

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

INSTITUT DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES AU CONGO

SERVICE PEDOLOGIQUE

ETUDE D'UN ESSAI D'APPORT DE MATIERES ORGANIQUES
A LA STATION IRCT DE LA N'KENKE - (VALLEE DU NIARI)

par

G. MARTIN, Pédologue O.R.S.T.O.M.

Cote IRSU: MC 121
Cote ORSTOM:

Brazzaville, Octobre 1962

ETUDE D'UN ESSAI D'APPORT DE MATIERES ORGANIQUES
A LA STATION IRCT DE LA N'KENKE - (VALLEE DU NIARI)

par

G. MARTIN, Pédologue O.R.S.T.O.M.

I. GENERALITES

Un essai avait été monté à la station IRCT de Madingou par Mr. FRANQUIN pour étudier l'action d'un fort apport de matières organiques sur une culture d'Urena et en particulier sur le développement de la maladie du chancre du collet sur cette plante.

Il s'agissait d'un essai en blocs de Fishec, 4 traitements en 4 répétitions avec des parcelles de 500 m² = 50 m sur 10 m.

Les traitements étaient les suivants:

Parcelles témoin ou T

Parcelles fumier ou F

Parcelles fumier - matière organique ou F - MO

Parcelles matière organique MO

Sur ces traitements l'épandage des produits avait été le suivant:

A) en Mai 55 (après ouverture des parcelles en Avril 1955)

- a. T néant
- b. F 70 T/ha de fumier de ferme
- c. F-MO 70 T/ha de fumier de ferme et 25 T/ha d'un mélange de 20 T/ha de maïs sec et de 5 T/ha d'herbes de savane fauchées
- d. MO 25 T/ha d'un mélange de 20 T/ha de maïs sec et de 5 T/ha d'herbes de savane fauchées.

B) en Mai 56

- a. T néant
- b. F 70 T/ha de fumier de ferme
- c. F-MO néant
- d. MO 25 T/ha d'un mélange de 20 T/ha de maïs sec et de 5 T/ha d'herbes de savane fauchées.

Comme nous le verrons par la suite, les résultats les plus intéressants sont obtenus avec le fumier.

Il est important d'insister sur le fait que sur les parcelles F le fumier a été apporté en deux fois. Nous montrerons en comparaison avec les parcelles T et F-MO que le fumier a eu une action cumulative sur une matière organique paraissant stable après la deuxième et la troisième année de culture.

La succession des cultures et les résultats de récolte sont indiqués sur le tableau ci-après dans lequel nous avons également porté les dates de prélèvements.

	1955		Campagne 55/56	1956	Campagne 55/56	Campagne 57/58		Campagne 58/59	
	Avril	Mai	Urena en T/ha MV		Urena en T/ha MV	Arachides en kg/ha	Ar. non récoltées	Ar. en kg/ha	Coton non récolté
T	ouverture	1 ^{er} épandage	26	2 ^e épandage	17	1.467	-	914	pas de devt cot.sain cot.mal pas de devt
F			42		26	1.360	-	1532	
F-MO			42,2		23	1.532	-	1254	
MO			26,6		22	1.600	-	1020	
Date des Pvts			Avril 56		Nov. 56	Nov. 57		Nov. 59	

Enfin nous noterons encore que le fumier apporté était un fumier provenant d'un kraal où les boeufs (N'Dama) étaient en stabulation libre, purin non récupéré, fumier assez dense car la proportion de paille apportée était relativement faible.

On prend en général comme approximation des valeurs carbone et matière organique du fumier 20% de matières sèches dont 80% de matière organique. On appliquera la relation classique $C\% \times 1,72 = MO\%$.

En ce qui concerne les prélèvements

- Avril 56 = les échantillons sont des prélèvements moyens des différentes parcelles.
- Nov. 56 et Nov. 57 = il n'a été fait de prélèvements complets que sur les parcelles T et F sur les 4 répétitions.

Deux parcelles sur les quatre des traitements F-MO et MO ont été prélevées.

- Fév. 59 = prélèvements complets sur tout l'essai.

Les chiffres d'analyse présentés plus loin sont donc des moyennes. Il est particulièrement intéressant de comparer les prélèvements d'Avril 56 et de Février 59, qui tous les deux constituent des moyennes des quatre parcelles élémentaires de chacun des traitements.

Les résultats analytiques sont donnés dans les deux tableaux ci-dessous - l'un concerne les prélèvements de surface, l'autre ceux de profondeur.

		Avr 56	Nov 56	Nov 57	Fev 59	Avr 59	Avr 56	Nov 56	Nov 57	Fev 59	Avr 59
		Témoïn					Fumier				
	pH	4,7	4,4	4,3	4,5	4,4	5,1	5,05	4,7	4,92	4,86
Bases éch./ 100g sol	Ca meq.	0,86	0,96	0,65	0,62		1,12	1,43	1,66	1,57	
	Mg meq.	0,14	0,11	0,03	-		0,27	0,57	0,39	-	
	K meq.	0,11	0,27	0,22	0,12		0,62	1,65	1,21	0,79	
	Na meq.	0,04	0,05	0,06	0,03		0,08	0,11	0,10	0,03	
	EBE meq.	1,15	1,41	0,95	0,77		2,09	3,76	3,35	2,39	
	Ca/Mg	6,1	8,7	21	-		4,1	2,5	4,2	-	
Matières Organiques	C%	2,0	1,8	1,8	1,75		2,2	2,3	2,3	2,02	
	N mg/100g	126	115	115	119		147	155	151	144	
	C/N	16	15,6	15,6	14,7		15	14,8	15,2	14,0	
	MO%	3,6	3,1	3,1	3,0		3,9	4,0	4,0	3,5	
	AH mg/100g	86	35	19	43		14,3	112	62	111	
	AF mg/100g	594	-	-	-		680	-	-	-	
	AH mg/100g FNA	-	-	-	104		-	-	-	214	
	AF mg/100g FNA	-	-	-	716		-	-	-	893	
Matière organique - fumier						Matière organique					
	pH	5,1	4,8	4,55	4,80	4,65	4,75	4,45	4,3	4,55	4,47
Bases échan- geables/100g	Ca meq.	1,0	6,2	1,18	1,30		0,77	0,88	0,76	0,80	
	Mg meq.	0,25	0,03	0,27	-		0,03	0,12	0,09	-	
	K meq.	0,53	0,70	0,57	0,38		0,12	0,31	0,24	0,17	
	Na meq.	0,06	0,08	0,07	0,03		0,04	0,06	0,05	0,02	
	EBE meq.	1,84	2,27	2,10	1,71		0,96	1,37	1,15	0,99	
	Ca/Mg	4,0	4,0	4,3	-		26,3	7,3	8,4	-	
Matières Organiques	C%	2,2	1,95	1,95	1,95		1,9	1,8	1,8	1,62	
	N mg/100g	133	129	131	143		62	120	114	117	
	C/N	16,5	15,1	14,9	13,3		30	10,7	15,7	14,3	
	MO%	3,8	3,35	3,35	3,3		3,4	3,1	3,1	2,8	
	AH mg/100g	14,2	61	50	76		90	20	6	43	
	AF mg/100g	648	-	-	-		568	-	-	-	
	AH mg/100g FNA	-	-	-	150		-	-	-	80	
	AH mg/100g FNA	-	-	-	800		-	-	-	700	

Tableaux d'analyse pour 0 - 15 cm

		Avril 56	Nov 56	Nov 57	Fev 59	Avril 56	Nov 56	Nov 57	Fev 59
		Témoïn				Fumier			
pH		4,7	4,3	4,2	4,6	4,6	4,6	4,3	4,8
Bases Ech./ 100 g sol.	Ca meq.	0,60	0,75	0,41	0,57	0,37	0,70	0,47	0,92
	Mg meq.	-	0,06	-	-	-	0,22	0,07	-
	K meq.	0,08	0,21	0,12	0,15	0,20	1,09	0,77	0,69
	Na meq.	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,11	0,08	0,03
	BE meq.	0,72	1,08	0,59	0,75	0,43	2,13	1,39	1,64
	Ca/Mg	-	12,5	-	-	-	3,1	6,7	-
Matière organique	C%	1,7	1,2	1,3	1,37	1,3	1,4	1,1	1,42
	N mg/100g	62	94	88	98	105	109	92	113
	C/N	27	12,7	14,7	14,0	12,5	12,8	11,9	12,6
	MO%	2,9	21	2,2	2,35	2,2	2,4	1,9	2,4
	AH mg/100g	80	15	3	-	27	40	4	-
	AF mg/100g	592	-	-	-	544	-	-	-
		Fumier Matière organique				Matière organique			
pH		4,7	4,6	4,25	4,58	4,7	4,45	4,25	4,52
Bases Ech/ 100 g sol.	Ca meq.	0,37	0,79	0,41	0,81	0,43	0,69	0,52	0,66
	Mg meq.	0,05	0,16	-	-	0,01	0,11	-	-
	K meq.	0,19	0,58	0,26	0,24	0,08	0,29	0,14	0,12
	Na meq.	0,04	0,08	0,06	0,03	0,04	0,06	0,05	0,03
	BE meq.	0,65	1,61	0,73	1,08	0,56	1,15	0,71	0,81
	Ca/Mg	7,4	4,9	-	-	43	6	-	-
Matière organique	C%	1,3	1,35	1,4	1,47	1,2	1,3	1,1	1,35
	N mg/100g	84	109	85	113	84	94	91	104
	C/N	15	12,4	16,4	13,0	14	13,8	12,0	13,0
	MO%	2,2	2,3	2,4	2,5	2,1	2,2	1,9	-
	AH mg/100g	34	27	2	-	25	15	2	-
	AF mg/100g	552	-	-	-	648	-	-	-

Fiches d'analyses pour 15 - 30 cm

Nous donnons sous forme de graphique les schémas d'évolution cyclique qui permettent de mieux comprendre les phénomènes et de tenir compte des différences entre les chiffres d'analyse.

II. DISCUSSION DES RESULTATS:

De l'étude des chiffres obtenus et de leur transcription graphique (au moins pour les valeurs du pH, de la somme des bases échangeables et de la teneur en carbone) ressortent les indications suivantes:

A) Analyse globale:

I. Traitement Témoin:

a- Surface: on constate:

- une diminution légère du pH - baisse assez rapide dès la première année de mise en culture suivie d'une stabilisation à un pH de l'ordre de 4,4
- une diminution dans les mêmes conditions de la somme des bases échangeables particulièrement nette pour le magnésium
- une baisse rapide de la teneur en C% la première année suivie d'un palier et d'une diminution lente la 3e année

b- profondeur: on constate

- une tendance à l'amélioration du pH, en corrélation avec une remontée légère de la teneur en bases échangeables et de la teneur en C%.

2. Traitement Fumier:

a- Surface:

- dès le premier prélèvement on constate une nette amélioration du pH, suivie d'une amélioration très marquée après le 2e épandage. Par la suite, après une baisse rapide en fin de 2e année, stabilisation.
- Pour les bases échangeables on constate le même phénomène mais sans stabilisation des teneurs - on note des teneurs très élevées en potassium.
- Pour la teneur en C%, nette amélioration suivie d'une baisse progressive. Au bout de trois ans la teneur en C% de la parcelle fumier est revenue au niveau initial de la parcelle témoin. Il semblerait donc que les 140 T/ha apportées ont été détruites en trois ans. Nous reprendrons cette question plus loin.

b- Profondeur: on constate:

- une augmentation progressive et lente du pH.
- une forte amélioration des bases échangeables particulièrement en potassium.
- une légère augmentation vers la 3e année de la teneur en carbone.

3. Traitement Fumier - Matière organique

a- Surface: même évolution que pour les parcelles Témoin mais décalées du fait de l'amélioration au départ des conditions. Remarquons cependant que la teneur en C% baisse plus vite la première année que celle du traitement Témoin.

b- Profondeur: mêmes observations que dans le cas du Témoin - lente mais sure amélioration de la teneur en carbone.

4. Traitement Matière Organique

Les écarts entre les Témoins et ces parcelles sont identiques au début et à la fin de l'essai. Les courbes d'évolution sont identiques aussi bien pour la surface que pour la profondeur. Cette matière organique apportée ne semble donc avoir eu aucun effet d'amélioration sensible sur le sol.

Nous retiendrons donc de cet examen global que seuls les traitements fumiers paraissent intéressants et que nous pouvons ne pas tenir compte de l'amélioration à peine sensible de la matière organique (maïs et graminées de savane) apportée.

B. Etude de l'effet sur les récoltes.

Sur les deux cultures d'Urena la matière organique a eu peu d'effet; par contre les traitements fumiers ont donné de larges plus values.

Les résultats du 1er cycle 57/58 sont à priori étonnants. Malgré l'apport de 140 T/ha de fumier et une amélioration considérable de la fertilité du sol, les rendements sont inférieurs (F) ou à peine supérieurs (F-MD) à ceux du Témoin. L'idée d'un déséquilibre dans le sol vient immédiatement à l'esprit. On s'aperçoit en effet, si on se reporte aux analyses de bases échangeables de Novembre 1957 que l'on est en présence d'un stock de calcium un peu supérieur à celui du potassium, 1,66 meq. de Ca pour 1,21 de K. Il pourrait donc y avoir un excès de K par rapport au Ca; il pourrait y avoir aussi excès de K et carence en Mg - le rapport $\frac{K}{Mg} = \frac{1,21}{0,39} = 3$. Il est à noter d'ailleurs qu'en Novembre 56 nous avons davantage de K que de Ca, 1,65 contre 1,43. Une partie du potassium a donc retrogradé.

En outre, l'analyse du fumier révèle des teneurs en manganèse très fortes: 2.460 ppm. Le manganèse est un principe combiné à la matière organique du fumier mais peut être rapidement rendu facilement assimilable. Aux doses de fumier employées, cela aboutit à une augmentation de l'ordre de 30 ppm pour le sol, ce qui est considérable (cela ferait un apport de 61,5 kg/ha de Mn soit environ 400 kg de sulfate de magnésie).

On avait d'ailleurs trouvé les doses suivantes de Mn par une extraction acétique du sol.

Traitements	Manganèse extractible ppm.
T	95
F	122
F-MO	112
MO	81

Il n'est donc pas étonnant dans ces conditions (déséquilibre en potassium, augmentation de la teneur en Mn facilement assimilable), qu'on ait assisté à une chute des rendements et ce malgré un beau développement des plantes.

On a retrouvé dans la culture de cotonniers du 2e cycle 58/59, des doses de Mn importantes (FRANQUIN). En effet sur les parcelles T et MO, les cotonniers n'avaient pas poussé; sur les parcelles F et F-MO les résultats suivants ont été enregistrés:

Traitement	Mn ppm	% feuilles malades
F	1.020	0
F-MO	2.300	25

Sur les parcelles F bien qu'on dépasse donc le seuil de 1000 ppm, on ne trouve pas de feuilles présentant de signes d'intoxication; de même sur les parcelles F-MO des doses de 2.300 ppm, on ne trouve que 25% des feuilles malades.

Le fait que les cotonniers aient pu végéter dans des conditions semblables ne peut être attribué qu'à l'apport considérable d'autres éléments nutritifs par le fumier.

Le manganèse doit d'ailleurs en fait être rapidement complexé au pH où l'on se trouve et devait même aussi être complexé en partie avant la culture de cotonnier, puisque la récolte 58/59 d'arachides au 1er cycle paraît beaucoup plus normale et le fumier très marquant.

Il est certain donc que ce fumier au moins dans les conditions où il est fabriqué au Niari doit être employé avec discernement. Peut-être devait-on apporter un amendement calcaire de complément, nécessaire à l'insolubilité du manganèse ainsi enfoui dans le sol.

C. Essai de bilan de la matière organique

L'examen des chiffres d'analyse et des courbes d'évolution montre dès l'abord une évolution sensiblement identique de toutes les parcelles qui porterait essentiellement sur la matière organique pré-existante dans le sol.

- On a reconstitué les valeurs de Novembre 1955 afin de les comparer à celles de Novembre 56 de la façon suivante (graphique 1).

Un apport de 70 T/ha de fumier correspond à une augmentation théorique de C% de 0,36% d'après l'approximation citée au début. On note d'ailleurs en Novembre 56 une augmentation de 0,35% de carbone après le 2e apport de 70 T/ha de fumier sur les parcelles F en comparaison avec les parcelles F-MO.

- du fait de l'évolution cyclique dans l'année la valeur de Novembre 55 est sensiblement la même que celle d'Avril 56. On prendra donc la valeur 2% pour la teneur en carbone de la parcelle Témoin en Novembre 55
- de ce fait la valeur C% des parcelles Fa et F-MO serait égale à 2,35%.

On note les écarts suivants pour les parcelles:

Dates	F/F - MO	F - MO/T	F/T
Nov. 55	0	+ 0,35	+ 0,35
Avr. 56	0	+ 0,20	+ 0,20
Nov. 56	+ 0,35	+ 0,15	+ 0,50
Nov. 57	+ 0,35	+ 0,15	+ 0,50
Fev. 59	+ 0,15	+ 0,15	+ 0,30

de la même manière que précédemment on peut considérer que les valeurs de Février 59 sont les mêmes que celles de Novembre 58 du fait de l'évolution cyclique (maximum du taux de carbone vers Décembre-Janvier). On pourra donc comparer les chiffres d'analyses des mois de Novembre à celui de Février 1959.

En outre, étant donné que ces parcelles ont été ouvertes juste avant la période sèche et fraîche, le taux de carbone n'a pas du changer beaucoup d'Avril 55 à Novembre 55 et on peut donc sans risque d'erreur grave affirmer d'après ces graphiques et ces tableaux, que c'est dès la première année que se situe la chute du taux de carbone la plus importante; la deuxième année est une année de stabilisation avant d'atteindre une baisse très lente à partir de la troisième année.

Il est important de remarquer que l'écart de 0,15% de C se maintient dans la parcelle F-MO par rapport au Témoin et que nous retrouvons cet écart de 0,15 entre F et F-MO en Février 59. Il semblerait donc que l'apport de fumier corresponde à un apport d'une matière organique stable, pouvant se cumuler dès la deuxième année suivant l'enfouissement.

Cette observation est importante car dans ces conditions l'espoir devient grand de maintenir le stock initial de matière organique par des apports fractionnés de fumier et même de l'améliorer.

Il est par contre grave économiquement de remarquer qu'il a fallu 140 T/ha de fumier pour équilibrer les pertes et retrouver au bout de trois ans la même teneur en C%, donc théoriquement la même teneur en matière organique qu'au départ. De telles doses apportées en une ou deux fois sont prohibitives, mais on pourrait espérer si cette fraction paraissant stable apportée par le fumier se maintenait sur une longue période et conservait son caractère cumulatif, arriver au bout d'un temps malheureusement plus long à un résultat identique obtenu par des doses fractionnées, apportées en tête d'assolements.

On remarquera que l'approximation sur la teneur en matière organique du fumier est valable puisqu'en Novembre 56, on retrouve 9 T/ha de C soit 16 T/ha de matière organique dans les parcelles F, plus 2,7 T/ha de C soit 4,6 T/ha de matière organique minéralisée, ce qui ferait un total d'environ 21 T/ha de matière organique retrouvée par l'analyse, alors que le calcul par cette approximation indiquerait 22 T/ha.

Enfin, les chiffres trouvés dans la littérature indiquent des pertes en matière organique pouvant atteindre après déforestation (minéralisation maximum) des chiffres d'une tonne à l'hectare par mois sous climat tropical. Dans cet essai, on trouve les chiffres suivants pour la première année de culture:

Parc. T - 0,2% de carbone, c'est-à-dire pour 1.800 T/ha de terre, 6,2 T/ha de matière organique, soit environ 500 kg/ha/mois

Parc. F - 0,3% de carbone soit 9,3 T/ha de matière organique soit environ 770 kg/ha/mois.

L'effet sur le sol de la matière organique (maïs - herbes) semble pratiquement nul. Cependant, on peut noter trois points intéressants:

- l'écart entre les traitements T et MO se retrouve identique en Avril 56 et en Février 59, ce qui confirme l'idée d'une évolution parallèle de toutes les parcelles au détriment de la matière organique préexistante.
- après l'apport de cette matière sèche, on constate une très nette diminution du taux d'azote total qui passe de 110 mg sur T à 62 mg avec un C/N de 30, ce qui confirme une fois de plus la possibilité d'une "faim d'azote" donc l'obligation d'un apport d'engrais azoté après l'enfouissement de pailles.

III. CONCLUSIONS

Il est donc prouvé une fois de plus tout l'intérêt de l'utilisation du fumier de ferme: amélioration progressive, mais surtout cumulative du taux de matière organique, amélioration de la teneur en bases, augmentation du pH.

Cependant dans les conditions propres aux sols de la vallée du Niari, riches en manganèse, il faut tenir compte des doses fortes de manganèse que contient le fumier qu'on peut fabriquer, ce qui conduira à une utilisation modérée et fractionnée. Il serait intéressant, d'une part pour équilibrer l'excès de potassium, d'autre part pour insolubiliser au maximum le manganèse facilement assimilable d'envisager des apports de calcaire broyé complémentaire. Il est certain qu'il conviendrait d'être assez prudent car un excès de calcium risquerait d'aider à une minéralisation trop rapide du fumier. Des essais seraient nécessaires pour préciser ce point.

Enfin on retrouve le point de vue si souvent exprimé du caractère parfois illusoire des enfouissements de résidus de récolte ou d'engrais verts frais ou secs sur l'augmentation de la teneur en matière organique du sol. On a enfoui ici une matière sèche, mais il est très vraisemblable que des résultats semblables pourraient être enregistrés avec des engrais verts frais.

Fig. 1: Evolution du pH, des Bases Echangeables du C% dans l'essai du champ 27 IRCT, pour la couche 0-15cm

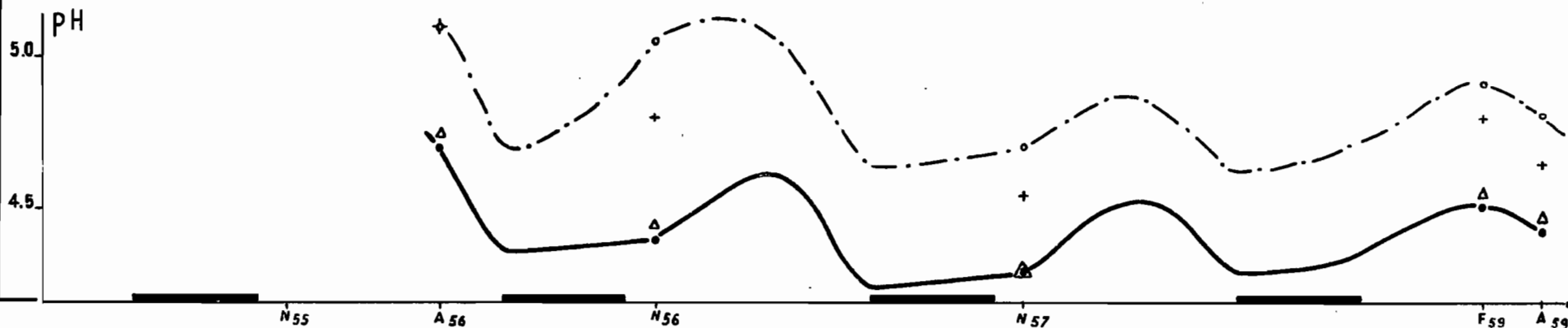
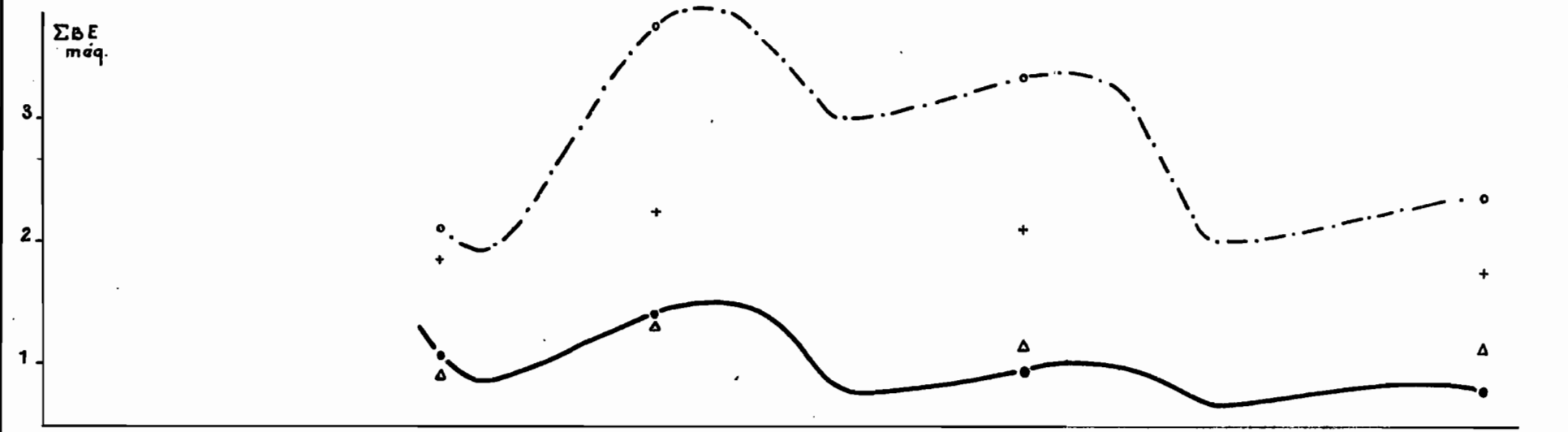
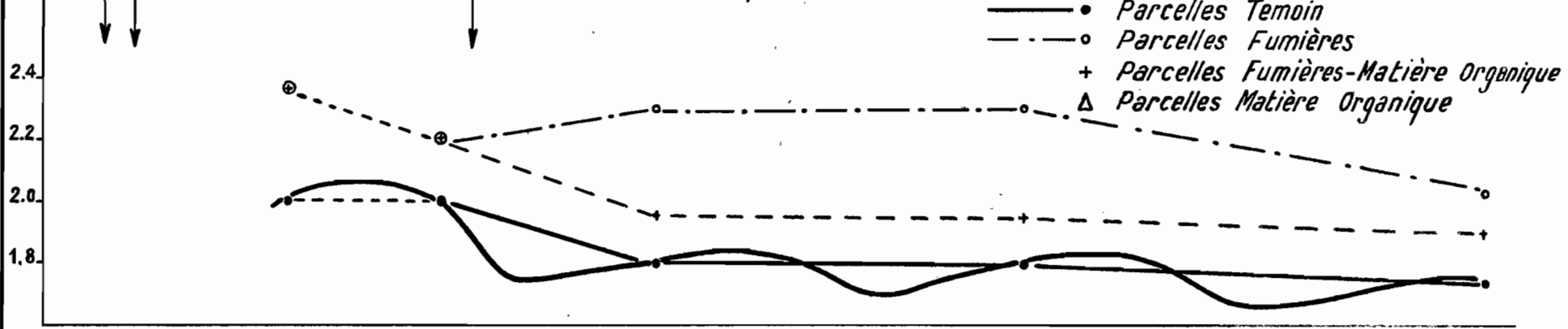


Fig. 2: Evolution du ph, des Bases Echangeables, du C% dans l'essai du champ 27 I.R.C.T., pour la couche 15-30 cm.

