

remplace ex perdu

DGRST - ORSTOM
CENTRE DE BRAZZAVILLE

RESULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES
SUR 3 FOSSES DU SITE IBSRAM
A LOUDIMA (CONGO)

B. BARTHES , C. HARTMANN & B. NYETE

Laboratoire d'Etude des Sols Cultivés



- 6 DEC. 1994

Novembre 1992

Référence 234 - LESC 02/92

ORSTOM. Fonds Documentaire

N° : 40535

Cote : B ex 1

F 40535

~~18 sept. 1992~~

B

RESULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES

SUR 3 FOSSES DU SITE IBSRAM A LOUDIMA (CONGO).

B. Barthès, C. Hartmann, B. Nyeté.

novembre 1992

1. PRESENTATION

Sur le site d'expérimentation IBSRAM, au Centre de Recherches Agronomiques de Loudima, 3 des 4 fosses sur lesquelles ont été effectuées des mesures de résistance à la pénétration (Barthès, Hartmann & Nyeté, 1992), ont également fait l'objet de prélèvements, en fin de saison des pluies, pour analyses chimiques au laboratoire commun du Centre ORSTOM de Brazzaville.

On rappellera que ces fosses, distantes de 45 m, s'alignent le long d'un transect ouest-est, perpendiculaire à la piste et orienté dans le sens de la pente, de l'ordre de 1% en moyenne (fig. 1). La fosse A, à l'amont et la plus proche de la piste, a été échantillonnée après les 3 autres, et les résultats analytiques ne sont pas encore disponibles. Le présent document s'intéressera donc aux 3 fosses B, C et D.

Dans ces fosses, un échantillon composite de 5 prises élémentaires a été prélevé à chacune des 7 profondeurs suivantes: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm, 25-30 cm et 30-40 cm. Ces profondeurs, modestes au regard des processus pédogénétiques, sont pertinentes dès lors qu'on s'intéresse aux évolutions liées à la mise en culture.

Les analyses, effectuées suivant les méthodes normalisées pour l'agriculture, sont:

- le pH (H_2O et KCl);
- la teneur en carbone total (méthode Walkey et Black);
- la teneur en azote total (méthode Kjeldahl);
- les teneurs en cations échangeables, à savoir calcium, magnésium, potassium et sodium (extraction à l'acétate d'ammonium et dosage par absorption atomique);
- la teneur en aluminium échangeable (extraction au KCl et dosage colorimétrique);
- la capacité d'échange cationique T (extraction par $CaCl_2$ et KNO_3 , dosage par complexométrie).

On en déduit par calcul:

- l'acidité d'échange $pH(H_2O) - pH(KCl)$;
- le rapport C/N;
- la somme S des bases échangeables;
- le taux de saturation (S/T).

On en déduit par approximation le taux de protons échangeables, assimilé à $T - S - [Al^{éch}]$.

2. RESULTATS (tableau I)

On s'intéressera successivement:

- aux paramètres d'"acidité" (pH et aluminium échangeable);
- au statut organique (C et N);
- à la capacité d'échange et aux cations échangeables.

2.1 Acidité (fig. 2)

Les $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$, compris entre 4.5 et 5, sont nettement acides.

Ils tendent à diminuer avec la profondeur. Dans le détail, seule la fosse C montre une décroissance depuis la surface (5.0) jusqu'à 40 cm (4.6). Sur la fosse D, le pH passe de 5.0 (0-5 cm) à 4.5 (20-25 cm), avant de remonter (4.7 à 30-40 cm). Les variations mesurées sur la fosse B sont plus irrégulières, avec une valeur assez faible en surface (4.7), puis un pallier à 4.8 jusqu'à 20-25 cm, avant de redescendre (4.6 à 25-30 cm) puis remonter (4.7 à 30-40 cm).

On note également que la différence entre fosses, à une profondeur donnée, n'excède jamais 0.3 unité pH. Les variations sur le versant restent donc faibles.

On remarque toutefois que, dans la plupart des cas (5 sur 7), les valeurs de pH à l'eau les plus fortes sont à l'amont (B), et les plus basses à l'aval (D). L'acidité à l'eau tend donc à croître vers l'aval.

Pour le $\text{pH}(\text{KCl})$, les valeurs oscillent entre 3.7 et 4.2.

Fait notable, les $\text{pH}(\text{KCl})$ augmentent en profondeur, passant de 3.7-3.9 entre 0 et 10 cm à 4.1-4.2 à 30-40 cm. Ces variations sont inverses de celles du $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$, lequel tendait à diminuer avec la profondeur.

La différence entre fosses, à une profondeur donnée, n'excède jamais 0.2 unité pH. Les variations latérales demeurent donc faibles.

On note toutefois une stricte hiérarchie, les $\text{pH}(\text{KCl})$ les plus forts, à une profondeur donnée, étant mesurés sur la fosse B, et les plus faibles sur la fosse D. L'acidité "potentielle" augmente donc vers l'aval.

L'acidité d'échange est importante, la différence $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) - \text{pH}(\text{KCl})$ étant comprise entre 0.5 et 1.2.

Elle montre en général une nette diminution avec la profondeur, étant de l'ordre de 1 unité pH en surface, de l'ordre de 0.5 unité pH à 30-40 cm.

A une profondeur donnée, la différence entre fosses n'excède pas 0.2 unité pH (sauf en surface: 0.4). On ne note pas de hiérarchie nette entre fosses.

Les teneurs en aluminium échangeable sont très élevées, puisqu'elles sont comprises entre 1.4 et 2.8 méq%. Elles augmentent à partir de la surface jusqu'à un maximum vers 10-15 cm, puis diminuent.

Globalement, les teneurs sont élevées sur la fosse B (amont), nettement plus basses sur la fosse D (aval). Les teneurs relevées sur la fosse C sont relativement faibles, comme sur D, jusqu'à 10 cm; au-delà, elles sont relativement fortes, comme sur B. L'aval est donc plus pauvre en aluminium échangeable, comme le sommet du profil intermédiaire C, alors que l'amont est plutôt plus riche, comme C en-dessous de 10 cm.

Le milieu prospecté est donc acide, avec des teneurs en aluminium échangeable très élevées (1.4 à 2.8 méq%) et une forte acidité d'échange ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) - \text{pH}(\text{KCl}) > 0.5$).

On note les variations suivantes:

- l'acidité "libre" augmente en profondeur, et, généralement, vers l'aval (pH(H₂O) diminue), ;
- au contraire, l'acidité "potentielle" (exprimée par pH(KCl)) et surtout l'acidité d'échange, diminuent avec la profondeur;
- l'acidité au KCl est plus forte vers l'aval (elle est donc maximale dans les horizons supérieurs de la fosse aval);
- dans l'ensemble, toutefois, l'acidité varie peu avec la pente;
- les teneurs en aluminium échangeable sont maximales vers 10-15 cm de profondeur, et diminuent vers l'aval.

2.2 Matière organique (fig. 3)

Les teneurs en carbone total diminuent assez régulièrement avec la profondeur, passant de 2-3% en surface à environ 1% à 30-40 cm; ces valeurs sont satisfaisantes. La fosse D, à l'aval, montre en général les teneurs les plus fortes; la fosse B, à l'amont, est la plus pauvre.

Les teneurs en azote total décroissent également avec la profondeur. Elles passent de 0.16-0.20% en surface à 0.08-0.09% à 30-40 cm. Les différences entre fosses sont peu marquées, la fosse B restant toutefois plus pauvre dans l'ensemble.

Les rapports C/N restent élevés dans l'ensemble, pour un milieu en jachère naturelle depuis de nombreuses années. C/N passe de 12-18 en surface, à 16-20 vers 10 cm (maximum), puis redescend nettement, jusqu'à 11-13 à 30-40 cm.

La fosse D, à l'aval, tend à montrer les C/N les plus élevés, la fosse B, vers l'amont, les C/N les plus faibles, les différences entre fosses s'atténuant en profondeur.

Les teneurs en carbone et azote totaux sont assez satisfaisantes, et diminuent en profondeur et vers l'amont.

Le C/N est plutôt élevé, surtout vers l'aval, avec un maximum vers 10 cm de profondeur.

2.3 Capacité d'échange, bases échangeables (fig. 4, 5 et 6)

La capacité d'échange cationique (fig. 4) diminue régulièrement depuis la surface (14 à 19 méq%) jusqu'à 30-40 cm (7 à 10 méq%). La fosse D, à l'aval, est généralement la mieux pourvue, à l'inverse de la fosse B, la plus amont. Ces résultats sont à mettre en relation avec la distribution des teneurs en matière organique, du fait du faible pouvoir adsorbant de la kaolinite, argile dominante dans ces milieux.

La somme des bases échangeables est comprise entre 0.9 et 3.2 méq% en surface, diminue très sensiblement à 5-10 cm (0.4 à 0.9 méq%), puis plus faiblement jusqu'à 15-20 cm, pour se stabiliser ensuite. Ces valeurs sont modestes, surtout au-delà de 5 cm. Par ailleurs, on n'observe pas, pour ce paramètre, de hiérarchie nette entre les 3 fosses.

Le taux de saturation du complexe d'échange est très faible, compris entre 6 et 17% en surface, puis inférieur à 6% à partir de 5 cm de profondeur. Ces milieux sont donc extrêmement désaturés. Par ailleurs, on ne note pas, pour ce paramètre, de hiérarchie nette entre les 3 fosses.

Parmi les cations échangeables (fig. 5), l'hydrogène est l'élément dominant, puisqu'il occupe toujours plus de 60% des sites d'échange. L'aluminium représente de l'ordre de 20% des cations échangeables, et les bases moins de 10%, sauf en surface.

Parmi les bases, le calcium et le potassium sont les éléments les mieux représentés. Le magnésium reste plus faible, sauf en surface. Le sodium est partout faible, surtout en surface.

En valeurs absolues, les teneurs des différents éléments diminuent sensiblement de 0-5 à 5-10 cm, puis se stabilisent à des niveaux très bas (Ca < 0.25 méq%; K < 0.26 méq%; Mg < 0.06 méq%; Na < 0.04).

Plutôt qu'aux teneurs absolues, on s'intéressera à l'importance de Ca, Mg, K et Na en pourcentage de la somme S des bases échangeables (fig. 6).

On note d'abord les faibles valeurs de Na/S, toujours inférieures à 15%. Elles sont négligeables en surface, puis augmentent légèrement avec la profondeur.

Les valeurs de Mg/S sont généralement inférieures à 20%. Elles diminuent sensiblement de 0-5 cm à 5-10 cm, puis plus légèrement en profondeur. Par ailleurs, elles augmentent vers l'aval (de B à D).

Les rapports Ca/S et K/S varient en sens inverse, l'un croissant quand l'autre décroît. Ces variations sont surtout marquées pour la fosse C, Ca/S y décroissant depuis la surface (70%) jusqu'à 15-20 cm (35%), remontant ensuite jusqu'à 75%; dans le même temps, K/S croît depuis la surface (10%) jusqu'à 15-20 cm (60%), puis redescend à 15%. Ces variations inverses sont moins marquées pour la fosse D, à l'aval, mais subsistent néanmoins, avec un minimum de Ca/S et un maximum de K/S à 20-25 cm. Les valeurs observées dans la fosse B sont plus stables, mais Ca/S tend à diminuer avec la profondeur, à l'inverse de K/S.

En fin de compte, on calcule que (Ca+K)/S est toujours compris entre 75 et 94%, et que dans 4 échantillons sur 5, il est même compris entre 80 et 92%, ce qui est stable et élevé. Par ailleurs, on ne retrouve pas de hiérarchie nette entre les 3 fosses, vis-à-vis de Ca/S et K/S.

En résumé, la capacité d'échange (T) des sols analysés est satisfaisante en surface (environ 15-20 méq%), mais diminue régulièrement en profondeur (7-10% à 30-40 cm); elle décroît également vers l'amont.

L'hydrogène est, de loin, le cation échangeable le mieux représenté (> 60% de T), avant l'aluminium.

Les teneurs en bases échangeables sont faibles, surtout au-delà de 5 cm, où leur somme (S) est inférieure à 1 méq% (avec S/T < 6%). Cette somme des bases échangeables diminue en profondeur.

Ca et K sont les bases échangeables les mieux représentées, leur somme représentant $85\% \pm 10\%$ du total. Avec la profondeur, leurs teneurs varient en sens inverse (l'une augmente quand l'autre diminue). Par contre, on ne note pas de hiérarchie entre fosses pour ces deux éléments.

Les teneurs en Mg sont plus faibles, sauf en surface, et en proportion du total, diminuent vers l'amont et la profondeur.

Les teneurs en Na sont faibles; en proportion du total, elles augmentent en profondeur.

3. SYNTHÈSE

Les résultats présentés portent sur les 40 cm supérieurs des 3 fosses B, C et D du site IBSRAM au CRAL. Ils concernent le profil cultural, qui retient particulièrement l'attention dans le cadre de ce projet IBSRAM sur les systèmes à base manioc.

Les sols du bloc expérimental sont acides (avec une forte acidité d'échange), fortement désaturés en bases, très riches en aluminium échangeable et surtout en protons échangeables.

Ils montrent des teneurs en carbone et azote totaux satisfaisantes, donc une capacité d'échange correcte, au moins dans les 20 premiers centimètres; mais les C/N sont assez élevés, surtout en surface.

Les cations échangeables les mieux représentés sont le calcium et le potassium, dont la somme représente une proportion assez stable du total des bases. Les teneurs en magnésium (sauf en surface) et sodium sont faibles.

On a relevé un certain nombre de variations avec la profondeur ou la position sur le versant:

- les paramètres dont les valeurs diminuent vers l'amont sont l'acidité à l'eau, l'acidité au KCl, C, N, C/N, la capacité d'échange et Mg/S;

- plusieurs des paramètres précédents montrent également une décroissance en profondeur; à savoir l'acidité au KCl, C, N, la capacité d'échange, Mg/S, auxquels s'ajoutent l'acidité d'échange et la somme des bases;

C, N, capacité d'échange, Mg/S et acidité au KCl diminuent donc vers l'amont et avec la profondeur; ils montrent ainsi des valeurs maximales vers l'aval en surface. Ces variations conjointes sont cohérentes, dans la mesure où la matière organique représente ici l'essentiel de la capacité d'échange.

D'autres variations ont été relevées:

- l'acidité à l'eau, qui augmente vers l'aval, tend également à augmenter en profondeur;

- le rapport C/N augmente vers l'aval, le taux d'aluminium échangeable diminue vers l'aval, mais tous deux montrent un maximum vers 10 cm de profondeur;

- Na/S augmente en profondeur, sans hiérarchie nette sur le transect;

Ces différentes données peuvent être résumées comme suit:

MAXIMUM	amont	aval	variable
surface	. pH(H ₂ O) (tendance)	. ac. potentielle . C, N . capacité d'échange . Mg/S	. ac. d'échange . Ca, Mg, K . somme des bases . taux de saturation
10 cm de profondeur	. Al éch	. C/N	
30-40 cm	. pH(KCl)	. ac. libre	. Na/S
variable			. Ca/S . K/S . Na

4. BIBLIOGRAPHIE CITEE

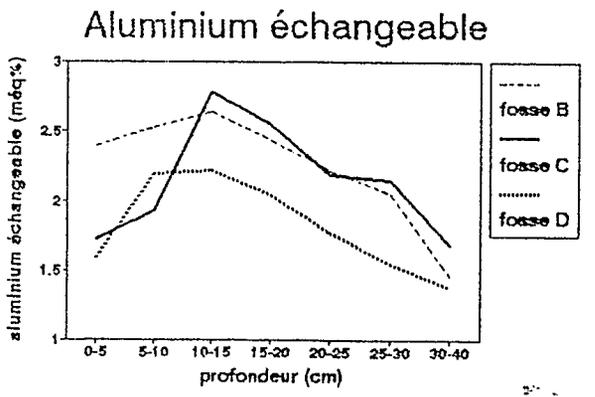
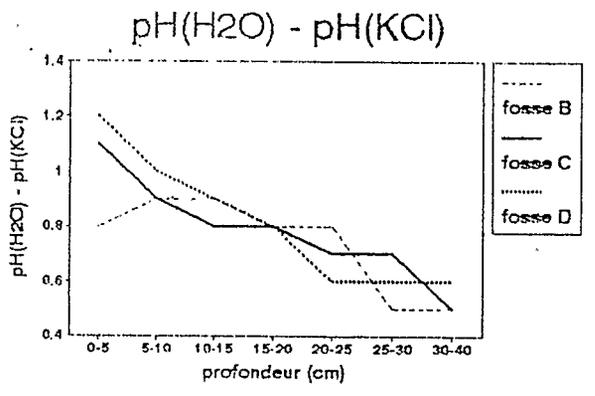
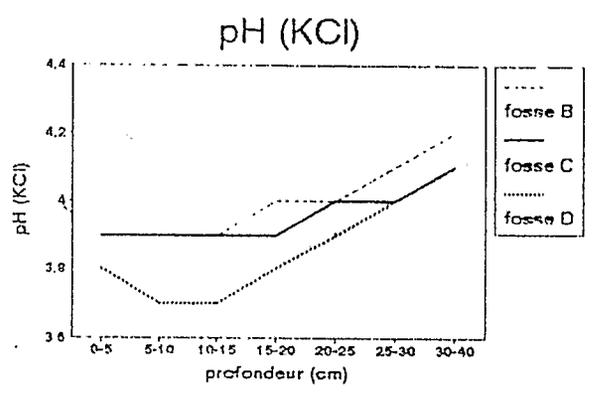
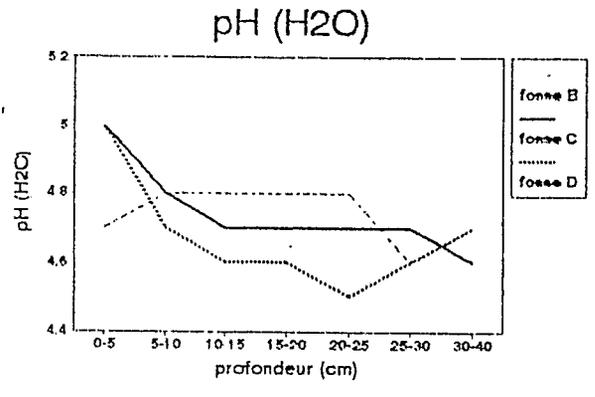
Barthès B., Hartmann C. & Nyeté B., 1992.- Mesures de résistance à la pénétration dans 4 fosses du site IBSRAM à Loudima (Congo). DGRST-ORSTOM, Brazzaville, 7 p.+ 3 fig.

Nyété B., 1992.- Projet IBSRAM Congo: caractérisation du site d'expérimentations. DGRST-ORSTOM, Brazzaville, 5p.+ 12 fig.

TABELLA ANALISI DEI TERRELLI DEI PIANI DI FONTE

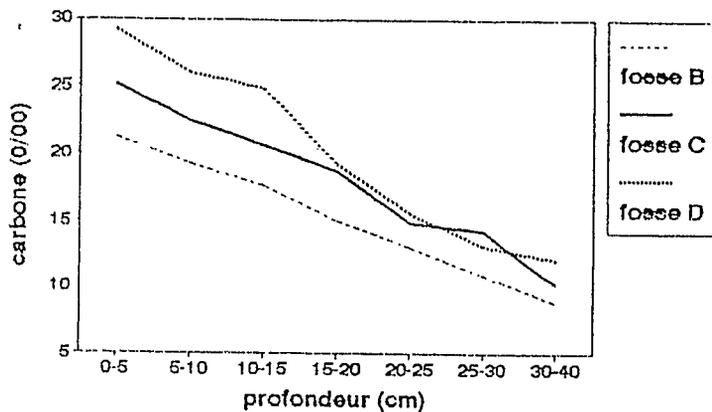
FOSSE	Profondità	P H		Materia Organica				COMPLESSO AZOTOFOSFORO								FOSFORO	
		eau	KCl	M.O.	C	N	C/N	Ca++	Mg++	K+	Na+	So4	F	V	Al+Si	Tot.	Ass.
				‰	o/oo	o/oo		meq/‰	meq/‰	meq/‰	meq/‰	meq/‰	meq/‰	meq/‰	o/o	meq/‰	o/oo
B	0-5cm	4,7	3,9	4,2	21,19	1,61	15,0	0,59	0,12	0,23	0,01	0,94	14,05	6,69	2,4	1,229	0,210
"	5-10cm	4,8	3,9	3,3	19,21	1,21	15,9	0,24	0,03	0,16	0,01	0,44	11,53	3,80	2,53	1,957	0,148
"	10-15cm	4,8	3,9	3,0	17,58	1,09	16,1	0,24	0,02	0,19	0,02	0,47	11,21	4,19	2,64	1,600	0,114
"	15-20cm	4,8	4,0	2,6	15,04	0,98	15,3	0,16	0,01	0,12	0,01	0,30	10,07	2,98	2,44	1,543	0,087
"	20-25cm	4,8	4,0	2,2	12,99	0,91	14,3	0,08	0,01	0,08	0,01	0,18	9,61	1,87	2,22	1,090	0,043
"	25-30cm	4,6	4,1	1,9	10,87	0,88	12,4	0,08	0,01	0,10	0,02	0,21	8,29	2,53	2,06	1,605	0,035
"	30-40cm	4,7	4,2	1,5	8,70	0,81	10,7	0,08	0,01	0,08	0,03	0,20	6,95	2,88	1,46	1,493	0,029
C	0-5cm	5,0	3,9	4,3	25,08	1,98	12,7	2,20	0,55	0,41	0,01	3,16	18,73	16,87	1,73	2,374	0,431
"	5-10cm	4,8	3,9	3,9	22,42	1,30	17,2	0,50	0,06	0,18	0,01	0,75	14,53	5,16	1,93	1,957	0,204
"	10-15cm	4,7	3,9	3,5	20,57	1,21	17,0	0,16	0,02	0,16	0,01	0,35	13,65	2,56	2,78	1,825	0,171
"	15-20cm	4,7	3,9	3,2	18,72	1,12	16,7	0,08	0,01	0,14	0,01	0,24	12,63	1,90	2,55	1,705	0,140
"	20-25cm	4,7	4,0	2,5	14,82	1,02	14,5	0,16	0,02	0,12	0,01	0,31	10,17	3,05	2,19	1,508	0,087
"	25-30cm	4,7	4,0	2,5	14,27	1,02	14,0	0,16	0,02	0,13	0,02	0,33	10,03	3,29	2,15	1,574	0,072
"	30-40cm	4,5	4,1	1,8	10,19	0,93	11,0	0,24	0,01	0,05	0,02	0,32	8,41	3,80	1,69	1,409	0,067
D	0-5cm	5,0	3,9	5,0	29,16	1,58	18,5	1,12	0,49	0,53	0,02	2,26	16,95	13,33	1,6	2,179	0,339
"	5-10cm	4,7	3,7	4,5	25,95	1,33	19,5	0,34	0,11	0,36	0,04	0,85	16,27	5,22	2,2	2,170	0,232
"	10-15cm	4,5	3,7	4,3	24,74	1,23	20,1	0,24	0,05	0,25	0,02	0,56	14,87	3,77	2,22	2,153	0,253
"	15-20cm	4,5	3,8	3,3	19,27	1,12	17,2	0,16	0,02	0,16	0,01	0,35	13,73	2,50	2,04	1,083	0,173
"	20-25cm	4,5	3,9	2,7	15,37	1,12	13,9	0,08	0,01	0,13	0,04	0,28	11,03	2,52	1,78	1,079	0,117
"	25-30cm	4,5	4,0	2,3	13,12	0,98	13,4	0,16	0,01	0,09	0,01	0,37	10,31	2,62	1,55	1,070	0,074
"	30-40cm	4,7	4,1	2,1	12,19	0,91	13,7	0,16	0,02	0,10	0,01	0,29	9,33	3,14	1,78	1,867	0,053

CHIMIE DES FOSSES B, C ET D (mai 1992)

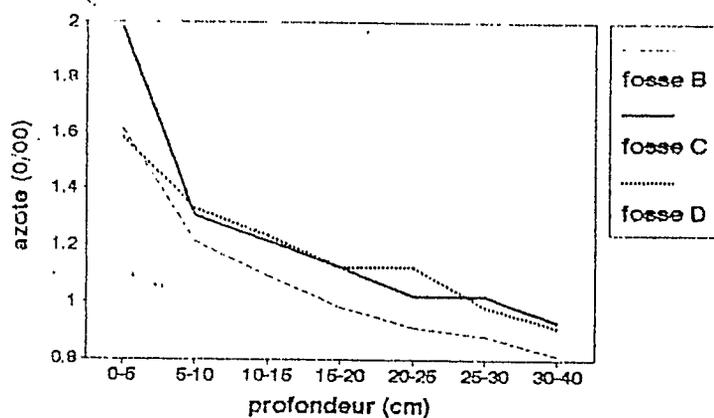


CHIMIE DES FOSSES B, C ET D (mai 1992)

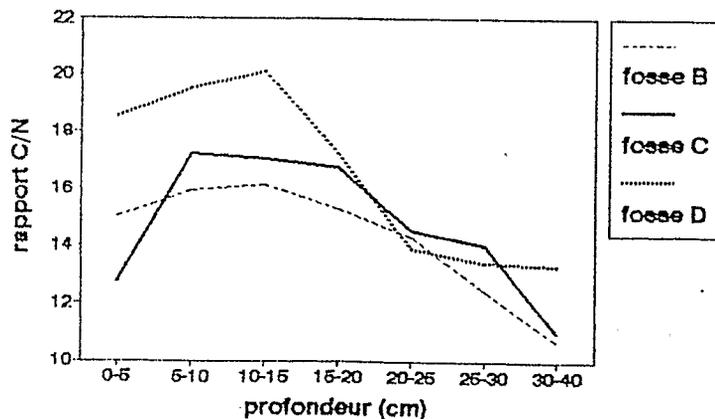
Carbone



Azote

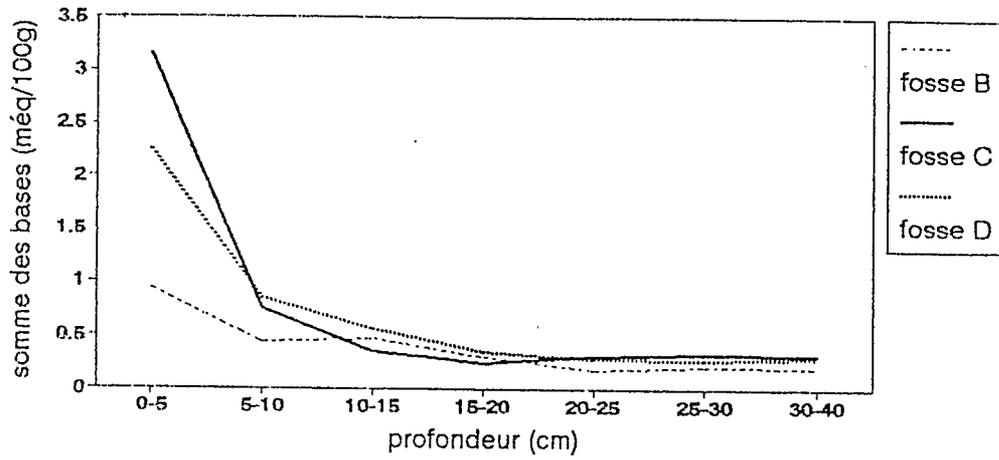


Rapport C/N

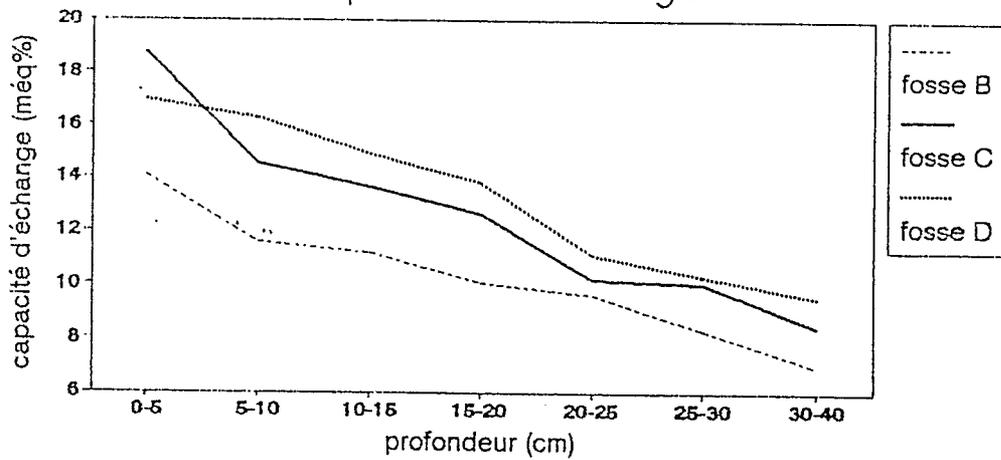


CHIMIE DES FOSSES B, C ET D (mai 1992)

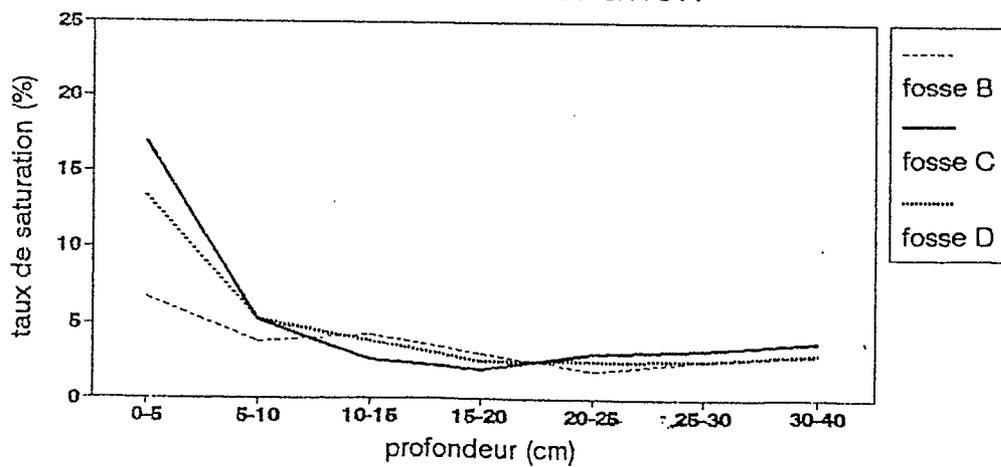
Somme des bases



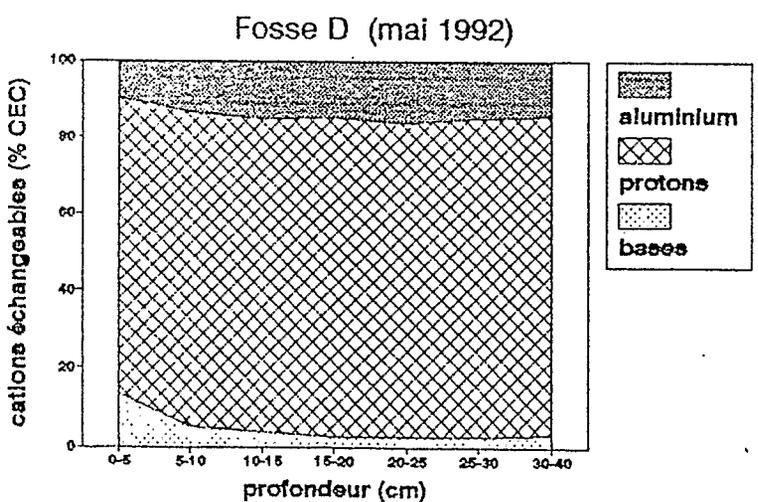
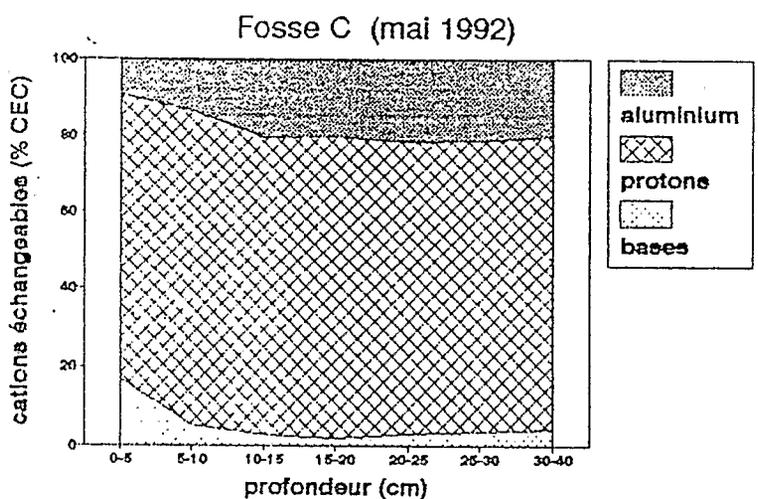
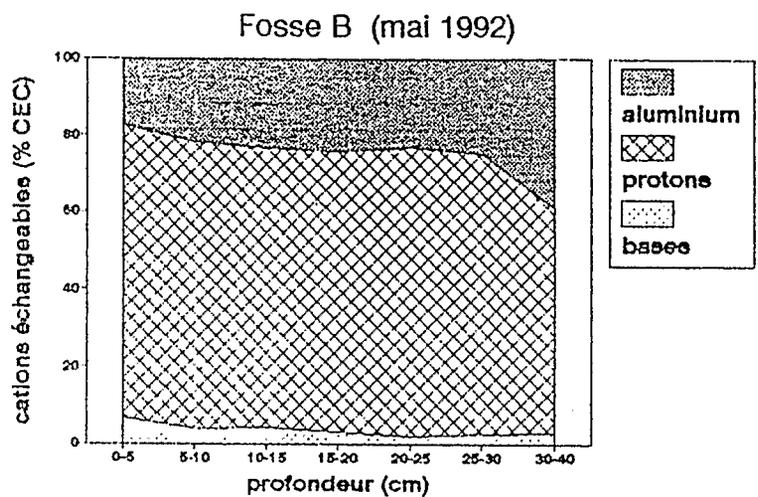
Capacité d'échange



Taux de saturation



CATIONS ECHANGEABLES (% CEC)



BASES ECHANGEABLES (% somme des bases)

