

SUIVI DE FERTILISATION
SUR 3 BASSINS VERSANTS (A, C, J)

A ECEREX EN 1983

- PROBLEMES SOULEVES -

D. BRUNET

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

- Février 1986 -

1- Objet de l'étude

Sur des sols désaturés, comme ceux de Guyane Française, il nous a paru nécessaire d'observer, avec la collaboration du CTFT, le comportement des éléments minéraux majeurs, et quelques paramètres analytiques dans les horizons de surface d'une couverture pédologique sur schistes Bonidoro, en fonction du type de drainage du sol et de la culture.

Trois bassins versants de l'opération ECEREX, sur la piste de Saint-Elie, furent choisis en fonction de leur fonctionnement hydrique différent, et des cultures les plus répandues en Guyane (agrumes et pâturages) :

- le bassin A (pâturages) à drainage vertical bloqué (E. FRITSCH, 1979), défriché en octobre 1978.
- le bassin C (pomelos) à drainage vertical libre (E. FRITSCH, 1979), défriché également en octobre 1978.
- le bassin J (prairie plantée en *Brachiararia decumbens* sur la partie étudiée et non pâturée) où seul le haut de pente est à drainage libre (R. BOULET, 1981), défriché en décembre 1982.

2- Protocole du suivi de fertilisation

Les prélèvements de sol ont été effectués dans les horizons superficiels (0-10 cm.) tous les mois environ entre 2 épandages et quelques jours avant et après chaque épandage.

Pour le bassin C, les prélèvements ont été faits au pied de chaque arbre, dans la limite de la frondaison, à l'endroit où étaient épandus les engrais. Il n'y eut pas de prélèvements après le 2ème épandage sur ce bassin.

13 MAI 1986

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 21 013 156

Cote : B. 21. 013

BIBLIOGRAPHIE

- BOULET (R.) 1981 - Etude pédologique des bassins versants ECEREX ; bilan de la cartographie. L'écosystème forestier guyanais, bull. ECEREX 4, 4-22.

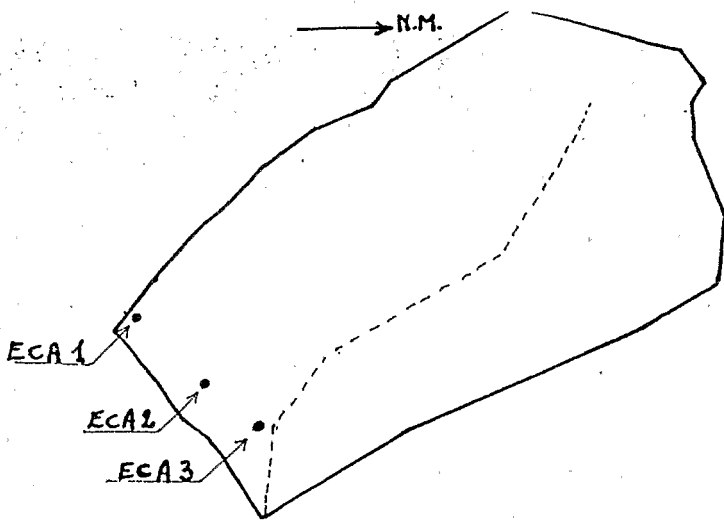
- BOYER (J.) 1978 - Le calcium et le magnésium dans les sols des régions tropicales humides et sub-humides. Initiations. Doc. Tech. ORSTOM n° 35.

- CABIDOCHÉ (Y.M.) 1981 - Une approche cartographique du fonctionnement des sols de Guyane comme support des productions fourragères. Les Colloques de l'INRA n° 24, 127-163.

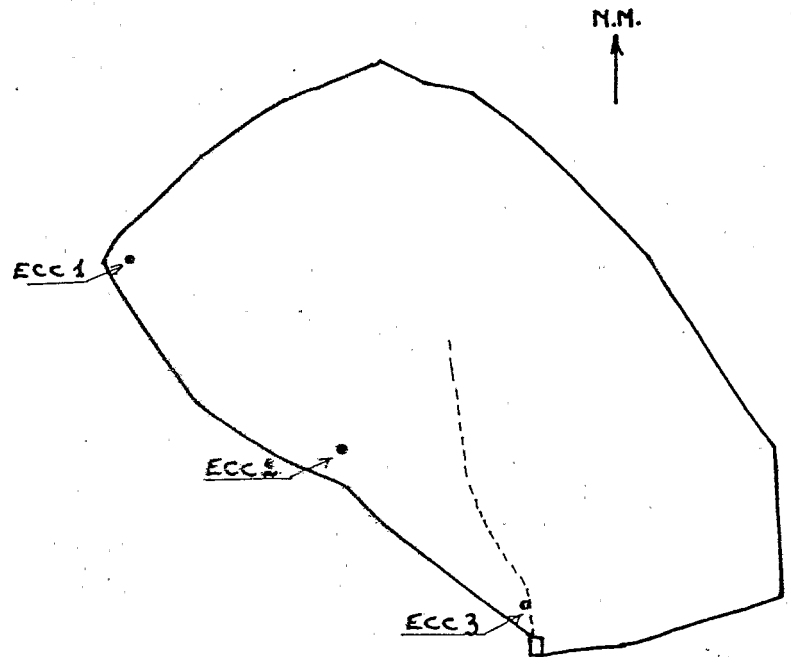
- FOSTER (H.L.) 1970 - Liming continuously cultivated soils in Uganda. E. Afr. Agr. For. J. 36 : 58-69.

- FRITSCH (E.) 1979 - Etude des organisations pédologiques et représentation cartographique détaillée de 4 bassins versants expérimentaux sur schistes Bonidoro de Guyane Française (piste de Saint-Elie).
Rapport ORSTOM, cote P 183, 30 p. 4 cartes (bassins A, C, E, F).

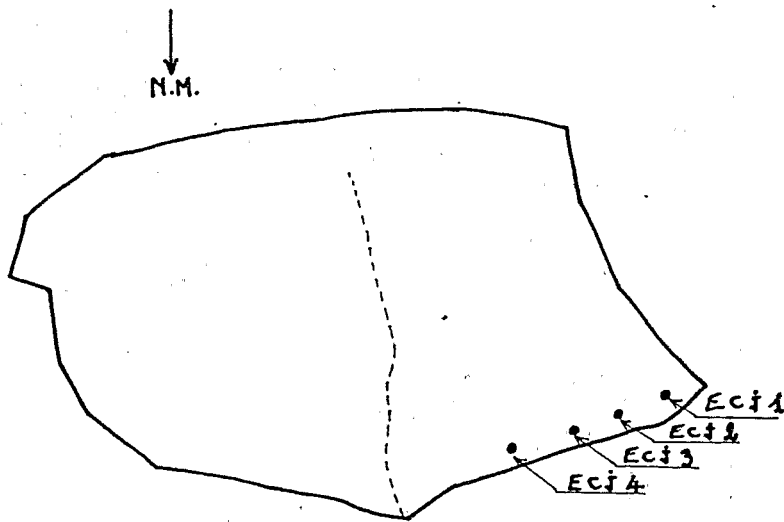
- PEARSON (R.W.) 1975 - Soil acidity and liming in the humid tropics. In Cornell International Agricultural. Bulletin 30.



A



C



J

Echelle: 1/2000 $\bar{\epsilon}$

Plan de situation des prélèvements
sur les 3 bassins versants A, C, j

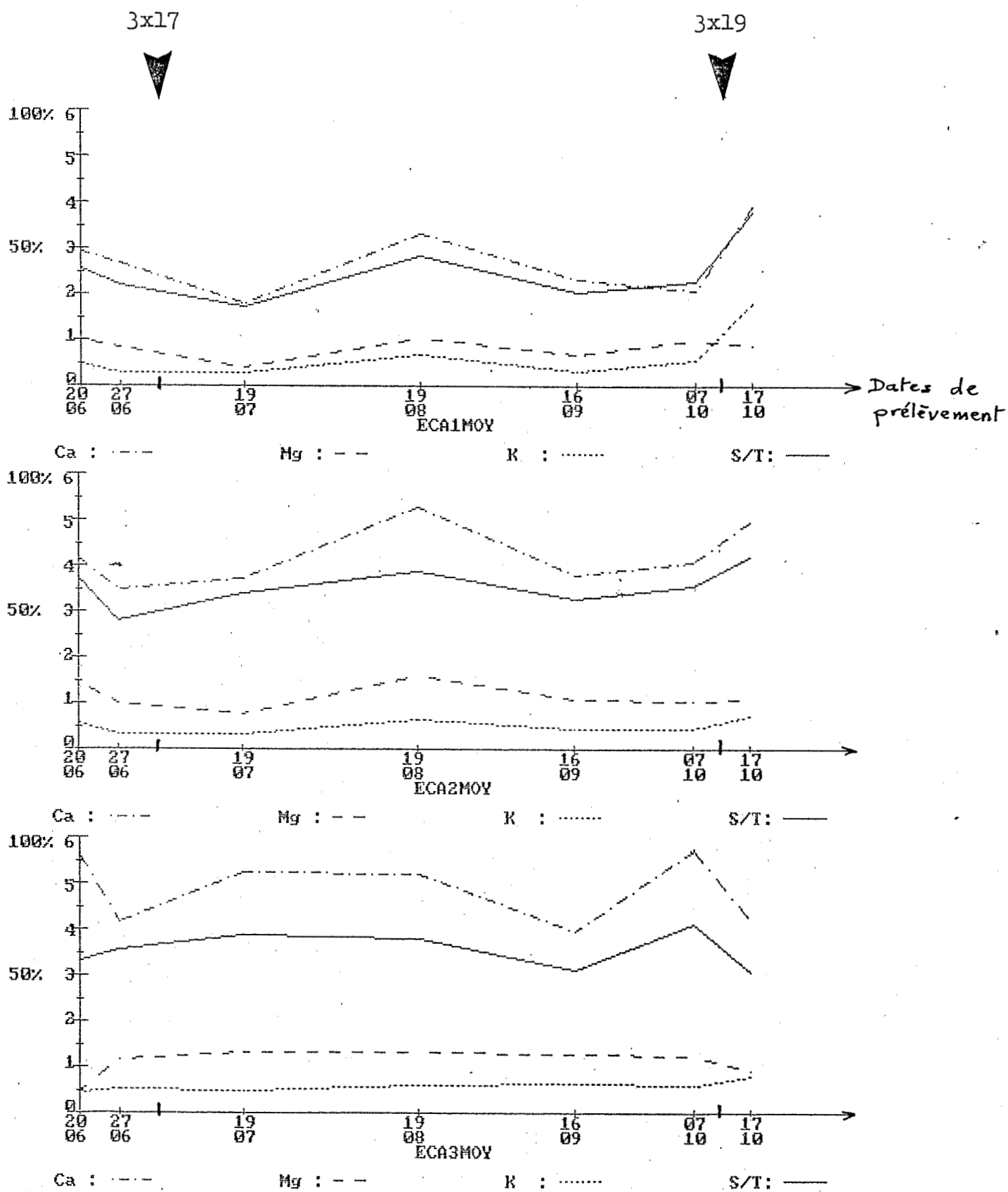


Fig.1: Bassin A: Teneur en bases (Ca, Mg, K) en milliéquivalents et taux de saturation (S/T%)

Il a été tenu compte de la topographie puisque les échantillons ont été prélevés à chaque fois sur un transect en haut de pente, mi-pente et bas de pente, à raison de 3 répétitions par échantillon ; le chiffre 1 suivant l'identification du bassin indique toujours le haut de pente (cf. plan de situation).

3- Fumures

Bassin A : la fertilisation apportée a été la suivante : 50 unités/ha des 3 éléments (azote, phosphore, potasse) sous forme de 3x17 le 04 juillet 1983, et également 50 u./ha de NPK sous forme de 3x19 le 12 octobre 1983.

Bassin C : il a été épandu au pied de chaque arbre 0,5 Kg de Magné dol dosant entre 32 et 37 % de CaO et entre 22 et 27 % de MgO, et 0,2 Kg de sulfate d'ammoniaque à 21 % d'azote les 21-22 juin 1983. Cela représente approximativement une fumure de 700 Kgs/ha de Magné dol et de 280 Kgs/ha de sulfate d'ammoniaque.

Lors du 2ème épandage, le 16 août, les doses d'engrais ont été de 0,4 Kg d'ammonitrate (22 % N) par pied, et de 0,4 Kg de 3x19.

Bassin J : 200 Kgs/ha de 3x19 ont été apportés les 13 et 14 août 1983, auxquels ont été ajoutés 100 Kgs/ha de chlorure de potassium à 60 %, soit 38 u./ha d'azote et d'anhydride phosphorique, et 98 u./ha de potasse. Le 13 décembre 1983, il a été épandu 28 u./ha de 3x19.

4- Observations

Bassin A : (fig. 1) Bien que n'apportant que les 3 éléments NPK, l'apport d'un engrais ternaire (le 3x17 puis le 3x19) a eu dans l'ensemble un effet bénéfique, même sur le taux de calcium, ce qui peut paraître surprenant. La courbe de calcium suit d'ailleurs celle du taux de saturation S/T.

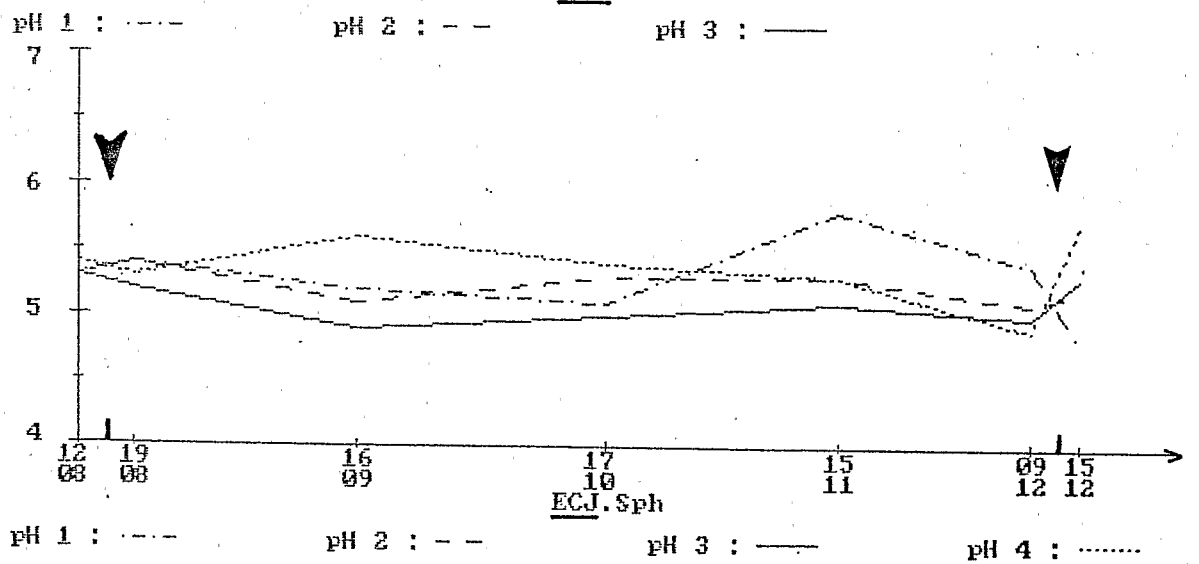
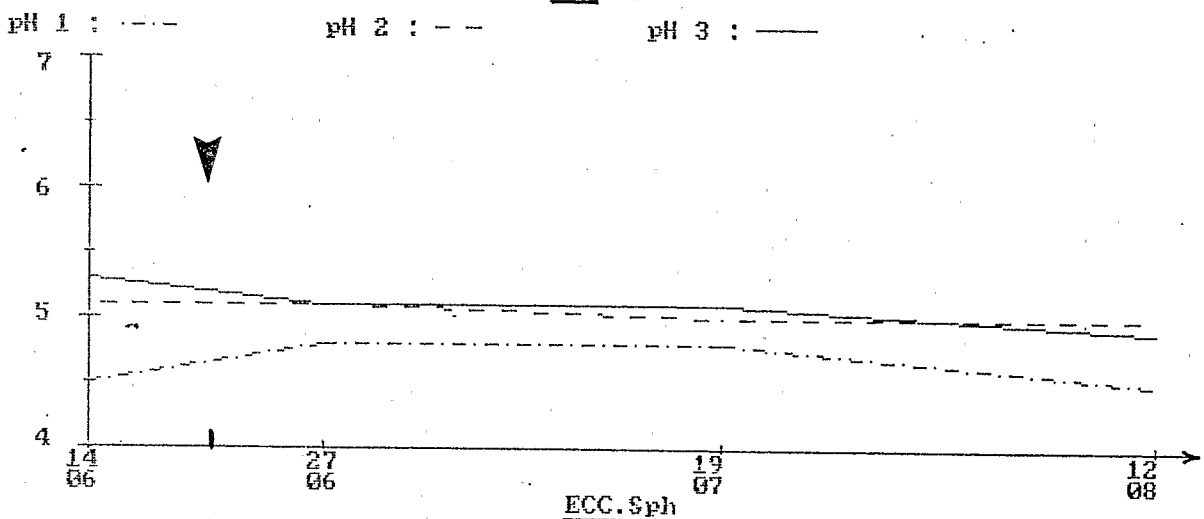
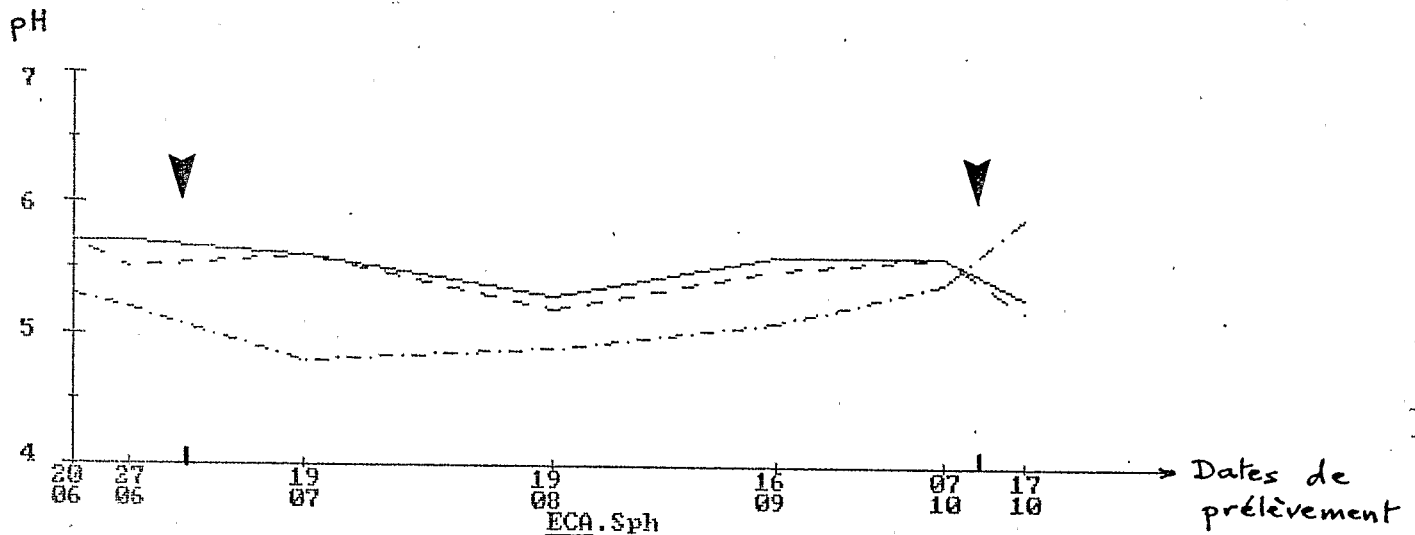


Fig. 2: évolution du pH eau sur les 3 bassins

▼ indique la date d'épandage des engrais

+ sulfate d'am.

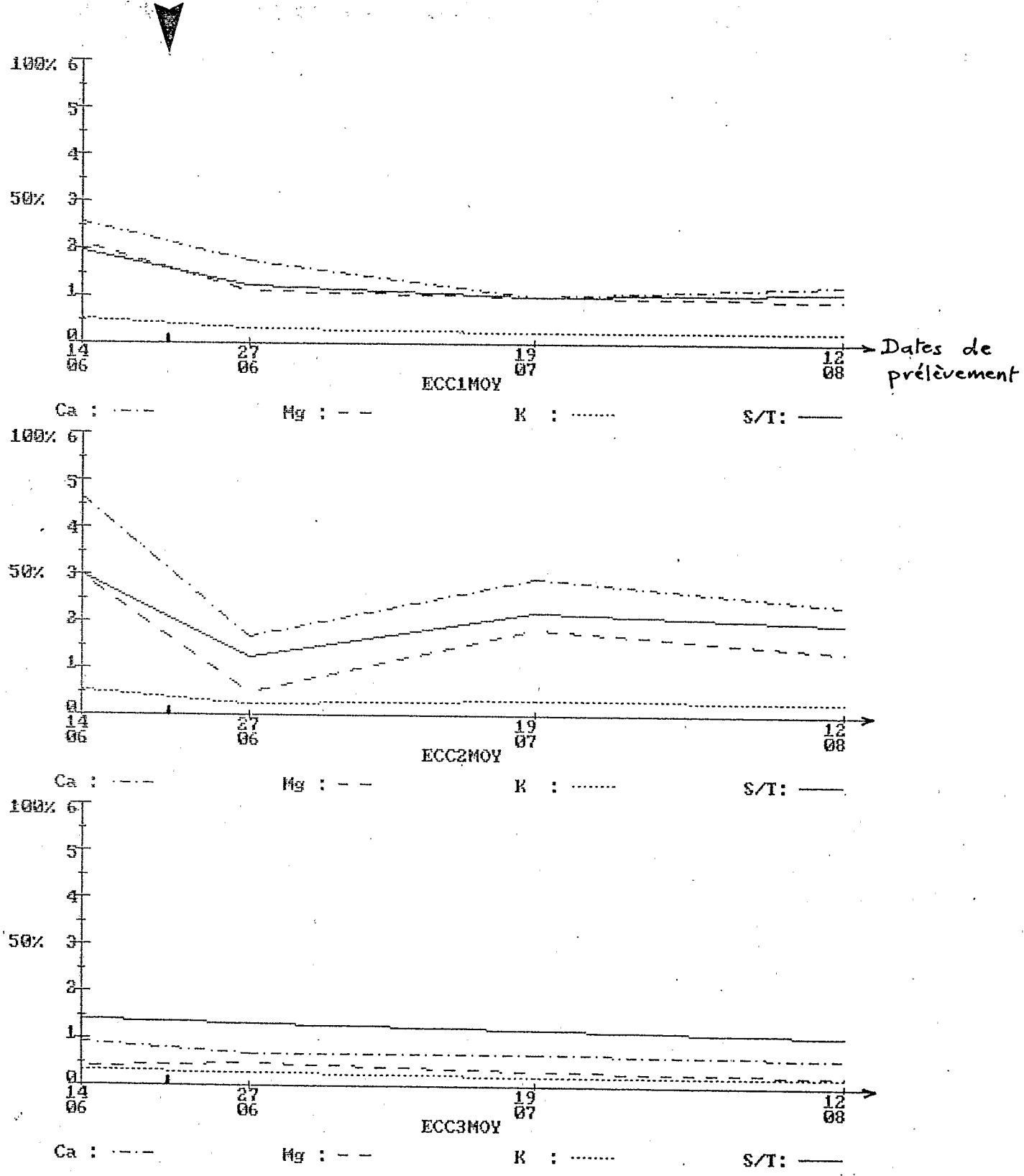


Fig. 3: Bassin C: Teneurs en bases (Ca, Mg, K en m.éq.) et taux de saturation (S/T %)

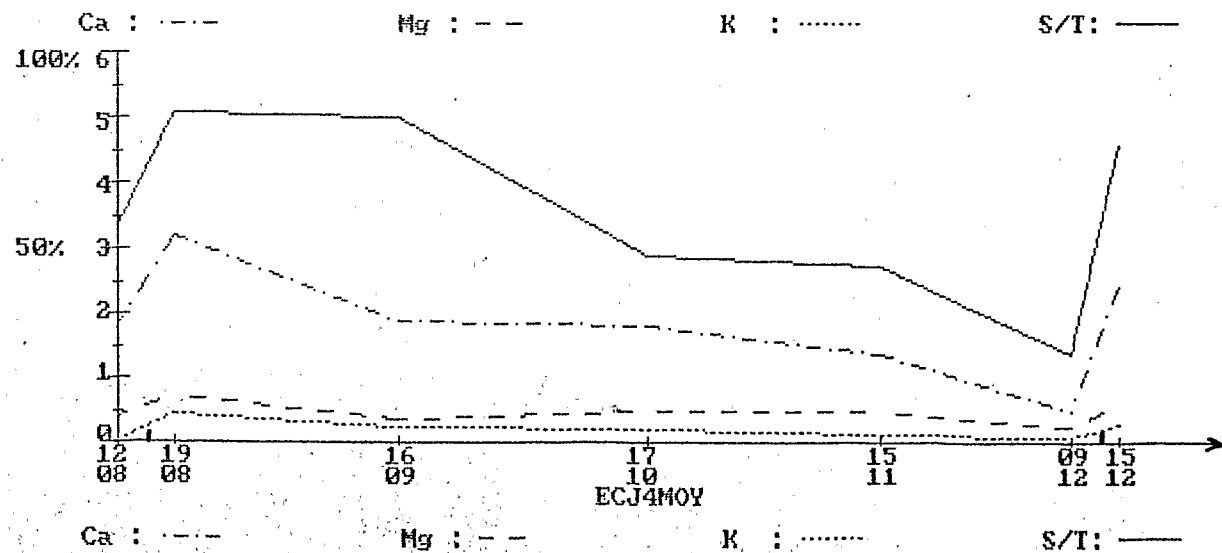
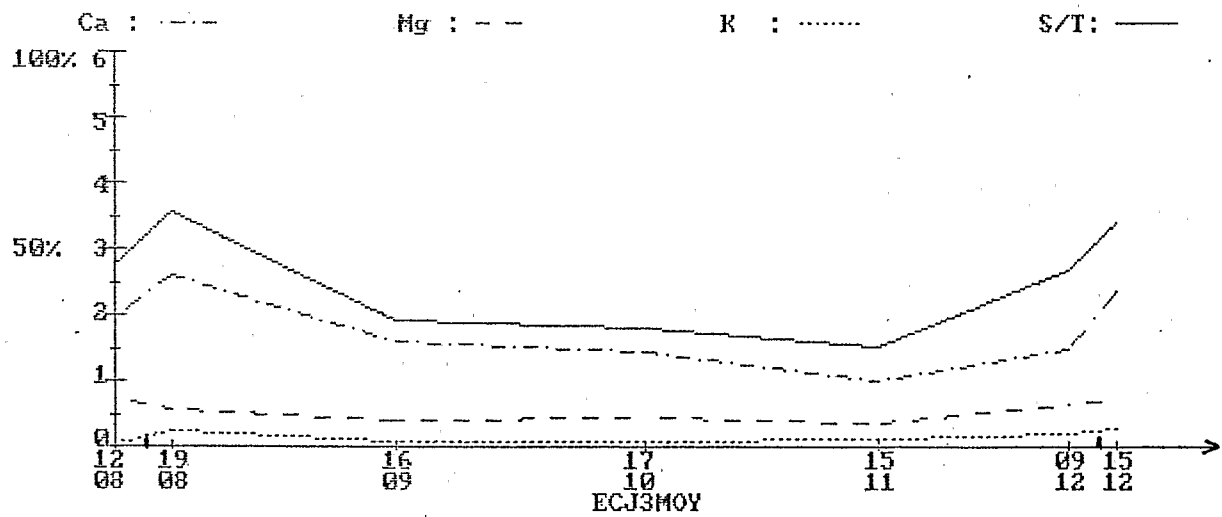
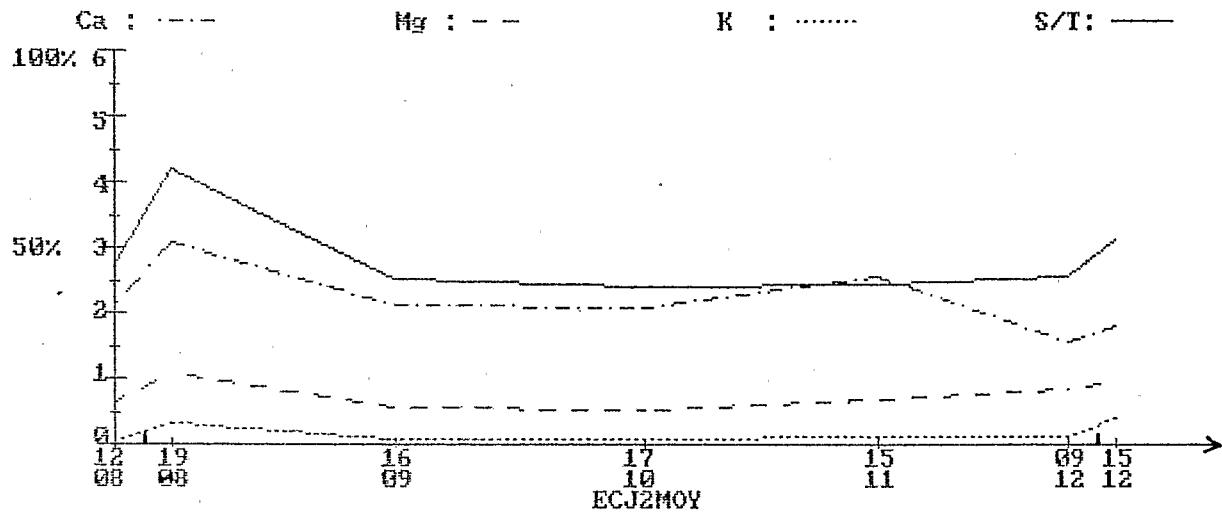
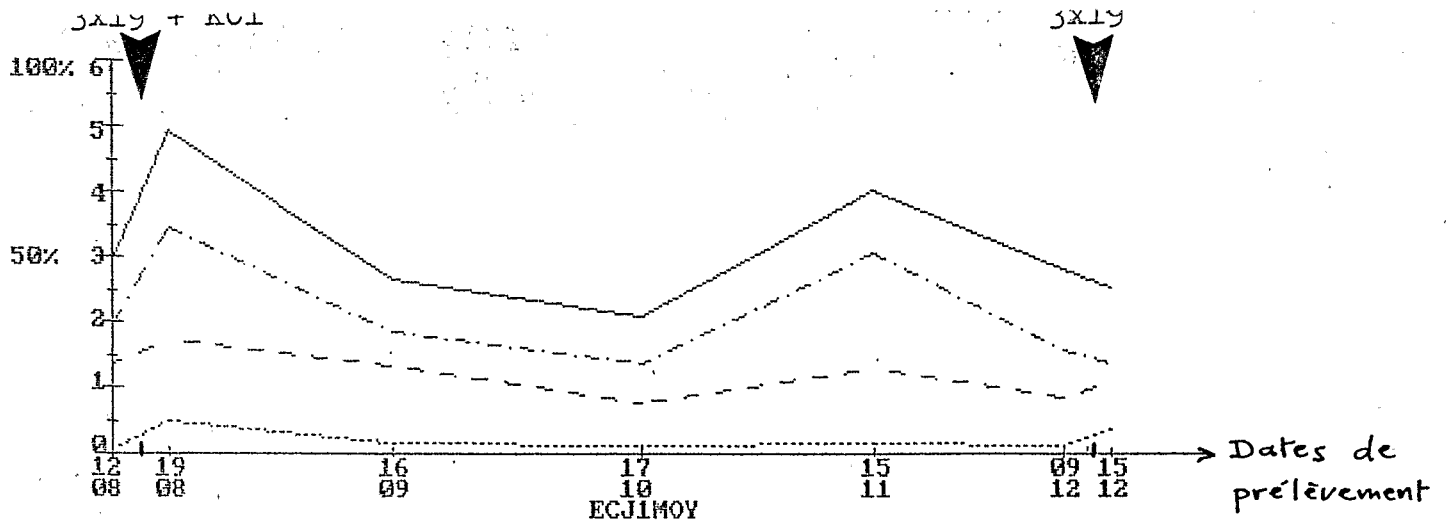


Fig. 4: Bassin J: Teneurs en bases et taux de saturation

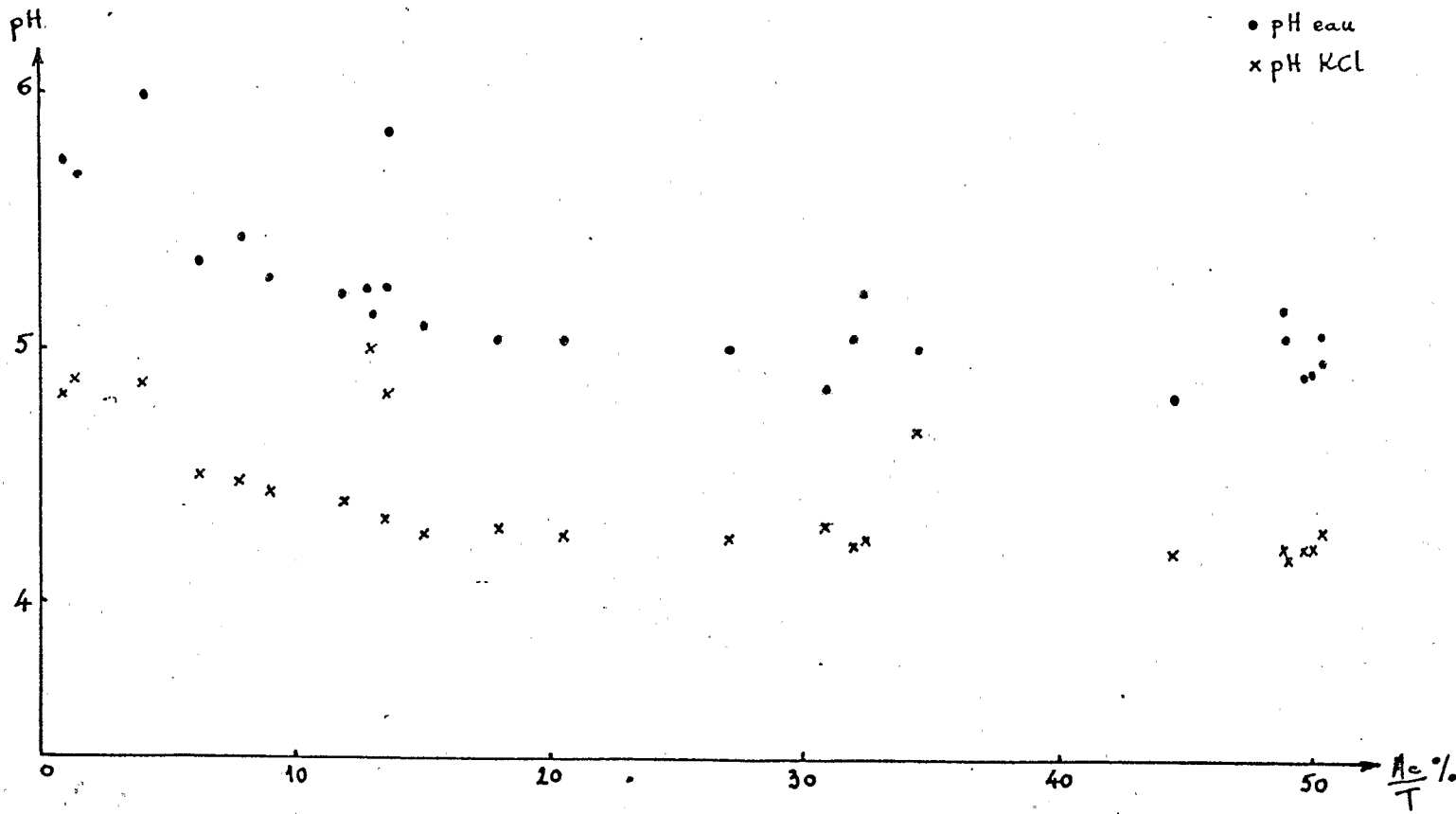


Fig. 5: Relation pH-acidité d'échange sur barre pré littorale (PAPPI)

Suite au 1er épandage, le taux de potassium est resté stable, mais le 2ème épandage a provoqué une augmentation importante de ce taux (exemple pour ECA 1 : de 0,55 à 1,82 milli-équivalents/100 g.). Il est à noter que ce 2ème épandage a eu une incidence plus marquée, positive pour l'azote (cf. annexes), l'anhydride phosphorique (non représenté), le potassium, le calcium et le taux de saturation en haut et mi-pente, négative en bas de pente, surtout pour le calcium (chute de 5,73 à 4,20 m. éq.).

Le pH, quant à lui (fig. 2), fluctue peu sauf pour ECA 1 puisqu'il descend à 4,8 après le 1er épandage et monte à 5,9 après le 2ème.

Bassin C (fig. 3) : l'apport de dolomie magnésienne (Magnédol) et de sulfate d'ammoniaque a entraîné une chute du calcium et du magnésium en haut et mi-pente, et une chute plus faible de l'azote (cf. annexes) et de P2O5, non représenté ici, le taux de potassium demeurant stable. Le pH (Fig. 2) est peu modifié.

Bassin J (fig. 4) : ce bassin réagit positivement aux apports d'engrais ternaires dans tous les cas, excepté pour ECJ 1 et dans de faibles proportions après le 2ème épandage.

L'apport de 3x19, bien qu'en petite quantité lors du 2ème épandage, a induit une forte élévation du taux de calcium (ex. en bas de pente (ECJ 4) : de 0,50 à 2,41 m. éq.), et par voie de conséquence du taux de saturation, ainsi que du pH. Nous notons l'effet positif éphémère de l'apport d'engrais.

5- Remarques et analyses de quelques paramètres

Pluviométrie : les prélèvements de sol ayant eu lieu en fin de saison des pluies et en début de saison sèche, seul le bassin C aurait pu modifier son comportement sous l'action des précipitations puisqu'il est tombé 33 mm. de pluies 2 Jours après le 1er épandage, ceci pouvant conduire à une lixiviation du calcium et du magnésium, notamment.

pH : au niveau du pH eau (fig. 2), dans l'ensemble cet essai confirme les conclusions de Foster (1970), Pearson (1975) et d'autres observations faites en Guyane Française (fig. 5) par C. GRIMALDI (com. pers.) : dans les régions tropicales humides, le pH de la plupart des sols est peu affecté par un apport d'engrais.

A

Dates prélèvements	27-06	19-07	19-08	16-09	07-10	17-10
Echant.						
ECA 1	3,2	4,4	3,2	3,4	2,1	4,5
ECA 2	3,5	3,9	3,3	3,5	3,9	4,6
ECA 3	3,6	4,0	3,9	3,1	4,6	4,5

C

Dates prélèvements	14-06	27-06	19-07	12-08
Echant.				
ECC 1	1,2	1,5	1,0	1,3
ECC 2	1,5	3,6	1,6	1,8
ECC 3	2,3	1,4	2,1	2,4

J

Dates prélèvements	12-08	19-08	16-09	17-10	15-11	09-12	15-12
Echant.							
ECJ 1	1,4	2,0	1,4	1,8	2,4	1,9	1,3
ECJ 2	3,3	2,8	3,7	3,8	3,7	1,9	1,9
ECJ 3	2,8	4,6	4,1	3,2	2,6	2,3	3,3
ECJ 4	4,5	4,5	4,9	3,6	2,8	2,0	4,0

Tableau 1: Rapport Ca/Mg des 3 bassins versants

A

Date prélèv ^t	27-06	19-07	19-08	16-09	07-10	17-10
Echant.						
ECA 1	13	7,7	6,2	9,5	5,6	2,6
ECA 2	14	13,8	10,6	10,7	11,2	8,4
ECA 3	10,2	13,1	10,7	8,2	11,4	6,3

C

Date prélèv ^t	14-06	27-06	19-07	12-08
Echant.				
ECC 1	8,8	9,3	8,4	9,1
ECC 2	14,6	8,9	14	13,8
ECC 3	4	3,9	4,8	4,5

J

Date prélèv.	12-08	19-08	16-09	17-10	15-11	09-12	15-12
Echant.							
ECJ 1	47,3	10,5	18,5	19,4	29	17,1	6,6
ECJ 2	46	13,2	33,9	32,6	27,3	17,2	6,7
ECJ 3	44,7	13,2	22,3	18,8	12,4	10,2	11
ECJ 4	37,5	8,9	8,6	12,2	15,5	7,5	11,1

Tableau 2: Rapport Ca+Mg des 3 bassins versants
K

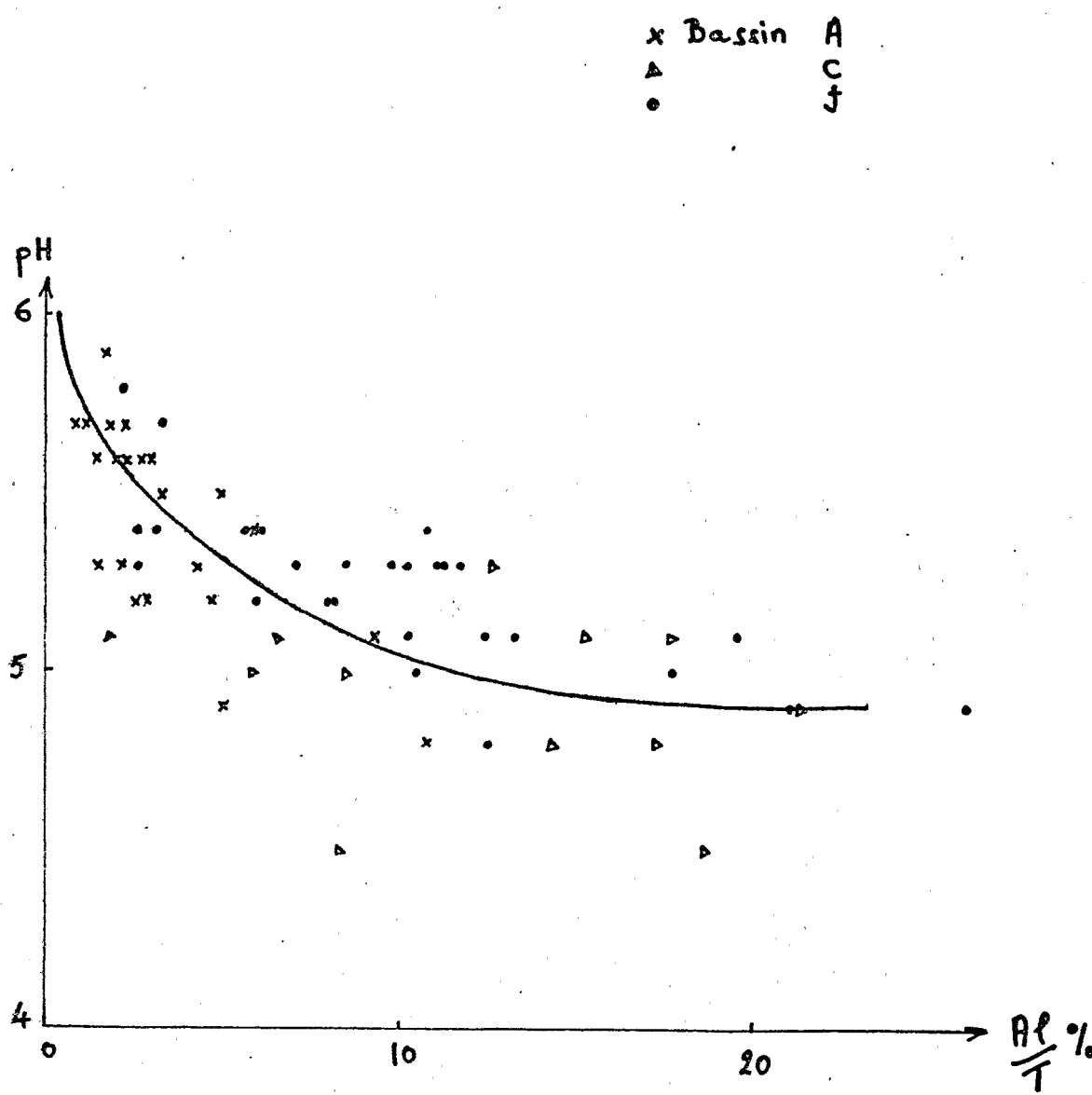


Fig.6 : Relation pH eau - taux de saturation en aluminium échangeable pour les 3 bassins versants A, C, J.

A une exception près, les variations de pH suite à un épandage sont inférieures à 0,5 unité. Le pH est le plus stable sur le bassin C (à DVL).

Rapport Ca/Mg : ce paramètre est un indicateur important à prendre en compte pour la nutrition des plantes.

BOYER (1978) et d'autres auteurs sont d'accord pour considérer qu'un rapport Ca/Mg allant de 1,5 à 5 est tout à fait satisfaisant pour les cultures tropicales.

Le rapport Ca/Mg des 3 bassins (cf. tableau 1) rentre dans cette fourchette, le bassin C ayant les valeurs les plus faibles. Nous observons après chaque épandage, quel que soit le type d'engrais, une augmentation de Ca/Mg qui peut-être de plus d'une unité sur le bassin A, là où se trouvent les valeurs les plus élevées.

Le rapport $\frac{Ca + Mg}{K}$: il est communément admis que des valeurs de ce paramètre comprises entre 12 et 30 sont convenables (BOYER, 1978).

A la lecture du tableau 2, nous constatons que seul le bassin J entre dans ce cadre-là. Les bassins A et C sont en-dessous de la limite inférieure.

Contrairement au rapport Ca/Mg, le rapport $\frac{Ca + Mg}{K}$ diminue après chaque épandage, de façon spectaculaire au bassin J après l'apport de chlorure de potassium (de 43,9 à 11,4).

Al/T : des taux de saturation en aluminium de 15-20 % n'étant pas rares sur les bassins C et J notamment, il nous a paru important d'étudier la relation pH-saturation en aluminium.

La figure 6 nous montre un taux de saturation en aluminium élevé pour des pH compris entre 5 et 5,5 (ex. bassin C : 18 % pour un pH de 5,1, et bassin J : 19,6 % pour le même pH).

Inversement sur le bassin A, il est fréquent d'avoir des taux en aluminium inférieurs à 4 % pour des pH de 5-6.

Pour les sols qu'il a étudiés en Guyane, Cabidoche (1981) a établi un seuil de toxicité tolérable de Al/T dérivé des normes des cartes de mise en valeur brésiliennes. Ce seuil, qui est de 20 %, est rarement dépassé pour les 3 bassins. Al/T n'y est donc pas un facteur limitant.

6 - Problèmes soulevés

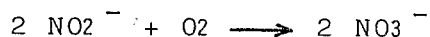
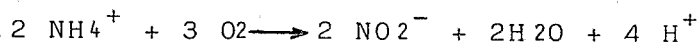
Certains de ces résultats contradictoires soulèvent 2 questions :

a) Pourquoi l'apport de NPK provoque t-il une augmentation des taux de calcium sur le bassin A, de calcium et de magnésium sur le bassin J (fig. 1 et 4) ?

Si l'on suppose qu'il y ait eu une réactivation d'engrais calcifiants épandus auparavant, et stockés, cette hypothèse peut être plausible pour le bassin J, puisqu'il reçut une fumure de fond de 400 Kgs/ha de dolomie magnésienne et de 400 Kgs/ha de scories phosphoriques au début du mois de juin 1983, soit 2 mois avant le 1er épandage ; elle ne tient pas pour le bassin A, celui-ci n'ayant reçu que des engrais ternaires en 1983.

b) Autre question : quel est le rôle de la nitrification dans ces sols ?

Comme nous l'avons vu précédemment, un épandage d'engrais fait peu varier le pH, ce que nous constatons au bassin C après un apport de dolomie. Néanmoins, les taux de calcium et de magnésium sont en baisse pour les prélèvements haut et mi-pente. Il est possible que les ions NH_4^+ apportés sous forme de sulfate d'ammoniaque soient oxydés sous l'action des microorganismes nitrificateurs selon les réactions suivantes :



Cette nitrification produit des ions H^+ qui sont susceptibles de "chasser" les ions Ca^{++} et Mg^{++} du complexe adsorbant.

L'action acidifiante du sulfate d'ammoniaque aurait été, semble t-il, prépondérante.

Sur les bassins A et J, sur une période de quelques jours, nous observons des variations négatives du pH de l'ordre d'une demi-unité, ce qui est important pour un laps de temps aussi court.

Aussi, comme les engrais ternaires (3x17 ou 3x19) apportent de l'azote à majorité ammoniacale (sur 17 u. d'azote du 3x17, il y a 6,3 u. de N nitrique et 10,3 u. de N. ammoniacal), n'y aurait-il pas eu une nitrification à la fois localisée et rapide ?

Ceci nous amène à poser la question suivante : quelle est la vitesse de la nitrification en milieu tropical humide, et a fortiori en Guyane, et dans quelles conditions s'effectue t-elle ?

Autre problème soulevé par cet essai : dans certains cas l'apport d'engrais ternaires donne des réponses contradictoires : élévation des taux en bases et donc du taux de saturation, accompagnée d'une baisse du pH comme en ECA 2 après le 2ème épandage ou ECJ 3 après le 1er épandage.

7- Propositions

Toutes ces questions, pour lesquelles nous ne pouvons donner de réponses dans l'immédiat, nous incitent à mieux connaître les problèmes liés à la fertilisation.

Aussi, nous proposons, en collaboration avec le CTFT, qu'un essai de fertilisation plus élaboré soit mis en place. Celui-ci, concernant le devenir des engrais, serait axé sur 2 pôles :

a) sur les bassins A et C d'une part, où seraient épandus les mêmes engrais qu'en 1983, sur toute la surface pour le bassin C, avec le même protocole pour les prélèvements de sols, auxquels seraient ajoutés des prélèvements d'eau au moment des crues.

b) sur les parcelles d'érosion mises en place par le CTFT d'autre part. 4 de ces parcelles qui se trouvent sur un sol à DVB, dont 2 plantées en *Digitaria swazilandensis* et 2 plantées en *Brachiaria USDA et decumbens*, pourraient être l'objet d'un suivi de la composition des eaux de ruissellement, surtout au niveau des nitrates, entre 2 épandages d'engrais. Nous pourrions également faire une comparaison des différentes formes d'N apportées, des nitrates en particulier. Des échantillons de sol seraient également prélevés à l'instar de ce qui se ferait sur les bassins A et C.

Ce nouveau dispositif permettrait d'aller plus en avant dans la connaissance des phénomènes liés à la fertilisation en Guyane, dont ce 1er essai n'a fait que soulever quelques problèmes, et permettrait également d'éclaircir le mécanisme de la nitrification, peut-être responsable de l'appauvrissement du complexe adsorbant en cations basiques suite à un apport d'engrais.

8- Conclusions

Cet essai, bien que court dans le temps et sans le caractère répétitif que doit avoir tout essai, limitant ainsi sa portée, met néanmoins à jour quelques problèmes de fertilisation, et mérite d'être plus largement développé, comme nous le proposons.

S'il apporte plus de questions que de réponses, il montre combien une fertilisation n'est pas facile à maîtriser dans un milieu que l'on connaît peu chimiquement.

Même si les sols sont désaturés en Guyane, il convient de ne pas apporter n'importe quel amendement et en n'importe quelle quantité, même si le marché local n'offre pas un large éventail en produits fertilisants.

Il faut considérer qu'une mauvaise fertilisation peut être plus nocive que l'absence de fertilisation.