

## LE REGIME DES PHOSPHATES DANS LES SOLS ALGERIENS.

par HALFAOUI FETTHI

Pedologue - Secrétariat d'état à l'hydraulique.

Les principaux composants de la couverture édaphologique des régions du Nord Ouest Algérien, sont les sols rouges fersiallitiques, les sols marrons siallitiques et les sols sombres montmorillonitiques. Se différenciant par leur conditions et caractéristiques de formation, par leurs compositions minéralogiques et chimiques et par leurs propriétés physico-chimiques, ces sols se rapprochent beaucoup par leur aspects agrochimiques. Possédant en général un régime potassique favorable, ces sols, utilisés dans la production agricole du Nord Ouest Algérien, sont hélas pauvres en azote et en phosphore (18, 14, 15, 16, 17).

Par ailleurs, il est connu que les problèmes de la régularisation du régime des phosphates des sols des régions humides et subarides des zones tropicales ainsi que subtropicales se caractérisent, d'un façon unanime d'après les sources bibliographiques concernant tant les domaines pédologiques qu'agrochimiques, par un déficit chronique en phosphore assimilable d'une part et d'autre part par des propriétés remarquables de rétrogradation du phosphore qui peuvent être considérées comme majeures et des plus difficiles à résoudre. Par ailleurs, comme la couverture édaphologique de certaines régions tropicales et subtropicales peut être très hétérogène en particulier par ses propriétés physico-chimiques en fonction du facteur topolithologique très variable, l'étude du régime des phosphates est rendue encore plus complexe. (10, 7, 21, 29, 4, 5, 12, 13, 2).

Devant tous ces problèmes, avant toute chose, il nous semble important d'aborder la question de la régularisation du régime des phosphates en différenciant nos vues en fonction des propriétés acido-alcalines et de la composition tant qualitative que quantitative des ions échangeables du complexe du sol.

Les sols du Nord Ouest Algérien, formés en général sur des écorces calcaires d'altération, en transmettant leur propriétés et en imprimant des caractéristiques génétiques appropriés à la suite d'une migration des bases alcalino-terreuses mulsatives, sans nulle doute, font que ces sols doivent avoir une composition des phosphates bien spécifiques: d'une part, par le caractère des liaisons du phosphore, et d'autre part, par son comportement dans les sols tropicaux et subtropicaux.

## COMPOSITION DES PHOSPHATES.

Les recherches de plusieurs auteurs (21, 3, 5, 29, 6, 11, 15), ont fait ressortir le lien existant entre les formes des phosphates et le stade d'altération d'une part et la formation du sol d'autre part.

Il a été démontré que pour les minéraux faiblement altérés et pour des sols pratiquement jeunes, prédomine d'une façon caractéristique, parmi les différentes fractions de phosphates, la fraction calcium phosphate. Sur le rang d'évolution proposé par JACKSON (cf schéma n. 1),

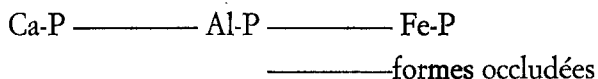


Schéma N. 1 ————— Rang d'évolution des phosphates en fonction de l'altération des roches proposés par JACKSON ML.

et confirmés par les travaux de plusieurs autres auteurs, nous remarquons que plus le stade d'altération se développe et plus la fraction ca-phosphate diminue quantitativement au profil des fractions alumino-phosphates au début, et par la suite de la fraction fer-phosphate, dans les sols et l'écorce d'altération, riches en sesquioxides prédominent alors des formes de phosphates acclusées.

Nous avons étudié en détail le régime des phosphates dans les 3 grandes classes du sols couvrant le Nord Ouest Algérien (14) utilisant pour cela la méthode de CHANG-JACKSON dans sa forme améliorée (2, 13, 12, 30, 15).

*Les phosphates dans les sols rouges fersiallitiques.*

La composition des phosphates dans les sols rouges fersiallitiques du Nord Ouest Algérien (Tableau n. 1) coïncident avec les sols qui occupent le premier plan dans le rang évolutif de développement (du point de vue des processus de fertilisation et d'illuviation). Dans les sols, la fraction des phosphates faiblement liés (solubles dans l'eau) est absente pratiquement et ce sont les Ca-phosphates qui prédominent. La teneur des formes actives des Al- et des Fe-phosphates, bien qu'elle n'atteigne pas quantitativement celle des Ca-phosphates, est cependant assez élevé. En général, nous remarquons que la somme des formes actives dans les horizons d'accumulation de la matière organique représente 44, 3, 71, 3% du phosphore total. Les résultats obtenus dans les profits n. 15 et 61 montrent une croissance des formes actives des phosphates en profondeur dans les profits. Ceci est dû aux différences génétiques des horizons dans la distribution des Ca-phosphates. Le

rapport  $\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P} + \text{Fe-P}}$ , exprimant la valeur qualitative des sols par la

distribution des formes actives des phosphates dans les horizons d'accumulation de la matière organique, est pratiquement le même, dans ces sols tant en zone climatique subhumide (profil 14) que dans la zone subaride à hiver chaud (profil 15).

Il est à noter par ailleurs, dans les sols où s'est développée une croûte calcaire (profil 43 et 46). Comme cela a été remarqué dans des conditions climatiques subarides à hiver froid compliqué par des paramètres hydrothermiques aux amplitudes plus prononcées et fortes, d'une part et d'autre part ajouter à cela une érosion active et un mélange de sol intensif, on fait que la fraction Ca-phosphate a nettement prévalu: ceci s'est repercuté bien

entendu sur le rapport  $\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P} + \text{Al-P}}$  qui a nettement augmenté.

Parmi les formes actives des phosphates prédomine d'une façon absolue les formes minérales, la partie organique des phosphates représente seulement 25 à 30% de la teneur totale de la fraction considérée.

Parmi les liaisons inactives du phosphore, dont les résultats sont données dans le tableau n. 2 (P 7 bis), prédomine la fraction qui n'a pu être extraite par les solutions d'extractions proposées dans le schéma de CHANG et JACKSON.

Il est important de remarquer la faible teneur en pourcentage des formes de phosphates occlusées. Le faible développement du processus d'occlusion des liaisons<sup>(1)</sup> caractéristiques des sols fersiallitiques qui se différencient par la même, au type de formation ferralitique. Selon certaines données (11, 1, 8, 5, 6), en général, le phosphore dans les sols tropicaux se trouve sous la forme Fe-phosphate, dans une pellicule de fer occlusé.

---

(<sup>1</sup>) Avec les sesquioxydes, peut-être attribué sans nul doute aux propriétés C.

TABLEAU 1 - Composition des phosphates dans les sols rouges fersiallitiques (en % du phosphore total) - les formes actives.

Profondeur des horizons (en cm)	Phosphore total en mg/100 g de terre sèche	Fraction faiblement liée	Al-P			Fe-P			Ca-Phosphates	Rapport des formes actives $\frac{Ca-P}{Al-P+Fe-P}$
			% de la fraction	P Min % de la fraction	P Org % de la fraction	% de la fraction	P Min % de la fraction	P Org % de la fraction		
Profil 15 Rouge fersiallitique calcaire secondaire argilo-limoneux - ORAN										
0- 20	50,8	Néant	11,8	73,4	26,6	12,7	81,5	18,5	13,8	1,4
40- 50	56,6	»	13,6	84,4	15,6	16,0	78,6	21,4	22,0	0,9
80- 90	38,2	»	17,8	100	Néant	13,6	99,1	0,9	31,2	1,0
115-125	29,7	»	13,5	100	»	7,4	100	Néant	40,8	1,9
Profil 61 Rouge fersiallitique calcaire secondaire argileux - TLEMCEN										
0- 20	63,2	—	11,5	74,8	25,2	14,0	75,2	24,8	28,2	1,4
45- 55	43,7	—	8,8	73,6	20,4	17,8	85,6	14,6	26,6	1,1
105-115	25,2	—	11,1	100	Néant	16,2	100	Néant	40,9	1,4
Profil 9 Rouge fersiallitique calcaire secondaire - ORAN										
0- 20	48,7	0,9	11,2	74,8	25,2	14,9	85,6	14,4	29,7	1,4
Profil 43 Rouge fersiallitique calcaire - SEBDOU										
0- 15	38,7	—	12,4	31,9	8,1	14,7	88,7	11,3	12,7	1,8
Profil 46 Rouge fersiallitique calcaire écrode - SEBDOU										
0- 15	42,9	—	7,4	89,8	10,8	12,8	87,4	12,4	38,2	2,0

TABLEAU 2 - *Composition des phosphates dans le sols rouges fersiallitiques (% du phosphore total) - Les formes inactives.*

N. des profils	Profondeur des horizons (CM)	Fe-Phosphates réduits dissouts	Al-phosphates occlusés	Al+Fe phosphates occlusés	Reste insoluble dans solutions du schéma	P-actif P-inactif
15	0- 20	2,1	5,7	7,4	38,2	0,8
	40- 50	1,5	4,1	4,0	39,3	1,0
	70- 90	2,3	7,3	6,2	16,2	1,6
	115-125	Trace	5,4	3,3	29,7	1,6
61	0- 20	1,8	3,4	6,3	34,4	1,1
	45- 55	2,8	5,2	7,6	30,9	1,2
	105-115	3,1	3,5	6,3	18,2	2,2
9	0- 20	Trace	2,4	3,4	33,9	1,4
43	0- 15	Trace	5,4	4,9	17,8	2,5
46	0- 15	Trace	5,8	4,9	32,0	1,4

#### LES PHOSPHATES DANS LES SOLS MARRONS SIALLITIQUES.

Dans les sols marrons siallitiques calcaires, en commençant par les horizons de surface, la fraction ca-phosphate prédomine d'une façon remarquable parmi les liaisons actives du phosphore (les résultats analytiques concernant ce type de sol sont donnés dans le tableau n. 3 pour les formes actives.

Dans ces conditions, le rapport  $\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P} + \text{Fe-P}}$  prend dans les horizons d'accumulation de la matière organique des valeurs de l'ordre de 1,1 à 2,5 augmentant de 2,5 à 3,7 dans les horizons inférieurs. Ceci s'explique du fait que ces sols contiennent très peu de fer sous la forme libre d'une part et d'autre part sont saturés de calcaire microcristaline (12-19).

Pour la sous-classe léssivée représentée ici par le profil n. 10, la composition qualitative des formes actives des phosphates prend d'une façon remarquable, une autre tournure dans l'horizon d'accumulation de la matière organique (léssivage des carbonnes libres).

La fraction des Ca-phosphates diminue presque de deux fois, au profil, la fraction globale des sesquioxydes qui augmente ce qui a la faculté bien entendu de baisser fortement le rapport  $\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P+Fe-P}}$  qui atteint la valeur 0,7—11 est à noter d'autre part qu'au fur et à mesure que croît la « calcairisation » dans les horizons sous-jacents de ce type de sol, nous remarquons la prédominance de la fraction Ca-phosphate et par la même occasion le rapport  $\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P+Fe-P}}$  atteint la valeur maximale de 3,4.

Dans les familles des sols marrons calcaires, nous remarquons bien qu'en petite quantité, la fraction faiblement liée des phosphates.

En général, les sols marrons sont riches en formes actives. Leur somme occupe une grande partie du phosphore total. Dans certains profils, les formes des phosphates actives sont de 1,7 à 3,2 fois plus importantes que les formes inactives (cf Tableau n. 4).

Nous remarquerons par ailleurs que c'est dans des sols ayant un encroutement calcaire (profil 41) ou bien dans des sols formés sous un climat subhumide et élevé (profil 11) que la partie des phosphates actifs est la plus importante (dû essentiellement à la teneur des Ca-phosphates).

La plus grande quantité de phosphates inactifs a été enregistrée dans la sous-classe des sols marrons lessivés. En règle générale, dans les sols marrons siallitiques, plus de 75% de formes de phosphates inactifs sont représentés par la partie insoluble.

Les phosphates occlusés dans les sols marrons ne sont pas importants. Dans la composition qualitative des phosphates, la partie minérale prédomine largement, alors que les organo-phosphates ne dépassent guère 20-25% de la fraction considérée.

## LES SOLS SOMBRES PLASTIQUES.

### MONTMORILLONITIQUES ARGILO-CALCAIRES

Dans les sols sombres, plastiques, montmorillonitiques argilo-calcaires comme par ailleurs dans les sols rouges fersiallitiques ainsi que dans les sols marrons siallitiques, comme nous l'avons vu il y a prédominance des formes actives des liaisons du phosphore (cf. Tableau n. 5). Le rôle important dans tous les cas, revient à la fraction des Ca-phosphates, dont la teneur dans les horizons d'accumulation de matière organique, varie de 32,5 à 39,0% du phosphore total, dans tous les profils étudiés qu'ils soient de l'étage bio-climatique subhumide ou subaride.

TABLEAU 3 - Composition des phosphates dans les sols marrons siallitiques (% du phosphore total) - forme active.

Profondeur des horizons	Phosphore total en mg/100 g terre sèche (1 mm)	Fraction faiblement liée	Al-P			Fe-P			Ca-P	$\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P} + \text{Fe-P}}$
			% de la fraction	P-Min % de la fraction	P-Org % de la fraction	% du P-Total	P-Min % de la fraction	P-Org % de la fraction		
Profil 4 Marrons siallitiques argilo-calcaires - ORAN										
0- 20	52,2	1,0	11,5	80,6	19,4	8,6	86,9	13,9	32,0	1,9
25- 35	48,4	Trace	11,1	89,8	10,2	7,6	92,7	7,3	36,4	2,9
50- 60	48,3	»	6,6	36,3	3,7	5,7	100	Néant	45,5	3,7
125-135	30,1	»	11,3	100,0	Néant	3,6	100	»	36,2	2,5
Profil 10 Marrons siallitiques lessives limoneux - TLEMCEM										
0- 15	38,1	—	16,4	75,3	24,7	14,4	91,2	8,8	16,6	0,7
18- 28	40,2	—	14,8	86,8	13,2	12,1	89,9	10,1	24,4	1,0
66- 76	38,9	—	10,8	91,9	8,1	13,1	91,8	3,2	34,4	1,5
100-110	38,6	—	8,8	100	Néant	8,2	100	Néant	59,1	3,4
Profil 11 Marrons siallitiques modèle argilo limoneux - TLEMCEM										
0- 20	53,4	1,1	15,2	68,7	31,3	15,1	71,3	28,7	33,3	1,1
Profil 44 Marrons siallitiques calcaire errodés										
0- 15	34,2	Néant	14,0	85,2	10,8	12,5	88,8	11,2	40,4	1,7

TABLEAU 4 - Composition des phosphates dans les sols marrons siallitiques (% du phosphore total) - les formes inactives.

N. des profils	Profondeur des horizons (CM)	Fe-phosphates réduits dissouts	Al-phosphates occlusés	Al+Fe phosphates occlusés	Reste insoluble dans solutions du schéma	P-actif P-inactif
4	0- 20	1,5	4,2	5,4	34,4	1,2
	25- 35	0,8	4,1	5,7	34,3	1,2
	50- 60	0,4	2,0	2,9	36,6	1,4
	125-135	Trace	2,9	5,3	38,2	1,1
10	0- 15	0,7	4,9	6,0	38,8	1,0
	18- 28	0,2	5,2	5,7	36,7	1,1
	26- 76	Trace	2,5	4,6	34,6	1,4
	100-110	—	Trace	2,5	21,5	3,2
11	0- 20	3,2	3,9	5,2	21,5	1,9
	0- 15	1,7	4,1	5,5	21,6	2,0

Dans les cas d'érosion (profil n. 44) quand à la suite du décapage des horizons de surface, se produit la destruction du profil textural à cause de l'avance à la surface des horizons saturés de calcaire « B Ca », la croissance de la calcarisation entraîne avec elle une activation importante du rôle des Ca-phosphates, expliquant l'élargissement de la valeur du rapport  $\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P} + \text{Fe-P}}$

Dans les sols sombres plastiques, les formes de phosphates faiblement liées sont pratiquement absentes, les alumino-phosphates et ferro-phosphates sont quantitativement égaux.

La fraction de fer-phosphate extraite dans la solution ditionite est absente sinon à l'état de trace comme nous pouvons le remarquer dans le tableau n. 6 les formes occlusées des phosphates des sesquioxides représentent un faible pourcentage (4-7% du phosphore total) en un mot, les phosphates inactifs sont représentés presque exclusivement par la fraction insoluble.

#### SORPTION DES PHOSPHATES.

Les recherches concernant les propriétés de sorption des sols ont été conduites selon une méthodologie moderne d'investigation, méthodes radio-



TABLEAU 5 - Composition des phosphates dans les sols sombres montmorillonitiques argilo-calcaires (% du phosphore total) - formes actives.

Profondeur des horizons (en cm)	Phosphore total en mg/100 g terre sèche	Fraction faiblement liée	Al-P			Fe-P			Ca-P	$\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P} + \text{Fe-P}}$
			% du P-total	P-Min % de la fraction	P-Org % de la fraction	% du P-Total	P-Min % de la fraction	P-Org % de la fraction		
Profil 52 Noir plastique montmorillonitique Argilo-calcaire - ORAN										
0- 5	49,8	Trace	14,6	80,9	19,1	10,4	84,6	15,4	32,5	1,4
10- 20	53,2	—	11,0	71,2	28,8	11,0	78,2	21,8	35,4	1,6
30- 40	17,9	—	11,9	92,8	7,2	12,7	88,2	11,8	31,8	1,3
70- 80	40,9	—	12,0	100	Néant	12,7	95,7	4,3	38,2	1,5
125-135	40,4	—	9,0	—	—	6,2	100	Néant	49,3	3,1
Profil 62 Plastique montmortillonitique Argilo-calcaire - TLEMEN										
0- 20	55,0	—	10,7	67,8	32,2	8,2	86,9	13,1	33,3	1,7
80- 90	41,5	—	14,9	87,9	12,2	14,2	76,6	23,4	37,6	1,3
135-145	45,3	—	13,6	100	Néant	10,8	35,6	4,4	41,0	1,6
Profil 44 Plastique montmorillonitique Argilo-calcaire erodé - SEBDOU										
0- 20	45,8	—	9,8	84,2	15,8	8,8	80,7	19,3	51,7	2,8

TABLEAU 6 - *Composition des phosphates dans les sols sombres plastiques montmorillonitiques (% du phosphore total) - formes inactives.*

N. des profils	Profondeur des horizons	Fe-phosphates réduits dissouts	Al-phosphates occlusés	Al+Fe phosphates occlusés	Reste insoluble dans solutions du schéma	P-actif P-inactif
92	0- 5	2,0	2,0	1,6	38,5	1,2
	10- 20	Trace	2,4	1,6	38,3	1,3
	30- 40	—	1,8	2,0	39,9	1,3
	70- 80	—	1,9	0,9	34,3	1,7
	125-135	—	1,9	1,2	31,2	1,9
62	0- 20	—	2,1	1,6	43,7	1,1
	80- 90	—	0,9	3,1	28,9	2,0
	135-145	—	1,3	0,8	32,8	1,9
44	0- 20	—	1,2	3,8	24,5	2,4

isotopique. L'intérêt qui est porté à l'étude des propriétés de sorbtion des sols tropicaux et subtropicaux est très grande; ceci s'explique par l'importance de l'agrochimie des sols, le rôle négatif du processus de rétrogradation des phosphates dans des sols tropicaux et subtropicaux pauvres en phosphate.

D'une part, les problèmes que nous avons étudiés concernaient la vitesse et la qualité de la sorbtion, d'autre part, nous avons élucidé le caractère d'absorption du phosphore dans différents types génétiques de sol. A cette fin, nous avons utilisé une méthode mise au point à la chaire de radiochimie et de physique nucléaire appliquée de l'Académie d'Agronomie Timiriazel à Mouscou (9, 29-26, 27, 6, 25, 20, 30, 10).

Les courbes de sorbtion obtenues ont montré que pour des sols rouges fersiallitiques argilo serando-calcaires marrons siallitiques argilo-calcaires et des sols sombres plastiques montmorillonitiques argilo-calcaires une sorbtion caractéristique est réalisée au bout des deux premières heures après le début de phosphorisation, en outre une grande partie des phosphates se sont fixés au bout de la première heure.

Nous avons décelé une certaine spécificité dans la cinétique de sorbtion du phosphore, non seulement au niveau des différents types de sols étudiés mais aussi dans les différents horizons génétiques d'un même profil textural.

Ainsi, dans les horizons d'accumulation de la matière organique, l'absorption du phosphore se fait d'une manière régulière, croissante alors que les courbes cinétiques de sorbtion dans l'horizon « B » du même profil témoignent d'une irrégularité, et d'un processus d'absorption du phosphore discontinu.

Ceci, selon toute vraisemblance s'explique par les caractéristiques de sorbtion à diffusion interne des différentes particules de sol.

Dans des sols sombres plastiques, les processus de sorbtion des phosphates dans les horizons de surfaces inférieures se font régulièrement, avec une pente constante.

Les résultats concernant les valeurs et le caractère de la sorbtion des phosphates sont donnés dans le tableau n. 7.

Bien que nous avons décelé une différence applicable (2 et 3 fois plus grand) dans les propriétés de fixation du phosphore des horizons d'accumulation de la matière organique des différents types de sols les résultats obtenus peuvent être pris en général, comme étant des valeurs moyennes qui diffèrent de façon appréciable du taux de sorbtion de certains types de sols tropicaux et même subtropicaux, si l'on se réfère aux données existantes dans plusieurs travaux (25, 23, 11, 30-1, 6, 8).

Les quantités de phosphore 32 absorbées dans les sols Algériens que nous avons traités augmentent d'une manière remarquable en profondeur.

Certainement que le complexe de sorbtion des horizons d'accumulation de matière organique possède moins de place de sorbtion, ceci parce que, la surface de sorbtion dans une certaine mesure, est bloquée par les matières humiques qui forment une véritable pellicule autour des particules du sol.

Une importante qualité caractéristique des propriétés d'un sol de fixer le phosphore se trouve dans la nature de l'absorbtion du phosphore, la qualité de la stabilité de liaisons de fixation, et la possibilité de leur désorbtion. C'est à dire la valeur quantitative des propriétés de fixation du phosphore, ainsi que la valeur des échanges isotopiques des phosphates.

Les résultats de nos investigations montrent que dans les horizons d'accumulation de la matière organique ont été fixé en tout et pour tout 28,1-29% du phosphore sorbé, alors que la plus grande partie des phosphates est représentée par des formes d'échanges isotopiques mobiles. En profondeur, la partie des phosphates fixés augmente pour atteindre les valeurs de l'ordre de 30,5 à 31,6% dans les sols marrons et les sols sombres plastiques, alors que dans les sols rouges fersiallitiques, elle atteint une valeur plus importante de l'ordre de 43,0% du phosphore sorbé.

## CONCLUSION.

1) Par ces travaux, nous avons:

— élucidé les traits caractéristiques de la composition qualitative des phosphates de 3 classes essentielles de sols calcaires (sols rouges fersiallitiques,

TABLEAU 7 - *La sorbtion des phosphates dans les sols du Nord-Ouest algérien.*

Sols	Profondeur des horizons (cm)	P-sorbe en mg/100 g terre sèche	Phosphate échangeable isotopique % du P-sorbe	P-fixé en mg/100 g terre sèche	Phosphates fixes en % du P-sorbe	P-32 P-fixé
<i>Profil n. 61</i>						
Sol rouge	0- 20	227	71,0	66	29,0	3,4
ferralsitique calcaire	40- 50	497	66,0	171	34,0	2,9
secondaire argileux	105-115	763	57,0	338	43,0	2,3
<i>Profil n. 4</i>						
Sol marron	0- 20	329	71,2	95	28,8	3,5
siallitique	50- 60	426	70,5	124	29,5	3,4
argileux	95-105	507	69,7	155	29,0	3,2
<i>Profil n. 62</i>						
Noir plastique	0- 20	122	71,9	34	28,1	3,7
Montmorillonitiques	80- 90	180	71,5	57	28,5	3,2
argilo-calcaire	135-145	510	68,4	161	31,6	3,2

marrons siallitiques et sols sombres plastiques montmorilloniques) du Nord-Ouest Algérien.

— Dégagé les propriétés générales qui sont:

a) prédominance des formes actives des phosphates sur les formes inactives.

b) une grande teneur en Ca-phosphate.

c) une absence de la fraction faiblement lié des phosphates-sinon en quantité inappréciable.

d) une teneur assez faible des fractions occlusées par des pélicules de sesquioxyde.

e) une faible teneur en organo-phosphates.

2) Nous avons montré les propriétés spécifiques dans la composition qualitative des phosphates de différents types de sol, de différents horizons génétiques, et une certaine différence en fonction des conditions climatiques et de milieu.

3) Des différences importantes ont été montrées dans la composition des

phosphates et expliquées par la variation de valeur du rapport des fractions actives  $\frac{\text{Ca-P}}{\text{Al-P} + \text{Fe-P}}$  dans les sols en fonction de la calcarisation, de la formation de croute calcaire, de l'érosion et de l'illuviation.

4) Nos investigations sur les propriétés de sorbtion des phosphates par la méthode radioisotopique ont montré des caractéristiques dans les processus de sorbtion cinétique, dans le taux de sorbtion et dans la fraction des phosphates des sols rouges fersiallitiques, marrons siallitiques et sols sombres plastiques montmorillonitiques.

Nous avons mis à jour un fait indéniable: la croissance des propriétés de sorbtion, brusque et importante en profondeur, dans tous les sols étudiés.

5) La quantité importante et positive des sols rouges fersiallitiques marrons siallitiques et sombres plastiques montmorillonitiques calcaires du Nord-Ouest Algérien réside dans la prédominance des formes échangeables dans la composition des phosphates sorbés, relativement, un niveau pas assez élevé des propriétés de retrogradation des phosphates (atteignant dans les couches travaillées des sols une valeur de 28,1-21,0% du phosphore sorbé) qui peut être assimilé comme étant un taux de fixation des phosphates-moyen, permettant de faire une conclusion pratique sur la possibilité de régulariser d'une manière efficiente le régime des phosphates en utilisant des engrais phosphores adéquats et en grande dose.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHENKORAH, J., 1968 - *Phosphores retention capacities of some cocoa growing soils of Ghana and their relationship with Soil properties*. Soil Sci., 105, n. 1.
- ASKINAZI, 1963 - *Les formes de phosphates minérales dans le sol et la méthode de leur analyse*. Potchvedednie, n. 5.
- BOURENTOULOVA, M. N., 1967 - *Le régime des phosphates des sols de Bachiri*. Auto referat de la thèse d'agregation en doctorat des sciences agronomiques, Boronedj.
- CHANG, S. C. and JACKSON, M. L., 1957 - *Fractimation of soil phosphores*. Soil Sci., n. 84.
- CHANG, S. C. and JACKSON, M. L., 1958 - *Soil phosphores fractions in some representative soil*. J. J. Soil Sci., n. 9.
- CHICHOV, L. L., et al., 1973 - *Sorbition des phosphates (P 32) dans les sols tropicaux ferralitiques*. Travaux de la faculté d'Agronomie Université P. Lumomba, n. 8.
- DEO RAM, et al., 1970 - *Studies of the inorganic phosphorus fonction in mervar soils*. J. Indian Soil Sci., n. 1.
- DHAWAN, J., et al., 1968 - *Phosphate fixing capacity of Rojas lan Soils*. J. Indian Soil Sci., 17, n. 4.

- FOKINE, A. D., 1965 - *Sur le problème de la cinétique de sorbtion des phosphates* (P 32). J. Agrokhimia, n. 3.
- GARBOUCHER, I, et al., 1969 - *Relationship between the parameters descrilong phosphate status in the Soil*. Compte rendu Ac. des Sciences Bulgare, 2, n. 4, 307-315.
- GORBOUNOV, N. I., 1970 - *L'importance de la composition chimique de la dispersion et de la structure des minéraux dans l'absorbtion des phosphates*. J. Potchvavedenie, n. 12.
- GUINZBOURG, K. E., 1969 - *Analyse totale des formes de phosphore organiques et minérales dans les sols*. Agrokhimie, n. 5.
- GUANZBOURG, K. E., 1971 - *Calcul des formes de phosphore minérales dans les sols*. Agrokhimia, n. 1.
- HALFAOUI, F., 1969 - *L'influence des engrais-d'azote et de phosphore* (P 32) *sur la croissance et le développement du tournesol*. Thèse de diplôme d'ingénieur, Moscou.
- HALFAOUI, F., 1973 - *Les principaux types de sol du nord-ouest algérien et les problèmes de leur amélioration*. Thèse de doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques (Sciences de sols), Moscou.
- HALFAOUI, F., 1973 - *Les sols rouges fersiallitiques du nord-ouest algérien*. J. Trax. Facul. Agr. Univ. Am. Peu., T. 8.
- HALFAOUI, F., 1973 - *Les sols sombres plastiques montmorillonitiques du nord-ouest algérien*. J. Trax. Facul. Agr. Univ. Am. Peu., T. 8.
- HALFAOUI, F., 1973 - *Le régime des phosphates dans les sols du nord-ouest algérien*. J. Trax. Facul. Agr. Univ. Am. Peu., T. 8.
- HALFAOUI, F., 1973 - *La micromorphologie et minéralogie des sols du nord-ouest algérien*. J. Trax. Facul. Agr. Univ. Am. Peu., T. 9.
- HZAJL, J. K., 1971 - *Phosphores fixation by montmorillonite and vermiculite clay as influenced by pH and Solubli Al*. J. Soil Sci. Soc. Amér., n. 6.
- HUFMAN, E. O., 1970 - *Futilizer reaction and the phosphate status of soil-phosphate*. Agri., n. 55.
- KAILA, A., 1964 - *Fraction 7 inorganic phosphores in finish mineral soil*. J. Sci. Agri. Soc. 7 Finland, n. 1 .
- MUTATKAR, V. K., 1971 - *Study of efficiency of «suphala» in respect of water soluble phosphate content with radioactive tracer technique*. «Radiat and radioisotop in soil. Study and plant nutrit. Proc. Symp., Hebbal, Bangalore 1970», Bombay, 301-308.
- OLSEN, J. R., 1970 - *Diffusive supply of phosphorus in relation to soil textural variation*. Soil Sci., n. 5.
- OMAN WAR, P. K., 1971 - *Kinetics of exchange in soil system*. «Radiat and radioisotop in soil. Study and plant nutrit. Proc. Symp., Hebbal, Bangalore 1970», Bombay, 23-30.
- RATCHINSKII, V. V., 1960 - *Manuel pratique sur l'utilisation des isotopes radioactifs et les radiations dans l'africulture*. Tome VIII, Ac. At. M.
- RATCHINSKII, V. V., 1962 - *Sur le problème de la cinétique statistique et la dynamique de la sorbtion des phosphates* (P 32) *par les sols*. Conférence Ac. Sci. Ag., Timeriazev, T 79.
- RATCHINSKII, V. V., 1962 - *Sur la dynamique de la fixation des phosphates* (P 32) *dans les sols*. Conférence Ac. Sci. Ag., Timeriazev, T 94.
- STRIVASTAVE, O. P., 1971 - *Relation entre le phosphore et la granulométrie du sol*. Agrochimique, n. 2.
- UMIU THAN, 1969 - *Formes de phosphates dans les sols de riziculture de la Birmanie et la méthode de leurs analyses*. Thèse de doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques Moscou.