

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

**CENTRE D'ADIOPODOUME**  
**(Côte d'Ivoire)**

**LABORATOIRE DE PEDOLOGIE**

**LES FRACTIONS DE L'HUMUS**  
**DE QUELQUES SOLS DE PLATEAU**  
**DE LA COTE D'IVOIRE FORESTIERE**

par

**Gilles RICHE**

Ce rapport constitue le travail de stage demandé aux élèves de deuxième  
année de la section de Pédologie de l'ORSTOM.

- : -

## PLAN DU RAPPORT

|   | page |
|---|------|
| Introduction  |      |
| I.- BUT DE L'ETUDE  | 1    |
| II.- CHOIX DU MATERIEL ETUDIE   | 2    |
| 1. le milieu climatique   |      |
| 2. la géologie  |      |
| 3. la végétation  |      |
| 4. description des profils et caractéristiques physico-chimiques  |      |
| III.- LA COMPOSITION DE L'HUMUS, LA METHODE D'INVESTIGATION ET LA NATURE DES FRACTIONS HUMIQUES ISOLEES | 8    |
| IV.- EXPRESSION DES RESULTATS   | 13   |
| 1. Note sur le prélèvement des échantillons   |      |
| 2. méthode de dosage - importance du pH   |      |
| 3. correspondance carbone dosé au bichromate de K et au permanganate de K.                              |      |
| 4. regroupement des résultats par horizon   |      |
| V.- INTERPRETATION DES RESULTATS EXPERIMENTAUX  | 15   |
| 1. Fréquence des couples (1 - 2) et (3 - 4)   |      |
| 2. analyse des graphiques expérimentaux   |      |
| A. acides humiques  |      |
| B. acides fulviques   |      |
| C. conclusion   |      |
| D. le rapport H/F   |      |
| E. équilibre acides humiques - acides fulviques   |      |
| CONCLUSION  | 31   |

|   | page |
|---|------|
| ORIENTATION possible des recherches sur les fractions de<br>l'humus des sols ferrallitiques | 32   |
| APPENDICE   | 33   |

-:-:-:-

## I. BUT DE L'ETUDE:

Malgré son apparente uniformité, la forêt éburnéenne est soumise à des régimes pluviométriques variés et ses frondaisons cachent des supports géologiques forts différents et parfois même complexes.

Des couples géoclimatiques variés existent donc, qui ont induit la formation d'associations végétales spécifiques.

Dans quelle mesure la nature de la matière organique est-elle liée au type d'association végétale et son évolution à un couple géoclimatique particulier? Le problème est complexe et nécessitera un travail de longue haleine.

Ce travail de stage constitue surtout un inventaire des fractions de l'humus portant sur quelques sols ferrallitiques de plateau (quatre) représentant deux ambiances climatiques forestières bien individualisées à l'intérieur desquelles deux types de substratum géologiques ont été choisis.

Nous espérons que cette étude sera suivie d'autres plus détaillées et plus complètes devant déboucher rapidement sur des applications pratiques.

L'humus joue en effet un rôle essentiel dans le maintien de la fertilité des sols. Sous les tropiques après déforêtation et mise en culture l'humus abondant au départ disparaît rapidement et en quelques années le sol est usé et abandonné.

La nécessité grandissante d'une agriculture en même temps plus économique et plus intensive pose le problème de la sédentarisation des cultures et du maintien de la fertilité. La compréhension des mécanismes intimes de formation et de dégradation de l'humus est donc le travail primordial et essentiel qui doit permettre par la suite d'élaborer des techniques susceptibles d'orienter ces processus dans le sens souhaité par l'Agronome.

II. CHOIX DU MATERIEL ETUDIE:

Les caractéristiques géoclimatiques des profils étudiés sont les suivantes:

| <u>Profil</u> | <u>Origine</u>     | <u>Climat (1 et 5)</u> | <u>Géologie</u>   | <u>Végétation (3)</u> |
|---------------|--------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1             | OLODIO (Tabou)     | libéro-guinéen de ten- | gneiss quartziti- | forêt pélohygro-      |
| 2             | PROLLO (Tabou)     | dance sud-équato-      | que               | phile                 |
|               |                    | riale                  | migmatite         |                       |
| 3             | YAPO (Agboville)   | attiéen de faciès      | schistes arkosi-  | forêt pélohygro-      |
|               |                    | intérieur              | ques              | phile à tendance      |
|               |                    |                        |                   | sub-hygrophile        |
| 4             | N'DOUCI (Tiassalé) | attiéen de faciès      | contact schistes  | forêt dense semi-     |
|               |                    | intérieur              | granites calco-   | décidue               |
|               |                    |                        | alcalins          |                       |

Nous allons envisager successivement les différents facteurs influençant la nature et l'évolution de la matière organique à savoir le climat, la géologie et la végétation.

1.- Le milieu climatique (Voir Tableau)

a) région de TABOU : Cette région est soumise à un climat litéro guinéen (9) de tendance sud-équatoriale. C'est une des zones les plus arrosées de la Côte d'Ivoire avec 2215 mm à Tabou. Il y pleut toute l'année avec toutefois deux maximum de pluies, le premier en juin (498 mm) et le second en septembre-octobre (210 et 206 mm). Juin bat par ailleurs le record d'intensité de pluies \* pour toute la Côte d'Ivoire.

Le mois de janvier est exceptionnellement sec avec 42 mm et les mois de février et mars relativement peu arrosés.

Grâce à la brise de mer et au courant de mousson pendant la saison des pluies la région de Tabou bénéficie de températures plus clémentes que l'intérieur du pays. La proximité de la mer maintient cependant une hygrométrie élevée (plus de 90 %).

---

\* intensité des pluies =  $\frac{\text{mm de pluies}}{\text{nb. jours de pluies}}$  (1)

b) région de N'DOUCI (Tiassalé) et de YAPO (Agboville): En s'enfonçant dans l'intérieur du pays la hauteur des pluies diminue, les températures augmentent et l'on observe en plus une atténuation générale et marquée de toute ventilation. C'est déjà plutôt un climat tropical humide qu'un climat équatorial (9) avec les caractéristiques suivantes:

- une pluviométrie de l'ordre de 1300-1400 mm avec un maximum en juin mais plus faible que pour la région de Tabou.
- des températures élevées toute l'année et spécialement pendant les deux saisons sèches.
- une hygrométrie toujours inférieure à 90 %.

Deux types de climat assez différents donc:

- le premier excessif par l'abondance des pluies soumettant le milieu à un lessivage et à une érosion intenses.
- le second d'un caractère plus modéré permettant au milieu de conserver davantage ses caractères originaux.

#### Données climatiques (9)

| <u>Stations</u> | <u>lat.</u> | <u>Intensités des précipitations</u> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
|-----------------|-------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
|                 |             | J                                    | F  | M  | A  | M  | J  | J  | A  | S  | O  | N  | O  | Moy. |
| TABOU           | 4°25        | 1                                    | 12 | 11 | 15 | 24 | 31 | 14 | 9  | 12 | 13 | 14 | 15 | 16   |
| AGBOVILLE       | 5°56        | 10                                   | 12 | 14 | 14 | 14 | 15 | 13 | 7  | 9  | 11 | 13 | 8  | 12   |
| TIASSALE        | 5°57        | 13                                   | 20 | 16 | 18 | 17 | 18 | 17 | 12 | 13 | 15 | 13 | 14 | 16   |

#### Précipitations moyennes mensuelles

|           |      |    |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |      |
|-----------|------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| TABOU     | 4°25 | 42 | 54 | 89  | 140 | 425 | 498 | 142 | 90 | 210 | 206 | 197 | 131 | 2215 |
| AGBOVILLE | 5°56 | 17 | 40 | 119 | 137 | 187 | 253 | 122 | 50 | 112 | 163 | 140 | 33  | 1379 |
| TIASSALE  | 5°57 | 24 | 50 | 113 | 151 | 174 | 210 | 118 | 67 | 105 | 151 | 103 | 29  | 1305 |

#### Températures moyennes mensuelles

|           |  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <u>Amplit.</u> |
|-----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| TABOU     |  | 26,4 | 26,6 | 26,6 | 26,8 | 26,4 | 25,5 | 24,4 | 23,9 | 24,3 | 25,3 | 26,2 | 26,7 | 2,9            |
| AGBOVILLE |  | 28,2 | 27,8 | 27,4 | 27,8 | 26,0 | 24,8 | 24,8 | 24,8 | 26,1 | 26,5 | 27,4 | 27,3 | 3,4            |

## 2.- La Géologie

a) La géologie de la région de TABOU est complexe. Des faciès nombreux, variés et de faible extension s'y rencontrent. Néanmoins le substratum géologique des profils OLODIO et PROLLO peut se caractériser de la manière suivante:

Profil 1 OLODIO : sur migmatite indifférenciée souvent riche en amphibole

Profil 2 PROLLO : sur gneiss quartzitique du Birrimien supérieur.

b) La géologie de la région Tiassalé-Agboville est plus simple. Des formations de caractère plus individualisé s'y rencontrent.

Les profils 3 et 4 se développent sur les substratums suivants:

Profil 3 YAPO : schistes arkosiques du Birrimien inférieur.

Profil 4 N'DOUCI : contact granites calco-alcalins (roches éruptives anciennes)  
et micaschistes du Birrimien.

## 3.- La végétation (8)

La matière organique provient de la décomposition d'éléments végétaux aériens et souterrains. Or la nature de la végétation est en relation avec les données pédo-climatiques.

a). Dans la région de TABOU la forêt naturelle, primitive est une forêt dense humide sempervirente pélohygrophile association à DIOSPIROS et MAPANIA. Cette association à caractère hygrophile marqué caractérise un climat sub-équatorial et des sols suffisamment argileux permettant une bonne rétention de l'eau. Cette forêt se distingue physiologiquement des autres par le fait que la défeuillaison est pratiquement imperceptible. Le tapis herbacé au sol est inexistant et épiphytes et lianes sont nombreuses.

b). La forêt de YAPO (Agboville) malgré un climat moins humide est toujours dans le domaine de la forêt "'pélohygrophile'". Les schistes à arkoses donnent un produit d'altération très riche en argile assurant une excellente rétention de l'eau. Cependant le passage à la forêt subhygrophile est décelable. Moins d'épiphytes et de lianes que dans les forêts du Sud-Ouest.

c). Dans la région de N'DOUCI le passage à une forêt dense humide semi-décidue se précise. Elle se caractérise par un nombre déjà important d'individus perdant leurs feuilles en même temps durant de courtes périodes. Certaines essences la caractérise:



Le SIPO (*Entendosphragura utile*)

Le CELTIS et surtout le magnifique TULIPIER du Gabon (*Spathodea campanulata*)  
et le SAMBA (*Triplochiton scleroxylon*).

Dans la recherche des emplacements des profils étudiés nous avons essayé dans la mesure du possible de nous replacer dans le climax primitif. Il a été facile de le faire pour les profils 3 (Yapo) et 4 (N'Douci). Pour la région fortement dégradée de Tabou il a été plus difficile de trouver des îlots de forêt conservée. Il en existe cependant encore quelques-uns et c'est dans deux d'entre-eux qu'ont été étudiés les profils 1 et 2 (OLODIO et PROLLO).

#### 4.- Description des profils et caractéristiques physico-chimiques.

a) déscription et résultats analytiques (voir annexe).

b) caractéristiques physico-chimiques: Nous ne nous intéresserons qu'aux caractéristiques physico-chimiques susceptibles d'avoir une influence sur la matière organique ou d'en exprimer certaines propriétés.

- granulométrie : une certaine fraction de l'humus est liée aux argiles et peut-être aux limons fins. Le tableau ci-dessous montre que le profil 3 apparait comme le plus riche en argile suivi par les profils 2, 4 et 1.

| Taux d'argile en % de terre fine |    |    |    |    |
|----------------------------------|----|----|----|----|
| Profil<br>Horizon                | 1  | 2  | 3  | 4  |
| A <sub>11</sub>                  | 16 | 22 | 24 | 15 |
| A <sub>12</sub>                  | 18 | 26 | -- | 19 |
| A <sub>2</sub>                   | 19 | 31 | 30 | 17 |
| B                                | 22 | 36 | 46 | 42 |
| C                                | 24 | 38 | 36 | 29 |

Pour les limons fins saufs A<sub>1</sub> et C, les écarts sont faibles entre les profils (v. cidessous).

| Taux limons fins % terre fine |    |    |    |     |
|-------------------------------|----|----|----|-----|
| Profil<br>Horizon             | 1  | 2  | 3  | 4   |
| A <sub>11</sub>               | 14 | 7  | 11 | 7   |
| A <sub>12</sub>               | 8  | 10 | —  | 9   |
| A <sub>2</sub>                | 6  | 8  | 8  | 8,5 |
| B                             | 8  | 8  | 9  | 6   |
| C                             | 11 | 10 | 24 | 11  |

- Complexe absorbant : une partie de l'humus se rattache aux argiles par des ponts Ca<sup>++</sup>.

| Ca meq/100 gr de terre fine |     |      |     |     |
|-----------------------------|-----|------|-----|-----|
| Profil<br>Horizon           | 1   | 2    | 3   | 4   |
| A <sub>11</sub>             | 0,4 | 1,1  | 4,5 | 11  |
| A <sub>12</sub>             | 0,7 | 0,2  | 0,2 | 1,6 |
| A <sub>2</sub>              | 0,4 | 0,2  | 0,2 | 1,0 |
| B                           | 0,4 | 0,15 | 0,3 | 0,8 |
| C                           | 0,3 | 0,15 | 0,3 | 0,5 |

Le taux de calcium échangeable est extrêmement faible sauf dans l'horizon A<sub>11</sub> pour les profils 2, 3 et 4.

- Le pH : il n'y a pas de variations sensible de la valeur du pH avec les profils. Partout le milieu est très acide (v. tableau)

| Profil<br>Horizon | pH  |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
|                   | 1   | 2   | 3   | 4   |
| A <sub>11</sub>   | 4,7 | 4,5 | 4,3 | 5,7 |
| A <sub>12</sub>   | 5,3 | 5,0 | 4,8 | 4,9 |
| A <sub>2</sub>    | 5,3 | 5,3 | 4,8 | 5,5 |
| B                 | 5,1 | 5,1 | 4,8 | 5,5 |
| AT                | -   | -   | 4,9 | 4,8 |
| C                 | 5,1 | 5,2 | 4,8 | 4,9 |

- La matière organique: (v. graphique N° 11)

Le taux de matière organique est élevé en surface 7 à 8 ‰. Dans l'horizon C on en trouve encore 1 ‰. Les variations entre les 4 profils sont quantitativement faibles.

| Profil<br>Horizon | Taux de matière organique en ‰ de terre fine |     |     |     |
|-------------------|--|-----|-----|-----|
|                   | 1  | 2   | 3   | 4   |
| A <sub>11</sub>   | 7  | 8   | 7,5 | 6,8 |
| A <sub>12</sub>   | 3  | 2,5 | 3,4 | 2,2 |
| A <sub>2</sub>    | 1,7  | 1,7 | 1,7 | 1,2 |
| B                 | 1,0  | 1,2 | 1,9 | 1,6 |
| AT                | -  | -   | 1,3 | 1,0 |
| C                 | 0,7  | 1,1 | 1,0 | 1,0 |

- Rapport C/N : (v. tableaux A et B)

Le rapport C/N est compris entre 11 et 16 pour les horizons de surface  $\Lambda_{11}$  et  $\Lambda_{12}$ . En milieu tempéré et d'après la classification des humus de Ph. DUCHAUFOR ce rapport correspondrait à un mull forestier minéralisant rapidement avec une synthèse biologique moyenne de complexes humiques.

c) Note sur l'absence d'horizons d'argile tachetée dans les profils 1 et 2: Les descriptions des profils montrent que les profils 1 et 2 n'ont pas d'horizon d'argile tachetée. On passe d'un horizon d'accumulation B au matériau altéré C. Le terme argile tachetée a été sauté. Comment expliquer cette absence? L'hypothèse suivante semble la plus plausible:

Les zones de plateaux de la région de TABOU sont généralement étroites et parfois même réduites à de simples rides. L'horizon supérieur et même l'argile tachetée ont pu être érodés; seuls les éléments grossiers quartz et gravillons provenant du démantèlement de cuirasses anciennes supérieures sont restées en place en se concentrant. L'intensité de l'érosion est confirmée également par la présence de blocs de roche altérée à proximité de la surface. Cette présence n'est pas due à une résistance particulière de la roche-mère à l'altération car elle peut atteindre 25 m sur gneiss (profil de PATOCLA décrit par N. LENEUF (7)) mais bien la conséquence de l'érosion des horizons supérieurs.

III.- LA COMPOSITION DE L'HUMUS, LA METHODE D'INVESTIGATION, LA NATURE DES FRACTIONS HUMIQUES ISOLEES:

1.- La composition de l'humus (5)

La fraction organique du sol est un système complexe de substance dont la dynamique est déterminée:

- d'une part par une admission continue de résidus organiques d'origine animale ou végétale

- d'autre part par leur continue transformation sous l'action prédominante des facteurs biologiques mais aussi dans une certaine mesure sous l'action des facteurs physiques et chimiques.

La fraction organique comprend des substances variées que l'on peut réunir en deux groupes:

a) Les composés organiques non spécifiques de l'humus: 15 % de l'humus - représenté par des composés organiques azotés et non azotés appartenant aux groupes bien connus de la chimie organique:

- protéines et leurs produits de décomposition
- glucides
- graisses, résines, cires etc.

b) Composés spécifiques de l'humus 85 à 95 % de l'humus: Ce second groupe ne peut être relié à aucun des groupes connus de la chimie organique. La nature, l'origine et les propriétés de ces composés spécifiques sont encore aujourd'hui mal élucidées. On les appelle substances humiques.

## 2.- Nature et propriétés générales des acides humiques et des acides fulviques:

a) Acides humiques:

- Nature : ils comprennent le groupe de substances normalement extraites du sol sous forme d'humates (Na, K NH<sub>3</sub>) par des solutions d'alcalis et formant des précipités amorphes avec les acides.

On les considère actuellement comme de grosses molécules formées à partir de deux et peut-être trois substances différentes qui se condensent (KONONOVA). Ces molécules seraient constituées de deux unités structurales principales;

- un noyau aromatique de nature phénolique ou quinonique
- des composés nitrogénés de forme cyclique

et d'une unité structurale secondaire périphérique de nature glucidique.

- Propriétés : leurs propriétés déterminent pour une grande part les qualités physico-chimiques du sol.

- la structure de la molécule d'acide humique influe sur le degré d'agrégation de la terre fine. Ainsi les substances de forme linéaire participent plus activement à ce processus que les acides humiques de forme sphérique.

- les acides humiques sont des acides faibles. Cette propriété détermine leur capacité d'échange qui semble d'ailleurs liée au nombre de groupes carboxyls (COOH).

b) Acides fulviques:

- Nature: comprennent le groupe de substances normalement extraites du sol sous forme d'humates (Na, K,  $\text{NH}_3$ ) par des solutions d'alcalis et solubles dans les acides.

L'appellation d'acides fulviques (fulvus = jaune) à été introduite par ODEN (1919) car les sels de ces acides donnant à basse concentration une couleur jaune d'or.

Les acides fulviques possèdent les mêmes unités structurales que les acides humiques à savoir:

des composés de nature : aromatique  
des substances azotées  
des substances réductrices

mais la structure aromatique est moins exprimée que dans les acides humiques.

- Propriétés: les acides fulviques sont des composés qui se forment en premier lors de la décomposition de la litière végétale. Beaucoup plus solubles que les acides humiques leur capacité d'échange est élevée (600-650 mq). Dans ces conditions le rôle des acides fulviques dans la pédogénèse est important en particulier dans les processus de la migration du fer et de l'argile et de la podzolisation. De plus ils joueraient un rôle défavorable sur la structure (COMBEAU).

### 3.- Méthode d'extraction utilisée:

C'est la méthode TIURIN modifiée par Ph. Duchaufour qui a été retenue. Elle emploie la soude diluée 0,1 N comme réactif d'extraction. Le choix de la soude pour des horizons organiques où elle induit la formation de comparés réducteurs faussant les dosages est parfaitement adaptée aux sols minéraux que sont les sols ferrallitiques (Mlle. Ch. THOMANN (11)).

Le protocole d'analyse est décrit en appendice. Par rapport à celui proposé dans " le précis de Pédologie de Ph. Duchaufour - p. 355 " quelques modifications ont dû être apportées en particulier:

- la prise d'essai a varié de 3 gr. en surface à 20 gr. en profondeur, une prise de 1 gr. étant insuffisante pour les types de sols étudiés.

- pour des raisons pratiques, l'agitation lors de l'attaque à la soude dans les tubes de centrifugeuses a été impossible. Aussi pour obtenir une extraction normale le temps d'attaque a été prolongé: 16 heures en moyenne sans agitation, les tubes étant disposés à plat pour augmenter au maximum la surface de contact terre fine - soude.

- la présence d'argile dispersée dans les extraits d'humus et non séparable par centrifugation est une cause d'erreur importante pour les dosages. L'addition systématique de 2 % de Cl Na dans les centrifugats floccule les argiles dispersées et les solutions deviennent claires après centrifugation.

L'argile flocculée entraîne certainement dans ses mailles un peu d'humates mais l'ampleur du processus reste faible. Seule les résultats considérés en tant que tels (valeur absolue) risquent d'être entachés d'une petite erreur. Les comparaisons entre les résultats (valeurs relatives) restent très valables, l'addition de chlorure de sodium ayant été faite systématiquement.

### 4.- Les fractions humiques isolées:

La méthode TIURIN permet d'isoler 6 fractions humiques (4).

\* acides fulviques libres F<sub>1</sub>: extraits du sol par attaque directe à l'acide sulfurique N. Ce sont des composés très solubles ayant des propriétés acides, attaquant les colloïdes minéraux et notamment

les argiles qu'ils dégradent (1). Ils semblent constitués d'acides organiques et de composés phénoliques. Ils constituent le premier stade de la décomposition des végétaux en milieu acide. Ces acides très mobiles se lient facilement au fer et à l'argile en provoquant podzolisation et lessivage.

- acides fulviques liés aux acides humiques:  $F_2$  et  $F_3$  obtenus par extraction à la soude diluée en même temps que les acides humiques  $H_2$  et  $H_3$ . Ils sont moins acides que les premiers, peu mobiles dans le sol donc ayant peu d'action sur l'argile et le fer. Ils seraient constitués d'uronides, de polysaccharides en chaîne adsorbés par les molécules d'acides humiques (1).

- acides humiques libres  $H_1$ : incomplètement saturés à petites molécules et faiblement liés à l'argile. Solubles directement dans la soude diluée et précipités par acide sulfurique pur, ils constituent la forme la plus mobile des acides humiques, celle qui donne la structure la moins stable. Cette fraction comprendra aussi les précurseurs des acides humiques provenant de l'oxydation incomplète de la lignine (complexe humo-lignine). Dans les podzols ces complexes migrent en entraînant le fer (1).

- acides humiques liés à l'argile par le Calcium et probablement aussi aux hydroxydes peu stables: obtenu par solubilisation à la soude diluée après décalcification et précipitation en milieu acide. De nature plus condensée que les précédents ils se rattachent aux feuillets de l'argile par des ponts calcium.

- acides humiques liés aux argiles par l'intermédiaire des sesquioxydes de fer ou d'alumine: Très condensés ils ne sont solubilisés par la soude qu'après élimination des sesquioxydes libres et même une attaque partielle de l'argile par l'acide sulfurique à chaud.

---

(1) Duchaufour citant TIURIN (Précis de Pédologie p. 112-113).



#### IV.- EXPRESSION DES RESULTATS:

##### 1.- Note sur le prélèvement des échantillons:

Les fosses ayant 2 1,5 m de section et 4 m de profondeur environ, les prélèvements ont été effectués sur une même ligne verticale dans la zone paraissant la plus représentative de l'ensemble des caractéristiques de la fosse. Le protocole suivi a été généralement le suivant:

- 1 échantillon tous les 10 cm jusqu'à 50 cm
  - 1 échantillon tous les 30 ou 40 cm jusqu'à 1 m
  - 1 échantillon tous les 70 cm ou 1 m jusqu'à 3,5 m
- en

fonction de la nature et de l'importance des horizons.

##### 2.- Méthode de dosage - Importance du pH:

Les dosages ont été effectués par manganimétrie. Cette méthode a été utilisée de préférence à la méthode au bichromate car d'après Ph. Duchaufour (3) la reproductibilité des résultats est meilleure surtout pour les horizons pauvres en humus (horizons profonds). Or il est apparu que pour un même prélèvement les résultats varient aisément du simple au double en particulier pour les acides fulviques. Le dosage au permanganate étant sensible au pH, la meilleure reproductibilité a été obtenue lorsque l'attaque des solutions d'humus se fait à pH 11. En conséquence le protocole classique de la méthode de dosage en permanganate a été légèrement modifié (voir en appendice).

##### 3.- Correspondance du carbone dosé au bichromate de potassium avec les $\text{cm}^3$ de permanganate utilisés dans le dosage des extraits d'humus:

On admet généralement que 1  $\text{cm}^3$  de  $\text{MnO}_4\text{K}$  N/10 correspond à 1 mg d'acide humique dosé. En fait cette donnée est approximative et varie avec les types d'humus (Duchaufour (4)). Il est intéressant d'établir une correspondance en carbone d'un  $\text{cm}^3$  de permanganate oxydé en particulier pour le calcul du taux d'humification.

Dans cette optique le dosage comparatif en bichromate et en permanganate a été effectué sur les mêmes solutions d'extraction à pH 11. Les résultats obtenus (C par  $\text{cm}^3$  de permanganate) ont toujours été trop variable pour que l'on puisse en tirer une valeur sure. Faut-il admettre que les conditions d'oxydations de ces deux oxydants varient différemment en fonction de la nature des fractions isolées? Il faudrait sans doute revoir

les méthodes d'attaque à chaud avec par exemple une oxydation à température peu élevée et constante pendant un temps plus long qu'avec la méthode classique. De plus il faudrait établir une correspondance pour chaque fraction isolée.

Finalement c'est la valeur de correspondance approximative 1 cc de  $MnO_4K = 1$  mg d'acide humique ou fulvique qui a été retenue.

#### 4.- Regroupement des résultats par horizon:

Le critère profondeur du prélèvement nous a paru insuffisant pour effectuer des comparaisons entre les différents profils.

La comparaison a porté sur des horizons pédologiques de nature semblable l'importance relative des différents horizons étant par ailleurs variable avec chaque profil (voir description des profils).

Pour les 4 profils les horizons suivants ont été distingués:

- A<sub>11</sub> horizon superficiel organique : brun \*a
- A<sub>12</sub> horizon de transition organique : brun jaune
- A<sub>2</sub> horizon lessivé : brun jaune à brun jaune clair
- B horizon d'accumulation : rouge jaune à rouge
- AT horizon d'argile tachetée (n'existe pas pour les profils 1 et 2)
- C horizon d'altération de la roche-mère : rouge

La valeur reportée dans le tableau des résultats pour un horizon et pour une fraction correspond à la moyenne arithmétique des résultats obtenus pour cette fraction à l'intérieur de cet horizon \*b

\*a : les couleurs ont été appréciées ~~en~~ code Munsell.

\*b : les dosages étant effectués en double sur 6 fractions et l'étude portant sur 80 échantillons environ c'est donc près de 1000 dosages qui ont été effectués.

V.- INTERPRETATION DES RESULTATS EXPERIMENTATIVES:

1.- Fréquence des couples (1-2) et (3-4):

Si pour une même abscisse  $x$  les ordonnées de deux courbes A et B ont des valeurs voisines  $y_1$  et  $y_2$  ces deux courbes ont pour l'abscisse  $x$  des propriétés voisines. Les valeurs  $y_1$  et  $y_2$  forment un couple.

Si pour cette même abscisse  $x$  les ordonnées de deux autres courbes C et D ont des valeurs voisines  $y'_1$  et  $y'_2$  mais différentes de  $y_1$  et  $y_2$  on a un autre couple  $y'_1$  et  $y'_2$ .

Les couples  $(y_1 - y_2)$  et  $(y'_1 - y'_2)$  reflètent les propriétés différentes des deux ensembles de courbes (AB) et (CD).

L'examen des graphiques 1 à 9 des différentes fractions en fonction des horizons et du rapport H/F permet de dresser le tableau ci-dessous: (ordonnées indiquées par ordre décroissant).

La fréquence des couples (1-2) et (3-4) est remarquable puisqu'elle atteint dans:

|          |         |
|----------|---------|
| $A_{11}$ | 8 sur 9 |
| $A_{12}$ | 8 sur 9 |
| $A_2$    | 6 sur 9 |
| B        | 6 sur 9 |
| C        | 3 sur 3 |

N.B. l'horizon d'argile tachetée n'est pas considéré puisqu'il n'existe pas dans 1 et 2

FREQUENCE DES COUPLES (1-2) et (3-4)

| Horizon         | H <sub>1</sub> | H <sub>2</sub> | H <sub>3</sub> | H <sub>t</sub> | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>t</sub> | H/F | Fréquence |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----------|
| A <sub>11</sub> | 4              | 3              | 2              | 3              | 2              | 4              | 3              | 3              | 2   | 8/9       |
|                 | 3              | 4              | 1              | 2              | 1              | 3              | 4              | 4              | 1   |           |
|                 | 1              | 2              | 3              | 4              | 4              | 1              | 2              | 2              | 3   |           |
|                 | 2              | 1              | 4              | 1              | 3              | 2              | 1              | 1              | 4   |           |
| A <sub>12</sub> | 4              | 4              | 1              | 4              | 2              | 4              | 3              | 4              | 1   | 8/9       |
|                 | 3              | 3              | 2              | 1              | 1              | 3              | 4              | 3              | 2   |           |
|                 | 1              | 2              | 4              | 3              | 4              | 1              | 2              | 2              | 3   |           |
|                 | 2              | 1              | 3              | 2              | 3              | 2              | 1              | 1              | 4   |           |
| A <sub>2</sub>  | 3              | -              | 4              | 3              | 2              | 4              | 3              | 3              | 1   | 6/9       |
|                 | 4              | -              | 1              | 4              | 1              | 3              | 4              | 4              | 3   |           |
|                 | 1              | -              | 2              | 1              | 4              | 2              | 2              | 2              | 2   |           |
|                 | 2              | -              | 3              | 2              | 3              | 1              | 1              | 1              | 4   |           |
| B               | 4              | -              | -              | -              | 2              | 4              | 3              | 4              | 4   | 3/6       |
|                 | 3              | -              | -              | -              | 1              | 3              | 4              | 3              | 1   |           |
|                 | 1              | -              | -              | -              | 3              | 2              | 2              | 2              | 3   |           |
|                 | 2              | -              | -              | -              | 4              | 1              | 1              | 1              | 2   |           |
| C               | -              | -              | -              | -              | 2              | 4              | -              | -              | 1   | 3/3       |
|                 | -              | -              | -              | -              | 1              | 3              | -              | -              | 2   |           |
|                 | -              | -              | -              | -              | 3              | 2              | -              | -              | 3   |           |
|                 | -              | -              | -              | -              | 4              | 1              | -              | -              | 4   |           |

Ces observations font donc apparaître des différences quantitatives quant à l'importance de chaque fraction de l'humus pour les couples 1-2 et 3-4.

Ces différences sont liées aux causes mêmes de la formation et de l'évolution de la matière organique à savoir:

- la végétation
- les propriétés physico-chimiques du sol
- le climat

Mais ces trois facteurs ne sont pas indépendants.

1. Le climat par son action ancienne a marqué de son empreinte les propriétés physico-chimiques du sol ainsi que la végétation. Il a créé un milieu original et de nature peu variable où la matière organique se forme et évolue.

2. C'est le climat qui par son action actuelle joue le rôle majeur dans la formation et l'évolution de la matière organique.

On peut donc distinguer:

- le support biophysico-chimique (facteur passif)
- les actions climatiques actuelles (facteur dynamique)

a) le support biophysico-chimique:

- végétation: dans un précédent paragraphe il a été fait allusion aux différences botaniques relevant des contextes pédoclimatiques différents de chaque profil. La nature de la végétation a-t-elle une influence sur la nature de la matière organique formée? Ici sans doute dans une assez faible mesure car nous n'avons pas à faire à des groupements végétaux de types très différents (végétation de plateaux forestiers).

+ propriétés physico-chimiques:

- granulométrie: le taux d'argile variable avec les profils est susceptible d'apporter des modifications dans l'importance des différentes fractions de l'humus isolées. Nous verrons d'ailleurs plus loin que ces modifications ne semblent pas en relation avec le taux d'argile
- complexe absorbant: dans les sols riches en calcium les ions  $Ca^{++}$  jouent un rôle important en assurant la liaison entre l'argile et l'humus. Ici calcium total comme calcium échangeable sont en trop faible quantité pour effectuer des comparaisons valables sauf pour l'horizon supérieur A<sub>11</sub>.

Reste le climat.

b) le climat: la matière organique qui évolue rapidement en milieu tropical reflète certainement dans sa composition les variations saisonnières du climat et en particulier de la pluviométrie.

Si nous prenons comme point de départ le début de la grande saison sèche (Janvier 1964) les différents profils ont reçu jusqu'au moment de leur prélèvement les lames d'eau suivantes:

| Profils | Station   | J   | F   | M  | A   | M   | J   | Total   | Indice |
|---------|-----------|-----|-----|----|-----|-----|-----|---------|--------|
| 1       | TABOU     | 635 | 151 | 22 | 517 | 436 | -   | 1761 mm | 176    |
| 2       |           |     |     |    |     |     |     |         |        |
| 3       | AGBOVILLE | 257 | 195 | 0  | 115 | 225 | 434 | 1226 mm | 122    |
| 4       | TIASSALE  | 265 | 0   | 0  | 187 | 291 | 265 | 1008 mm | 100    |

Les profils 3 et 4 ont donc reçu respectivement 54% et 76% en moins d'eau que les profils 1 et 2. Entre les profils 3 et 4 la différence est de 22%.

On obtient donc les deux couples (1-2) et (3-4) les mêmes que l'on retrouve en étudiant les graphiques des fractions humiques. Il est raisonnable de penser qu'il y a relation de cause à effet entre la pluviométrie et la composition de l'humus.

c) conclusion: l'importance de la pluviométrie semble jouer un rôle capital dans les variations de la composition de l'humus. La nature du support biophysico-chimique restant secondaire (tout au moins dans le cas présent).

## 2.- Analyse des graphiques expérimentaux:

Divers graphiques ont été établis en particulier

- des graphiques comparatifs réunissant les données en valeurs absolues de chaque fraction de l'humus (exprimée en mg/100 de terre fine) pour les 4 profils.
- un graphique relatif au rapport:acides humiques/ acides fulviques.
- deux diagrammes montrent l'importance relative des différentes fractions des horizons.

- des graphiques relatifs à l'étude des liaisons acides humiques-acides fulviques.

Un coup d'oeil sur ces graphiques montre que les différentes fractions de l'humus diminuent avec la profondeur mais qu'elles atteignent dans B et C des valeurs encore non négligeable.

- en surface et dans les horizons supérieurs ( $A_{11}$   $A_{12}$   $A_2$ ) la décomposition de la litière et d'un chevelu radiculaire fourni provoque la formation d'un humus abondant.

- la migration des composants de l'humus est prouvée par le fait qu'on les retrouve dans les horizons profonds AT et C.

#### A. Acides humiques (graphiques 1 2 3 et 4) \*a

Les fractions  $H_1$  et  $H_2$  sont plus abondants dans les profils 3 et 4 que dans les profils 1 et 2. Pour  $H_3$  c'est l'inverse. L'importance de la pluviométrie donc du lessivage explique ces différences. \*b

1. fraction  $H_1$ : la pente des courbes relatives à cette fraction (graphique 1) est forte. Ainsi, abondants dans l'horizon  $A_{11}$  (13 à 20 mg/oo) les acides humiques libres diminuent rapidement d'importance dans les horizons sous-jacés ( $A_2$  de 0,7 à 2 mg/oo). De plus le diagramme 2 montre qu'en proportion par rapport aux autres fractions on observe le même processus.

---

\*a les variations du taux de matière organique étant quantitativement faibles avec les profils pour chaque horizon les comparaisons quantitatives entre les fractions humiques des quatre profils sont donc valables.

\*b les sols étudiés étant des sols de plateaux (position plane) le lessivage oblique est faible et le lessivage vertical est en relation directe avec la pluviométrie.

| Profil<br>Horizon | $H_1$ % de $(H_1 + H_2 + H_3)$ |      |      |      |
|-------------------|--------------------------------|------|------|------|
|                   | 1                              | 2    | 3    | 4    |
| A <sub>11</sub>   | 35,8                           | 37,6 | 37,2 | 25,2 |
| A <sub>12</sub>   | 14,5                           | 14,0 | 28,4 |      |
| A <sub>2</sub>    | 13,5                           | 7,6  | 14   | 20,8 |
| B                 | 14,2                           | 5,7  | 4,3  | 0    |
| C                 | 4,8                            | 4,3  | 0    | 0    |

Il y a donc une néoformation importante d'acides humiques libres en surface. Elle est plus abondante pour les profils 3 et 4 (17 et 19,5 mg/00) que pour les profils 1 et 2 (12 et 13,5 mg/00).

La décomposition de la litière végétale sous l'action de la pluie favorise la formation d'acides humiques libres. Ils sont moins abondants dans les profils 3 et 4 moins érosés que les profils 1 et 2. Cependant en proportion la différence est faible en surface (25,2 à 37,6 %).

La quantité d'acides humiques libres  $H_1$  formée est donc aussi importante pour les profils 1 et 2 que pour les profils 3 et 4. Mais dans le premier cas il se produit un lessivage de cette fraction vers les horizons profonds sous l'action d'une pluviométrie plus élevée. Dans le second cas le lessivage est moins intense et associé à une pluviométrie plus faible. (Voir tableau ci-dessus horizon B et C).

2. fraction  $H_2$  (graphique 2) : les courbes sont plus étalées que pour la fraction  $H_1$ . Les acides humiques liés aux argiles par le calcium pénètrent davantage le profil. Les profils 3 et 4 sont mieux pourvus quantitativement (gr. 2) et en proportion (diagramme 2) que les profils 1 et 2.

Le calcium est en quantité faible (v. prop. physico-chimiques) dans les profils étudiés. Les essais de corrélation faits aussi bien avec le calcium échangeable qu'avec



la somme des bases échangeables n'ont rien donné. Cependant pour l'horizon de surface  $A_{11}$  l'augmentation de la fraction  $H_2$  suit celle du calcium échangeable sans que l'on puisse en dégager un loi simple.

|   | 1   | 2   | 3   | 4  |
|---|-----|-----|-----|----|
| Calcium échangeable<br>mg % de terre fine | 0,4 | 1,1 | 4,5 | 11 |
| $H_2$ en mg ‰ terre fine                  | 10  | 16  | 25  | 40 |

Il semble donc qu'en dessus d'un certain seuil de calcium échangeable (qui reste à déterminer) il y ait corrélation entre celui-ci et l'importance de la fraction  $H_2$

En dessous de ce seuil les liaisons fraction  $H_2$  - calcium échangeable sont très lâche et peu stables.

En particulier pour les profils 1 et 2 l'abondance de la pluviométrie favorise une rupture de ces liaisons précaires en entraînant le lessivage de la fraction  $H_2$  sous forme mobile. On trouvera donc moins d'acides humiques  $H_2$  dans les profils 1 et 2 que dans les profils 3 et 4 moins lessivés.

3. fraction  $H_3$  (graphique 3): l'étalement des courbes est plus grand que pour les fractions  $H_1$  et  $H_2$  : La fraction  $H_3$  pénètre bien le profil. Les horizons supérieurs des profils 1 et 2 sont mieux pourvus (1,5 à 2 fo pour  $A_{11}$ ) que ceux des profils 3 et 4. C'est justement l'inverse pour les fractions  $H_1$  et  $H_2$ .

En proportion (diagramme 2) cette fraction est importante et souvent dominante dans les profils 1 et 2. Elle est faible pour les profils 3 et 4.

| H <sub>3</sub> en mg/100 terre fine |      |      |      |      |
|-------------------------------------|------|------|------|------|
| Profil<br>Horizon                   | 1    | 2    | 3    | 4    |
| A <sub>11</sub>                     | 40,5 | 42,6 | 15,4 | 15,3 |
| A <sub>12</sub>                     | 70,1 | 59,8 | 18,2 | -    |
| A <sub>2</sub> lessivé              | 41,3 | 37,4 | 32,3 | 24   |
| B accumulation                      | 50,0 | 60,0 | 63,2 | 47,2 |
| AT                                  | -    | -    | 45,5 | 61,0 |
| C                                   | 55,5 | 70,9 | 50,0 | 47,8 |

Les acides humiques H<sub>3</sub> liés à l'argile par les sesquioxydes de fer et d'alumine constituent le terme ultime de la condensation des acides humiques, Ils correspondent à un stade de stabilité maximum, les liaisons étant difficiles à briser (attaque à l'acide sulfurique N bouillant).

Dans les profils 1 et 2 soumis à un lessivage intense, les fractions H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> ont tendance à migrer. La fraction H<sub>3</sub> issue sans doute de la condensation par petites quantités mais répétée des acides humiques moins évolués résiste en lessivage grâce à la solidité de ses liaisons avec l'argile. En proportion elle sera donc importante dans tous les horizons. Cependant cette proportion élevée dans A<sub>11</sub> et A<sub>12</sub> (v. tableau) diminue brusquement dans A<sub>2</sub> horizon lessivé, appauvri en sesquioxydes pour s'élever à nouveau dans B, horizon d'accumulation enrichi en sesquioxydes. Ceci montre bien la liaison de la fraction H<sub>2</sub> avec les sesquioxydes de fer et d'alumine.

Les profils 3 et 4 soumis à un lessivage moins intense sont moins riches en acides humiques H<sub>3</sub> mais leur proportion (diagramme 2) augmente régulièrement avec la profondeur sans tenir compte de la présence d'un horizon lessivé ou enrichi en sesquioxydes. Les deux observations semblent liées. Il faut pour cela tenir compte de l'abon-

dance des acides  $H_2$  liés au calcium, surtout en surface. Les ions  $Ca^{++}$  disposés à la surface des feuillets d'argile sont d'un gros diamètre, de nombreux ponts s'établissent alors avec la fraction  $H_2$ . Un certain nombre de liaisons Fe et Al sont "masquées" par le système  $H_2 - Ca^{++}$  qui recouvre une grande partie du feuillet d'argile. Les liaisons  $H_3 - Fe$  et  $H_3 - Al$  sont alors peu nombreuses d'où la faible quantité d'acides humiques  $H_3$  en surface. En profondeur les ions  $Ca^{++}$  sont en faible quantité et les liaisons Fe et Al peu masquées par le calcium sont mieux exprimées. La proportion de  $H_3$  augmente alors.

#### B. Acides fulviques (graphiques 5 - 6 - 7 et 8)

Les fractions  $F_2$ ,  $F_3$  et Ft sont plus abondantes (1,5 à 3 fois pour l'horizon  $A_{11}$ ) dans les profils 3 et 4 que dans les profils 1 et 2. Pour la fraction  $F_1$  c'est l'inverse. Là aussi l'importance de la pluviométrie et du lessivage explique ces différences.

1. fraction  $F_1$  (gr. 5): la pente des courbes relatives à cette fraction est faible et même nulle dans les horizons supérieurs pour 1, 2 et 3. Ceci caractérise la mobilité des acides fulviques libres, les premiers formés au cours de la décomposition de la litière végétale.

- a) le graphique 5 montre qu'une forte pluviométrie favorise la formation de la fraction  $F_1$  en activant les phénomènes de décomposition de la matière végétale. Les profils 1 et 2 sont en effet plus riches en acides fulviques libres que les profils 3 et 4.
- b) le diagramme 2 et le tableau ci-après montrent aussi qu'en proportion la fraction  $F_1$  est beaucoup plus élevée (de 2 fois, horizon B à 15 fois, horizon  $A_{12}$ ) dans les profils 1 et 2 que dans les profils 3 et 4. Cette abondance relative dans les profils 1 et 2 confirme donc l'importance de la pluviométrie dans la formation et la migration des acides fulviques libres.

| Acides fulviques $F_1$ % de $(F_1 + F_2 + F_3)$ |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|
| Profil<br>Horizon                               | 1    | 2    | 3    | 4    |
| A <sub>11</sub>                                 | 24,7 | 27,3 | 8,2  | 5,6  |
| A <sub>12</sub>                                 | 66,0 | 53,5 | 4,3  | -    |
| A <sub>2</sub>                                  | 45,4 | 37,8 | 20,5 | 9,4  |
| B   | 37,7 | 30,4 | 17,6 | 15,7 |
| C   | 48,5 | 48,0 | 10,0 | 13,0 |

2. fraction  $F_2$  (Graphique 6) : Cette fraction liée aux acides humiques  $H_2$  est déjà plus stable que la fraction  $F_1$ . L'étude de la fraction  $H_2$  a montré que celle-ci semblait liée de façon précaire aux argiles par le pont calcium et qu'un lessivage intense brisait ces liaisons. La fraction  $F_2$  moins condensée que la fraction  $H_2$  est faiblement liée aux argiles et facilement déplaçable par les eaux qui percolent. Aussi (gr. 6) les acides fulviques  $F_2$  sont-ils moins abondants dans les profils 1 et 2 plus arrosés que dans les profils 3 et 4 moins lessivés.

L'examen du diagramme 1 et du tableau ci-après montre que les pourcentages de la fraction  $F_2$  par rapport au total des acides fulviques sont toujours élevés :

La fraction  $F_2$  domine 5 fois sur 8 pour le couple de profils 1 - 2  
6 fois sur 8 pour le couple de profils 3 - 4

| Profil<br>Horizon | 1    | 2    | 3    | 4    |
|-------------------|------|------|------|------|
| A <sub>11</sub>   | 64,2 | 45,5 | 47,4 | 45,6 |
| A <sub>12</sub>   | 18   | 36,5 | 48   | -    |
| A <sub>2</sub>    | 40,7 | 46,1 | 49,1 | 37,6 |
| B                 | 49   | 47,5 | 67,2 | 48,7 |
| C                 | 33,3 | 38,4 | 70,0 | 60,0 |

Cette abondance relative de la fraction  $F_2$  est difficilement explicable.  
L'hypothèse suivante pourrait être mise en avant:

Les acides fulviques  $F_2$  résulteraient d'un début de condensation des acides fulviques libres  $F_1$  et correspondraient au premier stade de fixation des acides fulviques sur le support physico-chimique. Cette condensation se réaliserait facilement et sa vitesse au moins égale à la vitesse de lessivage permettrait le maintien d'un pourcentage élevé de cette fraction  $F_2$ .

3. fraction  $F_3$  (graphique 7): cette fraction liée aux acides humiques  $H_3$  est la plus stable des fractions d'acides fulviques. Abondants dans les profils 3 et 4 on les trouve en faible quantité dans les profils 1 et 2. Par exemple:

| Profil<br>Horizon | $F_3$ mg/100 terre fine |     |     |      |
|-------------------|-------------------------|-----|-----|------|
|                   | 1                       | 2   | 3   | 4    |
| $A_{11}$          | 3                       | 10  | 20  | 32   |
| $A_{12}$          | 1,2                     | 2,2 | 4,6 | 12,8 |

En pourcentage on constate la même chose.

| Profil<br>Horizon | $F_3$ % de $(F_1 + F_2 + F_3)$ |      |      |      |
|-------------------|--------------------------------|------|------|------|
|                   | 1                              | 2    | 3    | 4    |
| $A_{11}$          | 9,0                            | 27,2 | 44,4 | 49,8 |
| $A_{12}$          | 16,0                           | 10,0 | 47,3 | -    |
| $A_2$             | 14,9                           | 16,1 | 30,4 | 53   |
| B                 | 13,3                           | 22,1 | 15,2 | 36,6 |
| C                 | 18,2                           | 13,6 | 20,0 | 27,0 |

On ne trouve pas de relation entre les variations de ces données et celles du taux d'argile ou des sesquioxides comme pour la fraction  $H_3$  (profil 1 et 2). Cependant la fraction  $F_3$  la plus condensée des acides fulviques est de ce fait la plus longue à se former.

Dans les profils 1 et 2 où le lessivage est abondant il se formera donc très peu d'acides fulviques  $F_3$  alors que dans les profils 3 et 4 où le lessivage est modéré, il s'en formera davantage.

La migration de la fraction  $F_3$  apparait alors comme un phénomène secondaire et cela à cause de la stabilité de cette fraction.

### C. Conclusion:

L'importance de la pluviométrie détermine en particulier la vitesse de percolation des solutions du sol donc le temps de contact de celles-ci avec le support physico-chimique.

La fraction  $F_1$  la première formée donne naissance aux fractions  $F_2$  et  $F_3$ .

Si le lessivage est abondant, la fraction  $F_1$  migre rapidement et le temps de contact avec le support physico-chimique est court: la formation des fractions  $F_2$  et  $F_3$  est peu importante (profils 1 et 2).

Si le lessivage est modéré, la fraction  $F_1$  se lie davantage au support physico-chimique et la formation des fractions  $F_2$  et  $F_3$  est plus importante (profils 3 et 4).

Pour la fraction  $H_1$  même processus. A partir de celle-ci, la formation de la fraction  $H_2$  est favorisée par un temps de contact plus long (profil 3 et 4). La fraction  $H_3$  échappe cependant à cette explication et nous avons vu comment la grosseur du pont  $H_2$  - Ca - argiles pouvait diminuer le nombre des liaisons  $H_3$  - Al ou  $H_3$  - Fe (profils 3 et 4).

D. Le rapport H/F:  $\left( \frac{\text{acides humiques totaux}}{\text{acides fulviques totaux}} \right)$  graphique 9.

Le rapport H/F est toujours inférieur à 1 (graphique 9) sauf pour l'horizon  $A_{11}$  des profils 1 et 2.

| Profil<br>Horizon | Rapport H/F |      |      |      |
|-------------------|-------------|------|------|------|
|                   | 1           | 2    | 3    | 4    |
| $A_{11}$          | 1,3         | 1,6  | 0,9  | 1,0  |
| $A_{12}$          | 0,96        | 0,80 | -    | 0,49 |
| $A_2$             | 0,65        | 0,50 | 0,61 | 0,35 |
| B                 | 0,51        | 0,40 | 0,76 | 0,50 |
| AT                | -           | -    | 0,75 | 0,60 |
| C                 | 0,86        | 0,60 | 0,40 | 0,50 |

La balance penche donc en faveur des acides fulviques. Il faut donc admettre que la forte pluviométrie des zones tropicales humides favorise la formation des acides fulviques.

Sur le graphique N° 9 deux types de courbes sont bien visibles, le type 1 - 2 et le type 3 - 4.

- Dans le premier cas le rapport  $H_t / F_t$  décroît jusqu'à une valeur minimum pour l'horizon B et augmente ensuite dans l'horizon C.

- Dans le deuxième cas le rapport  $H_t / F_t$  passe un minimum dans l'horizon  $A_2$  puis augmente dans les horizons B et AT pour décroître à nouveau dans l'horizon C.

Dans les deux cas il y a donc d'abord une diminution de la valeur du rapport  $H_t / F_t$  ce qui correspond à une migration plus intense des acidesfulviques que des acides humiques.

Des variations hydriques en liaison avec la granulométrie des horizons permettent d'appliquer l'augmentation du rapport  $H_t / F_t$  dans les horizons B et AT de 3 et 4.

| Profil<br>Horizon | Argile % terre fine |    |    |    |
|-------------------|---------------------|----|----|----|
|                   | 3                   | 4  | 1  | 2  |
| A <sub>2</sub>    | 30                  | 17 | 19 | 31 |
| B                 | 46                  | 42 | 22 | 36 |
| AT                | 52                  | 40 | -  | -  |
| C                 | 36                  | 29 | 24 | 38 |

a) Les horizons B et AT riches en argile des profils 3 et 4 constituent des zones d'engorgement temporaire. Il s'y produit des dessiccations et des réhumectations successives favorables aux phénomènes de condensations des molécules d'humus. Il y a formation d'acides humiques aux dépens des acides fulviques et augmentation de la valeur du rapport  $H_t / F_t$ .

Dans l'horizon C le taux d'argile diminue, à nouveau, le drainage est meilleur, et les acides fulviques plus abondants - le rapport  $H_t / F_t$  diminue.

b) Dans les profils 1 et 2 l'horizon B par sa faible teneur en argile (tableau ci-dessus) ne constitue plus une zone d'engorgement. Le drainage s'effectue normalement et les acides fulviques sont abondants. Cependant dans l'horizon C malgré une augmentation du taux d'argile très faible le rapport H/F augmente en liaison peut-être avec une hydro-morphie temporaire de profondeur.



Ce rapport H/F caractérise donc:

- en surface (H/F > 1) un humus évolué ou la litière riche en base favorise la formation d'acides humiques.

- en profondeur (H/F < 1) un humus moins évolué ou l'acidité du milieu (pH 4,5 - 5,5) favorise la formation d'acides fulviques.

E. Equilibre acides humiques - acides fulviques (graphique 10):

Lors de l'extraction à la soude, les acides fulviques F accompagnent toujours les acides humiques H.

L'évolution du système (H + F) peut donner des indications sur la nature des relations entre les acides fulviques et les acides humiques.

Soit donc le système (H + F) prenant les valeurs  $x_1, x_2 \dots x_n$  la variabilité du système est caractérisée par une valeur

$$V = \frac{(x_1 - x_2) + |x_3 - x_2| + \dots + |x_n - x_{n-1}|}{n - 1}$$

+ Si (H + F) = C (constante) V = 0 et H = - F + C avec H et F > 0.

H est alors une fonction décroissante linéaire de F: ainsi à une augmentation de H correspond une diminution de F.

+ Si (H + F) est variable V > 0 et H = - F + M (variable) -

H devient une fonction décroissante multilinéaire de F. Ainsi à une augmentation de H correspond une diminution mais variable suivant le cas de F.

Ces variations inverses de H et de F peuvent se concevoir comme une transformation des acides humiques en acides fulviques et réciproquement : H F. Les travaux de FREYTAG, MISTERKII et LOGINOV ont montré en effet que la conversion des acides humiques en acides fulviques et le processus inverse était possible et n'était dû qu'à un changement de l'état colloïdal.

Quand V = 0 cette conversion peut être totale et entièrement réversible. Lorsque V augmente, les liaisons moléculaires deviennent plus lâches, l'ampleur de la conversion et les possibilités de réversibilité diminuent.

## Valeurs de V (coefficient de variabilité) \*

| Fractions<br>Profils | $H_1 + F_1$ | $H_2 + F_2$ | $H_3 + F_3$ |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1                    | 11,8        | 29,9        | 21,2        |
| 2                    | 11,3        | 18,4        | 11,8        |
| -----                |             |             |             |
| 3                    | 9,9         | 8,3         | 6,6         |
| 4                    | 9,7         | 11,1        | 5,9         |

Le coefficient V est toujours plus élevé pour les profils 1 et 2 que pour les profils 3 et 4. Cependant les différences sont faibles pour la fraction ( $H_1 + F_1$ ).

Aussi dans les sols très lessivés le processus de réversibilité acides humiques acides fulviques a peu d'ampleur alors qu'il est notable dans les sols moins lessivés.

L'importance du lessivage influe sur le temps de contact entre les fractions et aussi sur la structure de la molécule d'acide fulvique.

a) Dans un sol où le lessivage est intense, le temps de contact entre les fractions mobiles et les fractions stables ( $H_2, H_3$ ) est court et les liaisons précaires.

De plus la structure de la molécule d'acide fulvique en migration a une structure aromatique peu exprimée dominée par une structure linéaire et les liaisons seront d'autant plus difficile à établir avec les molécules condensées à structure aromatique bien développée caractérisant les fractions stables. La réversibilité est alors de faible ampleur (profils 1 et 2).

---

\* Dans les sommes (H + F) et pour faire des comparaisons valables, ce sont les pourcentages des différentes fractions empruntées aux diagrammes 1 et 2 qui ont été utilisées.

b) Si le sol est soumis à un lessivage moins intense, le temps de contact entre les fractions mobiles et les fractions stables est plus long. L'alternance de pédoclimats humide et plus sec favorise un changement de structure dans les molécules d'acide fulvique qui se condense peu à peu. Sa configuration devient alors voisine de celle des acides humiques et à la faveur de variations colloïdales faibles on passe facilement de l'une à l'autre. La réversibilité des fractions devient alors importante (profils 3 et 4).

Pour la fraction  $H_1 + F_1$  le coefficient V est peu élevé pour les quatre profils

La fraction  $H_1$  en effet la première à se former dans les fractions humiques est relativement mobile c'est à dire à molécules peu condensées. Sa structure se rapproche donc de celle de la fraction fulvique et la réversibilité est importante.

En conclusion on peut donc définir:

- + une fraction  $H_1$  avec une structure moléculaire proche de la fraction fulvique.
- + une fraction fulvique peu condensée surtout constituée de chaînes linéaires caractérisant les sols lessivés (région de TABOU).
- + une fraction fulvique plus condensée dont la structure moléculaire se rapproche de celle des acides humiques stables ( $H_2, H_3$ ) caractérisant des sols moins lessivés (YAPO, N'DOUCI).
- + une fraction stable à structure moléculaire condensée  $H_2, H_3$  présente dans les quatre types de sols.

## C O N C L U S I O N

Cette étude ne nous a pas permis de mettre en évidence des différences essentielles entre les humus des différents profils étudiés. Ceci n'est pas pour nous étonner quand on songe à la relative uniformité du climax qui caractérise la région forestière. Bien sûr des variations ont été détectées et des essais d'explication ont été fournis. Nous voudrions attirer l'attention du lecteur sur le caractère provisoire, la fragilité des hypothèses et des conclusions émises au cours de cette étude.

Une compréhension accrue des phénomènes qui caractérisent la formation et l'évolution des humus tropicaux devra dans l'avenir avoir pour bases essentielles:

- une étude de l'évolution des différentes fractions sur des prélèvements effectués en fonction des variations saisonnières.

- une étude de la vitesse de minéralisation de chaque fraction. Ce processus n'a pas été évoqué dans ce travail, n'ayant pas eu connaissance des travaux effectués à ce sujet.

Ainsi la connaissance accrue des mécanismes de l'évolution de l'humus permettra à l'Agronome d'agir plus efficacement pour la conservation de l'humus dans les sols, élément essentiel du maintien de la fertilité.

-:-:-:-:-:-:-

ORIENTATION possible des recherches sur les fractions de l'humus des  
sols ferrallitiques.

+ étude dynamique de l'évolution des différentes fractions de l'humus avec les saisons par exemple:

- prélèvements en début, au milieu et à la fin de la grande saison des pluies.
- prélèvements durant le mois le plus sec.

+ étude de la vitesse de minéralisation de chaque fraction de l'humus.

+ étude à l'électrophorèse de la condensation moléculaire des différentes fractions en fonction de la pluviométrie.

Ceci devrait s'accompagner de la mise au point de la méthode de dosage au permanganate pour une oxydation lente des composés humiques à température constante avec contrôle à l'électrophorèse.

-:-:-:-:-

B I B L I O G R A P H I E

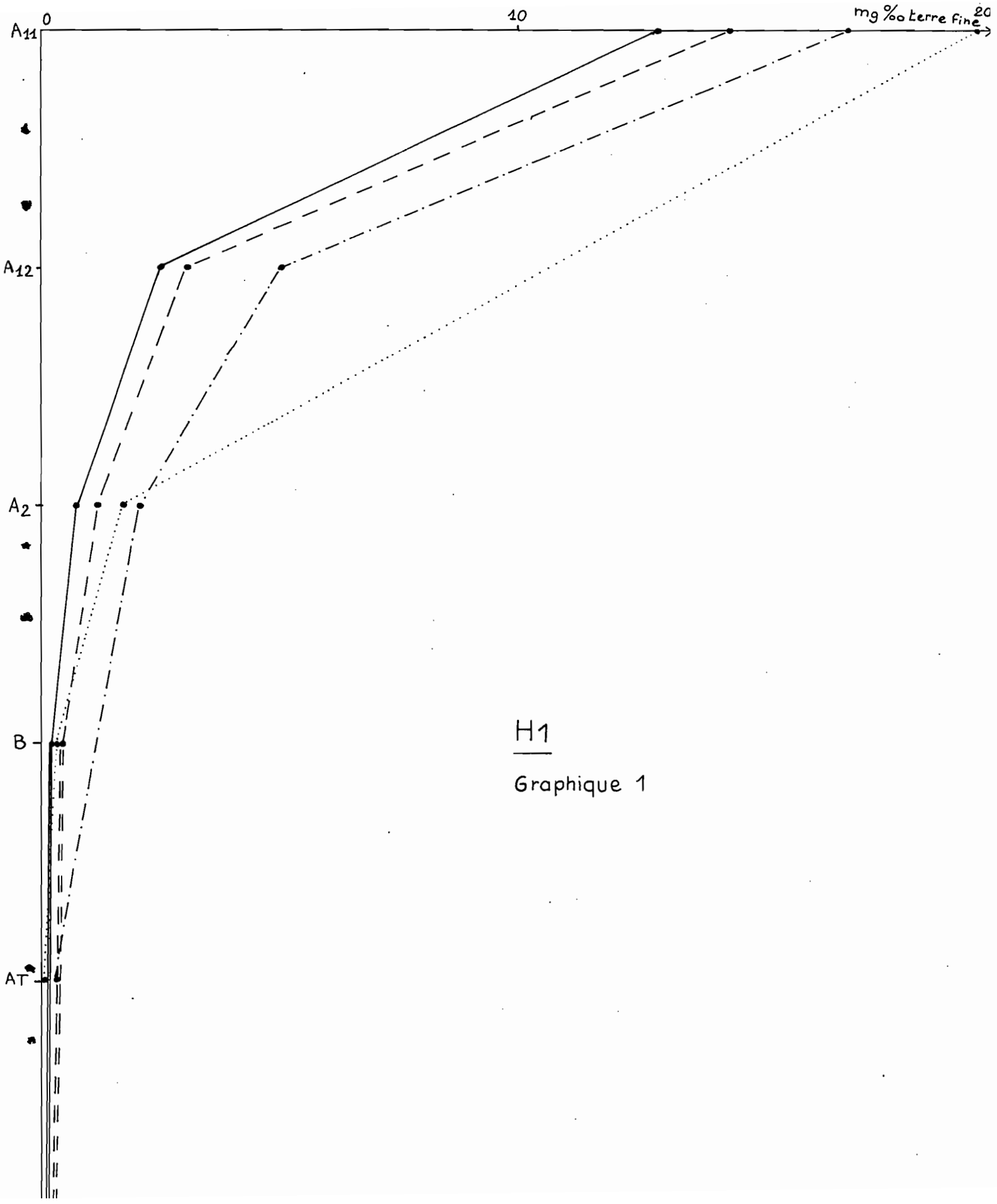
- (1) G. AUBERT - Cours de Pédologie - Paris - 1963.
- (2) G. AUBERT - Sols latéritiques - Congr. Int. Sc. Sols - Léopoldville - 1954 -  
vol. I - p. 103 - 118.
- (3) Ph. DUCHAUFOR et Y. DOMMERGUES - Etude des composés humiques de quelques  
sols tropicaux et sud-tropicaux  
Sols africains - Janvier - Avril 1963 - Vol. 8 - N° 1.
- (4) Ph. DUCHAUFOR - Précis de Pédologie - Masson et Co. éditeurs - Paris - 1960.
- (5) M.M. KONONOVA - Soil Organic Matter - PERGAMON PRESS - Paris 1961.
- (6) N. LENEUF - L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites  
en Côte d'Ivoire forestière et les sols qui en sont dérivés -  
ORSTOM - 1959.
- (7) N. LENEUF - Contribution à l'étude pédologique de l'Ouest de la Côte d'Ivoire -  
Vallée du Cavally Tai - Tabou - ORSTOM - 1956.
- (8) G. MANGENOT - Etude sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire -  
Et. éb. N° 4 - Abidjan - 1955 - p. 5 - 61.
- (9) C. ROUGERIE - Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière -  
IFAN Dakar - N° 58 - 1960.
- (10) SODEMI - Carte géologique de la Côte d'Ivoire au 1/1.000.000è -  
inédit Abidjan - 1964.
- (10) SOR Thay Seng - Les sols de la région de Tabou - ORSTOM - Nov. 1962.
- (11) Ch. THOMANN - Les différentes fractions humiques de quelques sols tropicaux  
de l'Ouest africain - ORSTOM Dakar - Hann - Juin 1964.
- (12) A. BRUNELL - Traité de chimie végétale -  
Frère éditeur Tourcoing - Tome II - p. 221.

## A P P E N D I C E

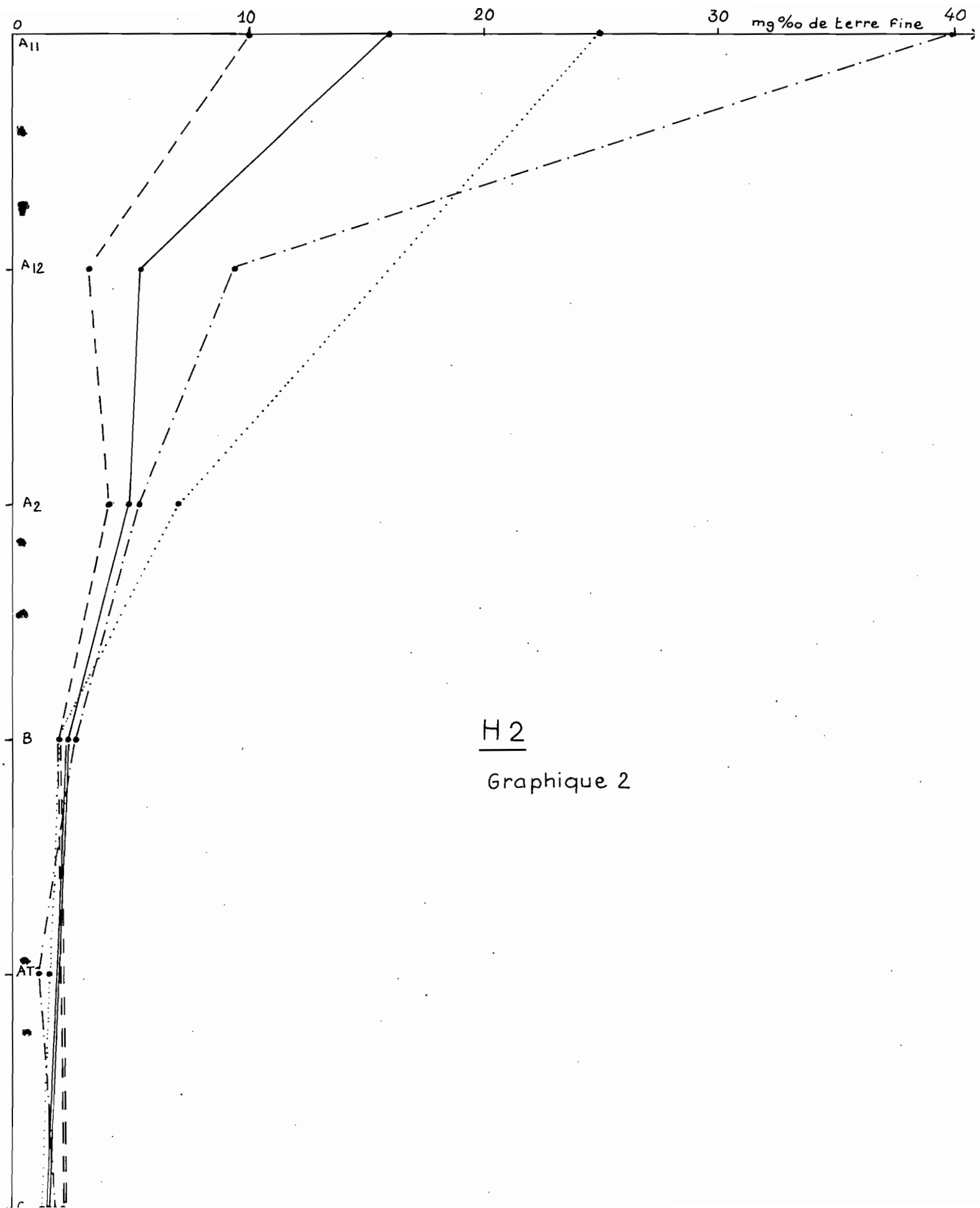
1. Graphiques et données concernant les fractions de l'humus.
2. Méthode de fractionnement des composés humiques.
3. Méthode de dosage des composés humiques.
4. Données analytiques classiques.
5. Description des profils étudiés.

GRAPHIQUES ET DONNEES CONCERNANT LES FRACTIONS DE L'HUMUS



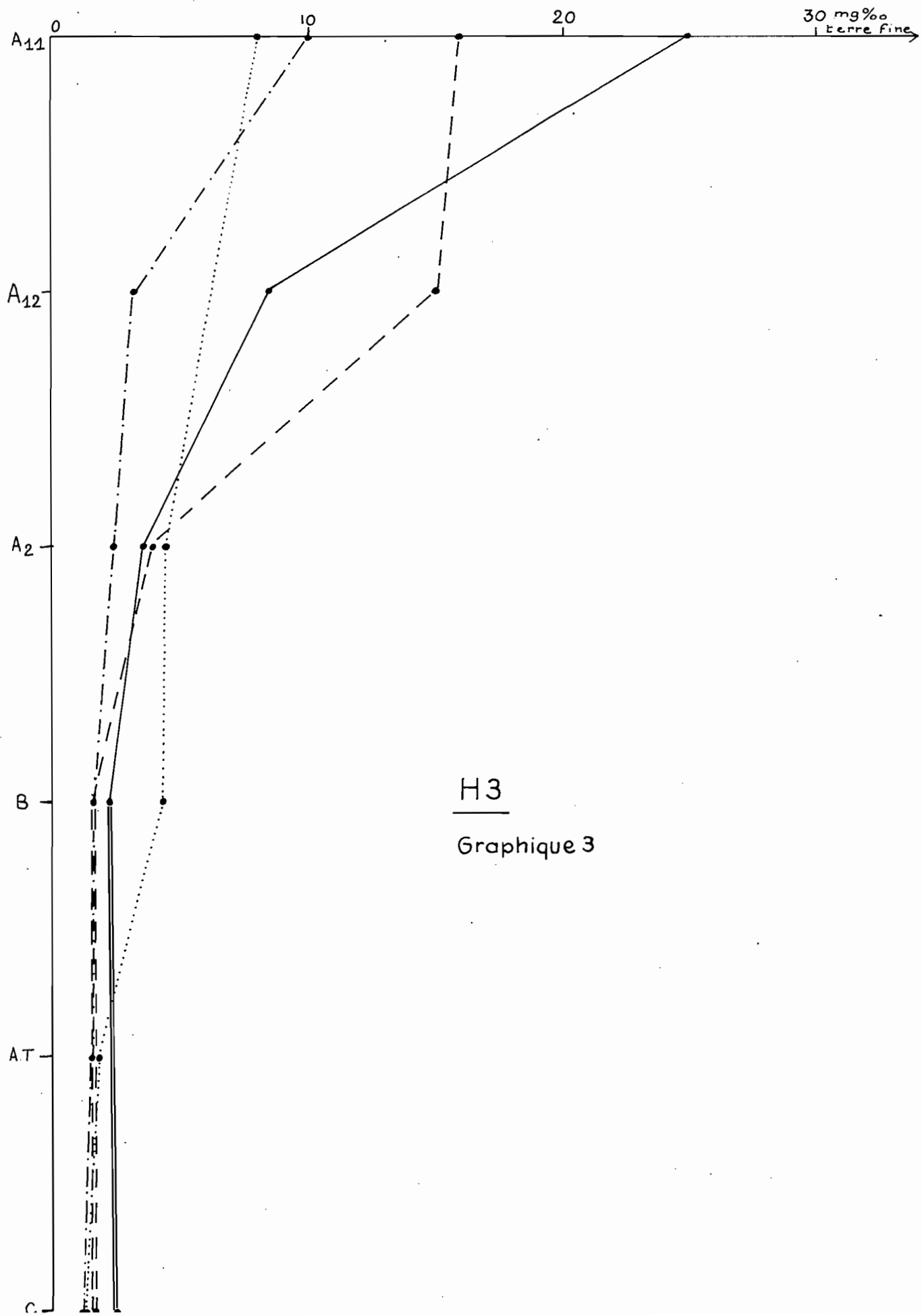


H1  
Graphique 1



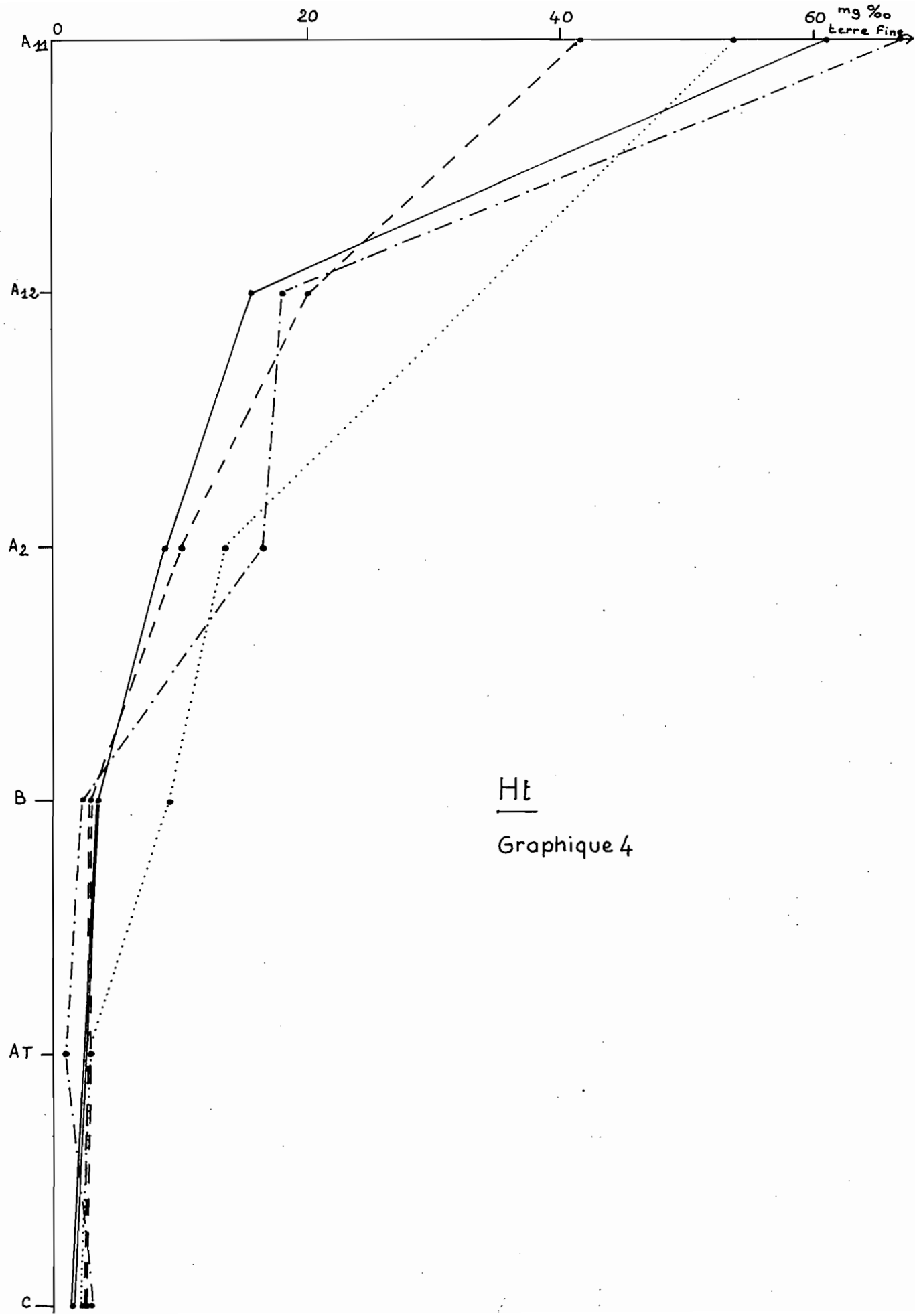
H 2

Graphique 2

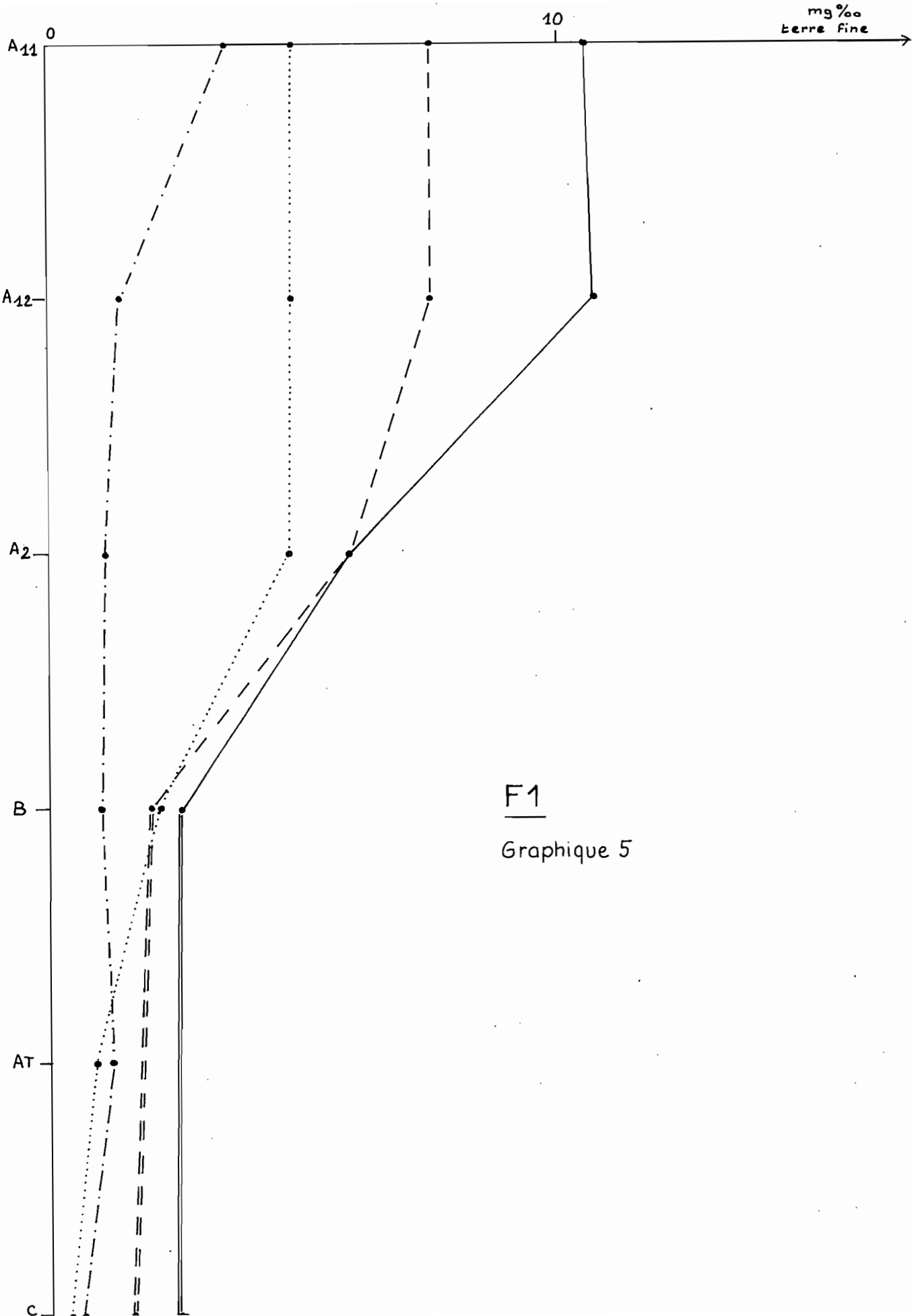


H3

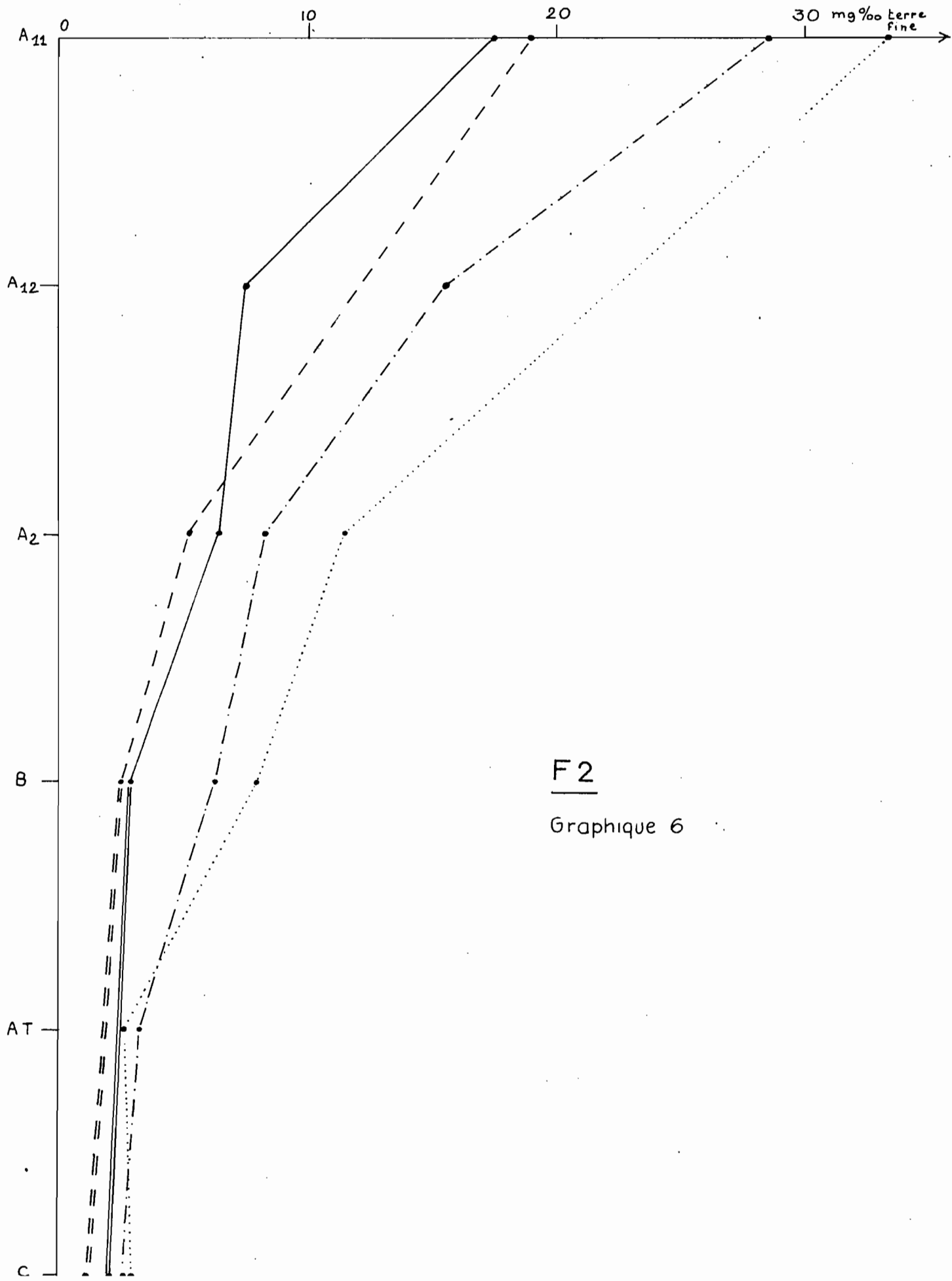
Graphique 3



Ht  
Graphique 4

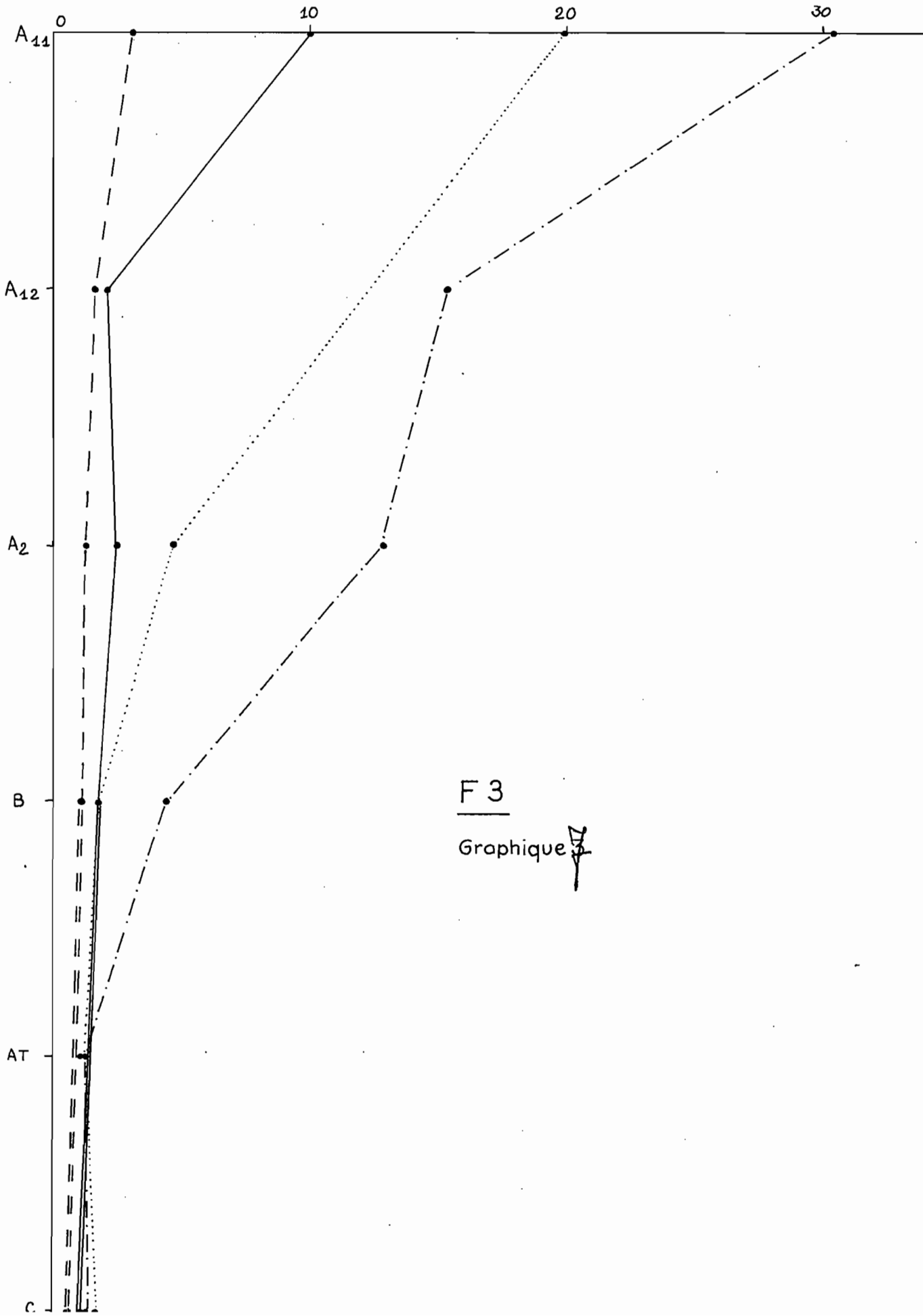


F1  
Graphique 5



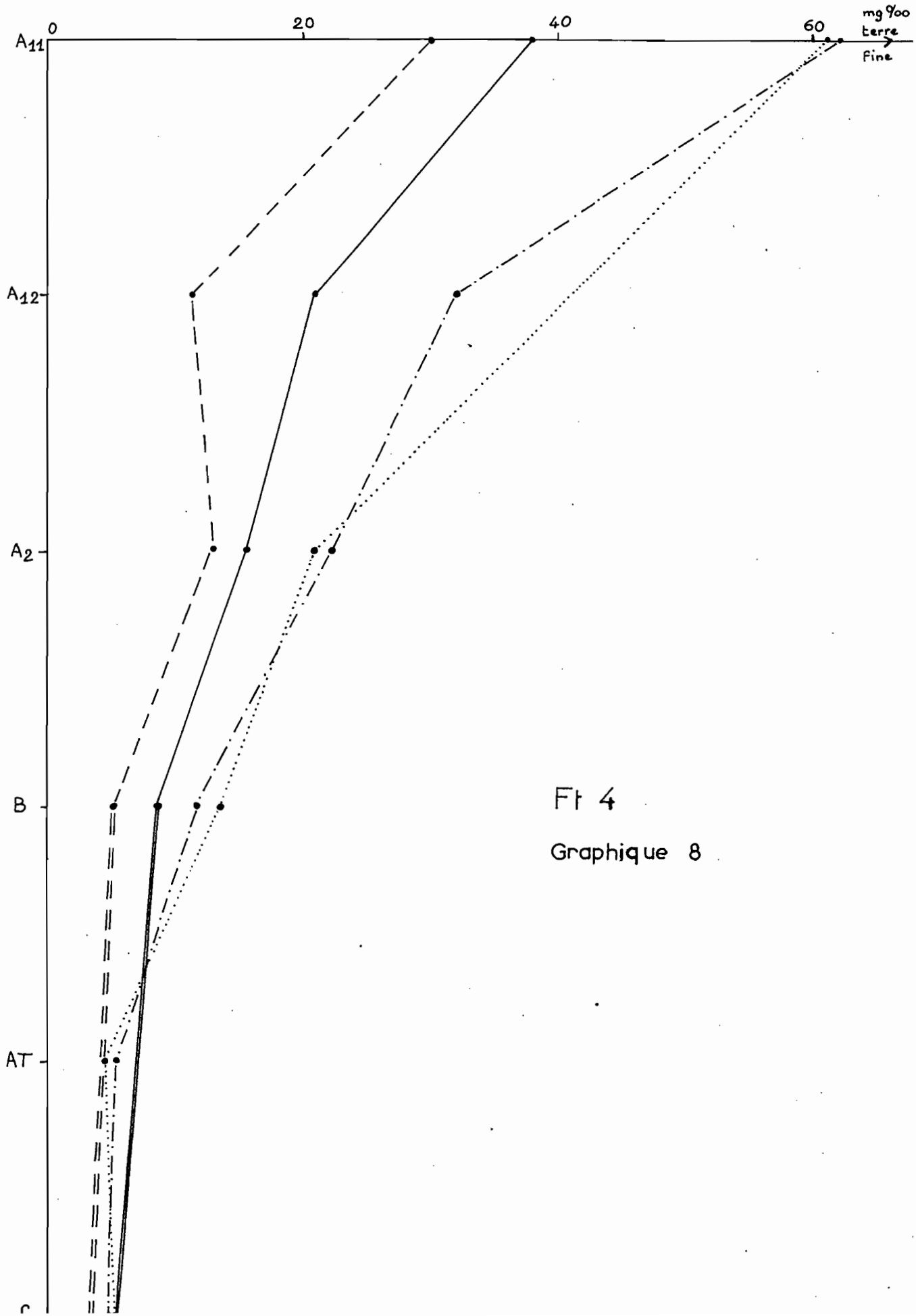
F2

Graphique 6



F 3

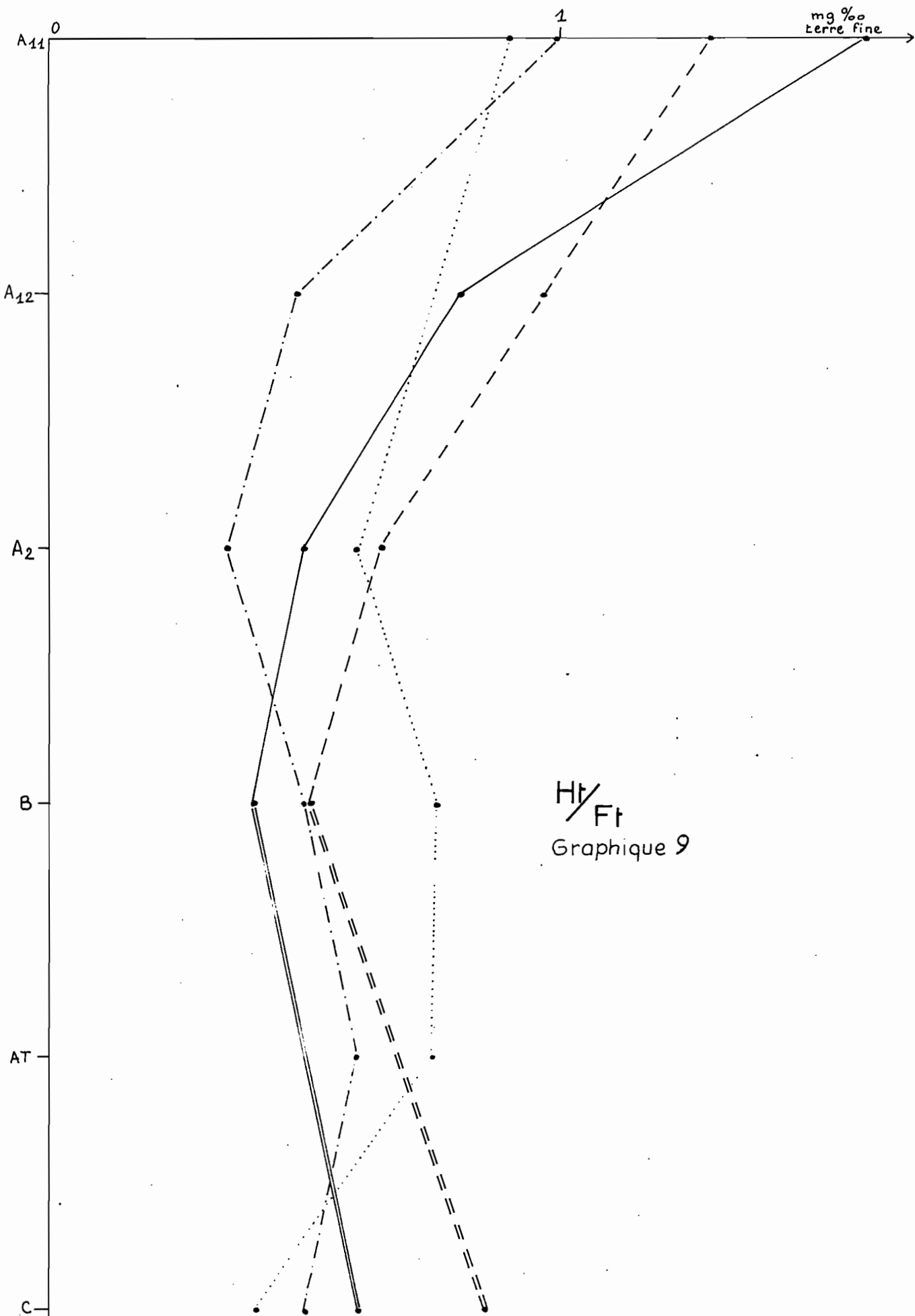
Graphique



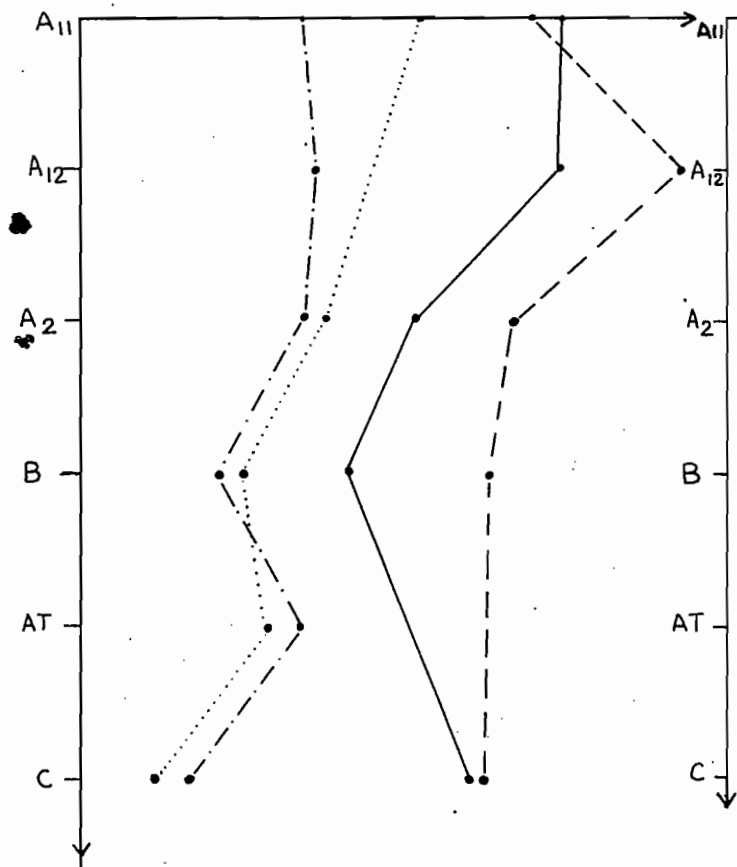
Ft 4

Graphique 8

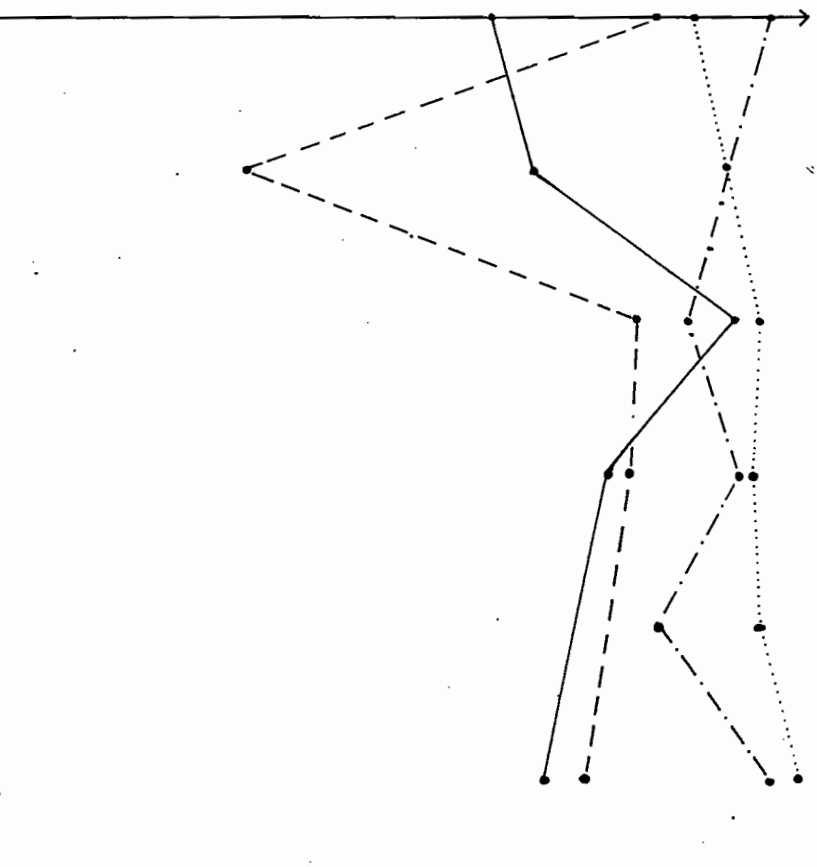




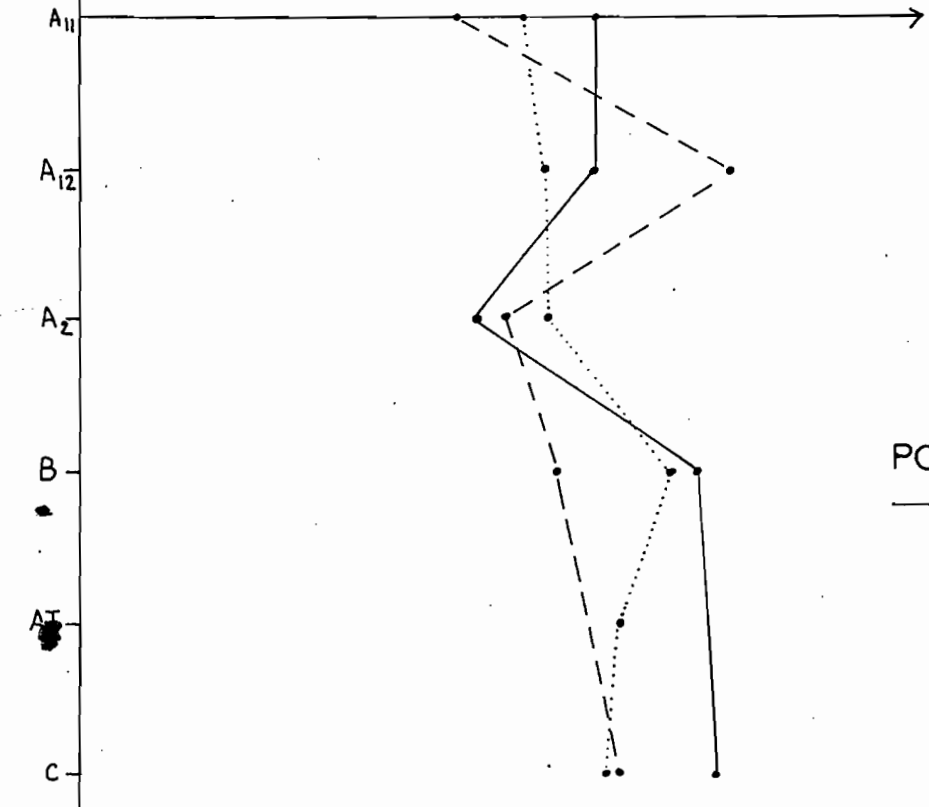
Ht / Ft  
 Graphique 9



H1 + F1



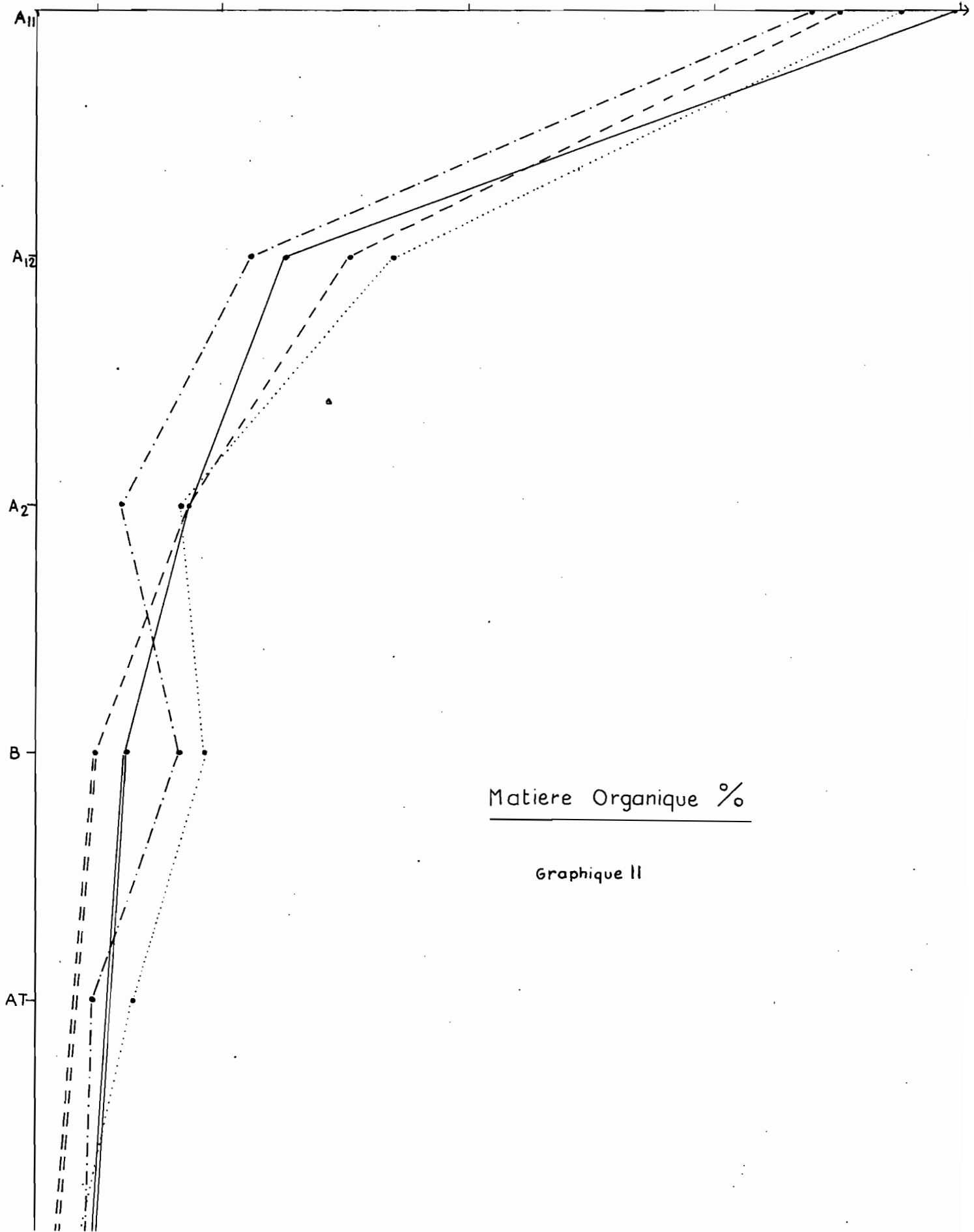
H2 + F2



H3 + F3

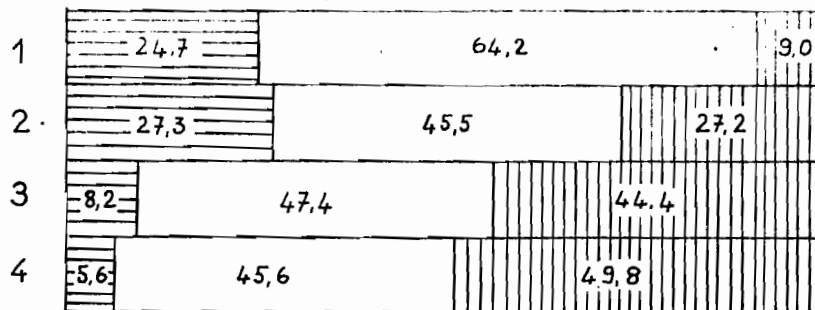
POURCENTAGES CUMULES

Graphique 10

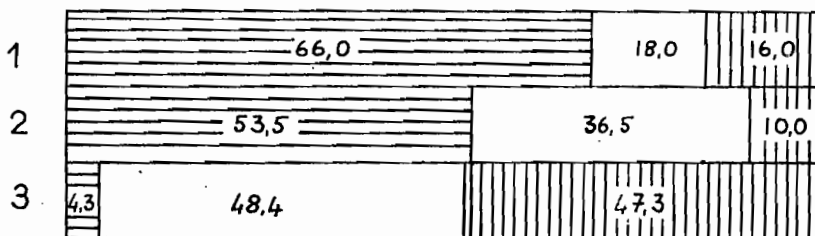


Matiere Organique %

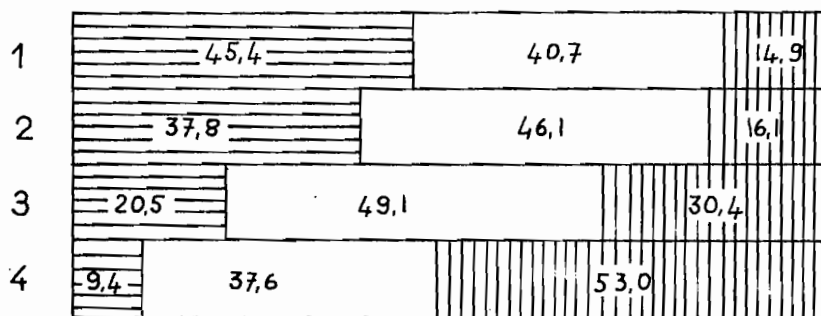
Graphique II



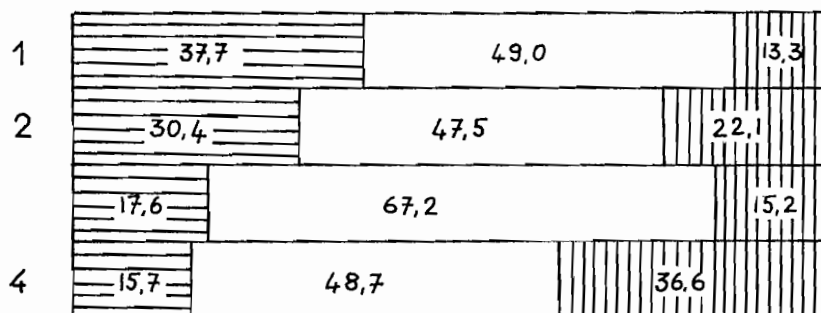
A 11



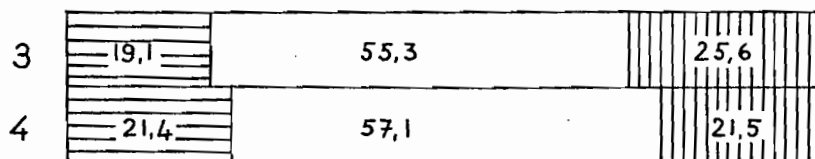
A 12



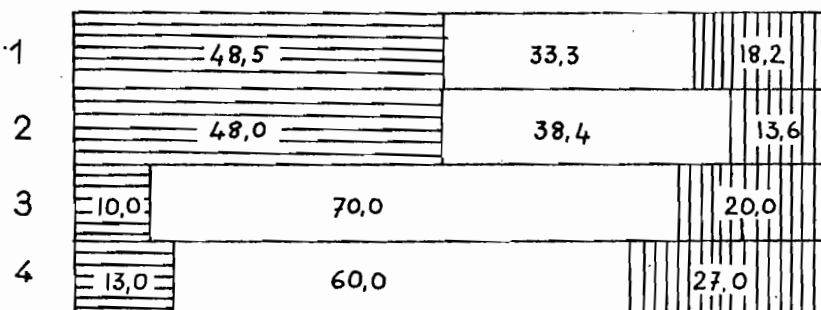
A 2



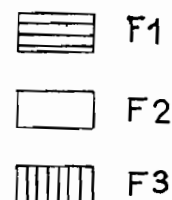
B

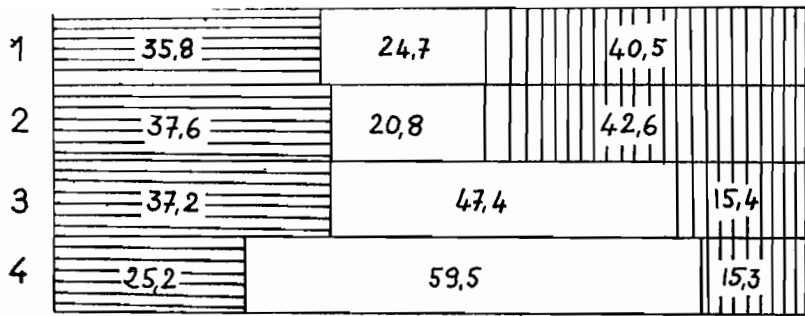


AT



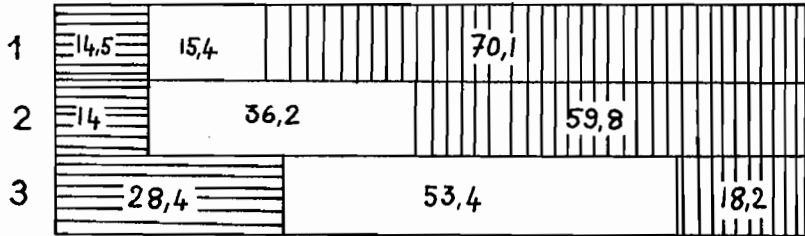
C



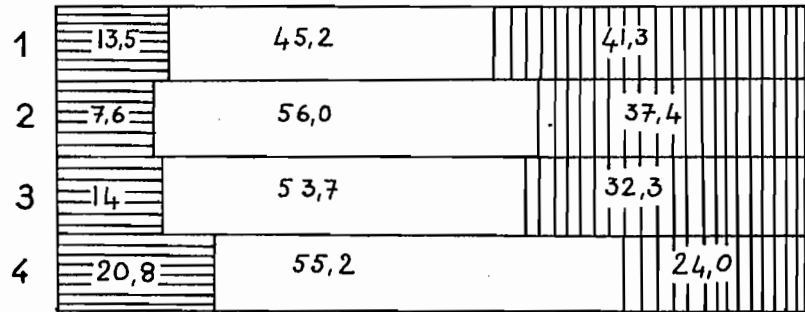


A<sub>11</sub>

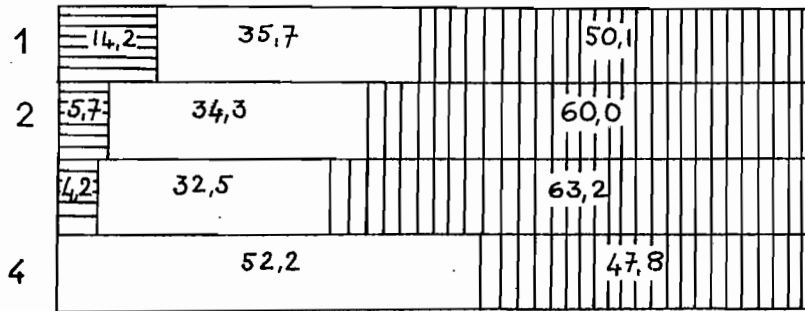
H  
DIAGRAMME 2



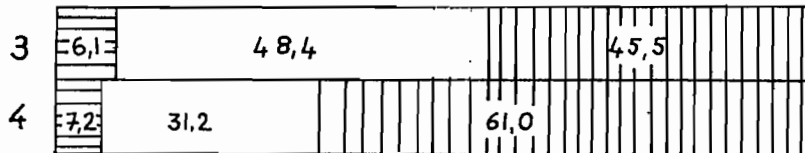
A<sub>12</sub>



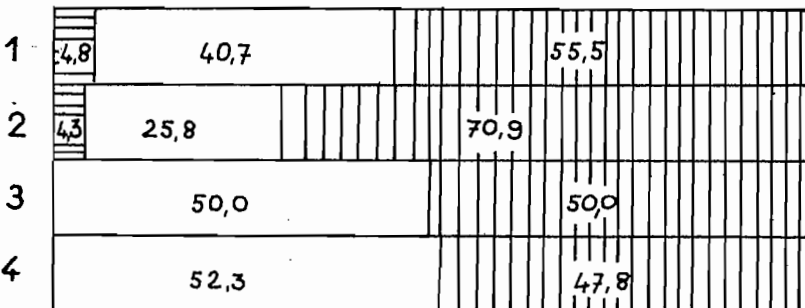
A<sub>2</sub>



B



A<sub>T</sub>



C

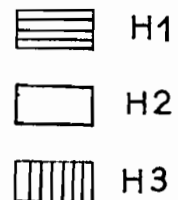


TABLEAU A : Les fractions de l'humus - Valeurs moyennes par horizon - mg ‰ de terre fine.

| N° Profil       | Profondeur  | Couleur | H <sub>1</sub> | H <sub>2</sub> | H <sub>3</sub> | H <sub>t</sub> | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>t</sub> | H/F  | C/N  |
|-----------------|-------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|
| <u>1</u>        |             |         |                |                |                |                |                |                |                |                |      |      |
| A <sub>11</sub> | 0 - 5 cm    | B       | 14,5           | 10,0           | 15,9           | 40,4           | 7,5            | 19,5           | 3,0            | 30,0           | 1,3  | 13,8 |
| A <sub>12</sub> | 5 - 15 cm   | BJ      | 3,0            | 3,2            | 14,5           | 20,7           | 7,5            | 2,1            | 1,8            | 11,4           | 0,96 | 14,1 |
| A <sub>2</sub>  | 20 - 60 cm  | BJ      | 1,2            | 4,0            | 3,6            | 8,8            | 5,9            | 5,3            | 1,8            | 13,0           | 0,65 | 11,0 |
| B               | 60 - 160cm  | R       | 0,4            | 1,0            | 1,7            | 2,8            | 2,0            | 2,6            | 0,75           | 5,3            | 0,51 | 20,0 |
| C               | 160 - 270cm | R       | 0,2            | 1,1            | 1,5            | 2,8            | 1,6            | 1,1            | 0,4            | 3,3            | 0,86 | 12,0 |
| <u>2</u>        |             |         |                |                |                |                |                |                |                |                |      |      |
| A <sub>11</sub> | 0 - 7 cm    | B       | 23,5           | 13,0           | 25,9           | 62,4           | 10,5           | 17,5           | 10,0           | 38,0           | 1,6  | 15,9 |
| A <sub>12</sub> | 10 - 30 cm  | BJ      | 2,2            | 5,7            | 8,4            | 16,3           | 10,7           | 7,3            | 1,9            | 19,9           | 13,6 | 14,9 |
| A <sub>2</sub>  | 30 - 50 cm  | JB      | 0,7            | 5,2            | 3,2            | 9,1            | 5,9            | 7,2            | 2,5            | 15,6           | 0,5  | 18   |
| B               | 50 - 160cm  | JR      | 0,2            | 1,2            | 2,1            | 3,5            | 2,5            | 3,9            | 1,8            | 8,2            | 0,4  | 22,4 |
| C               | 190 - 280cm | JR      | 0,1            | 0,8            | 2,2            | 3,1            | 2,5            | 2,0            | 0,7            | 5,2            | 0,6  | 12   |

TABLEAU B: Les fractions de l'humus - Valeurs moyennes par horizons mg  $\text{‰}$  de terre fine.

| N° Profil       | Profondeur  | Couleur | H <sub>1</sub> | H <sub>2</sub> | H <sub>3</sub> | H <sub>t</sub> | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>t</sub> | H/F  | C/N  |
|-----------------|-------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|
| <u>3</u>        |             |         |                |                |                |                |                |                |                |                |      |      |
| A <sub>1</sub>  | 0 - 5 cm    | B       | 19,7           | 25,1           | 8              | 52,8           | 4,8            | 33,6           | 20,0           | 58,4           | 0,90 | 13,1 |
| A <sub>2</sub>  | 5 - 45 cm   | BJ      | 1,8            | 7,1            | 4,2            | 13,1           | 4,8            | 11,5           | 4,9            | 23,2           | 0,61 | 14,6 |
| B               | 50 - 90 cm  | JR      | 0,3            | 2,0            | 4,4            | 6,7            | 2,1            | 8,2            | 1,8            | 11,1           | 0,76 | 18,0 |
| AT              | 100 - 260cm | R       | 0,1            | 1,7            | 1,5            | 3,3            | 0,9            | 2,6            | 1,2            | 4,7            | 0,86 | 21,5 |
| C               | 310 - 470cm | RJ      | -              | 1,1            | 1,1            | 2,2            | 0,4            | 2,8            | 1,7            | 4,8            | 0,40 | -    |
| <u>4</u>        |             |         |                |                |                |                |                |                |                |                |      |      |
| A <sub>1</sub>  | 0 - 5 cm    | B gris  | 17,0           | 40,2           | 10,0           | 67,2           | 3,5            | 28,5           | 30,5           | 62,5           | 1,0  | 11,4 |
| A <sub>12</sub> | 5 - 15 cm   | B       | 5,0            | 9,4            | 3,2            | 17,6           | 1,4            | 15,5           | 15,2           | 32,1           | 0,49 | 12,2 |
| A <sub>2</sub>  | 15 - 50 cm  | BJclair | 2,0            | 3,7            | 2,3            | 8,0            | 2,1            | 8,2            | 12,4           | 22,7           | 0,35 | 17,0 |
| B               | 60 - 70 cm  | BRclair | -              | 2,4            | 2,2            | 4,6            | 2,0            | 6,2            | 4,5            | 12,7           | 0,37 | 25,8 |
| AT              | 90 - 150cm  | R       | 0,3            | 1,2            | 1,7            | 3,2            | 1,2            | 3,2            | 1,2            | 5,6            | 0,57 | 20,8 |
| C               | 190 - 320cm | JR      | -              | 1,2            | 1,1            | 2,3            | 0,6            | 2,6            | 1,2            | 4,4            | 0,52 | -    |

METHODE DE FRACTIONNEMENT DES COMPOSES HUMIQUES



## METHODE DE FRACTIONNEMENT DES COMPOSES HUMIQUES

(Ph. Duchaufour - Précis de Pédologie p. 385 - avec quelques modifications).

### 1. Extraction des acides fulviques libres $F_1$

Attaque directe dans les tubes centrifugeuses par  $SO_4 H_2 N$  pendant 16 heures.

- 2 à 20 gr. de sol + 50 cc liqueur d'attaque. On obtient ainsi les acides fulviques libres  $F_1$ .

### 2. Extraction des acides humiques bruns $H_1$

Attaque directe par Na OH 0,1 N.

- 2 à 20 gr. de sol + 100 cc liqueur d'attaque dans les tubes centrifugeuses pendant 16 heures.

- Centrifuger 15 mn à 2500 tours.

- Flocculer l'argile par 3% /<sub>o</sub> Cl Na en cristaux.

- Attendre 1 heure après avoir agité le tube centrifugeuse quelques secondes.

- Centrifuger 10 mn à 2500 tours.

- Verser le liquide clair dans un bécher de 100 cc.

- Prélever 50 cc dans un bécher de 100 cc.

- Précipiter les acides humiques bruns  $H_1$  par 5 cc de  $H_2 SO_4$  pur - attendre 2 heures.

- Filtrer sur filtre dense.

- Dissoudre le précipité par 50 cc Na OH N à chaud et compléter à 100 cc.

On a ainsi les acides humiques libres  $H_1$ .

### 3. Extraction des acides humiques $H_2$ et $H_3$ et des acides fulviques liés aux acides humiques $F_2$

Ces fractions se dosent sur la même prise de terre de 2 à 20 gr. par des traitements successifs dans un tube centrifugeuse de 100 cc.

a) Décalcification

- Traiter l'échantillon par 50 cc de  $\text{SO}_4 \text{Na}_2 \text{N}$ , agiter, attendre 1 heure, agiter et centrifuger 15 mn à 2500 tours \*.
- Répéter une deuxième fois cette opération en laissant en contact 4 heures.
- Centrifuger 15 mn à 2500 tours \*.

b) Extraction des acides humiques liés au calcium (fraction  $\text{H}_2$ )

- Attaquer la prise d'essai par environ 40 cc Na OH 0,1 N (toujours dans le tube centrifugeuse) - attendre 8 heures.
  - Centrifuger 15 mn à 2500 tours.
  - Floculer l'argile par 3 % Cl Na cristaux - attendre une heure après avoir agité le tube centrifugeuse quelques secondes.
  - Centrifuger 10 mn à 2500 tours.
  - Verser le liquide clair dans un bécher de 100 cc.
  - Prélever 50 cc dans un bécher de 100 cc.
  - Précipiter les acides humiques par 5 cc de  $\text{H}_2 \text{SO}_4$  pur - attendre 2 heures.
  - Filtrer sur filtre dense et recueillir le filtrat.
  - Redissoudre le précipité par 50 cc Na OH N à chaud.
- On obtient  $\text{H}_1 + \text{H}_2$ . La différence avec  $\text{H}_1$  donne  $\text{H}_2$ .

c) Dosage des acides fulviques  $\text{F}_2$  liés aux acides humiques  $\text{H}_2$ .

Sur le filtrat précédent on dose sur une fraction aliquote (10 cc complétés à 150 cc), les acides fulviques liés aux acides humiques  $\text{H}_1$  et  $\text{H}_2$ . On obtient  $\text{F}_2$  par déduction de  $\text{F}_1$  dosé précédemment.

d) Extraction des acides humiques liés au Fe et à l'Al (fraction  $\text{H}_3$ ).

- Libérer préalablement ces composés humiques par 2 traitements à  $\text{SO}_4 \text{H}_2 \text{N}$ .
- Opérer sur la même prise d'essai.

---

\* un peu d'argile dispersée est éliminée avec le centrifugat.

1er traitement: par 50 cc de  $\text{SO}_4 \text{H}_2 \text{N}$  froid

Agiter et laisser en contact 1 heure et centrifuger 10 mn à 2500 tours.

2ème traitement: par 50 cc  $\text{SO}_4 \text{H}_2 \text{N}$  chaud

Agiter, laisser en contact une heure, centrifuger 10 mn à 2500 tours.

Eliminer le filtrat.

Sur le sol restant, faire une nouvelle extraction en deux temps (comme pour  $\text{H}_1 + \text{H}_2$ ) emmener à 100 cc, précipiter les acides humiques et doser.

c) Dosage des acides fulviques liés à  $\text{H}_3$  ( $\text{F}_3$ )

Cette fraction se dose sur la solution obtenue par séparation de  $\text{H}_3$ . On obtient ainsi le reste des acides fulviques liés aux acides humiques.

--:--:--:--:--:--:--

METHODE DE DOSAGE DES COMPOSES HUMIQUES

## DOSAGE DES FRACTIONS HUMIQUES PAR MANGANIMETRIE

### A.- Acides humiques:

- Placer une fraction aliquote d'humate de soude dans un erlenmeyer au contact de 20 cc de  $MnO_4K$  N/10.
- Porter la solution à l'ébullition 10 mn exactement, puis ajouter 20 cc de  $SO_4 H_2$  1/5 et 20 cc d'acide oxalique N/10.
- Titrer en retour par  $MnO_4K$  N/10. Si le volume de  $MnO_4K$  utilisé au titrage dépasse 12 cc l'essai est refait sur une fraction aliquote moins importante.

1 cc de  $MnO_4K$  réduit correspond approximativement à 1 mg. d'acide humique.

### B.- Acides fulviques:

- Neutraliser 10 cc de la solution par 8 cc de soude 5N pour amener à pH 11 et placer en contact de 20 cc de  $MnO_4K$  N/10.
- Ensuite mêmes opérations que pour les acides humiques.

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

DONNEES ANALYTIQUES CLASSIQUES

FICHE ANALYTIQUE

Profil N° RS 1

| Echantillon N°                             | 10      | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur en cm                           | litière | 0 - 5 | 5-15  | 20-30 | 30-40 | 40-50 |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 22,4  | 43,6  | 43,7  | 40,5  | 46,7  |
| Granulométrie % de terre fine              |         |       |       |       |       |       |
| Argile                                     |         | 15,7  | 18,0  | 24,7  | 20,2  | 16,2  |
| Limon                                      |         | 4,2   | 7,7   | 5,5   | 6,7   | 7,2   |
| Limon grossier                             |         | 3,1   | 3,5   | 2,7   | 3,4   | 3,3   |
| Sable fin                                  |         | 26,1  | 23,2  | 22,0  | 20,1  | 17,6  |
| Sable grossier                             |         | 44,4  | 45,6  | 43,2  | 48,3  | 54,7  |
| Matière Organique                          |         |       |       |       |       |       |
| M.O. totale %                              | 29,7    | 7,05  | 3,12  | 2,20  | 1,76  | 1,33  |
| Carbone %                                  | 17,296  | 4,098 | 1,817 | 1,281 | 1,021 | 0,775 |
| Azote %                                    | 0,830   | 0,297 | 0,129 | 0,087 | 0,052 | 0,023 |
| C/N  | 20,8    | 13,8  | 14,1  | 14,7  | 19,6  | 33,7  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         | 0,699 | 0,601 | 0,628 | 0,656 | 0,672 |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |       |       |       |       |       |
| Ca   |         | 0,36  | 0,75  | 0,60  | 0,42  | 0,27  |
| Mg   |         | 2,07  | 0,30  | 0,15  | 0,36  | 0,30  |
| K  |         | 0,37  | 0,24  | 0,13  | 0,11  | 0,09  |
| Na   |         | 0,02  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,01  |
| S  |         | 2,82  | 1,30  | 0,88  | 0,89  | 0,67  |
| T  |         | 10,17 | 4,69  | 3,39  | 3,11  | 2,85  |
| V  |         | 27,72 | 27,71 | 25,95 | 28,61 | 23,50 |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      |         | 4,7   | 5,3   | 5,5   | 5,4   | 5,1   |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° RS 1

| Echantillon N°                             | 16    | 17    | 18     | 19      | 191     | 192     |
|--|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| Profondeur en cm                           | 50-60 | 60-70 | 70-100 | 100-130 | 130-160 | 160-200 |
| Refus % de terre totale                    | 28,4  | 31,5  | 13,1   | 16,1    | 22,7    | 10,3    |
| Granulométrie % de terre fine              |       |       |        |         |         |         |
| Argile                                     | 17,7  | 21,0  | 22,0   | 24,5    | 20,0    | 31,2    |
| Limon                                      | 6,2   | 8,0   | 7,5    | 7,5     | 9,5     | 11,2    |
| Limon grossier                             | 3,0   | 2,7   | 3,4    | 3,9     | 4,1     | 3,7     |
| Sable fin                                  | 19,0  | 18,0  | 22,2   | 20,5    | 19,1    | 19,8    |
| Sable grossier                             | 53,4  | 50,2  | 47,0   | 43,8    | 47,2    | 33,9    |
| Matière Organique                          |       |       |        |         |         |         |
| M.O. totale %                              | 1,49  | 1,16  | 1,24   | 0,96    | 0,66    | 0,71    |
| Carbone %                                  | 0,868 | 0,677 | 0,721  | 0,559   | 0,383   | 0,412   |
| Azote %                                    | 0,090 | 0,041 | 0,043  | 0,029   | 0,018   | 0,036   |
| C/N  | 9,6   | 16,5  | 16,7   | 19,3    | 29,5    | 1,14    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |       |       |        |         |         |         |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |       |       |        |         |         |         |
| Ca   | 0,30  | 0,30  | 0,30   | 0,36    | 0,45    | 0,36    |
| Mg   | 0,15  | 0,21  | 0,15   | 0,33    | 0,18    | 0,15    |
| K  | 0,07  | 0,10  | 0,08   | 0,11    | 0,07    | 0,09    |
| Na   | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| S  | 0,52  | 0,61  | 0,53   | 0,80    | 0,70    | 0,60    |
| T  | 2,56  | 2,83  | 2,33   | 2,31    | 2,10    | 7,25    |
| V  | 20,31 | 21,55 | 22,74  | 34,63   | 33,33   | 8,27    |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 5,2   | 5,1   | 5,1    | 5,1     | 5,3     | 5,0     |



FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° RS 1

| Echantillon N°                             | 193     | 194     | 195     | 196   | 197   | 198   |
|--|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| Profondeur en cm                           | 160-200 | 200-240 | 200-240 | 270   | 270   | 300   |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 9,0     | 0       | 0     | 7,8   | 0     |
| Granulométrie % de terre fine              |         |         |         |       |       |       |
| Argile                                     | 5,0     | 23,2    | 7,5     | 6,7   | 22,0  | 3,5   |
| Limon                                      | 7,2     | 9,7     | 8,2     | 9,2   | 12,7  | 4,2   |
| Limon grossier                             | 3,6     | 4,4     | 4,3     | 3,9   | 5,3   | 4,4   |
| Sable fin                                  | 28,0    | 19,6    | 23,0    | 25,4  | 23,7  | 28,9  |
| Sable grossier                             | 55,5    | 41,8    | 56,2    | 54,3  | 38,5  | 58,6  |
| Matière Organique                          |         |         |         |       |       |       |
| M.O. totale %                              | 0,66    | 0,91    | 0,66    | 0,45  | 0,48  | 0,40  |
| Carbone %                                  | 0,382   | 0,530   | 0,383   | 0,265 | 0,279 | 0,235 |
| Azote %                                    | 0,035   | 0,046   | 0,020   | 0,016 | 0,018 | 0,009 |
| C/N  | 10,9    | 11,5    | 19,1    | 16,5  | 15,5  | 26,1  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         |         |         |       |       |       |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |         |         |       |       |       |
| Ca   | 0,12    | 0,42    | 0,12    | 0,12  | 0,12  | 0,27  |
| Mg   | 0,24    | 0,09    | 0,24    | 0,27  | 0,24  | 0,12  |
| K  | 0,05    | 0,07    | 0,07    | 0,06  | 0,07  | 0,06  |
| Na   | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| S  | 0,41    | 0,53    | 0,43    | 0,45  | 0,43  | 0,45  |
| T  | 1,26    | 2,12    | 1,58    | 1,54  | 1,67  | 1,24  |
| V  | 32,53   | 25,00   | 27,21   | 29,22 | 25,74 | 36,29 |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 5,3     | 5,2     | 5,2     | 5,0   | 5,1   | 5,2   |

FICHE ANALYTIQUE

Profil N° 2

| Echantillon N°                             | 20      | 21    | 22a   | 22b   | 23    | 24    |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur en cm                           | litière | 0-7   | 10-20 | 10-20 | 20-30 | 30-40 |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 7,5   | 55,5  | 44,6  | 54,7  | 55,3  |
| Granulométrie % de terre fine              |         |       |       |       |       |       |
| Argile                                     |         | 22,2  | 26,5  | 8,2   | 25,7  | 29,2  |
| Limon                                      |         | 6,7   | 3,5   | 8,2   | 7,2   | 8,7   |
| Limon grossier                             |         | 2,2   | 3,0   | 4,7   | 2,3   | 2,4   |
| Sable fin                                  |         | 23,4  | 23,6  | 18,1  | 25,2  | 20,3  |
| Sable grossier                             |         | 38,7  | 40,7  | 60,4  | 37,4  | 39,2  |
| Matière Organique                          |         |       |       |       |       |       |
| M.O. totale %                              | 52,7    | 8,02  | 2,82  | 1,28  | 2,23  | 1,73  |
| Carbone %                                  | 30,617  | 4,662 | 1,643 | 0,746 | 1,296 | 1,006 |
| Azote %                                    | 1,166   | 0,246 | 0,121 | 0,036 | 0,080 | 0,056 |
| C/N  | 26,2    | 18,9  | 13,6  | 20,7  | 16,2  | 18,0  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         | 0,721 | 0,677 | 1,065 | 0,612 | 0,634 |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |       |       |       |       |       |
| Ca   |         | 1,08  | 0,18  | -     | 0,18  | 0,18  |
| Mg   |         | 0,52  | 0,39  | -     | 0,24  | 0,33  |
| K  |         | 0,19  | 0,15  | -     | 0,09  | 0,11  |
| Na   |         | 0,32  | 0,01  | -     | 0,03  | 0,01  |
| S  |         | 2,11  | 0,73  | -     | 0,54  | 0,63  |
| T  |         | 12,60 | 4,56  | -     | 3,68  | 3,06  |
| V  |         | 16,74 | 16,00 | -     | 14,67 | 20,58 |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      |         | 4,5   | 5,0   | -     | 5,1   | 5,2   |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° 2

| Echantillon N°                             | 25    | 26    | 298   | 27    | 297   | 28      |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Profondeur en cm                           | 40-50 | 50-60 | 20-60 | 70-90 | 70-90 | 110-130 |
| Refus % de terre totale                    | 47,6  | 50,8  | 0     | 54,9  | 23,9  | 31,5    |
| Granulométrie % de terre fine              |       |       |       |       |       |         |
| Argile                                     | 33,0  | 33,5  | 8,0   | 37,5  | 10,5  | 34,0    |
| Limon                                      | 7,2   | 7,0   | 6,7   | 8,5   | 5,7   | 7,2     |
| Limon grossier                             | 2,6   | 3,1   | 4,1   | 3,0   | 3,8   | 3,4     |
| Sable fin                                  | 21,1  | 21,4  | 21,7  | 16,7  | 16,8  | 17,5    |
| Sable grossier                             | 36,0  | 33,7  | 59,1  | 34,1  | 61,6  | 37,7    |
| Matière Organique                          |       |       |       |       |       |         |
| M.O. totale %                              | -     | 1,90  | 0,76  | 1,47  | 0,83  | 1,01    |
| Carbone %                                  | -     | 1,109 | 0,441 | 0,854 | 0,486 | 0,589   |
| Azote %                                    | -     | 0,055 | 0,028 | 0,047 | 0,020 | 0,028   |
| C/N  | -     | 20,1  | 15,7  | 18,2  | 24,3  | 21,0    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |       |       |       |       |       |         |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |       |       |       |       |       |         |
| Ca   | 0,15  | 0,15  | 0,18  | 0,15  | 0,12  | 0,15    |
| Mg   | 0,39  | 0,18  | 0,24  | 0,12  | 0,12  | 0,27    |
| K  | 0,09  | 0,12  | 0,00  | 0,19  | 0,00  | 0,08    |
| Na   | 0,01  | 0,00  | 0,01  | 0,04  | 0,01  | 0,01    |
| S  | 0,64  | 0,45  | 0,43  | 0,50  | 0,25  | 0,51    |
| T  | 2,99  | 3,52  | 1,63  | 3,14  | 1,63  | 2,48    |
| V  | 21,40 | 12,78 | 26,38 | 15,92 | 15,33 | 20,56   |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 5,4   | 5,3   | 4,9   | 5,0   | 5,0   | 5,0     |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° 2

| Echantillon N°                             | 296     | 29      | 291     | 292                | 293     | 294     |
|--|---------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
| Profondeur en cm                           | 110-130 | 140-160 | 190-200 | <del>190-200</del> | 260-280 | 260-280 |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 28,2    | 15,5    | 6,4                | 18,1    | 0       |
| Granulométrie % de terre fine              |         |         |         |                    |         |         |
| Argile                                     | 9,3     | 39,2    | 37,5    | 7,5                | 39,7    | 7,7     |
| Limon                                      | 7,7     | 7,0     | 9,5     | 8,2                | 10,0    | 9,7     |
| Limon grossier                             | 4,6     | 3,7     | 3,2     | 4,1                | 3,2     | 4,1     |
| Sable fin                                  | 24,3    | 15,2    | 16,4    | 19,8               | 14,9    | 22,6    |
| Sable grossier                             | 53,5    | 33,4    | 33,2    | 60,0               | 32,0    | 55,6    |
| Matière Organique                          |         |         |         |                    |         |         |
| M.O. totale %                              | 0,78    | 1,26    | 1,31    | 1,06               | 1,11    | 0,70    |
| Carbone %                                  | 0,456   | 0,736   | 0,765   | 0,618              | 0,647   | 0,408   |
| Azote %                                    | 0,014   | 0,044   | 0,049   | 0,043              | 0,077   | 0,015   |
| C/N  | 32,6    | 16,7    | 15,6    | 14,4               | 8,4     | 27,2    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         |         |         |                    |         |         |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |         |         |                    |         |         |
| Ca   | 0,15    | 0,12    | 0,09    | 0,15               | 0,18    | 0,12    |
| Mg   | 0,21    | 0,39    | 0,12    | 0,18               | 0,19    | 0,12    |
| K  | 0,06    | 0,07    | 0,09    | 0,06               | 0,06    | 0,05    |
| Na   | 0,08    | 0,01    | 0,01    | 0,01               | 0,02    | 0,01    |
| S  | 0,50    | 0,59    | 0,31    | 0,40               | 0,45    | 0,30    |
| T  | 1,61    | 2,07    | 2,37    | 1,43               | 2,49    | 1,38    |
| V  | 31,05   | 28,50   | 13,08   | 27,97              | 18,07   | 21,73   |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 5,4     | 5,0     | 5,2     | 5,5                | 5,2     | 5,3     |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° 2

|  |         |  |  |  |  |  |
|--|---------|--|--|--|--|--|
| Echantillon N°                             | 295     |  |  |  |  |  |
| Profondeur en cm                           | 140-160 |  |  |  |  |  |
| Refus % de terre totale                    | 0       |  |  |  |  |  |
| Granulométrie % de terre fine              |         |  |  |  |  |  |
| Argile                                     | 7,2     |  |  |  |  |  |
| Limon                                      | 8,7     |  |  |  |  |  |
| Limon grossier                             | 4,4     |  |  |  |  |  |
| Sable fin                                  | 29,3    |  |  |  |  |  |
| Sable grossier                             | 49,7    |  |  |  |  |  |
| Matière Organique                          |         |  |  |  |  |  |
| M.O. totale %                              | 0,75    |  |  |  |  |  |
| Carbone %                                  | 0,439   |  |  |  |  |  |
| Azote %                                    | 0,014   |  |  |  |  |  |
| C/N  | 31,3    |  |  |  |  |  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         |  |  |  |  |  |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |  |  |  |  |  |
| Ca   | 0,15    |  |  |  |  |  |
| Mg   | 0,15    |  |  |  |  |  |
| K  | 0,00    |  |  |  |  |  |
| Na   | 0,01    |  |  |  |  |  |
| S  | 0,31    |  |  |  |  |  |
| T  | 1,42    |  |  |  |  |  |
| V  | 21,83   |  |  |  |  |  |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 5,0     |  |  |  |  |  |

FICHE ANALYTIQUE

Profil N° 3

| Echantillon N°                             | 30      | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur en cm                           | litière | 0-5   | 5-15  | 15-25 | 25-35 | 35-45 |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 11,4  | 70,4  | 69,5  | 75,3  | 75,8  |
| Granulométrie % de terre fine              |         |       |       |       |       |       |
| Argile                                     |         | 24,0  | 25,2  | 27,5  | 32,5  | 35,5  |
| Limon                                      |         | 11,2  | 8,5   | 8,0   | 8,2   | 7,2   |
| Limon grossier                             |         | 10,7  | 16,0  | 12,8  | 13,0  | 10,4  |
| Sable fin                                  |         | 26,5  | 27,1  | 25,5  | 21,5  | 19,9  |
| Sable grossier                             |         | 21,2  | 22,1  | 24,6  | 24,6  | 26,8  |
| Matière Organique                          |         |       |       |       |       |       |
| M.O. totale %                              | 37,6    | 7,54  | 2,14  | 1,66  | 1,68  | 1,40  |
| Carbone %                                  | 21,866  | 4,387 | 1,244 | 0,964 | 0,979 | 0,817 |
| Azote %                                    | 0,993   | 0,335 | 0,076 | 0,073 | 0,062 | 0,055 |
| C/N  | 22,0    | 13,1  | 16,4  | 13,2  | 18,8  | 10,3  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         | 0,503 | 0,218 | 0,284 | 0,311 | 0,355 |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |       |       |       |       |       |
| Ca   |         | 4,50  | 0,21  | 0,21  | 0,18  | 0,30  |
| Mg   |         | 0,96  | 0,30  | 0,15  | 0,18  | 0,12  |
| K  |         | 0,23  | 0,06  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| Na   |         | 0,01  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| S  |         | 5,70  | 0,62  | 0,46  | 0,46  | 0,52  |
| T  |         | 14,23 | 4,30  | 3,51  | 3,60  | 3,80  |
| V  |         | 40,05 | 14,41 | 13,10 | 12,77 | 13,68 |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      |         | 4,3   | 4,7   | 4,8   | 4,9   | 4,8   |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° 3

| Echantillon N°                             | 36    | 37    | 38      | 39      | 391     | 392a    |
|--|-------|-------|---------|---------|---------|---------|
| Profondeur en cm                           | 50-70 | 70-90 | 100-120 | 160-180 | 200-220 | 220-240 |
| Refus % de terre totale                    | 72,4  | 55,5  | 19,7    | 5,9     | 9,4     | 0       |
| Granulométrie % de terre fine              |       |       |         |         |         |         |
| Argile                                     | 43,0  | 50,2  | 49,7    | 55,7    | 46,0    | 54,2    |
| Limon                                      | 8,2   | 10,5  | 13,2    | 12,5    | 21,0    | 20,0    |
| Limon grossier                             | 4,8   | 7,9   | 6,4     | 4,7     | 5,1     | 5,9     |
| Sable fin                                  | 15,5  | 12,7  | 14,8    | 13,8    | 11,2    | 10,1    |
| Sable grossier.                            | 28,0  | 18,4  | 15,2    | 12,9    | 16,5    | 9,6     |
| Matière Organique                          |       |       |         |         |         |         |
| M.O. totale %                              | 1,89  | 1,92  | 1,61    | 1,22    | 1,04    | 1,14    |
| Carbone %                                  | 1,101 | 1,116 | 0,935   | 0,709   | 0,603   | 0,664   |
| Azote %                                    | 0,063 | 0,060 | 0,045   | 0,032   | 0,025   | 0,035   |
| C/N  | 17,5  | 18,6  | 20,8    | 22,1    | 24,1    | 19,0    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |       |       |         |         |         |         |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |       |       |         |         |         |         |
| Ca   | 0,18  | 0,18  | 0,27    | 0,29    | 0,27    | 0,33    |
| Mg   | 0,21  | 0,24  | 0,21    | 0,22    | 0,30    | 0,45    |
| K  | 0,05  | 0,05  | 0,06    | 0,06    | 0,06    | 0,06    |
| Na   | 0,08  | 0,02  | 0,01    | 0,01    | 0,01    | 0,09    |
| S  | 0,52  | 0,49  | 0,55    | 0,58    | 0,64    | 0,93    |
| T  | 3,66  | 3,77  | 3,59    | 3,46    | 3,34    | 3,92    |
| V  | 14,20 | 12,99 | 15,32   | 16,76   | 19,16   | 23,72   |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 5,0   | 4,6   | 4,7     | 4,8     | 4,8     | 5,4     |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° 3

| Echantillon N°                             | 392 b   | 393     | 394     | 395     | 396     |  |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| Profondeur en cm                           | 240-260 | 310-330 | 310-330 | 450-470 | 450-470 |  |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |  |
| Granulométrie % de terre fine              |         |         |         |         |         |  |
| Argile                                     | 56,7    | 55,7    | 16,7    | 5,7     |         |  |
| Limon                                      | 19,0    | 24,5    | 33,2    | 51,7    |         |  |
| Limon grossier                             | 6,2     | 5,2     | 7,0     | 6,0     |         |  |
| Sable fin                                  | 9,5     | 9,0     | 25,1    | 27,1    |         |  |
| Sable grossier                             | 8,5     | 5,5     | 17,8    | 10,3    |         |  |
| Matière Organique                          |         |         |         |         |         |  |
| M.O. totale %                              | 0,88    | 1,04    | 0,86    | 0,67    | 0,62    |  |
| Carbone %                                  | 0,513   | 0,603   | 0,498   | 0,392   | 0,362   |  |
| Azote %                                    | 0,031   | 0,034   | 0,014   | 0,008   | 0,013   |  |
| C/N  | 16,5    | 17,8    | 35,6    | 49,0    | 27,8    |  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         |         |         |         |         |  |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |         |         |         |         |  |
| Ca   | 0,33    | 0,24    | 0,33    | 0,24    | 0,30    |  |
| Mg   | 0,30    | 0,24    | 0,24    | 0,30    | 0,12    |  |
| K  | 0,06    | 0,06    | 0,06    | 0,05    | 0,05    |  |
| Na   | 0,08    | 0,04    | 0,02    | 0,02    | 0,02    |  |
| S  | 0,77    | 0,58    | 0,65    | 0,61    | 0,49    |  |
| T  | 3,71    | 3,82    | 2,81    | 2,46    | 2,27    |  |
| V  | 20,75   | 15,18   | 23,13   | 24,79   | 21,58   |  |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 4,9     | 4,7     | 4,7     | 4,9     | 4,9     |  |



FICHE ANALYTIQUE

Profil N° 4

| Echantillon N°                             | 40      | 41    | 42    | 43    | 44    | 45    |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur en cm                           | litière | 0-5   | 5-15  | 15-25 | 25-35 | 40-50 |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 9,6   | 41,0  | 72,1  | 77,4  | 83,6  |
| Granulométrie % de terre fine              |         |       |       |       |       |       |
| Argile                                     |         | 15,0  | 19,0  | 14,0  | -     | 20,5  |
| Limon                                      |         | 6,7   | 8,7   | 11,2  | -     | 6,0   |
| Limon grossier                             |         | 10,7  | 9,1   | 8,3   | -     | 9,0   |
| Sable fin                                  |         | 49,4  | 44,4  | 44,2  | -     | 29,6  |
| Sable grossier                             |         | 12,9  | 17,2  | 22,1  | -     | 33,7  |
| Matière Organique                          |         |       |       |       |       |       |
| M.O. totale %                              | 24,1    | 5,23  | 2,26  | 1,30  | 1,10  | 1,08  |
| Carbone %                                  | 14,024  | 3,040 | 1,317 | 0,758 | 0,640 | 0,626 |
| Azote %                                    | 0,856   | 0,266 | 0,108 | 0,061 | 0,041 | 0,027 |
| C/N  | 16,4    | 11,4  | 12,2  | 12,4  | 15,6  | 23,2  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         | 0,574 | 0,470 | 0,361 | 0,311 | 0,355 |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |       |       |       |       |       |
| Ca   |         | 11,43 | 1,62  | 0,84  | 0,72  | 1,65  |
| Mg   |         | 1,59  | 0,99  | 0,57  | 0,36  | 0,69  |
| K  |         | 0,35  | 0,08  | 0,05  | 0,05  | 0,06  |
| Na   |         | 0,01  | 0,09  | 0,05  | 0,10  | 0,57  |
| S  |         | 13,38 | 2,78  | 1,51  | 1,23  | 2,97  |
| T  |         | 16,48 | 5,64  | 3,59  | 2,66  | 4,24  |
| V  |         | 81,18 | 49,29 | 42,06 | 46,24 | 70,04 |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      |         | 5,7   | 4,9   | 5,0   | 5,4   | 6,1   |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° 4

| Echantillon N°                             | 46    | 47     | 48      | 491     | 492     | 493     |
|--|-------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Profondeur en cm                           | 60-70 | 90-110 | 130-150 | 190-200 | 190-200 | 190-200 |
| Refus % de terre totale                    | 74,8  | 19,5   | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Granulométrie % de terre fine              |       |        |         |         |         |         |
| Argile                                     | 42,5  | 38,0   | 42,5    | -       | 11,7    | 48,2    |
| Limon                                      | 6,0   | 9,7    | 12,2    | -       | 18,0    | 15,5    |
| Limon grossier                             | 6,7   | 8,1    | 6,6     | -       | 11,6    | 8,7     |
| Sable fin                                  | 21,5  | 19,6   | 20,7    | -       | 35,1    | 20,7    |
| Sable grossier                             | 22,3  | 21,9   | 12,9    | -       | 21,7    | 6,3     |
| Matière Organique                          |       |        |         |         |         |         |
| M.O. totale %                              | 1,66  | 1,22   | 1,17    | 0,70    | 0,83    | 1,06    |
| Carbone %                                  | 0,965 | 0,709  | 0,679   | 0,407   | 0,483   | 0,618   |
| Azote %                                    | 0,036 | 0,053  | 0,024   | 0,014   | 0,020   | 0,037   |
| C/N  | 26,8  | 13,4   | 28,3    | 29,1    | 24,15   | 16,7    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |       |        |         |         |         |         |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |       |        |         |         |         |         |
| Ca   | 2,67  | 0,90   | 0,66    | 0,24    | 0,39    | 0,45    |
| Mg   | 0,51  | 0,78   | 0,48    | 0,18    | 0,42    | 0,21    |
| K  | 0,06  | 0,05   | 0,05    | 0,05    | 0,05    | 0,05    |
| Na   | 0,22  | 0,02   | 0,02    | 0,00    | 0,16    | 0,13    |
| S  | 3,46  | 1,75   | 1,21    | 0,47    | 1,02    | 0,84    |
| T  | 4,97  | 4,17   | 3,87    | 1,65    | 2,54    | 3,09    |
| V  | 69,61 | 41,96  | 31,26   | 28,48   | 40,15   | 27,18   |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 5,5   | 4,8    | 4,8     | 4,9     | 4,9     | 4,9     |

FICHE ANALYTIQUE

Suite du profil N° 4

|  |         |         |         |  |  |  |
|--|---------|---------|---------|--|--|--|
| Echantillon N°                             | 494     | 495     | 496     |  |  |  |
| Profondeur en cm                           | 300-320 | 300-320 | 300-320 |  |  |  |
| Refus % de terre totale                    | 0       | 0       | 9,4     |  |  |  |
| Granulométrie % de terre fine              |         |         |         |  |  |  |
| Argile                                     | -       | 7,7     | 10,2    |  |  |  |
| Limon                                      | -       | 21,5    | 7,7     |  |  |  |
| Limon grossier                             | -       | 10,1    | 9,4     |  |  |  |
| Sable fin                                  | -       | 46,1    | 47,0    |  |  |  |
| Sable grossier                             | -       | 12,9    | 24,8    |  |  |  |
| Matière Organique                          |         |         |         |  |  |  |
| M.O. totale %                              | 0,57    | 0,86    | 0,67    |  |  |  |
| Carbone %                                  | 0,332   | 0,498   | 0,392   |  |  |  |
| Azote %                                    | 0,018   | 0,045   | 0,046   |  |  |  |
| C/N  | 18,4    | 11,0    | 8,52    |  |  |  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰      |         |         |         |  |  |  |
| Complexe Absorbant<br>meq. % de terre fine |         |         |         |  |  |  |
| Ca   | 0,18    | 0,60    | 0,81    |  |  |  |
| Mg   | 0,15    | 0,18    | 0,39    |  |  |  |
| K  | 0,05    | 0,05    | 0,06    |  |  |  |
| Na   | 0,00    | 0,00    | 0,04    |  |  |  |
| S  | 0,38    | 0,83    | 1,30    |  |  |  |
| T  | 1,61    | 2,15    | 3,81    |  |  |  |
| V  | 23,60   | 38,60   | 34,12   |  |  |  |
| pH (H <sub>2</sub> O)                      | 4,7     | 4,9     | 4,8     |  |  |  |

DESCRIPTION DES PROFILS ETUDIES

Profil RS 1

Situation: Route OLODIO-GRABO à 6 Km d'OLODIO

Relief: Sommet de butte

Roche-mère: Gneiss

Végétation: Belle forêt secondaire

- 0 - 5 cm gris-noir - sablo-limoneux - structure grumeleuse moyenne à fine moyennement développée - petits quartz lavés - cohésion de l'horizon faible - feutrage radiculaire très dense - passage net à
- 5 - 15 cm brun-jaune - riche en éléments de quartz d'aspect assez roulé avec des arêtes émoussées de 1 mm à 1 cm de diamètre moyen - petits fragments de roche plus ou moins altérés - matrice brun-jaune de texture sablo-argileuse et de structure polyédrique fine assez bien développée cohésion de l'horizon faible en humide - chevelu racinaire abondant - porosité bonne - passage progressif à
- 15 - 70 cm brun-jaune - riche en graviers de quartz dont la taille varie entre 5 mm et 1 cm de dimension moyenne d'aspect plus ou moins anguleux - arêtes émoussées parfois vives - petits bouts de roches de couleur rouge-violacée de dimension moyenne quelques mm à 5 cm - le tout enrobé dans une matrice sablo-argileuse de structure polyédrique moyenne, moyennement développée - cohésion de l'horizon hétérogène liée à la présence de bouts de roches - racines et chevelu racinaire bien réparti et encore abondant - quelques quartz anguleux de faciès saccharoïde - passage progressif à
- 70 - 160 cm rouge comme couleur de fond comprenant des bancs de gneiss très altéré. de couleur rouge-violacées - contours irréguliers mais nets - les bancs deviennent plus importants à la base de l'horizon - la roche pourrie est riche en paillettes de micas blancs - filons de quartz ferruginisés altérés, se débitant en éléments anguleux de 2 à 3 cm de dimension moyenne.

## Profil RS 2

Situation: Sommet de butte  
Topographie: Route DJOUTOU - PROLLO à 2 Km de PROLLO  
Roche-mère: Migmatite  
Végétation: Forêt climax

- 0 - 7 cm brun - sableux - structure grumeleuse grossière à moyenne assez bien développée - 10 à 20 % de gravillons moyennement indurés dont la taille varie de 3 mm à 10 mm de forme irrégulière et présentant des arêtes émoussées - leur coupe présente deux faciès, un faciès à grains rouge vineux et un faciès à grains plus grossiers avec des grains de quartz enrobés dans une pâte rouge - chevelu racinaire dense à disposition sub-horizontale - passage net à
- 7 - 30 cm brun-jaune avec % de gravillons de forme arrondie dont la taille varie de 1 à 10 mm de diamètre et présentant le même faciès que plus haut - enrobés dans une matrice de couleur brun-jaune, sablo-argileuse de structure polyédrique fine peu développée en humide.  
5 % rognons de migmatite quartzifères dur et ferruginisés jusqu'à 10 cm de dimension moyenne - quartz à altération poudreuse - cohésion de l'horizon moyenne à forte en humide liée à l'abondance des gravillons - chevelu racinaire abondant et quelques grosses racines - passage progressif à
- 30 - 65 cm jaune-brun % gravillons de 0,1 à 2 cm de diamètre moyen - graviers de quartz ferruginisés présentant le même aspect extérieur que les gravillons mais plus anguleux - matrice argilo-sableuse à structure polyédrique fine peu développée en humide - quelques rognons de migmatite quartzifères altérée et ferruginisée de petite taille (3 cm de diamètre moyen) - chevelu racinaire bien réparti - cohésion de l'horizon moyenne à faible en humide.

Suite du profil RS 2

- 65 - 170 cm rouge-jaune puis jaune-rouge vers la base - plus argileux que le précédent peu gravillonnaire - 10 % de concrétions de forme irrégulière de 5 mm à 20 mm de dimension moyenne - friables enveloppés dans une matrice argilo-limoneuse de structure polyédrique fine bien développée en humide - rognons de mignatite quartzifère assez friables donnant un produit très sableux et irrégulièrement répartis dans l'horizon mais plus abondants vers la base - cohésion de l'horizon moyenne à faible en humide - chevelu racinaire encore assez abondant et bien réparti dans l'horizon - passage net mais sinueux à
- 170 - 280 cm horizon d'altération présentant le pendage originel - la roche pourrie friable se présente sous la forme de bancs obliques dont l'épaisseur varie de 5 à 15 cm, se débitant en parallélépipèdes de coupe jaune à jaune-rouge assez léger - faciès pain d'épice - filons de quartz pourri blanc à jaune citron donnant une poudre sous le doigt - chevelu racinaire encore présent même à la base de l'horizon. Ces bancs de roche altérée sont séparés par une fine pellicule de terre fine argileuse rouge-jaune d'aspect brillant.

### Profil RS 3

Situation: forêt de Yapo à 300 m de la route Azaguié - Agboville  
Topographie: haut de pente faible 1 à 2 ‰  
Roche-mère: schistes à arkose  
Végétation: belle forêt secondaire à sous-bois assez dense

- 0 - 5 cm brun finement sablo-argileux - riche en cailloux de quartz émoussés allant du petit gravier de 1 mm de dimension moyenne au bloc de quartz anguleux de 10 cm de dimension moyenne. Ce quartz présente une altération de type saccharoïde est fortement ferruginisé et se débite en éléments anguleux sous les coups du marteau. Présence de petits fragments de roches très altérés et rubéfiés se brisant facilement au piochon en donnant un produit farineux.
- 5 - 50 cm brun-jaune clair - argilo finement sableux - riche en graviers et cailloux de quartz aux crêtes émoussées de 1 mm à 3 cm de dimension moyenne. Quelques blocs de quartz de 10 cm de dimension moyenne. Matrice de structure polyédrique fine bien développée englobant de petites concrétions rouges de forme irrégulières se brisant sous le coup de piochon.  
Cohésion de l'horizon moyenne, humide - chevelu racinaire abondant - passage net à
- 50 - 90 cm jaune-rouge - riche en graviers et cailloux de quartz se brisant bien sous le piochon en donnant une coupe jaune à rouge (comme précédemment). A certains endroits le quartz forme de lits obliques (altération en place du filon) qui sont très ferruginisés et se brisent en donnant une poudre.  
Concrétions anguleuses rouge sombre de 0,5 à 10 mm de diamètre moyen ne se brisant pas sous le doigt et petits bouts de roches ferruginisés présentant encore un certain litage.



Suite du profil RS 3

Les concrétions sont réparties uniformément dans l'horizon et certaines sont très durcies avec un grain fin et une coupe brun-noire. Matrice jaune-rouge argileuse finement sableuse à structure polyédrique fine bien développée - agrégats présentant des faces brillantes.

Chevelu racinaire moyennement abondant bien réparti - passage net à

90 - 270 cm horizon bariolé de couleur de fond jaune-rouge - taches jaunes de forme plus ou moins allongée (3 cm sur 1 cm) avec des limites nettes, mais fréquemment anastomosées, elles sont plus grandes et plus abondantes à la base. Texture argilo-limoneuse - ces taches renferment de petits quartz blancs - fond rouge de texture limoneuse (tache les doigts). Les zones rouges orangés ont tendance à se concrétionner et sont plus abondants vers le haut de l'horizon - peu de racines, uniquement dans les zones rouges - horizon assez compact - passage net à

270 - 500 cm horizon d'altération bariolé - trainées obliques jaunes pâle (altération des schistes en place) séparées par des zones rouges à ocre-rouge - texture des zones rouges limono-argileuses - texture des zones jaunes, limoneuse - schistes moins altérés. Vers le bas la schistosité devient de plus en plus apparente - bandes jaunes alternant avec des bandes rouges violacées présentant un toucher soyeux - horizon friable peu compact - racines peu abondantes, mais bien réparties.

## Profil RS 4

Situation: Route BINAQ - N'DOUCI à 1,5 Km de N'DOUCI  
Topographie: Plateau  
Roche-mère: Contact schiste-granite  
Végétation: Forêt secondaire à palmiers à huile et grands arbres

- 0 - 5 cm brun-gris - structure à tendance polyédrique moyenne à fine peu développée - en surface quelques éléments de quartz ferruginisés, anguleux - cohésion de l'horizon faible en humide - passage net à
- 5 - 20 cm brun - riche en graviers de quartz % - nombreux blocs de quartz plus ou moins arrondis, ferruginisés très altérés donnant un produit poudreux sous les doigts jaune et rouge - nombreuses petites concrétions plomb de chasse se rayant sous l'ongle, brun-rouille foncé de taille moyenne 2 à 3 mm - enrobage brun - sablo-limoneux - structure à tendance particulière - cohésion de l'horizon faible - bonne porosité - passage net mais sinueux à
- 20 - 70 cm brun-jaune clair - même caractéristiques que l'horizon supérieur mais les gros éléments de quartz deviennent plus abondants - enrobage brun-jaune clair - structure à tendance polyédrique fine - cohésion de l'horizon moyenne à faible en humide - chevelu radiculaire encore assez abondant - porosité de l'horizon moyenne - passage net à
- 70 - 160 cm argile tachetée, bariolée jaune et rouge, argilo-limoneuse - structure polyédrique moyenne à fine très bien développée - agrégats à faces très brillantes - petites concrétions plomb de chasse de coupe brun-rouge peu durcies - taches jaunes aux contours sinueux souvent mal définis de texture limoneuse - taches rouges ayant tendance à s'indurer - rognons de roche pourrie noyés dans la masse présentant un pendage semblable à celui du matériau originel -

Suite du profil RS 4

les faces Sud et Est de la fosse présentent des bancs de quartz plus ou moins altérés présentant un pendage oblique - ces filons de quartz sont très pourris et présentent une ferruginisation intense - horizon bien parcouru par de petites radicales - passage net à

160 - 400 cm (fond du trou) - horizon d'altération de la roche schiste gneissique compact - pendage très apparent avec un angle moyen de 20 ° avec la verticale dans le sens W-E et nul dans le sens S-N.

3 stades d'altération :

- 1) roche de couleur gris-bleuté avec nombreuses inclusions orientées aplaties souvent anastomosées, friable avec un toucher sériciteux.
- 2) roche de couleur brun-rouge bien clair d'aspect plus sableux avec les inclusions signalées dans le premier stade - toucher moins sériciteux.
- 3) le faciès de la roche a complètement disparu - couleur jaune-rouge - concrétions plomb de chasse présentes jusqu'au fond du trou - argile rouge polyédrique enrobant les 2 autres stades - le pourcentage de matériau en voie d'altération augmente avec la profondeur.