

ÉCOLOGIE DE L'ANANAS DANS LE SUD-INDOCHINOIS

par **Boris TKATCHENKO**

CHEF DE LA DIVISION DE CHIMIE DE LA
SECTION TECHNIQUE D'AGRICULTURE TROPICALE
PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE
D'APPLICATION D'AGRICULTURE TROPICALE

CHAPITRE II

SOLS (suite) (1)

NATURE PÉDOLOGIQUE ET CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS SUD-INDOCHINOIS CULTIVÉS EN ANANAS

L'examen détaillé des propriétés physiques des sols étudiés nous a permis de les classer en quatre groupes nettement distincts correspondant à leur nature pédologique.

Ce même classement peut s'établir sur la base de leurs caractéristiques chimiques, ces dernières étant très différentes d'un groupe à un autre.

Prenons, par exemple, la composition chimique globale des neuf échantillons étudiés (tableau V) : pour les terres rouges basaltiques, les teneurs en trois composants fondamentaux — silice, alumine et fer — s'énoncent ainsi : 27,50 à 36,00 % pour la silice, presque autant pour l'alumine — 26,95 à 25,95 % — et légèrement au dessous pour le fer — 17,30 à 14,30 % —, tandis que les sols gris de Duc-hoà contiennent 60 à 70 % de silice, 11,81 à 15,43 % d'alumine et seulement 3,04 à 5,82 % de fer. Les teneurs en mêmes éléments des terres rouges dacitiques les placent entre les sols gris de Duc-hoà et les terres rouges basaltiques. Les sols gris alluvionnaires (n° 5) se caractérisent par une teneur très élevée en silice (83,82 %) et par la faible proportion de fer (1,04 %).

Les terres rouges basaltiques sont extrêmement riches en acide phosphorique, mais pauvres en éléments alcalino-terreux (chaux et magnésie) et surtout en potasse, tandis que les sols gris de Duc-hoà contiennent peu d'acide phosphorique et beaucoup de potasse. Par leurs teneurs en acide phosphorique et en potasse, les sols dacitiques et les sols gris alluvionnaires (n° 5) se placent entre les deux précédents.

Enfin, si, dans les terres grises alluvionnaires et dans les terres dacitiques, le manganèse n'existe



Photo 7. — Ananas sur des sols rouges basaltiques pauvres, fortement latéritisés et à hautes teneurs en manganèse (Station agronomique de Giarray, Cochinchine).

qu'à l'état de traces, les teneurs en cet élément des terres rouges basaltiques sont de nature à se montrer préjudiciables à la culture de l'ananas. Ainsi, l'échantillon n° 2 contient 0,82 % de manganèse à l'état de Mn^{2+} , teneur dépassant le maximum toléré par la plante.

Les terres grises de Duc-hoà se remarquent, par contre, par la présence en quantités relativement élevées de sulfates et de chlorures, éléments inexistantes dans les terres rouges basaltiques et dacitiques.

D'autres caractéristiques chimiques, telles que les rapports moléculaires $\frac{\text{silice}}{\text{alumine}}$ et $\frac{\text{silice}}{\text{alumine} + \text{fer}}$, le rapport $100 \frac{\text{silice soluble dans } SO_4^{2-}}{\text{silice totale}}$, l'importance et l'état de combinaison des colloïdes de silice et d'alumine différencient d'une façon aussi nette que la composition chimique globale les quatre groupes pédologiques.

(1) Voir "Fruits d'Outre-Mer" Vol. 3, n° 1, 1948.

TABLEAU V
Composition chimique globale des sols sud-indochinois cultivés en ananas

Échantillons étudiés	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Humidité	11,23	10,12	11,70	12,22	0,60	2,60	2,85	2,50	2,75
Perte au feu	10,15	10,05	12,30	12,05	4,00	9,70	8,80	8,85	6,50
Silice.....(SiO ²)..	27,50	36,00	51,20	50,00	83,82	61,08	64,22	60,96	70,10
Alumine.....(Al ² O ³)..	26,95	25,95	17,75	18,80	8,11	15,43	13,66	14,50	11,81
Fer..... $\left\{ \begin{array}{l} (Fe^{\circ}O^3) \\ (FeO) \end{array} \right\}$	17,30	14,30	4,00	4,70	1,04	5,82	4,94	5,65	3,04
Manganèse.....(Mn ² O ¹)..	0,24	0,82	Traces						
Titane.....(TiO ²)..	3,70	2,02	0,79	0,91	0,61	0,91	0,91	0,91	0,75
Acide phosphorique.(P ² O ⁵)..	0,50	0,34	0,10	0,12	0,08	0,06	0,05	0,06	0,05
Sulfates.....(SO ³)..	—	—	—	—	—	0,56	1,02	1,97	2,22
Chlorures.....(Cl)	—	—	—	—	Traces	0,12	0,18	0,14	0,21
Chaux.....(CaO)..	0,29	0,31	0,39	0,27	0,52	0,43	0,49	0,43	0,29
Magnésie.....(MgO)..	0,18	0,19	0,12	0,11	0,31	0,53	0,54	0,45	0,27
Potasse.....(K ² O)..	0,20	0,21	0,51	0,44	0,18	1,55	1,57	1,67	1,02
Soude.....(Na ² O)..	0,21	0,28	0,42	0,31	0,11	0,78	0,88	1,04	1,08
Total....	99,45	99,43	99,28	99,93	99,38	99,57	100,11	99,53	100,39

Ainsi, le rapport moléculaire $\frac{\text{silice}}{\text{alumine}}$, calculé d'après les données de l'analyse globale (tableaux V et VI), varie de 1,73 à 2,36 pour les terres basaltiques et de 4,87 à 4,50 pour les terres dacitiques. Pour les terres alunées de Duchoà, il est compris entre 6,7 et 10 et pour les terres grises de Thu-duc — Thu-dâu-mot il atteint le chiffre de 17,45.

Etabli sur la base des teneurs globales en silice, et en alumine, le rapport moléculaire $\frac{\text{silice}}{\text{alumine}}$ est de nature à fournir des indications sur l'état de latéritisation d'un sol donné : ce rapport est, en effet, d'autant plus élevé que le sol est moins latérisé. Mais, pour avoir une idée précise sur le phénomène, il faut étudier la composition chimique, ou tout au moins les teneurs en silice et alumine de la fraction colloïdale — la plus active — du sol.

Tout en ayant jugé utile d'avoir indiqué les rapports

moléculaires $\frac{\text{silice}}{\text{alumine}}$ établis pour les teneurs globales des sols étudiés, parce qu'ils sont nettement dis-



Photo 8. — Sur des terres rouges dacitiques la Cayenne lisse donne de beaux fruits dont le poids dépasse couramment 5 kg.

TABLEAU VI

Rapports moléculaires $\frac{\text{SiO}^2}{\text{Al}^2\text{O}^3}$ et $\frac{\text{SiO}^2}{\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3}$ des sols sud-indochinois cultivés en ananas, établis d'après leurs teneurs globales en silice et sesquioxydes

Échantillons étudiés	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Teneurs en %									
Silice(SiO ²)..	27,50	36,00	51,20	50,00	83,82	61,68	64,22	60,96	70,10
Alumine(Al ² O ³)..	26,95	25,95	17,75	18,00	8,11	15,43	13,66	14,50	11,81
Fer(Fe ² O ³)..	17,30	14,30	4,00	4,70	1,04	5,82	4,96	5,65	3,04
Teneurs calculées en molécules milligrammes									
Silice(SiO ²)..	456	600	850	830	1390	1015	1070	1012	1164
Alumine(Al ² O ³)..	264	254	174	184	79,5	151	134	142	116
Fer(Fe ² O ³)..	108	89,5	25	29,4	6,5	36,4	31,1	35,3	19
Fer + Alumine.....	372	343,5	199,0	213,4	86,0	187,4	165	177,3	135
Rapports moléculaires									
SiO ² /Al ² O ³	1,73	2,36	4,87	4,50	17,45	6,72	7,97	7,12	10,0
SiO ² /R ² O ³	1,23	1,75	4,26	3,90	1,61	5,40	6,47	5,70	8,60

tincts pour chaque groupe pédologique des sols étudiés, nous avons déterminé les teneurs en silice et alumine de leur fraction colloïdale. Les résultats obtenus se sont également montrés très caractéristiques pour chacun de ces groupes.

Ainsi, pour les terres rouges basaltiques (tableau VII), la valeur du rapport moléculaire $\frac{\text{silice}}{\text{alumine}}$ est inférieure à 1 ; les terres rouges dacitiques se caractérisent par les rapports compris entre 1,18 et 1,20 ; pour le sol de Thù-dâu-môt—Thu-duc, ce rapport est de 2,05 et, pour les sols alunés de Duc-hoà, il est supérieur à 4,00.

D'après la classification des terres rouges de MARTIN et DOYNE (10) basée sur le rapport moléculaire $\frac{\text{silice}}{\text{alumine}}$ (silice et alumine de la fraction colloïdale du sol) et dont voici les termes :

Rapport moléculaire $\text{SiO}^2/\text{Al}^2\text{O}^3$

- latérite ou terres fortement latéritisées. < 1,33
- terres latéritisées..... 1,33 à 2,00
- terres non latéritisées.> 2,00
- les terres rouges dacitiques et surtout les terres rouges basaltiques se classent dans la catégorie des terres fortement latéritisées, tandis que les terres d'alluvions récentes de Duc-hoà se montrent non latéritisées. Quant aux terres grises d'alluvions anciennes (n° 5), dont le rapport SiO²/Al²O³ est égal à 2,05, elles peuvent être considérées comme non latéritisées ou très légèrement latéritisées.

Si l'on examine le « degré de vieillissement » des sols étudiés, défini par le rapport :

$$100 \frac{\text{silice soluble dans l'acide sulfurique concentré}}{\text{silice totale}}$$

(tableau VI et fig. 4), on constate que, pour les terres rouges basaltiques, la valeur de ce rapport varie $\text{SiO}^2/\text{Al}^2\text{O}^3$

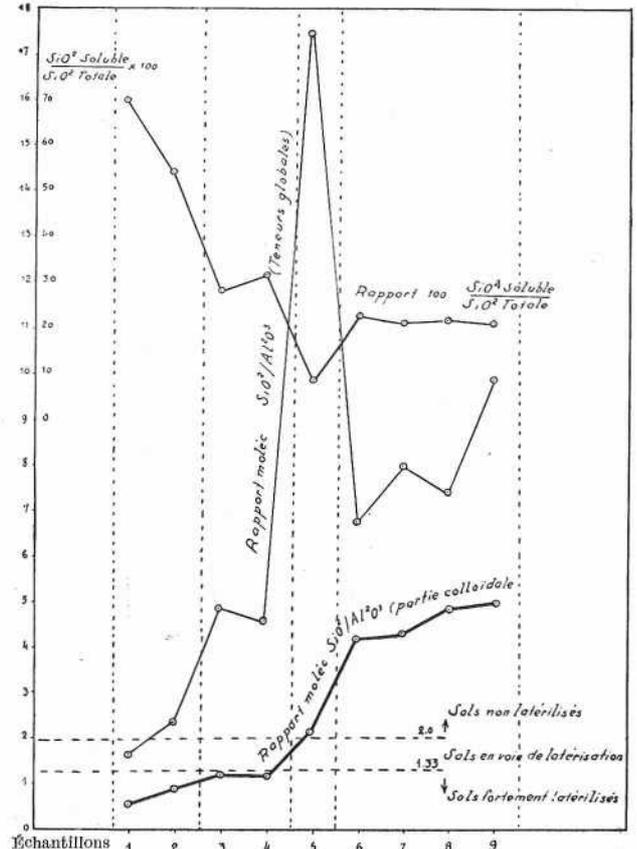


Fig. 4. — Rapports moléculaires SiO²/Al²O³ et pourcentage de la silice soluble des sols sud-indochinois cultivés en ananas. Remarquer que la courbe du rapport moléculaire SiO²/Al²O³ (partie colloïdale du sol) correspond à celle de la perméabilité μ' (fig. 2).

TABLEAU VII
Teneurs en silice et alumine de la fraction colloïdale des sols étudiés et leur rapport moléculaire $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$

Échantillons étudiés	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	%	Mol																
Silice.....(SiO_2) ..	1,96	32,6	2,04	34,6	2,20	36,6	2,36	39,2	1,80	29,9	3,38	57,0	3,10	51,5	3,02	50,0	3,18	52,8
Alumine.....(Al_2O_3) .	5,18	50,8	4,44	43,5	3,10	30,4	3,38	33,1	1,50	14,7	1,34	13,1	1,23	12,2	1,08	10,6	1,08	10,6
Rapport moléculaire $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	0,64		0,80		1,20		1,18		2,05		4,31		4,22		4,72		4,92	

Observations. — Les chiffres de la première colonne indiquent les teneurs en %, ceux de la deuxième expriment ces mêmes teneurs en molécules-milligrammes pour 100 g de terre sèche.

TABLEAU VIII
Silice totale et silice soluble des sols sud-indochinois cultivés en ananas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Silice totale.....(S)	27,50	36,00	51,20	50,00	83,82	61,08	64,22	60,96	70,10
Silice soluble dans l'acide sulfurique ..(S')	19,32	19,48	14,26	16,38	6,23	13,80	13,20	13,12	14,30
Rapport 100 S'/S.....	70,0	53,5	27,8	32,6	7,5	22,5	21,2	21,5	20,3

de 54 à 70, pour les terres dacitiques, de 28 à 32, pour les sols de Duc-hoà, de 20 à 23 et, pour les sols gris alluvionnaires, elle est seulement de 7,5.

Autrement dit, 54 à 70 % de la silice totale des terres rouges basaltiques sont solubles dans l'acide sulfurique, tandis que la silice des terres grises alluvionnaires n'est soluble que dans la proportion de 7,5 %.



Photo 9. — Aspect caractéristique des plantations indigènes établies sur des sols lourds et alunés de la plaine de Duc-hoà (Cochinchine).

L'importance des fractions colloïdales de silice et d'alumine, déterminées par la méthode de K. GEDROITZ (5), et l'état de leurs combinaisons (tableau VII), se révèlent également très caractéristiques pour chacun des quatre groupes de sols établis précédemment : les terres rouges basaltiques et dacitiques sont riches en colloïdes silico-alumineux solubles dans la potasse à 5 %, tandis que les sols d'alluvions récentes de Duc-hoà, malgré les fortes teneurs en argile totale, accusent des teneurs bien inférieures en ces mêmes colloïdes. D'autre part, tandis que, dans les terres rouges, toute la silice colloïdale est combinée à l'alumine d'après la formule $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, et il y a même un excès de ce dernier élément à l'état libre (excès important surtout dans le cas des terres basaltiques), dans les terres grises de Duc-hoà, c'est la silice qui est en excès.

Pour l'échantillon n° 5, les teneurs en silice et alumine correspondent à peu près à la formule $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

La composition chimique globale des terres basaltiques sud-indochinoises a beaucoup d'analogies — surtout pour les composants fondamentaux : silice, alumine, fer — avec celles des terres rouges basaltiques de Hawaï et des terres rouges de Cuba. Les rapports moléculaires $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ s'expriment également par des chiffres de même ordre de grandeur. Par exemple, le rapport $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ est égal, dans le cas des terres hawaïennes, à 1,80 et, dans le cas des terres de Cuba, à 1,82 ; nous avons vu (tableau VI) que les deux échantillons étudiés des terres basaltiques du Sud-Indochinois se caractérisaient par les rapports $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 1,23 et 1,75. On peut donc supposer que l'état de latérisation de tous ces sols est semblable.

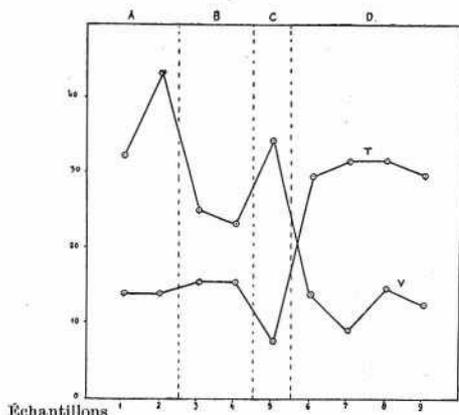


Fig. 5. — Caractéristiques du complexe absorbant des sols sud-indochinois cultivés en ananas.
T. Capacité totale d'absorption (en milliéquivalents).
V. Saturation effective (en %).

Néanmoins, les sols rouges hawaïens et cubains contiennent davantage d'éléments alcalino-terreux — chaux et magnésie — et d'éléments alcalins — potasse et soude (le sol de Cuba est moins riche en potasse que les terres rouges du Sud-Indochinois).

Les teneurs en manganèse des sols basaltiques sud-indochinois se rapprochent de celles qui caractérisent les sols rouges de Hawaï et, pour l'échantillon n° 2 (tableau V), la quantité de manganèse (Mn^{3+}) dépasse même la limite maximum tolérée par la plante. Aussi, bien que, jusqu'à présent, aucun cas de chlorose manganique n'a été signalé dans les cultures qui viennent de s'établir sur les sols correspondant à l'échantillon n° 2, l'apparition de la maladie y serait toujours à craindre.

Envisagée au point de vue de la culture d'ananas, la composition chimique globale des sols dacitiques ne fait apparaître aucun défaut notable : le manganèse s'y trouve à l'état de traces et les teneurs en éléments fertilisants minéraux les classent parmi les meilleurs et les plus équilibrés de tous les sols étudiés. Ils sont d'origine pédologique plus récente que les terres basaltiques et bien moins latéritisés.

Les sols sablonneux de Thu-dâu-môt peuvent être comparés à ceux de Porto-Rico (tableau I) ; mais ils sont mieux pourvus en éléments fertilisants minéraux.

Le gros défaut, au point de vue chimique, des sols de Duc-hoà est constitué par leurs fortes teneurs en sulfates et en chlorures. Bien que l'on admette généralement que l'ananas s'accommode des terres alunées et que sa culture améliore ces dernières, il serait aléatoire d'affirmer que cette tolérance n'entraîne pas de troubles physiologiques chez la plante, se traduisant par un affaiblissement de sa vitalité. En effet, on ne trouve que rarement sur des sols alunés des plants d'ananas bien vigoureux.

Un autre défaut des sols de Duc-hoà réside dans la faible solubilité de leurs éléments fertilisants, notamment de la potasse. Enfin, le rapport CaO/MgO

caractérisant ces sols ne dépasse jamais la valeur de trois dixièmes, tandis que, dans les bons sols à ananas, il doit être plutôt légèrement supérieur à 1, condition réalisée par tous les autres sols sud-indochinois cultivés en ananas (tableau XIII) (1).

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS SUD-INDOCHINOIS CULTIVÉS EN ANANAS

L'origine pédologique différente de chacun des quatre groupes de sols étudiés se confirme par leurs propriétés physico-chimiques franchement distinctes.

Ainsi, la valeur « T » — capacité totale d'absorption — se traduit, dans le cas des sols rouges basaltiques, par 14,24-14,28 milliéquivalents pour 100 g de terre et par 15,28-15,38 milliéquivalents dans le cas des terres dacitiques.

Pour les sols fortement argileux de Duc-hoà, la valeur de « T » est toujours supérieure à 30,0, tandis que pour les sols sablonneux de Thu-dâu-môt (n° 5), elle dépasse à peine 7 milliéquivalents.

Bien que se caractérisant par des capacités totales d'absorption inférieures à celles des sols de Duc-hoà, les complexes absorbants des terres rouges basaltiques contiennent davantage de cations échangeables que ces derniers, fait se traduisant pour les terres rouges par des saturations effectives (valeurs « V ») nettement supérieures aux valeurs « V » des sols de Duc-hoà (tableau X [1], figure 5).

Les caractéristiques du complexe absorbant des sols rouges dacitiques les font classer entre les sols rouges basaltiques et terres alunées de Duc-hoà ; le complexe absorbant des sols gris alluvionnaires de



Photo 10. — Essai de culture des variétés indigènes d'ananas sous couvert forestier sur des sols rouges basaltiques riches en manganèse (Station expérimentale forestière de Kampong Cham, Cambodge).

TABLEAU IX

Taux de colloïdes de silice et d'alumine libres et combinées

Échantillons étudiés	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	%	mé																
Silice.....(SiO ²)..	1,96	16,4	2,04	17,1	2,20	18,4	2,36	19,7	1,80	15,1	3,38	28,3	3,10	25,9	3,02	25,2	3,18	26,6
Alumine.....(Al ² O ³)..	5,18	50,8	4,44	43,5	3,10	30,4	3,38	33,1	1,50	14,7	1,34	13,1	1,23	12,2	1,08	10,6	1,08	10,6
Somme des colloïdes.....	7,14	67,2	6,48	60,6	5,30	48,8	5,74	52,8	3,30	29,8	4,72	41,4	4,33	37,1	4,10	35,8	4,26	37,2
Silice et Alumine combinées (2SiO ² . Al ² O ³)..	3,64	32,8	3,78	34,1	4,08	36,8	4,38	39,5	3,26	29,4	2,91	26,3	2,62	24,4	2,35	21,2	2,35	21,2
Silice libre.....	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,35	1,81	15,2	1,64	13,7	1,75	14,6	1,92	16,0
Alumine libre.....	3,50	34,4	2,70	26,5	1,22	12,0	1,36	13,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Observations. — Les chiffres de la première colonne indiquent les teneurs en %, ceux de la deuxième expriment ces mêmes teneurs en milliéquivalents pour 100 g de terre sèche.

Thu-dâu-môt, bien que contenant peu de cations échangeables, se caractérise par une valeur de « V » assez élevée due à sa faible capacité d'absorption totale (« V » — la saturation effective — étant le rapport 100.S/T).

Les terres rouges basaltiques se caractérisent par des acidités relativement atténuées pour les sols du Sud-Indochinois : pH de 4,64 à 5,26, acidité d'échange de 0,8 à 15 et acidité d'hydrolyse de 28,2 à 71,4 (tableau XI, [1], figure 6). Les terres dacitiques sont légèrement plus acides : pH 4,12 à 4,57, acidité d'échange 13,0 à 17,2 et acidité d'hydrolyse 74,4. L'acidité des sols gris alluvionnaires (n° 5) s'exprime par des chiffres analogues : pH 4,57, acidité d'échange 10,5 et acidité d'hydrolyse 71,5. Quant aux sols alunés de Duc-hoà, ils se révèlent extrêmement acides : leur pH dépasse à peine 3,00, leurs acidités d'échange vont de 165,0 à 188,0 et leurs acidités d'hydrolyse sont toujours supérieures à 200,0 (223,0 pour l'échantillon n° 9).

Nous avons précédemment indiqué que les sols considérés convenables à la culture de l'ananas se caractérisent par un pH compris entre 4,5 et 6,0. Les sols rouges basaltiques et dacitiques et le sol gris de Thu-dâu-môt, dont les pH varient de 4,57 à 5,26, rentrent donc dans la catégorie des terres convenables, par leur réaction, à la culture de cette plante. Les terres alunées de Duc-hoà, avec leur pH ne dépassant pas pratiquement 3,00, doivent être considérées, une fois de plus, inaptes à la croissance normale et à la culture productive de l'ananas.

On arriverait à la même conclusion en examinant les acidités d'échange et d'hydrolyse des sols étudiés (tableau XI) (1).

(A suivre).

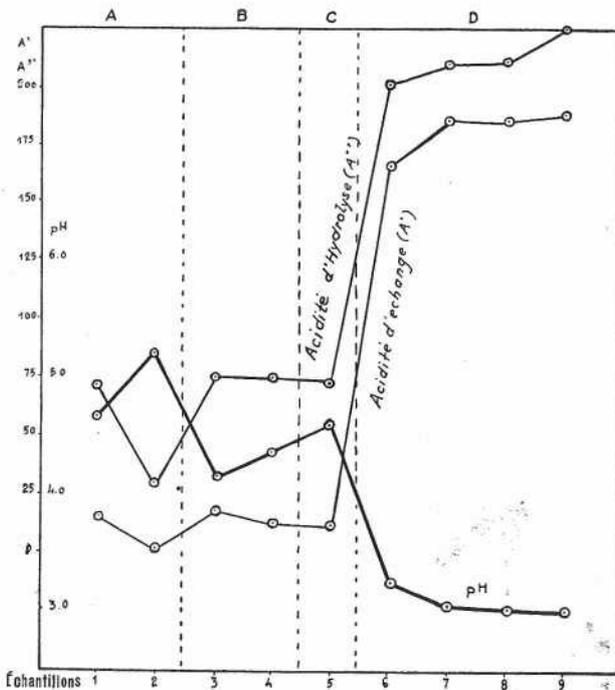


Fig. 6. — Acidités des sols sud-indochinois cultivés en ananas.

L'acidité dans toutes ses expressions — pH, acidité d'échange et celle d'hydrolyse — varie énormément d'un groupe de sols faisant l'objet de l'étude à un autre.

Rectification. — Dans le début de ce chapitre (vol. 3, n° 1, Janvier 1948), à la 22^e ligne de la page 6, au lieu de : “ la diminution de son acidité ”, lire “ la diminution de son alcalinité ”. B. T.

(1) Voir les Numéros ultérieurs de “ Fruits d'Outre-Mer ”.