

COLLOQUE DE L' O. U. A.  
SUR LES UTILISATIONS DE L'ENERGIE ATOMIQUE  
A DES FINS PACIFIQUES  
KINSHASA, 28 Juillet - 1er Août 1969

DETERMINATION DE LA VALEUR L D'UN SOL FERRALLITIQUE  
ACTION DE LA CHAUX  
K. K. S. BHAT, B. TRUONG et S. BOUYER  
(INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES TROPICALES  
ET DES CULTURES VIVRIERES - FRANCE)

O. R. S. T. O. M.  
Collection de Référence  
n° 5552 Peds.  
11 JUIN 1973

DETERMINATION DE LA VALEUR L D'UN SOL FERRALLITIQUE

ACTION DE LA CHAUX

K.K.S. BHAT, B. TRUONG et S. BOUYER

(INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES TROPICALES  
ET DES CULTURES VIVRIERES - FRANCE)

R E S U M E

Cette étude est relative à l'influence de certaines conditions expérimentales, d'une part, et du chaulage, d'autre part, sur la valeur L d'un sol ferrallitique à fort pouvoir fixateur.

Dans l'expérience réalisée, la chaux accroît le rendement du ray-grass, ainsi que son exportation en phosphore, jusqu'à une dose de 200 p.p.m. de  $P_2O_5$  ; pour des doses plus élevées, la chaux exerce un effet dépressif.

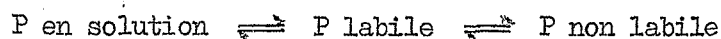
La valeur L, déterminée en utilisant  $^{32}P$  sans entraîneur, est largement surestimée ; d'autre part les résultats ne sont pas bien reproductibles. Elle peut être évaluée avec une précision satisfaisante en utilisant du  $^{31}P$  entraîneur. Elle reste indépendante de la quantité d'entraîneur utilisée ; mais l'emploi d'une dose minima d'entraîneur est indispensable dans le cas des sols pauvres en P labile, comme celui qui est étudié ici.

Le chaulage accroît la valeur L initiale du sol. Il permet d'autre part de maintenir sous forme labile une quantité plus importante du phosphore apporté sous forme d'un phosphate soluble.

## INTRODUCTION

La littérature relative à la dynamique du phosphore dans les sols et à la détermination de leur valeur L, en fonction des différents facteurs qui la modifient, est abondante. On s'aperçoit cependant que la plupart de ces études ont été effectuées sur des sols de régions tempérées ; il semble, en particulier, qu'il y ait eu très peu de recherches concernant la valeur L dans les sols tropicaux ayant un fort pouvoir "fixateur" et dans lesquels on peut s'attendre à ne trouver qu'une faible proportion du phosphore total sous forme labile.

LARSEN (1967) a résumé cette dynamique du phosphore dans les sols sous la forme suivante :



Lorsque l'on apporte une certaine quantité d'un phosphate soluble à un sol tropical à fort pouvoir "fixateur", le premier stade de cette réaction paraît être extrêmement rapide. L'évolution du phosphore labile vers des formes non labiles est fonction du temps et de divers facteurs inhérents aux sols et aux pratiques culturales. Ce phénomène est donc d'une importance considérable dans la pratique agricole.

D'après les résultats de SOKOLOV (1955), l'apport de  $^{31}\text{P}$  entraîneur aurait une influence sur la détermination de la valeur L. RUSSEL et ses collaborateurs (1957), par contre, ont conclu que le phosphore labile d'un sol est indépendant de la quantité d'entraîneur, qu'ils ont fait varier jusqu'à atteindre mille fois la quantité initiale. L'emploi du  $^{32}\text{P}$  sans entraîneur est conseillé par plusieurs auteurs et c'est ainsi que l'on opère, en général, dans les recherches actuelles sur la valeur L.

Les phénomènes qui caractérisent la dynamique du phosphore dans les sols peuvent être influencés par un apport de chaux, en particulier dans les sols à réaction très acide et à pouvoir "fixateur" élevé.

La présente étude a été réalisée sur un sol ferrallitique très acide, avec les objectifs suivants :

- influence de l'utilisation de  $^{31}\text{P}$  entraîneur sur la valeur L initiale du sol ;
- détermination de l'évolution d'un phosphate soluble apporté à doses croissantes ;
- action de la chaux sur le phosphore labile initial du sol ainsi que sur celui qui est apporté ;
- influence de la chaux sur la nutrition phosphorique et sur la croissance des plantes.

#### 1 - TECHNIQUES EXPERIMENTALES.

Un sol ferrallitique très lessivé, riche en sesquioxydes et pauvre en bases échangeables, provenant d'AMBATOBE à Madagascar, a été utilisé dans cette expérience. Quelques résultats analytiques de ce sol sont présentés dans le tableau I.

TABLEAU I - CARACTERISTIQUES DU SOL FERRALLITIQUE D'AMBATOBE

!	!	!
!	Granulométrie pour 100 :	!
!	Sable grossier	32,3
!	Sable fin	11,9
!	Limon grossier	6,9
!	Limon fin	15,8
!	Argile	33,1
!	pH à l'eau	4,80
!	Carbone organique p. 100 (WALKLEY et BLACK)	1,85
!	Capacité d'échange en me/100 g	4,18
!	Taux de saturation p. 100	19,06
!	Rapport molaire Silice/Sesquioxydes	1,21
!	P total en p.p.m.	468
!	P assimilable en p.p.m. : BRAY et KURTZ I	3,5
!	BRAY et KURTZ II	3,7
!	SAUNDER	35
!	Capacité maxima de sorption de P en p.p.m.	4500 environ
!	!	!

Cette étude expérimentale a été effectuée en deux stades :

- en 1967, on a cherché à évaluer l'effet direct de la chaux sur la croissance de la plante et, en particulier, sur l'amélioration de la valeur L ;
- en 1968, on a repris les mêmes échantillons de sol pour apprécier l'influence de la chaux sur l'évolution à long terme du phosphore du sol et, par voie de conséquence, sur la croissance de la plante.

#### 1.1. Premier stade de l'expérimentation (Essai 1967).

Un essai en vases de végétation a été réalisé suivant la technique décrite par CHAMINADE (1965). Chaque vase contenait 1 kg de sol, passé au tamis de 2 mm, ayant reçu au préalable des doses de chaux Ch.0, Ch.1 et Ch. 2 correspondant respectivement à zéro, deux et quatre tonnes par hectare, sous forme de CaO (le poids de terre par hectare était calculé à partir de la densité apparente et d'une épaisseur de sol de 20 cm.). Au bout d'un certain temps, après avoir constaté la stabilisation du pH, tous les éléments nutritifs, à l'exception du phosphore, furent ajoutés en quantité uniforme. Puis on a introduit 150 microcuries de  $^{32}\text{P}$  dans chaque vase, ainsi que des quantités de  $^{31}\text{P}$  entraîneur, sous forme de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , croissantes suivant les traitements :

- P0 : pas d'entraîneur ;
- P1 : 100 mg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , soit 43,7 mg de P par vase ;
- P2 : 200 mg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , soit 87,3 mg de P ;
- P3 : 300 mg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , soit 131 mg de P ;
- P4 : 400 mg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , soit 174,6mg de P.

Le tout fut intimement mélangé au sol. Mille graines de ray-grass hybride 10 furent semées dans chaque vase. L'expérience a été conduite en trois répétitions.

Quatre coupes furent effectuées : à la fin des 4<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> semaines. Après dessiccation à 75°C et pesée, une quantité déterminée de matière sèche a été soumise à l'attaque triacide (JACKSON 1960), et les dosages du  $^{32}\text{P}$  et du  $^{31}\text{P}$  ont été effectués sur la solution ainsi obtenue.

Les valeurs L ont été calculées d'après la formule :

$$L = \frac{{}^{32}\text{P total ajouté}}{{}^{32}\text{P plante}} \times {}^{31}\text{P plante}$$

et concernent donc uniquement le P labile du sol dans le cas du traitement P<sub>0</sub>, et l'ensemble du P labile du sol et de l'entraîneur pour les traitements avec P.

.../

La correction relative au phosphore provenant des graines a été effectuée suivant la technique de LARSEN et GUNARY (1964), en réalisant, dans des conditions identiques, une culture sur milieu exempt de P.

### 1.2. Deuxième stade de l'expérimentation (Essai 1968).

En fin d'expérience, en 1967, les échantillons de terre ont été conservés dans les vases à environ 20 % d'humidité et à la température du laboratoire. En juin 1968, ils ont été séchés à l'air et retamisés pour séparer les racines. L'essai 1968 fut conduit avec 900 g. de terre, ainsi préparée, par vase. On a ajouté 200 microcuries de  $^{32}\text{PO}_4\text{H}_3$  sans entraîneur à chaque vase en les incorporant de façon homogène. Le seul élément nutritif apporté fut l'azote. Le reste du mode opératoire fut conforme à celui qui est décrit précédemment, sauf que les dosages de  $^{32}\text{p}$  ont été effectués directement sur les échantillons végétaux broyés et préparés sous forme de "briquettes" de géométrie identique (LARSEN et SUTTON 1963).

## 2 - RESULTATS.

Ces résultats concernent :

- Les rendements du ray-grass exprimés en grammes de matière sèche par vase ;
- les exportations exprimées en mg. de P par vase ;
- la valeur L exprimée en p.p.m. de P, après correction du phosphore provenant des graines ; nous rappelons que cette valeur L est en réalité la somme de la valeur  $L_0$  initiale du sol et du phosphore de l'entraîneur.

### 2.1. Premier stade de l'expérimentation (Essai 1967).

#### 2.1.1. Rendements et exportations.

Les résultats sont présentés dans le tableau II.

.../

TABLEAU II - RENDEMENTS CUMULES DU RAY-GRASS (4 coupes) ET EXPORTATIONS CUMULEES DE P (3 premières coupes) EN FONCTION DE DOSES CROISSANTES DE PHOSPHORE ET DE CHAUX.

	Matière sèche en g. par vase			Exportations en mg. par vase		
	Ch <sub>0</sub>	Ch <sub>1</sub>	Ch <sub>2</sub>	Ch <sub>0</sub>	Ch <sub>1</sub>	Ch <sub>2</sub>
P <sub>0</sub>	4,35	4,64	4,45	3,99	4,52	3,73
P <sub>1</sub>	10,42	11,58	12,31	15,09	17,69	20,45
P <sub>2</sub>	15,19	16,54	16,29	28,53	31,13	35,05
P <sub>3</sub>	18,11	16,99	16,89	41,65	38,00	39,25
P <sub>4</sub>	19,57	19,55	18,76	54,42	50,25	46,56

On constate que la réponse au phosphore est très nette et assez régulière en ce qui concerne les rendements et les exportations. On note également un effet positif de la chaux jusqu'à la dose de 200 p.p.m. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; au-delà de cette dose, il y aurait un effet dépressif de la chaux par rapport au traitement sans chaux.

### 2.1.2. Valeurs L

Les valeurs L de l'essai 1967 sont présentées dans le Tableau III .

TABLEAU III - VALEURS L EXPRIMEES EN p.p.m. DE P, APRES CORRECTION DU PHOSPHORE PROVENANT DES GRAINES (essai 1967).

	1ère coupe			2ème coupe		
	Ch <sub>0</sub>	Ch <sub>1</sub>	Ch <sub>2</sub>	Ch <sub>0</sub>	Ch <sub>1</sub>	Ch <sub>2</sub>
P <sub>0</sub>	217	166	155	106	60	60
P <sub>1</sub>	79	89	114	66	74	81
P <sub>2</sub>	118	130	149	115	122	131
P <sub>3</sub>	163	174	215	154	166	174
P <sub>4</sub>	213	207	226	206	201	210

.../

Les valeurs L à la deuxième coupe sont nettement inférieures à celles de la première, la diminution étant maxima dans le cas des traitements témoins sans P, où d'ailleurs, on a constaté une différence importante entre les trois répétitions. D'autre part, en présence d'entraîneur, les résultats sont bien comparables d'une répétition à l'autre, pour toutes les doses de P. Il ressort de ces résultats que, en l'absence d'entraîneur, les valeurs obtenues sont anormalement élevées ; tandis que, dès la première dose d'entraîneur, les résultats paraissent valables, et l'augmentation successive de la valeur L avec chaque dose d'entraîneur correspond bien à la quantité apportée. En d'autres termes, à l'exclusion des résultats de P<sub>0</sub>, la courbe est linéaire avec une pente approchant de l'unité. La valeur L initiale du sol est donc constante à toutes les doses d'entraîneur ; mais elle est largement surestimée lorsqu'on la dose en utilisant le 32P sans entraîneur.

D'autre part, on constate une augmentation très nette de la valeur L provoquée par l'apport de chaux.

## 2.2. Deuxième stade de l'expérimentation (Essai 1968).

Le tableau IV donne les valeurs L obtenues à la quatrième coupe de l'essai 1968. Il a été estimé souhaitable ici, de présenter les résultats relatifs à chaque répétition, car ils varient considérablement entre eux dans les cas des traitements P<sub>0</sub> et P<sub>1</sub>, alors qu'ils sont bien comparables et plus constants dans le cas de P<sub>3</sub> et P<sub>4</sub>. Le traitement P<sub>2</sub> donne des résultats intermédiaires.



TABLEAU IV - VALEURS L, EXPRIMEES EN p.p.m. DE P (4ème coupe de l'essai 1968).

	Ch <sub>0</sub>	Ch <sub>1</sub>	Ch <sub>2</sub>
P <sub>0</sub>	115	109	336
	141	121	177
	192	263	334
P <sub>1</sub>	104	88	261
	83	141	244
	170	165	171
P <sub>2</sub>	88	165	109
	56	141	172
	136	112	181
P <sub>3</sub>	81	113	126
	82	103	115
	83	117	129
P <sub>4</sub>	101	132	138
	102	139	111
	104	128	137

3 - INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSION.

Le tableau III met en évidence trois séries de variations de la valeur L.

- une diminution, lorsque l'on passe de la première à la deuxième coupe, pour une même dose de phosphate et pour une même dose de chaux ;

- une augmentation, lorsque la dose de phosphate ajouté augmente de P<sub>1</sub> à P<sub>4</sub> ; dans le cas du traitement témoin ne recevant pas de phosphate (P<sub>0</sub>), il y a surestimation de la valeur L ;

.../

- une augmentation due à l'apport de chaux, sauf dans le cas de P<sub>0</sub> et P<sub>4</sub>.

### 3.1. Diminution de la valeur L lorsque l'on passe de la première à la deuxième coupe.

Lorsque l'on admet que l'équilibre isotopique est établi dans le système sol-plante, au moment de la deuxième coupe par exemple dans le cas présent, on applique la formule suivante, qui exprime que l'activité spécifique du phosphore provenant du sol est la même dans toutes les phases du système :

$$\frac{{}^{32}\text{P plante}}{{}^{31}\text{P plante} \cdot p_g} = \frac{{}^{32}\text{P total}}{L} \quad (a)$$

$p_g$  est la fraction du  ${}^{31}\text{P}$  contenue dans la plante récoltée, provenant des graines. On l'évalue dans une expérimentation annexe, qui consiste en une culture effectuée sans sol, sur quartz ; les graines semées représentent la seule source de phosphore pour la plante. Dans cette expérimentation nous avons trouvé, pour  $p_g$  : 1,52 mg à la première coupe et 0,47 mg à la deuxième.

Il semble que la diminution constatée soit essentiellement imputable à la correction relative au phosphore provenant des graines. Si l'expression  ${}^{31}\text{P plante} \cdot p_g$  qui figure au dénominateur du premier membre de la formule (a), est surestimée à la première coupe par exemple, du fait d'une valeur trop faible de  $p_g$ , il en résulte que L sera aussi surestimée, et c'est précisément ce que l'on constate dans cette étude. Or cette hypothèse est rendue plausible par une seconde expérimentation annexe que nous avons effectuée, sur quartz, mais en présence de quantités croissantes d'éléments nutritifs autres que le phosphore ; au traitement sans aucun élément nutritif, on a comparé les traitements suivants :

- dose normale d'éléments nutritifs autres que P, telle qu'elle est conseillée par CHAMINADE (1965) ;

- dose égale à la moitié de la précédente ;

- dose égale au quart de la précédente. Les résultats figurent dans le tableau V.

TABLEAU V - CULTURE SUR QUARTZ, EN PRESENCE DE QUANTITES CROISSANTES D'ELEMENTS NUTRITIFS AUTRES QUE LE PHOSPHORE.

Doses d'éléments nutritifs apportées	matière sèche en g. par vase			teneurs en P p. 100 de matière sèche			Exportations de P en mg. par vase		
	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe
0	0.38	0.04	0.03	0.456			1.73		
dose 1/4 normale	1.33	0.92	0.46	0.145	0.116	0.1309	1.93	1.07	0.60
dose 1/2 normale	1.75	0.65	0.25	0.136	0.102	0.1041	2.39	0.66	0.26
dose normale	1.67	0.36	0.05	0.125	0.109		2.08	0.39	

On constate que, si l'on se place dans des conditions de niveaux de croissance différents, l'exportation en phosphore de la partie récoltée est très variable ; on peut penser qu'il en est de même lorsque l'on opère en présence de doses croissantes de phosphates. Or la méthode de correction est précisément basée sur l'hypothèse que la quantité de phosphore des graines, contenue dans la récolte, reste la même à tous les niveaux de croissance de la plante et se trouve indépendante de la dose de P apportée. Il serait nécessaire d'étudier de façon plus approfondie ce problème.

### 3.2. Augmentation de la valeur L lorsque la dose de phosphate ajouté augmente.

Il s'agit là évidemment d'une variation tout-à-fait normale, puisque les valeurs L calculées représentent la somme de la valeur  $L_0$  du sol, pris dans son état initial, et de la quantité P apportée par l'engrais et qui est restée labile.

Si l'on admet que l'équilibre isotopique est réalisé au moment de la deuxième coupe, on constate d'après le tableau III que les accroissements enregistrés dans la valeur L sont sensiblement équivalents aux accroissements des

.../.

doses de P apportées.

exemple - Cas du traitement sans chaux ( Ch.0)

Traitements	Quantités de P apportées en p.p.m.	Valeurs L en p.p.m.	Accroissements d'un traitement à l'autre
P0	0	106	-
P1	43,7	66	-49
P2	87,3	115	-39
P3	131,0	154	352
P4	174,6	206	

D'ailleurs le calcul statistique montre que les résultats peuvent être ajustés à une droite, de pente non significativement différente de 1, et d'équation:

$$L = 1,053 P + 20,40$$

Il en est de même pour les deux séries Ch 1 et Ch 2 :

$$\text{Ch 1 : } L = 0,971 P + 34,77$$

$$\text{Ch 2 : } L = 0,990 P + 41,12$$

On pourrait donc être tenté de conclure que tout le phosphore apporté reste labile et que la valeur L est donnée par le point d'intersection de ces droites avec l'axe des ordonnées ( traitement P<sub>0</sub>); soit :

$$\text{pour Ch 0 : } L = 20,4$$

$$\text{pour Ch 1 : } L = 34,8$$

$$\text{pour Ch 2 : } L = 41,1$$

Cette question mérite cependant un examen plus approfondi, en fonction de la possibilité d'une fixation, sous forme non labile, d'une partie du phosphore (<sup>31</sup>P et <sup>32</sup>P) apporté au sol. De la formule (a), en effet, on tire :

$$L_0 + {}^{31}\text{P ajouté} = \frac{{}^{32}\text{P total}}{{}^{32}\text{P plante}} ( {}^{31}\text{P plante} - p_g ) \quad (b)$$

.../.

Certains résultats expérimentaux ( BHAT et BOUYER, 1968) nous incitent à penser que, dans le cas de sols à fort pouvoir fixateur à l'égard du phosphore tels que le sol ferrallitique de Madagascar utilisé dans cette étude, ce phénomène de fixation sous forme non labile peut exister. Dans cette hypothèse, comme  $^{31}\text{P}$  de l'engrais et  $^{32}\text{P}$  total sont apportés simultanément au sol, en début d'expérience, on peut admettre, en première approximation, que c'est la même fraction  $\frac{x}{100}$  de  $^{31}\text{P}$  et de  $^{32}\text{P}$  qui reste labile. La formule (b) devient alors :

$$L_0 + ^{31}\text{P ajouté} \times \frac{x}{100} = \frac{^{32}\text{P total} \times \frac{x}{100} ( ^{31}\text{P plante} - p_g )}{^{32}\text{P plante}}$$

car ce n'est évidemment qu'entre les fractions labiles que l'équilibre isotopique s'établit; on en déduit :

$$L_0 = \frac{x}{100} \left\{ \frac{^{32}\text{P total} ( ^{31}\text{P plante} - p_g ) - ^{31}\text{P ajouté}}{^{32}\text{P plante}} \right\}$$

et finalement :

$$L_0 \text{ véritable} = \frac{x}{100} L_0 \text{ calculée} \quad ( c ),$$

$L_0$  calculée étant la valeur trouvée si l'on suppose que tout est resté labile. Dans ce cas, l'équation de la droite, correspondant au traitement Ch 0 par exemple et donnant le phosphore vraiment labile, serait :

$$L = \frac{x}{100} ( 1,053 P + 20,40 )$$

ou

$$L = 1,053 \times \frac{x}{100} P + \frac{x}{100} 20,40$$

Ce serait une droite de même pente, ce qui explique que les accroissements de valeur  $L$  restent égaux aux accroissements de  $P$  labile, mais dont l'ordonnée à l'origine serait plus faible. Si par exemple il ne restait que  $\frac{80}{100}$  du phosphore

apporté, sous forme labile, la valeur  $L_0$  véritable du sol serait égale à  $\frac{80}{100} \times 20 = 16$  p.p.m.

Un fait cependant laisse penser que, dans cette expérience, l'hypothèse d'une fixation d'une fraction du phosphore sous forme non labile au moment de la deuxième coupe, est peu vraisemblable. En effet, comme la courbe représentative est une droite de pente égale à 1, cela impliquerait que la fraction  $\frac{x}{100}$  restant

labile serait la même quelle que soit la quantité de  $P$  apportée par l'engrais; ce n'est pas du tout évident. Mais il pourrait se produire le cas où une partie du phosphore ne serait pas labile au moment de la première coupe, et serait redevenue labile au moment de la deuxième coupe; ce phénomène, s'il existait, serait susceptible d'expliquer le fait que la valeur  $L$  est plus élevée à la première coupe qu'à la deuxième.

Il faut noter, enfin, que toutes les considérations précédentes ne s'appliquent pas au cas du traitement Po, dans lequel on opère sans entraîneur. Les valeurs L sont, dans ce cas, très surestimées, même à la deuxième coupe.

L'imprécision de la correction relative au phosphore des graines ne semble pas suffisante pour pouvoir expliquer l'anomalie constatée dans ce dernier cas.

On peut alors penser que le phénomène de fixation, sous forme non labile, s'exerce sur une fraction beaucoup plus importante du  $^{32}\text{P}$  total ajouté, en raison de l'absence de  $^{31}\text{P}$  entraîneur; du fait de la forte énergie de rétention de certains sites du sol, ce  $^{32}\text{P}$  fixé resterait sous forme non labile en proportion beaucoup plus importante que dans le cas où on utilise un entraîneur. On aurait par exemple :

$$L_0 = \frac{x \cdot 1}{100} \left( \frac{^{32}\text{P total}}{^{32}\text{P plante}} \right) ( ^{31}\text{P plante} - pg )$$

x1 étant très inférieur à x de la formule précédente. Dans le cas du traitement Ch0, à la deuxième coupe par exemple, on aurait, en supposant que la valeur  $L_0$  véritable est 20 :

$$20 = \frac{x \cdot 1}{100} \times 106 \quad \text{d'où } x \cdot 1 = 19$$

On a constaté également, dans les traitements témoins, une variabilité importante des valeurs entre les répétitions. Ceci doit être dû au fait que le  $^{32}\text{P}$  sans entraîneur est resté localisé en certains points de contact avec le sol, n'ayant pas pu se diffuser de façon homogène. Bien que le mélange ait été fait très intimement, la répartition du  $^{32}\text{P}$  à l'échelle microscopique n'est peut-être pas très homogène; et celui qui est retrouvé dans la plante est échantillonné à partir des particules de sol qui sont directement en contact avec des racines.

### 3.3. Augmentation de la valeur L due à l'apport de chaux.

Le phénomène est très net dans le cas des traitements P1, P2 et P3. Dans ce sol très acide ( pH = 4,8 ), l'apport de 2 tonnes ou de 4 tonnes de chaux fait remonter le pH, et on peut penser que, dans ces conditions, il existe moins de phosphore sous forme de phosphate de fer ou phosphate d'alumine; c'est ce qui

peut expliquer qu'une quantité plus importante du phosphore du sol devient labile. Cette amélioration du pool de phosphore labile du sol est très importante. :

- 14 p.p.m. pour un apport de 2 tonnes de chaux, soit au moins 30 kg de P ou 70 kg de  $P^{25}_O$  environ, à l'hectare;
- 21 p.p.m. pour un apport de 4 tonnes de chaux, soit environ 100 kg de  $P^{25}_O$  à l'hectare.

Dans le cas du traitement P<sub>4</sub>, le phénomène est moins net.

Il n'est pas possible, enfin, de commenter les valeurs L mentionnées dans le tableau III, pour le traitement P<sub>0</sub>, car ces valeurs sont surestimées. Il est plus logique de tenir compte des valeurs déduites de l'équation des trois droites; et l'effet positif de la chaux est alors très net :

Ch0 : L = 20,4 p.p.m.

Ch1 : L = 34,8 p.p.m.

Ch2 : L = 41,1 p.p.m.

### 3.4. Action de la chaux sur le phosphore résiduel labile.

Les résultats d'essai 1968 confirment de plus la nécessité d'employer l'entraîneur P pour déterminer le phosphore labile d'un sol lorsque ce dernier est inférieur à un certain niveau. Les valeurs L à la quatrième coupe de ray-grass, relatives aux traitements P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> apportées en 1967, ne semblent pas valables. Une partie de ce P soluble ajouté a été exportée par la culture en 1967 et une autre partie rendue non labile au cours de l'évolution. La variabilité importante entre les répétitions indique que le phénomène constaté dans les traitements témoins en 1967 a lieu ici également, provoquant une surestimation de la valeur L. La grandeur de cette surévaluation diminue lorsque la dose de P augmente.

Par contre, aux doses P<sub>3</sub> et P<sub>4</sub>, les teneurs en P labile résiduel furent suffisamment élevées pour éviter la réaction, avec le sol, du  $^{32}P$  sans entraîneur ajouté en 1968, ce qui empêcherait la dilution isotopique. Les répétitions sont bien comparables et les résultats paraissent valables. La différence de teneurs en P labile entre ces deux traitements correspond environ à la moitié de la différence des doses de  $KH_2PO_4$  apportées en 1967. En outre, la chaux a eu une action

.../.

nette de conservation sous forme labile du phosphate soluble apporté. La valeur L correspondant au traitement P<sub>3</sub>, avec la première dose de chaux par exemple, est bien supérieure à celle du traitement P<sub>4</sub> sans chaux.

### 3.5. Influence de la chaux sur la nutrition phosphorique et la croissance des plantes.

L'effet nettement positif de la chaux sur la croissance du ray-grass, ainsi que sur l'exportation de phosphore, pour les premières doses de P apporté, peut s'expliquer par une augmentation du pH et, par conséquent, une diminution d'activité des ions Fe<sup>3+</sup> et Al<sup>3+</sup> et une diminution de la formation de phosphates relativement insolubles de ces métaux.

Cependant, pour des doses plus élevées de P, la formation de phosphates hyposolubles de calcium est favorisée par la chaux. LINDSAY et al. (1959) ont constaté la formation dans le sol de CaHPO<sub>4</sub>, 2H<sub>2</sub>O, même aux pH 2,3 - 3,0. Toutefois, dans une autre expérience réalisée avec le même sol, nous avons constaté que le phosphate bicalcique reste très utilisable par les plantes; mais, un épuisement préférentiel de P par rapport à Ca, à partir de ce composé, pourrait mener à la formation d'un résidu de plus en plus basique approchant ultérieurement la composition de l'hydroxyapatite; ce phénomène peut intervenir à partir de pH = 5,0 (KARDOS, 1965). D'autre part, un phosphate peu soluble de potassium, la taranakite, est l'un des produits les plus abondants de transformation de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dans le sol (MATTINGLY et TALIBUDEEN, 1967).

## C O N C L U S I O N S

Une expérimentation réalisée sur un sol ferrallitique acide, nous a permis de formuler les conclusions suivantes :

- la chaux augmente la croissance des plantes ainsi que l'exportation de phosphore jusqu'à la dose de 200 p.p.m. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;

.../.



- pour des doses plus élevées de  $P_{25}^{32}$ , on constate un effet dépressif de la chaux;
- la valeur  $L_0$  initiale du sol est plus élevée en présence de chaux;
- une fraction plus importante du phosphore soluble apporté est maintenue sous forme labile par la chaux;
- la valeur  $L_0$  du sol est indépendante de la dose d'entraîneur utilisée avec le  $^{32}P$ ; mais l'emploi d'une quantité minimale d'entraîneur est indispensable, dans le cas des sols pauvres en phosphore labile.

#### R E F E R E N C E S

- BHAT, K.K.S., BOUYER, S., Isotopes and Radiation in Soil Organic -Matter Studies  
Colloque IAEA/FAO Vienne, pp. 299-313, 1968.
- CHAMINADE, R., Agron. Trop. 20, pp.1101 - 1162, 1965.
- JACKSON, M.L., Soil Chemical Analysis,  
Prentice-Hall, Inc. N.J., pp. 326-338, 1960.
- KARDOS, L.T., In Chemistry of the Soil, Reinhold Publ. Corp.N.Y. p. 369, 1965.
- LARSEN, S., Adv. Agron. 19, pp. 151-210, 1967
- LARSEN, S., GUNARY, D., Plant and Soil 20, pp. 135-142, 1964
- LARSEN, S., SUTTON, C.D., Plant and Soil 18, pp. 77 - 84, 1963
- LINDSAY, W.L., LEHR, J.R., STEPHENSON, H.F., Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 23  
pp. 342-345, 1959.
- MATTINGLY, G.E.G., TALIBUDEEN, O., Topics in Phosphorus Chemistry 4,  
pp. 157-290, 1967.
- RUSSEL, R.S., RUSSEL, E.W., MARAIS, P.G., J.Soil Sci. 8, pp.248 - 267, 1957.
- SOKOLOV, A.V., Actes de la conférence internationale sur l'utilisation de  
l'énergie atomique à des fins pacifiques.  
Genève, pp. 133-138, 1955