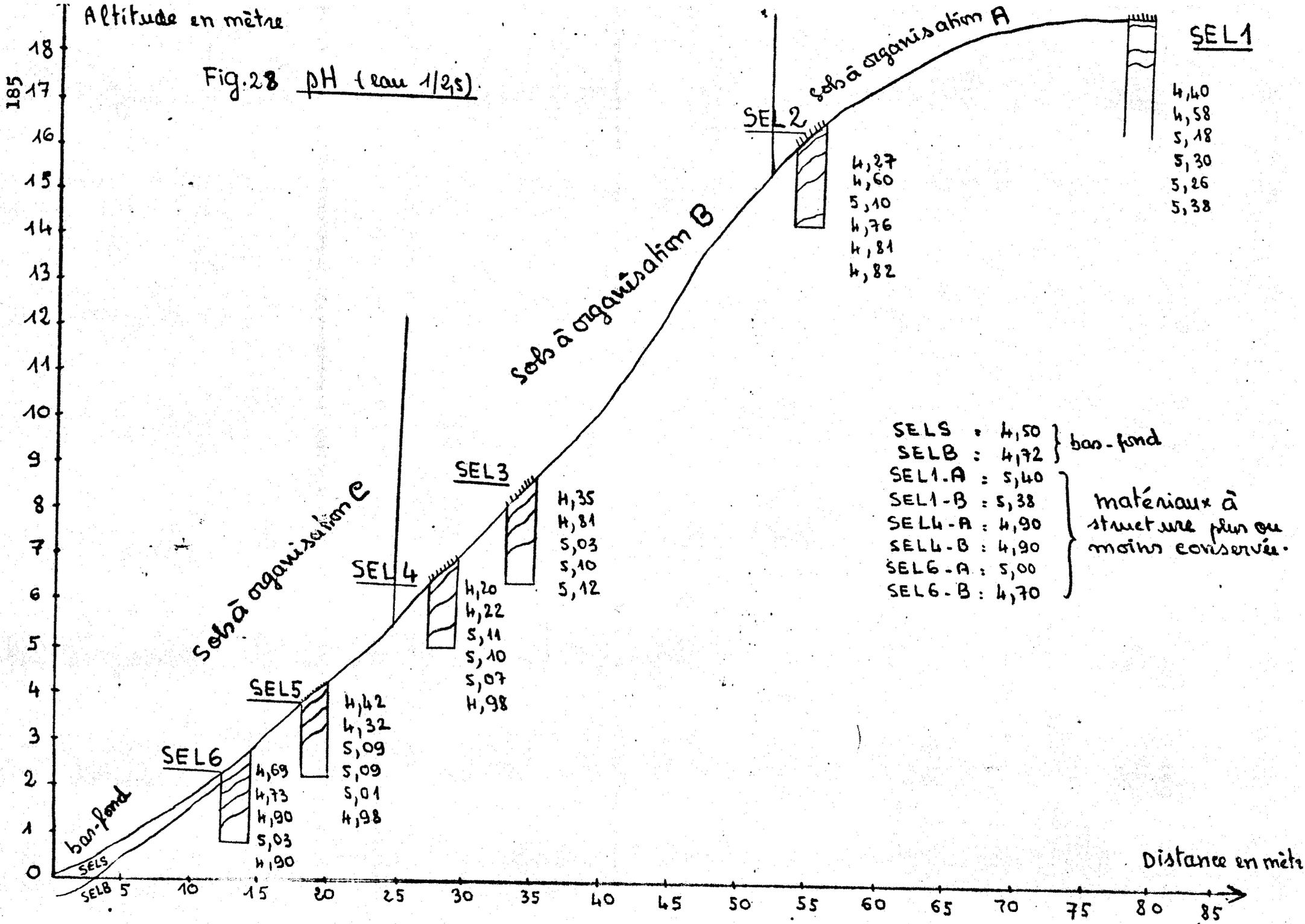
Le taux de saturation V est toujours inférieur à 23 %.

Nous remarquons que la richesse des bases échangeables de ces sols sont relativement dépendants des taux de matières organiques. Par contre, elle est quasiment indépendante des teneurs en argile. Ceci est dû probablement à ce que les argiles de ces sols ne sont donc pas toutes des argiles minéralogiques, mais elles sont mélangées avec des argiles granuloétriques provenant d'une simple fragmentation des fractions plus grosses.

Fig. 27 Bases échangeables en még/100g

| Ech. | Prof. cm | Ca | Mg | K | Na | S | T | V |
|--------|----------|-------|------|------|-------|------|-------|------|
| SEL1-1 | 0-3 | 0,32 | 0,84 | 0,17 | 0,20 | 1,53 | 9,25 | 16,5 |
| 2 | 3-10 | 0,22 | 0,39 | 0,09 | 0,09 | 0,79 | 7,30 | 10,8 |
| 3 | 10-60 | 0,01 | 0,09 | 0,06 | 0,08 | 0,24 | 3,70 | 6,5 |
| 4 | 60-80 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 3,65 | 1,6 |
| 5 | 80-220 | <0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,15 | 1,90 | 7,9 |
| 6 | + 220 | <0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,08 | 0,17 | 2,00 | 8,5 |
| SEL2-5 | 70-180 | <0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,08 | 0,11 | 3,05 | 3,6 |
| 6 | 180-200 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,10 | 1,45 | 6,9 |
| SEL4-1 | 0-2 | 0,85 | 1,21 | 0,16 | 0,33 | 2,65 | 11,90 | 22,3 |
| 2 | 2-15 | 0,09 | 0,26 | 0,11 | 0,13 | 0,59 | 4,80 | 12,3 |
| 3 | 15-25 | 0,09 | 0,10 | 0,04 | 0,07 | 0,30 | 2,70 | 11,1 |
| 4 | 25-65 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,15 | 1,80 | 8,3 |
| 5 | 65-130 | <0,01 | 0,05 | 0,03 | 0,09 | 0,17 | 3,80 | 4,5 |
| 6 | 130-200 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,11 | 4,20 | 2,6 |
| SEL6-1 | 0-15 | 0,08 | 0,10 | 0,05 | 0,11 | 0,34 | 2,50 | 13,6 |
| 2 | 15-30 | 0,02 | 0,07 | 0,02 | 0,07 | 0,18 | 2,10 | 8,6 |
| 3 | 30-65 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,14 | 2,65 | 5,3 |
| 4 | 65-110 | 0,01 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 0,13 | 2,80 | 4,6 |
| 5 | 110-200 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,10 | 4,10 | 2,4 |
| SELS | 0-50 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,15 | 4,30 | 3,5 |
| SELB | + 50 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | <0,01 | 0,08 | 1,35 | 5,9 |
| SEL1-A | + 220 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,15 | 1,25 | 12,0 |
| SEL1-B | + 220 | 0,05 | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,19 | 1,50 | 12,6 |
| SEL4-A | 130-200 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,13 | 1,45 | 9,0 |
| SEL4-B | 130-200 | 0,08 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,18 | 1,05 | 17,1 |
| SEL6-A | 110-200 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,10 | 0,90 | 11,1 |
| SEL6-B | 110-200 | 0,02 | 0,05 | 0,01 | 0,04 | 0,12 | 1,40 | 8,6 |

Matériaux à analyser
pour les métaux essentiels



B. pH (fig 28)

Au point de vu pH nous ne distinguons pas de grandes différences. Tous les sols de la séquence sont acides avec un pH qui varie entre 4,2 et 5,3.

Les horizons humifères sont en général plus acides (pH : 4,2 - 4,6) que les horizons de profondeur (pH : 4,8 - 5,3).

VI - LE REGIME HYDRIQUE

A. Appréciation tactile de l'humidité

Ce test a été réalisé avec la sonde tarière pendant la saison des pluies (Mai), dans le but d'obtenir une vue générale sur les comportements des horizons de chaque type de sol vis à vis de l'humidité. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau ci-dessous :

| Horizons | Profondeur cm | Humide | assez humide | sec |
|----------|------------------|--------|--------------|-----|
| SEL 1 -1 | 0 - 3 | x | | |
| | 3 - 10 | x | | |
| | 10 - 60 | x | | |
| | 60 - 80 | | x | |
| | 80 - 220 | | | x |
| | + 220 | | | x |
| SEL 4 | 0 - 2 | x | | |
| | 2 - 15 | x | | |
| | 15 - 25 | x | | |
| | 25 - 65 | x | | |
| | 65 - 125 | | | x |
| | 125 - 200 | | | x |
| SEL 6 | 0 - 15 | x | | |
| | 15 - 30 | x | | |
| | 30 - 65 | x | | |
| | 65 - 110 | | x | |
| | 110 - 200 | x | | |

Nous constatons que l'humidité est surtout importante dans les horizons supérieurs (0 - 60 cm environ) dans toute la séquence. Par contre, les horizons de profondeur sont secs au toucher dans les sols à organisation A et B (SEL 1 et SEL 4), humides au contraire dans les sols à organisation C en bas de pente (SEL 6).

La faible humidité des horizons de profondeur des sols à organisation A et B paraît témoigner de leur imperméabilité. L'humidité en bas de pente est due à l'action de la nappe phréatique.

Les sols de la séquence ont probablement un mauvais drainage vertical. Nous en aurons confirmation lors de l'étude de test d'infiltration d'eau en surface et des mesures de la capacité au champ.

B. Test d'infiltration d'eau en surface des sols (fig 29 et 30)

Les matériels et les méthodes utilisés pour les mesures de la vitesse d'infiltration d'eau en surface des sols ont été déjà signalés dans la 2ème partie de la séquence de THACH (étude du régime hydrique page 99).

Ces tests simples ont pour but de renseigner surtout sur la dispersion statistique des valeurs de perméabilité d'eau en surface des sols.

Dans chaque série de mesures, quelques valeurs sont particulièrement élevées ($\times 40$) et donnent une moyenne supérieure à la médiane. Ces valeurs élevées sont attribuables à des tubes ou des cavités de faune et ne sont pas représentatives de l'écoulement d'eau dans les conditions naturelles (pas de nappe d'eau continue). Par conséquent, la médiane nous a paru mieux représenter le comportement in situ à l'infiltration.

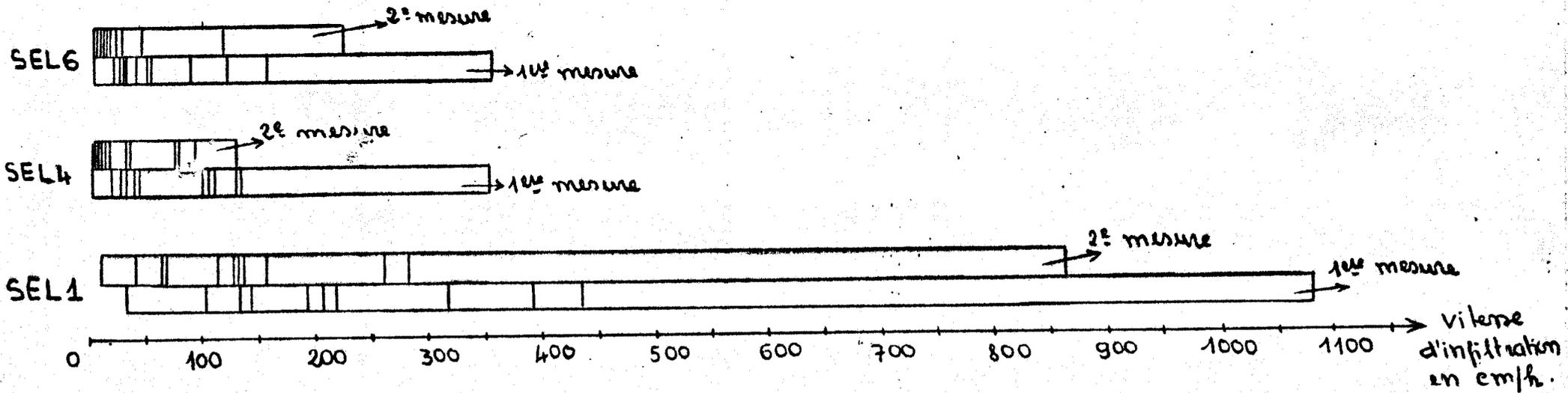
Nous avons fait, pour chaque type de sol, deux mesures successives au même endroit. La deuxième mesure a été effectuée une $\frac{1}{2}$ heure environ après la première mesure. Elle permet de nous renseigner sur le comportement du sol humide (avec emprisonnement d'air possible) et donne des résultats nettement inférieurs aux premiers. Ainsi, les vitesses d'infiltration de la deuxième mesure est de 1,5 (profil SEL 1) à 2 (SEL 4 et SEL 6) fois plus faibles que celles de la première mesure.

Fig. 29 Résultats des tests simplifiés

de perméabilité en surface des sols

(mesures effectuées avec 12 cadres métalliques, à section carrée de 250cm² de surface, qu'on donne une charge décroissante d'eau de 12 à 0cm).

| Profils | Nb ^o de mesures | Moyenne | Médiane | Interquartile |
|---------|----------------------------|----------|----------|---------------|
| SEL1 | 1 ^{ère} mesure | 296 cm/h | 214 cm/h | 215 cm/h |
| | 2 ^e mesure | 191 cm/h | 134 cm/h | 150 cm/h |
| SEL4 | 1 ^{ère} mesure | 96 cm/h | 76 cm/h | 88 cm/h |
| | 2 ^e mesure | 46 cm/h | 30 cm/h | 75 cm/h |
| SEL6 | 1 ^{ère} mesure | 88 cm/h | 52 cm/h | 78 cm/h |
| | 2 ^e mesure | 46 cm/h | 25 cm/h | 24 cm/h |



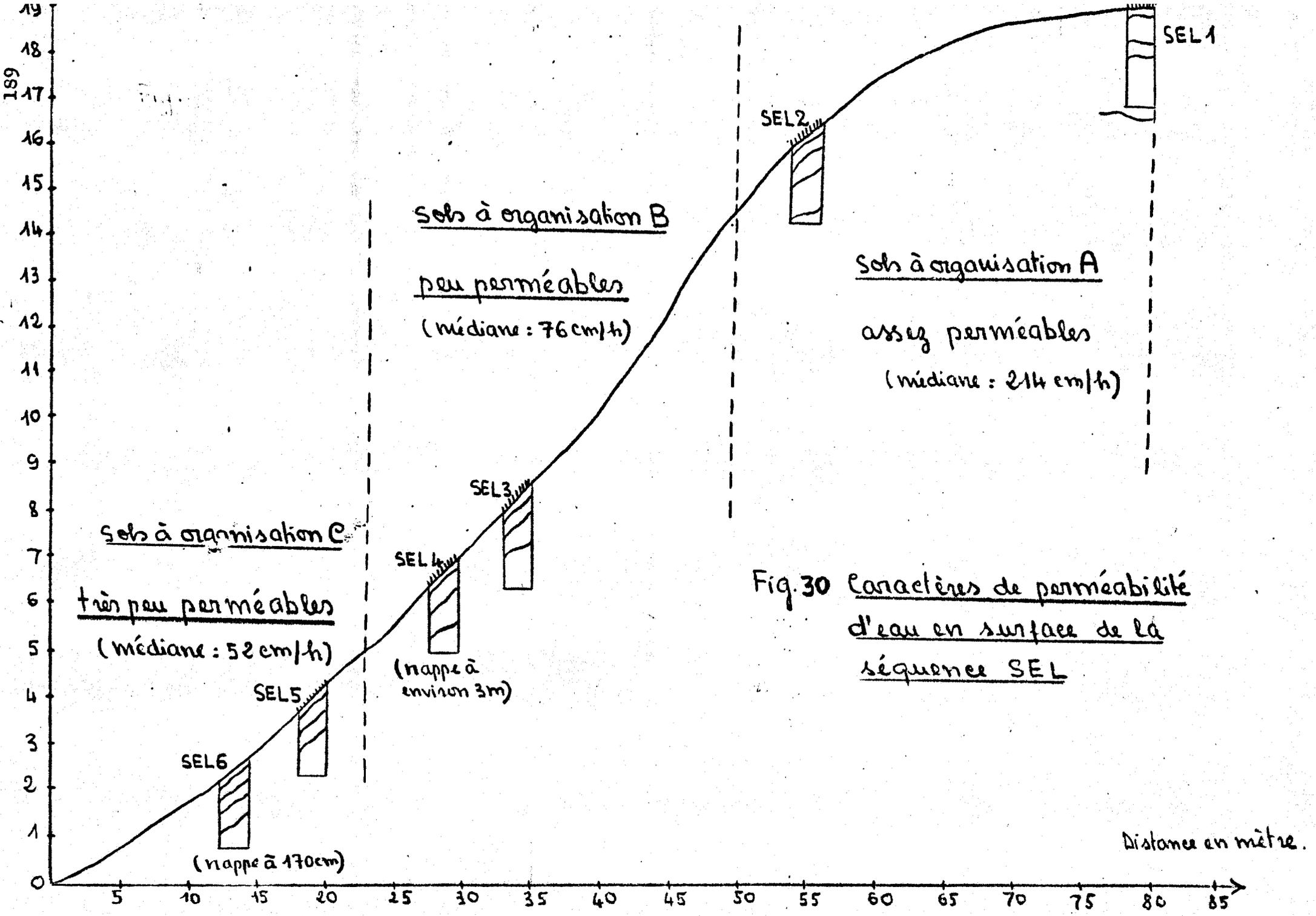


Fig. 30 Caractères de perméabilité d'eau en surface de la séquence SEL

Les tests d'infiltration d'eau en surface effectués sur les trois types de sols (sols à organisation A, B et C) de la séquence SEL donne les résultats suivants :

Sols à organisation A : la pénétration d'eau est assez rapide avec une médiane de 214 cm/h.

Sols à organisation B : la pénétration d'eau est plus faible avec une médiane de 76 cm/h.

Sols à organisation C : la pénétration d'eau est encore plus faible avec une médiane de 52 cm/h.

Conclusion

La perméabilité d'eau en surface décroît du sommet de l'interfluve au bas fond (fig 30) :

- les sols à organisation A sont plus perméables que les deux autres.
- les sols à organisation B sont peu perméables.
- les sols à organisation C sont les moins perméables.

C. Profils hydriques (fig 31)

La comparaison entre les figures 31 et 19 nous montre que l'humidité varie peu ou parfois même en sens inverse du taux d'argile (taux pondéral et hors refus). Ce fait peut être dû hypothétiquement à plusieurs causes :

- hétérogénéité des horizons,
- caractères d'imperméabilité des horizons,
- dynamique de la nappe (uniquement pour les sols de la partie aval de la séquence).

D. Capacité au champ

Les matériels et les méthodes utilisés pour les mesures de la capacité au champ ont été déjà signalés dans la 2ème partie de la séquence de THACH (étude du régime hydrique page 104).

Nous signalons que les mesures effectuées 24 h et 48 h après l'apport d'eau ne sont pas représentatives et correspondent plutôt à celles faites à 0 ou 1 h. En effet, par de fortes pluies, leurs emplacements ont reçu des quantités importantes d'eau.

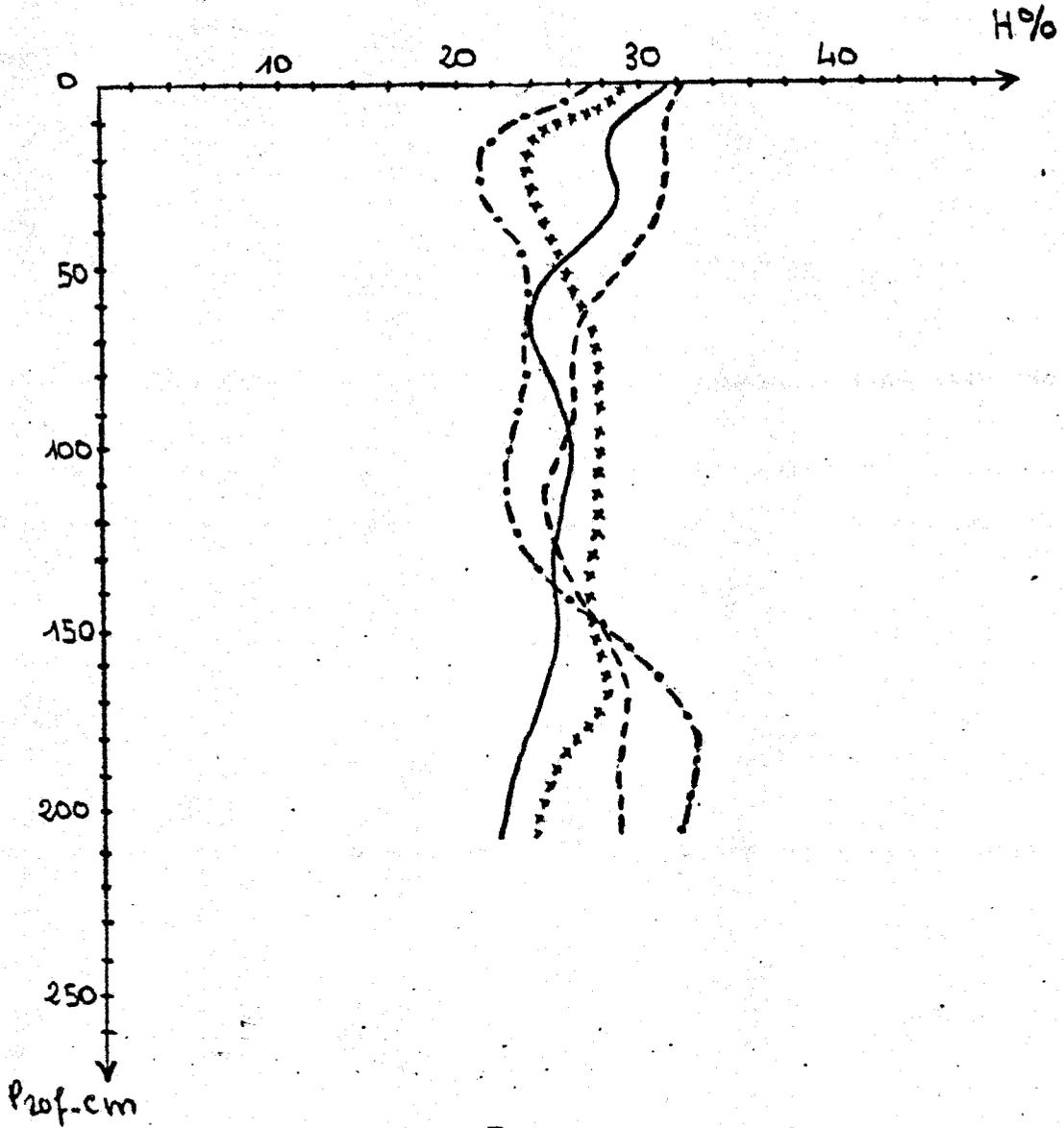


Fig-31 Profils hydriques (Mars)

LEGENDES

- SEL1
- - - SEL2
- xxxxxx SEL4
- . - . SEL6

c : courbes d'humidité des cailloux correspondantes.

1. Profil du sommet de l'interfluve SEL 1 (fig 32)

Les mesures effectuées à 1 h, 3 h et 6 h après apport d'eau montrent que le sol est humecté jusqu'à une profondeur d'environ 140 cm. A partir de 140 cm, l'humidité est sensiblement la même que celle du témoin ou parfois même inférieure à celle du témoin (hétérogénéité des horizons). Ceci montre que la grande quantité d'eau apportée en surface ne mouille pratiquement pas les horizons en dessous de 140 cm. Le drainage vertical de ce sol s'arrête donc à ce niveau. Par suite, le drainage latéral semble jouer un rôle prépondérant. L'eau du drainage latéral alimente la crique (ruisseau ou petite rivière) que nous avons vue couler pendant la période de grandes pluies. Le sol du sommet de l'interfluve SEL 1 est un sol à mauvais drainage vertical. Il ne draine que sur une profondeur de 140 cm.

2. Profil de tiers inférieur de la pente SEL 2 (fig 33)

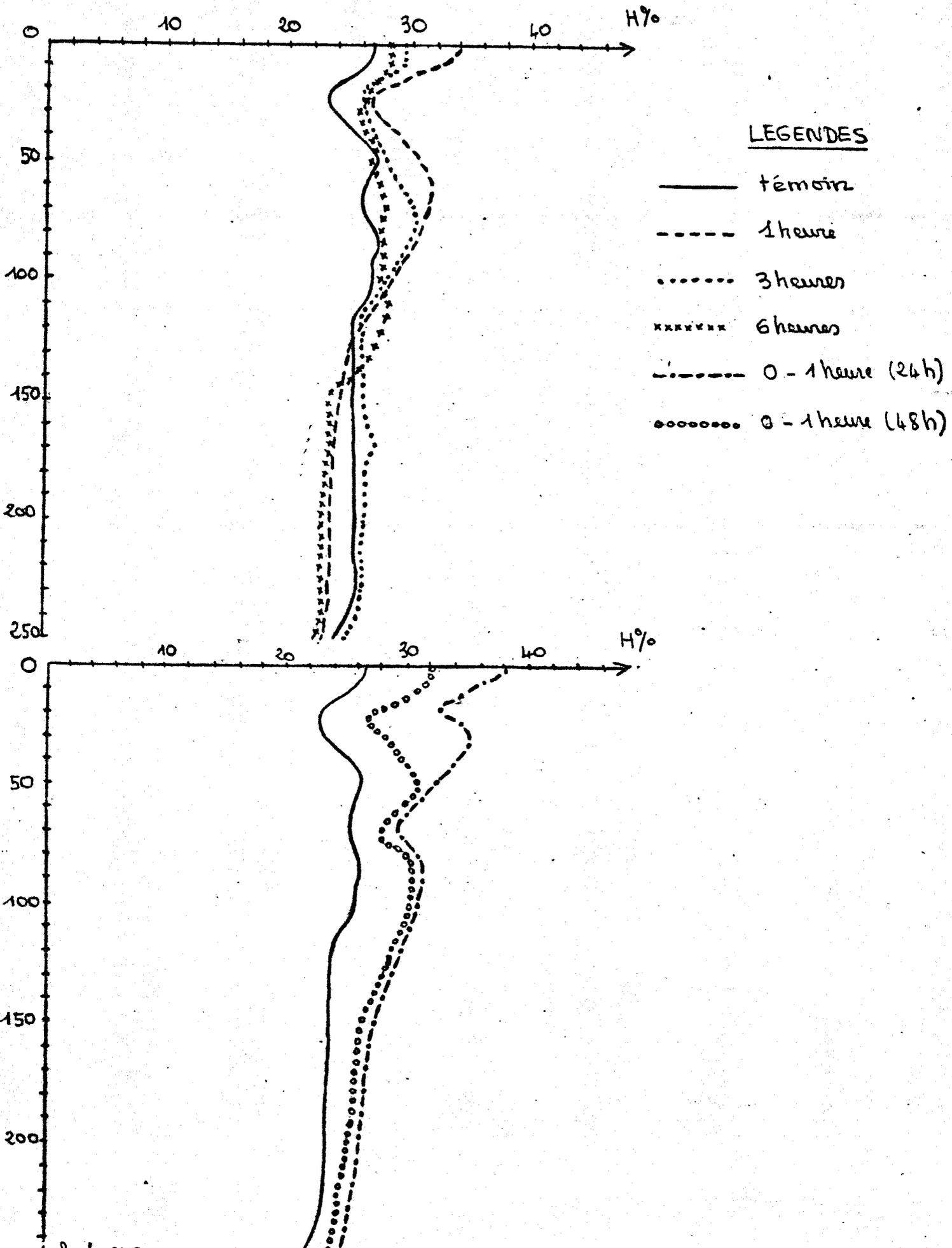
Nous pouvons remarquer tout de suite que les différents horizons de ce groupe de sol (SEL 2) sont très hétérogènes (humidité après l'apport d'eau est souvent inférieure à celle du témoin). L'interprétation des résultats est dans ce cas très difficile, surtout dans la partie supérieure du profil (0 - 120 cm). Les mesures effectuées à 24 et 48 h aux emplacements qui ont reçu excessivement d'eau de ruissellement semblent ici très importantes. Elles nous permettent de distinguer les limites entre les horizons humectés et les horizons non humectés. Ainsi, nous pouvons voir clairement que le drainage vertical de ce profil s'arrête à 130 cm de profondeur (fig 33). Comme dans le cas précédent, le profil SEL 2 est aussi un sol à mauvais drainage vertical.

D'après leurs caractères morphologiques particuliers (présence d'un horizon à concentration nodulaire maximum) et leurs caractères de drainage vertical faible, nous préférons appeler les deux sols SEL 1 et SEL 2 (sols à organisation A) sols à drainage vertical ralenti à horizon à concentration nodulaire.

3. Autres profils de la partie aval

Nous n'avons pas pu mesurer la capacité au champ de ces sols à cause de la pluie qui tombait assez régulièrement.

D'autre part, nous n'avons pas de moyens suffisants pour

Fig. 32 Capacité au champ du profil SEL1. (Mai)

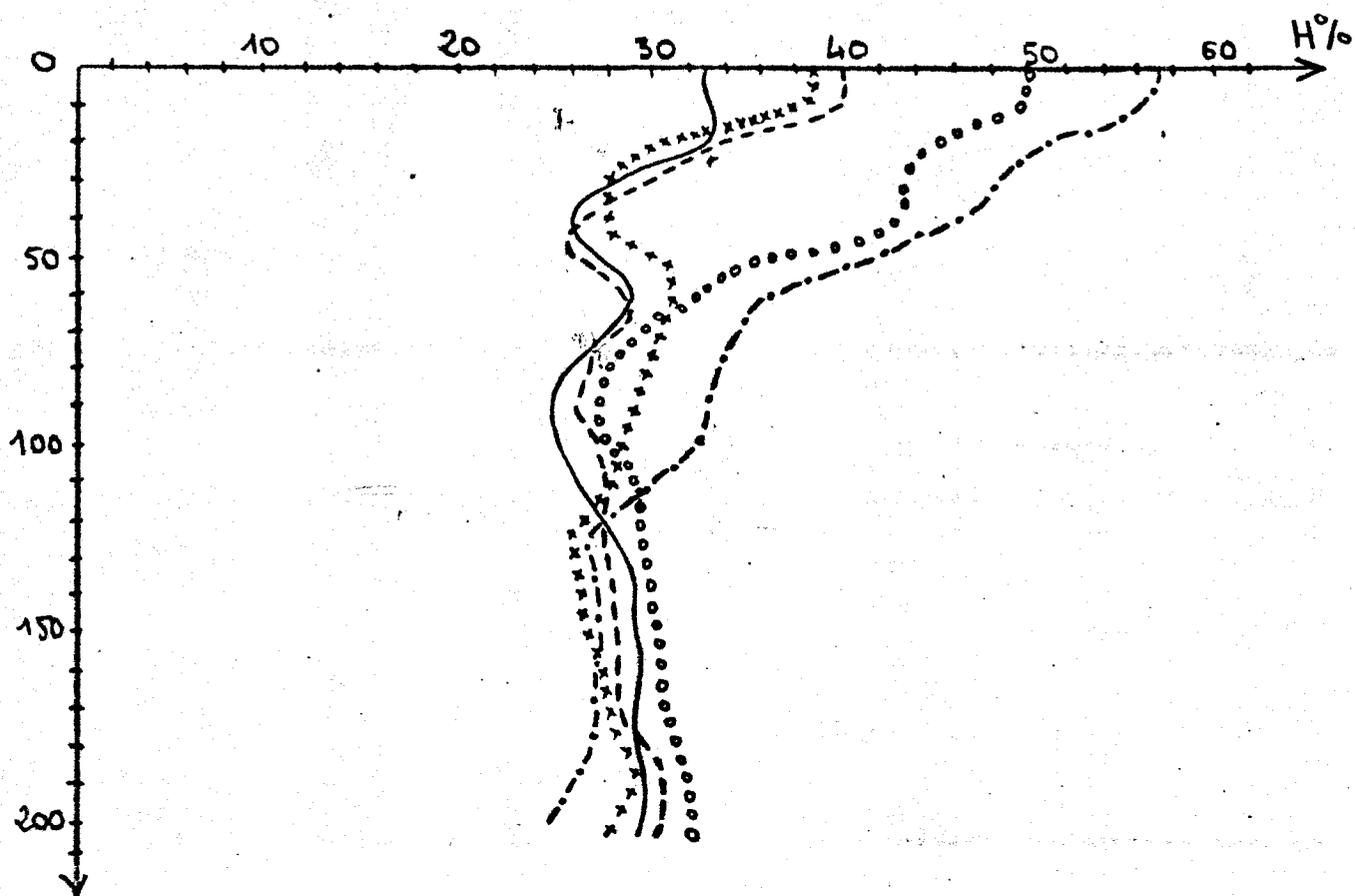


Fig. 33 Capacité au champ du
profil SEL2 (Mai)

LEGENDES

- témoin
- - - - - 1 heure
- xxxxxxxxx 3 heures
- · - · - · 0 - 1 heure (24h)
- o o o o o o o 0 - 1 heure (48h)

pour bien protéger les emplacements (sols sur pente).

- L'appréciation tactile de l'humidité comparée entre les profils SEL 1 et SEL 4 nous montre qu'il n'y a pas de grande différence entre ces deux profils : les horizons de profondeur du profil SEL 4 sont aussi secs au toucher que ceux du profil SEL 1. Nous pouvons dire également que le sol SEL 4 est aussi un sol à mauvais drainage vertical. Nous préférons appeler le sol SEL 4 représentant les sols à organisation B : sol à drainage vertical ralenti à horizon bariolé.
- Dans le profil SEL 6 représentant les sols à organisation C, nous n'observons pas d'horizons secs au toucher en profondeur comme dans les deux cas précédents. Au contraire, il est en général humide dans son ensemble. D'après ses caractères morphologiques (blanchiment en profondeur) et de perméabilité (sol le moins perméable), nous préférons l'appeler à partir de maintenant : sol à drainage ralenti à horizon blanchi en profondeur.

E. Conclusion générale sur l'étude du régime hydrique

- Les difficultés qui résident dans l'étude du régime hydrique des sols équatoriaux, en particulier les sols sur schiste Bonidoro sont dues d'une part à l'hétérogénéité des horizons de ces sols et d'autre part à des averses en saison des pluies. Les résultats de mesure sont souvent plus ou moins interprétables.

- L'appréciation tactile semble jouer un rôle important pour nous renseigner sur les comportements des horizons vis à vis de l'humidité, donc sur le drainage vertical des sols.

- La vitesse d'infiltration d'eau du profil de sommet (SEL 1 : 214 cm/h) est relativement ~~très~~ faible par rapport à celle du profil sommital à micropeds (SEP 1 : 693 cm/h) de la séquence de THACH. Par contre, les vitesses d'infiltration d'eau de la partie aval de la séquence SEL (SEL 4 : 76 cm/h et SEL 6 : 52 cm/h) sont très proches de celles des sols de la partie aval (SEP 6 : 66 cm/h) de la séquence de THACH.

- Le drainage latéral est caractérisé par les eaux de ruissellement et de nappe perchée repérée entre 0 et 15 cm de profondeur tout au long de la toposéquence après les averses importantes.

- Le drainage vertical est souvent bloqué vers une profondeur de 130 à 140 cm dans les sols de la partie supérieure de la séquence (sols à organisation A et B). Ce blocage de drainage vertical favorise le drainage latéral qui alimente la nappe de la partie aval de la séquence.

Les taches rouilles d'hydromorphie observées en surface nous permettent de confirmer que la séquence s'engorge d'eau temporairement et que les drainages vertical et latéral sont insuffisants pour évacuer la quantité d'eau de pluie tombée pendant la saison humide.

F. Diagramme volumique du profil SEL 1 sur une tranche de 60 cm

1. Etude des densités

La forte teneur en cailloux de la couche 0 à 60 cm du profil SEL 1 nous oblige de faire des mesures de densité avec le densitomètre à membrane. Les résultats obtenus seront donnés dans les figures 34, 35 et 36.

a) Densité de la terre fine (fig 34 et 35)

Nous constatons que les densités apparentes humides (rapportées au poids de terre humide) et les densités apparentes sèches (rapportées au poids de terre séchée à 105°) augmentent de la surface vers la profondeur (densités humides : 1,28 - 1,88 et densités sèches : 0,85 - 1,46). Les densités réelles augmentent également de la surface vers la profondeur (2,49 - 2,72). Par contre, la porosité diminue de la surface vers la profondeur. Ceci montre que les variations des densités apparentes sont plus importantes que les variations des densités réelles. La compacité du sol augmente de la surface vers la profondeur.

b) Densité des cailloux (fig 36)

Nous voulons rappeler que les cailloux dans la tranche 0 - 60 cm sont durs, de taille variable (0,5 - 15 cm) et que leurs constituants sont formés de quartz et muscovite cimentés par une pâte rouge foncé ou rouge orangé.

Contrairement au cas précédent, les densités apparentes humides et sèches des cailloux diminuent de la surface vers la profondeur (densités humides : 2,62 - 2,22 et densités sèches : 2,42 - 1,93). Leurs densités réelles et leur porosité augmentent par contre

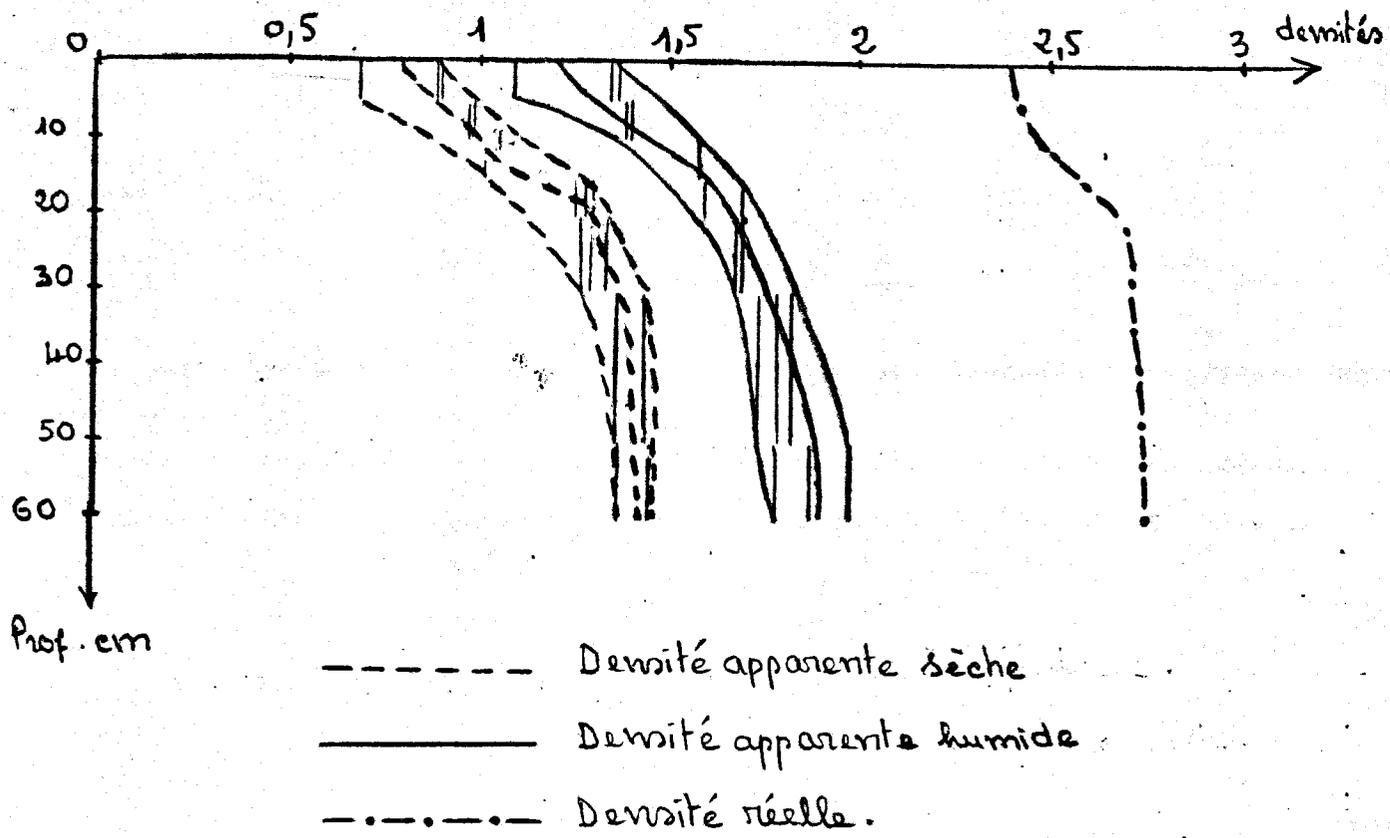


Fig. 34 Densités des terres fines.

Fig. 35 Terrés fines du profil SEL 1 sur une tranche de 60cm de profondeur (en mai)

| Prof. cm | Densité humide | Densité sèche | Densité réelle | Humidité en poids % | Humidité en vol. % | Potentialité % | Taux de saturation | Eau utile en litre/m ² |
|----------|----------------|---------------|----------------|---------------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|
| 0-5 | 1,376 | 0,919 | 2,495 | 49,70 | 45,7 | 63,2 | 72,3 | 15,1 |
| 0-5 | 1,352 | 0,930 | 2,495 | 45,33 | 42,2 | 62,8 | 67,2 | 13,3 |
| 0-5 | 1,110 | 0,718 | 2,495 | 54,52 | 39,2 | 71,3 | 54,9 | 11,8 |
| Moyenne | 1,279 | 0,855 | 2,495 | 49,85 | 42,4 | 65,7 | 64,5 | 13,4 |
| 5-10 | 1,398 | 0,973 | 2,495 | 43,56 | 42,5 | 61,0 | 69,6 | 13,5 |
| 5-10 | 1,416 | 1,034 | 2,495 | 36,89 | 38,2 | 58,6 | 65,2 | 11,3 |
| Moyenne | 1,407 | 1,003 | 2,495 | 40,22 | 40,3 | 59,8 | 67,4 | 12,4 |
| 10-15 | 1,587 | 1,173 | 2,708 | 35,29 | 38,4 | 53,1 | 72,3 | 12,1 |
| 15-20 | 1,656 | 1,292 | 2,708 | 30,20 | 38,4 | 53,1 | 72,3 | 11,1 |
| 15-20 | 1,693 | 1,327 | 2,708 | 27,55 | 36,6 | 51,0 | 71,7 | 11,2 |
| Moyenne | 1,674 | 1,300 | 2,708 | 28,87 | 37,5 | 52,0 | 72,1 | 11,1 |
| 20-30 | 1,699 | 1,319 | 2,703 | 28,76 | 38,0 | 51,2 | 74,2 | 19,7 |
| 20-30 | 1,687 | 1,287 | 2,703 | 31,02 | 40,0 | 52,4 | 76,3 | 23,7 |
| Moyenne | 1,693 | 1,353 | 2,703 | 29,89 | 39,0 | 51,8 | 75,3 | 20,7 |
| 30-50 | 1,748 | 1,359 | 2,746 | 28,55 | 38,9 | 50,5 | 77,0 | 25,6 |
| 30-50 | 1,828 | 1,454 | 2,746 | 25,71 | 37,4 | 47,1 | 79,4 | 29,2 |
| Moyenne | 1,788 | 1,407 | 2,746 | 29,89 | 38,1 | 48,8 | 78,1 | 27,4 |
| 50-60 | 1,800 | 1,388 | 2,723 | 30,09 | 41,7 | 49,3 | 84,6 | 17,4 |
| 50-60 | 1,967 | 1,546 | 2,723 | 27,19 | 42,1 | 43,3 | 97,2 | 19,8 |
| Moyenne | 1,883 | 1,465 | 2,723 | 28,64 | 41,9 | 46,3 | 90,5 | 18,6 |

Fig. 36 Cailloux du profil SEL 1 sur une tranche de 60cm de profondeur (en mai)

| Prof. cm | Densité humide | Densité sèche | Densité réelle | Humidité en poids % | Humidité en vol. % | Potentialité % | Taux de saturation |
|----------|----------------|---------------|----------------|---------------------|--------------------|----------------|--------------------|
| 0-10 | 2,624 | 2,424 | 3,30 | 8,23 | 19,9 | 26,5 | 75,0 |
| 10-20 | 2,544 | 2,357 | 3,28 | 7,90 | 18,7 | 28,1 | 66,5 |
| 20-30 | 2,530 | 2,355 | 3,40 | 7,42 | 17,5 | 30,7 | 57,0 |
| 30-50 | 2,254 | 1,939 | 3,49 | 16,21 | 31,5 | 44,4 | 70,9 |
| 50-60 | 2,227 | 1,932 | 3,56 | 15,22 | 29,5 | 45,7 | 64,5 |

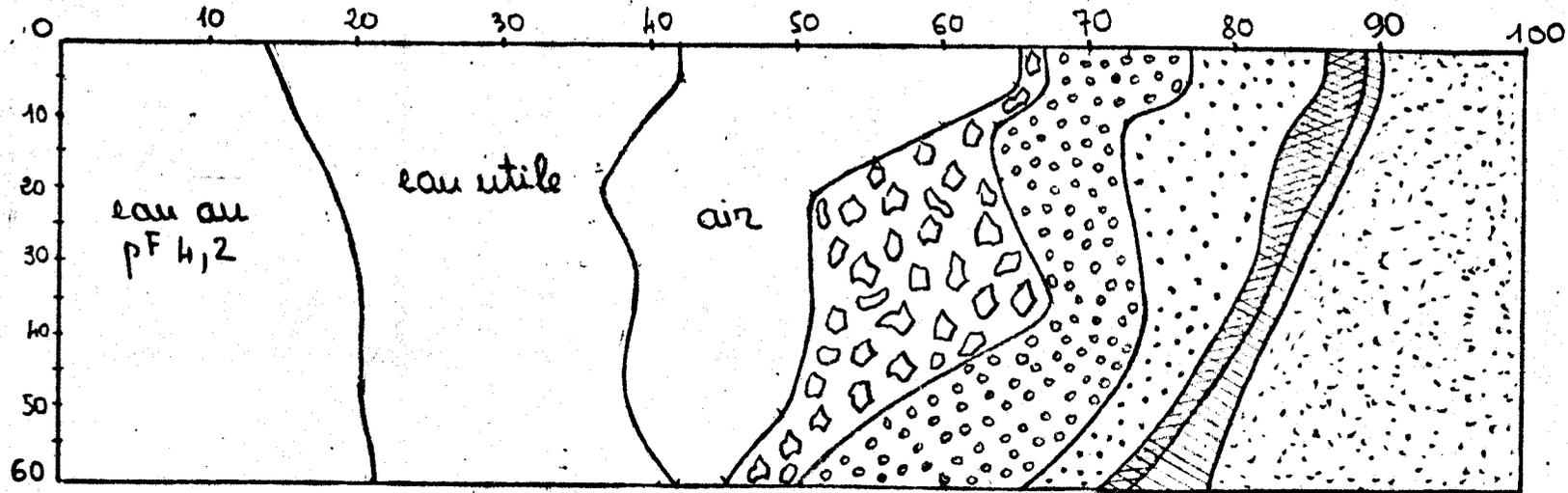


Fig-37 Diagramme volumique du profil SEL1 sur une tranche de 60cm.

(20 Mai 1977, en saison des pluies)

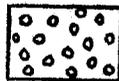
LEGENDES



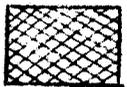
argiles



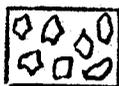
limons fins



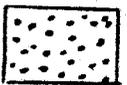
sables grossiers



limons grossiers



résidus



sables fins

de la surface vers la profondeur. La compacité des cailloux diminue de la surface vers la profondeur.

2. Diagrammes volumiques (fig 37)

Il permet de nous renseigner sur les proportions des volumes solides, liquides et gazeux du sol au moment de l'étude (saison des pluies).

Calcul.

- Volume des fractions granulométriques = poids des fractions granulométriques x densité sèche correspondante.
- Humidité en volume = humidité en poids x densité sèche correspondante
- Porosité totale % = $100 \left(1 - \frac{\text{densité apparente sèche correspondante}}{\text{densité réelle correspondante}} \right)$
- Eau utile en volume = (humidité en poids - pF 4,2) x densité sèche correspondante
- Eau utile en litre/m² = eau utile en volume x épaisseur de l'horizon en dm

La figure 37 nous montre que dans la tranche 0 - 60 cm, les horizons humifères (0 - 10 cm) ont une porosité plus importante que celle de l'horizon à concentration nodulaire maximum (10 - 60 cm). L'eau au pF 4,2 varie en fonction du taux d'argile. Par contre, elle varie en sens inverse des taux de sables fins et de sables grossiers et semble indépendante des taux de limon fin et de limon grossier. La réserve d'eau utilisable par les plantes est un peu plus importante dans les horizons humifères (0 - 10 cm) et elle reste à peu près constante dans l'horizon à concentration nodulaire maximum (10 - 60 cm).

CONCLUSIONS GENERALES SUR L'ETUDE DE LA SEQUENCE SEL

L'étude des sols formés sur schiste de Bonidoro, dans un paysage caractérisé par des interfluves à sommet arrondi à déclivité moyenne de la Guyane française, nous permet de donner une vue générale sur leurs caractères morphologiques et hydrodynamiques dans des positions topographiques différentes (toposéquence).

Nous voulons rappeler que de haut en bas de la séquence, s'observent trois types de sol aux caractères morphologiques et hydrodynamiques différents :

- Sols à organisation A : sols à drainage vertical ralenti avec horizon à concentration nodulaire

Ces sols situés dans la partie amont de la séquence (SEL 1 et SEL 2) présentent un horizon particulier à concentration nodulaire maximum. Leur perméabilité de surface est plus forte que celle des profils situés à leur aval (214 cm/h), mais leur drainage vertical ne peut se faire que sur une épaisseur relativement faible (140 cm environ). Leurs profils présentent effectivement des manifestations d'hydromorphie en surface (taches d'hydromorphie). Il n'y a pas d'appauvrissement en argile dans les horizons humifères de surface.

- Sols à organisation B : sols à drainage vertical ralenti avec horizon bariolé

Ils occupent la partie médiane de la séquence (SEL 3 et SEL 4). Ils se différencient des sols précédents essentiellement par une faible concentration nodulaire et par la présence de bariolage dans leurs horizons de profondeur. Leur vitesse d'infiltration est, au contraire, beaucoup plus faible (76 cm/h). Leur drainage vertical est également bloqué en profondeur (130 cm environ). Les taches d'hydromorphie sont beaucoup plus importantes et l'appauvrissement d'argile est assez fort dans les horizons humifères de surface.

- Sols à organisation C : sols à drainage ralenti avec horizon blanchi en profondeur

Ils occupent la partie aval de la séquence (SEL 5 et SEL 6). Ils se différencient des deux sols précédents (sols à organisation A

et B) principalement par l'absence de l'horizon à concentration nodulaire et par la présence des horizons blanchis en profondeur. Leur vitesse d'infiltration de surface est beaucoup plus faible que celle des sols à organisation A mais très proche de celle des sols à organisation B (52 cm/h). Les horizons humifères de surface sont fortement lessivés (ou lexiés).

Nous voyons ici que les caractères morphologiques de ces sols sont bien en relation avec la dynamique de l'eau d'une part et de la topographie d'autre part.

Un autre caractère qui distingue entre autre la séquence SEL de celle de THACH à plateau sommital à forte déclivité, est la faible épaisseur du solum sur l'amont de l'interfluve élémentaire et le degré d'altération presque uniforme de haut en bas ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ variant de 1,8 à 2,4). Ce degré d'altération est nettement plus faible que celui de l'amont de la séquence de THACH. Nous n'avons donc pas ici en sommet d'interfluve le témoin d'une couverture pédologique plus ancienne, mais des sols développés à partir d'un matériau analogue à celui observé sur la partie aval de la séquence de THACH. Tout se passe comme si l'abaissement progressif de l'ancienne couverture pédologique avait abouti finalement à la disparition totale de cette dernière. Ceci est en accord avec la différence d'altitude de nos deux séquences (22 m).

L'évolution de la partie aval de la séquence SEL est également différente de celle de la séquence à plateau sommital par l'intense déferrification qui la caractérise (digestion des lithoréoliques rouge violacé à structure plus ou moins conservée par un matériau blanc déferrifié). Elle est liée à l'existence d'une nappe phréatique. Ceci est en désaccord apparent avec l'absence d'infiltration profonde constatée sur les 2/3 supérieurs de la séquence SEL. Toutefois, il est possible que cette nappe s'alimente d'une part par l'eau de ruissellement et de nappe perchée et d'autre part par les parties drainantes des couvertures pédologiques à plateau sommital qui couvrent l'amont du paysage.

QUATRIEME PARTIE

CARTOGRAPHIE

par

Sok Khan LIM et Sakol THACH

QUATRIEME PARTIE

CARTOGRAPHIE

La cartographie a été faite en saison des pluies (au mois de Juin) dans deux bassins versants ECEREX sur schistes de Bonidoro étudiés actuellement par les hydrologues de l'ORSTOM.

Ce travail bénéficie donc largement de notre étude sur les deux séquences. Les différents types d'organisations observés sont pris comme unités cartographiques.

Le travail effectué en saison des pluies peut nous donner des renseignements très utiles, d'après l'appréciation tactile de l'état d'humectation du sol, sur le comportement hydrodynamique dont on sait maintenant qu'il est étroitement lié et caractérise les différentes organisations observées.

Le matériel prélevé avec la sonde hélicoïdale jusqu'à deux mètres nous donne à la fois des renseignements sur la morphologie de la couverture cartographiée et son état d'humectation.

Unité I : sol à drainage vertical libre (sol type amont de la séquence étudiée par THACH)

Ce sol est caractérisé par la présence d'un horizon humifère de couleur brune à brun grisâtre, sans tache d'hydromorphie. Le ou les horizons sous-jacents de couleur brun rougeâtre à rouge contiennent des micropeds qui déterminent une très bonne humectation du matériel pédologique sur toute son épaisseur. Ce sol présente souvent une forte concentration nodulaire, mais ce n'est pas un caractère obligatoire.

Unité II : sol à drainage superficiel et latéral (sol médian de la séquence de THACH), caractérisé par un horizon de surface sans tache. Le solum est de couleur rouge assez homogène sur toute son épaisseur. Il est humide à assez humide sur environ 1 m. En-dessous, le matériel devient de plus en plus sec et le matériau d'altération est sec au toucher.

Il ne présente pas, d'une manière générale, un horizon à concentration nodulaire.

Unité III : sols à drainage vertical ralenti à horizon à concentration nodulaire (sols à organisation A de l'amont de la séquence de LIM)

Ils sont caractérisés par :

- 2 horizons humifères non compacts avec quelques taches d'hydromorphie (humides au toucher).
- 1 horizon à concentration nodulaire maximum (humide au toucher).
- 2 horizons aux caractères morphologiques hérités du matériau à structure conservée (sec au toucher).
- 1 horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (sec au toucher).

Unité IV : sols à drainage vertical ralenti à horizon bariolé (sols à organisation B de la partie médiane de la séquence de LIM ou sols de la partie aval de la séquence de THACH).

Ils sont caractérisés par :

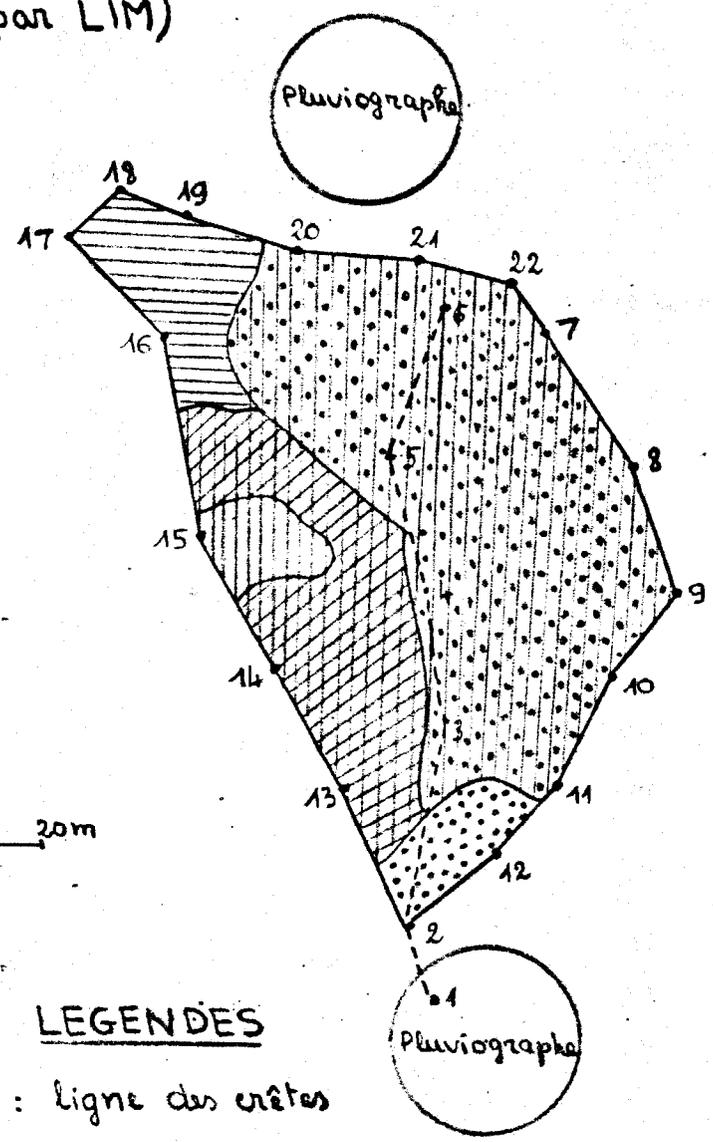
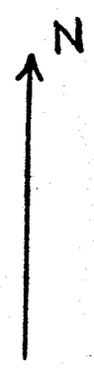
- 1 horizon humifère de surface assez compact, contenant beaucoup de taches d'hydromorphie (humide au toucher).
- 1 horizon bariolé à réseau de petites mailles (humide au toucher).
- 1 horizon bariolé à réseau de grandes mailles (sec au toucher)
- 1 horizon à structure pétrographique plus ou moins conservée (sec au toucher).

Unité V : sols à drainage ralenti à horizon blanc en profondeur (sols à organisation C de la partie aval de la séquence de LIM)

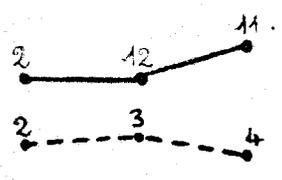
Ils sont caractérisés par :

- 1 horizon assez compact avec beaucoup de taches d'hydromorphie (humide au toucher).
- 1 horizon bariolé à réseau de petites mailles (humide au toucher).
- 1 horizon bariolé à réseau de grandes mailles souvent blanchi en profondeur, dépendant de la nappe (humide à assez humide au toucher)
- 1 horizon à structure plus ou moins conservée à fond blanc (humide au toucher).

Fig.39 CARTE PEDOLOGIQUE DU BASSIN
VERSANT ECEREX 2
(par LIM)



LEGENDES



: ligne des crêtes

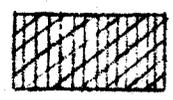
: thalweg



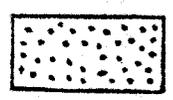
Sols à drainage vertical libre avec horizon à microped.



Sols à drainage vertical ralenti avec horizon à concentration modulaire (faciès à grains de sable et à fines paillettes de mica).



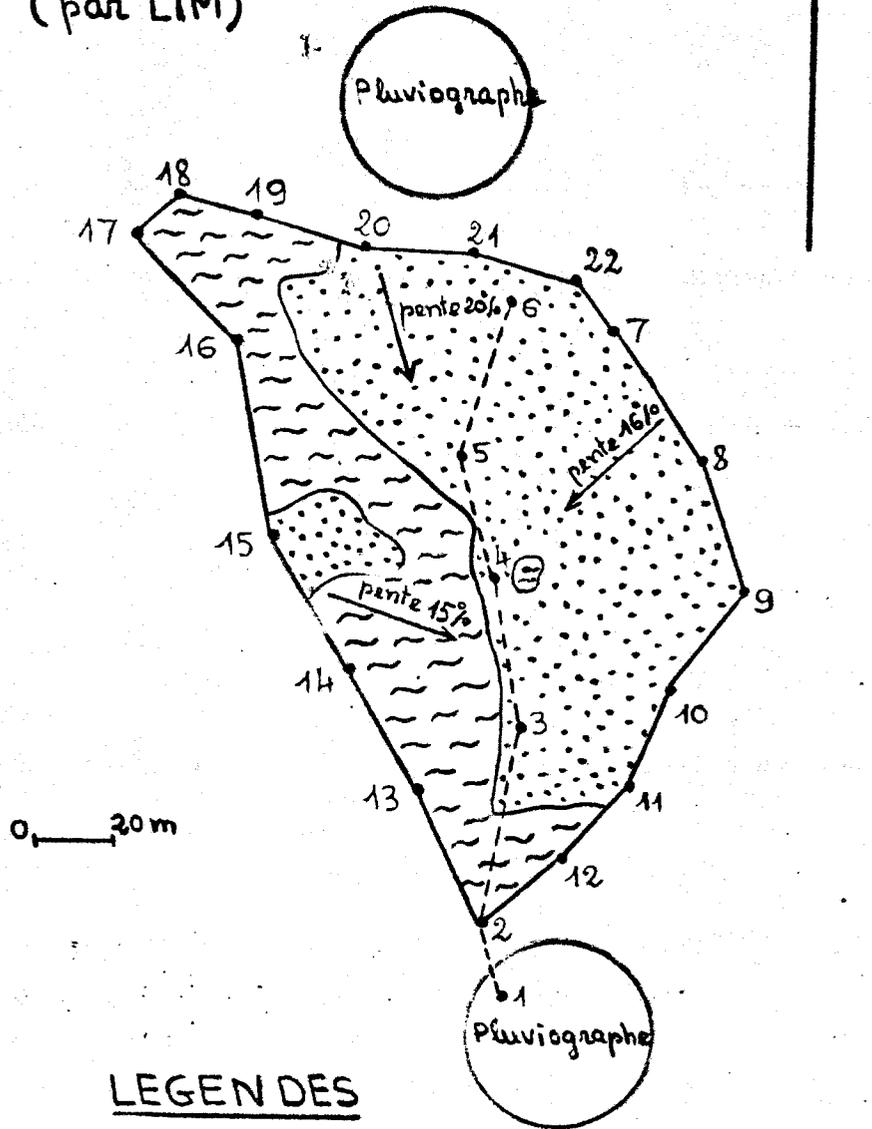
Sols à drainage vertical ralenti avec horizon à concentration modulaire (faciès à fines et grosses paillettes de mica).



Sols à drainage vertical ralenti avec horizon bariolé, légèrement blanchi en profondeur.

PETROGRAPHIQUE

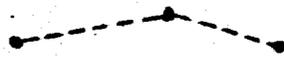
Fig. 38 CARTE DE FACIES DU BASSIN
VERSANT ECEREX 2
(par LIM)



LEGENDES



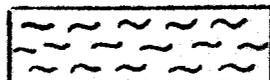
: lignes des crêtes.



: thalweg



: facies à grains de sable et à fines paillettes de mica.



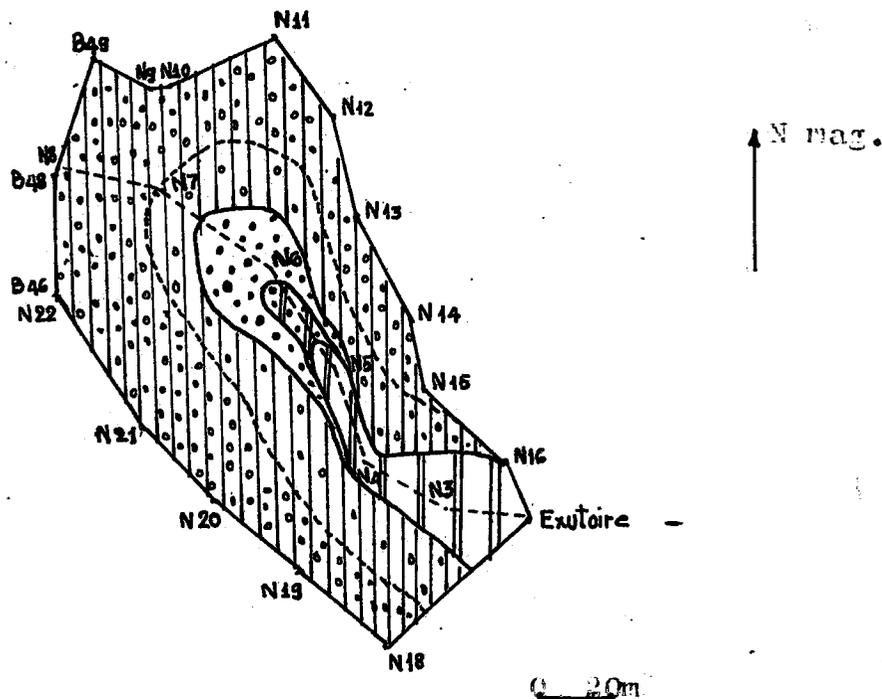
: facies à fines et grosses paillettes de mica.

CARTE PEDOLOGIQUE

DU BASSIN VERSANT ECEREK N° 2

(Par TILACH S.)

(interfluves du type à sommet arrondi moyennement déclives)



——— Ligne des crêtes des interfluves
 - - - - Thalweg

Sol à drainage vertical ralenti

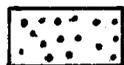


avec un horizon à forte concentration nodulaire humide sur un matériau à structure ± conservée, sec au toucher



avec un horizon à faible concentration nodulaire humide sur un matériau à structure ± conservée, sec au toucher

Sol à drainage vertical ralenti



avec un horizon bariolé sans horizon ± blanchi à moins de 2 mètres



avec un horizon bariolé et un horizon ± blanchi à moins de 2 mètres

Sol à drainage vertical ralenti



avec un horizon blanc et sans horizon bariolé ou à horizon bariolé peu développé

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT G. (1976): Cours de pédologie inédit.
- AUBERT G. et SEGALIN P. (1966): Projet de classification des sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM, série pédologie, vol IV, n° 4, pp 97 - 110.
- BLANCANEAUX Ph. (1974) : Essai de synthèse pédo-géomorpho et sédimentologique de la Guyane française. Centre ORSTOM de Cayenne. 141 pages.
- BOCQUIER G. (1973) : Genèse et évolution de deux toposéquences des sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Mémoires ORSTOM n° 62. 350 pages.
- BOCQUIER G., CHAUVEL A. et PEDRO (à paraître) : La stabilité et la transformation de la microstructure des sols rouges ferrallitiques de CASAMANCE (Sénégal). Analyse microscopique et données expérimentales. 14 pages.
- BOULET R. (1974) : Toposéquence des sols tropicaux en Haute Volta. Equilibres dynamiques et bioclimatiques. Thèse Strasbourg, 329 pages.
- BREWER R. (1964) : Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley & sons, Inc, New York, London, Sydney, 470 pages.
- CHATELIN Y. (1972) : Les sols ferrallitiques, Tome I. Historique - Développement des connaissances et formations des concepts actuels. Initiation. Documentation technique n° 20, ORSTOM Paris, 98 pages.
- CHATELIN Y. (1974) : Les sols ferrallitiques, Tome III. L'altération. Initiations. Documentation technique n° 24, ORSTOM Paris, 144 pages.
- CHAUVEL A. (1976) : Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Evolution et réorganisation des sols rouges de moyenne CASAMANCE. Travaux et Documents de l'ORSTOM n° 62, 532 pages.

- DELHUMEAU M. (1974) : Notice explicative n° 56. Carte pédologique de Guyane. REGINA N-E, N-W, S-E et S-W, ORSTOM, 83 p
- FAUCK R. (1972) : Contribution à l'étude des sols des régions tropicales. Les sols sur sable et sur grès d'Afrique occidentale. Mémoires de l'ORSTOM, n° 61, Paris, 257 pages.
- HUMBEL F.X. (1975) : Etude de la macroporosité des sols par tests de perméabilité : application d'un modèle de filtration aux sols ferrallitiques du Cameroun. Cah. ORSTOM, série pédologie, vol XIII, n° 2 pp 93 - 119.
- HUMBEL F.X. (1976) : L'espace poral des sols ferrallitiques du Cameroun. Caractéristiques et comportement en relation avec les régimes hydriques et les bioclimats. Travaux et documents de l'ORSTOM, 306 pages.
- MAIGNIEN R. (1969) : Intensité de la ferrallitisation. Caractérisation des différents stades. Cah. ORSTOM, série pédologie, vol IV n° 4, pp 21 - 23.
- MAZEAS J.P. (1961) : Carte géologique détaillée de la France. Département de la Guyane (feuille IRACOUBO). Ministère de l'Industrie, Paris, 21 pages.
- PEDRO G. et al. (1976) : Recherches sur la constitution et la genèse de TERRA ROXA ESTRUCTURANDA du Brésil. Introduction à une étude de la pédogenèse ferrallitique. Annales agronomiques INRA, vol 27, n° 3. Versailles pp 265 - 294.
- SEGALEN P. (1966) : Altération des minéraux primaires. Synthèse des minéraux secondaires au cours de la ferrallitisation. Le processus de ferrallitisation et ses limites. Cah. ORSTOM, série pédologique, vol IV n° 4, pp 5 - 12 et 15 - 20.