



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



**CARIBBEAN  
FOOD  
CROPS SOCIETY**

*SOCIETE CARAIBE  
POUR LES PLANTES ALIMENTAIRES*

**25**

Twenty fifth  
Annual Meeting 1989

*25<sup>e</sup> CONGRES ANNUEL*

**Guadeloupe**

Vol. XXV

# **EFFET D'UN APPORT DE BOUE URBAINE SUR L'EVOLUTION A COURT TERME DES FORMES DU PHOSPHORE D'UN SOL FERRALLITIQUE**

M. BROSSARD, M. MENCH, M. CLAIRON\*, J.Y. LAURENT et J. LOURI

ORSTOM, Laboratoire Matière Organique des Sols Tropicaux, BP 81, 97256 FORT DE FRANCE CEDEX MARTINIQUE (FWI),

\*I.N.R.A., Station Agro-pédo-climatique, BP 1232, 97184 POINTE A PITRE CEDEX GUADELOUPE (FWI)

## **RESUME**

Les déchets urbains, chimiquement exempts d'éléments polluants, sont des amendements organiques riches en éléments fertilisants. Un tel apport, sur sol ferrallitique de Guadeloupe, modifie en 4 ans la capacité d'échange et le pH du sol, et augmente la productivité du maïs. Dans ce travail nous précisons les variations induites par deux doses de boues (10 et 100 tonnes de matière sèche/ha) sur les formes du phosphore (total, organique, minéral, assimilable). L'expérimentation est conduite pendant 500 jours sur trois parcelles nues de 20 m<sup>2</sup>, dont une témoin. Après prélèvement, l'échantillon de sol est trié manuellement afin de séparer les mottes de boues (non fragmentées supérieures à 5 mm). Le suivi analytique est fait sur le sol. A la dose 10t il y a disparition des mottes de boue en 110 jours, et la teneur en phosphore total du sol augmente significativement trois mois après enfouissement. Elle est alors comprise entre 600 et 650 µgP.g<sup>-1</sup>sol. L'apport massif de 100t provoque le maintien des mottes de boue jusqu'à 500 jours, et fait tripler la teneur en phosphore total du sol. La cinétique d'évolution des formes du phosphore montre qu'avec une dose de 10t ce sont les formes minérales du sol -assimilable et minéral- qui sont influencées par l'apport. La teneur en phosphore organique augmente mais beaucoup moins sensiblement. L'effet qualitatif est le même à la dose de 100t, mais les teneurs observées sont triplées par rapport au témoin : la teneur en phosphore assimilable croît rapidement et reste supérieure à 300 µgP.g<sup>-1</sup>sol. Ainsi, vis-à-vis du phosphore, la dose 100t ne se justifie-t-elle que pour restaurer des sols cultivés fortement dégradés. La dose 10t est plus compatible avec des cultures à cycles courts car elle enrichit significativement le sol en phosphore soluble.

## ABSTRACT

### SEWAGE SLUDGE EFFECT ON SHORT DATED EVOLUTION OF PHOSPHORUS FORMS IN OXISOL

Urban sewage without elements of pollution, is organic matter with high levels of fertilizing elements. On oxisol of Guadeloupe (F.W.I.) sewage sludge increases cation exchange capacity and maize yields.

Variations of soil phosphorus form values (total, organic, mineral and available), were followed, at two levels of sewage sludge (10 and 100 t.ha<sup>-1</sup> dry matter in field experiments on microplots (20 m<sup>2</sup>) during 500 days.

After sampling, sewage sludge clods > 5 mm were hand picked in soil samples.

With 10 t.ha<sup>-1</sup> sewage sludge clods disappeared in 110 days ; Total phosphorus significantly increased three months after burying (between 600 and 650 µgP.g<sup>-1</sup> soil).

With 100 t.ha<sup>-1</sup> sewage clods were still found after 500 days ; soil total phosphorus increased threefold (1,4 mg l.g<sup>-1</sup> soil).

Kinetic evolution of phosphorus forms showed that 10 t.ha<sup>-1</sup> sewage sludge, mineral forms of the soil (available and mineral) were strongly increased ; organic phosphorus increased slowly.

Titre courant : Phosphore issu d'une boue dans un sol ferrallitique

Mots clés : Sol ferrallitique/ Phosphore total/ Phosphore organique/ Phosphore minéral/ Phosphore assimilable / Microparcelle / Caraïbe/ Zone tropicale humide.

## INTRODUCTION

La richesse en matière organique, azote minéral, phosphore et oligo-éléments des boues urbaines de stations d'épuration a suscité, il y a une vingtaine d'années, leur utilisation en milieu agricole (CATROUX et al., 1982). Ce type d'amendement a pour objectifs (i) l'amélioration ou le maintien de la fertilité des sols à court et long terme, (ii) effectuer des économies sur les fumures azotées et phosphatées (iii) tout en maintenant ou améliorant la production végétale. Toutefois, ces options doivent être atteintes en assurant la qualité hygiénique des récoltes, et en évitant la contamination du milieu (sol, eaux de surface et souterraines) (POMMEL,

1979). Dans les régions tropicales, l'intérêt pour ce type de boues est récent. En Guadeloupe, les stations d'épuration produisent des boues peu chargées en micropolluants, aussi des essais de longue durée afin de tester les apports de boues sur sol ferrallitique ont été mis en place par l'INRA. Ils montrent un net gain de productivité du maïs par rapport à l'équivalent minéral (NAGOU et CLAIRON, 1985). Dans ces essais, l'apport des deux doses de boues, 10 tonnes et 100 tonnes de matière sèche par hectare, induit une augmentation du stock organique et du stock en phosphore (GIBOULOT, 1984) des sols.

Afin de préciser les premiers stades de transfert de matière organique et d'éléments minéraux des boues vers le sol, une expérimentation en microparcelles de plein champ a été mise en place. Pour s'affranchir des interactions sol-racines le sol est maintenu sans végétation. Nous présentons dans ce travail les conséquences de l'apport des boues sur le phosphore du sol.

## MATERIEL ET METHODES

Dispositif expérimental (MENCH et al., 1989). Il comprend trois parcelles de 20 m<sup>2</sup> implantées sur alluvions ferrallitiques (CABIDOUCHE, 1985). Les principales caractéristiques des sols sont consignées au tableau 1. Le dispositif met en comparaison un témoin sans apports (T), et des apports de 10 et de 100 tonnes de boues sèches par hectare (traitements 10 T et 100 T). Le devenir des boues est suivi pendant 500 jours. Les parcelles sont entretenues nues par désherbages manuels fréquents.

La boue urbaine provient de la station d'épuration de Jarry (Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, F.W.I.), elle est obtenue par brassage aérobie en bassin des eaux usées, puis décantation. Les boues sont floculées par un adjuvant organique (polymère à ammonium ternaire, sans calcium ni fer), puis pressées. Les caractéristiques chimiques des boues sont présentées au tableau 2.

Epannage des boues. Il est effectué manuellement à l'état pâteux (17 % de M.S.) à la surface des parcelles le 10-07-86. Après une phase de séchage de 13 jours, elles sont enfouies avec une fraise sur 0-20 Cm de profondeur.

Prélèvements et traitement des échantillons de sols. Les prélèvements ont été réalisés dans la couche 0-20 cm à la bêche. L'échantillon moyen représentatif de chaque traitement est formé à partir de 4 prélèvements d'environ 1,5 kg. Sur cet échantillon moyen, il est effectué une séparation manuelle des mottes de boues de taille supérieure à 5 mm de diamètre. On obtient une fraction boue et une fraction sol. Dans cette dernière des

agrégats de boue sont visibles mais non triables, leur taille étant essentiellement inférieures à 2 mm. Les prélèvements sont hebdomadaires, bimensuels, puis bimestriels et trimestriels.

### **Caractérisation du phosphore**

Le phosphore total (Pt) est déterminé après calcination (550° C) de l'échantillon et reprise par l'acide nitrique à chaud. Le phosphore organique (Po) est déterminé par différence entre deux extraits (avant et après calcination) par l'acide sulfurique 2N (technique de SAUNDERS et WILLIAMS modifiée par ANDERSON, 1960). Le phosphore minéral (Pm) est ici représenté par les formes du phosphore solubilisées à froid par l'acide sulfurique 2N (17 heures). Le phosphore «assimilable» (Pas) est déterminé par un extrait bicarbonate-fluorure d'ammonium pH 8,5 selon DABIN (1967). Le phosphate de tous les extraits est dosé par colorimétrie par la méthode de DUVAL (1962), après complexation de l'ion fluor par le borate dans le cas de Pas. La précision des déterminations est de 3 %. Le calcul du rapport C/Po est fait après dosage du carbone par voie sèche (autoanalyseur CNS NA 1500 Carlo Erba).

## **RESULTATS**

### **1- Sol témoin et bilan avant épandage (Tableau 3)**

L'évolution saisonnière (17 mois) des formes du phosphore de la couche 0-20 cm du sol témoin est indiquée au tableau 3. La teneur en phosphore total, Pt, est de 533  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$ . Le coefficient de variation est de 3,2 %, les valeurs extrêmes observées étant de 555 et 508  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$ . Le phosphore organique représente 52,4 % du stock total, les variations de ce paramètre sont peu significatives (CV = 4,5 %). La teneur moyenne en Pm, phosphore minéral extrait par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> représente 28,9 % du stock total. Tout comme Pt et Po, les variations de Pm observées sont faibles et voisines de la précision de la mesure. Les fluctuations en phosphore assimilable, Pas, sont plus importantes et représentent 9,6 % de la moyenne observée, les teneurs sont comprises entre 29 et 43  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$ .

L'effet de l'apport exogène sur le sol est jugé par comparaison aux caractéristiques du sol de la parcelle témoin. L'analyse de Pt et Pm sur les prélèvements effectués 21 jours avant enfouissement montre que les parcelles 10T et 100T sont nettement moins riches que la parcelle T. Par contre les teneurs des formes organiques Po et assimilable Pas sont comparables au témoin, l'écart étant inférieur ou égal à 5  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$  pour le phosphore assimilable. D'un point de vue qualitatif, il faut noter que les rapports C/Po sont très voisins dans les trois parcelles, 76, 75 et 75 pour T,

**Tableau 1 : Caractéristiques générales des sols, horizons 0-20 et 20-40 cm.**

*Main characteristics of the soils*

	Témoïn		10T		100T	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Analyse mécanique %						
A	50,3	50,6	50,3	46,4	49,2	48,6
LF	25,4	26,1	26,5	27,7	26,9	25,9
LG	8	7,5	7,3	9,6	8	8,8
SF	5,3	6,4	5,6	8,2	6,3	7,6
SG	7,6	7	7,3	6,4	6,4	5,8
MO %	3,33	2,22	3,09	1,59	3,17	1,94
pH eau	5,7	5,1	5,6	5	5,4	5,1
pH KCl	4,9	4,2	4,8	4	4,6	4,1
Phosphore total à sol	538	-	470	-	409	-
Olsen $\mu\text{gP}\cdot\text{g}^{-1}$ sol	9	2	5	2	5	2
Olsen Dabin $\mu\text{gP}\cdot\text{g}^{-1}$ sol	31	-	28	-	34	-
CEC meq %	14,8	13,6	14,1	12,7	14,6	14
Cations éch. meq %						
Ca <sup>2+</sup>	7,9	5,3	7,2	4,2	6,7	4,6
Mg <sup>2+</sup>	1,2	1,1	1,4	1,1	1,6	1,5
K <sup>+</sup>	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2
Na <sup>+</sup>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Al <sup>3+</sup>	0,2	1,4	0,3	2,9	0,4	1,8

**Tableau 2 : Caractéristiques chimiques des boues**  
*Chemical characteristics of the sewage sludges*

% Boues séchés à 105°C	
Eau	83
Carbone	38,93
Azote	6,78
C/N	6
N-NH4	0,065
N-NO3	0,188
pH eau	6,2
Phosphore total	2,45
organique	0,96
minéral soluble H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2N	0,82
"assimilable"	0,51
Po/Pm	1,2
C/Po	40



10T et 100T respectivement. Le rapport Po/Pm moyen de l'horizon témoin est de 1,7 avec un coefficient de variation de 7,3 %. Ce rapport est de 1,9 et 2,1 pour les parcelles 10T et 100T avant épandage de l'amendement.

## 2 - Evolution des formes du phosphore du sol

### 2.1 - Devenir de l'apport

Cinétique de disparition des mottes de boue. L'incorporation des boues au sol est appréhendée par le suivi pondéral de la fraction boue > 5 mm (Figure 1). Cent jours après enfouissement, il n'est plus possible d'isoler les agrégats de boues supérieures à 5 mm dans la parcelle 10 T (Figure 1a). Dans la parcelle 100 t les boues un an après enfouissement ne sont toujours pas finement incorporées au sol (Figure 1b).

Evolution de la teneur en phosphore total de la fraction boue. La teneur en phosphore total de la fraction boue tend à diminuer significativement 80 jours après enfouissement. La fraction boue dans la parcelle 10 T contient 150 à 100  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$  de la couche 0-20 cm. Ceci représente environ 1/5e du stock de phosphore de sol témoin. Dans l'horizon 0-20 cm de la parcelle 100 t, la fraction boue représente un stock de phosphore supérieur à 1800  $\mu\text{gP.g}^{-1}$  de sol prélevé, il diminue de moitié un mois après enfouissement, et est voisin de 100  $\mu\text{gP.g}^{-1}$  après 5 mois d'enfouissement (Tableau 4).

### 2-2 Traitement 10 T

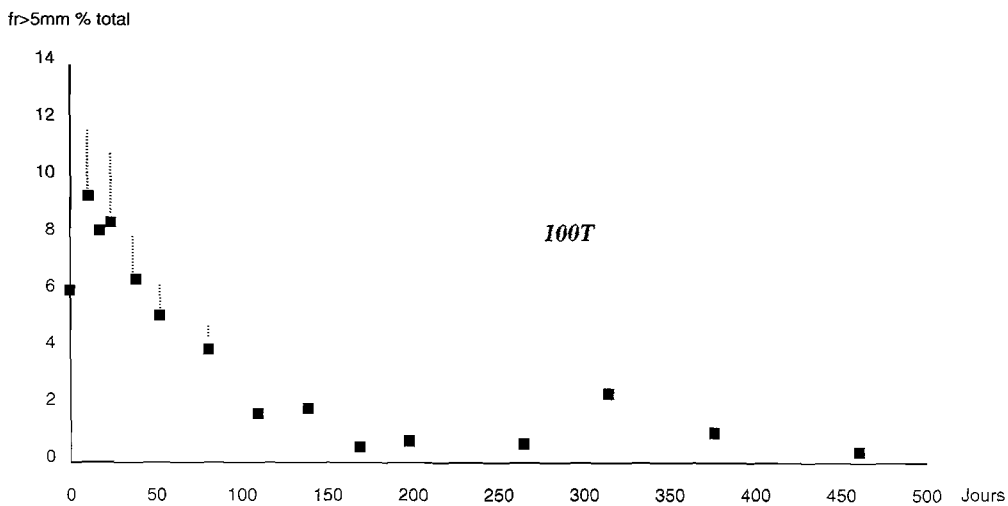
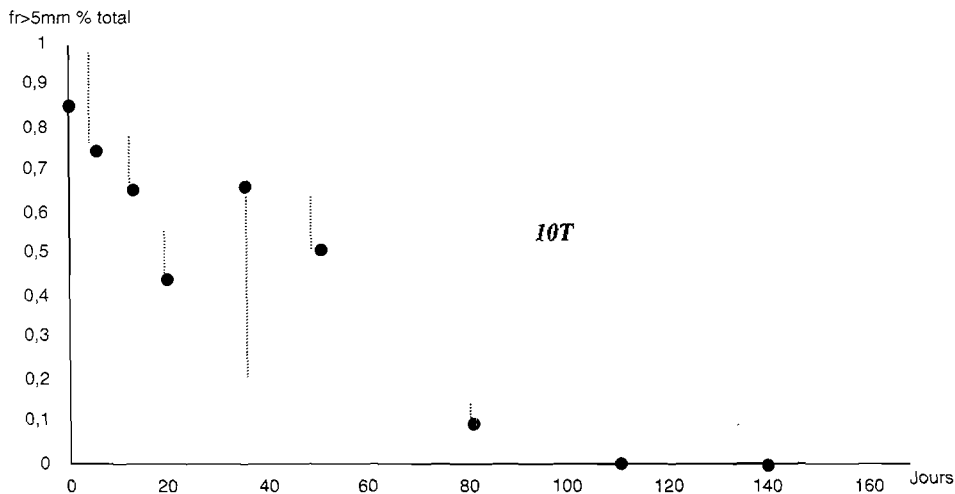
Modifications quantitatives (Figure 2 et 3). L'apport de 10 t.ha<sup>-1</sup> de boues sèches induit une augmentation significative de la teneur en phosphore total du sol, soixante jours après épandage, le gain est de 100  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$  en fin de suivi. Cet accroissement représente 14 % du stock moyen en Pt. La variation observée concerne :

- le phosphore minéral dont la teneur a augmenté de 76  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$  ;
- le phosphore assimilable (figure 3) dont les teneurs passent de 35 à 50  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$  un mois après l'épandage ;
- en partie le phosphore organique, dont l'augmentation est moins nette que les formes minérales, mais qui est significative au delà d'un an après épandage, la différence avec le témoin étant de 30  $\mu\text{gP.g}^{-1}\text{sol}$ .

Modifications qualitatives. La proportion des différentes formes dans l'expression du phosphore total est partiellement modifiée. Le Pm qui représente 29 % de Pt dans le témoin passe à 38 %. Le Pas moyen qui est de 7 % dans le témoin passe à 11 %. Le Po qui participe à 52 % du Pt dans le témoin diminue à 47 % Pt dans le traitement 10 T. Le rapport C/Po,

**Figure 1 : evolution du poids de la fraction boues > 5mm (% du poids total du prélèvement)**

*Weight evolution of sewage sludge fraction > 5mm ( % total weight of sampling)*



**Tableau 3 : Evolution des formes du phosphore ( $\mu\text{gP.g}^{-1}$  sol) du sol témoin (T), et des sols 10T et 100t avant épandage**

*Evolution of soil phosphorus forms in the control plot (T), and 10t and 100T plots before spreading*

Traitement	jour	Pt	Pm	Po	Pas	C/Po	
T	- 21	538,43	152,64	262,57	31,02	83,3	
	0	512	147,65	283,75	34,12	77,1	
	1	512	146,61	264,47	34,05	81,8	
	8	538	147,82	290,14	34,95	96,5	
	15	551	152,74	267,21	36,59	82,5	
	22	555	149,24	286,14	35,64	74,7	
	36	549,5	153,13	299,33	35,14	72,5	
	50	551	154,33	276,89	35,28	77,6	
	106	517	154,16	280,12	39,85	76,6	
	135	513,3	144,29	282,64	29,69	68,6	
	197	552,24	153,7	268,3	40,23	78,4	
	267	530,05	155,26	289,02	34,46	69,2	
	316	535,76	166,88	291,74	36,36	72,3	
	407	529,49	155,83	289,9	43,1	73,1	
	498	507,9	177,01	256,69	33,67	83,5	
		Moyenne	532,84	154,09	279,26	35,61	76,5
		écart type	16,93	8,26	12,66	3,42	4,8
	CV %	3,18	5,36	4,53	9,6	6,3	
	Valeur max	555	177,01	299,33	43,1	83,5	
	Valeur min	507,9	144,29	256,69	29,69	68,6	
10T	- 21	470,44	142,43	267,67	28,15	75,2	
100T	- 21	408,88	131,01	269,25	34,46	74,8	

compris entre 68 et 83 dans le traitement témoin est significativement inférieur au delà des neuf mois d'observation. Cent jours après enfouissement, le rapport  $P_o/P_m$  est significativement inférieur à celui de la parcelle témoin et compris entre 1,4 et 1,7.

## 2-3 Traitement 100T

Modifications quantitatives (Figure 4). L'apport massif d'un équivalent de 100t.ha-1 de boues sèches provoque un accroissement immédiat de toutes les formes de phosphore du sol. En 13 jours, laps de temps écoulé entre l'épandage et l'enfouissement, le phosphore total s'accroît de 29 % par rapport à la valeur moyenne observée dans le traitement témoin. Ce transfert est minéral. Après un passage par un maximum (100 jours), la teneur, en phosphore du sol se stabilise vers 1,4 mgP.g-1sol en fin de la période d'observation, soit un accroissement de 275 % du stock de phosphore de la couche 0-20 cm en 17 mois.

La teneur en  $P_m$  est alors de 765  $\mu\text{gP.g-1sol}$ , l'accroissement représente 4 fois de la teneur moyenne du témoin. La moitié de l'apport minéral se trouve en fin d'expérimentation sous forme de phosphore assimilable. La teneur en  $P_{as}$  est alors de 325  $\mu\text{gP.g-1sol}$  (Figure 3). Le phosphore organique suit une évolution similaire et la teneur en  $P_o$  atteint 409  $\mu\text{gP.g-1sol}$  en fin d'observation, soit une croissance de 46 % par comparaison à la teneur moyenne du témoin.

Modifications qualitatives. En fin de la période d'observation la proportion des formes de phosphore organique et minéral dans le stock est inversée par rapport au témoin :

$P_m$  : 100 t = 52 %  $P_{tT}$  = 29 %  $P_t$

$P_o$  : 100 t = 28 %  $P_{tT}$  = 52 %  $P_t$

$P_{as}$  : 100 t = 22 %  $P_{tT}$  = 7 %  $P_t$

Après enfouissement des boues  $P_o/P_m$  décroît et reste compris entre 0,7 et 0,9 ; le rapport  $C/P_o$  baisse à 50 puis augmente à 65 en fin d'expérience.

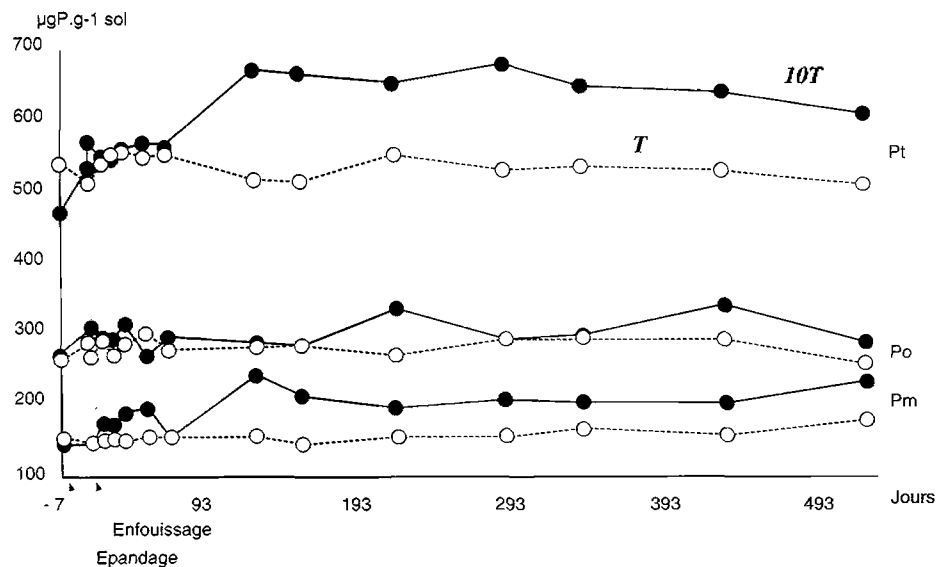
## DISCUSSION

Avant épandage des boues, l'horizon 0-20 cm de la parcelle 10t contient un stock de phosphore total de 941 Kg.ha-1 et la parcelle 100T 818 KgP.ha-1. Le stock de phosphore de l'horizon 0-20 cm de la parcelle témoin

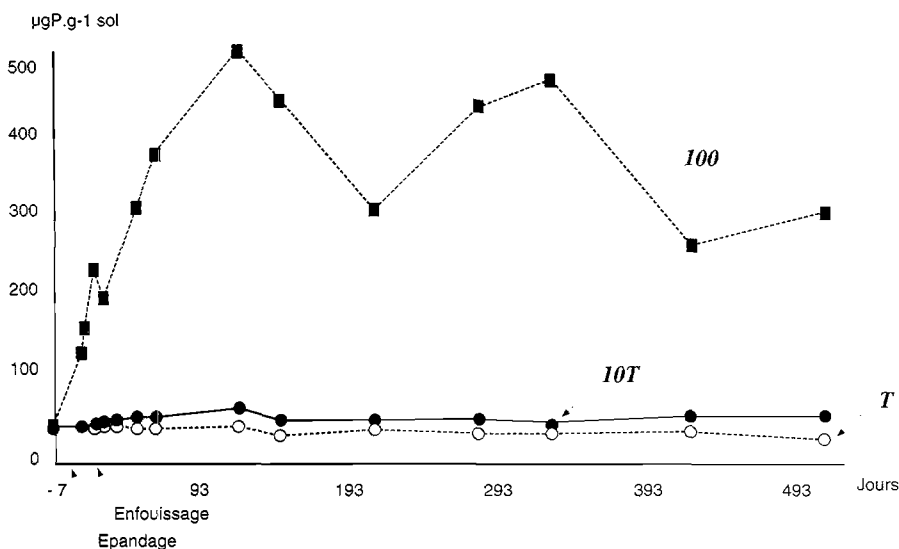
**Tableau 4 : Evolution pondérale et du phosphore total de la fraction boue**  
*Weight and total phosphorus evolution of the sewage sludges fraction*

Traitement	Jour après enfouissement			mgP. g-1 fraction	µgP. g-1 de couche 0-20 cm
10T	0 avant enfouissement	-	-	20,45	-
	0	0,85	-	17,72	150
	7	0,75	0,26	20,42	153
	14	0,66	0,13	18,52	122
	21	0,45	0,1	18,38	83
	36	0,67	0,5	15,96	107
	50	0,53	0,12	19,24	102
	80	0,13	0,03	nd	-
100T	0 avant enfouissement	-	-	20,41	-
	0	5,8	-	19,61	1137
	7	9,31	3,05	19,84	1847
	14	8,2	0,6	18,28	1499
	21	8,46	2,6	19,14	1619
	36	6,14	1,4	12,15	746
	50	4,97	1	13,19	655
	80	3,9	1,1	11,45	446
	110	1,82	0,6	nd	-
	140	1,98	0,6	10,16	185
	170	0,73	0,2	11,74	232
	200	0,99	0,4	nd	-
	270	1,04	-	nd	-
	320	2,9	-	nd	-
	380	0,91	-	nd	-
	470	0,4	-	nd	-

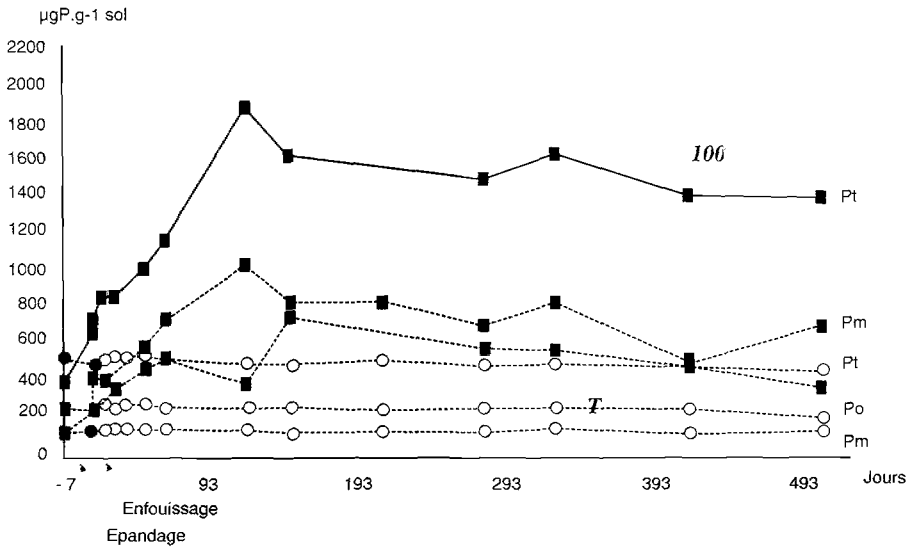
**Figure 2 : Evolution des formes totale (Pt), organique (Po) et minérale (Pm) du phosphore dans les traitements témoin et 10T.**  
*Evolution of total (Pt), organic (Po) and mineral (Pm) forms of phosphorus in control and 10T plots*



**Figure 3 : Effets des boues sur l'évolution du phosphore assimilable**  
*Sewage sludge effects on bicarbonate-ammonium-fluorure soluble phosphorus*



**Figure 4 : Evolution des formes totale (Pt), organique (Po) et minérale (Pm) du phosphore dans les traitements témoin et 100T.**  
*Evolution of total (Pt), organic (Po) and mineral (Pm) forms of phosphorus in control and 100T plots*



étant de 1066 34 KgP.ha<sup>-1</sup>. Cette variabilité est imputable au passé cultural des parcelles. Les stocks de phosphore observés s'expliquent par le caractère fortement fixateur de ces sols ferrallitiques à l'égard du phosphore (BROSSARD et al., 1988) et de nombreuses années de fertilisation.

La teneur en phosphore total des boues utilisées est comparable aux teneurs de boues urbaines obtenues par la mêmes technologies (DE HAAN, 1980 ; MOREL, 1978 ; SOMMERS, 1977). Compris entre 0,85 et 3,66 %, le contenu en phosphore des boues est conforme aux observations déjà faites sur des boues provenant de la même station d'épuration (GIBOULOT, 1984). Cet apport est constitué par 40 % de phosphore organique, le phosphore minéral soluble dans le bicarbonate-fluorure d'ammonium (Pas) représente 21 % du phosphore total des boues et 35 % du phosphore minéral. Le rapport phosphore organique/phosphore minéral extrait par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N est Po/Pm = 1,2. Le caractère minéral du phosphore des boues résiduelles est toujours observé : SOMMERS et al. (1976) indiquent que 64 à 84 % du phosphore total est soluble dans HCL 1N ; GUPTA (1976) montre que le phosphore minéral est absorbé sur les hydroxydes et oxydes de fer et d'aluminium, et sur le calcium des boues. Ces formes sont extraites par les réactifs que nous avons employé. Les boues étudiées ne présentent pas de pouvoir fixateur à l'égard des ions phosphate (MONTEAU, 1987). Comparées à des composts elles sont nettement plus riches en phosphore total : 0,2 % pour les composts d'ordures ménagères (CLAIRON et al., 1982) ; 0,13 % pour les bagages compostées (Action CORDET, 1981).

Les boues utilisées correspondent à un intrant de 245 Kg.ha<sup>-1</sup> de phosphore total pour les parcelles 10t et 100t respectivement. Soit 1/4 du stock initial de l'horizon 0-20 cm pour la parcelle 10t, et un apport 3 fois supérieur au stock initial de l'horizon 0-20 cm pour la parcelle 100t.

Le transfert du phosphore des boues au sol est progressif dans la parcelle 10t le premier trimestre après épandage. A la disparition macroscopique des boues (fraction boues > 5 mm) correspond une augmentation proportionnelle de la teneur en Pt de la fraction sol. Les caractéristiques chimiques des boues expliquent l'accroissement des teneurs en phosphore assimilable et acido-soluble de la fraction sol. Ainsi la contenu en Pt de la fraction boue est-il inversement proportionnel à la teneur en Pas de la fraction sol.

Il n'est pas possible de quantifier avec précision la part des transferts solubles et des transferts de matière (agrégats de boues de taille inférieure à 5 mm). Mais entre l'épandage et l'enfouissement la teneur en Pt de la boue s'abaisse de 16 % dans les deux traitements. C'est un apport de 39 et 390 KgP.ha<sup>-1</sup> respectivement pour les parcelles 10T et 100T. En conditions



contrôlées MONTEAU (1987) a montré que ces boues peuvent fournir, après 20 jours d'incubation, 4 mg de phosphore soluble dans l'eau par g de boue sèche. Le transfert du phosphore vers le sol entre l'épandage et l'enfouissement des boues ne peut être que soluble. Il a été favorisé par une pluviosité de 81 mm, dont 34 mm quatre jours avant l'enfouissement. Ceci est bien visible dans le traitement 100T où il est observé un accroissement de 29 % de la teneur en phosphore total de l'horizon 0-20 cm comparé au témoin. Cette augmentation concerne les formes minérale et assimilable. Le traitement 100t peut paraître excessif, il n'a qu'une valeur expérimentale et permet de situer un seuil de tolérance du sol vis-à-vis de l'amendement. Cet apport d'un équivalent de 100 tonnes de boues sèches correspond à 5 % de la masse de l'horizon 0-20 cm. Sur la période d'observation écoulée, 17 mois, c'est la boue formée d'agrégats de plus en plus finement divisés qui commande la dynamique du phosphore. En effet, le rapport Po/Pm décroît fortement après enfouissement des boues.

C'est aussi le cas dans le traitement 10t, mais cent jours après le passage de la fraise, lorsque la division des agrégats de boue devient plus poussée. On peut donc penser que la fraction sol est constituée d'une juxtaposition d'agrégats de sol et d'agrégats de boue. Ceci devrait être confirmé par une caractérisation, actuellement en cours, de la matière organique et du phosphore par fractionnement granulométrique des sols.

L'effet de l'apport de boues urbaines sur l'augmentation des teneurs en phosphore des horizons de surface des sols est toujours observée (HINESLY et al., 1973 ; KING et MORRIS, 1973). Cependant ceci ne doit pas masquer certains inconvénients vis-à-vis du phosphore qui vont à l'encontre de l'effet attendu, FARDEAU et al. (1977) montrent que les boues chaulées provoquent une fixation des ions phosphate.

## CONCLUSIONS

Les boues de station d'épuration urbaine peuvent constituer un amendement phosphaté intéressant à valoriser, à condition qu'elles n'aient pas été chaulées et ne contiennent pas d'éléments polluants. L'étude de l'évolution des formes du phosphore d'un sol ferrallitique, maintenu sans végétation, après épandage et enfouissement de deux doses de boues nous montre que :

- le stock de phosphore du sol a nettement augmenté, toutes les formes du phosphore sont concernées par cette augmentation ;
- l'arrière effet des boues sur les formes du phosphore du sol est en partie dû à la rémanence des boues sous une forme particulière fine ;

- le transfert de la boue au sol des formes assimilables et minérales peut être très rapide et est favorisé par les pluies ;
- le passage du phosphore organique de la boue au sol est lié à une désagrégation fine des mottes de boue ;
- l'effet sur la teneur en phosphore assimilable se maintient au delà de 12 mois après enfouissement, même pour une dose non massive.

L'utilisation de ces boues en agriculture a un effet à court et moyen terme sur la fourniture en ions phosphate aux doses comprises entre 10 et 30 tonnes de matière sèche-hectare ; ce qui équivaut déjà à une forte fumure phosphatée. Les apports massifs peuvent parfois se justifier afin de restaurer des sols fortement dégradés.

## BIBLIOGRAPHIE

Action CORDET (1981)

Recyclage de la matière organique dans les sols. Rapport final de Convention ORSTOM-INRA-IRAT, rapp. mult. 27 p et annexes, ORSTOM MARTINIQUE.

ANDERSON G. (1960)

Factors affecting the estimation of phosphate-esters in soils, J. of Sci. of Food and Agric. 11 497-503.

BROSSARD M., FARDEAU J.C., MONTEAU J.P. et LAURENT J.Y. (1988)

Matière organique et mobilité du phosphore dans quelques types de sols. Rapp. Convention CEE-ORSTOM «Fertilité des sols dans les agricultures paysannes caribéennes», rapp. ronéo. ORSTOM Martinique 69-84.

CLAIRON M., ZINSOU C. et NAGOUE D. (1982)

Etude des possibilités d'utilisation agronomique des composts d'ordures ménagères en milieu tropical. 1.-Compostage des ordures ménagères, Agronomie 2 (3) 295-300.

CABIDOUCHE Y.M. (1985)

INRA Cartes des sols du domaine expérimental de Duclos. Station Agro-pédo-climatique des zones caraïbes, Guadeloupe F.W.I.

CATROUX G., CHAUSSOD R. and GUPTA S. (1982)

Nitrogen and phosphorus value of sewage sludges. A state of knowledge and practical recommendations. Luxembourg  
Commission of the European Communities 73 p.

DABIN B. (1967)

Application des dosages automatiques à l'analyse des sols. 3ème partie, Cah. ORSTOM sér. Pédol. 5 (3) 257-286.

DE HANN S. (1980) Boues d'épuration comme engrais phosphatés, Phosphore et Agriculture 78 37-44.

FARDEAU J.C., HETIER J.M., GUIRAUD G., JAPPE J. et LIMOUS, G. (1977) Etude de la composition minérale de certains déchets riches en matière organique. Etude de l'absorption de ces éléments par les végétaux, Action S.D.S. n° D.S. 74039, Min. Environ, Comité Sci. Sol et Déchets Solides 37 pp.

GIBOULOT M.C. (1984)

Effets d'apports de boues résiduelles de stations d'épuration en sol ferrallitique tropical : modifications révélées par le comportement d'un peuplement de maïs, Mém.D.A.A, IRA Paris-Grignon , 53 pp et annexes.

GUPTA S.K. (1976) Phosphate removal in systems  $H_2PO_4-FeO(OH)$  and  $H_3PO_4-FeCl_3$  and characteristics of sludge phosphate, Thesis Fac. of Natural Sci. Univ. Berne 138 pp.

HINESLY T.D, JONES R.L. and ZIEGLER E.L. (1973)

Effects on corn by application of heated anaerobically digested sludges, Compost Sci. 13 4 26-30.

KING L.D. and MORRIS H.D. (1972)

Land disposal of liquid sewage sludge : 1 - the effect on yield, in vivo digestibility and chemical composition of Coastal Bermuda grass (*Cynodon dactylon*), J. Envir. Qual. 1 325-329.

MENCH M., CLAIRON M., SOBESKY O. et NAGOU D. (1989) Dynamique à court terme de l'azote minéral en sol ferrallitique nu après apport d'une boue urbaine, à paraître dans Agronomie.

MONTEAU J.P. (1987) Devenir in vitro d'amendements organiques dans deux sols tropicaux acides. Effets sur la disponibilité du phosphore et sur la teneur en potassium soluble, Mém. I.S.A.-Lille, CEA-ORSTOM 43 pp et annexes.

**MOREL J.L. (1978) Boues résiduaires et fertilisation phosphatée, Phosphore et Agriculture 73 15-22.**

**NAGOU D. et CLAIRON M. (1985) Et si... l'agriculture guadeloupéenne recyclait les déchets ? Exemple des boues urbaines, Bull. agro. Antilles-Guyane 3 1-3.**

**POMMEL B. (1979) La valorisation agricole des déchets. 2- Les boues résiduaires urbaines, INRA Bordeaux 70 pp.**

**SOMMERS L.E. (1977) Chemical composition of sewage sludge and analysis of their potential use as fertilizers, J. Envir. Qual.6 225-232.**

**SOMMERS L.E, NELSON D.W. and YOST K.J. (1976) Variable nature of chemical composition of sewage sludges, J. Envir. Qual.5 303-306.**