



HAL
open science

Liberation du potassium par les fractions granulométriques du sol en présence de tétraphénylborate de sodium

B. Cabibel

► **To cite this version:**

B. Cabibel. Liberation du potassium par les fractions granulométriques du sol en présence de tétraphénylborate de sodium. *Annales Agronomiques*, 1971, 22 (6), pp.705-716. hal-02729173

HAL Id: hal-02729173

<https://hal.inrae.fr/hal-02729173>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ARC 32

Ann. agron., 1971, **22** (6), 705-716.

LIBÉRATION DU POTASSIUM
PAR LES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES
DU SOL EN PRÉSENCE
DE TÉTRAPHÉNYLBORATE DE SODIUM

B. CABIBEL

*Station d'Agronomie, I. N. R. A.,
84 - Montfavet*

LIBÉRATION DU POTASSIUM PAR LES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES DU SOL EN PRÉSENCE DE TÉTRAPHÉNYLBORATE DE SODIUM

B. CABIBEL

*Station d'Agronomie, I. N. R. A.,
84 - Montfavet*

RÉSUMÉ

La libération du potassium par les fractions granulométriques du sol a été étudiée au moyen du réactif NaCl-NaTPB. L'étude a porté sur 16 échantillons de sol différents quant à leur origine ou à l'entretien de leur niveau potassique.

Après séparation des diverses fractions, elles sont mises en contact pendant 120 heures avec le réactif NaCl-NaTPB. Les quantités de K libérées pour 100 g de fraction croissent dans l'ordre : sable, limon, argile.

L'importance des fractions dans la libération du K par l'ensemble du sol est fonction de la composition granulométrique de celui-ci. Les quantités libérées par les limons ou même par les sables peuvent avoir une importance non négligeable.

INTRODUCTION

De nombreux auteurs ont étudié au moyen du réactif NaTPB la libération du K de minéraux argileux, pris comme modèles simples, afin de mieux connaître les mécanismes qui déterminent la libération du K par le sol (SCOTT *et al.*, 1960 et 1962 ; REED *et al.*, 1962 et 1966 ; SCOTT, 1968). Par contre, la libération de K par les fractions granulométriques extraites du sol a fait l'objet de peu de travaux (SMITH *et al.*, 1968), ceux-ci se limitant aux fractions argileuse et limoneuse, étudiées indépendamment du sol origine.

Nous remercions les Stations d'Agronomie d'Amiens et de Dijon (I. N. R. A.), la Société Commerciale des Potasses et de l'Azote (S. C. P. A.), la Compagnie d'Aménagement du Bas-Rhône et du Languedoc (C. N. A. B. R. L.), le Syndicat des Riziculteurs d'Arles, qui nous ont fourni les échantillons de sols de leurs dispositifs expérimentaux.

Dans le présent travail, nous examinerons la libération du K par les fractions granulométriques extraites de divers sols, et nous évaluerons la participation respective de chacune d'elles dans la libération globale de K par l'échantillon de sol.

I. — MATÉRIEL ÉTUDIÉ

I. 1. — Fractions granulométriques

La nature et les dimensions limites caractérisant les fractions étudiées sont :

1. Argiles fines	: $\varnothing < 0,5 \mu$
2. Argiles grossières	: $0,5 \mu < \varnothing < 2 \mu$
3. Argiles totales	: $\varnothing < 2 \mu$
4. Limons	: $2 \mu < \varnothing < 50 \mu$
5. Sables	: $50 \mu < \varnothing < 2\ 000 \mu$

I. 2. — Sols

Les sols étudiés ont des origines géographiques très différentes. Ils proviennent généralement de dispositifs expérimentaux de longue durée, mis en place pour l'étude de la fertilisation potassique. Sauf indication contraire, les échantillons prélevés représentent l'horizon de surface couramment travaillé.

I. 21. Sols d'alluvions de la Durance et de la basse vallée du Rhône.

Ces sols d'alluvions récentes, fines, et très riches en CaCO_3 , supportent des cultures variées.

a) *Sol maraîcher de la région Noves-Châteaurenard*, recevant de fortes fumures minérales.

$M_s = 0-20 \text{ cm}$

$M_{s/8} = 20-40 \text{ cm}$

b) *Rizière expérimentale du Domaine Saint-Paul* (I. N. R. A. Montfavet), où la fertilisation K est sans effet sur les rendements.

$R_s =$ Parcelle recevant depuis 1954, 240 unités $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{an}$

$R_{0s} =$ Parcelle témoin sans apport potassique.

c) *Prairie Saint-Paul*.

SP_s prélevé sur un sol en prairie depuis 80 ans, contigu à la rizière expérimentale et constituant le témoin original zéro.

d) *Rizière expérimentale de Beauchamp près d'Arles*, où dans un essai NK mis en place en 1962, on n'observe aucune réponse à la fertilisation potassique.

$K_0N_1 =$ parcelle témoin

$K_1N_1 =$ parcelle 100 unités $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{an}$

$K_2N_1 =$ parcelle 200 unités $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{an}$

I. 22. Sols de la Costière du Gard.

Ces sols correspondent à un loess décarbonaté, décalcifié et soliflué, défini comme sol brun de lehm et surmontent les cailloutis de la surface post-villafranchienne. Les échantillons de sols prélevés au domaine d'Asport de la C. N. A. B. R. L. correspondent à l'horizon de surface de deux parcelles d'un dispositif expérimental mis en place en 1962.

Sur plantes maraîchères, on observe actuellement une différence de 30 p. 100 entre les deux traitements extrêmes :

$T_1 =$ parcelle 100 unités $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{an}$

$T_2 =$ parcelle 300 unités $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{an}$

1. 23. *Sols de limon de la Somme.*

Ces sols représentent des essais de longue durée installés en 1953 et 1957 à Allonville et Omiécourt sur grande culture. La réponse aux apports de K est positive à Omiécourt, nulle à Allonville.

Al_0Om_0 = parcelles témoins

Al_2Om_3 = parcelles enrichies (quantités cumulées reçues = 3 000 unités K_2O/ha)

1. 24. *Sols granitiques à deux micas de la Pierre-qui-Vire (Yonne).*

Dans un essai établi en 1958 sur prairie temporaire présentant un déficit en potasse, on observe une forte réponse aux apports de K.

V_0 = parcelle témoin

V_M = parcelle 150 unités $K_2O/ha/an$

Les principales caractéristiques physiques et chimiques de ces sols sont rassemblées dans le tableau 1.

II. — MÉTHODES D'ÉTUDES UTILISÉES

2. 1. — *Séparation des diverses fractions granulométriques*

On opère sur une quantité de sol suffisante pour obtenir de 4 à 6 g d'argile. Après percolation du sol par 250 ml d'acétate de sodium normal suivie de lavage à l'eau distillée, on disperse le sol par agitation en présence d'une solution d'hexamétaphosphate de Na. La séparation des diverses fractions argileuses est alors obtenue par centrifugation. Après lavage à l'eau des fractions séparées, celles-ci sont obtenues par évaporation de la phase aqueuse à 50°C sous vide. Les argiles-Na sont alors séchées à 100°C à l'air et broyées.

Les fractions supérieures à 2 μ sont obtenues, après épuisement des argiles, par décantation, lavage à l'eau, séchage à 100°C à l'air et tamisage.

2. 2. — *Analyse chimique des fractions*

Les méthodes d'études du K total et du K extractible au NaCl-NaTPB utilisées sont les suivantes :

1. *K total.* — La teneur en K total de l'ensemble des fractions granulométriques et des sols d'origine est déterminée selon la méthode de JACKSON, par attaque de 0,1 g de matière finement broyée par un mélange perchlorique-fluorhydrique. Le contrôle de ces déterminations, effectuées en double, est obtenu par adjonction à toutes les séries, d'échantillons standards dont la teneur en K total est connue.

2. *K extractible au NaCl-NaTPB.* — Le K est extrait par agitation continue de 250 mg d'argile, 500 mg de limon ou de sable, en présence de 20 ml d'une solution 1,5 N NaCl contenant 1 méq. de tétraphénylborate de Na. Les temps d'agitation varient de 1 à 120 heures. Les agitations sont effectuées dans une enceinte dont la température est maintenue à 20°C.

Après blocage des sites de fixation pour K de la fraction considérée par l'acétate d'ammonium normal, le K TPB est solubilisé à l'aide d'acétone 75 p. 100. Le K extrait est alors dosé dans le filtrat selon la méthode de SCHULTE et COREY (1963).

III. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tous les résultats concernant le potassium total ou extrait par le réactif sont exprimés en méq. de K pour 100 g de la fraction considérée. Pour le K extractible, seuls seront donnés les résultats obtenus avec un temps de contact de 120 heures avec le réactif au tétraphénylborate.

TABLEAU I

Caractéristiques physiques et chimiques des sols

	M _s	M _{s/s}	R _s	Ro _s	SP _s	K ₀ N ₁	K ₁ N ₁	K ₂ N ₁	T ₁	T ₆	Al ₀	Al ₂	Om ₀	Om ₃	V ₀	V _M
<i>Teneurs en p. 100</i>																
Argile.....	13,6	16,1	25,5	25,0	25,0	32,0	33,0	37,0	18,5	15,0	11,0	11,0	11,0	11,0	13,0	11,0
Limon fin.....	22,9	26,0	35,5	34,0	41,0	53,0	53,0	51,0	19,5	23,0	26,5	27,5	27,5	28,5	14,0	16,0
Limon grossier.....	51,5	30,0	23,7	24,0	19,0	8,4	7,4	7,2	39,7	40,7	54,9	53,8	54,5	53,5	7,3	7,6
Sable fin.....	5,5	21,0	9,9	10,0	10,0	1,8	1,6	1,8	19,1	18,4	3,8	3,5	4,4	4,2	9,6	8,1
Sable grossier.....	4,0	4,0	1,4	3,0	3,0	0,6	0,5	0,6	5,2	4,2	0,6	0,8	0,5	0,7	53,5	54,0
Calcaire total.....	46,5	46,9	38,5	38,0	37,5	34,5	35,6	35,0	—	—	1,5	1,3	1,0	0,8	—	—
Calcaire actif.....	9,5	10,3	13,5	13,0	13,5	20,8	21,1	21,0	—	—	—	—	—	—	—	—
pH (H ₂ O).....	—	—	—	—	—	—	—	—	6,6	6,1	7,90	7,85	8,10	8,10	5,5	5,6
pH (KCl).....	—	—	—	—	—	—	—	—	6,4	5,9	7,20	7,20	7,40	7,40	5,1	5,2
Matières organiques.....	4,00	2,00	3,20	3,40	3,00	2,40	2,30	2,45	1,56	1,60	2,00	2,060	2,20	2,20	1,45	1,50
K échang. en méq. p. 100 g de sol.....	0,83	0,60	0,27	0,26	0,15	0,48	0,49	0,51	0,30	0,37	0,28	0,59	0,18	0,32	0,12	0,20
K total en méq. p. 100 g de sol.....	24,30	24,25	32,74	30,18	32,48	33,25	33,25	33,30	39,13	39,90	44,50	45,52	44,24	45,0	103,6	106,1
K extractible NaCl-NaTPB en méq. p. 100 g de sol.....	6,87	6,67	10,40	9,49	8,85	14,18	14,38	13,47	3,58	4,12	4,35	5,37	4,09	5,63	3,90	4,80

TABLEAU 2

Teneurs en K total des fractions granulométriques et des sols correspondants
(en méq. pour 100 g de la fraction ou du sol)

	Soils	Sables	Limon	Argiles totales
M _g	24,30	26,58	19,78	58,82
M _{g/s}	24,25	26,03	19,50	57,66
R _g	32,74	26,53	25,43	57,54
Ro _g	30,18	26,45	24,85	54,28
SP _g	32,48	30,03	24,55	58,75
K ₀ N ₁	33,25	24,53	20,16	64,52
T ₁	39,13	22,40	30,10	59,55
T _g	39,90	22,34	30,26	66,70
Al ₀	44,50	21,63	30,38	66,60
Om ₀	44,24	21,75	32,97	71,10
V ₀	103,60	129,33	67,20	37,34

Les teneurs en potassium total des échantillons globaux de sol et des fractions granulométriques sont reportées sur les tableaux 1 et 2.

3. 1. — Quantités de K libérées par les diverses fractions

Les quantités de K libérées après un temps de contact de 120 heures avec le réactif NaCl-NaTPB sont rassemblées au tableau 3. Elles sont également exprimées en p. 100 du K total des fractions correspondantes.

Les résultats obtenus pour certains échantillons pour des temps de contact inférieurs, ont été reportés sur la figure 1 pour faire apparaître le cas échéant, le comportement particulier des fractions provenant de certains sols.

L'examen des résultats montre que pour un sol donné les quantités absolues de K libérées à 120 heures sont fonction des dimensions de la fraction granulométrique et indépendantes de la teneur en K de celle-ci.

Les quantités extraites croissent toujours dans l'ordre suivant :

sable — limon — argile fine — argile totale — argile grossière

La même progression s'observe lorsque les quantités de K extraites sont exprimées en valeur relative, par rapport à la teneur totale de la fraction.

Le classement général obtenu par ordre croissant de libération du K pour les diverses fractions granulométriques est en accord avec celui indiqué dans les études antérieures (SCOTT, 1958 ; SMITH *et al.*, 1958), qu'il s'agisse des sables, des limons et des argiles totales, ou qu'il s'agisse des trois classes argileuses. *Il existe donc une relation entre les quantités de K extraites et la taille des fractions étudiées, le maximum de libération étant obtenu pour les argiles grossières (0,5 μ-2 μ).*

TABLEAU 3

*Quantités de K libérées par les fractions granulométriques des sols
en présence de NaCl-NaTPB pour un contact de 120 heures*

	K en méq. p. 100 g de la fraction					K en p. 100 du K total de la fraction		
	Sables	Limons	Argiles totales	Argiles grossières	Argiles fines	Sables	Limons	Argiles totales
M_s	2,94	4,14	22,76	27,69	16,62	11,1	20,9	38,9
$M_{s/s}$	2,67	3,17	21,86	27,03	15,79	9,1	20,9	37,9
R_s	2,14	5,80	27,85	30,94	20,97	8,1	22,8	48,4
RO_s	2,27	5,31	24,81	28,52	18,09	8,6	20,9	45,7
SP_s	2,72	5,47	17,47	23,40	10,61	9,1	22,3	29,7
K_0N_1	7,14	8,18	26,85	28,23	25,52	29,1	40,6	41,6
K_1N_1	—	8,54	28,33	29,87	26,90	—	—	—
K_2N_1	—	8,39	26,85	27,31	26,52	—	—	—
T_1	0,66	1,78	14,10	28,35	7,38	2,9	5,9	23,7
T_6	—	1,58	17,77	29,41	13,60	—	5,2	—
Al_0	1,48	2,04	21,73	33,14	17,13	6,8	6,7	32,6
Al_2	—	2,17	29,87	42,63	24,03	—	—	—
Om_0	1,53	1,79	22,50	35,29	16,82	7,0	5,4	31,6
Om_3	—	1,84	33,24	47,05	26,92	—	—	—
V_0	1,33	8,08	10,56	18,82	5,06	1,0	12,0	28,3
V_M	—	8,52	10,92	19,48	5,21	—	—	—

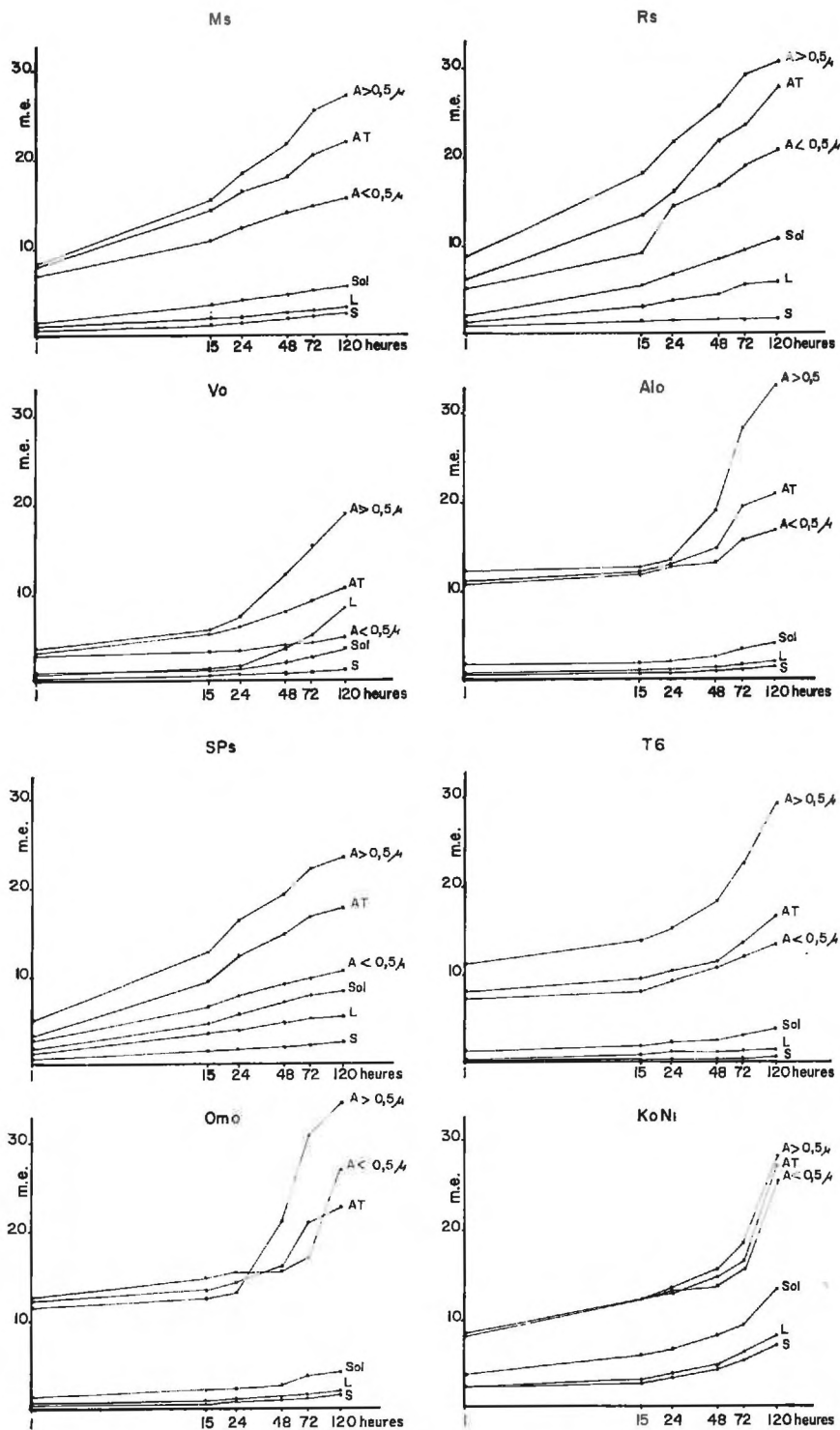


Fig. 1. — K libéré en présence de NaCl- Na TPB par les fractions granulométriques des sols étudiés (K en méq. p. 100 g de la fraction)

Le classement obtenu étant identique lorsqu'on exprime les quantités de K en p. 100 du K total des fractions, pour un sol donné, on peut conclure que les quantités de K extraites sont indépendantes des teneurs en K total des fractions et que la fraction disponible du K total est proportionnellement plus importante lorsqu'on passe des sables aux limons et des limons aux argiles d'un même sol. Cette progression est particulièrement sensible pour le sol V₀ de la Pierre-qui-Vire.

En plus de ces observations générales, il est intéressant de noter le comportement singulier des divers sols étudiés, soit en fonction de leur origine, soit en fonction des traitements reçus :

— les sols d'alluvions de la Durance forment un groupe homogène (à l'exception du sol Beauchamp), où la libération du K diminue graduellement lorsque la dimension des particules augmente;

— le sol de Beauchamp a un comportement singulier : la libération du K est relativement élevée dans les fractions limoneuse et sableuse;

— les sols de la Costière du Gard présentent une différence très marquée entre les fractions argileuse et limoneuse;

— dans les sols de la Somme, les limons et les sables libèrent des quantités de K sensiblement équivalentes;

— pour le sol de la Pierre-qui-Vire, la différence est au contraire très marquée entre les limons et les sables;

— dans les échantillons provenant de dispositifs expérimentaux, la libération du K apparaît parfois légèrement plus élevée dans la fraction limoneuse des parcelles fertilisées. Mais en règle générale, c'est la fraction argile qui accuse la plus grande différence de comportement entre les deux types de parcelles. C'est notamment le cas des sols de la Costière du Gard et des sols de la Somme. Pour les sols de la Pierre-qui-Vire, au contraire, l'enrichissement n'apparaît sur aucune fraction.

3. 2. — *Importance relative des diverses fractions dans la libération globale du K du sol*

L'importance relative des fractions granulométriques dans la libération du K par l'ensemble de l'échantillon de sol correspondant est reportée sur le tableau 4. Ces résultats sont obtenus à partir des données du tableau 1 donnant la composition granulométrique des sols et la quantité de K extractible du sol entier par le réactif NaCl-NaTPB, et à partir des données du tableau 3 donnant les quantités de K libérées par chaque fraction.

Cette importance relative des fractions est rappelée sur la figure 2 pour les principaux échantillons de sol.

L'examen de ces résultats montre que *pour les sols étudiés* :

— les argiles jouent un rôle essentiel dans la libération du K par le sol ; leur contribution représente souvent les 2/3 environ du K extractible total ;

— les limons participent de façon importante à la libération du K, leur contribution représente le 1/3 environ du K extractible total ;

— les sables ont le plus souvent un rôle faible ou négligeable. Le sol de la Pierre-qui-Vire fait exception à ce schéma général : la contribution des limons est équiva-

lente à celle de l'argile et les sables interviennent pour plus de 20 p. 100 dans le potassium libéré par le sol.

Les variations constatées pour une même fraction granulométrique peuvent être le fait :

— soit des répartitions très différentes des constituants du sol dans les trois classes granulométriques considérées,

— soit des quantités très différentes de K susceptibles d'être libérées par les fractions considérées.

TABLÉAU 4

Importance relative des fractions granulométriques dans la libération globale de K par l'échantillon de sol (en p. 100 du K libéré par le sol correspondant)

	Sables	Limons	Argiles totales
M _g	4,5	41,2	54,3
M _{s/s}	11,2	29,8	59,0
R _g	2,2	34,7	63,1
Ro _s	3,1	32,2	64,7
SP _g	4,4	42,1	51,5
K ₀ N ₁	1,2	34,5	64,3
K ₁ N ₁	1,2	34,3	64,5
K ₂ N ₁	1,2	35,0	63,8
T ₁	3,9	26,4	69,7
T ₂	4,2	27,6	68,2
Al ₀	1,6	40,4	58,0
Al ₂	1,3	34,5	64,2
Om ₀	1,9	36,4	61,7
Om ₂	1,4	28,7	69,9
V ₀	21,3	43,8	34,9
V _M	20,5	49,8	29,7

Ainsi la fraction sable de la Pierre-qui-Vire (V₀) qui libère, à l'exception de T₁, les quantités de K les plus faibles de l'ensemble des fractions sables étudiées, compense son faible niveau de libération par sa masse relative très importante vis-à-vis des limons et des argiles. Cela lui permet de jouer un rôle important dans la libération du K par le sol, bien que libérant beaucoup moins de K, lorsque celui-ci est exprimé en méq. K pour 100 g de la fraction. Inversement, dans les sols de la Somme (Al₀-Om₀), la fraction argile proportionnellement faible vis-à-vis des limons et des sables, joue un rôle essentiel dans la libération du K par ces sols, les quantités de K susceptibles d'être libérées par les argiles de ces sols étant particulièrement élevées.

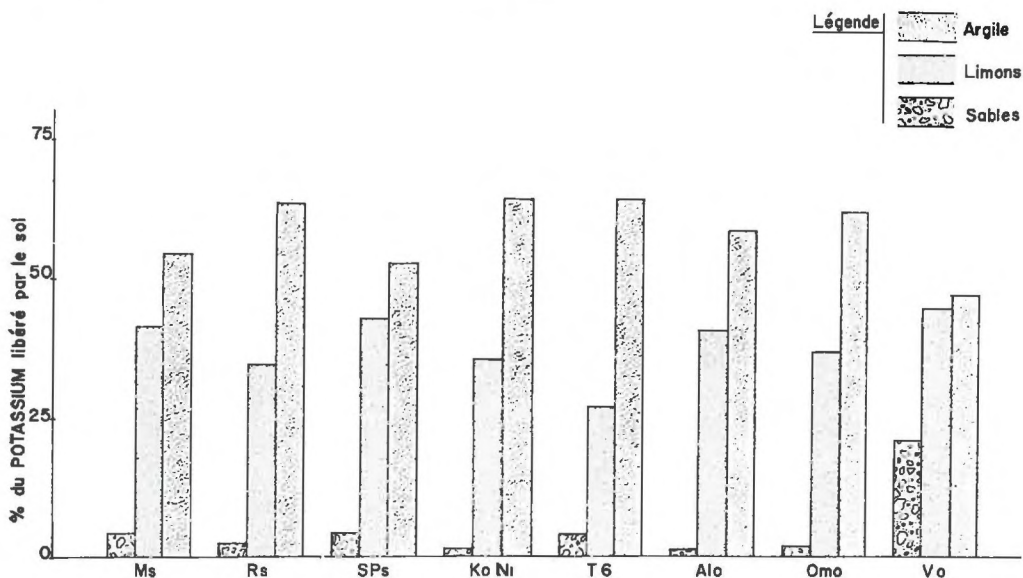


Figure 2 : Importance relative des différentes fractions granulométriques dans la libération du POTASSIUM par le sol.

CONCLUSION

La libération du K par les fractions granulométriques du sol en présence de NaCl-NaTPB montre que les quantités de K libérées sont fonction de la taille de la fraction considérée, du type de sol dont elles sont issues, des traitements culturaux reçus et indépendantes de la teneur en potassium total des fractions.

La fraction argile libère, quel que soit le type de sol, les plus grandes quantités de potassium, les quantités maximales libérées étant obtenues pour la fraction argile grossière ($0,5 \mu - 2 \mu$). La fraction limon libère des quantités de K intermédiaires entre les quantités de K libérées par les argiles et les quantités libérées par la fraction sable qui fournit toujours les valeurs les plus faibles.

Lorsque le sol a été enrichi par des apports d'engrais potassiques, l'enrichissement se traduit généralement par une libération plus importante de K par la fraction argileuse. Les autres fractions sont peu ou pas affectées.

L'étude simultanée du K libéré par les fractions granulométriques et par les sols dont elles sont issues permet, en fonction de la répartition granulométrique des constituants du sol, une approche du rôle relatif des diverses fractions considérées dans la libération du K par le sol. Si la fraction argile joue un rôle essentiel dans cette libération, la fraction limon et la fraction sable peuvent jouer un rôle important pouvant approcher celui des argiles pour la fraction limon de certains sols.

SUMMARY

POTASSIUM RELEASED BY THE PARTICLE-SIZE FRACTIONS
OF THE SOIL IN PRÉSENCE OF SODIUM TETRAPHENYLBORATE

The release of potassium from the particle-size fractions of the soil was investigated using the NaCl-NaTPB reagent and 16 soil samples differing as to their origin and maintenance of their potassium-supply level.

After separating the fractions, these are put in contact together with the aforesaid reagent, for 120 hours. The amounts of released K per 100-gramme fraction, increase in the following sequence : sand, loam, clay.

The significance of the fractions as regards release of K from the soil as a whole depends on the latter's particle-size distribution. The amounts released by loams and even sands, may have a non negligible importance.

ZUSAMMENFASSUNG

FREIGABE DES KALIUMS DURCH DIE
GRANULOMETRISCHEN BODENTEILE IN GEGENWART
VON NATRIUMTETRAPHENYLBORAT

Die Freigabe des Kaliums durch die granulometrischen Bodenteile wurde mittels des Reagenz NaCl-NaTPB untersucht. Die Untersuchung bezog sich auf 16 Bodenstichproben, die hinsichtlich ihrer Herkunft und der Erhaltung ihres Kaliumniveaus verschieden waren.

Nach Trennung der verschiedenen Bodenteile werden dieselben während 120 st mit dem Reagenz Na Cl-Na TPB in Berührung gebracht. Die für 100 g Bodenteil freigemachten K-Mengen steigen in der Reihenfolge : Sand, Lehm, Ton.

Die Bedeutung der Bodenteile bei der Freigabe des K durch den gesamten Boden wechselt in Abhängigkeit von der granulometrischen Zusammensetzung desselben. Die Menge der durch Lehm und sogar durch Sand freigemachten Mengen ist nicht zu unterschätzen.

РЕЗЮМЕ

Освобождение калия гранулометрическими фракциями почвы в присутствии тетрафенилбората натрия.

Б. КАБИБЕЛЬ.

С помощью реактива NaCl-NaTPB изучалось освобождение калия гранулометрическими фракциями почвы. Изучение это проводилось на 16-ти образцах почв различного происхождения, с содержанием калия находящимся на разных уровнях.

После разделения на гранулометрические фракции почвы эти находились в течении 120-ти часов в контакте с реактивом NaCl-NaTPB. Количество калия освобожденного навесками в 100 гр. каждой фракции, увеличиваются в следующем порядке : песок - суглинок - глина.

Роль каждой фракции в освобождении калия совокупностью почвы, зависит от гранулометрического состава этой почвы. Количество калия освобожденного суглинками, или даже песками, могут достичь величин, которые необходимо принимать во внимание.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- JACKSON M. L., 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- REED M. G., SCOTT A. D., 1962. Kinetic of K release from biotite and muscovite in Na tetraphenylboron. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **26**, 437-440.
- REED M. G., SCOTT A. D., 1966. Chemical extraction of K from soils and micaceous minerals with solution containing Na tetraphenylboron. IV. Muscovite. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **30**, 185-188.
- SCHULTE E. E., COREY R. B., 1963. Flame photometry determination of potassium precipitated in soil as potassium tetraphenylboron. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **27**, 358-360.
- SCOTT A. D., 1968. Effect of particle size on interlaying K exchange in micas. *IX^e Congrès Intern. Sci. Sol.*, Adelaide, 649-659.
- SCOTT A. D., HUNZIKER R. R., HANWAY J. J., 1960. Chemical extraction of K from soils and micaceous minerals with solutions containing Na tetraphenylboron. II. Preliminary experiments. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **24**, 191-194.
- SCOTT A. D., REED M. G., 1962. Chemical extraction of K from soils and micaceous minerals with solutions containing Na tetraphenylboron. II. Biotite. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **26**, 41-45. III. Illite. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **26**, 45-48.
- SMITH S. J., CLARK J. J., SCOTT A. D., 1968. Exchangeability of potassium in soils. *IX^e Congrès Intern. Sci. Sol.*, Adelaide, 661-669.
-