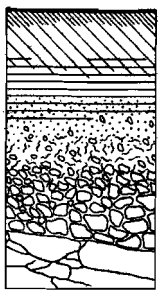
C. MARIUS

A.T.P : "Mangroves et Vasières"

# ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DES CAROTTAGES PROFONDS DANS LES MANGROVES (Sénégal-Gambie)

Missions 1976-1977



DECEMBRE 1978

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR

ORSTOM

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR

A. T. P. "MANGROVES ET VASIERES"

# ETUDE PEDOLOGIQUE DES CAROTTAGES PROFONDS DANS LES MANGROVES (SENEGAL - GAMBIE) MISSIONS 1976/1977

C. MARIUS

-:-

/ DECEMBRE 1978 /

# S O M M A I R E

## PREMIERE PARTIE

1 - Données sur le milieu naturel

2 - PEDOLOGIE

1 - BALINGORE

2 - NYASSIA

3 - OUSSOUYE

4 - JENOI

5 - JATABA

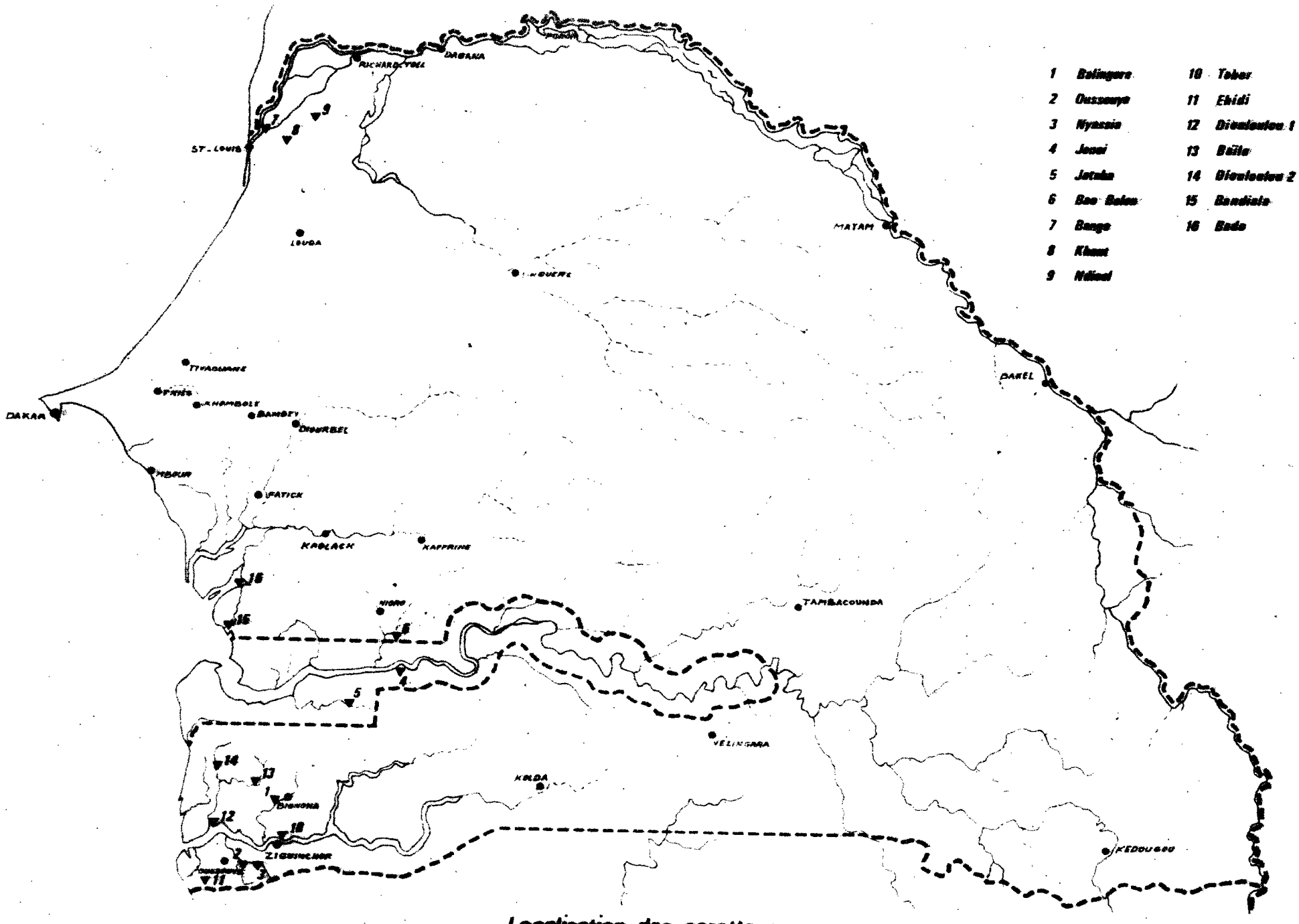
6 - BAO-BOLON

7 - BANGO

8 - KHANT

9 - N'DIAEL

/ JUILLET 1977 /




**Localisation des carottages**

fig . 1

# 1° - DONNEES SUR LE MILIEU NATUREL :

## 1-1 - Cadre géographique :

Les carottages étudiés proviennent des estuaires de la CASAMANCE, de la GAMBIE, du SALOUM et du Delta du Fleuve SENEGAL et se situent entre les latitudes 12° 20 et 16° 20 N et les longitudes 16° 20 et 16° 50 Ouest.

### 1-1-1 - CASAMANCE : (J. VIEILLEFON)

La zone alluviale fluvio-marine de CASAMANCE couvre environ 250 000 hectares entre l'Océan et les bas-plateaux de BIGNONA, ZIGUINCHOR et OUSSOUYE, qui se poursuivent en GAMBIE, au Nord, et en GUINEE BISSAU, au Sud. Elle pénètre largement à l'intérieur des plateaux soit par la CASAMANCE, dont le lit majeur atteint près de 10 kilomètres de large à l'amont de ZIGUINCHOR, soit par plusieurs de ses affluents : SOUNGROUGROU, marigots de BIGNONA, de BAILA, de DIOULOULOU, sur la rive droite, et KAMOBEUL BOLON, sur la rive gauche. Tous ces cours d'eau sont soumis à la marée sur la plus grande partie de leur cours.

### 1-1-2 - GAMBIE :

Bien que l'influence de la marée se fasse sentir très loin dans la partie inférieure de la GAMBIE, les vasières ont une extension réduite, et les carottages ont été effectués sur le bras principal au niveau du bac de la transgambienne, sur le BINTANG BOLON, affluent de la rive gauche, et dans le BAO BOLON, défluent de la rive droite.

### 1-1-3 - SALOUM :

Ni delta, ni même véritablement estuaire, le SALOUM n'est aujourd'hui, en réalité, qu'une ria dont le chenal est exclusivement parcouru par les eaux marines.

Ce bras de mer est formé de 2 grands ensembles d'îles. Les îles BETANTI au Sud, et les îles du GANDOUL au Nord, séparés par un estuaire très ensablé : les DIOMBOS. L'ensemble couvre une superficie de 90 000 ha.

### 1-1-4 - Delta du SENEGAL :

Sur les 170 kms, en aval de DAGANA, les vasières actuelles ne subsistent qu'aux environs de St LOUIS, le reste étant constitué de terrains salés, correspondant généralement à d'anciennes vasières, aujourd'hui très évoluées. L'ensemble couvre une superficie de 400 000 ha.

## 1-2 - Climat :

De OUSSOUYE à RICHARD-TOLL, en passant par SOKONE et FOUNDIOUGNE, le climat varie considérablement avec la latitude, et l'on passe d'un climat sub-guinéen maritime à pluviométrie supérieure à 1 500 mm, à un climat sahélien à pluviométrie inférieure à 400 mm.

Voici la pluviométrie moyenne annuelle pour différentes stations allant du Sud vers le Nord :

## PLUVIOMETRIE MOYENNE ANNUELLE

en millimètre

| Région | Climat | Station | M | J | Jt | A | S | O | N | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Basse-CASAMANCE | Sub-guinéen maritime | OUSSOUYE | 10 | 128 | 458 | 552 | 430 | 185 | 18 | 1780 |
| | | ZIGUINCHOR | 10.8 | 125.1 | 362.4 | 532.4 | 361 | 146 | 8.1 | 1546.1 |
| | | BIGNONA | 10.6 | 118.6 | 320 | 453.5 | 315.2 | 132.9 | 22.7 | 1364 |
| GAMBIE | Sud-Soudanien | MANSA KONKO | | 135 | 236 | 379.7 | 259.3 | 57.6 | | 1067.6 |
| | | NIORO-DU-RIP | 10 | 79.6 | 185.6 | 354.9 | 221.2 | 72.5 | 1.5 | 925.3 |
| SALOUM | Nord-Soudanien | SOKONE | | 42.7 | 146.2 | 301 | 231.6 | 86.4 | | 807.9 |
| | | FOUNDIOUGNE | | 42.4 | 153.8 | 328.7 | 218.3 | 64.6 | | 807.8 |
| Delta du SENEGAL | Sahélien | St LOUIS | 1.5 | 12.4 | 54.5 | 159.4 | 110.7 | 31 | 4 | 373.5 |
| | | ROSSO | 2.4 | 9 | 40.7 | 147.5 | 79.7 | 31.7 | 2.6 | 313.6 |

On constate que le climat est caractérisé par 2 saisons bien tranchées : une saison des pluies qui varie de 5 à 3 mois quand on passe du Sud au Nord, et une saison sèche, de 7 à 9 mois. En fait, ces dernières années, et en particulier pendant la période 1970-1974, on a assisté à un déficit marqué de la pluviométrie dans tout le SENEGAL. C'est ainsi qu'en 1972, il est tombé : 951 mm à ZIGUINCHOR, 655 mm à BIGNONA, 395 mm à SOKONE et 30 mm à St LOUIS. Plus que la hauteur d'eau tombée, ce sont la contraction générale de la durée de la saison des pluies et l'accroissement de la saison sèche qui ont contribué à l'évolution rapide et brutale de l'écologie des mangroves, notamment en CASAMANCE et en GAMBIE (C. MARIUS).

1-3 - Végétation :

Comme toutes les zones d'estuaires et de deltas des régions intertropicales soumises à l'influence quotidienne de la marée, les estuaires de la CASAMANCE, de la GAMBIE et du SALOUM sont recouverts d'une formation végétale caractéristique : la mangrove à palétuviers.

Mais, à la différence des zones tropicales humides, les estuaires du SENEGAL se distinguent par la présence à l'arrière des mangroves d'étendues sursalées, sans végétation, dénommées localement "tannes". Ces tannes subissent une alternance annuelle d'inondation et d'assèchement favorisée par le climat tropical à saisons bien tranchées et à dominance de mois secs sur les mois pluvieux.

Les palétuviers sont essentiellement représentés par : Rhizophora racemosa, Rhizophora mangle, Avicennia nitida auxquels sont associés, mais plus rarement : Laguncula ria racemosa et Rhizophora Harrisonii.

A ces palétuviers, sont aussi associées des espèces herbacées, halophiles dont les plus fréquentes sont : Sesuvium portulacastrum, Philoxerus vermicularis, Heleocharis mutata, Paspalum vaginatum, Sporobolus robustus, Scirpus littoralis...

Des berges du chenal jusqu'aux formations du Continental, il existe généralement une zonation végétale remarquable liée à la zonation des sols et désignée : "chronoséquence".

Voici 2 exemples de séquences pris l'un en CASAMANCE, l'autre, dans le SALOUM.

a) - Séquence de BALINGORE : (J. VIEILLEFON)

Cette séquence qui s'est modifiée à la suite des années de sécheresse se présentait de la manière suivante jusqu'en 1971 :

à l'intérieur de la mangrove de BALINGORE, on peut distinguer 7 zones principales, caractérisées par leur régime de submersion et par les peuplements végétaux suivants :

- frange de grands Rhizophoras racemosa et de Rhizophoras mangle plus petits, le long du marigot et des chenaux de mangrove actifs ;
- succédant à la précédente, une bordure plus large de Rhizophoras mangle, plus petits que les précédents, et en peuplements un peu moins denses ;
- peuplement de Rhizophoras mangle avec strate herbacée dense de Paspalum vaginatum ;

- peuplement plus ou moins large d'Avicennias nitida de taille moyenne, mêlé de quelques Rhizophores mangle, avec strate herbacée de Scirpus littoralis ;

- frange souvent interrompue, généralement moins étendue que la zone précédente, d'Avicennias nitida de grande taille avec une strate herbacée composée de Sporobolus robustus et de Sesuvium portulacastrum ;

- zone dénudée (tanne vif) très étendue à surface boueuse ou poudreuse suivant les saisons, avec de rares plages à Philoxerus vermicularis entourant ou isolant en plusieurs morceaux la dernière ;

- zone herbeuse (tanne "herbacé") à Héléocharis mutata et Héléocharis carribea plus petite.

b) - Séquence de BASSID : (C. MARIUS)

- Frange de Rhizophora racemosa ;

- zone à Rhizophora mangle associé à Avicennia nitida ;

- tanne vif inondé ;

- tanne vif exondé, avec, par places, Avicennia nitida sur un tapis de Sesuvium portulacastrum ;

- tanne herbacé.

Outre cette zonation latérale, on note, à l'échelle régionale, une zonation latitudinale liée à la variation de la pluviométrie quand on passe de la CASAMANCE au Delta du SENEGAL.

En effet, dans l'estuaire de la CASAMANCE, les mangroves prédominent assez largement sur les tannes. En GAMBIE et dans les îles BETANTI, mangroves et tannes s'équilibrent à peu près, alors que dans les îles du GANDOUL et sur la rive droite du SALOUM, les tannes prennent une grande extension aux dépens des mangroves. Dans le delta du SENEGAL enfin, la mangrove ne subsiste plus qu'à l'état de relicte aux environs de St LOUIS.

Nous signalerons que, pour des raisons de commodité essentiellement, la plupart des carottages ont été effectués dans les tannes.

## 2° - PEDOLOGIE :

A ce jour, les résultats analytiques que nous possédons concernent les carottages de BALINGORE, OUSSOUYE, NYASSIA pour la CASAMANCE ; JENOI, JATABA et BAO BOLON pour la GAMBIE ; enfin, KHANT, BANGO et NDIAEL pour le Delta du SENEGAL. Sur tous les échantillons -séchés à l'air- ont été effectuées les analyses suivantes : analyse mécanique, pH, Carbone organique total, Azote total, Soufre total, Sels solubles dans l'extrait aqueux 1/10, et Acides humiques et fulviques. Sur 8 graphiques, nous avons porté les variations avec la profondeur de l'Argile, du pH ("insitu" et sec), du potentiel d'oxydo-réduction déterminé sur le terrain, du Carbone, du Soufre et de la conductivité en millimhos/cm de l'extrait salin 1/10. Nous allons examiner brièvement les différents carottages du point de vue de leurs caractères physico-chimiques.

Les analyses ont été effectuées au laboratoire du Centre ORSTOM de DAKAR, sous la direction de C. PAYCHENG.

2-1 - BALINGORE :

Le carottage a été effectué sur une mangrove à Rhizophora, récemment défrichée et très tourbeuse en surface.

La série est argileuse jusqu'à 6 m, et sableuse à sablo-argileuse ensuite jusqu'à 9 m 50, limite à laquelle on atteint le grès du Continental-Terminal.

Les racines, radicelles et fibres sont nombreuses jusqu'en profondeur. Le milieu est très réducteur jusqu'à 7 m 50 environ, oxydant ensuite, cette différence étant essentiellement liée au changement de texture.

Sur toute la partie argileuse, le pH frais est voisin de 6, alors que le pH du sol sec est très acide et compris entre 3 et 4.

Les teneurs en Carbone sont très élevées et supérieures à 50 ‰, d'où la couleur gris-foncé 10YR de cette série argileuse. Il s'agit d'une matière organique moyennement décomposée, comme l'indique le rapport $\frac{C}{N}$, voisin de 20, et dans laquelle prédominent les acides fulviques. Le taux d'huméfication est compris entre 10 et 15 % .

Les teneurs en Soufre sont élevées et de l'ordre de 5 % .

La salinité a été déterminée sur l'extrait aqueux au 1/10 (extrait salin). On note que la conductivité de l'extrait salin exprimée en millimhos/cm est très élevée sur toute la carotte, d'une part, et qu'elle décroît de la surface vers la profondeur, d'autre part. Sur toute la série argileuse, la salinité est supérieure à celle de l'eau de mer, et l'examen de la répartition des sels solubles indique que la salinisation est du type : chlorurée-sulfatée pour les anions, et sodico-magnésienne pour les cations.

2-2 - NYASSIA :

Le carottage a été effectué en amont d'un des bras du KAMOBEUL-BOLON, affluent principal de la rive gauche de la CASAMANCE.

Jusqu'à 3 m, on a une vase argileuse gris très foncé 10YR4/1 en surface ; à gris-bleu, ensuite, N6/0 à très nombreuses fibres, racines et radicelles. De 3 à 4 m, on a une alternance de lits argileux et de lits sableux, et de 4 à 6 m, le sable vaseux est gris-clair. Le pH frais est légèrement acide en surface jusqu'à 80 cm ; il est ensuite compris entre 6 et 6,5.

Le pH sec est extrêmement acide, inférieur à 2 à 60 cm, compris entre 2 et 2,5 jusqu'à 3 m et supérieur à 3,5 à 4 m.

Le potentiel d'oxydo-réduction est fortement positif jusqu'à 80 cm, c'est-à-dire dans les horizons subissant une alternance d'inondation et d'assèchement ; il est ensuite négatif jusqu'à environ 3 m 50 et il se relève en profondeur dans les niveaux sableux.

Le taux de Carbone est élevé dans les horizons argileux et il s'abaisse brutalement en profondeur. Il en est de même pour le Soufre, qui est en grande partie, semble-t-il, lié à la matière organique.

La salinité est très élevée dans les horizons argileux jusqu'à 2 m 50 environ ; elle s'abaisse considérablement dans les horizons sableux et on note qu'en profondeur la salinité est 10 fois inférieure à celle de l'horizon de surface (20 millimhos en surface - 2 millimhos à 4 m).

2-3 - OUSSOUYE :

Le carottage a été effectué sur le bras principal du KAMOBEUL-BOLON, en bordure du marigot, sous une mangrove à Avicennia.

Il est caractérisé par la présence de 3 horizons bien distincts :

- un horizon très argileux -jusqu'à 3 m environ- gris foncé 10YR4/1, dégageant une forte odeur d'H2S et très riche en fibres, radicelles.
- Un horizon très sableux, à prédominance de sable grossier, de 3 m à 6 m.
- De nouveau un horizon argileux avec des intercalations de lits plus sableux jusqu'à 8 m 50. L'argile est gris-bleu, et de 7 m 50 à 8 m 50, le niveau est riche en coquillages.

Le pH frais est compris entre 6 et 6,5 jusqu'en profondeur, tandis que le pH sec est très acide et compris entre 2 et 4.

Le milieu est dans l'ensemble très réducteur (Eh = - 150 mV) dans les horizons argileux.

Le taux de carbone est très élevé jusqu'à une profondeur de 3 m (4 à 6 %). Il s'abaisse ensuite dans l'horizon sableux où il est de l'ordre de 1 %, et se relève légèrement en profondeur : 2 % . La matière organique est moyennement évoluée et caractérisée par une large prédominance des acides fulviques sur les acides huniques, et on note que le rapport $\frac{AF}{AH}$, voisin de 5 en surface, décroît avec la profondeur. Le taux d'humé- fication est inférieur à 20 % .

La conductivité de l'extrait salin est très élevée dans les niveaux argileux en surface et en profondeur, et elle s'abaisse, dans les niveaux sableux. La salinisation est toujours du type : chlorurée-sulfatée - sodico-magnésienne.

2-4 - JENOI :

Le carottage a été effectué sur le cours principal de la GAMBIE, au niveau du bac de la Transgambienne et sous une ancienne mangrove à Avicennia.

La série est argileuse sur 12 m. De couleur gris-foncé en surface, l'argile devient rapidement gris-bleu 5BG/O. Les résultats montrent que la texture est très fine et que la fraction sableuse est inférieure à 5 % . C'est la série la plus argileuse que nous ayons rencontrée jusqu'à présent.

Le pH frais est proche de la neutralité, tandis que le pH sec est, dans l'ensemble, compris entre 5 et 6. On constate donc que cette série se distingue des autres par sa très faible "acidité potentielle". De même, le potentiel d'oxydo-réduction légèrement négatif en surface, devient rapidement positif à partir de 2 m 50 jusqu'à 12 m.

Le taux de Carbone, comme celui du Soufre, est faible et inférieur à 2 %.

La salinité est relativement élevée en surface et elle décroît progressivement jusqu'en profondeur.

La salinisation est chlorurée-sulfatée - sodico-magnésienne jusqu'à environ 4 m, et nettement chlorurée-sodique de 4 à 12 m.

2-5 - JATABA :

Ce carottage a été effectué très en amont de l'un des affluents de la rive gauche de la GAMBIE, le BINTANG-BOLON, sous un tanne vif.

La série est argileuse jusqu'à 6 m 50 et sablo-argileuse ensuite jusqu'à 12 m avec une nette prédominance du sable fin. Il s'agit d'une argile gris-foncé 10YR4/1, dégageant une forte odeur d'H2S et riche en débris organiques.

Le pH frais est très acide -inférieur à 5- jusqu'à 2 m environ, et acide compris entre 5,5 et 6,5 de 3 m jusqu'à 12 m. Le pH sec est très acide et inférieur à 2,5 de la surface jusqu'à 12 m. Il s'agit de la série la plus acide rencontrée jusqu'à présent. Le milieu est oxydant en surface jusqu'à 2 m et en profondeur, à partir de 9 m. De 2 m à 9 m, il est fortement réducteur.

Les taux de Carbone et de Soufre sont relativement élevés sur toute la carotte et en ce qui concerne la matière organique, on note que les acides humiques sont, ici, prédominants sur les acides fulviques -ce qui constitue presque une exception dans le cas des sols de mangroves étudiés jusqu'à présent-. La salinité est très élevée en surface et décroît en profondeur -en liaison avec la texture-.

La salinisation est sulfatée-sodico-magnésienne, à sulfatée-magnésienne, en profondeur. Cas pratiquement unique dans les sols de mangroves.

2-6 - BAO-BOLON :

Ce carottage a été effectué sur un défluent de la rive droite de la GAMBIE, sous un tanne à Héliocharis. La série est argileuse jusqu'à 6 m 50 environ, et sableuse ensuite jusqu'à 10 m 50, avec une très nette prédominance du sable fin. Le pH, frais-acide jusqu'à 2 m, est voisin de 7 sur tout le reste de la carotte. Le pH sec, compris entre 3,5 et 5 jusqu'à 6 m, décroît ensuite avec la profondeur. Le milieu est oxydant sur l'ensemble de la carotte.

Le taux de Carbone est compris entre 2 et 4 % jusqu'à 6 m et décroît ensuite jusqu'à 10 m.

Comme à JATABA, ce sont les acides humiques qui prédominent sur les acides fulviques.

Les teneurs en Soufre sont relativement faibles sur toute la carotte et de l'ordre de 1 %.

Par rapport aux autres carottes, la salinité est faible et constante de haut en bas de la carotte, et comme à JATABA, il s'agit d'une salinisation sulfatée-sodique à sulfatée-sodico-magnésienne.

2-7 - BANGO :

Ce carottage a été effectué à proximité de St LOUIS, sous une mangrove.

Jusqu'à 5 m, on observe une alternance de lits argileux et de lits sableux, et de 5 à 8 m, la série est constituée d'un sable vaseux très riche en coquilles. A 8 m 50, le carottage a buté sur un banc de coquillages.

Le pH frais est voisin de la neutralité, et le pH sec est neutre à légèrement alcalin -pH compris entre 7 et 8,5-, l'alcalinité étant essentiellement due à l'abondance de coquillages. Le potentiel d'oxydo-réduction est positif de haut en bas de la carotte.

Les taux de Carbone et de Soufre sont très faibles et généralement inférieurs à 1% .

La salinité est relativement peu élevée en surface et en profondeur.

2-8 - KHANT :

Ce carottage est l'un des deux -l'autre étant celui du NDIAEL- effectués dans des dépressions en doigts de gants situées sur la rive gauche du fleuve SENEGAL et anciennement occupées par la mangrove. La végétation actuelle est une tanne herbacée.

Ce carottage peu profond (4 m) est caractérisé par une alternance de vase plus ou moins sableuse, plus ou moins tourbeuse et riche en débris de coquilles à partir de 2 m.

Le pH frais est acide jusqu'à 2 m et de l'ordre de 6,5 ensuite. Le pH sec est compris entre 2,5 et 4,5. Le milieu est entièrement oxydant.

Le taux de Carbone est variable et relativement plus élevé dans les niveaux tourbeux. En revanche, le taux de Soufre est élevé et atteint 4 % .

La salinité est très élevée sur toute la carotte.

2-9 - NDIAEL :

Ce carottage a été effectué au centre d'une immense dépression dépourvue de végétation.

De la surface à 3 m 50, on a une argile gris-bleu N4/0, de consistance ferme, sans fibres.

De 3 m 50 à 6 m 50, on observe un niveau argileux gris-foncé 10YR4/1, plus ou moins tourbeux. De 6 m 50 à 7 m 50, on trouve un sable très bariolé avec de nombreux petits fibres et radicelles.

Les résultats indiquent, jusqu'à 6 m, un matériau de texture très fine, à dominance d'argile et de limon fin.

Le pH frais est très acide sur le premier mètre qui est oxydé et voisin de 7, ensuite.

Le pH sec est voisin de la neutralité, dans l'argile gris-bleu, acide, dans l'argile tourbeuse, et alcalin en profondeur, dans le niveau sableux.

De même, le taux de Carbone est relativement faible dans les horizons argileux gris-bleu, il est ensuite très élevé et supérieur à 5 % dans l'argile tourbeuse, et diminue brutalement en profondeur, dans le sable.

Le taux de Soufre est élevé dans tous les niveaux argileux, c'est-à-dire de la surface jusqu'à environ 6 m.

La salinité est excessive jusqu'à 6 m, et la conductivité de l'extrait salin est encore de 12 millimhos à 5 m, soit -rapportée à la conductivité de la pâte saturée- le double de la salinité de l'eau de mer. La salinisation est, ici, essentiellement chlorurée-sodique.

2-10 - <u>Conclusion</u> :

Nous allons essayer de résumer dans un tableau les principaux résultats analytiques de carottages :

| Fleuve | Localisation | Texture | pH frais | pH sec | Eh | Carbone % | AF/AH | Soufre % | Salinité mmhos/cm | Type de salinisation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CASAMANCE | OUSSOUYE | argile sable argile | 6-6,5 | 2-4 | négatif | 2-6 | <1 | 2-6 | 5-20 | chlorurée-sulfatée sodico-magnésienne |
| | NYASSIA | argile sable | 6-6,5 | 2-3 | négatif | 0-5 | | 0,5-6 | 5-20 | chlorurée-sulfatée sodico-magnésienne |
| | BALINGORE | argile | 6-6,5 | 3-4 | négatif | 5-8 | <1 | 4-6 | 15-20 | " |
| GAMBIE | JATABA | argile sable | 6-6,5 | <2,5 | négatif | 2-6 | >1 | 1-4 | 2-10 | sulfatée sodico-magnésienne |
| | JENOI | argile | 7 | 5-6,5 | positif | <2 | <1 | <2 | <10 | chlorurée-sodique |
| | BAO-BOLON | argile sable | 7 | 2,5-5 | positif | 1-4 | >1 | <2 | <5 | sulfatée sodico-magnésienne |
| SENEGAL | BANGO | sable vaseux | 7-8 | 6-7 | positif | 1 | <1 | <1 | <5 | chlorurée-sodique |
| | KHAIT | argile sable | 3,5-6,5 | 2,5-4,5 | positif | 2 | <1 | 3-4 | 5-20 | " " |
| | NDIAEL | argile sable | 3,5-7 | 4,5-6,5 | positif | 1-6 | <1 | <5 | 5-20 | chlorurée-sodique |

# S O M M A I R E

## DEUXIEME PARTIE

-:-:-

1 - Estuaire du Saloum

1.1. BADO

1.2. BANDIALA

2 - Estuaire de la Casamance

2.1. TOBOR

2.2. EHIDI

2.3. DIOULOULOU 1

2.4. BATLA

2.1. DIOULOULOU 2

3 - Etude de quelques propriétés chimiques

3.1.Le pH

3.2. La matière organique

3.3.La salinité

3.4. Eléments totaux

3.5. Oxydes solubles.

4 - Conclusions.

/ Novembre 1978 /

# I N T R O D U C T I O N

Dans une première partie rédigée en Juillet 1977, pour le rapport final de l'A.T.P., nous avions étudié 9 carottages, effectués en 1976, provenant de la Casamance, de la Gambie et du Delta du Sénégal.

Dans ce rapport, nous allons présenter quelques carottages effectués en 1976 et 1977 en Casamance et dans l'Estuaire du Saloum. Il s'agit, notamment, pour la Casamance, des carottages de TOBOR, EHIDI, DIOULOULOU 1, BAILA, DIOULOULOU 2 et BALINGORE ; pour le Saloum, des carottages de BADO et BANDIALA.

Nous signalerons que certains des échantillons avaient été préalablement congélés (TOBOR, BAILA, BALINGORE, BADO) et que leurs résultats concernant le pH et la salinité semblent avoir été en partie affectés par la congélation.

Après avoir passé en revue les différents carottages - comme dans le précédent rapport - nous traiterons plus spécialement de certaines propriétés chimiques pH, matière organique, salinité, éléments totaux.

## 1 - Estuaire du Saloum

2 carottages ont été effectués dans l'Estuaire du Saloum, dont un sous forme de séquence.

### 1.1. BADO

3 carottages y ont été effectués dans une zone située en bordure du Continental terminal, tout à fait en amont d'un petit affluent du bolon Sokone, dont le fond du lit est parsemé de graviers ferrugineux auxquels sont accrochés des éponges.

#### 1.1.1. Morphologie

a/ Sous Rhizophora

0 - 85 cm : Argilo-sableux 10 YR 3/1 - 10 YR 2/1, riche en fibres. Quelques grosses racines, structure spongieuse.

85 - 125 cm : Sableux N 4/0 avec fines racines.

125 - 170 cm : Très sableux, mélange de N 5/0 et de vert olive 2,5 Y 5/4 sous forme de noyaux indurés.

170 - 190 cm : Sable blanc mélangé à des gravillons ferrugineux.

190 - 400 cm : Sable blanc.

b/ Sous tanne

0 - 20 cm : Sable gris-beige à traînées rouilles

20 - 34 cm : Argileux, beige à traînées noires et consistance de beurre à partir de 25 - zone de transition rouge vig de 30 à 25

35 - 95 cm : Argileux gris noir-foncé, riche en fibres, racines et radicelles de Rhizophora. Consistance de beurre.

95 - 260 cm : Vase gris-noir foncé, riche en fibres - consistante.

260 - 265 cm : Horizon gravillonnaire réduit

265 à 350 cm : Sable blanc mélangé à des gravillons oxydés.

350 - 450 cm : Sable jaune 10 YR mélangé à des gravillons.

c/ Sous Avicennia

De 0 à 165 cm : Vase argileuse, gris noir-foncé 10 YR 3/1, consistante, très riche en fibres et grosses racines de Rhizophora - quelques passées sableuse entre 120 et 140.

165 - 185 cm : Sableux, avec racines, consistant.

185 - 215 cm : Argileux, avec lentilles sableuses de 3 cm d'épaisseur à 195, gris noir foncé, consistant, fines racines et radicelles de Rhizophora.

215 - 230 cm : Gris noir, sablo-argileux, à sable grossier.

230 - 265 cm : Sableux à noyaux vert olive, indurés.

260 - 300 cm : Sable beige avec niveau gravillonnaire.

La sédimentation est, dans l'ensemble, très hétérogène et caractérisée par la présence, en profondeur, de niveaux gravillonnaires correspondant à des débris de cuirasse.

1.2. Propriétés chimiques

Le pH mesuré "in situ", est compris entre 6 et 7 et varie peu à partir d'une certaine profondeur.

Le pH du sol séché à l'air est, par contre, très acide et inférieur à 2,5 dans les horizons riches en fibres et racines : sous Rhizophora, on note que le pH des niveaux profonds, sableux est plus élevé.

Le potentiel d'oxyde-réduction est légèrement positif en surface, fortement négatif dans les horizons vaseux, positif ensuite dans les niveaux sableux profonds.

Les teneurs en Carbone sont anormalement faibles sous Rhizophora et élevées sous tanne inondé et Avicennia, alors que les teneurs en soufre sont partout, relativement fortes, et l'on note que le rapport C/S est proche de 1 sous tanne inondé et Avicennia, alors que sous Rhizophora, il est fortement inférieur à 1. Il semble qu'ici, la plus grande partie du soufre soit sous forme de pyrite.

Nous signalerons aussi que c'est à BADO que nous avons observé les plus fortes teneurs en soufre dans les sols de mangrove (12 %).

La salinité augmente de la mangrove à Rhizophora au tanne où elle est très élevée et de 4 à 5 fois supérieure à celle de la mangrove et, dans l'ensemble, nettement plus élevée que la salinité de l'eau de mer.

L'examen du rapport $Cl/SO_4$ - qui est de 10 dans l'eau de mer - montre que sous Rhizophora il est inférieur à 1 traduisant un net déséquilibre en faveur des sulfates* - sous Avicennia et dans le tanne, le rapport $Cl/SO_4$ est toujours inférieur à 10. Il s'agit, dans l'ensemble, d'une salinisation nettement sulfatée-sodique.

A l'exception des couches profondes, sous Rhizophora, on note que le pH de l'extrait salin est très acide et inférieur à 3, d'où la présence en quantités élevées de fer et d'Aluminium sous forme soluble, pouvant atteindre des taux de 600 mg/l.

## 1.2. BANDIALA

Situé dans un tanne à proximité de la mer, ce carottage a atteint 12,50 m de profondeur et se caractérise par la présence de 4 niveaux bien distincts.

### 1.2.1. Morphologie

De 0 à 3,50 m environ : le sédiment est sablo-argileux de couleur 5G Y 4/1, avec des lits millimétriques plus argileux et des débris de coquilles à tests extrêmement fins formant parfois des lits horizontaux (1,72 - 2,22 - 2,75 - 2,90...), les racines de palétuviers y sont relativement denses.

De 3,50 m à 5 m : le sédiment est très argileux de couleur gris vert foncé 5 B G, de consistance très ferme, avec des débris de coquilles et des lits riches en matière organique à 3,85 m, 4,50 m et 4,95 m, on note aussi une fissuration large de l'échantillon sec.

De 5 m à 8 m : Le sédiment est sablo-argileux, gris vert 5 G 4/1, de consistance très ferme, avec de nombreux débris de coquilles parfois concentrés à des niveaux préférentiels. On note aussi la présence de lits millimétriques de sable et des niveaux d'accumulation de matière organique à 5,85 m et 6,05 m. A partir de 7,50 m, les coquilles sont de plus en plus nombreuses et bien conservées.

De 8 m à 11 m : le sédiment est essentiellement coquillier avec des coquilles de toutes tailles, bien conservées et très diversifiées.

De 11 m à 12,50 m : le sédiment est sableux, ocre à ocre-rouge, avec des nodules ferrugineux.

---

* Nous reviendrons, dans un chapitre spécial, sur les problèmes de salinité, notamment des résultats concernant les échantillons congélés.

1.2.2. Propriétés chimiques

La caractéristique essentielle de ce carottage est l'abondance des coquilles calcaires, soit sous forme de débris, soit entières et qui agissent comme éléments neutralisants. Malgré leur richesse en soufre - notamment dans les niveaux argileux - l'ensemble du carottage a un pH neutre à légèrement alcalin.

Le rapport C/S est très nettement inférieur à 1 indiquant que la plus grande partie du soufre est plutôt liée au fer sous forme de pyrite.

La salinité exprimée par la conductivité de l'extrait aqueux est très élevée, particulièrement dans les niveaux argileux. Elle décroit ensuite en profondeur où elle est sensiblement identique à la salinité des horizons de surface.

2 - Estuaire de la Casamance

2.1. TOBOR

Ce carottage a été implanté à l'extrémité de l'ancienne digue, presque en bordure de la Casamance.

a) Morphologie

De 0 à 60 cm : Horizon oxydé N6/0, à taches et traînées rouilles, argileux, consistance semi-développée.

66 - 120 cm : Horizon N4/0, argileux, à passées noires très foncées, très fibreux, consistance semi-développée.

120 à 350 cm : Argileux, N5/0, très homogène, avec des traînées brunâtres, de nombreuses petites fibres, par places, des débris de feuilles, consistance semi-développée

350 à 770 cm : Couleur uniforme N5/0, texture homogène argileuse avec par places des débris de coquilles, nombreuses entre 760-770, toujours fibreux avec accumulation de racines de Rhizophora entre 690 et 700, une passée sableuse à 685 cm, consistance semi-développée.

770 à 1425 cm : Gris vert à gris bleu, argileux avec des laminites sableuses nombreuses à partir de 11 m, nombreux débris de coquilles et par places, de feuilles, consistance très développée.

b) Propriétés chimiques

Le potentiel d'oxydo-réduction est positif jusqu'à 80 cm et négatif ensuite jusqu'à 9,50 m, mais en valeur absolue, on note que le Eh n'est pas très faible et de l'ordre de -100 mV. A partir de 9,50 m, le Eh redevient positif et voisin de 100 m V.

Le pH mesuré in situ est de l'ordre de 7 jusqu'à 15 m, tandis que sur sol séché, il est inférieur à 3 jusqu'à 2 m et compris entre 3 et 3,5 de 2 m à 15 m.

Le taux de carbone est relativement élevé et homogène, avec cependant deux niveaux d'accumulation de racines et fibres, à 1 m et 8,50 m (8 % et 6 % de C).

Le rapport C/N est dans l'ensemble compris entre 10 et 20 sauf dans les niveaux d'accumulation de fibres où il est nettement plus élevé. Les acides fulviques et les acides humiques constituent respectivement environ 20 % et 10 % du carbone total.

Les teneurs en soufre sont élevées sur l'ensemble du carottage et l'on note que le rapport C/S est nettement inférieur à 1.

La salinité exprimée par la conductivité de l'extrait aqueux au 1/10 est excessive sur l'ensemble du carottage et elle décroit avec la profondeur, mais partout le sédiment a une salinité supérieure à celle de l'eau de mer. Le rapport $Cl/SO_4$ indique qu'il s'agit d'une salinisation chlorurée-sulfatée.

2.2. EHIDI

Ce carottage se situe dans la partie la plus en aval de l'embouchure de la Casamance, dans la zone de mangrove comprise entre les 2 plateaux du Continental terminal, de Bonkot et d'Oussouye. Peu profond, il a atteint le Continental terminal à 5,50 m et se caractérise par une texture très homogène, sablo-argileuse, avec un taux d'argile voisin de 25 % .

Le pH frais est compris entre 5,5 et 6 et le pH sec est généralement inférieur à 3,5.

Les teneurs en Carbone sont très faibles et inférieures à 5 ‰ et l'on note une très forte prédominance des acides fulviques sur les acides humiques, lee rapport AF/AH étant supérieur à 10.

Les teneurs en soufre total sont faibles, inférieurs à 2 ‰ et le rapport C/S est très nettement inférieur à1.

La salinité est relativement faible, si on la compare à la plupart des autres carottages. La conductivité de l'extrait salin est inférieure à 4 millimhos et ma salinisation du type chlorurée-sulfatée.

## 2.3. DIOULOULOU 1

Comme le carottage de TOBOR, celui-ci est situé en bordure du fleuve, dans la zone aval de l'embouchure et au droit de la Pointe Saint Georges.

### a) Morphologie

- Sur 1 m, le profil est typique de celui sous Avicennia: un horizon gris clair, argileux, surmontant un horizon beige à taches rouilles ferrugineuses ;
- De 1 m à 2,40 m : argile grise 5 G4/1, homogène,
- De 2,40 m à 4,50 m : argile grise 5 G 4/1 avec des lits millimétriques brun-rouge, discontinus espacés les uns des autres de 2,5 mm
- De 4,50 m à 7 m : argile grise avec nombreux lits de sables de 3 à 4 mm d'épaisseur, et quelques débris de coquilles (626-638 cm), toujours des lits de matière organique.
- De 7 m à 10,50 m : argile gris-bleu, avec de très nombreux lits de sables, de matière organique et des débris de coquilles de plus en plus nombreuses avec accumulation entre 705 et 735 cm, l'argile est consistante, quelques débris de racines
- De 10,50 m à 1115 : gravillons ferrugineux dans un sable grossier.

### b) Propriétés chimiques

La texture est relativement homogène et argileuse sur toute la carotte, la fraction sableuse étant, en grande partie, constituée de sable fin. Le pH est, dans l'ensemble peu acide, et, à certaines profondeurs, proche de la neutralité. En cela, cette carotte se distingue très nettement de toutes les autres carottes de la Casamance pour lesquelles le pH est généralement inférieur à 3,5

Les teneurs en matière organique sont moyennes et comprises entre 1,5 et 3,5 % et le rapport C/N est inférieur à 20.

Les matières humiques ne constituent que 20 % environ de cette matière organique avec une très forte proportion d'acides fulviques. Le rapport AF/AH varie entre 3,5 et 9,5 et les acides humiques ne représentent que moins de 5 % du carbone total.

Le taux de soufre total est voisin ou supérieur à 2 % et, dans toute la carotte, le rapport C/S est inférieur à 1.

La salinité est très élevée sur toute la carotte, supérieur à celle de l'eau de mer et essentiellement chlorurée sodique.

## 2.4. BAILA

Le marigot de BAILA est un bras du marigot de DIOULOULOU. Le carottage a été implanté à proximité du village de BAILA. Au cours de ce carottage, nous avons été assistés par J. BALDENSPERGER qui a effectué des prélèvements microbiologiques pour les déterminations de bactéries du soufre.

### a) Morphologie

Très profond, ce carottage a atteint le Continental terminal à 15 m. On note :

De 0 à 4 m : le sédiment est argileux, de couleur 10 YR 3/1, très fibreux et très riche en racines peu décomposées

De 4 m à 6 m : le sédiment est argileux, 10 YR 3/1, avec des passées de lentilles sableuses contenant souvent des débris de bois et des débris végétaux (à 460, 461, 480-500), l'ensemble est fibreux et riche en grosses racines.

De 6 m à 14 m : alternance de lits argileux et de lits sableux, gris. Les lits argileux dégagent une forte odeur d'$H_2S$ et les lits sableux sont toujours gorgés d'eau salée. L'ensemble est riche en fibres, radicelles et racines. Des coquilles apparaissent à 970 cm, elles sont cependant très rares et très fines.

De 14 m à 15 m : sable grossier gorgé d'eau à grains rouges et ocres.

15 m : argile sableuse bariolée beige et grise.

### b) Propriétés chimiques

Mesuré "in situ", le pH est très acide et inférieur à 5 jusqu'à 1,50 m et compris entre 5 et 6 jusqu'à 3,50 m et légèrement supérieur à 6 jusqu'à 15 m.

- Le pH du sol sec est extrêmement acide et dans l'ensemble, inférieur à 2,5. Exceptionnellement, il est voisin de 7 dans les niveaux sableux de profondeur.

Les teneurs en matière organique sont faibles à moyennes et surtout, très variables d'un échantillon à un autre en liaison avec les variations texturales de cette carotte - les lits argileux étant évidemment plus riches que les lits sableux. Le rapport C/N est, dans l'ensemble, compris entre 20 et 30.

Sauf dans les horizons profonds, les matières humiques totales représentent moins de 20 % du carbone et l'on observe que le rapport AF/AH est compris entre 1 et 2 jusqu'à environ 7 m, et s'inverse ensuite, pour être inférieur à 1, avec donc une prédominance des acides humiques, entre 7 et 12 m.

Le taux de soufre est très variable et généralement assez faible à moyen, en particulier dans les horizons sableux où il est souvent inférieur à 1 %

Le rapport C/S est lui aussi, très variable.

La salinité est, dans l'ensemble, élevée, mais s'agissant d'échantillons congélés, les conductivités sont certainement moins fortes que les conductivités réelles. Si l'on se refère aux échantillons de BALINGORE, les teneurs en chlorures et en sodium sont moins élevées et celles des sulfates nettement plus fortes que dans le cas d'échantillons non congélés. D'où un rapport $Cl/SO_4$ très faible dans l'ensemble.

c) Résultats microbiologiques (J. BALDENSPERGER)

Sur ce carottage, il a été procédé par J. BALDENSPERGER à une numération des bactéries du soufre dont voici les résultats et les remarques :

NUMERATION DES BACTERIES DU SOUFRE, CAROTTE BAILA FEVRIER 1976

SO = Thiobacilles autotrophes aérobies (sulfooxydants)
AN = Thiobacilles autotrophes anaérobies (sulfooxydants)
SU = Sulfatoréducteurs

| Nombre de bactéries par gramme de sédiment frais | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur | pH | eH | SO | AN | SU |
| 0,05 | ND | ND | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 0.2 | 5.3 | + 500 | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 0.5 | 3.6 | + 500 | $10^2$ | = $10^3$ | $10^3$ |
| 1 | 3.7 | + 100 | $10^5$ | $10^4$ | = $10^3$ |
| 2 | 5.4 | - 50 | $4 \times 10^5$ | $10^3$ | $2 \times 10^4$ |
| 3 | 5.9 | - 100 | $5 \times 10^4$ | $5 \times 10^6$ | $2 \times 10^4$ |
| 4 | 6 | - 100 | $10^3$ | $2 \times 10^5$ | $5 \times 10^3$ |
| 5 | 6.2 | - 100 | $10^3$ | $10^3$ | $2 \times 10^5$ |
| 6 | 6.4 | - 120 | $10^3$ | $10^3$ | $2 \times 10^5$ |
| 7 | 6.4 | - 120 | $10^3$ | $10^3$ | $5 \times 10^3$ |
| 8 | 6.5 | - 140 | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 9 | 6.4 | - 150 | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 10 | 6.4 | - 150 | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 10.6 | 6.4 | - 150 | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 12 | 6.4 | - 150 | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |
| 13 | 6.4 | - 160 | $10^3$ | $10^5$ | $10^3$ |
| 13.8 | 6.4 | - 120 | $10^3$ | $5 \times 10^5$ | $10^3$ |
| 14.4 | 6.4 | + 100 | $10^5$ | $10^6$ | $10^3$ |
| 14.85 | 6.0 | + 300 | $10^3$ | $10^3$ | $10^3$ |

Ces résultats appellent les remarques suivantes :

1°/ le seuil inférieur de la méthode est X $10^3$ sans que l'on puisse savoir si X = 0, 10 ou 100.

2°/ le nombre de germes en surface est inférieur au seuil de la méthode : il s'agit d'un sol de tanne, ce résultat est en accord avec toutes les numérations que j'ai effectuées en sol de tanne

3°/ vers 1 m, (Eh = entre + 100 et - 50 mv) activité sulfooxydante aérobie et anaérobie, cette dernière de prolongeant jusqu'à 4 m alors que les sulfooxydants aérobies s'arrêtent à 3 m.

4°/ sulfatoréducteurs peu nombreux mais répartis de 2 m à 7 m, entre Eh - 50 et Eh - 120. Absents ensuite quand Eh - 120.

5°/ en bas, au contact de l'altération, activité sulfooxydante mais pas de sulfatoréducteurs.

6°/ l'odeur de sulfure, présente dans le profil, n'est donc pas liée à la présence de sulfatoréducteurs.

## 2.5. DIOULOULOU 2

Ce carottage a été implanté, tout à fait en amont du marigot de DIOULOULOU, à proximité du village du même nom.

a) Morphologie

0 - 25 cm : un horizon gris clair, argileux, à taches jaunes de jarosite.

25 - 50 cm : argileux, couleur purée de marron, consistance "de beurre", quelques traînées jaunes de jarosite, nombreuses marbrures noires.

50 - 250 cm : argile gris-foncé 10 YR 4/1, très riche en fines racines, fibres et radicelles, forte odeur d'$H_2S$

250 - 550 cm : alternance d'argile et de sable devenant de plus en plus sableux à partir de 430, gris foncé 10 YR 3/1, dégageant une forte odeur d'$H_2S$, à très nombreux débris de bois sous forme de lits très riche en racines de Rhizophora, fraîches jusqu'à 300, très fibreux, un coquillage à 435 (tympanotonus fuscatus).

550 - 700 cm : Très sableux, sable grossier brun, quelques passées argileuses à 610 - 625 - 645 - très nombreux débris de bois.

700 - 830 cm : Argileux, 10 YR 3/1 à forte odeur d'$H_2S$, très consistant, nombreux gros débris de bois, de racines, une grosse racine à 775, coquilles de tympanotonus bien conservées entre 700 et 735.

Pour des raisons techniques, le carottage a dû être arrêté à cette profondeur.

b) Propriétés chimiques

La texture est hétérogène et l'on note 3 niveaux de sédimentation bien différenciés, un niveau très argileux - avec plus de 70 % d'argile, en surface - un niveau sablo-argileux, avec moins de 20 % d'argile, jusqu'à environ 6 m suivi d'un niveau argilo-sableux en profondeur.

Le pH du sol séché est inférieur à 3 et relativement homogène sur toute la carotte.

Le taux de matière organique est élevé jusqu'à environ 4 m, il s'abaisse ensuite entre 4 m et 7,50 m, dans le niveau plus ou moins sableux et se relève ensuite en profondeur. Le rapport C/N est supérieur à 20 sur toute la carotte. Les matières humiques représentent 15 à 30 % du Carbone total, avec une prédominance des acides fulviques sur les acides humiques.

Le taux de soufre est relativement élevé - notamment dans les horizons argileux - et dans tous les cas, supérieur à celui du Carbone.

La salinité est très forte dans toute la carotte et très nettement supérieure à celle de l'eau de mer, dans les horizons plus ou moins argileux. Le pH de l'extrait aqueux est acide et la salinisation du type chlorurée - sodique, à chlorurée - sulfatée - sodique.

## 3 - Etude de qulques propriétés chimiques

Nous reprenons ici, de manière détaillée, l'étude de quelques propriétés chimiques pour tous les carottages.

### 3.1. Le pH

On sait que le pH est le caractère principal pour définir et classer les sols de mangroves et que la valeur limite de 3,5 a été choisie pour caractériser les sols sulfatés acides. En effet, dans ces sols, le pH mesuré "in situ" est voisin de la neutralité, alors que, mesuré sur un échantillon séché, il est nettement plus acide. L'acidité développée au cours du séchage des échan-

tillons est appelée "Acidité potentielle" et en l'absence d'éléments neutralisants ($CO_3Ca$, minéraux altérable...) cette acidité potentielle peut être élevée.

Le pH mesuré "in situ" est généralement acide en surface - sur le premier mètre - et se stabilise ensuite à une valeur comprise entre 6 et 7.

Le pH des échantillons séchés est très variable et l'on peut distinguer, grossomodo, 3 grands groupes :

- le pH ne s'abaisse pas et reste proche de la neutralité ou très légèrement acide : JENOI, N'DIAEL, BANGO, DIOULOULOU 1, BANDIALA.

- le pH est acide et supérieur à 3 : OUSSOUYE, BALINGORE (échantillons congelés) TOBOR, EHIDI, BAO-BOLON, KHANT

- le pH est très acide, inférieur à 3 et souvent à 2,5 : NYASSIA, BAILA, DIOULOULOU 2, BALINGORE (échantillons congelés), JATABA, BADO.

L'examen des résultats montre que l'acidité potentielle est essentiellement liée à la teneur en sulfates solubles de l'extrait aqueux, plus qu'au taux de soufre total J. VIEILLEFON qui avait constaté que les basses valeurs du pH étaient associées à d'importantes quantités de sulfates, ajoutait, par ailleurs"qu'au-dessus d'une certaine concentration en $SO_4$ qui se situait vers 25 meq pour 100 g, on n'observe qu'une faible variation du pH"

En fait, il est difficile de déterminer une limite, car on constate que pour certains échantillons à pH 3, le taux de sulfates solubles est inférieur à 20 meq pour 100 g (JATABA, BALINGORE, BAILA).

C'est, plus, la proportion de sulfates solubles par rapport au soufre total qui conditionne l'acidité comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous.

| Localisation | J E N O Ï | | | | | J A T A B A | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillons | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| pH | 6,5 | 6,5 | 6,2 | 5,5 | 5,8 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,4 | 2,3 |
| S. total ‰ | 21 | 19,8 | 17,4 | 16,2 | 12,6 | 19,8 | 24,6 | 15,6 | 11,4 | 12,6 |
| $SO_4$ meq/l | 19 | 12,5 | 11,7 | 12 | 6,9 | 42,3 | 34,8 | 20,9 | 16,6 | 23,8 |

| Localisation | BALINGORE | | | TOBOR | | | DIOULOULOU 1 | | | N'DIAEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon | 22 | 41 | 61 | 5 | 10 | 12 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| pH | 2,6 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,4 | 3 | 6,7 | 7,7 | 7,6 | 6,3 | 6,3 | 4,3 |
| S.total ‰ | 34,4 | 37,6 | 32 | 37,6 | 35,2 | 30,4 | 28,2 | 34,8 | 28,4 | 38,4 | 31,2 | 47,4 |
| $SO_4$ meq/l | 49,7 | 66 | 45,4 | 46,3 | 41,1 | 28,3 | 21,4 | 18 | 15,9 | 17,3 | 10,3 | 22,1 |

En effet, on constate sur des exemples pris dans plusieurs carottages, qu'avec des teneurs sensiblement identiques pour le soufre total et, en distinguant 2 groupes (GAMBIE et CASAMANCE-SENEGAL) le pH est nettement associé au rapport sulfates solubles/soufre total.

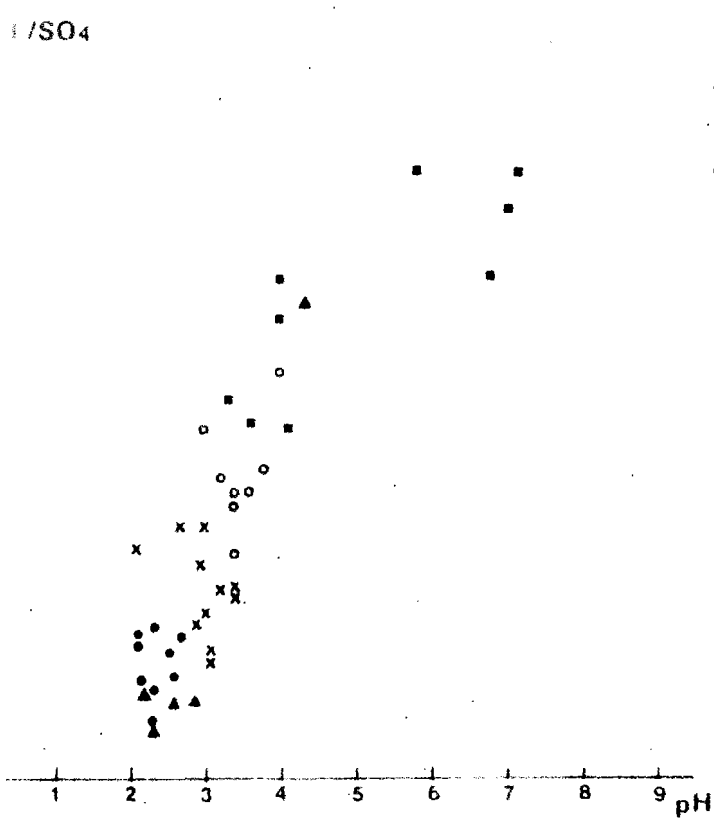
De même, on peut observer sur le graphique (fig. 2) que le pH est étroitement lié au rapport $Cl/SO_4$ de l'extrait aqueux.

Influence de la congélation sur le pH

Nous avions signalé en introduction que le pH des échantillons avait pu être modifié par la congélation.

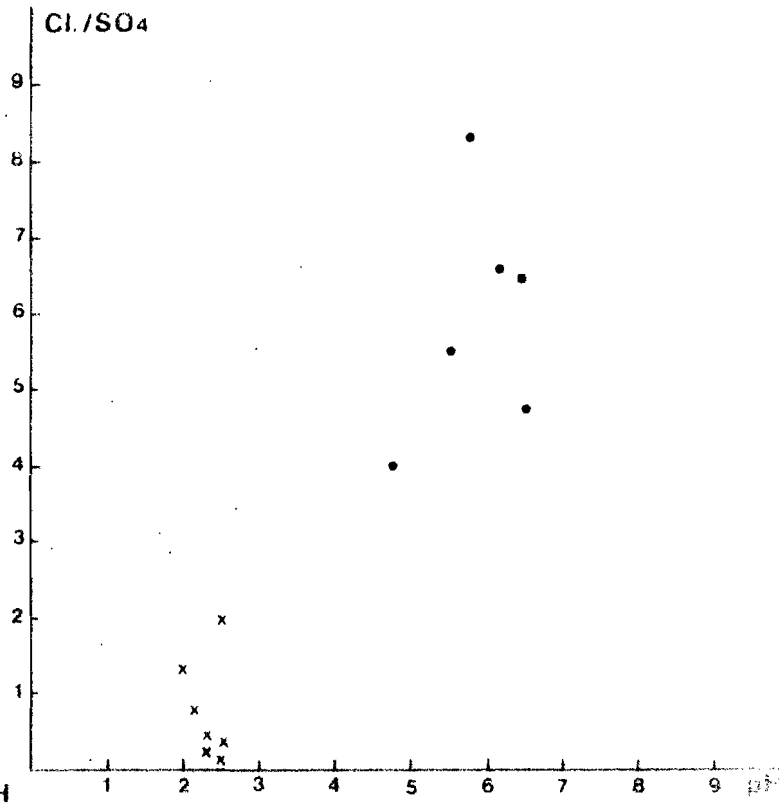
En fait, il semble que ce soit plus le mode de décongélation de l'échantillon qui soit à l'origine de la variation de la teneur en sulfates solubles - entre autres éléments - et corrélativement de la baisse du pH. Nous reviendrons de manière plus détaillée sur cette influence de la congélation en traitant la salinité en général et des sels solubles en particulier.

La comparaison a été possible sur le carottage de BALINGORE. En effet, sur les 6 premiers mètres, nous avons les résultats des échantillons non congelés séchés à l'air, et de ceux qui, préalablement congélés, ont macéré dans l'eau de décongélation pendant un certain temps avant d'être séchés et analysés. La baisse du pH pour ces échantillons a été générale et d'environ une unité, tandis que, par ailleurs, le taux de sulfates solubles a nettement augmenté alors que celui des chlorures a diminué abaissant ainsi le rapport $Cl/SO_4$ de l'extrait aqueux.




**CASAMANCE**

- • BALINGORE (échantillons congelés)
- o BALINGORE
- x TOBOR (échantillons congelés)
- ▲ BAILA (échantillons congelés)
- ■ DIOULOULOU 1




**GAMBIE**

- • JENOI
- x JATABA

**SALOUM-SÉNÉGAL**

- • BADO
- o BANDIALA
- ▲ NDIAEL

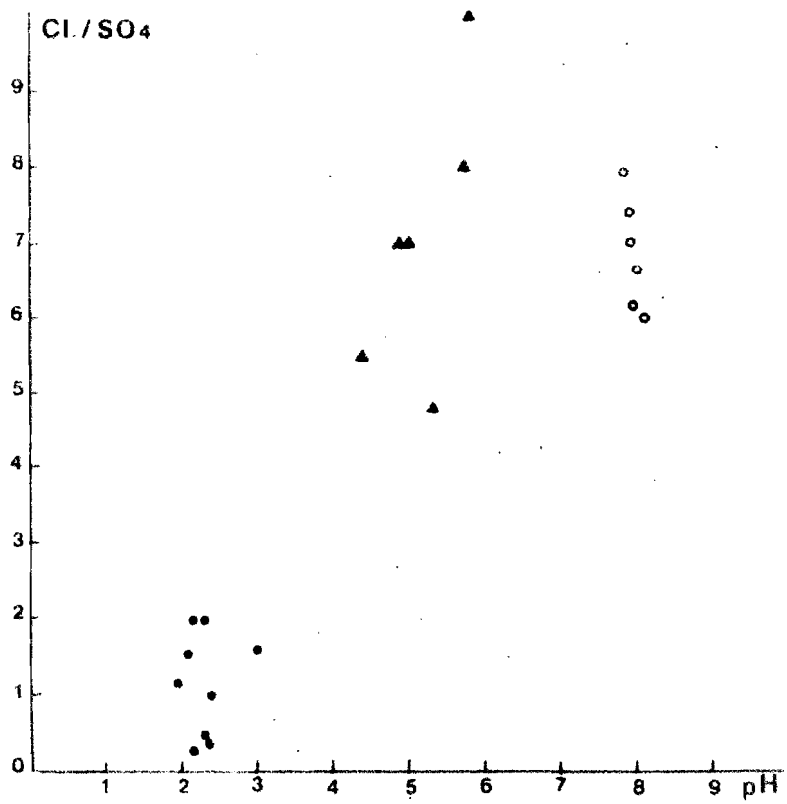



fig. 2

| Echantillon | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,3 | 2,2 | 2,7 | 2,6 | 2,2 |
| | 3 | 3,2 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | 3,8 | 3,4 | 3,4 | 3,9 |
| Cl meq/l | 120 | 122 | 101 | 70 | 80 | 71 | 80 | 80 | 53 |
| | 160 | 142,5 | 140 | 137,5 | 132,5 | 122,5 | 120 | 100 | 100 |
| $SO_4$ meq/l | 71,6 | 63 | 49,3 | 49,7 | 59,6 | 66 | 42,9 | 45,4 | 40,3 |
| | 34,7 | 36 | 34,3 | 29,8 | 34,3 | 32,6 | 29,1 | 34,3 | 25,7 |
| $Cl/SO_4$ | 1,7 | 1,9 | 2 | 1,4 | 1,3 | 1 | 1,9 | 1,7 | 1,3 |
| | 4,6 | 4 | 4 | 4,7 | 3,8 | 3,8 | 4,1 | 3 | 3,9 |

Les échantillons ont été choisis à des profondeurs sensiblement identiques et le chiffre du haut correspond à l'échantillon congelé.

Il en est de même à TOBOR, BAILA et BADO où l'on constate que les teneurs en sulfates solubles sont, dans l'ensemble, très élevées et le rapport $Cl/SO_4$ très faible. Des analyses devront être effectuées sur d'autres échantillons décongelés (SENOI, N'DIAEL...) avant de pouvoir fournir une explication de ce phénomène. En effet, il est bien possible que, comme l'avait signalé J. VIEILLEFON, "si dans l'extrait, on dose la quantité de sulfate effectivement produite par le séchage, on ne peut être certain que tout ce qui est transformable en sulfate - la totalité de l'agent acidifiant - l'a été effectivement".

### 3.2. Matière organique

#### a) Carbone total

On peut distinguer 2 régions assez distinctes du point de vue des teneurs en Carbone total.

- une région située à proximité des embouchures, où le taux de Carbone est généralement faible et inférieur à 20 ‰ : EHIDI, DIOULOULOU 1, BANDIALA, JENOI, BANGO

- Ailleurs, et en particulier, en amont des marigots de la Casamance, le taux de Carbone est élevé et supérieur à 20 ‰ - les teneurs les plus fortes étant observées dans la carottage de BALINGORE, et dans certains niveaux d'accumulation tourbeuse (N'DIAEL, BAILA, DIOULOULOU 2).

Dans la plupart des carottes, on note que le taux de Carbone est souvent lié au taux d'argile et qu'en particulier, les niveaux sableux sont pauvres en matière organique. Cela est particulièrement net à BAILA par exemple où l'alternance des lits sableux et des lits argileux est très importante.

Par ailleurs, on observe que la relation entre le taux de matière organique et la couleur observée sur le terrain est peu nette. C'est ainsi que les carottes de TOBOR et de JENOI, par exemple étaient sensiblement identiques du point de vue de la couleur alors que dans l'ensemble, TOBOR est nettement plus riche en matière organique que JENOI.

b) Rapport C/N

Ce rapport qui mesure le degré d'évolution de la matière organique permet de distinguer lui aussi, comme le carbone total, 2 types de carottes ; celles pour lesquelles la matière organique est relativement bien évoluée - le rapport C/N est alors compris entre 10 et 20 - et celles pour lesquelles la matière organique est moins bien décomposée avec un rapport C/N généralement compris entre 20 et 30. Comme pour le carbone total, on note que les premières sont généralement localisées à proximité des embouchures ou en bordure du bras principal du fleuve (TOBOR-JENOI), tandis que les autres sont situées en amont des affluents des fleuves concernés.

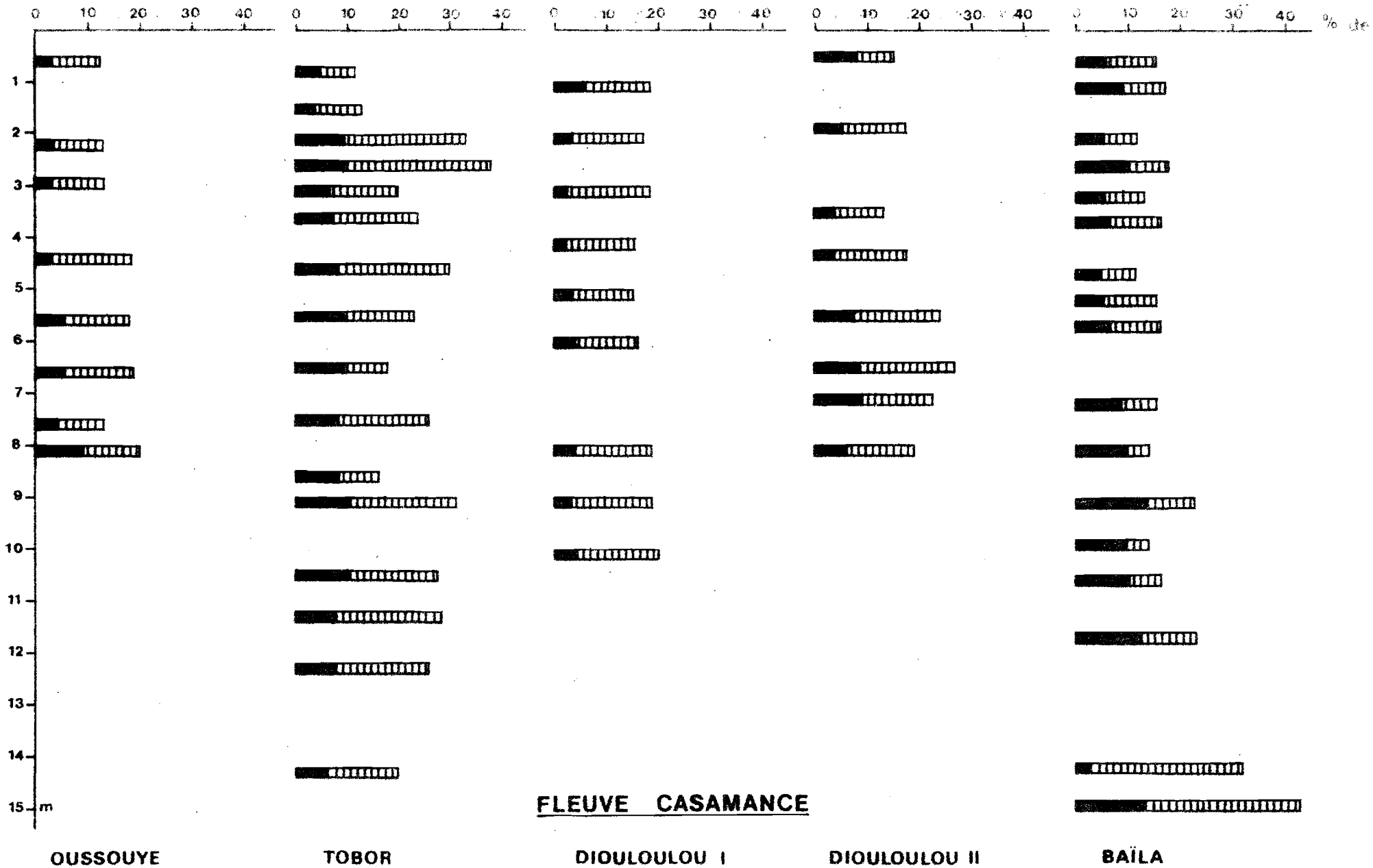
c) Composés humiques Rapport AF/AH

Le taux d'extraction des composés humiques est, dans l'ensemble faible et varie de 10 à 50 % (fig. 3/4), les valeurs les plus élevées étant observées à EHIDI, BANDIALA, BANGO, et à un degré moindre, à TOBOR, donc généralement dans les zones d'embouchure. C'est à BALINGORE JENOI et BAO-BOLON que le taux d'humification est le plus faible (10 - 15 %), alors qu'à DIOULOULOU, BAILA..., il est de 20 - 30 %).

Sauf à JATABA, BAO-BOLON et en profondeur (à partir de 7,50 m) à BAILA, où le taux des acides humiques est légèrement supérieur à celui des acides fulviques dans toutes les autes carottes ce sont les acides fulviques qui prédominent nettement sur les acides humiques et l'on remarque - comme pour les autres caractéristiques - que dans les zones d'embouchure : EHIDI, DIOULOULOU 1, BANDIALA, le rapport AF/AH est très élevé et parfois supérieur à 10, alors que pour les autres carottes, il se situe entre 1 et 3.

d) Rapport C/S

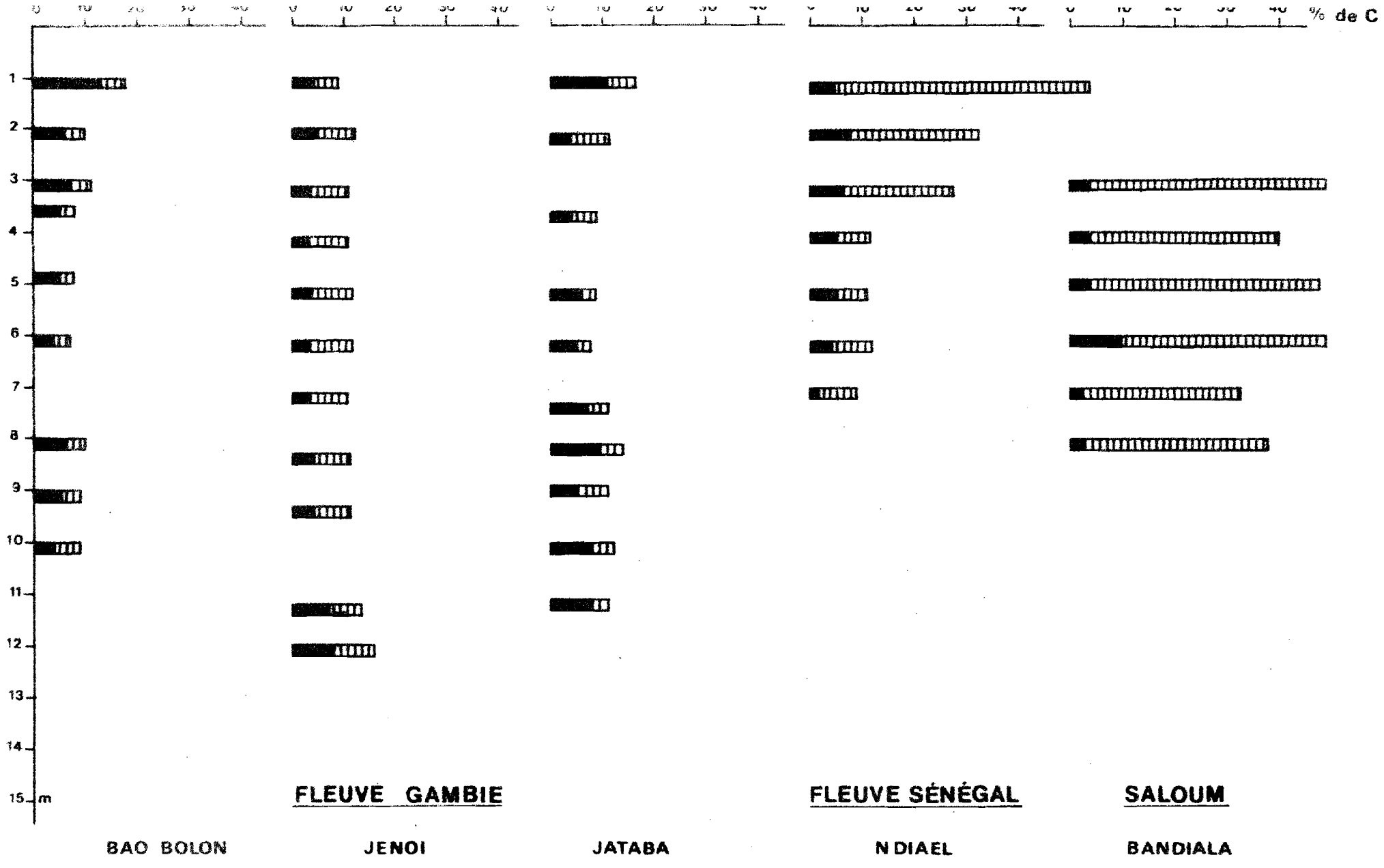
On sait que, dans les sols normaux, le rapport C/S est très élevé, les teneurs moyennes en carbone étant 100 fois plus fortes que les teneurs en soufre. Les sols de mangroves sont, à cet égard, totalement "anormaux" du fait de leur richesse en soufre qui est en grande partie liée au fer, sous forme de pyrite.




Acides humiques en % de C total

Acides fulviques en % de C total

fig.3




Acides humiques en % de C total

Acides fulviques en % de C total

fig. 4

A JATABA et au BAO-BOLON, le rapport C/S est légèrement supérieur à 1, A BALINGORE, BAILA et JENOI, il tourne autour de 1 - le taux de soufre étant tantôt légèrement supérieur ou tantôt légèrement inférieur à 1 - Par contre, à LHIDI, TOBOR, DIOULOULOU 1, BANDIALA, OUSSOUYE - le taux de soufre est nettement supérieur à celui du carbone abaissant ainsi fortement le rapport C/S.

Il en résulte donc que, dans la majorité des carottes, le soufre est sous forme inorganique.

### 3.3. La salinité

Sur tous les échantillons, la conductivité a été déterminée et les sels solubles dosés sur l'extrait aqueux 1/10, parce que d'une part, cet extrait se prête bien à l'analyse en série, d'autre part, il permet de solubiliser tous les sels, mais il est connu que, par rapport à l'extrait aqueux à saturation, l'extrait 1/10 présente un certain nombre de défauts, dont les principaux sont les suivant : (J. SERVANT)

- Il introduit un rapport Sol/Eau éloigné des réalités du sol en place
- Il ne s'adapte pas à la texture du sol
- Les anions et les cations que l'on peut doser dans l'extrait 1/10 sont entre eux dans des rapports différents de ceux qui existent dans "la solution".

Aussi, pour comparer l'extrait 1/10 (que nous désignerons par la suite : extrait salin (ES) - à l'extrait aqueux à saturation : EAS, nous avons dosé les sels solubles sur EAS dans 4 carottes provenant des 4 fleuves étudiés : BALINGORE, pour la Casamance, JATABA, pour la Gambie, BANDIALA pour le Saloum et N'DIAEL pour le Delta du Sénégal.

#### a) Salinité globale

Exprimée par la conductivité électrique de l'extrait salin, on note que la salinité est, dans l'ensemble, élevée, les valeurs les plus fortes étant relevées à BALINGORE, TOBOR, OUSSOYE, NYASSIA, BANDIALA, et N'DIAEL. Les carottes de Gambie (JENOI, JATABA et BAO-BOLON) ont des salinités nettement plus faibles.

Au sein d'une carotte, la salinité est généralement plus faible en profondeur qu'en surface, les différences entre les 2 niveaux étant parfois considérables, comme à TOBOR (20 mmhos - 6 mmhos) N'DIAEL (19 mmhos - 1,5 mmhos).

La salinité est souvent liée à la texture - les horizons argileux étant nettement plus salés que les horizons sableux (OUSSOUYE, BANDIALA, BAILA).

Dans la très grande majorité des carottes, et à l'exception de certains niveaux profonds, la salinité est supérieure à celle de l'eau de mer (35 g/l).

b) Composition ionique de l'extrait salin

Nous ne traiterons ici que des échantillons non congélés. On constate avant tout que les anions sont uniquement représentés par les chlorures et les sulfates et qu'à l'exception de JATABA et de BAO-BOLON où les sulfates sont dominants, dans toutes les autres carottes ce sont les chlorures que prédominent très largement, représentant de 70 à 90 % de la somme des anions.

En ce qui concerne les cations, toutes les carottes, à l'exception de JATABA et BAO-BOLON, ont environ 70-80 % de sodium, 15-20 % de magnésium et 4-5 % de calcium, le potassium est très peu représenté sauf à N'DIAEL et DIOULOULOU 1 où il atteint 3-4 % de la somme des cations.

A JATABA, le sodium représente moins de 50 % à partir d'une certaine profondeur et inversement le magnésium et le calcium augmentent pour constituer respectivement jusqu'à 40 % et 30 % de la somme des cations.

Au BAO-BOLON, Na, Mg et Ca représentent respectivement 60-70 % - 20-25 % et 10-15 % de la somme des cations.

| Localisation | EHIDI | DIOULOU-LOU 1 | BALIN-GORE | JENOI | JATABA | BAO-BOLON | N'DIAEL | BANDIALA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cl/ $\varepsilon$ A % | 70-75 | 85-90 | 75-80 | 80-95 | 15-60 | 40-50 | 80-90 | 85-90 |
| SO4/ $\varepsilon$ A % | 25-30 | 10-15 | 20-25 | 5-20 | 30-85 | 50-60 | 10-20 | 10-15 |
| Na/ $\varepsilon$ C % | 75-80 | 75-85 | 70-75 | 80 | 30-70 | 60-70 | 80 | 75-80 |
| Mg/ $\varepsilon$ C % | 15-20 | 10-15 | 20 | 15-20 | 20-45 | 20-25 | 15 | 15 |
| Ca/ $\varepsilon$ C % | 4-5 | 5 | 5-10 | 3 | 6-30 | 10-15 | 3 | 4 |
| K/ $\varepsilon$ C % | 1 | 4-5 | $\varepsilon$ | 2 | $\varepsilon$ | $\varepsilon$ | 2 | 2 |

Proportions relatives des anions et cations solubles de l'extrait salin ( échantillons non congélés )

c) Relation entre la conductivité électrique et la somme des ions

La conductivité des extraits aqueux des sols dépend de la nature et de la concentration des ions présents dans la solution. A concentrations égales, les solutions de NaCl ont une conductivité supérieure à celles de $MgSO_4$, par exemple.

Par ailleurs, la conductivité augmente avec la concentration ionique de la solution.

D'une manière générale, qu'il s'agisse de nappe salée, d'extraits à saturation, ou d'extraits aqueux, il existe entre la conductivité et la somme des anions (ou des cations, qui théoriquement égale la somme des anions) une relation du type : 10. CE $\neq$ somme des anions en meq/l.
CE étant la conductivité exprimée en millimhos/cm.

Dans toutes les carottes, non congelées, la somme des anions est toujours supérieure à celle des cations et à JATABA et BAO-BOLON, le déficit cationique est assez important.

Dans l'ensemble, la relation 10 CE $\neq \sum A$ est à peu près vérifiée, comme on pourra le constater dans le tableau ci-dessous où sont portées, pour chaque carotte, les moyennes des rapports $\frac{\text{somme des cations}}{\text{C.E.}}$ et $\frac{\text{somme des anions}}{\text{C.E.}}$

| | BALIN-GORE | EHIDI | DIOULOU LOU 1 | OUS-SOUYE | DIOULOU LOU 2 | JENOI | JATABA | BAO-BOLON | N'DIAEL | BANGO | BANDIA LA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{\sum C}{CE}$ | 10,2 | 10 | 10 | 9,5 | 10 | 10 | 7,3 | 9,2 | 9,6 | 9,4 | 9,7 |
| $\frac{\sum A}{CE}$ | 11 | 10 | 10 | 11,2 | 10 | 10 | 10,5 | 10 | 9,8 | 9,4 | 10 |

On observe très nettement, avec ce tableau, que la relation est mieux vérifiée avec la somme des anions qu'avec celle des cations.

d) Rapports caractéristiques

Ces rapports qui permettent de définir le type de salinisation sont essentiellement, le rapport anionique $Cl/SO_4$ proposé par SADONIKOV et le rapport cationique Na + K/Ca + Mg de IVANOVA et ROSANOV.

Les valeurs caractéristiques du rapport anionique sont :

$Cl/SO_4$ 5 : salinisation chlorurée
1-5 : " chlorurée-sulfatée
0,2-1 : " sulfatée-chlorurée
0,2 : " sulfatée.

A l'exception des carottes de JATABA et de BAO-BOLON pour lesquels la salinisation est sulfatée-chlorurée, toutes les autres carottes se répartissent

entre les 2 autres types de salinisation.- Sont: du type chloruré, DIOULOULOU 1, BANDIALA, N'DIAEL, JENOI, BANGO, pour lesquelles le rapport $Cl/SO_4$ est supérieur à 5, mais dans l'ensemble, inférieur à 10 (qui est le rapport de l'eau de mer).

Toutes les autres carottes - et en particulier toutes celles de Casamance ont une salinisation chlorurée-sulfatée.

En ce qui concerne la salinisation cationique, le rapport Na + K/Ca+Mg est dans la grande majorité des carottes inférieur à 4 indiquant une salinisation sodico-magnésienne, et légèrement supérieur à 4 à DIOULOULOU 1 et dans les niveaux profonds de JENOI. En résumé on a donc, en ce qui concerne au moins l'extrait salin, une seule carotte de type chlorurée-sodique : DIOULOULOU 1, 2 carottes de type sulfatée-sodico-magnésienne : JATABA et BAO-BOLON, 4 carottes de type chlorurée-sodico-magnésienne : BANDIALA, N'DIAEL, JENOI et BANGO et toutes les autres sont de type chlorurée-sulfate sodico-magnésienne.

e) Salinité des échantillons congelés

Nous avions déjà signalé à propos de l'étude du pH que la congélation des échantillons avait provoqué des transformations au point de modifier la répartition des anions des sels solubles.

Sur 4 carottes : BAILA, BALINGORE - TOBOR et BADO, les analyses ont été effectuées sur des échantillons congelés directement sur le terrain et qui ont été décongelés avant d'être séchés à l'air puis traités comme les autres échantillons. Pendant la décongélation, les échantillons sont sans doute restés un certain temps en contact avec l'eau de décongélation. Pour le moment, la comparaison n'est possible qu'avec les échantillons de BALINGORE pour lesquels avaient été prélevés - jusqu'à 6 m - des échantillons qui n'ont pas été congélés.

On constate sur ces échantillons - une baisse générale de la conductivité électrique :

- une diminution de la teneur en chlorures
- une augmentation très marquée de la teneur en sulfates
- une baisse générale du rapport $Cl/SO_4$ et du pH.

Ces caractères se retrouvent sur toutes les carottes congélés qui se distinguent par des teneurs en sulfates très élevées par rapport aux chlorures et par une répartition des ions solubles très différentes de celles des échantillons non congélés.

| | BALINGORE | TOBOR | BAILA |
|---|---|---|---|
| Cl/ $\sum$ A % | 20 - 60 | 60 - 75 | 30 - 50 |
| $SO_4$/ $\sum$ A % | 40 - 80 | 25 - 30 | 50 - 70 |
| Na/ $\sum$ C % | 65 - 75 | 65 - 75 | 55 - 65 |
| Mg/ $\sum$ C % | 20 - 25 | 25 | 30 |
| Ca+K/ $\sum$ C % | 5 - 10 | 5 - 10 | 10 - 15 |

Si l'on examine les résultats de BALINGORE - on observe qu'en valeurs absolues, les taux de magnésium et de Calcium ont très légèrement diminué, mais que la baisse des taux de sodium et de chlorures est relativement importante, d'où une diminution assez marquée de la valeur de la somme des cations et des anions et corrélativement, de la conductivité. A cet effet, on note qu'à BAILA et à BALINGORE la somme des cations est nettement inférieure à celle des anions et la relation entre la conductivité et la somme des ions s'écrit de la manière suivante :

BALINGORE [ 9,2 C.E. = Somme des cations en meq/l
10,8 C.E. = somme des anions "

TOBOR : 10,6 C.E. = Somme des anions = Somme des cations

BAILA [ 9,1 C.E. = Somme des cations
10,9 C.E. = Somme des anions

Enfin, en ce qui concerne le type de salinisation - BAILA est du type sulfaté-socico-magnésienne tandis que TOBOR et BALINGORE sont du type chloruré-sulfaté sodico-magnésien.

f) Salinité de l'extrait aqueux à saturation

L'analyse de l'extrait aqueux à saturation a été faite sur 4 carottes provenant des 4 fleuves étudiés : BALINGORE, pour la Casamance, JATABA, pour la Gambie, BANDIALA, pour le Saloum et N'DIAEL pour le Delta du Sénégal. Il s'agit dans tous les cas d'échantillons non congélés.

- La conductivité est extrêmément élevée dans tous les échantillons.

A BALINGORE, elle varie de 400 mmhos en surface à 200 mmhos en profondeur

A JATABA, elle décroit régulièrement de 132 mmhos en surface à 30 mmhos en profondeur.

Au BANDIALA, elle varie entre 300 et 400 mmhos.

Dans le N'DIAEL, elle décroit de 250 mmhos à 30 mmhos.

Comparée à la salinité de l'eau de mer qui est de l'ordre de 50 mmhos, on remarque que toutes les carottes sont sursaturées en sels.

Il est intéressant de comparer la conductivité de l'E.A.S. à celle de l'E.S. et l'on constate que le rapport des 2 conductivités varie dans l'ensemble entre 15 et 20

- Le Ph de l'extrait aqueux est extrêmément acide à BALINGORE et JATABA où il est inférieur à 2,5.

Au N'DIAEL, il est encore très acide et variable selon les horizons et au BANDIALA, il est voisin de la neutralité.

On remarque cependant que, dans l'ensemble, le pH de l'extrait aqueux est plus acide que celui de l'extrait salin, notamment à BALINGORE, JATABA et N N'DIAEL.

| | pH | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BALINGORE | ES | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,7 | 3,6 | 3,4 | 3,8 | 3,5 | 3,4 | 3,8 | 4 |
| | EAS | 2,6 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,5 | 2,4 | 2,1 | 2,4 | 2,5 |
| JATABA | ES | 3,1 | 2,6 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3 | 2,8 | 2,8 | 3 | |
| | EAS | 2,3 | 1,9 | 2 | 2,2 | 2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,6 | |
| N'DIAEL | ES | 5,6 | 6,5 | 6,6 | 5,5 | 6,4 | 6,3 | 7,7 | | | | |
| | EAS | 3,3 | 4,7 | 5 | 2,7 | 2,8 | 3,5 | 7 | | | | |

La répartition des ions dans l'E.A.S. est différente de celle de l'extrait salin. On note en effet que les chlorures représentent environ 95 % de la somme des anions à BANDIALA et 90 % à BALINGORE et N'DIAEL.

A JATABA, le pourcentage décroit régulièrement de 75 % en surface à 10 % en profondeur.

La conductivité de l'E.A.S. étant environ 15 à 20 fois supérieure à celle de l'E.S. il en résulte que, dans l'ensemble, le taux des chlorures et celui du sodium de l'E.A.S. est, lui aussi, environ 20 fois supérieure à celui de l'E.S. Par contre, sauf à JATABA, on constate que le taux de sulfates de l'E.A.S. n'est qu'en moyenne, 10 fois supérieure à celui de l'E.S.

Mais c'est surtout la répartition de cations qui est très différente dans l'E.A.S. A BALINGORE et à JATABA, les taux de calcium et surtout du potassium sont plus faibles dans l'E.A.S. que dans l'E.S., alors qu'à BANDIALA et au N'DIAEL, les taux de ces éléments sont de 5 à 10 fois plus élevés dans l'E.A.S. que dans l'E.S.

Quant au sodium et au magnésium, ils sont en moyenne, respectivement 15 à 20 fois et 25 à 30 fois supérieurs dans l'E.A.S. que dans l'extrait salin.

La balance ionique est fortement déséquilibrée en faveur des anions dont la somme est toujours nettement supérieure à celle des cations et la relation 10 CE ≠ somme des ions se vérifie moins bien ici que pour l'E.S.

Nous avons en effet :

pour BALINGORE : 9 CE ≠ somme des anions
8,6CE ≠ somme des cations

pour JATABA : 10CE ≠ somme des anions
7,8CE ≠ somme des cations

pour N'DIAEL : 11,6CE ≠ somme des anions
9,9 CE ≠ somme des cations

Les rapports ioniques sont, eux aussi, différents de ceux de l'E.S. modifiant ainsi le type de salinisation, du moins à BALINGORE, BANDIALA et N'DIAEL.

A JATABA, la salinisation est chlorurée sulfatée-sodico-magnésienne en surface et très nettement sulfatée sodico-magnésienne à sulfatée magnésienne en profondeur.

Dans les 3 autres carottes, le rapport $Cl/SO_4$ est très nettement supérieur à 5 et, dans l'ensemble le double de celui de l'extrait salin. Par contre, le rapport Na + K/Ca + Mg varie peu. Il en résulte une salinisation du type : chlorurée-sodico-magnésienne.

3.4. Eléments totaux (fig.5)

L'analyse totale des éléments majeurs a été faite par une attaque triacide sur la fraction inférieure à 2 mm du sol et non sur la fraction argileuse qui a fait l'objet d'une étude détaillée de Y. KALCK.

Cette méthode a l'avantage de donner une assez bonne image de la lithologie de la carotte grâce notamment à la fraction résiduelle insoluble essentiellement quartzeuse - qui correspond à la fraction sableuse du sol.

a) Perte au feu

Liée aux teneurs en eau et en carbone du sol, elle montre que, dans l'ensemble, les carottes sont riches en carbone, sauf à EHIDI, et les niveaux sableux de DIOULOULOU, BAILA, N'DIAEL.

C'est à BALINGORE que la perte au feu est la plus élevée 23 % et homogène sur toute la carotte.

En Gambie, la perte au feu est sensiblement identique : 13-14 %

b) $SiO_2$

Si l'on excepte les carottes de EHIDI, DIOULOULOU 2 et BAILA à dominante sableuse ou très hétérogène du point de vue lithologique, on constate que :

- N'DIAEL, JENOI, TOBOR et BAO-BOLON ont des teneurs en $SiO_2$ élevées supérieures à 25 %
- A BALINGORE où la carotte est relativement homogène et argileuse, le taux de $SiO_2$ est légèrement inférieur à 25 %

Ailleurs, et notamment à DIOULOULOU, BAILA, EHIDI.. le taux de $SiO_2$ est inférieur à 20 %

c) $Al_2O_3$

Tout comme pour la silice, on note peu de variations entre les différentes carottes, d'une part, et sur l'ensemble d'une carotte de lithologie homogène, d'autre part.

Dans les niveaux argileux, la teneur en $Al_2O_3$ est généralement comprise entre 15 et 20 % et on retrouve des valeurs sensiblement identiques entre les carottes de TOBOR, BALINGORE, JENOI et BAO-BOLON.

Ailleurs, le taux d'$Al_2O_3$ varie avec la texture, les niveaux sableux étant nettement moins riches que les niveaux argileux (BAILA).

| P R O F I L | NYASSIA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Profondeur en cm | 60-80 | 100-120 | 200-220 | 300-320 | 400 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | |
| Humidité | 11,9 | 9,3 | 11,1 | 4,8 | 3 |
| Argile | 66,9 | 71 | 79,9 | 26,5 | 31,9 |
| Limon fin | 25,9 | 16,3 | 18 | 6,7 | 7,1 |
| Limon grossier | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,3 | 2,3 |
| Sable fin | 3,6 | 10,6 | 0,8 | 17,8 | 45,3 |
| Sable grossier | 1,9 | 0,9 | 0,5 | 48,7 | 13,4 |
| Matière organique | 8,6 | 5,8 | 4,1 | 2,4 | 0,28 |
| pH 1/1 sec | 1,9 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 3,6 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | |
| Carbone | 50 | 33,6 | 24 | 14 | 1,6 |
| Azote | 1,7 | 1,48 | 1,47 | 0,78 | 0,28 |
| C/N | 29,4 | 22,7 | 16,3 | 17,9 | 5,7 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 4,7 | 5,4 | 6,4 | 2,7 | 0,7 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 32 | 29,8 | 33,5 | 10 | 2,4 |
| Potassium $K^{+}$ " | 0,1 | 1,2 | 0,3 | - | 0,7 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 97 | 102 | 100 | 32 | 14,8 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 105 | 110 | 100 | 31,5 | 13 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 86,4 | 45,9 | 70,1 | 33,3 | 5,3 |
| C.E. en micromhos/cm | 19100 | 15300 | 14900 | 6000 | 2000 |
| Soufre total ‰ | 65,4 | 41,4 | 39,6 | 26,4 | 3,9 |

| PROFIL | JENOI | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Profondeur en cm | 80-100 | 200-230 | 310-330 | 410-430 | 510-530 | 610-630 | 710-730 | 830-850 | 930-950 | 1120-1140 | 1200-1225 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | | | | |
| umidité | 7,6 | 7,4 | 8,6 | 7,6 | 7,7 | 8,1 | 7,9 | 7,3 | 7,1 | 7,9 | 5,1 |
| rgile | 59,8 | 61 | 77,7 | 77,7 | 77,2 | 79,3 | 76,8 | 67,5 | 63,7 | 61,7 | 54 |
| imon fin | 32,7 | 29,1 | 21,4 | 20,3 | 18,7 | 17,4 | 18,6 | 23,9 | 24,8 | 25 | 26,4 |
| imon grossier | 3,6 | 5,8 | 0,2 | 1,1 | 2,1 | 1,3 | 1,8 | 4,9 | 4,3 | 2,3 | 13 |
| able fin | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 3,4 | 5,9 | 1,5 | 6,3 |
| able grossier | 3,4 | 3,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1,3 | 9,5 | 0,3 |
| atière organique % | 5 | 3,3 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,6 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2 |
| pH 1/1 sec | 4,8 | 4,6 | 6,5 | 6,5 | 6,2 | 5,5 | 5,8 | 6 | 5,8 | 4,7 | 4,7 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | | | | |
| Carbone | 29,2 | 19,2 | 14,8 | 15,6 | 16 | 14,8 | 14,4 | 15,2 | 15,2 | 12 | 11,6 |
| Azote | 1,68 | 1,35 | 1,03 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,15 | 1,23 | 1,10 | 0,95 | 1,12 |
| C/N | 17,4 | 14,2 | 14,4 | 14,4 | 14,8 | 13,8 | 12,5 | 12,4 | 13,8 | 12,6 | 10,4 |
| atière humique otale ‰ | 2,76 | 2,29 | 1,54 | 1,8 | 1,72 | 1,72 | 1,51 | 1,78 | 1,74 | 1,69 | 1,92 |
| c.humiques C % | 1,28 | 0,84 | 0,50 | 0,56 | 0,57 | 0,52 | 0,50 | 0,59 | 0,56 | 0,84 | 1,02 |
| cides fulviques C ‰ | 1,48 | 1,45 | 1,04 | 1,24 | 1,15 | 1,20 | 1,01 | 1,19 | 1,18 | 0,85 | 0,9 |
| AF/AH | 1,16 | 1,73 | 2,08 | 2,21 | 2,02 | 2,30 | 2,02 | 2,02 | 2,11 | 1,01 | 0,88 |
| MHT % / C | 9,5 | 11,9 | 10,4 | 11,5 | 10,8 | 11,6 | 10,5 | 11,7 | 11,4 | 14,1 | 16,6 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 13,9 | 5,2 | 5,2 | 2,7 | 2,5 | 2,7 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,7 |
| Magnésium $Mg^{++}$ méq/l | 24,3 | 23 | 21,5 | 16,5 | 15,5 | 14,8 | 10,5 | 5,3 | 5,4 | 4 | 3,6 |
| Potassium $K^{+}$ méq/l | 0,7 | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,3 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Sodium $Na^{+}$ méq/l | 52,5 | 62 | 82 | 70 | 67,5 | 59 | 51 | 39 | 34 | 21 | 15,2 |
| Chlore $Cl^{-}$ méq/l | 52 | 66,5 | 90 | 81,5 | 78 | 66,5 | 58 | 46 | 38,5 | 26 | 19 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ méq/l | 37,7 | 28,1 | 19, | 12,5 | 11,7 | 12 | 6,9 | 1,5 | 2,1 | 1,4 | 5,1 |
| C.E. en micromhos/cm | 7900 | 8700 | 10600 | 9400 | 8700 | 7900 | 6700 | 5200 | 4300 | 3000 | 2600 |
| Soufre total ‰ | 34,2 | 22,2 | 21 | 19,8 | 17,4 | 16,2 | 12,6 | 9 | 7,2 | 4,8 | 4,2 |

| PROFIL | JATABA | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Profondeur en cm | 100-120 | 210-220 | 360-380 | 510-530 | 610-630 | 730-750 | 810-830 | 880-900 | 1010-1030 | 1110-1130 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | | | |
| Humidité | 6,3 | 8,2 | 4,1 | 6,5 | 5,9 | 3,5 | 2,8 | 2,9 | 3,3 | 2 |
| Argile | 47,2 | 39,4 | 50,6 | 57 | 52,2 | 34,8 | 26,9 | 27,5 | 22,9 | 23,1 |
| Limon fin | 14,7 | 17,4 | 17,6 | 18,2 | 18,4 | 11,2 | 8,9 | 9,6 | 8,4 | 7,1 |
| Limon grossier | 7,6 | 7,9 | 4,7 | 9,6 | 12,6 | 17,2 | 14,9 | 16,1 | 8,3 | 6,9 |
| Sable fin | 29,1 | 27,7 | 23,2 | 14,8 | 16,2 | 36,2 | 48,8 | 45,7 | 56,3 | 47,3 |
| Sable grossier | 1,4 | 7,6 | 3,9 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 1,1 | 4,1 | 15,6 |
| Mat. organique % | 5,6 | 6,8 | 7,6 | 7,6 | 10,8 | 4,1 | 0,5 | 1,1 | 4,1 | [illegible] |
| pH 1/1 sec | 2,5 | 2 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | [illegible] |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | | | |
| Carbone | 32,4 | 39,6 | 44 | 44 | 62 | 24 | 16 | 23,2 | 19,6 | 18 |
| Azote | 0,95 | 1,30 | 1,38 | 1,45 | 1,58 | 0,98 | 0,75 | 0,95 | 0,80 | 0,8 |
| C/N | 34,1 | 30,5 | 31,9 | 30,3 | 39,2 | 24,5 | 21,3 | 24,4 | 24,5 | 22,5 |
| Mat.humiques totales‰ | 5,51 | 4,29 | 4,25 | 4,18 | 4,88 | 2,77 | 2,22 | 2,59 | 2,42 | 2,32 |
| Ac.humiques C ‰ | 3,65 | 1,59 | 2,01 | 2,70 | 3,11 | 1,73 | 1,41 | 1,18 | 1,6 | 1,54 |
| Ac.fulviques C‰ | 1,86 | 2,70 | 2,24 | 1,48 | 1,77 | 1,04 | 0,81 | 1,41 | 0,82 | 0,6 |
| AF/AH | 0,51 | 1,70 | 1,11 | 0,55 | 0,57 | 0,60 | 0,57 | 1,19 | 0,51 | 0,44 |
| MHT / C % | 17 | 10,8 | 9,7 | 9,5 | 7,9 | 11,5 | 13,9 | 11,2 | 12,3 | 12,5 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | | | |
| Calcium Ca++ méq/l | 5,4 | 6,4 | 7,4 | 7,8 | 6,6 | 3,2 | 2 | 2,7 | 2,5 | 3 |
| Magnésium Mg++ " | 16 | 20,5 | 21,3 | 14,8 | 14,5 | 7,8 | 5 | 7 | 5,7 | 4,4 |
| Potassium K+ " | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | - | - | - | - | - |
| Sodium Na+ " | 60,5 | 63 | 53 | 25 | 21 | 10 | 8 | 6,3 | 4,3 | 2,9 |
| Chlore Cl⁻ " | 60 | 65 | 50 | 22 | 19 | 9 | 7 | 6 | 3,5 | 2 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 28,8 | 49,4 | 63,4 | 42,3 | 34,8 | 20,9 | 16,6 | 23,8 | 19,7 | 15,4 |
| C.E.en micromhos | 8400 | 10600 | 9800 | 5800 | 4900 | 2900 | 2400 | 2900 | 2300 | 1800 |
| Soufre total ‰ | 23,4 | 40,2 | 34,8 | 19,8 | 24,6 | 15,6 | 11,4 | 12,6 | 10,8 | 9,6 |

| PROFIL | BAO-BOLON | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Profondeur en cm | 90-120 | 180-200 | 210-300 | 330-350 | 470-490 | 600-620 | 810-830 | 900-925 | 1000-1020 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | | |
| Humidité | 7,2 | 7,4 | 7,3 | 6,6 | 7,3 | 6,4 | 2,1 | 1,8 | 2,6 |
| Argile | 74,7 | 57,1 | 63,9 | 49,2 | 71,1 | 41 | 18,7 | 16,6 | 23,9 |
| Limon fin | 16,5 | 21,1 | 18,9 | 17,3 | 16,4 | 13,3 | 4,7 | 4,2 | 5,9 |
| Limon grossier | 1,1 | 4,7 | 3,3 | 2,6 | 3 | 3,5 | 0,7 | 2 | 5,4 |
| Sable fin | 2,2 | 14 | 7,9 | 19,5 | 8,5 | 40,5 | 71,7 | 72,6 | 56 |
| Sable grossier | 5,5 | 3,1 | 6 | 11,4 | 1 | 1,7 | 4,2 | 4,6 | 8,8 |
| Matière organique % | 2,6 | 5,5 | 5,2 | 6 | 6,7 | 7,4 | 1,7 | 1,9 | 3 |
| pH 1/1 sec | 3,4 | 3,6 | 4,1 | 4,6 | 4,5 | 5,2 | 3,2 | 2,9 | 2,6 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | | |
| Carbone | 15,2 | 32 | 30 | 34,8 | 38,8 | 43,2 | 10 | 10,8 | 17,8 |
| Azote | 1,28 | 1,83 | 1,8 | 1,55 | 1,78 | 1,35 | 0,35 | 0,40 | 0,58 |
| C/N | 11,9 | 17,5 | 16,7 | 19,6 | 21,8 | 32 | 28,6 | 27 | 30,3 |
| Matières humiques totales ‰ | 2,84 | 3,40 | 3,31 | 2,82 | 2,80 | 3,19 | 1,08 | 0,98 | 1,51 |
| Acides humiques C ‰ | 1,97 | 1,94 | 2,06 | 1,90 | 1,54 | 1,92 | 0,62 | 0,59 | 0,97 |
| Acides fulviques C ‰ | 0,87 | 1,46 | 1,25 | 0,92 | 1,26 | 1,27 | 0,46 | 0,39 | 0,54 |
| AF/AH | 0,44 | 0,75 | 0,61 | 0,48 | 0,82 | 0,66 | 0,74 | 0,66 | 0,56 |
| MHT % / C | 18,7 | 10,6 | 11 | 8,1 | 7,2 | 7,4 | 10,8 | 9,1 | 8,6 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 1,4 | 6 | 4,3 | 4,1 | 3,6 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,9 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 5 | 9,5 | 9,3 | 6,8 | 8 | 6,1 | 3,6 | 3,6 | 5,2 |
| Potassium $K^{+}$ " | 0,5 | 0,9 | 1,3 | 0,9 | 1,2 | 1,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 23,2 | 21,2 | 22 | 19,2 | 29,2 | 27,2 | 11,2 | 10 | 12,4 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 23 | 21 | 18 | 15 | 22,2 | 22 | 9 | 9 | 9,5 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 6,5 | 23,3 | 23 | 19,5 | 23,8 | 14,6 | 8,4 | 8,4 | 13,5 |
| C.E. en micromhos/cm | 2300 | 4000 | 3800 | 3200 | 4300 | 3600 | 1800 | 1800 | 2400 |
| Souffe total ‰ | 7,2 | 12 | 10,2 | 12 | 13,8 | 6,6 | 8,4 | 8,4 | 11,4 |

| PROFIL | N'DIAEL | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Profondeur en cm | 110-130 | 210-230 | 310-320 | 400-425 | 510-530 | 600-625 | 710-730 |
| Refus % | - | - | - | - | - | - | - |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | |
| Humidité | 8,6 | 8,9 | 8,5 | 11,3 | 11,5 | 4,3 | 3,2 |
| Argile | 60,2 | 62,9 | 57,1 | 71,4 | 71,7 | 25,0 | 9,9 |
| Limon fin | 27,6 | 28,6 | 20,8 | 17,9 | 16,3 | 6,0 | 10,6 |
| Limon grossier | 4,7 | 6,5 | 8,7 | 8,8 | 9,3 | 3,6 | 3,4 |
| Sable fin | 7,0 | 1,9 | 12,5 | 1,6 | 2,3 | 40,9 | 22,6 |
| Sable grossier | 0,5 | 0,1 | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 24,5 | 53,5 |
| Matière organique | 1,7 | 2,3 | 2,6 | 10,0 | 9,2 | 3,3 | 0,9 |
| pH 1/1 sec | 5,0 | 6,3 | 6,3 | 4,3 | 4,9 | 5,3 | 8,5 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | |
| Carbone | 9,60 | 13,20 | 15,20 | 58,00 | 53,20 | 19,20 | 5,20 |
| Azote | 0,80 | 0,85 | 1,00 | 1,90 | 1,95 | 0,70 | 0,10 |
| C/N | 12,0 | 15,5 | 15,2 | 30,5 | 27,3 | 27,4 | - |
| Matières humiques totales ‰ | 5,20 | 4,32 | 4,07 | 6,75 | 5,23 | 2,32 | 0,48 |
| Acides humiques C ‰ | 0,45 | 0,92 | 0,98 | 2,86 | 2,70 | 0,78 | 0,05 |
| Acides fulviques C ‰ | 4,75 | 3,40 | 3,09 | 3,89 | 2,53 | 1,54 | 0,43 |
| AF/AH | 10,56 | 3,70 | 2,15 | 1,36 | 0,94 | 1,97 | 8,60 |
| $\frac{MHT}{C}$ % | 54,2 | 32,7 | 26,8 | 11,6 | 9,8 | 12,1 | 9,2 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 6,0 | 5,5 | 3,6 | 7,0 | 5,5 | 1,8 | 0,3 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 34,0 | 24,0 | 14,0 | 24,5 | 19,0 | 5,5 | 0,5 |
| Potassium $K^{+}$ " | 4,2 | 3,6 | 2,3 | 3,8 | 3,0 | 1,2 | 0,6 |
| Sodium K $Na^{+}$ " | 154,4 | 111,6 | 87,6 | 103,6 | 93,6 | 30,4 | 12,0 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 170,0 | 140,0 | 102,0 | 120,0 | 110,0 | 31,5 | 11,0 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 24,2 | 17,3 | 10,3 | 22,1 | 15,8 | 7,2 | 1,0 |
| C.E. en micromhos/cm | 19900 | 15600 | 11300 | 13800 | 12400 | 4000 | 1500 |
| Soufre total ‰ | 43,2 | 38,4 | 31,2 | 47,4 | 46,2 | 19,2 | 3,6 |

| PROFILS | KHANT | | | | BANGO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Profondeur en cm | 120-140 | 220-240 | 260-280 | 380-400 | 80-100 | 210-230 | 300-310 | 500-510 | 600-620 | 8 m |
| Refus % | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 22 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | | | |
| Humidité | 8,5 | 9,5 | 5,7 | 4,2 | 2,9 | 3,5 | 4,2 | 5,7 | 4,3 | 0,8 |
| Argile | 52,9 | 48,9 | 32,1 | 18,7 | 28,9 | 27,3 | 31,3 | 39,0 | 29,7 | 4,1 |
| Limon fin | 10,9 | 12,2 | 8,0 | 4,1 | 14,2 | 14,3 | 20,5 | 32,0 | 15,6 | 2,2 |
| Limon grossier | 2,6 | 2,1 | 1,8 | 2,8 | 5,2 | 11,6 | 15,4 | 10,6 | 13,0 | 1,7 |
| Sable fin | 23,9 | 30,0 | 55,2 | 57,2 | 39,9 | 45,6 | 32,4 | 12,5 | 41,1 | 30,5 |
| Sable grossier | 9,7 | 6,8 | 2,9 | 17,2 | 11,8 | 1,2 | 0,4 | 5,9 | 0,6 | 1,8 |
| Matière organique | 2,9 | 3,2 | 3,4 | 4,4 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 2,2 | 1,6 | 1,8 |
| pH 1/1 sec | 2,8 | 3,5 | 4,5 | 4,2 | 6,9 | 7,5 | 8,0 | 7,7 | 7,9 | 8,5 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | | | |
| Carbone | 16,80 | 18,80 | 19,60 | 25,60 | 2,00 | 6,40 | 7,20 | 12,80 | 9,20 | 10,40 |
| Azote | 1,10 | 1,08 | 0,95 | 1,10 | 0,10 | 0,28 | 0,30 | 0,38 | 0,38 | 0,08 |
| C/N | 15,3 | 17,4 | 20,6 | 23,3 | 20,0 | 22,9 | 24,0 | 33,7 | 24,2 | - |
| Matières humiques totales ‰ | 5,42 | 4,70 | 4,39 | 4,05 | 0,82 | 1,69 | 1,99 | 2,77 | 2,14 | 0,64 |
| Ac.humiques C ‰ | 2,00 | 3,35 | 1,36 | 1,74 | 0,25 | 0,65 | 0,71 | 1,32 | 0,73 | 0,07 |
| Ac. fulviques C ‰ | 3,42 | 1,35 | 3,03 | 2,31 | 0,57 | 1,04 | 1,28 | 1,45 | 1,41 | 0,57 |
| AF/AH | 1,71 | 0,40 | 2,23 | 1,33 | 2,28 | 1,60 | 1,80 | 1,10 | 1,93 | 8,14 |
| $\frac{MHT}{C}$ % | 32,3 | 25,0 | 22,4 | 15,8 | 41,0 | 26,4 | 27,6 | 21,6 | 23,3 | 6,2 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 4,3 | 16,2 | 14,8 | 8,0 | 0,2 | 1,9 | 1,9 | 1,1 | 2,4 | 1,7 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 28,3 | 31,5 | 20,5 | 12,0 | 0,9 | 3,3 | 4,6 | 5,0 | 5,9 | 2,2 |
| Potassium $K^{+}$ " | 1,8 | 4,0 | 2,4 | 1,7 | 0,5 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 0,5 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 118,4 | 124,8 | 88,0 | 5,20 | 16,4 | 22,8 | 30,4 | 35,8 | 31,4 | 12,4 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 130,0 | 140,0 | 100,0 | 56,5 | 14,2 | 21,2 | 30,2 | 37,5 | 33,2 | 14,2 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 28,5 | 42,7 | 33,6 | 21,9 | 1,9 | 7,2 | 7,0 | 6,0 | 8,7 | 3,1 |
| C.E.en micromhos/cm | 15700 | 17000 | 12400 | 7400 | 1900 | 3000 | 4000 | 4600 | 4400 | 1900 |
| Soufre total ‰ | 29,4 | 41,4 | 34,2 | 24,6 | 2,7 | 9,6 | 9,3 | 8,4 | 10,2 | 4,5 |

| PROFILS n°s | BADO 2 - Tanne | | | | BADO 3 - Avicennis | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Profondeur en cm | 50 | 70 | 150 | 180 | 80 | 120 | 200 | 240 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | |
| Carbone | 17,5 | 65,8 | 58,2 | 71, | 57, | 37,8 | 27 | 49,4 |
| Azote | 0,81 | 2,15 | 2,05 | 2,26 | 2,02 | 1,18 | 0,76 | 1,36 |
| C/N | 21,6 | 30,6 | 28,4 | 31,4 | 28,2 | 32 | 35,5 | 36,3 |
| A C I D I T E | | | | | | | | |
| pH eau 1/1 sec | 6,7 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2 | 2,1 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 1,2 | 7,1 | 6,2 | 6,6 | 6,4 | 4,5 | 4,1 | 6 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 16 | 55,2 | 46,6 | 51,8 | 30,8 | 19,6 | 16,1 | 24,8 |
| Potassium $K^{+}$ " | 2,6 | 4,4 | 3,2 | 3,2 | 1,6 | 0,7 | 0,4 | 0,5 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 88 | 208 | 192 | 176 | 100 | 58,8 | 50 | 80 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 90 | 225 | 180 | 190 | 100 | 62 | 53 | 80 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 10,3 | 53,1 | 48,9 | 54,9 | 44,6 | 30 | 42,9 | 49,7 |
| C.E. en micromhos/cm | 10700 | 29500 | 24600 | 25750 | 13950 | 9050 | 9400 | 12400 |
| pH | 6,4 | 3,2 | 3 | 3 | 2,8 | 3 | 2,5 | 2,6 |
| $Cl/SO_4$ | 8,7 | 4,2 | 3,6 | 3,4 | 2,2 | 2 | 1,2 | 2,8 |
| Soufre total ‰ | 17,6 | 63,6 | 62,4 | 69,6 | 49,6 | 29,6 | 27,2 | 43,2 |

| PROFIL B A N D I A L A | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Profondeur en cm | 195-225 | 305-325 | 395-415 | 480-500 | 595-625 | 680-700 | 770-790 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | |
| Humidité | 2,4 | 7,2 | 10,4 | 9,7 | 7,7 | 7,4 | 4 |
| Argile | 7,7 | 22,4 | 65,8 | 65,7 | 25,3 | 19,9 | 14,3 |
| Limon fin | 2,1 | 24,1 | 16,2 | 16,3 | 29 | 26,5 | 9,9 |
| Limon grossier | 0,8 | 18,3 | 1,8 | 1,6 | 7,6 | 11 | 3,2 |
| Sable fin | 75,5 | 33,9 | 15,7 | 15,2 | 28,1 | 31,7 | 48,4 |
| Sable grossier | 13,9 | 1,3 | 0,5 | 1,2 | 10 | 10,9 | 24,2 |
| Matière organique | 0,3 | 1,3 | 2,3 | 2,3 | 1,8 | 2 | 1,1 |
| pH sec 1/1 | 7,9 | 8 | 7,8 | 7,9 | 8 | 8,1 | 8,2 |
| $CO_3Ca$ % | 0,83 | 4,56 | 2,33 | 3,13 | 4,5 | 5,1 | 3,9 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | |
| Carbone | 2 | 7,82 | 13,3 | 13,24 | 10,4 | 11,48 | 6,32 |
| Azote | 0,16 | 0,62 | 1,02 | 1,07 | 0,81 | 0,73 | 0,43 |
| C/N | 12,5 | 12,6 | 13 | 12,4 | 12,8 | 15,7 | 14,7 |
| Matières humiques totales | | 4,07 | 5,28 | 6,36 | [illegible] | [illegible] | 2,39 |
| Ac. humiques C ‰ | | 0,28 | 0,49 | 0,46 | 0,56 | 0,58 | 0,16 |
| Ac. fulviques C ‰ | | 3,79 | 4,89 | 5,73 | 4,45 | 3,11 | 2,14 |
| AF/AH | | 13 | 10 | 12,5 | 9,7 | 5,3 | 13 |
| MHT/C % | | 52 | 40,5 | 48 | 49 | 32,8 | 37,8 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 3,7 | 7,5 | 11,5 | 9 | 9 | 7,5 | 6 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 12,2 | 27 | 41 | 34,5 | [illegible] | 19 | 11 |
| Potassium $K^{+}$ " | 2,2 | 4,2 | 6 | 5,5 | 4,1 | 3,4 | 2,3 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 65,2 | 136 | 192 | 184 | 124 | 100 | 65,2 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 73 | 150 | 235 | 210 | 150 | 120 | 71 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 10,3 | 24 | 29,6 | 28,3 | 22,3 | 19,7 | 13,3 |
| C.E. en micromhos/cm | 8200 | 17500 | 30300 | 26000 | 17250 | 13400 | 8500 |
| pH | 6,3 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,6 | 6,5 | 6,5 |
| $Cl/SO_4$ | 7 | 6,2 | 8 | 7,4 | 6,7 | 6 | 5,3 |
| Soufre total ‰ | 12,6 | 30 | 47,2 | 32,8 | 20,8 | 28,8 | 15,2 |

## PROFIL T O B O R

| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur en cm | 65<br>80 | 100<br>120 | 145<br>160 | 185<br>200 | 230<br>250 | 280<br>300 | 330<br>350 | 400<br>420 | 440<br>460 | 480<br>500 | 530<br>550 |
| pH sec. 1/1 | 2,4 | 2,1 | 2,7 | 3 | 2,9 | 3 | 3,4 | 3,8 | 3,2 | 3,4 | 3,7 |

### MATIERE ORGANIQUE ‰ DU SOL SECHE

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carbone | 54,6 | 86 | 17,8 | 18,2 | 19,4 | 24,6 | 19 | 23,4 | 21 | 21,4 | 17,8 |
| Azote | 2,14 | 2,14 | 1,21 | 1,34 | 1,25 | 1,26 | 1,25 | 1,40 | 1,32 | 1,36 | 1,44 |
| C/N | 25,5 | 40,2 | 14,7 | 13,6 | 15,5 | 19,5 | 15,2 | 16,7 | 15,9 | 15,7 | 12,4 |
| Mat.Org.totales | 6,38 | 10,98 | 6,04 | 6,95 | 6,76 | 4,99 | 4,56 | 4,97 | 6,40 | 6,32 | 4,22 |
| Ac.humiques | 2,60 | 2,58 | 1,66 | 1,70 | 1,81 | 1,56 | 1,25 | 1,66 | 1,74 | 1,67 | 1,59 |
| Ac. fulviques | 3,78 | 8,40 | 4,38 | 5,25 | 4,95 | 3,43 | 3,31 | 3,31 | 4,66 | 4,65 | 2,63 |
| AF/AH | 1,45 | 3,25 | 2,64 | 3,09 | 2,73 | 2,20 | 2,65 | 1,99 | 2,68 | 2,78 | 1,65 |
| MHT/C % | 11,7 | 12,8 | 33,9 | 38,2 | 34,8 | 20,3 | 24 | 21,2 | 30,5 | 29,4 | 23,7 |

### SELS SOLUBLES - EXTRAIT 1/10

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calcium méq/l | 6,8 | 15 | 5,6 | 5,5 | 5,8 | 6 | 5,3 | 6,4 | 4,5 | 8 | 3,7 |
| Magnésium " | 34 | 64 | 49,6 | 47,6 | 48,6 | 45,6 | 40 | 36,4 | 35,4 | 36,4 | 34,6 |
| Potassium " | 8,8 | 1,6 | 2,5 | 3,4 | 1,6 | 3,2 | 4,1 | 4,1 | 3 | 3,4 | 3,8 |
| Sodium " | 96 | 184 | 136 | 136 | 116 | 112 | 116 | 100 | 88 | 96 | 96 |
| Chlore " | 90 | 210 | 150 | 150 | 130 | 120 | 110 | 115 | 95 | 100 | 100 |
| Sulfate " | 46,3 | 72,8 | 44,6 | 43,7 | 46,3 | 43,7 | 42 | 37,7 | 37,7 | 41,1 | 35,1 |
| C.E.micromhos/cm | 13200 | 28950 | 19650 | 16200 | 16800 | 16200 | 14950 | 14400 | 12400 | 13350 | 12400 |
| pH | 2,9 | 3 | 3,4 | 3,4 | 3 | 3,7 | 4,1 | 4,7 | 3,6 | 3,9 | 4,2 |
| Cl/SO4 | 2 | 3 | 3,3 | 3,3 | 2,8 | 2,8 | 2,6 | 3 | 2,5 | 2,4 | 2,8 |
| $SiO_2$ mg/l | | 4,5 | 5,7 | 5,7 | 5,2 | | | | | | |
| $Al_2O_3$ mg/l | | 285 | 80 | 35 | 65 | | | | | | |
| $Fe_2O_3$ mg/l | | 17,5 | 65 | 32 | 60 | | | | | | |

### ELEMENTS TOTAUX EN % (Attaque Triacide)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perte au feu | 23,86 | 32,76 | 17,85 | 17,62 | 17,79 | 17,43 | 15,97 | 16,55 | 16,55 | 16,34 | 16,02 |
| $SiO_2$ | 23,80 | 19,76 | 25,90 | 26,92 | 25,99 | 23,85 | 26,70 | 26,07 | 28,94 | 27,63 | 29,94 |
| Résidu insoluble | 16,79 | 9,75 | 14,95 | 16,42 | 18,84 | 21,75 | 20,54 | 17,74 | 17,14 | 18,6 | 17,5 |
| $Fe_2O_3$ | 5,31 | 5,31 | 5,56 | 5,75 | 5,44 | 5,88 | 5,75 | 5,31 | 5,88 | 5,69 | 5,50 |
| $Al_2O_3$ | 18 | 13,90 | 18 | 21,25 | 19 | 16,75 | 18,5 | 18,5 | 19 | 19 | 20 |
| $TiO_2$ | 0,89 | 0,50 | 0,94 | 1,01 | 0,96 | 0,99 | 1,06 | 1,06 | 1,08 | 1,09 | 1,10 |
| $MnO_2$ | 0,04 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| CaO | 0,07 | 0,30 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,04 | 0,10 | 0,02 |
| MgO | 1,12 | 1,9 | 1,7 | 1,86 | 1,7 | 1,76 | 1,78 | 1,70 | 1,68 | 1,66 | 1,68 |
| $Na_2O$ | 3,22 | 7,63 | 4,8 | 4,4 | 4,4 | 4,03 | 3,6 | 3,6 | 3,22 | 3,6 | 3,1 |
| $K_2O$ | 0,75 | 0,87 | 0,95 | 1 | 0,89 | 0,86 | 0,85 | 0,92 | 0,91 | 0,88 | 0,87 |
| $SiO_2/Al_2O_3$ | 2,2 | 3,4 | 2,4 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 2,5 |
| Soufre total ‰ | 53,6 | 84,8 | 58 | 48,8 | 37,6 | 55,2 | 44,8 | 36 | 38,4 | 35,2 | 24 |

PROFIL T O B O R (Suite)

| Echantillon n° | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur en cm | 630<br>650 | 680<br>700 | 750<br>770 | 780<br>795 | 850<br>870 | 900<br>920 | 1040<br>1060 | 1120<br>1140 | 1220<br>1240 | 1405<br>1425 |
| pH sec 1/1 | 3 | 3,1 | 3,4 | 3,3 | 3,1 | 3,2 | 3,5 | 4,5 | 3,5 | 3,4 |
| MATIERE ORGANIQUE ‰ DU SOL SECHE | | | | | | | | | | |
| Carbone | 21,4 | 21,4 | 21 | 21,4 | 62,2 | 15 | 16,6 | 15 | 17,4 | 19,8 |
| Azote | 1,5 | 1,16 | 1,4 | 1,5 | 2,22 | 1,36 | 1,33 | 1,21 | 1,40 | 1,70 |
| C/N | 14,3 | 18,4 | 15 | 14,3 | 27,5 | 11 | 12,5 | 12,4 | 12,4 | 11,6 |
| Mat.Hum.totales ‰ | 3,67 | 3,85 | 5,52 | 5,82 | 10,55 | 4,79 | 4,76 | 4,31 | 4,60 | 3,92 |
| Acides humiques | 1,83 | 1,84 | 1,68 | 1,90 | 5,15 | 1,52 | 1,76 | 1,09 | 1,35 | 1,21 |
| Acides fulviques | 1,84 | 2,01 | 3,84 | 3,92 | 5,4 | 3,27 | 3 | 3,22 | 3,25 | 2,71 |
| AF/AH | 1 | 1,09 | 2,28 | 2,06 | 1,05 | 2,15 | 1,7 | 2,95 | 2,41 | 2,24 |
| MHT/C % | 17,1 | 18 | 26,3 | 27,2 | 16,9 | 31,9 | 28,7 | 28,9 | 26,4 | 19,8 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT 1/10 | | | | | | | | | | |
| Calcium méq/l | 3,7 | 8 | 3 | 3 | 7 | 11 | 4,6 | 5,9 | 4,9 | 2,5 |
| Magnésium " | 27 | 26,6 | 28,4 | 32 | 21,6 | 32 | 21,4 | 18,8 | 19,6 | 12,8 |
| Potassium " | 3,5 | 1,4 | 0,5 | 3,2 | 0,8 | 3,2 | 2,4 | 3,3 | 2,8 | 2,4 |
| Sodium " | 76 | 60 | 68 | 80 | 56 | 63,6 | 54,4 | 51,6 | 54,4 | 40 |
| Chlore " | 80 | 64 | 75 | 80 | 53 | 71 | 58 | 53 | 56 | 42 |
| Sulfate " | 28,3 | 36 | 32,6 | 33,4 | 33,4 | 38,6 | 25,7 | 24 | 24,9 | 18,9 |
| C.E.-micromhos/cm | 10700 | 9050 | 10150 | 11350 | 7750 | 9400 | 7750 | 7300 | 7300 | 5800 |
| pH | 5,1 | 3,2 | 4 | 4 | 3,8 | 3,3 | 3,5 | 4,9 | 4,4 | 5,3 |
| $Cl/SO_4$ | 2,8 | 1,7 | 2,3 | 2,4 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,2 |
| ELEMENTS TOTAUX EN % | | | | | | | | | | |
| Perte au feu | 15,93 | 14,06 | 16,48 | 16,27 | 17,74 | 14,85 | 13,99 | 12,19 | 13,31 | 14,42 |
| $SiO_2$ | 28,93 | 20,30 | 28,8 | 27,43 | 10,42 | 28,9 | 25,5 | 23,81 | 25,55 | 30,45 |
| Résidu insoluble | 19,28 | 34,59 | 22,55 | 20,66 | 53,87 | 19,45 | 28,01 | 35,31 | 29,7 | 20,05 |
| $Fe_2O_3$ | 5,31 | 4,69 | 5,88 | 5,56 | 2,88 | 5,31 | 5,02 | 4,63 | 4,38 | 5,13 |
| $Al_2O_3$ | 18,5 | 14,75 | 19,75 | 19,75 | 7,75 | 19 | 17,5 | 15,4 | 17,5 | 21,5 |
| $TiO_2$ | 1,18 | 0,8 | 1,16 | 1,26 | 0,56 | 1,19 | 1,11 | 0,99 | 1,03 | 1,08 |
| $MnO_2$ | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| CaO | 0,01 | 0,11 | 0,03 | 0,03 | 0,15 | 0,24 | 0,06 | 0,10 | 0,07 | 0,03 |
| MgO | 1,54 | 1,10 | 1,52 | 1,44 | 0,65 | 1,32 | 1,58 | 1,08 | 1,10 | 1,15 |
| $Na_2O$ | 2,91 | 2,23 | 2,68 | 2,59 | 1,86 | 2,36 | 2,11 | 1,74 | 1,86 | 1,74 |
| $K_2O$ | 0,85 | 0,56 | 0,8 | 0,75 | 0,37 | 0,63 | 0,61 | 0,55 | 0,55 | 0,64 |
| $SiO_2/Al_2O_3$ | 2,6 | 2,3 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,5 | 2,7 | 2,5 | 2,4 |
| Soufre total | 30,4 | 26,4 | 26,4 | 35,2 | 20 | 22,4 | 25,6 | 20,8 | 19,2 | 12,8 |

| PROFIL EHIDI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Profondeur en cm | 150<br>165 | 200<br>240 | 315<br>350 | 420<br>450 | 530<br>550 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | |
| Humidité | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,2 | 2,7 |
| Argile | 22,2 | 25 | 27 | 25,5 | 27,3 |
| Limon fin | 6,7 | 7,8 | 9 | 8,1 | 6,9 |
| Limon grossier | 6,9 | 5,8 | 12,5 | 8,9 | 4,4 |
| Sable fin | 36,7 | 31,8 | 28,2 | 28,5 | 31,7 |
| Sable grossier | 27,5 | 29,6 | 23,3 | 29 | 29,7 |
| Matière organique | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| pH sec 1/1 | 2,9 | 3,2 | 3,6 | 3,1 | 3,5 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | |
| Carbone | 4,86 | 2,36 | 2,26 | 1,98 | 1,26 |
| Azote | 0,23 | 0,19 | 0,23 | 0,15 | 0,92 |
| C/N | 21,1 | 12,4 | 9,8 | 13,2 | 9,7 |
| Matières humiques totales ‰ | 1,36 | 1,03 | 0,83 | 0,68 | 0,40 |
| Acides humiques C ‰ | 0,29 | 0,09 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Acides fulviques C ‰ | 1,09 | 0,94 | 0,78 | 0,65 | 0,37 |
| AF/AH | 4 | 10 | 15 | 21 | 12 |
| $\frac{MHT}{C}$ % | 28 | 43,6 | 36,7 | 34,3 | 31,7 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 1 | 0,8 | 1,2 | 0,8 | 0,6 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 6,3 | 5,2 | 5 | 4,3 | 3,2 |
| Potassium $K^{+}$ " | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,3 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 24,8 | 22 | 19,2 | 16,6 | 15,2 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 24,5 | 22 | 19 | 17,0 | 14,5 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 10,3 | 7,3 | 7,3 | 8,1 | 4,7 |
| C.E. en micromhos /cm | 3550 | 3000 | 2700 | 2600 | 2000 |
| pH | 3,2 | 3,1 | 3,3 | 3 | 3,6 |
| $Cl/SO_4$ | 2,3 | 3 | 2,6 | 2 | 3 |
| $SiO_2$ mg/l | 3,5 | 1 | 1 | 1,2 | 1,2 |
| $Al_2O_3$ mg/l | 230 | 60 | 55 | 150 | 40 |
| $Fe_2O_3$ mg/l | 255 | 27 | 22 | 60 | 10 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Soufre total ‰ | 15,8 | 10,4 | 8 | 18 | 9 |

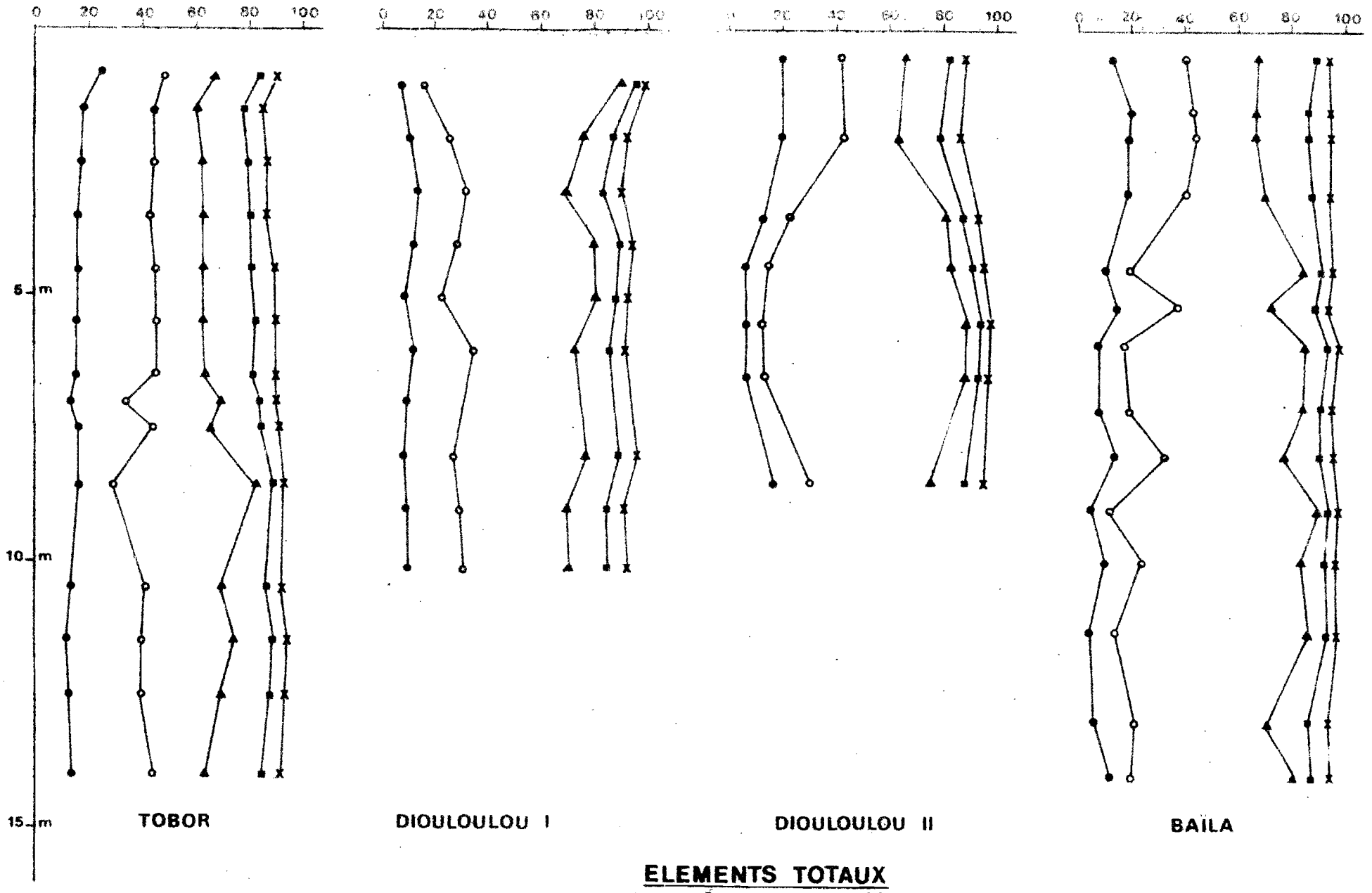
| PROFIL : DIOULOULOU 1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Profondeur en cm | 100<br>120 | 200<br>220 | 300<br>320 | 400<br>420 | 500<br>520 | 600<br>620 | 815<br>835 | 910<br>935 | 965<br>1005 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | | |
| Humidité | 3,9 | 7,1 | 9,6 | 8,4 | 6,4 | 9,1 | 7,6 | 7,3 | 8,6 |
| Argile | 19,7 | 36 | 51,4 | 39,3 | 33 | 49,3 | 45,5 | 45,2 | 50,6 |
| Limon fin | 5,6 | 8,9 | 11,6 | 8,5 | 6,3 | 10 | 8,5 | 8,1 | 11 |
| Limon grossier | 9,1 | 12,2 | 7,7 | 10,4 | 5,4 | 4,4 | 1,3 | 1,7 | 5,2 |
| Sable fin | 59,9 | 36,8 | 22,9 | 38,5 | 44,7 | 28,2 | 14,3 | 15,5 | 21,5 |
| Sable grossier | 5,7 | 6,1 | 6,4 | 3,3 | 10,6 | 8,1 | 30,4 | 28,5 | 11,9 |
| Matière organique | 1 | 2,5 | 3,3 | 3 | 2,1 | 3,1 | 1,6 | 1,9 | 2 |
| pH 1/1 séché | 3,3 | 4,2 | 7,1 | 7 | 4 | 3,9 | 4 | 5,8 | 6,8 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | | |
| Carbone | 5,72 | 14,5 | 18,8 | 17,68 | 12,04 | 18,04 | 9,52 | 11,1 | 11,76 |
| Azote | 0,38 | 0,73 | 1,02 | 0,95 | 0,72 | 0,69 | 1,02 | 0,77 | 0,83 |
| C/N | 15,1 | 19,9 | 18,7 | 18,6 | 16,7 | 26,1 | 9,3 | 14,5 | 14,2 |
| Matières humiques totales | 1,9 | 2,58 | 3,54 | 2,7 | 1,9 | 2,87 | 1,85 | 2,11 | 2,43 |
| Ac. humiques C ‰ | 0,18 | 0,46 | 0,45 | 0,42 | 0,42 | 0,59 | 0,35 | 0,35 | 0,45 |
| Acides fulviques C ‰ | 1,72 | 2,10 | 3,09 | 2,28 | 1,48 | 2,28 | 1,50 | 1,76 | 1,98 |
| AF/AH | 9,5 | 4,5 | 6,8 | 5,4 | 3,5 | 3,9 | 4,3 | 5 | 4,4 |
| $\frac{MHT}{C}$ % | 33,2 | 17,8 | 18,8 | 15,3 | 15,8 | 15,9 | 19,4 | 18,9 | 20,7 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 1,7 | 7 | 6 | 4,8 | 2,6 | 3,5 | 3,1 | 2,7 | 3,1 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 12,4 | 20 | 22,5 | 17,5 | 11,8 | 16,5 | 7,6 | 7,6 | 6,3 |
| Potassium $K^{+}$ " | 1,9 | 3,4 | 4 | 3,1 | 2,5 | 3,4 | 2,5 | 2,4 | 2,6 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 55,2 | 88,4 | 130 | 98,4 | 66,8 | 88,4 | 58,6 | 60 | 58,6 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 59 | 100 | 145 | 110 | 71 | 100 | 60 | 64 | 61 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 11,6 | 21,4 | 18 | 15,9 | 10,7 | 12 | 9,9 | 8,1 | 9 |
| C.E. en micromhos/cm | 7300 | 11900 | 16800 | 11900 | 8200 | 10900 | 7300 | 7300 | 7300 |
| pH | 4,1 | 6,4 | 6 | 6,2 | 3,2 | 5,1 | 5,1 | 6 | 6,4 |
| $Cl/SO_4$ | 5 | 4,6 | 8 | 7,5 | 6,6 | 8,3 | 6 | 8 | 6,7 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soufre total ‰ | 12,6 | 28,2 | 34,8 | 28,4 | 19,8 | 26,4 | 19,6 | 19,8 | 19,8 |

## PROFIL BAILA (BAI)

| Echantillon | 11 | 12 | 13 | 21 | 31 | 32 | 41 | 51 | 61 | 71 | 91 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur cm | 50<br>65 | 90<br>105 | 135<br>150 | 180<br>200 | 230<br>245 | 310<br>330 | 360<br>375 | 460<br>495 | 515<br>530 | 565<br>585 | 715<br>730 |
| pH sec 1/1 | 4,3 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,4 |
| **MATIERE ORGANIQUE ‰ DU SOL SECHE** | | | | | | | | | | | |
| Carbone | 17,9 | 19 | 37,4 | 38,2 | 23,8 | 34,8 | 28,2 | 20,4 | 28,6 | 13 | 14,20 |
| Azote | 1,02 | 0,79 | 1,46 | 1,52 | 0,81 | 1,42 | 1,34 | 0,73 | 1,28 | 0,62 | 0,60 |
| C/N | 17,5 | 24 | 25,6 | 25,1 | 29,4 | 24,5 | 21 | 27,9 | 22,3 | 21 | 23,7 |
| at.org.totales | 2,72 | 3,29 | 4,20 | 4,20 | 4,64 | 4,70 | 2,34 | 4,62 | 2,21 | 2,10 | 3,50 |
| c.humiques | 0,95 | 1,82 | 2,04 | 2,06 | 2,20 | 1,73 | 1,76 | 0,83 | 1,64 | 0,83 | 1,12 |
| c. fulviques | 1,73 | 1,47 | 2,52 | 2,14 | 1,9 | 2,91 | 2,94 | 1,51 | 2,08 | 1,38 | 0,98 |
| AF/AH | 1,86 | 0,81 | 1,23 | 1,04 | 0,83 | 1,68 | 1,67 | 1,82 | 1,82 | 1,66 | 0,87 |
| MHT/C % | 15,2 | 17,3 | 12,2 | 11 | 17,6 | 13,3 | 16,7 | 11,5 | 16,2 | 17 | 14,8 |
| **SELS SOLUBLES - EXTRAIT 1/10** | | | | | | | | | | | |
| Calcium meq/l | 1,2 | 5,9 | 4 | 5 | 5,6 | 5,9 | 5,2 | 4,6 | 10 | 3,7 | 5,2 |
| Magnésium " | 9 | 12,5 | 23 | 21,5 | 12 | 25 | 22,5 | 11 | 24,5 | 11 | 16,5 |
| Potassium " | 2 | 0,1 | 0,1 | 1,4 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| Sodium " | 44 | 21 | 69,5 | 58 | 22 | 53 | 47,5 | 21 | 47,5 | 23 | 21 |
| Chlore " | 49 | 20,1 | 71 | 61 | 20,1 | 54 | 52 | 22,1 | 52 | 24,5 | 18,5 |
| Sulfate " | 7,7 | 30 | 66 | 53 | 27,4 | 45 | 45,9 | 32,6 | 46,7 | 27 | 42 |
| C.E.micromhos/cm | 5700 | 4500 | 11700 | 10200 | 4300 | 8000 | 8650 | 4750 | 8650 | 4650 | 5200 |
| pH | 4,8 | 2,9 | 2,6 | 2,7 | 3 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,6 |
| Cl/SO4 | 6,3 | 0,7 | 1,1 | 1,1 | 0,7 | 1,2 | 1,1 | 0,7 | 1,1 | 0,9 | 0,4 |
| $SiO_2$ mg/l | 4,2 | 5,5 | n.d. | 18,5 | 4,7 | 15 | 19,5 | 9,5 | 13,5 | 7,9 | 11 |
| $Al_2O_3$ mg/l | | 120 | n.d. | 315 | 112 | 60 | 235 | 190 | 210 | 130 | 210 |
| $Fe_2O_3$ mg/l | | 185 | n.d. | 540 | 190 | 360 | 335 | 405 | 175 | 220 | 485 |
| **ELEMENTS TOTAUX EN %** | | | | | | | | | | | |
| Perte au feu | 13,4 | 9,94 | 21,19 | 19,66 | 10,43 | 19,07 | 17,92 | 10,39 | 16,55 | 7,98 | 9,31 |
| $SiO_2$ | 27,75 | 9,82 | 22,8 | 23,03 | 9,90 | 21,87 | 22,03 | 9,01 | 22,14 | 10,26 | 10,48 |
| Résidu insoluble | 26,97 | 67,35 | 22,99 | 24,58 | 66,8 | 28,9 | 30,9 | 65,4 | 33,2 | 69 | 65,4 |
| $Fe_2O_3$ | 2,88 | 2,38 | 5,56 | 5,25 | 5,88 | 4,63 | 4,69 | 2,73 | 3,7 | 2,3 | 3,3 |
| $Al_2O_3$ | 22,25 | 6,95 | 18,75 | 18,5 | 3,75 | 17 | 18,4 | 7,3 | 16,25 | 6,8 | 6,5 |
| $TiO_2$ | 1,19 | 0,59 | 0,91 | 1,10 | 0,44 | 1,06 | 1,06 | 0,48 | 0,99 | 0,49 | 0,5 |
| $MnO_2$ | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| CaO | 0,01 | 0,14 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,05 | 0,27 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| MgO | 0,64 | 0,40 | 0,77 | 0,77 | 0,36 | 0,79 | 0,87 | 0,38 | 0,77 | 0,39 | 0,42 |
| $Na_2O$ | 1,74 | 0,80 | 2,48 | 1,98 | 1,02 | 1,98 | 1,98 | 1,21 | 1,86 | 1,08 | 1,02 |
| $K_2O$ | 0,62 | 0,16 | 0,52 | 0,50 | 0,15 | 0,48 | 0,59 | 0,19 | 0,43 | 0,19 | 0,19 |
| $SiO_2/Al_2O_3$ | 2,1 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | 4,5 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,7 |
| Soufre total ‰ | 8,8 | 20,6 | 47,2 | 32,8 | 12 | 21,6 | 37,6 | 20,8 | 20 | 10 | 12,8 |

| PROFIL BAILA | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon | 101 | 111 | 121 | 131 | 141 | 151 | 161 | 171 | 181 | 191 |
| Profondeur en cm | 770<br>790 | 900<br>920 | 985<br>1000 | 1055<br>1070 | 1160<br>1180 | 1280<br>1300 | 1370<br>1390 | 1410<br>1430 | 1460<br>1480 | 1495<br>1510 |
| pH sec 1/1 | 2,3 | 2,5 | 2,9 | 2,6 | 2,6 | 7,5 | 2,1 | 6 | 7 | 2,2 |
| MATIERE ORGANIQUE ‰ DU SOL SECHE | | | | | | | | | | |
| Carbone | 25 | 82 | 25,4 | 17,8 | 13,4 | 0,8 | 16,6 | 1,1 | 5,1 | 41,8 |
| Azote | 1,06 | 0,41 | 0,90 | 0,66 | 0,64 | 0,18 | 0,59 | 0,18 | 0,36 | 1,44 |
| C/N | 23,6 | 20 | 28,2 | 27 | 20,9 | 4,4 | 28,1 | 6,1 | 14,2 | 29 |
| at.Hum. totales ‰ | 3,5 | 1,86 | 3,47 | 2,96 | 3,17 | 0,24 | 3,73 | 0,36 | 2,19 | 4,64 |
| cides humiques | 2,20 | 1,12 | 2,24 | 1,78 | 1,62 | | 1,83 | 0,03 | 0,65 | 2,16 |
| cides fulviques | 1,3 | 0,74 | 1,23 | 1,18 | 1,55 | | 1,90 | 0,33 | 1,54 | 2,48 |
| AF/AH | 0,59 | 0,66 | 0,55 | 0,66 | 0,96 | | 1,04 | 11 | 2,37 | 1,15 |
| MHT / C % | 14 | 22,7 | 13,7 | 16,6 | 23,7 | | 22,5 | 32,7 | 42,9 | 11,1 |
| SELS ET OXYDES SOLUBLES - EXTRAIT 1/10 | | | | | | | | | | |
| Calcium meq/l | 5,6 | 4,6 | 5,6 | 4,6 | 5,6 | 0,3 | 3,5 | 0,5 | 0,9 | 4,3 |
| Magnésium " | 23 | 9 | 15 | 13 | 12 | 0,9 | 10 | 22 | 8 | 24,5 |
| Potassium " | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,4 | 2 | 1,2 |
| Sodium " | 34 | 16 | 27 | 21,5 | 21 | 10 | 17 | 10,3 | 50 | 89 |
| Chlore " | 40 | 17,1 | 27,5 | 22 | 21 | 9 | 18 | 10,1 | 53 | 90 |
| Sulfate " | 46,7 | 18 | 26,6 | 21,4 | 21 | 1,3 | 71,6 | 3 | 6 | 57,9 |
| C.E.micromhos/cm | 7000 | 3350 | 4900 | 3900 | 3850 | 1150 | 6350 | 1350 | 5800 | 13050 |
| pH | 2,7 | 3 | 2,8 | 3,1 | 2,8 | 6,1 | 2,4 | 4,9 | 6,4 | 2,6 |
| $Cl/SO_4$ | 0,8 | 0,9 | 1 | 1 | 1 | 7 | 0,25 | 3,3 | 8,8 | 1,5 |
| $SiO_2$ mg/l | 12,4 | 4 | 6,8 | 5,7 | 5,5 | 1 | 10,3 | 1,6 | 1 | 2,9 |
| $Al_2O_3$ mg/l | 210 | 65 | 85 | 65 | 70 | ε | 550 | ε | ε | 262 |
| $Fe_2O_3$ mg/l | 260 | 100 | 140 | 75 | 100 | ε | 1000 | ε | ε | 237 |
| ELEMENTS TOTAUX EN % | | | | | | | | | | |
| Perte au feu | 15,07 | 4,9 | 11,34 | 8,95 | 7,54 | 6,76 | 13,15 | 4,26 | 4,64 | 22,48 |
| $SiO_2$ | 17,25 | 5,9 | 13 | 10,7 | 8 | 14,8 | 7,7 | 9,5 | 6,5 | 23,1 |
| Résidu insoluble | 45 | 82,7 | 60 | 66 | 73 | 52,4 | 62,4 | 73,7 | 79 | 22 |
| $Fe_2O_3$ | 3,5 | 1,3 | 2,4 | 2,3 | 1,95 | 6,3 | 5,8 | 1,5 | 2,35 | 5,8 |
| $Al_2O_3$ | 12,9 | 1,8 | 9,1 | 7,4 | 5,7 | 14,1 | 6,3 | 8,5 | 3,8 | 17,5 |
| $TiO_2$ | 0,84 | 0,36 | 0,66 | 0,61 | 0,38 | 1 | 0,53 | 0,55 | 0,34 | 1 |
| MnO2 | 0,05 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,03 |
| CaO | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,08 | ε | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| MgO | 0,74 | 0,23 | 0,51 | 0,43 | 0,37 | 0,17 | 0,31 | 0,10 | 0,51 | 0,82 |
| Na2O | 1,55 | 0,78 | 1,18 | 1,02 | 0,93 | 0,53 | 0,93 | 0,53 | 1,64 | 3,10 |
| K2O | 0,3 | 0,11 | 0,21 | 0,16 | 0,12 | 0,09 | 0,12 | 0,06 | 0,16 | 0,48 |
| $SiO_2/Al_2O_3$ | 2,3 | 5,6 | 2,4 | 2,5 | 2,4 | 1,8 | 2,1 | 1,9 | 2,9 | 2,2 |
| Soufre total ‰ | 27,2 | 8,8 | 15,2 | 11,2 | 8 | 1,9 | 50,4 | 2,3 | 11,7 | 59,2 |




**ELEMENTS TOTAUX**
**Pourcéntages cumulés**

Perte en eau
Si $O_2$
Résidu (Quartz)
$Al_2O_3$
$Fe_2O_3$

fig. 5

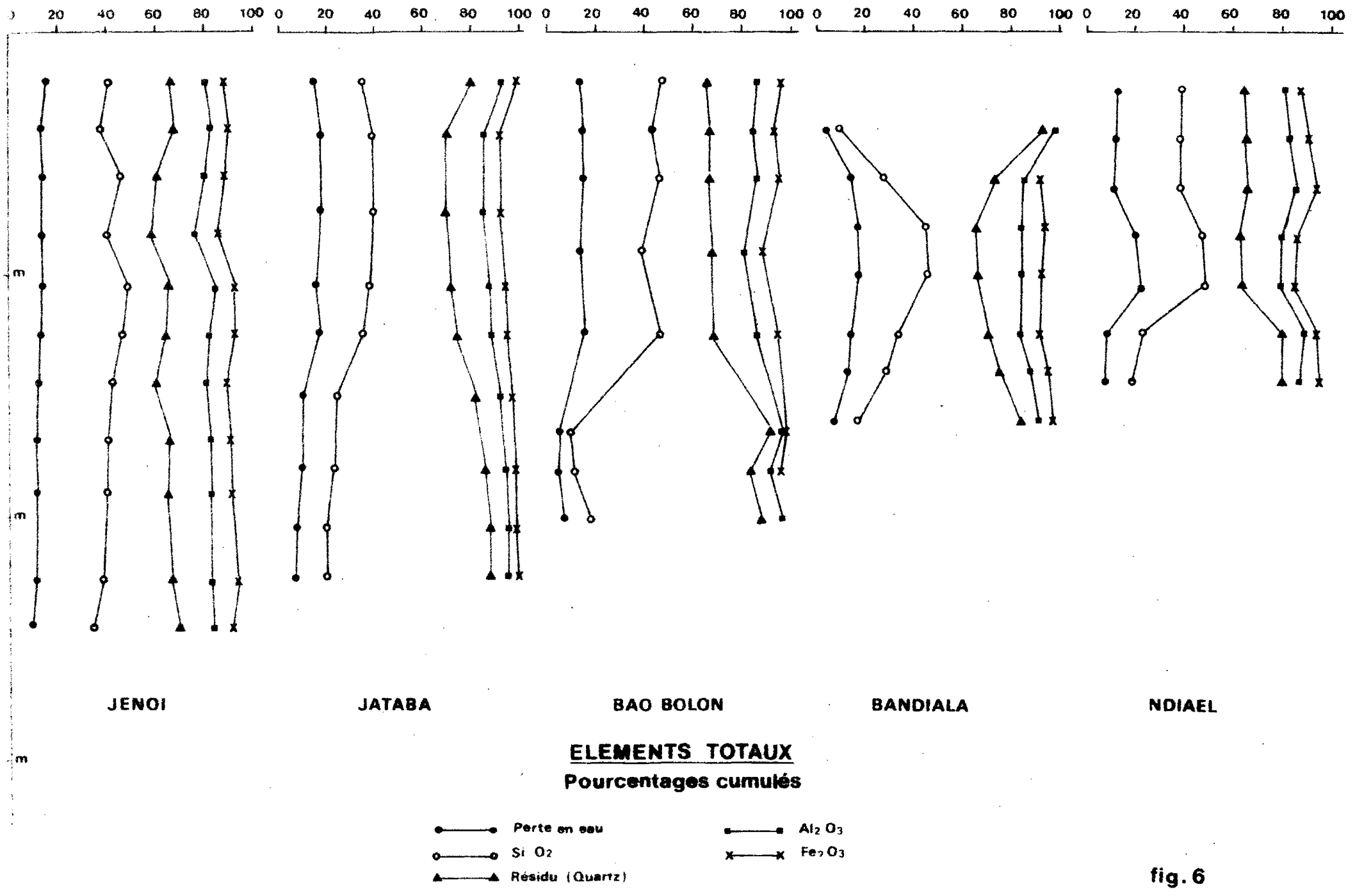

0 20 40 60 80 100
m
JENOI
JATABA
BAO BOLON
BANDIALA
NDIAEL
ELEMENTS TOTAUX
Pourcentages cumulés
Perte en eau
Si O2
Résidu (Quartz)
Al2 O3
Fe2 O3

fig. 6

d) $Fe_2O_3$

A l'encontre de la silice et de l'alumine, on observe pour le fer, de variations significatives entre les différentes carottes. C'est ainsi que JENOI et le BAO-BOLON sont les plus riches en fer, avec des teneurs supérieures à 7-8 %, suivies de TOBOR, BALINGORE, BANDIALA et N'DIAEL, avec des teneurs de 5-6 % . Toutes les autres carottes ont des teneurs en fer relativement faibles.

e) $TiO_2$

Cet élément se caractérise par sa très grande homogénéité à l'intérieur d'une carotte.

Les valeurs les plus élevées sont observées à TOBOR avec 1 % de $TiO_2$, suivies des 3 carottes de Gambie avec en moyenne 0,8 % . Toutes les autres carottes ayant des teneurs comprises entre 0,5 et 0,7 %, on remarque donc que les variations sont dans l'ensemble, assez faibles.

f) MnO2

Si, comme pour $TiO_2$, on observe une très grande homogénéité dans la répartition de cet élément à l'intérieur d'une carotte, on note, par contre de très grandes variations entre les différentes carottes.

Grosso-modo, on remarque que le manganèse est à l'état de traces en Casamance, alors qu'en Gambie, les teneurs atteignent 0,2-0,3 % . Au N'DIAEL, la moyenne est de 0,15 %

Il faut sans doute attribuer cette différence aux bassins versants des 2 fleuves, la Gambie drainant dans partie amont des formations précambriennes et des grandes zones cuirassées, tandis que la Casamance draine en totalité les formations du Continental terminal.

g) Alcalino-terreux

La répartition du calcium dans les carottes est très variable et essentiellement liée à la présence de coquilles calcaires, d'où les teneurs relativement élevées observées à BANDIALA et DIOULOULOU 1. Ailleurs, les teneurs en calcium sont faibles.

Les teneurs en magnésium sont nettement plus élevées que celles du calcium, particulièrement dans les 4 carottes situées en bordure des bras principaux des 3 fleuves : TOBOR et DIOULOULOU 1 pour la Casamance - JENOI, pour la Gambie et BANDIALA pour le Saloum. Dans ces 4 carottes, le taux de magnésium varie entre 1,35 et 1,8 % alors que partout ailleurs il est inférieur à 1 %

h) Alcalins

Des 4 bases, c'est le sodium qui est l'élément prédominant avec les teneurs les plus élevées - supérieures à 4 % - à BANDIALA et au N'DIAEL, situées dans les régions semi-arides à arides.

En Casamance, le taux de sodium est en moyenne de 3 %, sauf à EHIDI où comme nous l'avions déjà signalé, la salinité est très faible.

En Gambie, le taux de sodium est faible et inférieur à 1,5 %, ce qui est normal, compte tenu du débit important de ce fleuve par rapport à la Casamance. Rappelons que la Gambie est presque totalement dessalée pendant une bonne moitié de l'année (Août - Janvier).

Le potassium est relativement bien représenté alors que sous forme de sels solubles, il était presque insignifiant dans toutes les carottes.

En effet, le taux de potassium est, dans l'ensemble, supérieur à celui du calcium et à peine légèrement inférieur à celui du magnésium.

i) Rapport $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$

A l'exception de EHIDI, toutes les carottes présentent un rapport $SiO_2/Al_2O_3$ supérieur à 2, indiquant ainsi la présence d'une certaine proportion de smectite à côté de la kaolinite et de l'illite. On note que dans les milieux plus ou moins confinés (N'DIAEL et BAO-BOLON) le rapport SiO2/Al2O3 est égal ou supérieur à 3.

Dans toutes les autres carottes, le rapport SiO2/Al2O3 se situe entre 2,1 et 2,8 - les valeurs les plus faibles étant observées à TOBOR et BAILA - on peut supposer que là aussi la congélation a eu un certain effet ; les valeurs les plus élevées se situent à JENOI et BANDIALA (2,8 et 2,7).

j) Oxydes solubles

Dans certains échantillons - à pH acide - SiO2, Al2O3 et Fe2O3 ont été dosés sur l'extrait aqueux à 1/10 qui a servi au dosage des sels solubles. Il s'agit notamment des échantillons non congélés de BALINGORE, JATABA, N'DIAEL et DIOULOULOU 2 ainsi que de quelques échantillons congélés de BADO et BAILA.

Exprimés en mg/l (ou mg/100 g), les résultats montrent qu'en général pour un pH inférieur à 4, tous les échantillons contiennent des quantités appréciables d'Al2O3 et de Fe2O3. La teneur en SiO2 est en grande partie liée à la teneur en argile de l'échantillon.

A BALINGORE, où sur les 5 premiers mètres, la teneur en argile est très homogène, on note que pour des pH compris entre 3 et 4, les teneurs en $SiO_2$, $Al_2O_3$ et $Fe_2O_3$ sont respectivement comprises entre 15 et 23 mg/l, 98 et 300 mg/l et 125 et 260 mg/l.

A BAILA, on constate des variations importantes des teneurs en $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ d'un échantillon à un autre, bien que le pH du sol varie peu et se situe entre 2 et 2,5. Ces variations sont, au moins en partie, liées à l'hétérogénéité lithologique de cette carotte et il apparaît que les niveaux sableux libèrent proportionnellement plus de fer et d'aluminium dans la solution que les niveaux argileux.

Par ailleurs, le déséquilibre de la balance ionique de la plupart des échantillons de BAILA peut s'expliquer par la présence dans l'extrait aqueux de quantités relativement importantes de fer et d'aluminium.

# CONCLUSION

Au terme de cette étude provisoire, on peut déjà dégager quelques grandes lignes concernant les mangroves du Sénégal.

1/ Les formations de mangroves - vases argileuses ou sableuses - sont dans l'ensemble peu épaisses et ne dépassent pas les 20 m au-dessus du Continental terminal. Dans les zones d'embouchure - en particulier en Casamance, entre la mer et le marigot de DIOULOULOU - l'épaisseur de la vase est très faible et le soubassement plus sableux que vers l'amont. A cet égard, toute la partie aval de la Casamance présente des similitudes avec l'Estuaire du Saloum et le Delta du Sénégal.

2/ A l'exception de 2 forages (JENOI et TOBOR) où la série est homogène et argileuse, toutes les carottes se caractérisent par une lithologie hétérogène - généralement argileuse en surface et sableuse en profondeur ou encore, comme BAILA, une alternance d'argile et de sable.

3/ Le pH mesuré "in situ" est dans l'ensemble légèrement acide ou voisin de la neutralité (6 à 7), alors que le pH des échantillons séchés est presque partout très acide, sauf quand l'abondance de débris de coquilles calcaires permet de neutraliser l'acidité (BANGO, BANDIALA, DIOULOULOU 1).

4/ Les teneurs en carbone organique et soufre total sont élevées et l'on distingue assez nettement 2 régions, celle située en bordure des bras principaux des fleuves où le rapport C/N est compris entre 10 et 20 et le rapport C/S inférieur à 1. Il s'agit alors d'une matière organique relativement bien décomposée et d'un soufre, en grande partie inorganique.

La seconde région qui se situe en amont des affluents des fleuves se caractérise par un rapport C/N $\geqslant$ 20 et un rapport C/S 1. Ici, la matière organique est moins bien évoluée et le soufre lui est plus ou moins associé .

Dans la très grande majorité des cas, le taux d'humification est relativement faible et le rapport $\frac{\text{acides fulviques}}{\text{acides humiques}}$ est supérieur à 1.

5/ Toutes les carottes, sans exception, sont très salées, bien que, généralement, la salinité décroisse avec la profondeur. L'étude de la répartition des anions et cations solubles montre que les carbonates et les bicarbonates sont absents et que le K est à l'état de traces. Les sels solubles sont essentiellement le chlorure de sodium, le chlorure de magnésium et le sulfate de magnésium et, dans la plupart des cas, il s'agit d'une salinisation chlorurée-sulfatée-sodico-magnésienne.

La congélation des échantillons semble avoir provoqué des transformations dans la répartition des sels solubles. Il y a en effet une diminution très nette des chlorures et une augmentation générale des sulfates d'où un abaissement du rapport $Cl/SO_4$ et aussi du pH qui lui est plus ou moins associé.

6/ En ce qui concerne les éléments totaux, on retiendra que :

a) la silice et l'alumine varient peu dans les différentes carottes et que le rapport $SiO2/Al2O3$ est partout supérieur à 2, indiquant ainsi la présence d'une certaine quantité de smectites

b) le fer, par contre, présente des variations significatives d'une carotte à une autre avec les plus fortes teneurs en Gambie

c) le titane est un élément singulier par sa teneur sensiblement identique partout - environ 1 % - et sa répartition relativement homogène dans toutes les carottes

d) le manganèse se caractérise aussi par une répartition homogène dans les carottes, mais semble par ailleurs être plus lié au bassin versant qu'il draine. Pratiquement inexistant ou à l'état de traces en Casamance, il est en effet bien représenté en Gambie et dans le Delta du Sénégal.

Les bases, enfin, sont en grande partie représentées par le sodium et le magnésium traduisant ainsi l'origine marine des sédiments.

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

C. MARIUS - 1975 - Evolution des sols dans deux chronoséquences de l'Estuaire du Saloum.
ORSTOM/DAKAR - Ronéo - Juin 1975.

C. MARIUS - 1976 - Effets de la sécheresse sur l'évolution des sols de mangroves (Casamance-Gambie).
ORSTOM/DAKAR - Ronéo - Septembre 1976.

SERVANT J. - SERVAT E. - 1966 - Introduction à l'étude des sols salés littoraux du Languedoc-Roussillon.
Ann. Agron. - 1966 - 17 (1) pp. 53-73.

VIEILLEFON J. - 1977 - Les sols des mangroves et des tannes de Basse-Casamance.
Mém. ORSTOM n° 83.

# A N N E X E 1

## Tableaux de résultats analytiques

1 - BALINGORE
2 - BALINGORE (échantillons congélés
3 - BALINGORE (suite)
4 - OUSSOUYE
5 - NYASSIA
6 - JENOI
7 - JATABA
8 - BAO-BOLON
9 - N'DIAEL
10 - KHANT - BANGO
11 - BADO - Rhizophora
12 - BADO - Tanne - Avicennia
13 - BANDIALA
14 - TOBOR (échantillons congélés)
15 - TOBOR - (suite)
16 - EHIDI
17 - DIOULOULOU 1
18 - BAILA (échantillons congélés)
19 - BAILA (suite)
20 - DIOULOULOU 2
21 - Extrait aqueux à saturation en meq/l
22 - Eléments totaux : CASAMANCE
23 - " " : GAMBIE
24 - " " : SALOUM-SENEGAL.

| PROFIL | BALINGORE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Profondeur en cm | 70-100 | 120-140 | 140-160 | 200-220 | 280-300 | 300-320 | 350-365 | 365-380 | 425-435 | 480-500 | 500-600 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | | | | |
| Humidité | 18,2 | 18,4 | 11,6 | 11,9 | 10,2 | 10,7 | 11,1 | 12,7 | 15,3 | 10,5 | 10,4 |
| Argile | 40,6 | 52,1 | 55 | 54,9 | 57,4 | 58,7 | 56,5 | 56,9 | 53,5 | 58,3 | 62,3 |
| Limon fin | 10,2 | 12,2 | 13 | 12,4 | 11,9 | 12,5 | 13,1 | 12,5 | 12,5 | 12,8 | 16,7 |
| Limon grossier | 3,7 | 3,2 | 4,9 | 5,1 | 4,7 | 3,8 | 3,5 | 3,8 | 4,2 | 6 | 4,4 |
| Sable fin | 20,3 | 11,2 | 12,9 | 12,7 | 12,7 | 11 | 12,4 | 10,9 | 12,1 | 9,5 | 3,8 |
| Sable grossier | 5,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| Mat.organique | 13,2 | 9,4 | 9,2 | 9,7 | 9,2 | 8,8 | 10,3 | 8,8 | 9,4 | 9,5 | 10,1 |
| pH 1/1 sec | 3 | 3,2 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | 3,4 | 3,8 | 3,4 | 3,4 | 3,9 | 4 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | | | | |
| Carbone | 76,4 | 54,4 | 53,2 | 56 | 53,2 | 50,8 | 59,6 | 51 | 54,4 | 55,2 | 58,8 |
| Azote | 2,53 | 2,58 | 3,08 | 2,6 | 2,7 | 2,48 | 2,65 | 2,25 | 2,58 | 2,25 | 2,75 |
| C/N | 30,2 | 21,1 | 17,3 | 21,5 | 19,7 | 20,5 | 22,5 | 22,7 | 21,1 | 24,5 | 21,4 |
| Matières humiques totales ‰ | 8,89 | 7,49 | 7,18 | 6,69 | 7,25 | 7,17 | 7,36 | 6,69 | 6,66 | 6,52 | 6,05 |
| Acides humiques C ‰ | 2,22 | 2,04 | 2,27 | 2,37 | 2,32 | 2,09 | 3,09 | 2,57 | 2,81 | 2,75 | 2,47 |
| Acides fulviques C ‰ | 6,67 | 5,45 | 4,91 | 4,32 | 4,93 | 5,08 | 4,27 | 4,12 | 3,85 | 3,77 | 3,58 |
| AF/AH | 3 | 2,67 | 2,16 | 1,82 | 2,12 | 2,43 | 1,38 | 1,6 | 1,37 | 1,37 | 1,44 |
| MHT / C % | 11,6 | 13,8 | 13,5 | 11,9 | 13,6 | 14,1 | 12,4 | 13,1 | 12,2 | 11,8 | 10,3 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 9,5 | 8 | 7,5 | 7 | 9,5 | 8,5 | 7,5 | 7,5 | 10 | 7 | 6,5 |
| Magnésium $Mg^{++}$ méq/l | 37 | 33 | 31 | 31 | 33,5 | 32 | 30,5 | 30 | 29 | 26 | 24 |
| Potassium $K^{+}$ méq/l | 2,5 | 2,8 | 2,6 | 3 | 2,6 | 2,7 | 2,6 | 2,5 | 2,2 | 2,6 | 2,5 |
| Sodium $Na^{+}$ méq/l | 144 | 128 | 122 | 118 | 120 | 112 | 107 | 98 | 94 | 91 | 88 |
| Chlore $Cl^{-}$ méq/l | 160 | 142,5 | 140 | 137,5 | 132,5 | 122,5 | 120 | 105 | 100 | 100 | 92,5 |
| Sulfate $SO_4^{--}$ méq/l | 34,7 | 36 | 29,1 | 34,3 | 32,6 | 29,1 | 29,1 | 29,1 | 34,3 | 25,7 | 17,1 |
| C.E.en micromhos /cm | 20050 | 17050 | 16450 | 15950 | 16150 | 15800 | 13750 | 12950 | 12950 | 12400 | 11300 |
| Soufre total ‰ | 59,4 | 54 | 56,4 | 63 | 53,4 | 55,2 | 48,6 | 51 | 60 | 45,6 | 42,6 |

| BALINGORE - ECHANTILLONS CONGELES | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 11 | 12 | 21 | 22 | 31 | 41 | 51 | 52 | 61 | 62 |
| Profondeur en cm | 50-70 | 100-120 | 150-170 | 230-250 | 330-350 | 440-420 | 510-530 | 550-570 | 580-600 | 600-670 |
| pH sec 1/1 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,3 | 2,2 | 2,7 | 5,3 | 2,6 | 2,2 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | | | |
| Carbone | 78,2 | 57 | 49,8 | 52,4 | 46,6 | 65,8 | 55,4 | 61,8 | 62,2 | 51 |
| Azote | 2,39 | 2,26 | 2,1 | 2,15 | 2,1 | 2,43 | 2,2 | 2,45 | 2,43 | 1,56 |
| C/N | 32,7 | 25,2 | 23,7 | 24,3 | 22,2 | 27,1 | 25,2 | 25,2 | 25,6 | 32,7 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 7,6 | 6,2 | 7,2 | 5,9 | 5,9 | 6,5 | 6,5 | 3,7 | 6,9 | 6 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 34 | 29 | 26 | 25,5 | 25,5 | 27 | 27 | 14,5 | 28 | 15 |
| Potassium $K^{+}$ " | 0,3 | 1,5 | 1,6 | 0,3 | 1,3 | 0,2 | 2 | 3,6 | 1,3 | 0,7 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 110 | 113 | 90 | 72 | 80 | 74,5 | 82 | 72 | 82 | 52,2 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 120 | 122 | 101 | 70 | 80 | 71 | 80 | 70 | 80 | 53 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 71,6 | 63 | 49,3 | 49,7 | 59,6 | 66 | 42,9 | 20,6 | 45,4 | 40,3 |
| C.E. en micromhos/cm | 17300 | 17050 | 13800 | 10700 | 12300 | 12250 | 11200 | 8650 | 11200 | 8250 |
| pH | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 3 | 2,7 | 2,7 | 3 | 6,5 | 2,8 | 2,7 |
| $Cl^{-}/SO_4$ | 1,7 | 1,9 | 2 | 1,4 | 1,3 | 1 | 1,9 | 3,5 | 1,7 | 1,3 |
| $SiO_2$ mg/l | | | | | | | 5,8 | 3,5 | | 3 |
| $Al_2O_3$ " | | | | | | | 102 | | | 140 |
| $Fe_2O_3$ " | | | | | | | 95 | | | 245 |
| Soufre total ‰ | 64,8 | 64,8 | 49,6 | 34,4 | 51,2 | 37,6 | 36 | 16,8 | 32 | 19,2 |

BALINGORE - ECHANTILLONS CONGELES (suite)

| Echantillon n° | 63 | 64 | 65 | 71 | 72 | 73 | 81 | 82 | 91 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur en cm | 620-640 | 640-660 | 660-680 | 680-695 | 720-740 | 760-780 | 810-830 | 875-895 | 920-940 |
| pH sec 1/1 | 2,7 | 2,5 | 2,7 | 2,3 | 2,3 | 3,3 | 3,9 | 4 | 6,2 |

MATIERE ORGANIQUE EN ‰

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carbone | 11 | 13,8 | 12,2 | 51,8 | 33 | 6,5 | 3,6 | 1,6 | 0,84 |
| Azote | 0,4 | 0,47 | 0,42 | 1,6 | 0,73 | 0,37 | 0,3 | 0,21 | 0,17 |
| C/N | 27,5 | 29,4 | 29 | 32,4 | 45,2 | 17,6 | 12 | 7,6 | 4,9 |

SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calcium $Ca^{++}$ meq/l | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 7,6 | 4 | 3,2 | 0,7 | 0,4 | 0,4 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 7 | 8 | 7 | 24,5 | 11 | 8 | 2,9 | 1,9 | 1,1 |
| Potassium $K^{+}$ " | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 20 | 24 | 23 | 62 | 28,5 | 17 | 9,1 | 8,4 | 7,5 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 22,5 | 25 | 23 | 61 | 26 | 17 | 9,1 | 8,5 | 8 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 9,9 | 15 | 12,4 | 50,1 | 35,1 | 12,9 | 4,7 | 2,6 | 1,7 |
| C.E. en micromhos/cm | 3350 | 4000 | 3550 | 10200 | 5500 | 2850 | 1400 | 1200 | 1050 |
| pH | 3,5 | 3,2 | 3,3 | 2,8 | 2,8 | 3,5 | 4,5 | 4,7 | 5,4 |
| $Cl/SO_4$ | 2,2 | 1,6 | 1,9 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 2 | 3 | |
| $SiO_2$ mg/l | 1,5 | 2 | 2,3 | | 4 | 4,2 | | | |
| $Al_2O_3$ | 30 | 55 | 40 | | 130 | 20 | | | |
| $Fe_2O_3$ | 45 | 60 | 85 | | 430 | 10 | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soufre total ‰ | 9,4 | 12,2 | 9,2 | 38,4 | 17,2 | 7,8 | 4,3 | 2,2 | 1,4 |

| PROFIL | CUSSOUYE | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Profondeur en cm | 10-30 | 210-230 | 280-300 | 430-450 | 510-530 | 610-630 | 705-725 | 800-830 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | |
| Humidité | 10,2 | 9,4 | 6,9 | 2,1 | 6,4 | 1,8 | 4,8 | 6,6 |
| Argile | 61,5 | 68,3 | 44,7 | 13,8 | 7,1 | 11,3 | 36,4 | 55,5 |
| Limon fin | 15,2 | 17,0 | 9,6 | 2,9 | 1,6 | 2,6 | 7,2 | 16,2 |
| Limon grossier | 2,5 | 3,2 | 4,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 8,6 |
| Sable fin | 13,7 | 11,1 | 23,7 | 21,9 | 17,1 | 6,8 | 4,5 | 5,9 |
| Sable grossier | 7,1 | 0,4 | 17,7 | 61,5 | 74,1 | 79,2 | 51,6 | 13,8 |
| Matière organique | 10,8 | 7,0 | 5,8 | 1,7 | 1,2 | 1,4 | 3,7 | 3,4 |
| pH 1/1 sec | 2,1 | 3,1 | 3,5 | 3,8 | 3,7 | 3,7 | 3,5 | 3,3 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | |
| Carbone | 62,80 | 40,40 | 33,60 | 9,60 | 6,80 | 8,40 | 21,70 | 20,00 |
| Azote | 2,65 | 2,15 | 1,58 | 0,60 | 0,43 | 0,52 | 1,25 | 1,18 |
| C/N | 23,7 | 18,8 | 21,3 | 16,0 | 15,8 | 16,1 | 17,0 | 16,9 |
| Mat. Humiques totales ‰ | 8,15 | 5,37 | 4,37 | 1,81 | 1,26 | 1,65 | 2,85 | 3,73 |
| Acides humiques C ‰ | 1,36 | 1,43 | 1,24 | 0,49 | 0,38 | 0,48 | 0,86 | 1,44 |
| Acides fulviques C ‰ | 6,79 | 3,94 | 3,13 | 1,32 | 0,88 | 1,17 | 1,99 | 2,29 |
| AF/AH | 4,99 | 2,76 | 2,52 | 2,69 | 2,32 | 2,44 | 2,31 | 1,59 |
| $\frac{MHT}{C}$ % | 13,0 | 13,3 | 13,0 | 18,9 | 18,5 | 19,6 | 13,4 | 18,7 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | |
| Calcium $Ca^{++}$ méq/l | 8,1 | 7,4 | 6,1 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 2,0 | 3,0 |
| Magnésium $Mg^{++}$ " | 63,5 | 46,0 | 30,3 | 8,3 | 6,8 | 6,9 | 12,5 | 19,0 |
| Potassium $K^{+}$ " | 4,2 | 4,5 | 3,2 | 1,1 | 0,7 | 0,9 | 1,6 | 1,5 |
| Sodium $Na^{+}$ " | 240,0 | 123,5 | 87,0 | 25,0 | 18,5 | 20,0 | 39,0 | 52,5 |
| Chlore $Cl^{-}$ " | 260,0 | 140,0 | 100,0 | 29,0 | 22,0 | 24,0 | 42,0 | 53,0 |
| Sulfate $SO_4^{=}$ " | 62,4 | 48,3 | 30,9 | 9,1 | 8,6 | 7,5 | 16,8 | 23,7 |
| C.E. en micromhos/cm | 33800 | 17900 | 12300 | 3000 | 3000 | 3200 | 5800 | 7400 |
| Soufre total ‰ | 65,4 | 41,4 | 40,2 | 9,0 | 7,2 | 10,2 | 18,0 | 16,2 |

| PROFIL DIOULOULOU 2 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Echantillon n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Profondeur | 20<br>40 | 180<br>200 | 340<br>360 | 420<br>440 | 535<br>555 | 630<br>650 | 700<br>730 | 800<br>830 |
| GRANULOMETRIE EN % | | | | | | | | |
| Argile | 71,6 | 74,2 | 29,1 | 21,7 | 10,6 | 16,2 | 32 | 43,6 |
| Limon fin | 18,4 | 19 | 8,5 | 6,1 | 3 | 5,7 | 9,3 | 13,8 |
| Limon grossier | 6,1 | 4,1 | 1,5 | 1,1 | 0,6 | 13,6 | 22,1 | 21 |
| Sable fin | 3 | 2,3 | 59,1 | 54,7 | 65,2 | 59,3 | 34,8 | 19,1 |
| Sable grossier | 0,9 | 0,4 | 1,8 | 16,4 | 20,6 | 5,2 | 1,8 | 2,5 |
| Matière organique | 10,6 | 11,1 | 7,2 | 4,2 | 2,2 | 3,4 | 5,3 | 7,8 |
| pH sec 1/1 | 2,8 | 2,5 | 2,4 | 2,8 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,2 |
| MATIERE ORGANIQUE EN ‰ | | | | | | | | |
| Carbone | 33,4 | 34,2 | 34,6 | 15,8 | 9 | 11,8 | 15,8 | 34,6 |
| Azote | 1,16 | 1,22 | | 0,57 | 0,34 | 0,40 | 0,64 | 0,96 |
| C/N | 28,8 | 28 | | 27,7 | 26,5 | 23,5 | 24,7 | 36 |
| Matières humiques totales | 5,14 | 6,28 | 4,58 | 2,89 | 2,20 | 3,21 | 3,74 | 6,63 |
| Acides humiques C ‰ | 2,90 | 1,68 | 1,49 | 0,71 | 0,70 | 1,04 | 1,39 | 2,34 |
| Acides fulviques C ‰ | 2,24 | 4,60 | 3,09 | 2,18 | 1,50 | 2,17 | 2,35 | 4,29 |
| AF/AH | 0,77 | 2,74 | 2,07 | 3,07 | 2,14 | 2,08 | 1,69 | 1,83 |
| $\frac{MHT}{C}$ % | 15,39 | 18,36 | 13,23 | 18,29 | 24,4 | 27,2 | 23,6 | 19,1 |
| SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10 | | | | | | | | |
| Calcium Ca++ méq/l | 3,3 | 4,55 | 4,4 | 4,6 | 1,5 | 5,4 | 6,6 | 10,20 |
| Magnésium Mg++ " | 33,5 | 42 | 33,5 | 21 | 12,5 | 16 | 18,5 | 26,5 |
| Potassium K+ " | 2,5 | 1,5 | 0,22 | 0,47 | 0,15 | 0,09 | 0,10 | 0,21 |
| Sodium Na+ " | 129 | 138 | 93 | 60 | 36 | 44 | 48 | 67 |
| Chlore $Cl^-$ " | 136 | 144 | 94 | 60 | 36,8 | 44 | 48 | 70 |
| Sulfate $SO_4^=$ " | 34 | 42 | 36,8 | 22,28 | 10,7 | 15,8 | 25,3 | |
| C.E. en micromhos/cm | 16970 | 19090 | 12990 | 7860 | 4960 | 6150 | 7140 | 11330 |
| pH | 3,2 | 2,9 | 2,8 | 3,2 | 3,2 | 3 | 3 | 2,7 |
| $Cl/SO_4$ | 4 | 3,4 | 2,6 | 2,7 | 3,4 | 3 | 1,9 | |
| $SiO_2$ mg/ 100 g | 13,5 | 22 | 10 | 6 | 4,5 | 6,5 | 9 | 13,5 |
| $Al_2O_3$ mg/100 g | 15,1 | 37 | 50 | 12,6 | 11,9 | 13 | 26 | 88 |
| $Fe_2O_3$ mg/100 g | 18,5 | 78,5 | 160 | 14 | 21 | 39,5 | 100 | 330 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soufre total en ‰ | 28,8 | 57,6 | 36,8 | 24 | 22,8 | 19,2 | 28 | 51,2 |

EXTRAIT AQUEUX A SATURATION EN MEQ/1

| | N° Ech. | Ca | Mg | K | Na | Cl | $SO_4$ | C. E. µmhos/Cm | pH | Somme des cations | Somme anions | Cl / $SO_4$ | Na + K / Ca + Mg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BALINGORE | 1 | 3,4 | 840 | 1 | 2625 | 3100 | 359,9 | 384900 | 2,6 | 3469,4 | 3459,9 | 8,6 | 3,1 |
| | 2 | 5,7 | 625 | 1,7 | 1975 | 2350 | 351,4 | 303300 | 1,9 | 2607 | 2701,4 | 6,6 | 3,1 |
| | 3 | 4,8 | 745 | 0,7 | 2225 | 2800 | 402,8 | 356000 | 1,9 | 2975,5 | 3202,8 | 7 | 3 |
| | 4 | 4,7 | 750 | 0,5 | 2225 | 2700 | 368,5 | 330600 | 1,8 | 2980,2 | 3068,5 | 7,3 | 3 |
| | 5 | 6 | 650 | 0,5 | 1800 | 2200 | 342,8 | 303000 | 1,9 | 2456,5 | 2542,8 | 6,4 | 2,7 |
| | 6 | 6,5 | 610 | 0,5 | 1725 | 2050 | 385,7 | 266700 | 2,9 | 2342 | 2435,7 | 5,3 | 2,8 |
| | 7 | 9,1 | 590 | 0,7 | 1425 | 1800 | 385,7 | 242400 | 2,5 | 2024,8 | 2185,7 | 4,6 | 2,4 |
| | 8 | 6,8 | 630 | 0,5 | 1575 | 1900 | 377,1 | 260200 | 2,4 | 2212,3 | 2277,1 | 5 | 2,5 |
| | 9 | 6,5 | 750 | 0,5 | 1650 | 2000 | 377,1 | 243500 | 2,1 | 2407 | 2377,1 | 5,3 | 2,2 |
| | 10 | 8,4 | 600 | 0,6 | 1350 | 1700 | 359,9 | 242400 | 2,4 | 1959 | 2059,9 | 4,7 | 2,2 |
| | 11 | 10,1 | 495 | 0,8 | 1100 | 1400 | 342,8 | 200700 | 2,5 | 1605,4 | 1742,8 | 4 | 2,2 |
| JATABA | 1 | 12,2 | 290 | 1,1 | 950 | 1100 | 360 | 132400 | 2,3 | 1253,3 | 1460 | 3 | 3,1 |
| | 2 | 7,6 | 350 | 0,4 | 900 | 1000 | 394,2 | 196900 | 1,9 | 1258 | 1394,2 | 2,5 | 2,5 |
| | 3 | 5,4 | 385 | 0,3 | 850 | 850 | 445,6 | 199700 | 2 | 1240,7 | 1295,6 | 1,9 | 2,2 |
| | 4 | 7 | 295 | 0,5 | 400 | 400 | 360 | 77400 | 2,2 | 702,2 | 760 | 1,1 | 1,3 |
| | 5 | 7,5 | 300 | 0,3 | 300 | 300 | 385,7 | 75000 | 2 | 607,8 | 685,7 | 0,7 | 0,9 |
| | 6 | 9,7 | 210 | 0,3 | 200 | 180 | 334,2 | 48600 | 2,2 | 420 | 514,2 | 0,5 | 0,9 |
| | 7 | 12,4 | 170 | 0,5 | 170 | 150 | 317,1 | 40600 | 2,2 | 352,9 | 467,1 | 0,5 | 0,9 |
| | 8 | 7,7 | 185 | 0,4 | 140 | 130 | 334,2 | 45200 | 2,2 | 333,1 | 464,2 | 0,4 | 0,7 |
| | 9 | 7,5 | 175 | 0,2 | 100 | 80 | 342,8 | 39200 | 2,5 | 282,7 | 422,8 | 0,25 | 0,5 |
| | 10 | 11,9 | 130 | 0,3 | 70 | 50 | 342,8 | 30300 | 2,6 | 212,2 | 392,8 | 0,25 | 0,5 |
| BANDIALA | 2 | 108 | 700 | 46 | 2600 | 2920 | 205,7 | 383333 | 6,2 | 3454 | 3126,3 | 14 | 3,2 |
| | 3 | 68 | 800 | 54 | 3300 | 3720 | 231,4 | 411500 | 6,1 | 4222 | 3952,1 | 16 | 3,8 |
| | 4 | 84 | 600 | 46 | 2800 | 3320 | 180 | 383333 | 6,3 | 3530 | 3500,8 | 18 | 4,1 |
| | 5 | 88 | 456 | 44 | 2250 | 2860 | 162,8 | 330182 | 6,4 | 2838 | 3024 | 17,5 | 4,2 |
| | 6 | 92 | 382 | 34 | 1700 | 2080 | 154,3 | 201150 | 6,7 | 2208 | 2208 | 13,5 | 3,6 |
| N'DIAEL | 1 | 45 | 535 | 38,5 | 1725 | 2350 | 317,1 | 254000 | 3,3 | 2343,5 | 2667,1 | 7,4 | 3 |
| | 2 | 55 | 415 | 30 | 1300 | 1750 | 240 | 193200 | 4,7 | 1800 | 1990,2 | 7,3 | 2,8 |
| | 3 | 55 | 320 | 22,5 | 1000 | 1450 | 171,4 | 135100 | 5 | 1397,5 | 1621,9 | 8,4 | 2,7 |
| | 4 | 40 | 530 | 21 | 1425 | 2000 | 385,7 | 208700 | 2,7 | 2016 | 2385,7 | 5,1 | 2,5 |
| | 5 | 40 | 460 | 22,5 | 1175 | 1500 | 342,8 | 170200 | 2,8 | 1697,5 | 1842,8 | 4,3 | 2,4 |
| | 6 | 45 | 220 | 19,5 | 600 | 950 | 188,5 | 83800 | 3,5 | 884,5 | 1138,5 | 5 | 2,3 |
| | 7 | 17,3 | 35 | 7 | 260 | 350 | 27,4 | 30300 | 7 | 319,3 | 381 | 12 | 5 |

CASAMANCE - ELEMENTS TOTAUX EN % DU SOL SECHE A L'AIR

| Echantillon | Profondeur cm | Perte feu | $SiO_2$ | $Fe_2O_3$ | Résidu | $Al_2O_3$ | $TiO_2$ | $MnO_2$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 150/165 | 6,1 | 6,9 | 2,7 | 70,2 | 8,3 | 0,62 | 0,01 | 0,05 | 0,25 | 0,81 | 0,13 | 1,8 |
| 2 | 200/240 | 5 | 9,4 | 1,5 | 72,6 | 8,8 | 0,45 | 0,01 | 0,01 | 0,20 | 0,74 | 0,11 | 1,8 |
| 3 | 315/350 | 5,3 | 11,3 | 1,6 | 70 | 9,3 | 0,11 | 0,01 | 0,04 | 0,23 | 0,74 | 0,13 | 2,1 |
| 4 | 420/450 | 5,5 | 10,5 | 2,8 | 68,6 | 9 | 0,70 | 0,01 | 0,02 | 0,21 | 0,74 | 0,13 | 2 |
| 5 | 530/550 | 5 | 10,8 | 3,3 | 68,5 | 10,3 | 0,74 | 0,01 | 0,06 | 0,18 | 0,54 | 0,12 | 1,8 |
| 1 | 100/120 | 8,4 | 8 | 2,3 | 73,5 | 5,6 | 0,61 | 0,01 | 0,08 | 0,65 | 1,90 | 0,23 | 2,4 |
| 2 | 200/220 | 11,1 | 14,9 | 3,9 | 51,6 | 9,3 | 0,69 | 0,02 | 0,51 | 1,30 | 3,41 | 0,42 | 2,7 |
| 3 | 300/320 | 14,9 | 17,4 | 5,3 | 37,9 | 13 | 0,75 | 0,06 | 0,60 | 1,70 | 4,61 | 0,65 | 1,8 |
| 4 | 400/420 | 12 | 15,9 | 4,2 | 49,5 | 9,5 | 0,67 | 0,03 | 0,46 | 1,40 | 3,56 | 0,43 | 2,8 |
| 5 | 500/520 | 8,8 | 13,7 | 3,3 | 58,7 | 8,8 | 0,61 | 0,02 | 0,20 | 1,10 | 2,48 | 0,38 | 2,6 |
| 6 | 600/620 | 12,7 | 20,4 | 4,8 | 40,1 | 13,5 | 0,75 | 0,03 | 0,32 | 1,6 | 3,22 | 0,59 | 2,6 |
| 7 | 815/835 | 9,1 | 17,7 | 3,9 | 49,9 | 12 | 0,65 | 0,03 | 0,36 | 1,2 | 2,05 | 0,40 | 2,5 |
| 8 | 910/935 | 9,9 | 19 | 4 | 45 | 18,3 | 0,22 | 0,04 | 0,48 | 1,25 | 2,17 | 0,43 | 1,8 |
| 9 | 985/1005 | 10,4 | 20,7 | 4,8 | 41,6 | 14,3 | 0,82 | 0,04 | 0,43 | 1,30 | 2,17 | 0,43 | 2,4 |
| 1 | 20/40 | 19,26 | 22,46 | 2,95 | 26,16 | 16,75 | 1,07 | 0,02 | 0,04 | 0,43 | 4,6 | 0,71 | 2,3 |
| 2 | 180/200 | 20,08 | 23,26 | 4,69 | 21,78 | 15,5 | 0,96 | 0,04 | 0,05 | 1,09 | 5,1 | 0,72 | 2,5 |
| 3 | 340/360 | 12,52 | 7,96 | 2,65 | 63,3 | 5,9 | 0,52 | 0,02 | 0,09 | 0,59 | 2,34 | 0,29 | 2,3 |
| 4 | 420/440 | 7,68 | 7,8 | 1,9 | 70,5 | 5,9 | 0,62 | 0,01 | 0,03 | 0,33 | 1,86 | 0,26 | 2,3 |
| 5 | 335/555 | 7,02 | 5,47 | 1,6 | 77,6 | 4,05 | 0,37 | 0,01 | 0,05 | 0,31 | 1,61 | 0,19 | 2,3 |
| 6 | 630/650 | 6,19 | 4,74 | 1,75 | 78,9 | 4,1 | 0,55 | 0,02 | 0,06 | 0,26 | 1,01 | 0,17 | 1,9 |
| 7 | 700/730 | 9,75 | 6,27 | 2,95 | 64 | 7,85 | 0,75 | 0,02 | 0,11 | 0,37 | 1,38 | 0,25 | 1,3 |
| 8 | 800/830 | 16,8 | 13,23 | 5 | 47,8 | 9,9 | 0,85 | 0,02 | 0,13 | 0,57 | 2,26 | 0,34 | 2,3 |
| 1 | 70/100 | 28,5 | 23,2 | 5,5 | 16,1 | 14,8 | 0,75 | ε | 1,12 | 1 | 4,19 | 0,59 | 2,7 |
| 2 | 120/140 | 23,9 | 21,8 | 5,9 | 18,5 | 16,3 | 0,75 | ε | 0,14 | 0,20 | 3,37 | 0,71 | 2,3 |
| 3 | 140/160 | 23,2 | 22,7 | 5,8 | 23 | 16,8 | 0,75 | ε | 2,10 | 0,90 | 3,6 | 0,59 | 2,3 |
| 4 | 200/220 | 22,9 | 27,8 | 6 | 18,9 | 17,5 | 0,75 | 0,01 | 0,14 | 1 | 3,84 | 0,71 | 2,7 |
| 5 | 280/300 | 23,7 | 26 | 5,6 | 18,1 | 16,8 | 0,75 | ε | 0,14 | 1 | 3,6 | 0,59 | 2,6 |
| 6 | 300/320 | 22,8 | 28,6 | 5,8 | 17,1 | 17,8 | 0,75 | ε | 0,70 | 1 | 3,1 | 0,71 | 2,7 |
| 7 | 350/365 | 23,4 | 26,8 | 4,9 | 20,4 | 17 | 0,75 | 0,01 | 1,4 | 1 | 3,37 | 0,59 | 2,7 |
| 8 | 365/370 | 23,2 | 24 | 6,4 | 19,9 | 18 | 0,62 | 0,01 | 0,14 | 1 | 2,91 | 0,59 | 2,3 |
| 9 | 425/435 | 23,3 | 27,6 | 6,2 | 19,1 | 17 | 0,75 | 0,01 | 0,14 | 0,9 | 2,91 | 0,59 | 2,7 |
| 10 | 480/500 | 22,8 | 29,4 | 6,3 | 19 | 17,8 | 0,75 | ε | ε | 1 | 2,56 | 0,59 | 2,8 |
| 11 | 580/600 | 22,3 | 28 | 6,3 | 17,8 | 19,5 | 0,81 | ε | ε | 0,90 | 2,33 | 0,59 | 2,4 |

Eléments totaux en % - GAMBIE

| | Echantillon | Profondeur | Perte au feu | $SiO_2$ | Résidu | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $MnO_2$ | $TiO_2$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 80/100 | 16,36 | 23,52 | 26,75 | 6,80 | 14,44 | 0,13 | 0,95 | 0,33 | 0,25 | 1,5 | 1,13 | 2,7 |
| | 2 | 200/230 | 13,24 | 24,20 | 30,50 | 6,69 | 14,25 | 0,18 | 0,91 | 0,15 | 1,36 | 1,53 | 1,08 | 2,9 |
| | 3 | 310/330 | 14,4 | 31,87 | 14,42 | 8 | 19,50 | 0,30 | 0,90 | 0,17 | 1,32 | 2,70 | 1,29 | 2,2 |
| | 4 | 410/430 | 14,02 | 26,05 | 17,36 | 7,62 | 18,5 | 0,21 | 0,90 | 0,14 | 1,62 | 2,57 | 1,23 | 2,4 |
| | 5 | 510/530 | 13,83 | 34,72 | 17,02 | 8,12 | 29,25 | 0,18 | 0,91 | 0,16 | 1,62 | 2,42 | 1,26 | 3 |
| | 6 | 610/630 | 13,11 | 31,57 | 18,13 | 7,56 | 17,5 | 0,15 | 0,94 | 0,10 | 1,57 | 1,95 | 1,17 | 3 |
| | 7 | 710/730 | 12,35 | 30,36 | 19,05 | 7,81 | 18,75 | 0,13 | 0,97 | 0,08 | 1,57 | 1,43 | 1,14 | 2,7 |
| | 8 | 830/850 | 11,55 | 28,07 | 24,85 | 7,75 | 17,5 | 0,15 | 1,05 | 0,07 | 1,36 | 1,09 | 1,05 | 2,7 |
| | 9 | 930/950 | 11,28 | 28,66 | 25,35 | 8 | 17 | 0,25 | 1,01 | 0,13 | 1,20 | 0,96 | 0,93 | 2,8 |
| | 10 | 1120/1140 | 10,6 | 27,4 | 27,8 | 8,75 | 17,25 | 0,15 | 1,02 | 0,13 | 1 | 0,63 | 0,88 | 2,7 |
| | 11 | 1200/1225 | 9,66 | 23,98 | 35,93 | 7,81 | 13,25 | 0,28 | 1,02 | 0,13 | 0,86 | 0,49 | 0,82 | 3,1 |
| [illegible] | 1 | 100/120 | 14,9 | 19,3 | 45,8 | 2,8 | 12,75 | 0,03 | 0,87 | 0,08 | 0,75 | 1,25 | 0,38 | 2,6 |
| | 2 | 210/220 | 19,3 | 21,3 | 30,6 | 8,1 | 15,5 | 0,08 | 0,85 | 0,13 | 0,50 | 1,46 | 0,46 | 2,3 |
| | 3 | 360/380 | 19,7 | 21,6 | 30,6 | 4,4 | 15 | 0,08 | 0,84 | 0,12 | 0,69 | 1,38 | 0,43 | 2,4 |
| | 4 | 510/530 | 16,3 | 22,1 | 34,5 | 3,35 | 14,7 | 0,04 | 0,95 | 0,07 | 0,70 | 0,66 | 0,38 | 2,5 |
| | 5 | 610/630 | 18,1 | 17,7 | 38,6 | 3,4 | 12,2 | 0,04 | 0,70 | 0,12 | 0,6 | 0,6 | 0,33 | 2,4 |
| | 6 | 730/750 | 10,2 | 13,4 | 59,7 | 2,45 | 9,6 | 0,03 | 0,85 | 0,07 | 0,5 | 0,29 | 0,26 | 2,4 |
| | 7 | 810/830 | 7,4 | 11,1 | 68 | 2 | 7,8 | 0,03 | 0,7 | 0,11 | 0,35 | 0,23 | 0,21 | 2,1 |
| | 8 | 880/900 | 10,2 | 12,3 | 63,7 | 2,3 | 9,4 | 0,03 | 0,66 | 0,11 | 0,25 | 0,22 | 0,23 | 2,2 |
| | 9 | 1010/1030 | 8,4 | 11 | 67,7 | 2,2 | 7,5 | 0,03 | 0,71 | 0,06 | 0,30 | 0,18 | 0,21 | 2,5 |
| | 10 | 1110/1130 | 7,9 | 11,9 | 66,3 | 2,1 | 8,3 | 0,03 | 0,7 | 0,06 | 0,25 | 0,22 | 0,23 | 2,2 |
| BAO - BOLON | 1 | 90/120 | 12,9 | 34,3 | 17,95 | 7 | 20,75 | 0,04 | 1 | 0,04 | 0,25 | 0,67 | 0,94 | 2,8 |
| | 2 | 180/200 | 15,5 | 28,1 | 23,6 | 7,6 | 16,5 | 0,30 | 0,85 | 0,16 | 0,70 | 0,61 | 0,54 | 2,9 |
| | 3 | 280/300 | 15,2 | 31,5 | 20,8 | 7,25 | 17,5 | 0,23 | 0,92 | 0,13 | 0,94 | 0,64 | 0,82 | 3 |
| | 4 | 330/350 | 14,3 | 25,5 | 28,3 | 8,3 | 13 | 0,34 | 0,8 | 0,3 | 1,1 | 0,6 | 0,5 | 3,3 |
| | 5 | 470/490 | 16,4 | 29,3 | 22,5 | 7,95 | 17,25 | 0,26 | 0,85 | 0,20 | 0,84 | 0,93 | 0,8 | 2,9 |
| | 6 | 600/620 | 13,5 | 17,2 | 41,4 | 5,2 | 8,6 | 0,27 | 0,55 | 0,16 | 1 | 0,6 | 0,36 | 3,4 |
| | 7 | 900/925 | 5,08 | 6,8 | 74,1 | 1,7 | 4,9 | 0,01 | 0,40 | 0,04 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 2,3 |
| | 8 | 1000/1020 | 7,7 | 11,4 | 68,2 | 0,7 | 8 | 0,03 | 0,5 | 0,05 | 0,2 | 0,36 | 0,25 | 2,4 |

Eléments totaux en % du sol séché à l'air

FLEUVE SENEGAL

| Echantillon | Profondeur | Perte au feu | $SiO_2$ | Résidu | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $MnO_2$ | $TiO_2$ | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 120/140 | 14,13 | 24,2 | 30,75 | 3,77 | 12,25 | 0,04 | 0,51 | 0,13 | 0,24 | 3,70 | 1,29 | 2,3 |
| 2 | 220/240 | 13,14 | 20,4 | 35,7 | 3,55 | 10 | 0,14 | 0,40 | 0,48 | 1,27 | 3,81 | 1,02 | 3,4 |
| 3 | 260/280 | 11,08 | 13,4 | 53,9 | 2,75 | 7 | 0,10 | 0,30 | 2,87 | 1,62 | 2,70 | 0,79 | 3,2 |
| 4 | 380/400 | 9,17 | 9,1 | 66,2 | 1,85 | 4,90 | 0,04 | 0,24 | 0,28 | 1,2 | 1,86 | 0,53 | 3,1 |
| 1 | 110/130 | 13,64 | 25,6 | 24,9 | 5,27 | 13 | 0,12 | 0,74 | 0,25 | 1,85 | 4,71 | 0,25 | 3,3 |
| 2 | 210/230 | 12,8 | 25,8 | 24,1 | 6,20 | 13,2 | 0,17 | 0,67 | 0,51 | 1,70 | 3,53 | 1,5 | 3,3 |
| 3 | 310/320 | 12,06 | 26 | 26,7 | 7,30 | 13 | 0,14 | 0,61 | 0,12 | 1,52 | 3,64 | 1,1 | 3,4 |
| 4 | 400/425 | 20,75 | 27 | 13,6 | 4,45 | 14,75 | 0,16 | 0,54 | 0,20 | 1,70 | 4,64 | 1,19 | 3,1 |
| 5 | 510/530 | 21,5 | 27,2 | 13,2 | 3,62 | 15 | 0,14 | 0,51 | 0,20 | 1,85 | 4,22 | 1,17 | 3,1 |
| 6 | 600/625 | 8,76 | 14 | 57,7 | 3,47 | 7,8 | 0,04 | 0,40 | 0,2 | 0,84 | 1,18 | 0,53 | 3 |
| 7 | 710/730 | 7,46 | 11,4 | 59,9 | 6,45 | 4,5 | 0,09 | 0,27 | 7,4 | 0,9 | 0,55 | 0,43 | 4,3 |
| 1 | 80/100 | 3,7 | 9,9 | 73,2 | 3,42 | 5,9 | 0,03 | 0,52 | 0,08 | 0,42 | 0,51 | 0,39 | 2,8 |
| 2 | 210/230 | 5 | 9,9 | 69,8 | 3,10 | 6,3 | 0,05 | 0,50 | 0,31 | 0,60 | 0,63 | 0,42 | 2,6 |
| 3 | 300/310 | 5,9 | 17,75 | 62,6 | 3,60 | 7,4 | 0,09 | 0,60 | 0,27 | 0,72 | 0,81 | 0,48 | 4,2 |
| 4 | 500/510 | 9,05 | 17,8 | 47,1 | 5,53 | 10,7 | 0,16 | 0,72 | 0,26 | 1,02 | 1,14 | 0,9 | 2,8 |
| 5 | 600/620 | 6,4 | 11,7 | 63,13 | 3,50 | 7,5 | 0,05 | 0,54 | 0,40 | 0,84 | 0,84 | 0,5 | 2,6 |

S A L O U M

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 195/225 | 3,9 | 4,1 | 85,1 | 1,3 | 2,1 | 0,01 | 0,27 | 0,55 | 0,55 | 1,55 | 0,13 | 3,3 |
| 2 | 305/325 | 13,1 | 13,8 | 46,7 | 3,7 | 9,5 | 0,05 | 0,65 | 2,03 | 1,65 | 4,61 | 0,59 | 2,5 |
| 3 | 395/415 | 17,6 | 25,1 | 19,1 | 5,9 | 17 | 0,05 | 0,76 | 0,92 | 2,35 | 6,24 | 0,82 | 2,7 |
| 4 | 480/500 | 17,6 | 25,4 | 20,3 | 5,8 | 16,3 | 0,05 | 0,76 | 1,01 | 2,45 | 5,97 | 0,82 | 2,6 |
| 5 | 595/625 | 14,1 | 18,9 | 37,8 | 4,3 | 12 | 0,03 | 0,72 | 1,75 | 1,8 | 4,53 | 0,59 | 2,7 |
| 6 | 680/700 | 12,6 | 15,2 | 46,3 | 4,1 | 9,8 | 0,04 | 0,65 | 2,17 | 1,6 | 3,84 | 0,70 | 2,6 |
| 7 | 770/790 | 7,8 | 7,9 | 67,4 | 2,5 | 5,3 | 0,02 | 0,47 | 2,03 | 1 | 2,63 | 0,25 | 2,6 |

# A N N E X E 2

## Figures - Profils des carottes

Fig. 7 : BALINGORE (échantillons congélés)

Fig. 8 : " (échantillons congélés)

9 : OUSSOUYE

10 : JENOI

11 : JATABA

12 : BAO-BOLON

13 : BANGO

14 : NYASSIA-KHANT

15 : N'DIAEL

16 : BANDIALA

17 : TOBOR (échantillons congélés)

18 : EHIDI - DIOULOULOU 1

19 : BAILA (échantillons congélés)

20 : DIOULOULOU 2

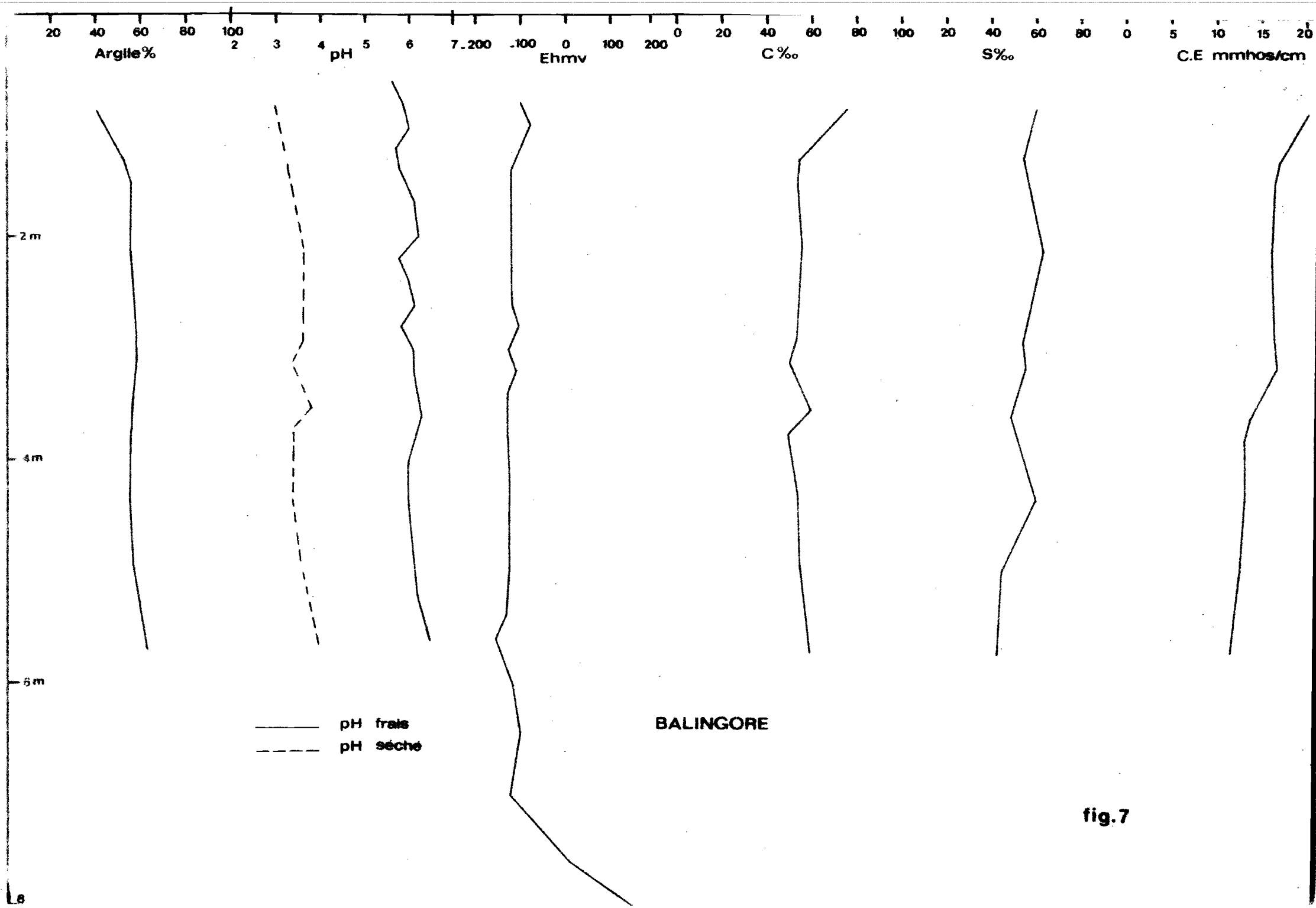

20 40 60 80 100
Argile%
2 3 4 5 6 7
pH
-200 -100 0 100 200
Ehmv
0 20 40 60 80 100
C‰
20 40 60 80
S‰
0 5 10 15 20
C.E mmhos/cm
2 m
4 m
6 m
pH frais
pH séché
BALINGORE

fig.7

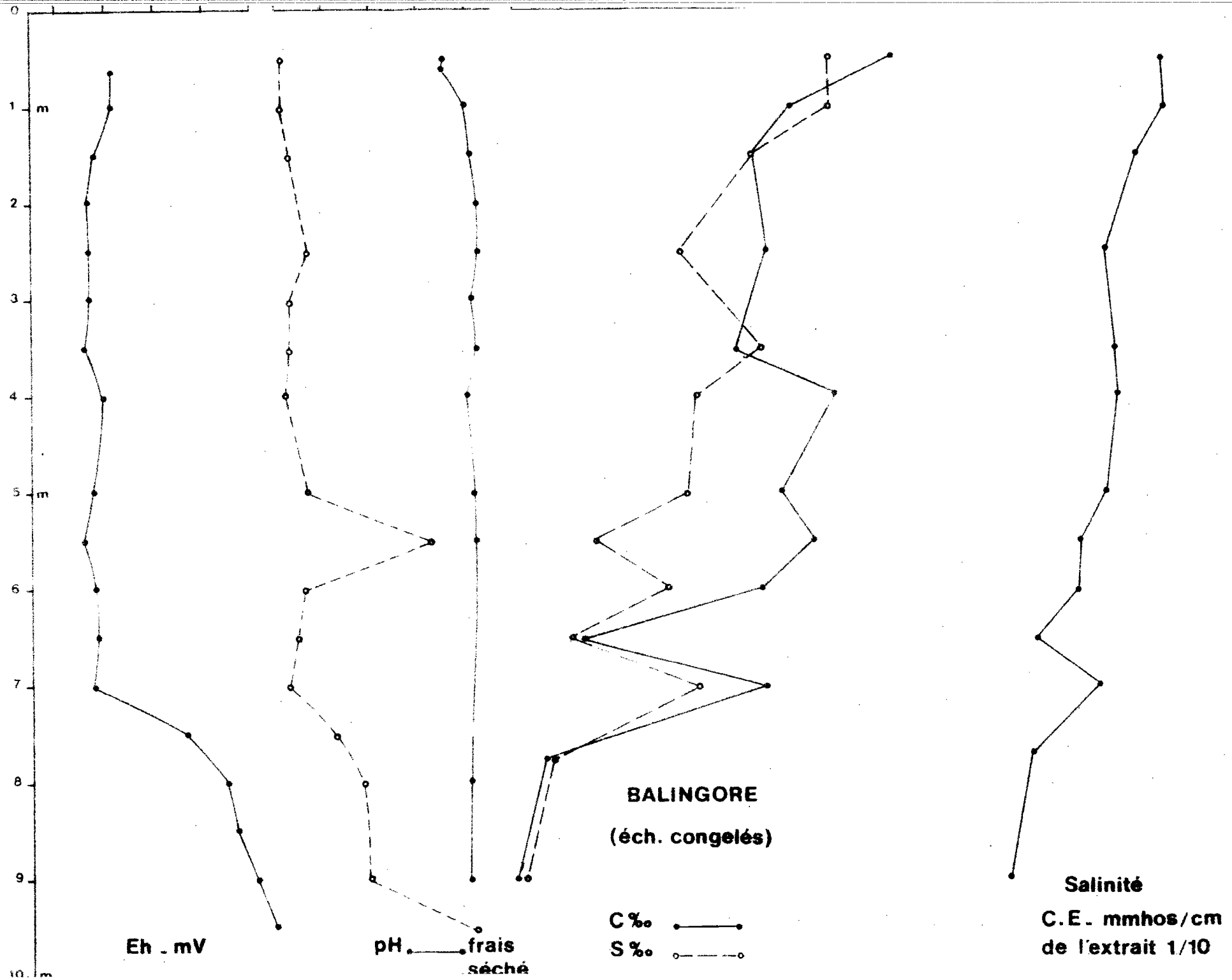

0
1 m
2
3
4
5 m
6
7
8
9
10 m
Eh . mV
pH
frais
séché
BALINGORE
(éch. congelés)
C ‰
S ‰
Salinité
C.E. mmhos/cm
de l'extrait 1/10

fig.8

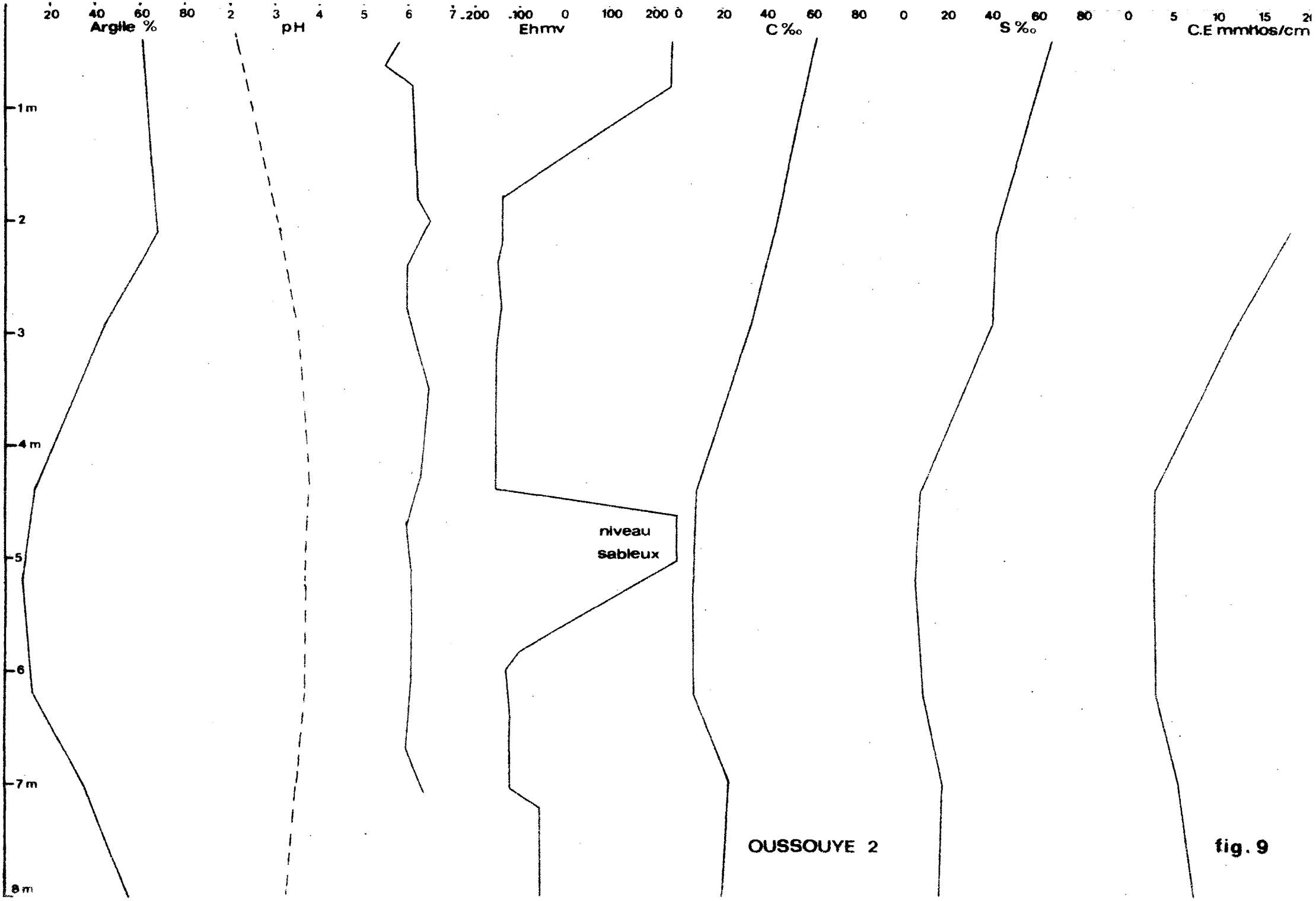

20 40 60 80
Argile %
2 3 4 5 6 7
pH
-200 -100 0 100 200
Ehmv
0 20 40 60 80
C ‰
0 20 40 60 80
S ‰
0 5 10 15 20
C.E mmhos/cm
1 m
2
3
4 m
5
6
7 m
8 m
niveau
sableux
OUSSOUYE 2

fig. 9

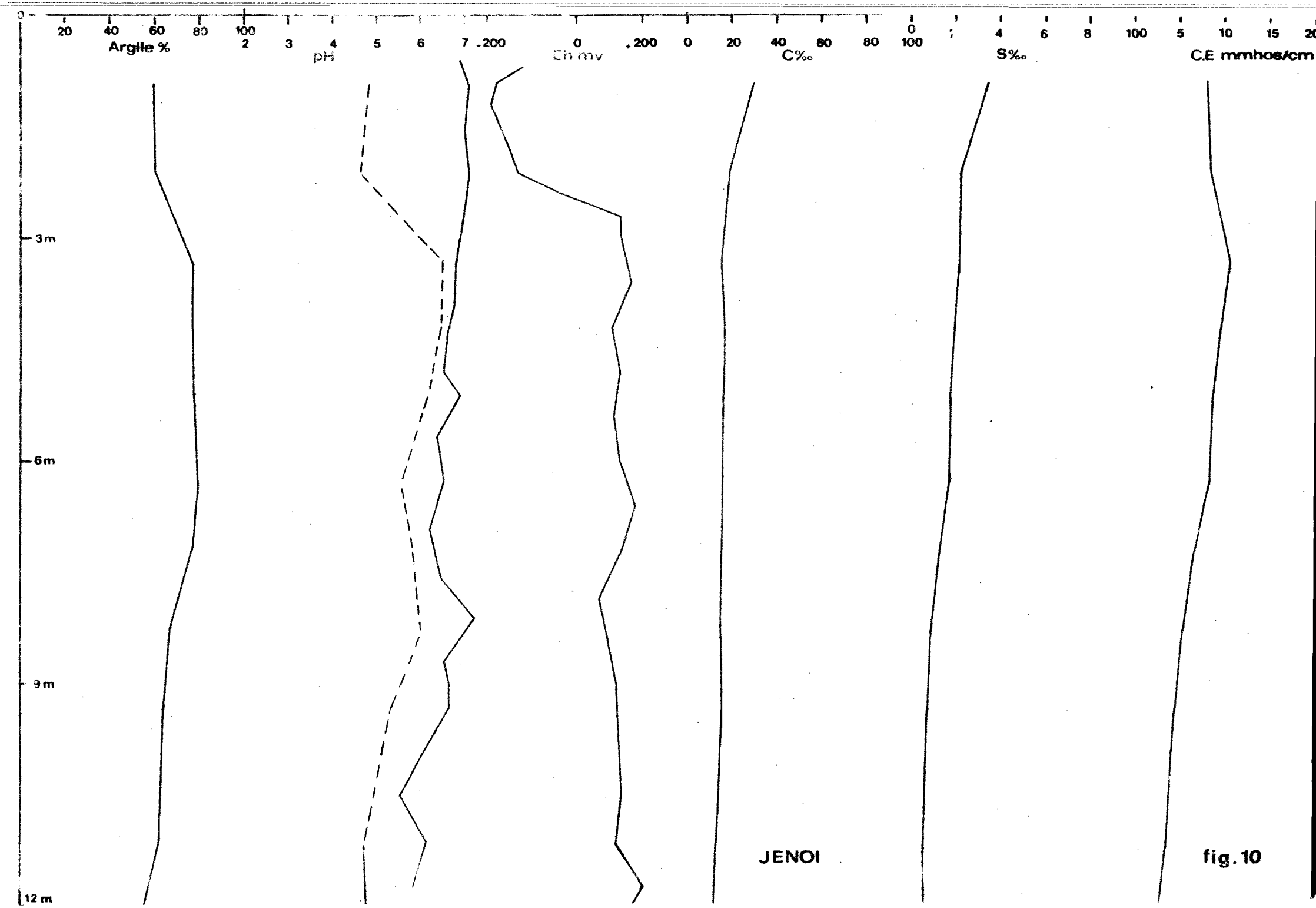

0
20
40
60
80
100
Argile %
2
3
4
pH
5
6
7
.200
0
+200
Eh mv
0
20
40
60
80
C‰
0
100
4
6
8
100
S‰
5
10
15
20
C.E mmhos/cm
3m
6m
9m
12 m
JENOI

fig. 10

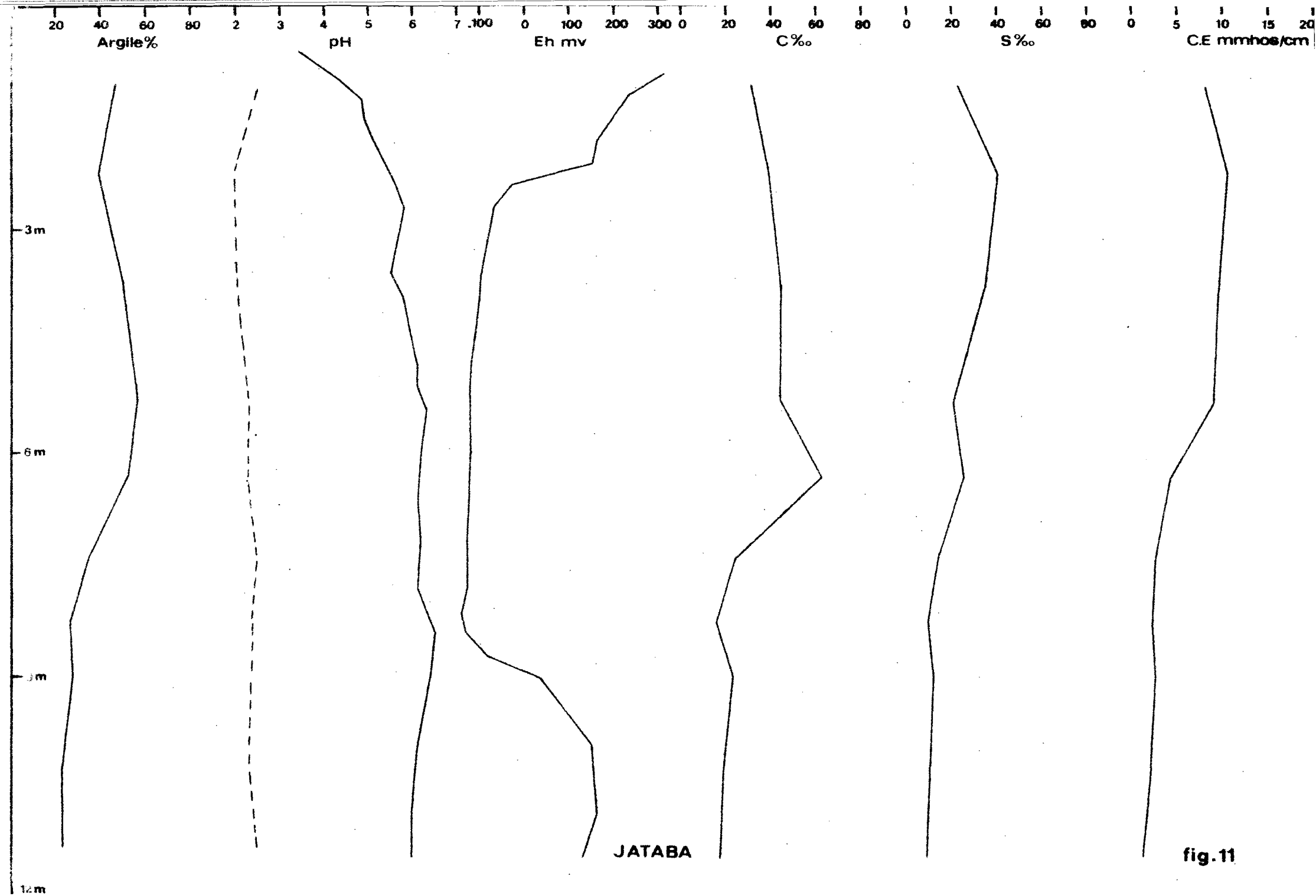

20 40 60 80
Argile%
2 3 4 5 6 7
pH
.100 0 100 200 300
Eh mv
0 20 40 60 80
C‰
0 20 40 60 80
S‰
0 5 10 15 20
C.E mmhos/cm
3m
6m
12m
JATABA

fig.11

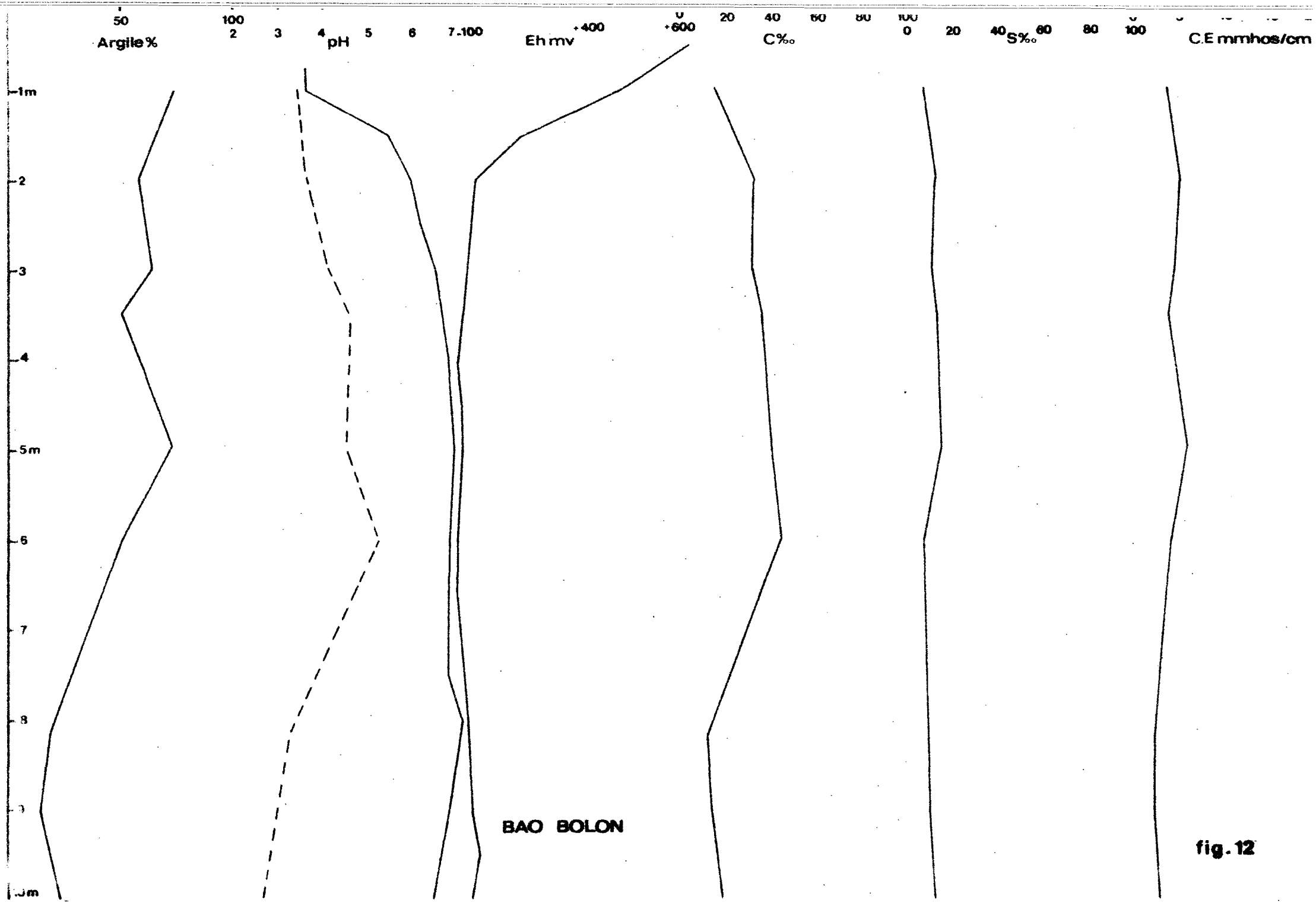

50
Argile %
100
2
3
4
pH
5
6
7-100
Eh mv
+400
0
+600
20
40
60
80
100
C‰
0
20
40
S‰
60
80
100
C.E mmhos/cm
1m
2
3
4
5m
6
7
8
BAO BOLON

fig. 12

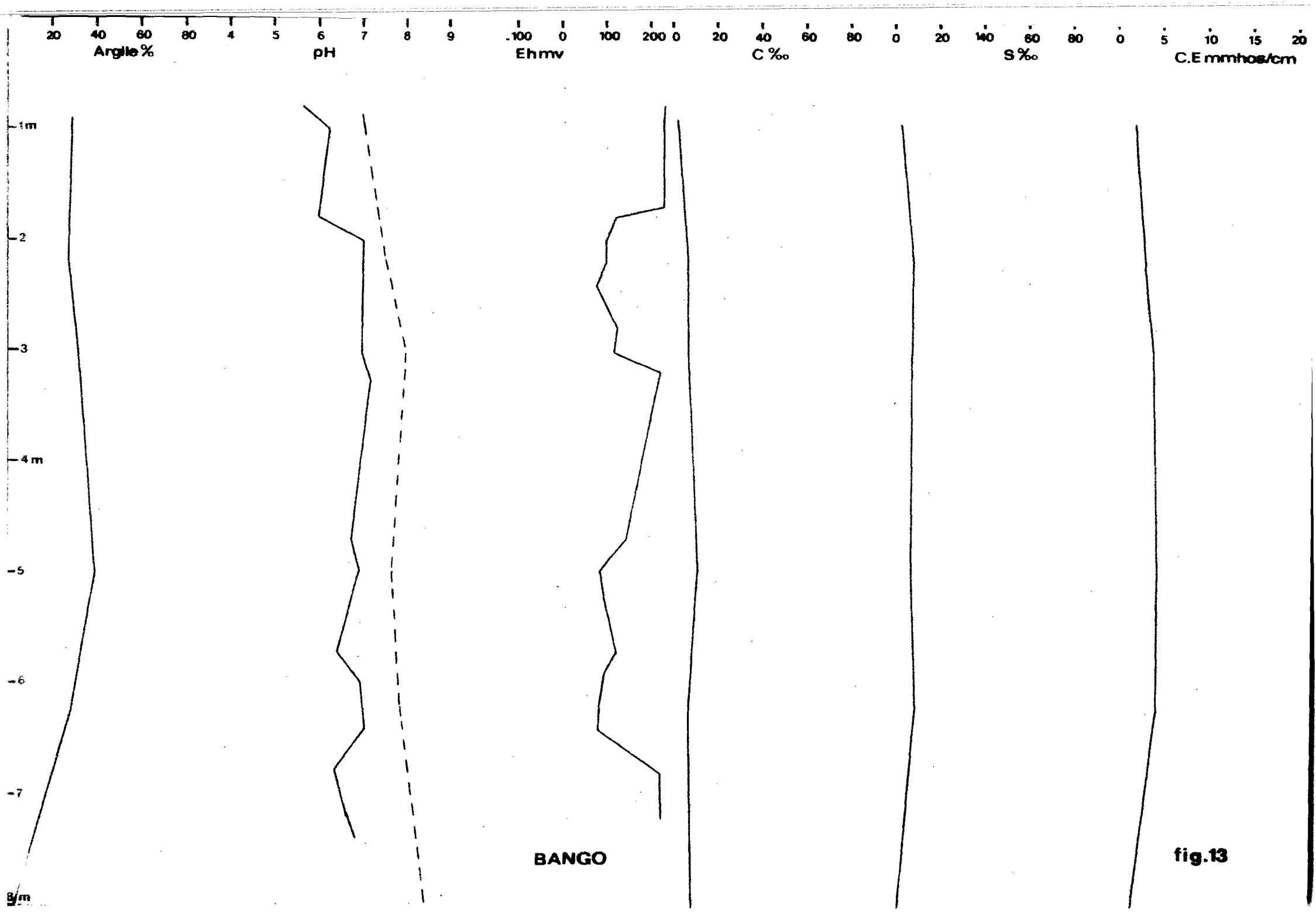

20 40 60 80
Argile %
4 5 6 7 8 9
pH
-100 0 100 200
Eh mv
0 20 40 60 80
C ‰
0 20 140 60 80
S ‰
0 5 10 15 20
C.E mmhos/cm
1m
2
3
4 m
5
6
7
8/m
BANGO

fig.13

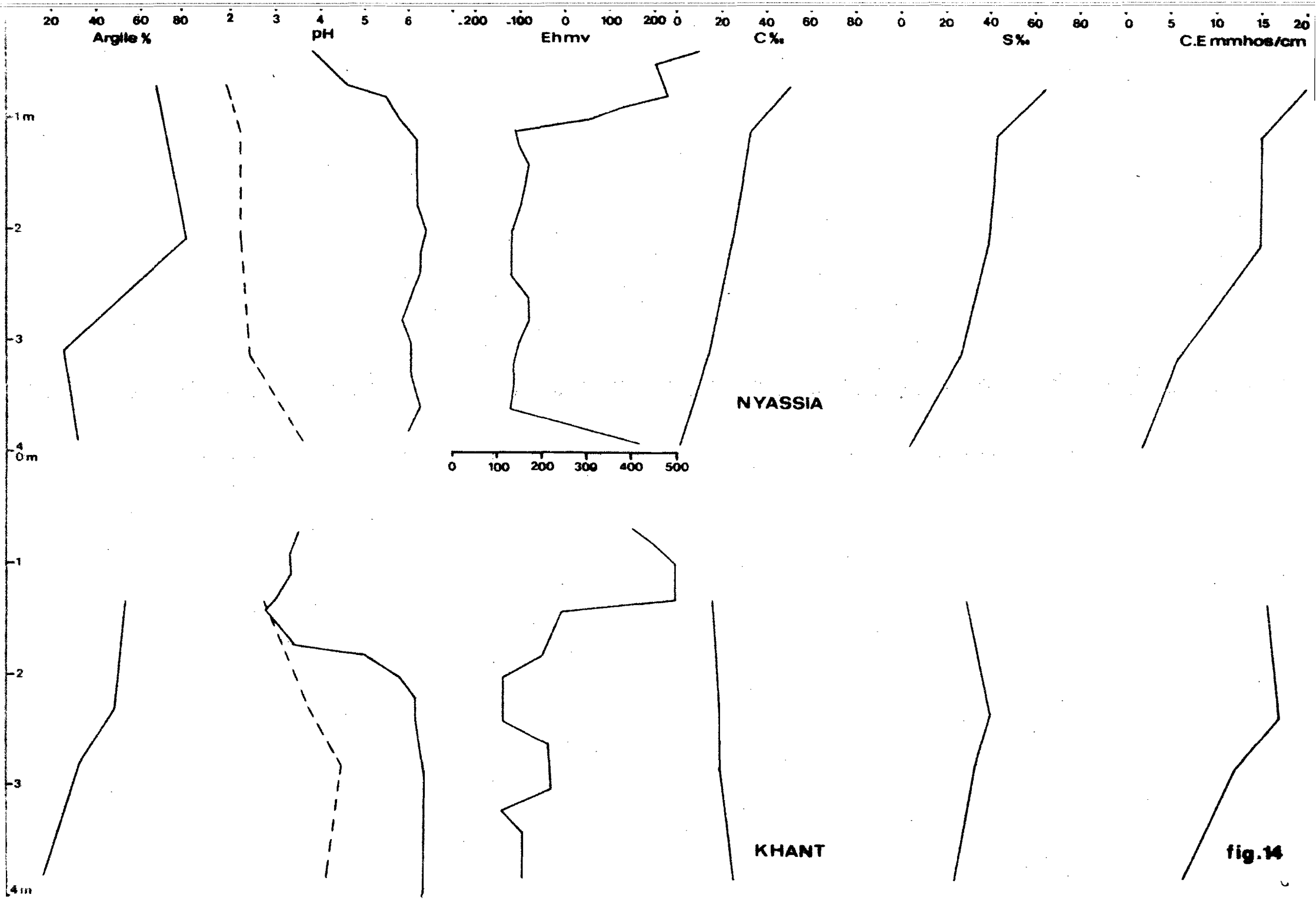
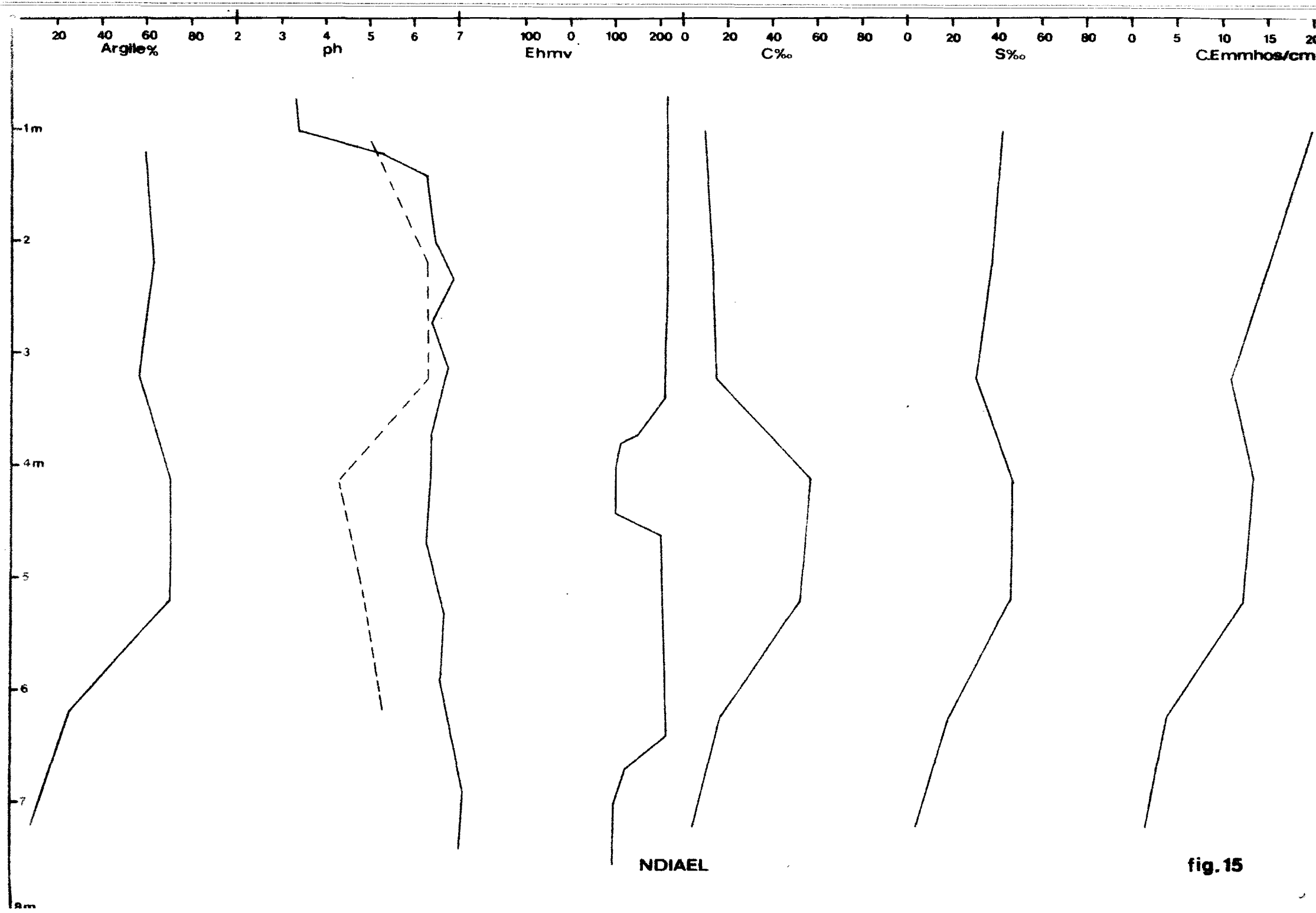
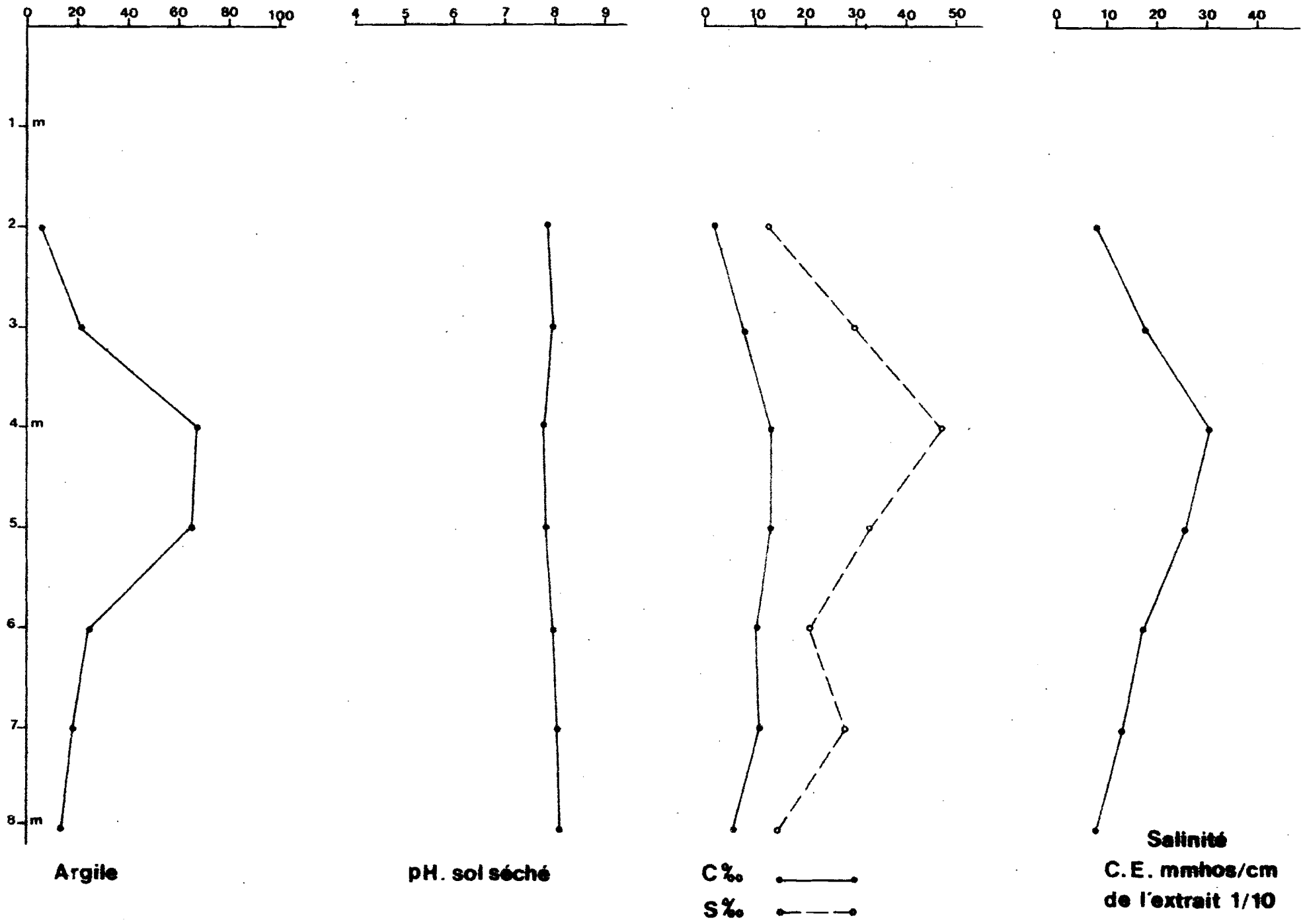

Argile %
pH
Eh mv
C‰
S‰
C.E mmhos/cm
NYASSIA
KHANT
0 m
1 m
2
3
4 m
0
100
200
300
400
500

fig.14



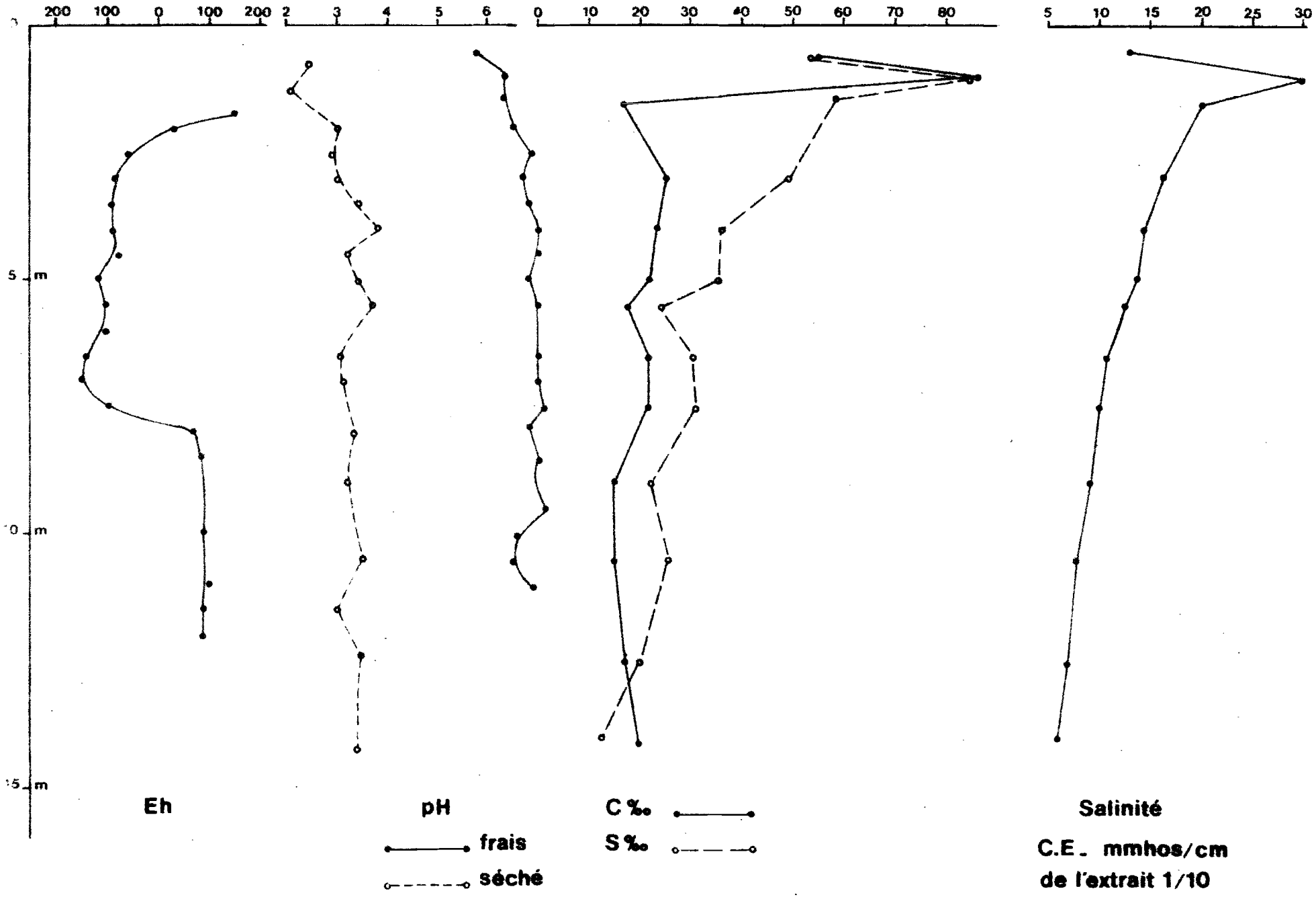

NDIAEL

fig. 15




BANDIALA

fig.16




TOBOR (éch. congelés)

fig. 17

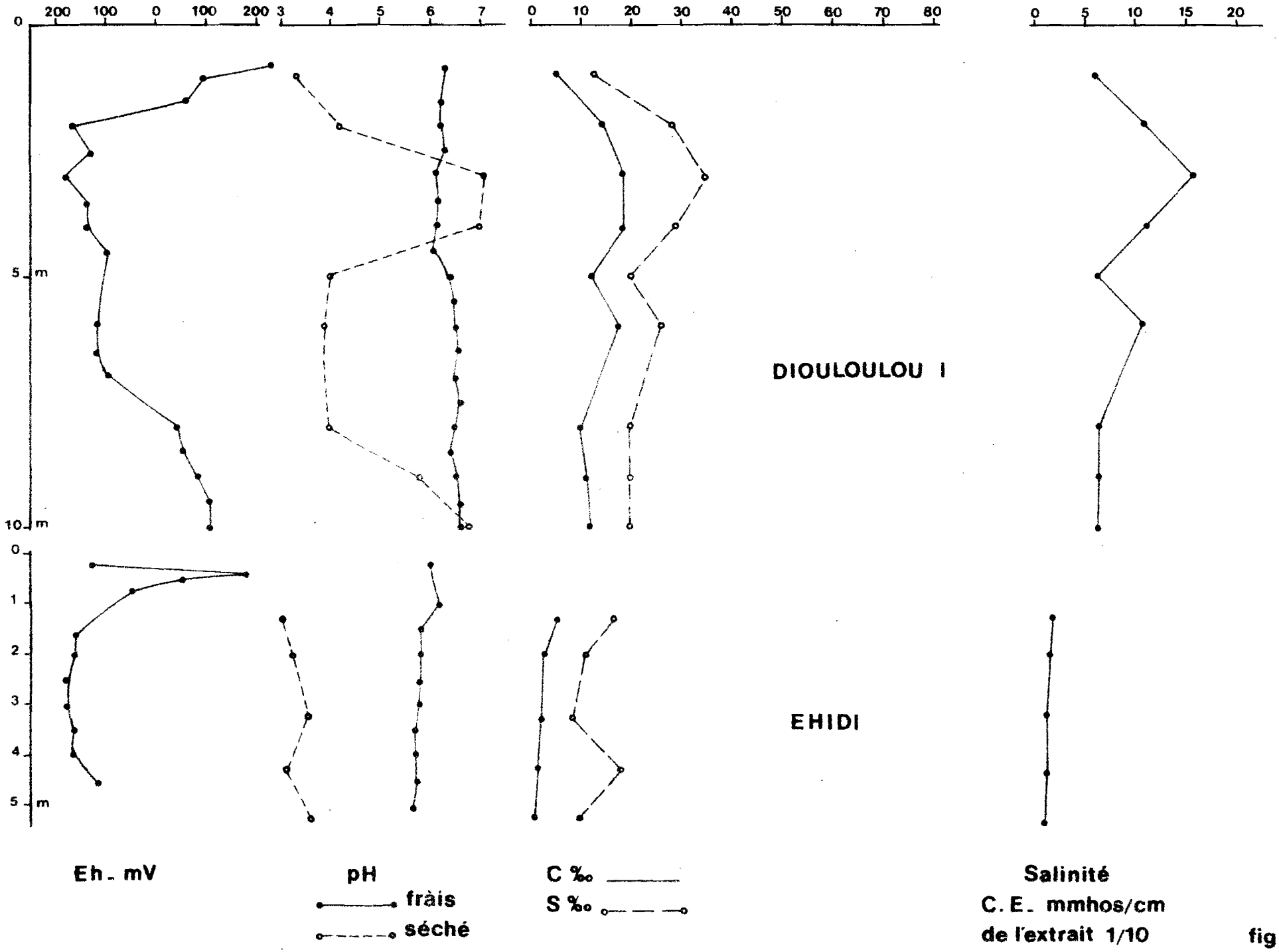
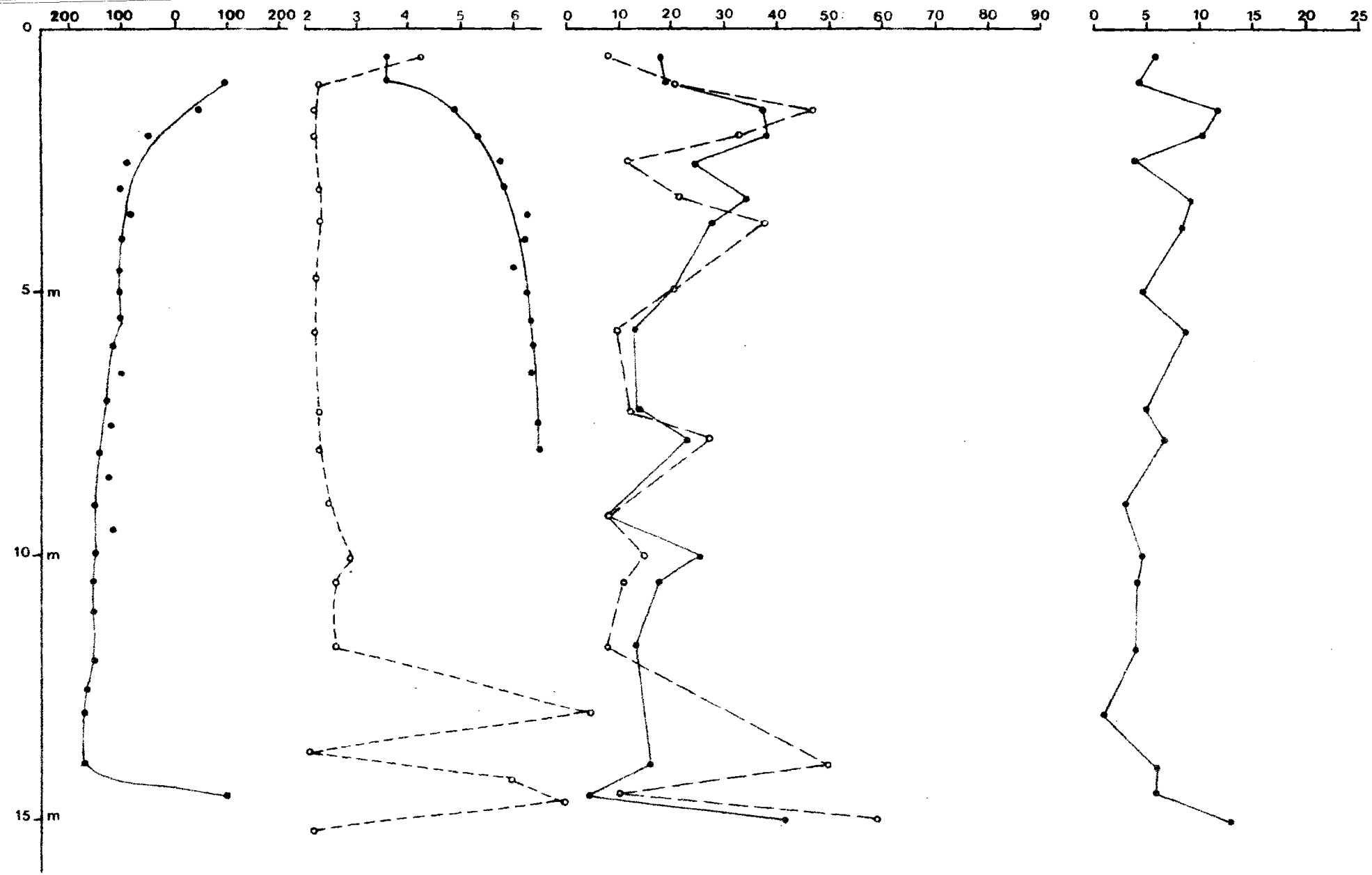
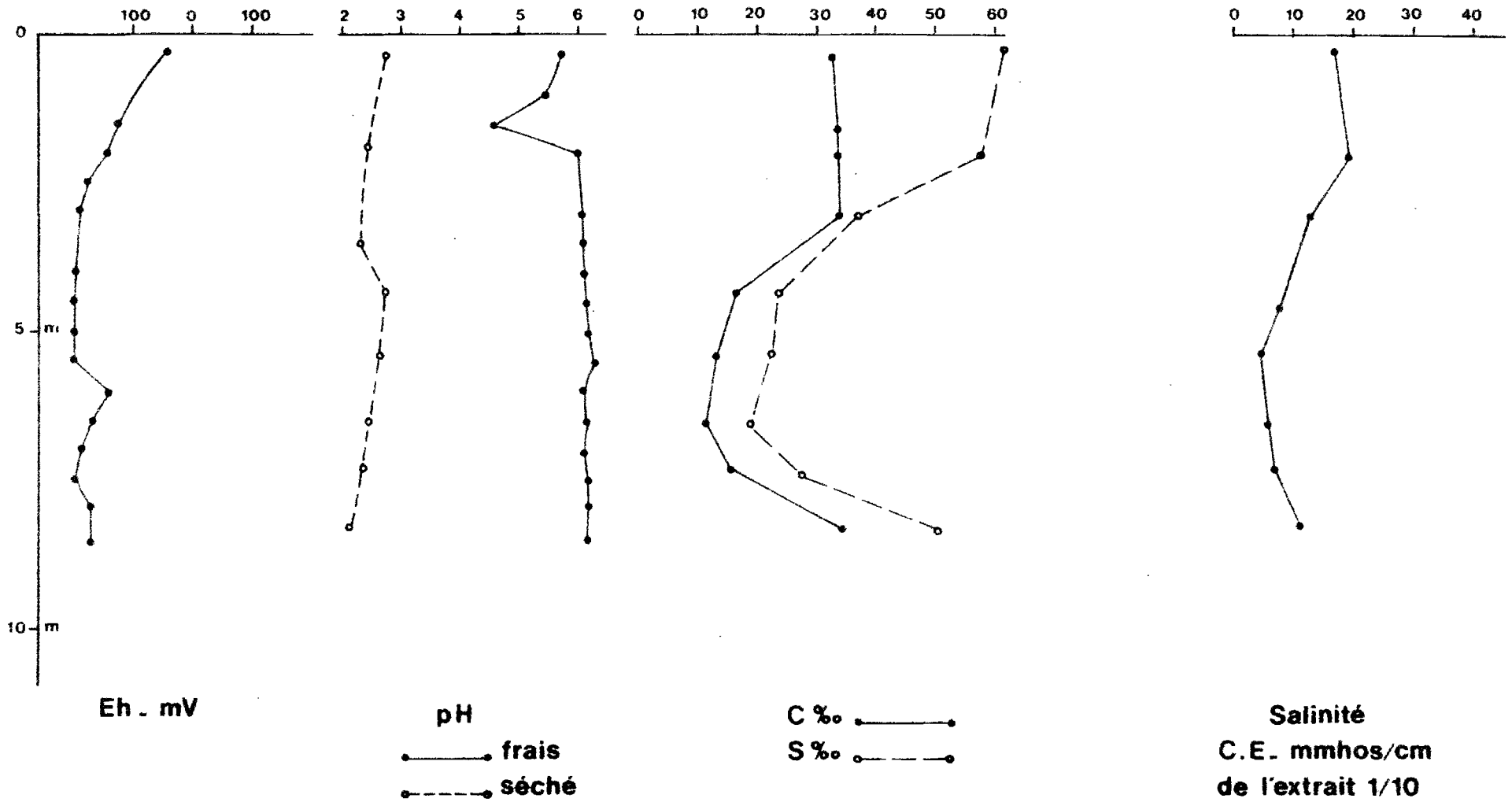

200 100 0 100 200
3 4 5 6 7
0 10 20 30 40 50 60 70 80
0 5 10 15 20
0
5 m
10 m
DIOULOULOU I
0
1
2
3
4
5 m
EHIDI
Eh. mV
pH
frais
séché
C ‰
S ‰
Salinité
C. E. mmhos/cm
de l'extrait 1/10

fig. 18




BAÏLA (éch. congelés)

fig. 19




DIOULOULOU II

fig. 20