

# Recherche de critères de différenciation des sols hydromorphes tourbeux tropicaux en relation avec la dynamique de l'azote.

## Application à la fertilisation azotée des bananeraies.

(suite)

J.P. PENEL\*

### CARACTERISATION DE QUELQUES TYPES DE SOLS HYDROMORPHES TOURBEUX TROPICAUX

#### Choix des profils pédologiques.

Pour réaliser notre étude de caractérisation des sols hydromorphes tourbeux tropicaux, cinq profils pédologiques ont été retenus. Ils correspondent chacun à un essai agronomique ayant fait l'objet d'un suivi mensuel de l'évolution de l'azote minéral du sol et sur lequel on dispose de résultats agronomiques complets. Il s'agit des essais BA.CI.ABY. 203, BA.CI.ABY. 224, BA.CI.ABY. 227, BA.CI.ABY. 292 et BA.CI.ABY. 313.

Après avoir décrit en détail ces cinq profils, des échantillons ont été prélevés au niveau de chaque horizon pédologique pour être mis en incubation et analysés au Laboratoire d'Agropédologie IRFA de l'Anguédédou (Côte d'Ivoire) et aux Laboratoires GERDAT/CIRAD de Montpellier (France).

#### Descriptions morphologiques et résultats analytiques classiques.

Les profils étudiés sont décrits et représentés sous forme de schémas dans les figures 17 à 21, les figurés utilisés étant définis dans la figure 16. Par ailleurs, les caractéristiques analytiques classiques correspondantes sont consignées dans les tableaux 5 à 9.

Il est important de signaler que la simple observation visuelle des matériaux tourbeux constituant un profil ne peut suffire à estimer son potentiel de minéralisation de l'azote organique. Il faut également signaler l'extrême difficulté rencontrée au cours du travail de description morphologique ; on s'est aperçu en effet que des variations du taux d'humidité des matériaux tourbeux étaient susceptibles de modifier énormément leur aspect.

Les cinq profils étudiés ont été nommés en se référant aux trois systèmes de classification des sols les plus couramment usités (CPCS Soil Taxonomy et FAO). En outre, pour chacun de ces profils, les symboles alpha-numériques attribués aux divers horizons sont complétés par des dénominations plus explicites.

#### Profil NA (BA.CI.ABY. 227).

##### • Classification.

- CPCS : sol hydromorphe organique à tourbe décomposée (saprist) peu épaisse oligotrophe sur alluvions argileuses.

- Soil taxonomy : terric troposaprist.

- FAO : dystric histosol.

##### • Dénomination des horizons :

A01 Tourbe de type saprist (mulch)  
 A02 Tourbe de type saprist  
 A03 Tourbe de type saprist  
 A04 Tourbe de type saprist  
 Bhg Horizon mixte organo-minéral à pseudogley  
 G Gley oxydé puis réduit en profondeur.

#### Profil NB (BA.CI.ABY. 224).

##### • Classification :

- CPCS : sol humique à gley à tourbe décomposée (saprist) sur alluvions argileuses.

- Soil taxonomy : histic tropic fluvaquent.

- FAO : humic gleysol.

Figure 16 • Symboles utilisés dans les schémas descriptifs des sols.

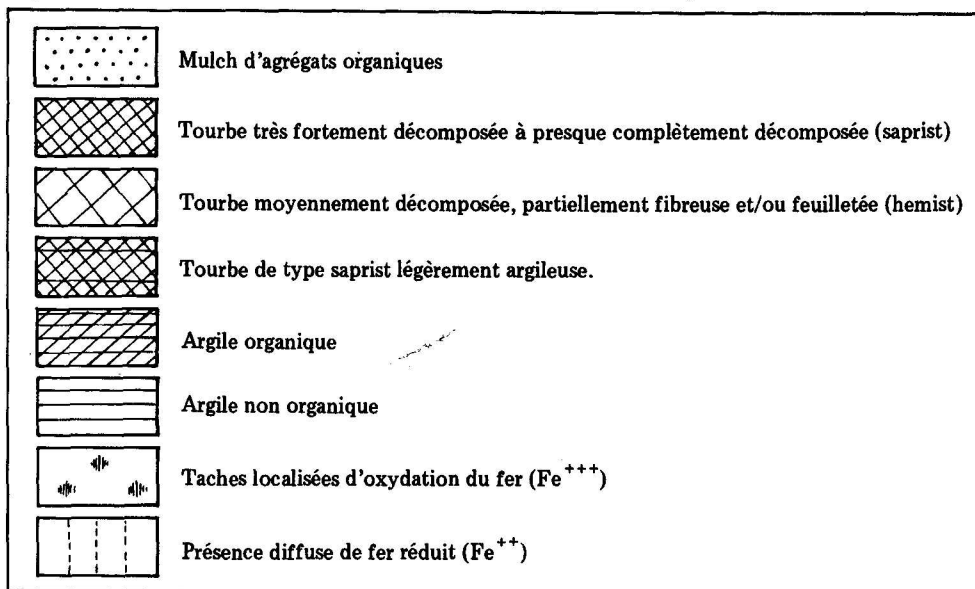
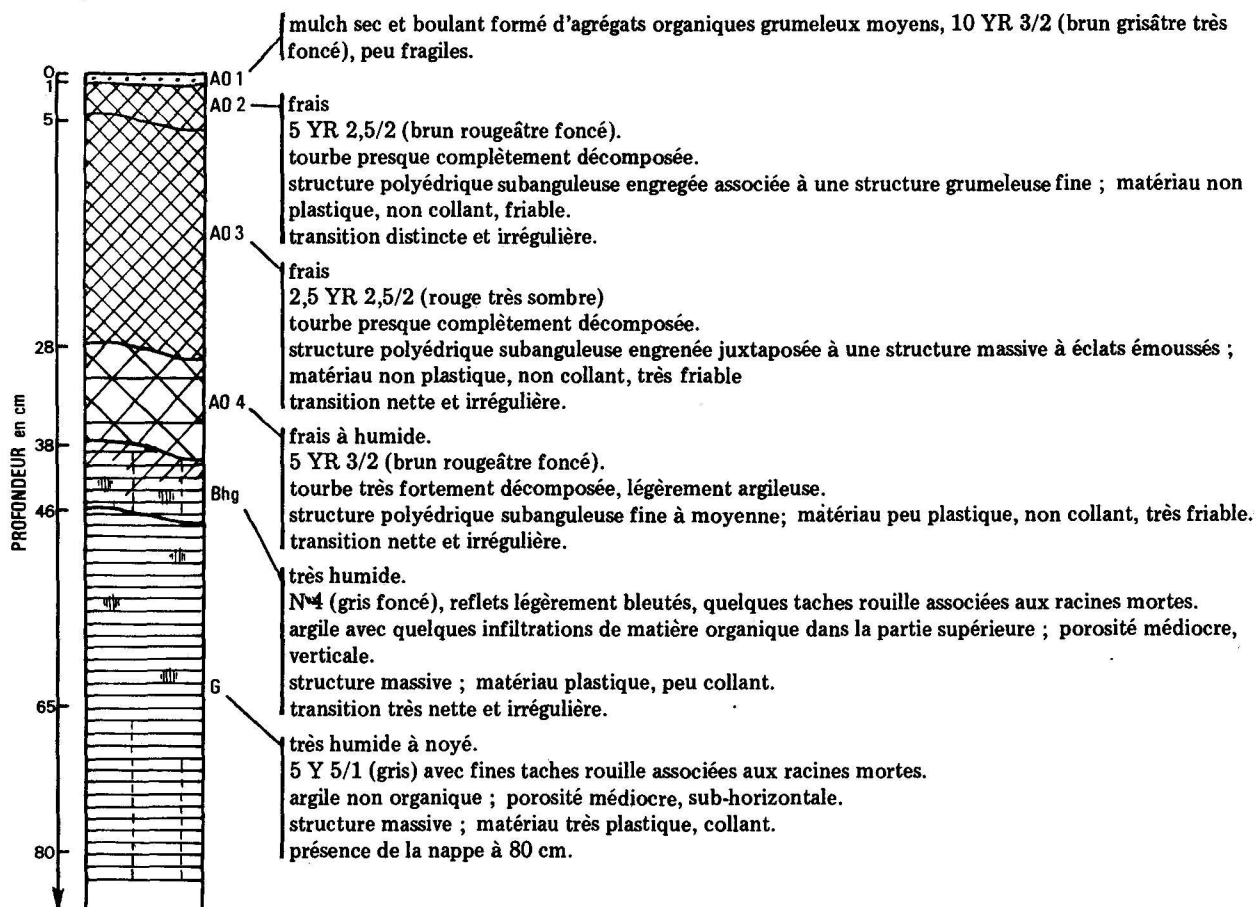


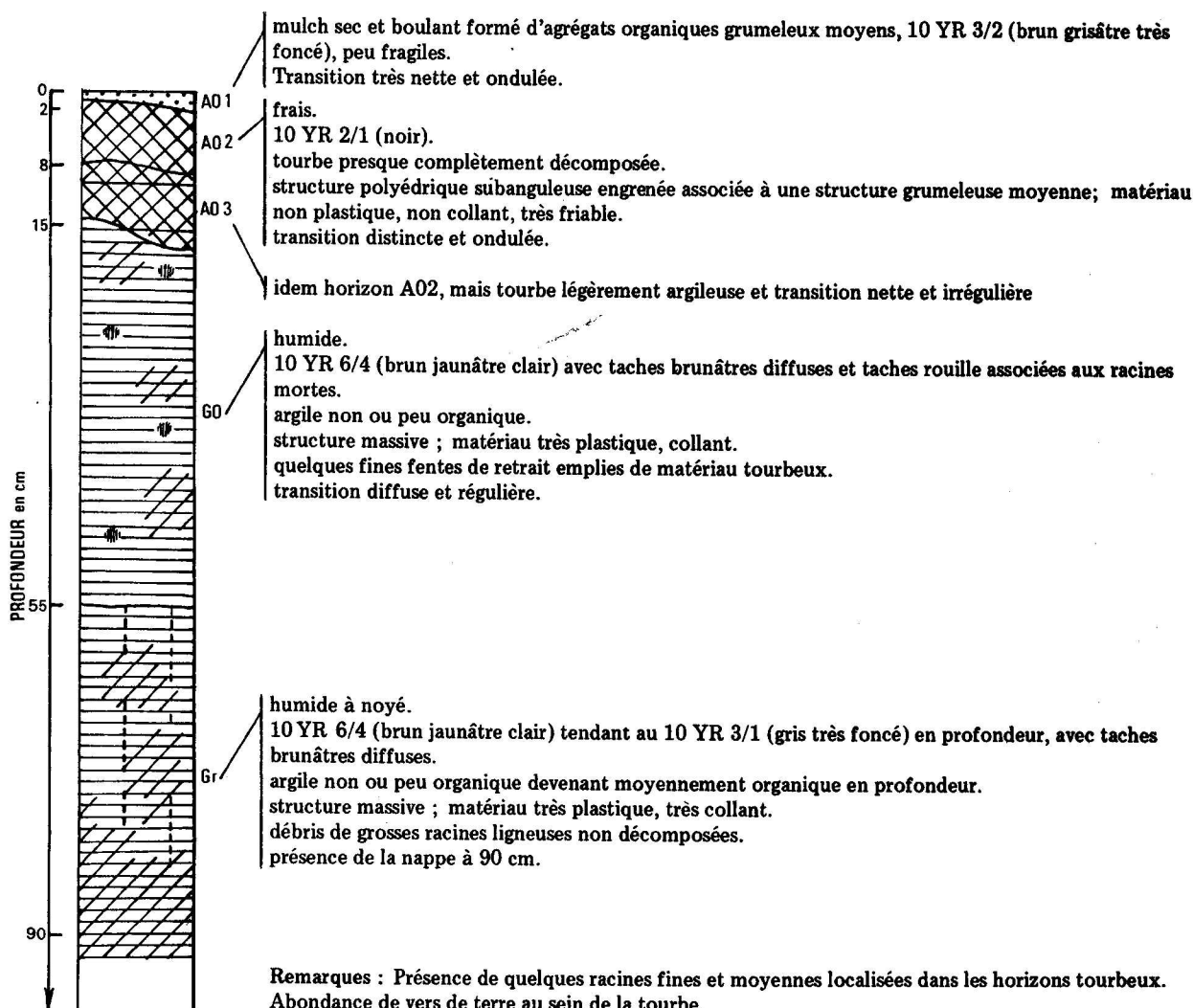
Figure 17 • DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU PROFIL NA (BA.CI.ABY. 227).



Remarques : Présence de fentes de retrait verticales, au tracé irrégulier, de faible épaisseur (1 à 5 mm) dans l'argile, se prolongeant parfois obliquement dans les horizons tourbeux (1 à 2 cm d'épaisseur).

Chevelu racinaire peu important en surface ; nombreuses racines fines et moyennes subverticales à horizontales dans l'ensemble des horizons tourbeux ; quelques rares racines moyennes subhorizontales dans les chenaux des racines mortes, au sein des horizons argileux.

Figure 18 • DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU PROFIL NB (BA.CI.ABY. 224).



## ● Dénomination des horizons :

- A01 Tourbe de type saprist (mulch)
- A02 Tourbe de type saprist
- A03 Tourbe de type saprist
- G0 Gley oxydé (non ou peu organique)
- Gr Gley réduit (non ou peu à moyennement organique)

## Profil NC (BA.CI.ABY. 292).

## ● Classification :

- CPCS : sol humique à gley à tourbe décomposée (saprist) sur alluvions argileuses.

- Soil taxonomy : histic tropic fluvaquent.

- FAO : humic gleysol.

## ● Dénomination des horizons :

- A0 Tourbe de type saprist
- Bh Horizon mixte organo-minéral
- Go Gley oxydé

## Profil ND (BA.CI.ABY. 203).

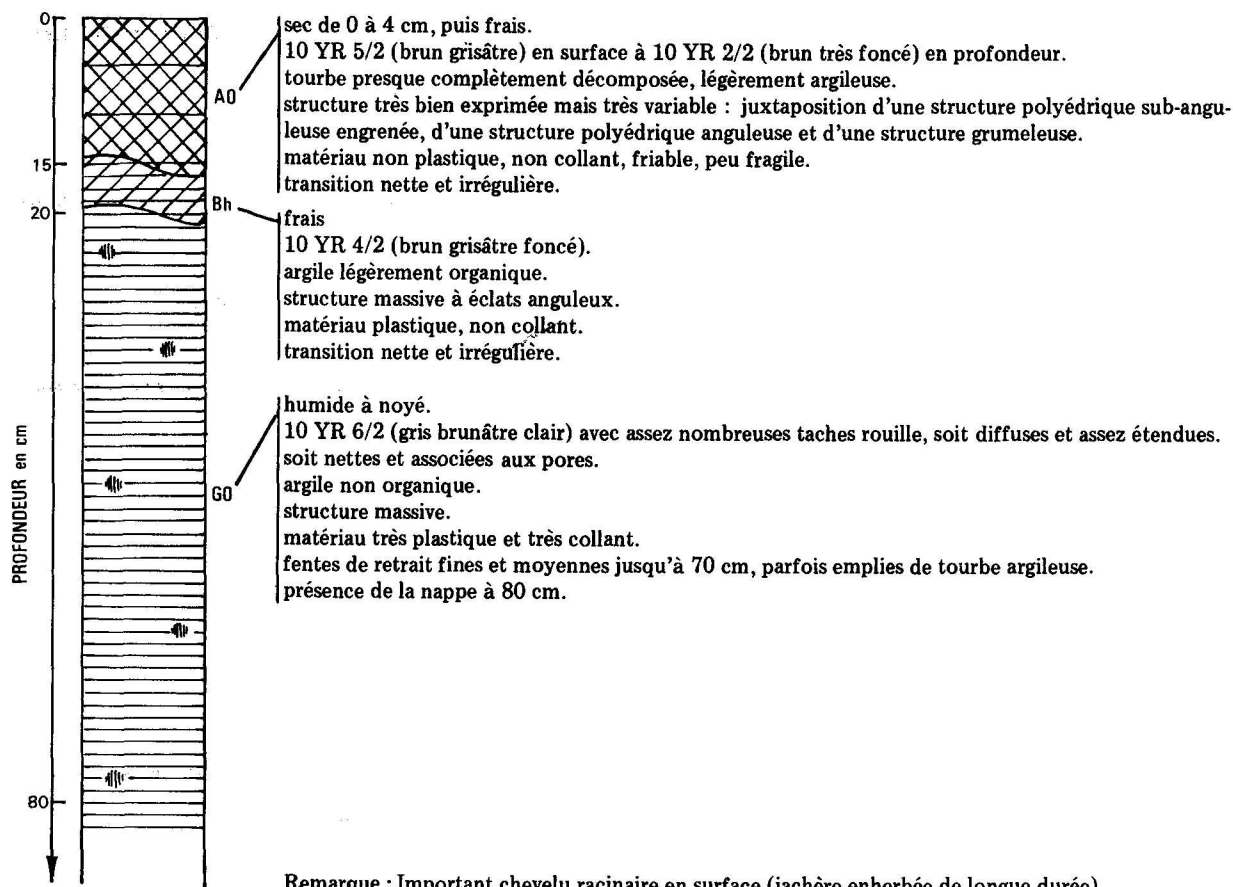
## ● Classification :

- CPCS : sol hydromorphe organique à tourbe décomposée (saprist) et semi-fibreuse (hemist) peu épaisse oligotrophe sur alluvions argileuses.

- Soil taxonomy : hemic terric troposaprist.

- FAO : dystic histosol.

Figure 19 • DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU PROFIL NC (BA.CI.ABY. 292).



## ● Dénomination des horizons :

- A01 Tourbe de type saprist (mulch)
- A02 Tourbe de type saprist
- A03 Tourbe de type saprist
- A04 Tourbe de type hemist
- Ao Bh Horizon mixte organo-minéral associé à un reliquat de tourbe de type fibrist
- Go Gley oxydé.

## Profil NE (BA.CI.ABY. 313).

## ● Classification

- CPCS : sol hydromorphe organique à tourbe décomposée (saprist) et semi-fibreuse (hemist) épaisse oligotrophe sur alluvions argileuses.

- Soil taxonomy : hemic terrie troposaprist.

- FAO : dystric histosol.

## ● Dénomination des horizons :

- A01 Tourbe de type saprist (mulch)

- A02 Tourbe de type saprist
- A03 Tourbe de type saprist
- A04 Tourbe de type saprist
- Bh Horizon mixte organo-minéral
- A05 Tourbe de type hemist
- Gr Gley réduit.

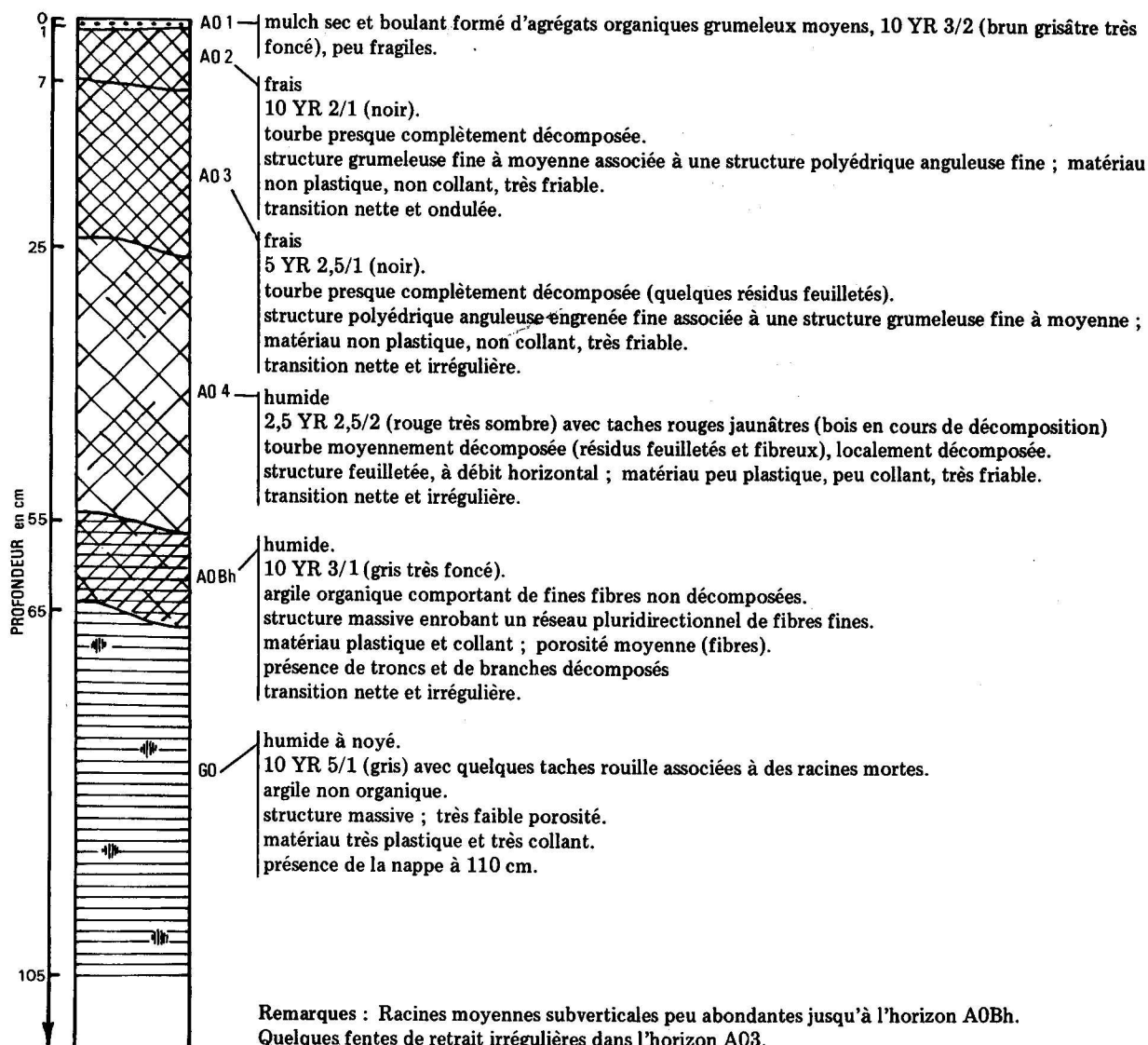
## Evaluation du degré de décomposition des matériaux tourbeux.

Depuis VON POST et son test d'estimation sur le terrain du degré de décomposition des tourbes par pression du matériau tourbeux entre les doigts, de nombreux chercheurs se sont penchés sur le problème de la classification des tourbes.

Le système américain se base sur le taux de fibres frottées sur le tamis de 150 microns pour ranger les tourbes dans trois classes :

- tourbe fibrique (plus de 40 p. 100 de fibres = fibrist)
- tourbe mésique (de 10 à 40 p. 100 de fibres = hemist)
- tourbe hémique (moins de 10 p. 100 de fibres = saprist)

Figure 20 • DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU PROFIL ND (BA.CI.ABY.203).



LEVESQUE *et al.* (1981) proposent de se baser simultanément sur le taux de fibres frottées et sur l'indice au pyrophosphate de sodium pour affiner cette classification (figure 22).

- Taux de fibres frottées (LEVESQUE et DINEL, 1977).

Cette méthode remplace le frottement de la tourbe entre les doigts et le tamis par une agitation durant 16 heures de 5 g de tourbe fraîche placés dans un flacon de 250 ml avec 150 ml d'eau. La tourbe est ensuite tamisée à 150 microns et le refus exprimé en pourcent de tourbe sèche (séchage effectué à 70°C).

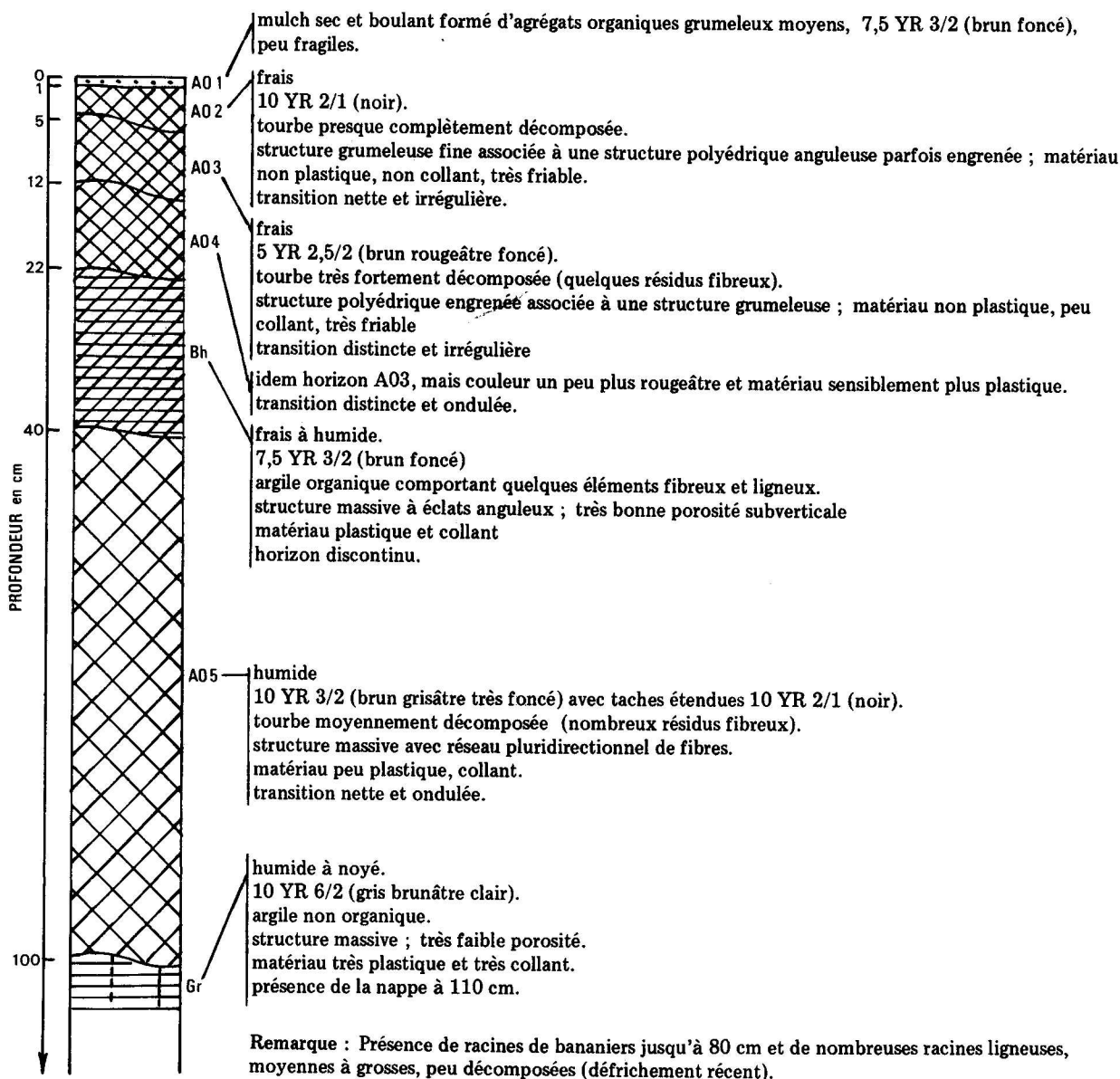
- Indice au pyrophosphate de sodium (KAILA, 1956).

Cette méthode est sensée refléter globalement le degré

de décomposition des tourbes. De la tourbe sèche finement broyée (0,5 g) est agitée pendant 18 heures dans 50 ml de  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  0,025 M. Après filtration, on ajuste à 250 ml et on mesure l'absorbance à 550 nm. Multipliée par 100, cette valeur représente l'indice au pyrophosphate de sodium.

Comme cette méthode tend à se généraliser sur le continent américain et en Europe (GOBAT et PORTAL, 1985), il nous a paru intéressant de la tester sur des échantillons de tourbe tropicale. Ainsi que le montre la figure 22, nos échantillons sortent complètement de cette échelle de classification. Cela est dû essentiellement au fait que le refus à 150 microns est constitué en grande partie d'agrégats organiques qui n'ont pas été détruits par l'agitation dans l'eau, et non de fibres proprement dites. Par ailleurs, sans s'attarder sur le choix très arbitraire de la longueur d'onde de lecture de l'absorbance, il est intéressant de

Figure 21 • DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU PROFIL NE (BA.CI.ABY.313).



remarquer d'une part que l'humification des tourbes tropicales est bien supérieure à celle des tourbes des régions froides et tempérées, et d'autre part que la solubilisation des substances humiques par le pyrophosphate de sodium est dépendante du pouvoir-tampon du matériau tourbeux.

#### Fractionnement granulométrique des matériaux tourbeux.

Depuis quelques années, l'étude et la caractérisation des complexes organo-minéraux des humus aérobies sont abordées par la méthode du fractionnement granulométrique par tamisage sous l'eau et sédimentation (BRUCKERT *et al.*). Le principe de cette méthode a également été appli-

qué à la caractérisation des humus hydromorphes tourbeux des régions froides et tempérées (LEVESQUE et DINEL, 1977 ; LEVESQUE *et al.*, 1981 ; GOBAT et PORTAL, 1985). Il nous a donc semblé intéressant d'adopter cette approche pour tenter de dresser une typologie des matériaux tourbeux tropicaux.

#### • Mode opératoire.

La méthode de fractionnement physique mise au point par BRUCKERT *et al.* ne semblait pas s'appliquer sans modifications aux matériaux tourbeux. Afin de limiter les risques de dégradation mécanique des débris organiques figurés, nous avons supprimé les billes en agate et procédé

TABLEAU 5 - Caractéristiques analytiques classiques du profil NA (BA.CI.ABY. 227).

Horizon	A01	A02	A03	A04	Bhg	Go
Profondeur	0-1	1-5	5-28	28-38	38-45	45-65
Humidité (g H <sub>2</sub> O/100 g M.S.)	24,7	88,7	140,5	134,9	-	-
C organique (p. 1000)	414,09	405,45	421,00	259,67	88,72	62,20
N total (p. 1000)	22,10	22,76	21,34	9,59	1,87	1,46
Rapport C/N	18,7	17,8	19,7	27,1	47,4	42,6
Ca échangeable (mé/100 g)	31,45	57,86	28,16	10,68	1,98	4,35
Mg échangeable (mé/100 g)	18,01	14,57	6,76	2,52	1,98	7,23
K échangeable (mé/100 g)	29,96	2,53	1,44	0,59	1,15	1,42
Na échangeable (mé/100 g)	0,47	0,10	0,11	0,07	0,14	0,22
Somme des bases échangeables (mé/100 g)	74,89	75,06	36,47	13,86	5,25	13,22
Capacité d'échange cationique à pH 7 (mé/100 g)	105,91	129,13	121,62	73,49	26,07	28,90
Taux de saturation (p. 100)	71	58	30	19	20	46
pH (pâte saturée)	4,20	4,75	4,00	3,85	3,75	4,10
pH (H <sub>2</sub> O)	4,45	4,95	4,25	4,10	3,90	4,35
pH (KCl)	4,15	4,55	3,55	3,50	3,25	3,55
Al échangeable (mé/100 g)	0,18	0,00	1,06	3,65	7,70	5,52
P assimilable DYER (ppm)	206	779	247	201	42	22
Da (laboratoire)	-	0,40	0,34	0,40	-	-
Da ( <i>in situ</i> )	-	-	0,24	0,33	-	0,73
Argile (p. 100 de MM)	-	-	-	41,7	78,9	91,0
Limon fin (p. 100 de MM)	-	-	-	32,6	19,3	7,8
Limon grossier (p. 100 de MM)	-	-	-	4,2	1,1	0,2
Sable fin (p. 100 de MM)	-	-	-	19,4	0,3	0,6
Sable grossier (p. 100 de MM)	-	-	-	2,1	0,3	0,3
Minéralogie des argiles (p. 100)						
Kaolinite	-	-	-	-	55	48
Illite	-	-	-	-	29	34
Montmorillonite	-	-	-	-	12	19

à une simple agitation rotative, durant 16 heures, de 100 g de tourbe fraîche placés au contact de 1000 ml d'eau dans une allonge de sédimentation. Le fractionnement a été réalisé par passages successifs sur 6 tamis : 2000 $\mu$ , 1000 $\mu$ , 500 $\mu$ , 200 $\mu$ , 100 $\mu$  et 50 $\mu$ . Cette procédure étant particulièrement longue et délicate, il aurait été très souhaitable d'utiliser un montage en colonne des tamis comme le proposent DINEL et LEVESQUE (1976). Les différentes fractions obtenues sur tamis sont ensuite recueillies sur papier filtre plissé, séchées à 70°C et pesées. La fraction inférieure à 50 microns est soumise à une centrifugation ; le culot est pesé après séchage à 70°C.

● Observations morphoscopiques.

Afin de contrôler leur homogénéité, chacune des fractions obtenues a été observée à la loupe binoculaire.

Il s'avère que jusqu'à la maille 100 microns, la plupart des matériaux tourbeux étudiés sont constitués essentiellement d'«agrégats» émoussés, parfois subanguleux, plus ou moins engrenés. Les débris organiques figurés, d'aspect feuilleté, fibreux ou rubané, apparaissent largement minoritaires.

Par contre, quatre des horizons observés (A04 du profil ND ; A03, A04 et A05 du profil NE) comportent une proportion importante d'éléments organiques figurés, généralement feuilletés et fibreux, parfois rubanés (A05 du profil NE). A ces structures sont toujours associés (sauf pour le A05 du profil NE) quelques «agrégats» arrondis.

En deçà de 100 microns, la loupe binoculaire ne révèle que des masses brunâtres aux structures indifférenciées. Quelques taches noires (matière organique colloïdale) et grisâtres (argiles déferrifiées) ponctuent généralement ces fractions fines.

TABLEAU 6 - Caractéristiques analytiques classiques du profil NB (BA.CI.ABY. 224).

Horizon	A01	A02	A03	Go	Gr
Profondeur (cm)	0-2	2-8	8-15	15-55	> 55
Humidité (g H <sub>2</sub> O/100 g MS)	18,2	88,6	118,5	-	-
C organique (p. 1000)	322,03	351,36	309,52	46,60	156,85
N total (p. 1000)	16,45	16,73	14,19	1,22	3,58
Rapport C/N	19,6	21,0	21,8	38,2	43,8
Ca échangeable (mé/100 g)	12,12	5,77	3,37	2,39	3,43
Mg échangeable (mé/100 g)	10,32	3,07	2,00	4,42	15,42
K échangeable (mé/100 g)	7,60	3,82	2,48	2,49	1,84
Na échangeable (mé/100 g)	0,15	0,10	0,07	0,10	0,26
Somme des bases échangeables (mé/100 g)	30,19	12,76	7,92	9,40	20,95
Capacité d'échange cationique à pH 7 (mé/100 g)	80,43	93,16	85,33	20,62	44,27
Taux de saturation (p. 100)	38	14	9	46	47
pH (pâte saturée)	4,55	3,80	3,60	3,95	4,75
pH (H <sub>2</sub> O)	4,85	4,20	3,90	4,25	5,00
pH (KCl)	3,95	3,25	3,10	3,45	4,25
Al échangeable (mé/100 g)	0,76	5,62	7,29	5,85	0,18
P assimilable DYER (ppm)	332	421	330	14	43
Da (laboratoire)	-	0,42	0,39	-	-
Da ( <i>in situ</i> )	-	0,45	-	0,78	-
Argile (p. 100)	-	-	-	93,4	86,0
Limon fin (p. 100)	-	-	-	5,5	12,8
Limon grossier (p. 100)	-	-	-	0,1	tr
Sable fin (p. 100)	-	-	-	0,4	0,3
Sable grossier (p. 100)	-	-	-	0,6	0,8
Minéralogie des argiles (p. 100)					
Kaolinite	-	-	-	50	52
Illite	-	-	-	31	32
Montmorillonite	-	-	-	16	13



TABLEAU 7 - Caractéristiques analytiques classiques du profil NC (BA.CI.ABY. 292)

Horizon	A0	Go
Profondeur (cm)	0-15	> 20
Humidité (g H <sub>2</sub> O/100 g MS)	71,6	-
C organique (p. 1000)	298,06	16,92
N total (p. 1000)	15,12	0,65
Rapport C/N	19,7	26,0
Ca échangeable (mé/100 g)	20,95	3,33
Mg échangeable (mé/100 g)	9,73	4,73
K échangeable (mé/100 g)	0,62	2,33
Na échangeable (mé/100 g)	0,11	0,13
Somme des bases échangeables (mé/100 g)	31,41	10,52
Capacité d'échange cationique à pH 7 (mé/100 g)	78,99	16,35
Taux de saturation (p. 100)	40	64
pH (pâte saturée)	4,95	3,85
pH (H <sub>2</sub> O)	5,05	4,25
pH (KCl)	4,40	3,30
Al échangeable (mé/100 g)	0,13	5,27
P assimilable DYER (ppm)	415	14
Da (laboratoire)	0,42	-
Da ( <i>in situ</i> )	0,49	1,15
Argile (p. 100)	54,4	90,5
Limon fin (p. 100)	29,8	9,2
Limon grossier (p. 100)	1,8	0,1
Sable fin (p. 100)	8,7	0,1
Sable grossier (p. 100)	5,3	0,1
Minéralogie des argiles (p. 100)		
Kaolinite	-	48
Illite	-	28
Montmorillonite	-	20

TABLEAU 8 - Caractéristiques analytiques classiques du profil ND (BA.CI.ABY. 203).

Horizon	A01	A02	A03	A04	A0Bh	Go
Profondeur (cm)	0-1	1-7	7-25	25-55	55-65	> 65
Humidité (g H <sub>2</sub> O/100 g MS)	17,6	62,9	94,8	392,0	-	-
C organique (p. 1000)	383,34	376,37	384,25	453,76	257,54	83,54
N total (p. 1000)	16,64	16,47	16,72	14,67	4,69	2,19
Rapport C/N	23,0	22,9	23,0	30,9	54,9	38,1
Ca échangeable (mé/100 g)	47,53	40,36	43,54	16,46	3,83	3,86
Mg échangeable (mé/100 g)	17,81	13,42	12,82	6,68	2,92	4,38
K échangeable (mé/100 g)	11,19	2,65	2,27	1,28	1,20	0,92
Na échangeable (mé/100 g)	0,25	0,12	0,09	0,19	0,14	0,11
Somme des bases échangeables (mé/100 g)	76,78	56,55	58,72	24,61	8,09	9,27
Capacité d'échange cationique à pH 7 (mé/100 g)	99,30	102,85	110,78	133,66	76,79	25,79
Taux de saturation (p. 100)	77	55	53	18	11	36
pH (pâte saturée)	5,15	4,90	4,80	3,50	3,20	3,70
pH (H <sub>2</sub> O)	5,45	5,05	4,95	3,70	3,40	3,90
pH (KCl)	5,05	4,55	4,50	3,05	2,90	3,30
Al échangeable (mé/100 g)	0,00	0,18	0,18	3,84	9,06	3,55
P assimilable DYER (ppm)	962	1 283	1 268	109	67	35
Da (laboratoire)	-	0,42	0,38	0,18	-	-
Da ( <i>in situ</i> )	-	-	0,35	0,14	-	0,89
Argile (p. 100)	-	-	-	-	58,8	55,6
Limon fin (p. 100)	-	-	-	-	18,5	27,1
Limon grossier (p. 100)	-	-	-	-	4,2	13,9
Sable fin (p. 100)	-	-	-	-	11,5	3,0
Sable grossier (p. 100)	-	-	-	-	6,9	0,4
Minéralogie des argiles (p. 100)						
Kaolinite	-	-	-	-	60	43
Illite	-	-	-	-	37	41
Montmorillonite	-	-	-	-	9	13

TABLEAU 9 - Caractéristiques analytiques classiques du profil NE (BA.CI.ABY. 313).

Horizon	A01	A02	A03	A04	Bh	A05	Gr
Profondeur (cm)	0-1	1-5	5-12	12-22	22-40	40-100	> 100
Humidité (g H <sub>2</sub> O/100 g MS)	13,5	90,1	193,3	328,5	-	450,6	-
C organique (p. 1000)	431,56	404,96	441,91	469,54	206,12	410,65	44,49
N total (p. 1000)	21,00	20,15	19,43	18,15	4,99	12,07	1,5
Rapport C/N	20,6	20,1	22,7	25,9	41,3	34,0	29,7
Ca échangeable (mé/100 g)	26,86	13,96	8,71	6,28	1,36	0,96	1,19
Mg échangeable (mé/100 g)	20,88	7,71	4,77	3,47	1,31	2,03	10,72
K échangeable (mé/100 g)	4,01	1,69	1,38	1,31	0,37	0,39	1,02
Na échangeable (mé/100 g)	0,13	0,11	0,12	0,11	0,13	0,44	0,46
Somme des bases échangeables (mé/100 g)	51,88	23,47	14,98	11,17	3,17	3,82	13,39
Capacité d'échange cationique à pH 7 (mé/100 g)	98,01	105,17	134,30	141,43	70,02	97,07	22,51
Taux de saturation (p. 100)	53	22	11	8	5	4	59
pH (pâte saturée)	4,60	4,15	3,50	3,15	3,00	3,45	4,25
pH (H <sub>2</sub> O)	4,90	4,25	3,85	3,40	3,30	3,80	4,65
pH (KCl)	4,40	3,55	2,90	2,70	2,90	3,05	3,75
Al échangeable (mé/100 g)	0,18	2,08	6,19	5,22	12,72	6,14	2,74
P assimilable DYER (ppm)	210	627	406	120	63	13	45
Da (laboratoire)	-	0,31	0,23	0,20	-	0,17	-
Da ( <i>in situ</i> )	-	-	-	0,18	0,52	0,17	-
Argile (p. 100)	-	-	-	-	33,1	-	80,6
Limon fin (p. 100)	-	-	-	-	31,9	-	18,5
Limon grossier (p. 100)	-	-	-	-	10,6	-	0,2
Sable fin (p. 100)	-	-	-	-	20,8	-	0,4
Sable grossier (p. 100)	-	-	-	-	3,5	-	0,2
Minéralogie des argiles (p. 100)							
Kaolinite	-	-	-	-	66	-	38
Illite	-	-	-	-	24	-	38
Montmorillonite	-	-	-	-	4	-	17

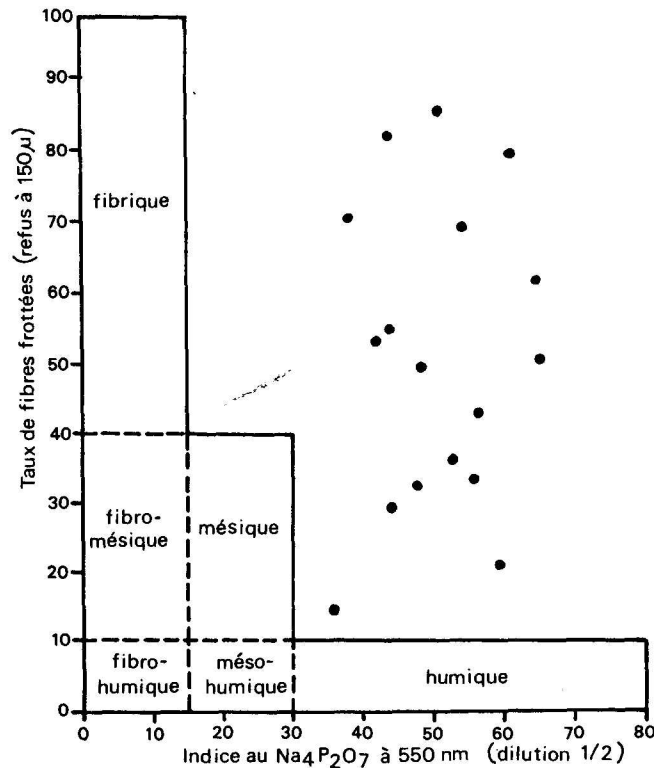


Figure 22 • Classification des tourbes basée sur le taux de fibres frottées et l'indice au pyrophosphate de sodium.

En fin de compte, un fractionnement granulométrique des matériaux tourbeux ne permet pas d'obtenir des fractions suffisamment homogènes pour établir, sur cette base, une typologie rigoureuse. En effet, la présence de nombreux «agrégats» à forte dominance organique fausse le classement granulométrique des constituants élémentaires des tourbes. Cette méthode ne semble donc applicable qu'à la caractérisation des matériaux tourbeux non structurés ou à structure fragile, ces types de tourbe ne se rencontrant que très rarement dans la vallée de l'Agnéby.

● Distribution des fractions granulométriques.

Dans les figures 23 à 27 sont représentées les distribu-

tions pondérales des fractions granulométriques des divers horizons tourbeux constituant les cinq profils étudiés.

Compte tenu des observations faites à la loupe bino-culaire, il est, rappelons-le, illusoire de vouloir tirer de ces figures des critères fiables de caractérisation. On peut cependant remarquer que les processus d'agrégation (fractions supérieures à 1000 microns) sont plus intenses en milieu aérobie. En effet, les horizons supérieurs présentent des fractions «grossières» pondéralement plus importantes que les horizons sous-jacents soumis au battement de nappe. La même différenciation peut également être observée entre profils anciennement exondés (profil NA par exemple) et nouvellement exondés (profil NE).

DISTRIBUTION PONDERALE DES FRACTIONS GRANULOMETRIQUES DES PROFILS :  
Figure 23 • PROFIL NA (BA.CI.ABY.227)

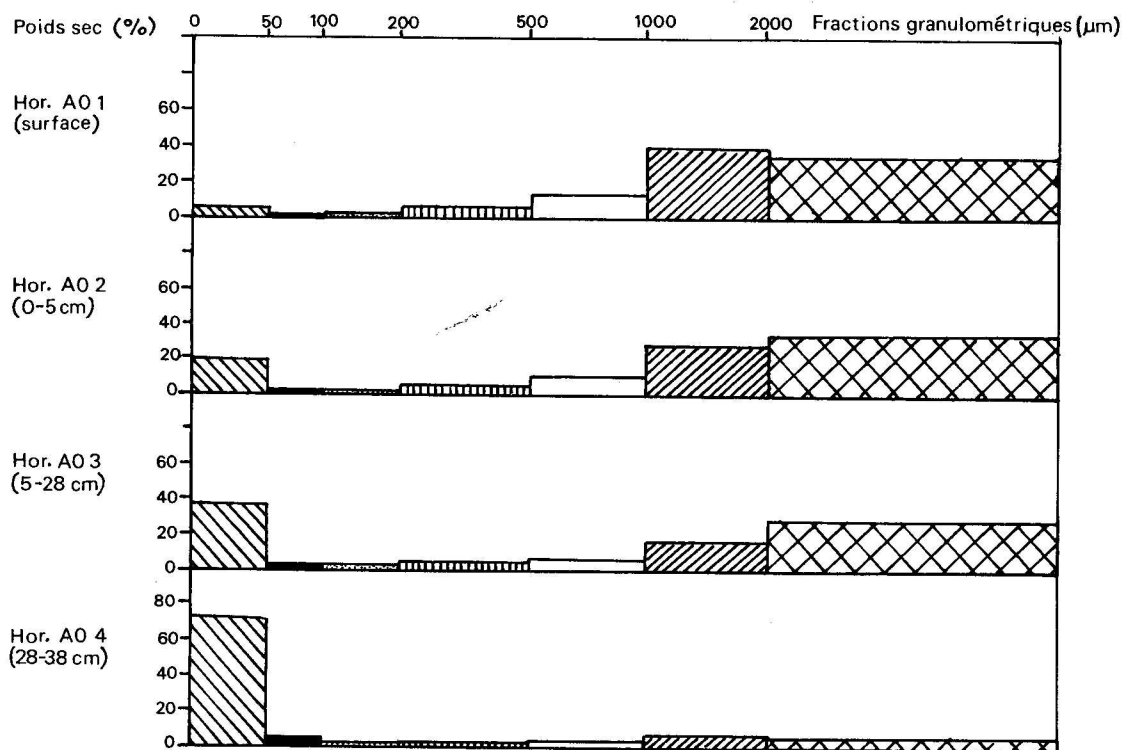


Figure 24 • PROFIL NB (BA.CI.ABY.224)

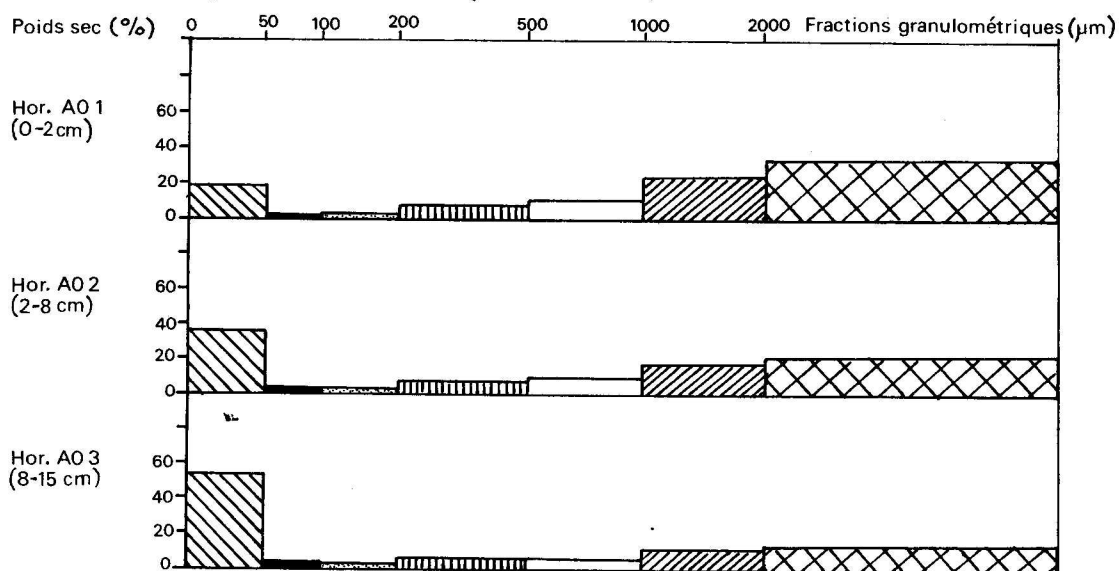


Figure 25 • PROFIL NC (BA.CI.ABY.292)

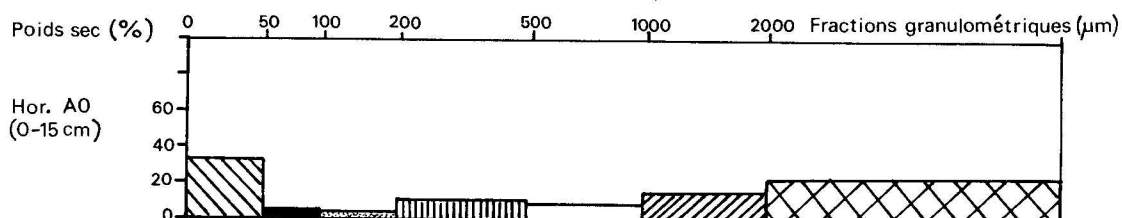


Figure 26 • PROFIL ND (BA.CI.ABY.203)

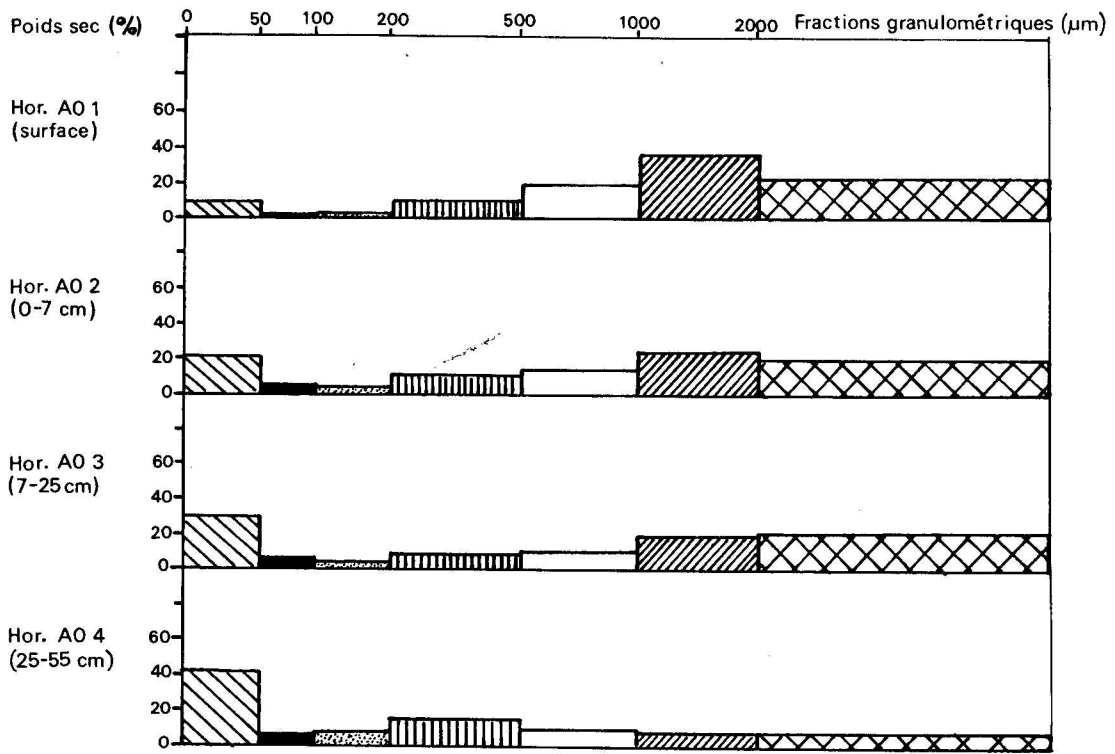
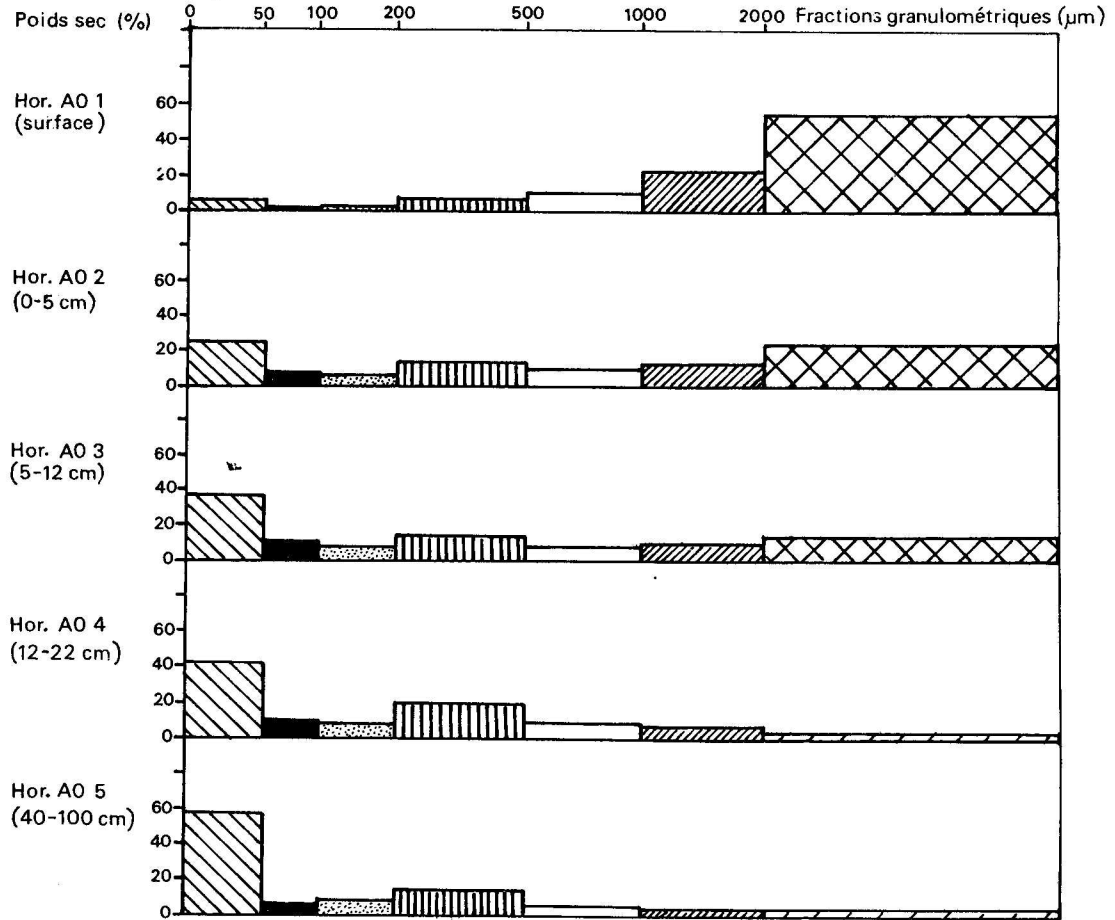


Figure 27 • PROFIL NE (BA.CI.ABY.313)



à suivre.