

IIe Conférence Internationale des Techniciens Oléicoles
Nice (France) - Octobre 1963

ETUDE SUR LA DESCENTE DES ENGRAIS PHOSPHATES
ET POTASSIQUES DANS DES ESSAIS DE FUMURE SUR
OLIVETTE IRRIGUEE, EN TUNISIE

par A. Loué

Ingénieur Agronome

Directeur de Recherches à l'Office de la
Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
Détaché à la Société
des Potasses d'Alsace

I. INTRODUCTION

Les études sur la fixation, la migration en profondeur et la distribution du phosphore et du potassium sont assez nombreuses. La distribution du potassium échangeable et du potassium des engrais fut surtout étudiée à propos des cultures annuelles, sous l'angle des pertes éventuelles par lessivage, vers la partie inférieure de la zone labourée (1-2).

En arboriculture, l'optique est toute différente. En effet, on estime en général que cette migration vers le bas est lente (K) ou très lente (P) ; de l'ordre de quelques centimètres par an. Lorsque les engrais sont apportés d'une manière classique en surface, il peut ainsi s'écouler un temps plus ou moins long entre l'application et l'arrivée au contact des racines. On explique ainsi les échecs ou les lenteurs d'action de la fertilisation phospho-potassique des vergers (8-12).

En fait, le problème est plus complexe et moins général, comportant au moins les variables suivantes :

- 1) nature et surtout dose des engrais phosphatés et potassiques
- 2) texture du sol, en particulier taux d'argile et de matière organique
- 3) pluviométrie et irrigation éventuelle
- 4) système racinaire de l'arbre.

Depuis plusieurs années, les agronomes et les arboriculteurs se penchent sur ce délicat problème de la descente dans le sol des engrais phosphatés et potassiques. En France, le problème fut étudié sous l'angle de la technique arboricole par LIWERANT (8).

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 28326

Cpte : B

Dans le contexte de l'olivier, les données sont très minimes sur ce sujet. BOUAT signale cependant qu'en culture sèche et dans les terres argilo-calcaires qui caractérisent les zones oléicoles, la descente de l'acide phosphorique peut être très lente et la fumure en profondeur peut s'imposer (3).

L'objet de cette note est d'étudier la migration de P_{2O_5} et K_{2O} dans deux essais de fertilisation d'oliviers en Tunisie, de rapprocher les résultats ainsi obtenus des observations agronomiques auxquelles avaient conduit ces essais et de tenter de dégager de cette confrontation une orientation en matière de fumure minérale de l'olivier.

II. METHODES EXPERIMENTALES

Trois essais de fumure minérale sur oliviers irrigués furent implantés en 1953, par la Société du Domaine d'Enfida, en Tunisie, en collaboration avec l'I.R.H.O. Les résultats agronomiques de ces essais, en particulier les données du diagnostic foliaire, ont fait l'objet de publications de Buchmann, Brès et Prévot, en 1959 (4) et de Prévot et Buchmann en 1960 (11).

Le dispositif expérimental de chaque essai est le schéma 3³, avec une seule répétition (3 sous-blocs de 9 parcelles) pour l'étude de trois niveaux N, trois niveaux P_{2O_5} , trois niveaux K_{2O} .

La présente étude concerne les expériences I et II. Chaque parcelle comporte quatre arbres utiles (o) avec un rang de bordure (commun à deux parcelles (x)) (voir figure 1).

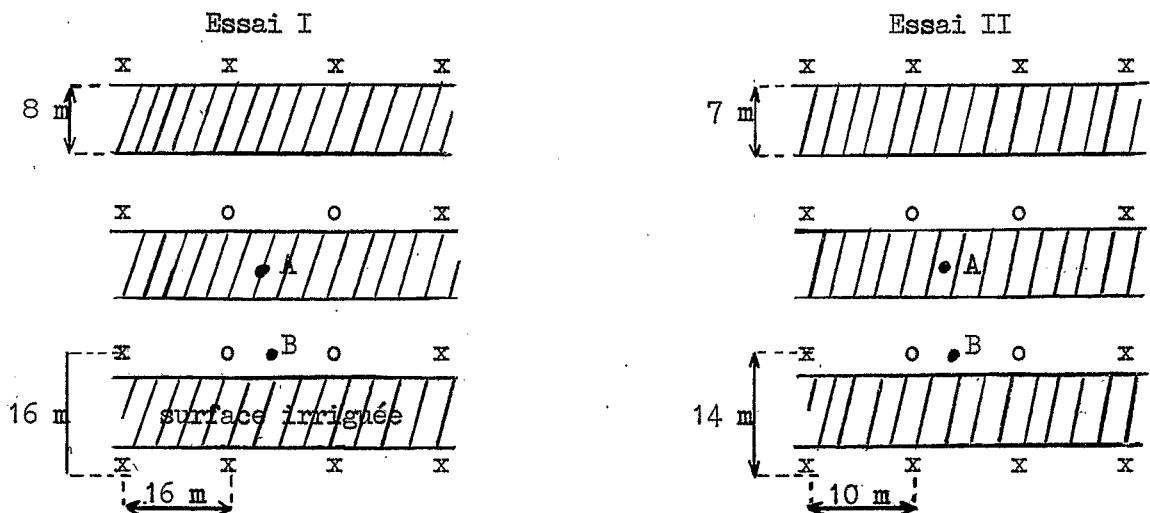


Figure 1

Schéma d'une parcelle

Les engrais sont épandus à la volée avant irrigation sur toute la surface irriguée, qui représente la moitié de la parcelle ; on effectue un léger labour à 10 cm aussitôt après l'épandage, et il y a trois irrigations par an d'environ 70 m³ par arbre.

Les doses d'engrais apportées annuellement en mars depuis 1953 sont indiquées dans le tableau I.

Tableau I

kg d'engrais apportés par arbre

	De 1953 à 1957 Densité à l'ha		A partir de 1957 Densité à l'ha	
	71 arbres	39 arbres	71 arbres	39 arbres
N ₀ sulfate d'ammoniaque	0	0	0	0
N ₁ (20,6 % N)	4	7	7,3	7,3
N ₂	8	14	14,6	14,6
P ₀ superphosphate	0	0	0	0
P ₁ (16 % P ₂ O ₅)	4	7	2,2	2,2
P ₂	8	14	4,4	4,4
K ₀ sulfate de potasse	0	0	0	0
K ₁ (48 % K ₂ O)	1	1,8	3,3	3,3
K ₂	2	3,6	6,6	6,6

A partir de 1957, les doses par arbre sont donc uniformes, quelle que soit la densité de plantation, qui est de 39 arbres à l'ha pour l'essai I et de 71 arbres pour l'essai II.

Echantillons de terre

Dix échantillons de terre ont été prélevés en 1961, après neuf années de fertilisation, sur chaque parcelle (540 échantillons pour les deux essais), soit deux séries de cinq, correspondant aux profondeurs 0-15 cm, 15-25 cm, 25-35 cm, 35-60 cm, 60-90 cm. La série A fut prélevée le long d'une tranchée au centre des quatre arbres utiles, donc au centre d'une bande fertilisée et irriguée ; la série B fut prélevée le long d'une tranchée au centre de la bande non fumée, non irriguée, du côté sud de chaque parcelle (figure 1).

Les conditions de sols

Les conditions de sols des deux essais sont sensiblement différentes, ainsi que cela ressort de la comparaison des parcelles N₀P₀K₀ des deux essais (Tableau II).

Une description des principaux types de profils pédologiques d'Enfida fut donnée par SCHOCH (14).

Pour l'essai I, fosse N₂P₂K₂ de 0 à 20 cm, on a un horizon brun à brun rougeâtre, de 20 à 80 cm ou de 30 à 70 cm, un horizon gris noir à brun noir à structure nettement compacte, de 80 à 100 cm, horizon brun, et plus bas, horizon plus ou moins calcaire.

Pour l'essai II, fosse N₂P₂K₂ de 0 à 25 cm, on a un horizon beige, de 25 à 75 cm, horizon gris noir à noir, de 75 à 90 cm, horizon beige, de 90 à 130 cm, horizon beige avec de très nombreuses concrétions calcaires.

Tableau II

Caractéristiques de sol des essais
(parcelles N₀P₀K₀)

	Essai I					Essai II				
	0-15	15-25	25-35	35-60	60-90	0-15	15-25	25-35	35-60	60-90
Eléments grossiers (sup. à 2 mm)	19,2	17,5	13,8	12,9	30,0	11,8	12,2	10,5	8,5	12,0
<u>Analyse physique de la terre fine %</u>										
Sable grossier (2 à 0,2 mm)	49,8	42,9	45,6	50,0	47,0	75,8	68,9	62,3	61,7	51,4
Sable fin (0,2 à 0,02 mm)	31,6	36,7	35,6	31,0	28,2	20,2	26,9	33,0	33,2	32,9
Limon (0,02 à 0,002 mm)	2,5	2,8	1,5	1,1	1,3	1,0	1,0	1,3	2,0	1,8
Argile (inf. à 0,002 mm)	15,2	16,9	16,7	14,5	20,7	2,5	2,7	3,0	2,7	13,2
Calcaire CO ₃ Ca o/oo	-	-	-	f.tr.	f.tr.	-	-	-	-	-
Perte au feu	0,9	0,5	0,6	3,4	2,8	0,5	0,5	0,4	0,4	0,7
<u>Analyse chimique de la terre fine o/oo</u>										
Azote total N o/oo	0,50	0,45	0,40	0,35	0,35	0,30	0,25	0,20	0,20	0,35
Ac. phos. assimil. P ₂ O ₅ o/oo	0,09	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,05	0,08
Bases échangeables o/oo										
Potasse K ₂ O	0,18	0,15	0,11	0,09	0,10	0,04	0,04	0,04	0,03	0,10
Chaux CaO	3,63	3,05	2,78	4,03	4,30	0,81	0,76	0,67	0,45	1,61
Magnésie MgO	0,24	0,25	0,37	0,52	0,76	0,06	0,06	0,06	0,03	0,13
pH	8,7	8,6	8,5	8,8	8,9	8,5	8,6	8,5	8,1	7,9
Capacité d'échange pour les cations en méq. %	12	16	19	20	24	5	5	6	6	8

Pour l'essai I, la répartition des constituants granulométriques ne varie pas beaucoup le long du profil ; seule l'argile tend à s'accroître en profondeur. C'est un limon sableux, presque un sable limoneux, plus représentatif des terres à oliviers que l'essai II, dont la texture est très grossière.

Pour chaque horizon de prélèvement en A et en B, on a soumis les 27 teneurs en P₂O₅ assimilable et en K₂O échangeable à l'analyse statistique de ce type de dispositif. Si, pour un certain niveau (0-15 cm par ex.), une différence positive P₂-P₀ pour la teneur en P₂O₅ assimilable est significative, ou hautement significative, on peut attacher un haut degré de probabilité à l'influence des engrais phosphatés sur la teneur du sol en P₂O₅ assimilable, c'est-à-dire à la fixation du P₂O₅ à ce niveau (même raisonnement pour K₂O).

De même si, pour un autre niveau, une différence P₂-P₀ n'est pas significative, on peut admettre que les engrais phosphatés n'ont pas eu d'influence sur la teneur en P₂O₅ assimilable à cet horizon, c'est-à-dire, en fait, que P₂O₅ n'a pas migré jusqu'à ce niveau. Le risque de rejeter d'autres hypothèses beaucoup moins vraisemblables est très faible, telles que : l'engrais a bien transité par ce niveau, mais il est descendu plus bas, ou bien, il a été absorbé en plus grande quantité par les racines à ce niveau.

III - RESULTATS OBTENUS

A) Acide phosphorique assimilable

Le tableau III rapporte les teneurs moyennes en P₂O₅ assimilable pour les trois doses P₀, P₁, P₂ (effets principaux, moyennes de 9 traitements).

Tableau III
P₂O₅ assimilable o/oo

		Essai I					Essai II				
		0-15	15-25	25-35	35-60	60-90	0-15	15-25	25-35	35-60	60-90
A	P ₀	0,124	0,091	0,085	0,076	0,081	0,063	0,062	0,061	0,055	0,063
	P ₁	0,242*	0,096	0,097	0,095	0,092	0,108*	0,113**	0,082	0,071	0,083
	P ₂	0,471**	0,172**	0,110	0,088	0,077	0,160**	0,134**	0,094*	0,076	0,092*
	DS 5 %	0,110	0,043	0,030	0,030	-	0,034	0,037	0,028	0,026	0,028
	CV %	39,2	35,8	30,9	34,8	31,8	31,1	35,8	35,5	38,6	36,0
B	P ₀	0,094	0,087	0,082	0,087	0,073	0,058	0,057	0,055	0,057	0,066
	P ₁	0,098	0,078	0,082	0,085	0,070	0,064	0,051	0,045	0,041	0,066
	P ₂	0,128	0,097	0,087	0,072	0,081	0,074	0,062	0,055	0,051	0,063

Remarquons d'abord que la comparaison des teneurs moyennes des traitements P₀ aux points A et B constitue, pour chaque essai, un test d'hétérogénéité du sol, ou de valeur des prélèvements, si l'on néglige les effets de l'irrigation et des engrais azotés et potassiques sur la teneur en P₂O₅. Les différences sont très minimes, sauf en surface pour l'essai I (mais nous remarquons par exemple que le profil P₂ B est presque semblable au profil P₀ A). Le coefficient de variation est d'ailleurs situé entre 31 et 39 % pour les deux essais, ce qui correspond aux données citées par Hemigway dans une étude des erreurs d'échantillonnage (7).

Essai I

Les résultats de l'analyse statistique montrent clairement que l'engrais est resté en grande partie de 0 à 15 cm, que seule la dose P₂ a permis une migration vers le bas et un enrichissement de 15 à 25 cm. En-dessous, la migration est très faible, mais semble avoir eu lieu jusqu'à 35 cm. Les racines des oliviers situées en-dessous de 35 cm n'ont pratiquement pas reçu P₂O₅ de l'engrais.

La migration horizontale de la zone irriguée vers la zone non irriguée est inexistante.

Essai II

La signification des écarts P₂-P₀ pour 25-35 cm et 60-90 cm constitue une très forte présomption de la migration en profondeur de P₂O₅, au moins jusqu'à la zone échantillonnée. Il est certain que la dose P₁ a permis, elle aussi, une migration vers le bas. On constate dès lors que sur ce sol nettement plus pauvre encore en P₂O₅ que celui de l'essai I (comparaison des P₀), les niveaux atteints en sous-sol grâce à la migration plus accentuée de l'engrais peuvent dépasser ceux de l'essai I (comparaison des profils P₂).

D'autre part, la fumure azotée s'est accompagnée d'une diminution hautement significative de la teneur en P₂O₅ assimilable de 0 à 25 cm. Par exemple, le profil moyen des trois traitements N₀P₂ diffère considérablement de celui des trois traitements N₂P₀ de 0 à 35 cm.

Essai II		P ₂ O ₅ o/oo				
		0-15	15-25	25-35	35-60	60-90
A	N ₀	0,137	0,131	0,085	0,064	0,074
	N ₁	0,106	0,103	0,084	0,070	0,083
	N ₂	0,087**	0,075**	0,067	0,068	0,081
N ₀ P ₂		0,196	0,170	0,106	0,070	0,073
N ₂ P ₀		0,056	0,056	0,060	0,063	0,060

B) Potassium échangeable

Le tableau IV rapporte les teneurs moyennes en K₂O échangeable pour les trois doses K₀, K₁, K₂ (effets principaux, moyennes de 9 traitements).

Tableau IV
K₂O échangeable o/oo

		Essai I					Essai II				
		0-15	15-25	25-35	35-60	60-90	0-15	15-25	25-35	35-60	60-90
A	K ₀	0,232	0,216	0,216	0,194	0,202	0,045	0,035	0,038	0,057	0,147
	K ₁	0,365**	0,321*	0,290	0,230	0,199	0,072	0,056	0,073	0,076	0,152
	K ₂	0,434**	0,385**	0,292	0,261	0,269	0,075	0,080*	0,091*	0,123**	0,217
	DS 5 %	0,085	0,097	0,100	0,102	-	0,031	0,045	0,045	0,031	0,074
	CV %	24,6	31,7	37,5	44,4	-	49,5	79,8	67,9	36,5	43,1
B	K ₀	0,234	0,229	0,221	0,225	0,205	0,052	0,051	0,063	0,068	0,167
	K ₁	0,338*	0,265	0,241	0,223	0,204	0,052	0,046	0,047	0,046	0,098
	K ₂	0,301	0,251	0,220	0,244	0,248	0,060	0,065	0,062	0,065	0,117
	DS 5 %	0,083	0,101	-	-	-	-	-	-	-	-

Remarquons d'abord que la concordance des teneurs des traitements K₀ entre A et B est très satisfaisante pour l'essai I, moyenne pour l'essai II. Les coefficients de variation enregistrés sont en assez bon accord avec les données de Hemingway, qui avait trouvé que la standard déviation pouvait atteindre 75 % de la moyenne pour les sols à très faible niveau potassique (7).

Essai I

Les résultats de l'analyse statistique indiquent une fixation notable du potassium pour 0-15 cm. L'engrais potassique a nettement migré jusqu'à 25 cm. De 25 à 35 cm K₁-K₀, et K₂-K₀ n'atteignent pas la signification ; cependant, il semble bien y avoir eu une certaine migration jusqu'à ce niveau, sinon même plus bas pour K₂.

D'autre part, contrairement à P₂O₅, il y a eu un entraînement latéral non négligeable (B, 0-15 cm) et la potasse entraînée vers la zone non irriguée a été fixée de 0 à 15 cm, avec peut-être une légère migration vers le bas.

Il semble y avoir eu également un effet de la fumure azotée, puisque de 0 à 25 cm au point A les différences N₀-N₂ sont significatives.

Tableau V
K₂O échangeable o/oo
Essai I

cm	0-15	15-25	25-35	35-60	60-90
N ₀	0,383	0,362	0,295	0,254	0,261
A N ₁	0,353	0,305	0,275	0,231	0,273
N ₂	0,295*	0,255*	0,227	0,200	0,185

L'action des sels ammoniacaux sur le taux de potassium échangeable se relie à la fixation de NH₄ et à la dépendance mutuelle de K et NH₄ fixés -(6-16)¹³. Le caractère dépressif de NH₄ sur K échangeable n'aurait joué qu'au niveau d'apport N₂.

Essai II

Les conclusions sont sensiblement différentes de celles de l'essai I. Les teneurs en potasse échangeable des seuls traitements K₂ diffèrent significativement de celles des traitements K₀ et l'écart K₂-K₀ croît avec la profondeur, respectivement + 0,030, + 0,045, + 0,053, + 0,066, + 0,070. Le potassium a migré en profondeur avec une certaine fixation à chaque niveau (tableau IV).

Ici, les fumures azotées et phosphatées semblent bien avoir eu une influence dépressive sur le taux de potassium échangeable pour les zones de 0 à 35 cm, bien que les écarts N₀-N₂ et P₀-P₂ ne soient pas significatifs (effets principaux) (tableau VI).

Ces influences se constatent dans la comparaison deux à deux de certains groupes de traitements (tableau VII).

Tout d'abord, les écarts N₀P₀ - N₂P₀ et N₀P₀ - N₀P₂ sont significatifs de 0 à 25 cm.

D'autre part, au niveau K₂ les écarts P₀-P₂ ou N₀-N₂ approchent de la signification.

Enfin, en l'absence de potasse, les traitements N₂ et P₂ ont des taux de potasse échangeable extrêmement faibles.

Tableau VI

Essai II - K₂O échangeable o/oo

	0-15	15-25	25-35
P ₀	0,078	0,078	0,092
P ₁	0,060	0,054	0,055
P ₂	0,054	0,038	0,055
N ₀	0,071	0,072	0,076
N ₁	0,067	0,057	0,070
N ₂	0,054	0,042	0,056

Tableau VII

Essai II - K₂O échangeable o/oo

	0-15	15-25	25-35
N ₀ P ₀	0,106	0,130	0,126
N ₂ P ₀	0,050*	0,040*	0,050
N ₀ P ₂	0,050*	0,040*	0,050
K ₂ P ₀	0,110	0,140	0,140
K ₂ P ₂	0,056	0,040*	0,070
K ₂ N ₀	0,113	0,133	0,136
K ₂ N ₂	0,060	0,060	0,083
K ₀ P ₂	0,036	0,030	0,036
K ₀ N ₂	0,033	0,023	0,023
DS 5 %	0,055	0,079	0,079

c) Autres cations échangeables

Il n'y a pas eu d'influence des traitements sur les teneurs en Ca, Mg et Na échangeables. Ces teneurs augmentent régulièrement avec la profondeur.

Tableau VIII

Teneurs moyennes des 27 traitements

Profondeur		Essai I					Essai II				
		0-15	15-25	25-35	35-60	60-90	0-15	15-25	25-35	35-60	60-90
CaO o/oo	A	3,06	4,63	5,81	7,57	8,96	0,46	0,44	0,50	0,55	1,24
	B	4,13	6,03	6,81	8,62	9,38	0,47	0,49	0,50	0,62	1,16
MgO o/oo	A	0,33	0,43	0,49	0,55	0,71	0,04	0,04	0,05	0,07	0,17
	B	0,34	0,42	0,49	0,63	0,77	0,04	0,04	0,05	0,06	0,15
Na ₂ O o/oo	A	0,09	0,13	0,17	0,22	0,31	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05
	B	0,07	0,09	0,12	0,17	0,20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04

Pour le calcium échangeable et l'essai I, les teneurs des profils A sont très généralement un peu inférieures aux teneurs des horizons correspondants des profils B.

Pour le magnésium, les profils A et B des 27 parcelles sont très voisins.

Pour le sodium et l'essai I au contraire, la teneur en A est à chaque niveau plus élevée qu'en B. La différence A - B croît avec la profondeur ; l'eau d'irrigation a apporté des quantités non négligeables de Na, qui ont migré en profondeur.

D) Le pH

L'influence des fumures sur le pH n'a joué que sur l'essai II. Les modifications dans le degré de saturation en cations du complexe absorbant ont certainement eu un rôle négligeable par rapport à la libération des radicaux acides.

En fait, cette action concerne surtout les traitements azotés. Les différences N_0-N_1 et N_0-N_2 sont hautement significatives sur tout le profil. Les différences N_1-N_2 sont elles-mêmes hautement significatives au-dessous de 15 cm. Il semble même y avoir eu une influence au point B pour la couche 0-15 cm, puisque les moyennes générales N_0 , N_1 , N_2 en B pour 0-15 cm sont : 8,01 - 7,81 - 7,63* (tableau IX).

Les traitements P et K auraient eu de 0 à 25 cm une certaine influence sur le pH, dépressive pour le superphosphate et positive pour le sulfate de potasse. Ces derniers effets sont difficilement interprétables.

Cependant, le pouvoir tampon d'un sol sableux de ce type, pratiquement dépourvu de matières organiques, est très faible.

Tableau IX

	Essai II - pH				
	0-15	15-25	25-35	35-60	60-90
N ₀	8,20	8,30	8,40	8,32	8,20
N ₁	6,80**	6,82**	6,66**	6,94**	7,36**
N ₂	6,60**	6,08**	5,90**	5,80**	6,24**
P ₀	7,48	7,38	7,12	6,87	7,34
P ₁	7,26	7,10	7,13	7,13	7,31
P ₂	6,92	6,72*	6,71	7,05	7,15
K ₀	6,93	6,73	6,68	6,97	7,14
K ₁	7,10	7,14	7,01	6,98	7,35
K ₂	7,64*	7,35*	7,26	7,10	7,31
DS 5 %	0,59	0,49	0,66	0,62	0,53
DS 1 %	0,82	0,68	0,92	0,87	0,73
Moy. gén. point B	7,81	7,90	7,97	8,00	7,96

IV - DISCUSSION

Ces résultats concernant P₂O₅ et K₂O sont-ils en accord avec ceux de la littérature (1 - 13) ?

Dans les cases lysimétriques de Versailles (limon des plateaux), les pertes par drainage à 60 cm de profondeur et sur 17 ans ont été de 2,8 et 5,2 kg P₂O₅ par ha, selon que la case était cultivée ou nue, et respectivement de 73 kg K₂O et 147 kg K₂O dans les mêmes conditions (2).

WELLS et PARKS, dans des essais factoriels PK sur luzerne, ont trouvé qu'après cinq années d'application le potassium assimilable était concentré de 0 à 7,5 cm (17). SMITH et OBENSHAIN, dans une expérience sur 33 ans, notèrent que les différences des teneurs en K₂O échangeable des parcelles recevant KCl par rapport à celles des parcelles sans engrais correspondaient à 15 % des apports de K₂O pour le sol 0-20 cm et à 8,7 % pour le sous-sol, traduisant ainsi une infiltration assez nette (15).

La descente de P et K dans le sol en fonction de la texture de ce dernier a été étudiée par HENDERSON et JONES au moyen d'éléments radioactifs (5). Pour une lame d'eau correspondant à une pluie de 6,25 cm, la pénétration de P allait de 3,2 cm pour le sol argileux à 10 cm pour le limon sableux. Dans les mêmes conditions, 5 % au plus de KCl ajouté (correspondant à 600 kg KCl par ha) pénétrait au-dessous de 3,8 cm.

PRATT et col. étudiant l'accumulation et la distribution de P et K dans un essai de fertilisation de longue durée (28 ans) sur Citrus, trouvèrent que plus de 60 % du phosphore accumulé à partir des engrais se trouvait de 0 à 15 cm et plus de 80 % de 0 à 30 cm, avec une très faible migration au-dessous de 60 cm (10). En ce qui concerne le potassium, jusqu'à la dose de 450 kg K₂O par hectare par an, K n'avait pas pénétré au-dessous de 60 cm de profondeur, et jusqu'à la dose de 800 kg K₂O pas au-dessous de 90 cm (9).

Les présents résultats, résumés par les diagrammes, montrent que les migrations en profondeur de P et de K dépendent au plus haut point de la texture et surtout de l'importance de la fraction argileuse. La migration de P est toujours faible, mais le sol très léger la favorise. Sur l'essai I, au contraire, la migration n'a pas dépassé 25 cm en neuf ans. La migration de K est très notable dans un sol presque dépourvu de complexe absorbant (II). Dès que la texture est un peu argileuse (I), la migration de K devient faible, au moins aux faibles doses d'apport.

Il peut être intéressant de confronter les profils de distribution pour P et K avec les niveaux des nutritionnements phosphorés et potassiques des arbres (diagnostic foliaire). Ainsi, les niveaux de 1957 furent les suivants (11) :

	<u>P % de matière sèche</u>		<u>K % de matière sèche</u>		
	I	II	I	II	
P ₀	0,076	0,092	K ₀	1,13	1,54
P ₁	0,083*	0,092	K ₁	1,13	1,54
P ₂	0,085**	0,096	K ₂	1,09	1,54

Les niveaux foliaires en P et en K de l'essai II sont nettement plus élevés que ceux de l'essai I, à l'inverse de ce que suggéreraient les conditions de sols des deux essais. On peut rapprocher les profils P et K des deux essais de la distribution du système racinaire de l'olivier, distribution qui a pu différer quelque peu de I à II, malgré le fait irrigation (14-18). Les profils de I sont évidemment moins propices à la réalisation d'une bonne nutrition en P et K. Cela n'explique cependant pas l'importance des différences de nutrition si l'on songe à la grande pauvreté en P et K de l'essai II. Pour cela, il faut introduire des facteurs non étudiés ici, tels que le développement quantitatif du système racinaire dans les deux essais, la vitesse de passage de K non échangeable sous une forme échangeable. Enfin, il convient

de remarquer que la capacité totale d'échange pour les cations est beaucoup plus élevée en I qu'en II (tableau II). Le rapport K éch./CEC de l'essai II devient supérieur à celui de l'essai I à partir de 60 cm.

D'autre part, la comparaison des quantités de P₂O₅ et de K₂O apportées, connues avec précision, avec les augmentations des quantités de P₂O₅ assimilable et de K₂O échangeable, déduites des résultats analytiques, est aléatoire du fait du manque de précision du second terme. Ainsi, pour l'essai I, pour des apports de 385 et 770 kg K₂O par ha en huit ans, en K₁ et K₂ on trouverait des accroissements de K₂O échangeable de 0 à 25 cm, respectivement de 240 à 355 kg par hectare. Pour des apports P₁ et P₂ de 230 et 460 kg P₂O₅ par hectare en huit ans, on enregistrerait des suppléments de P₂O₅ assimilable de 140 et 450 kg par hectare.

CONCLUSION

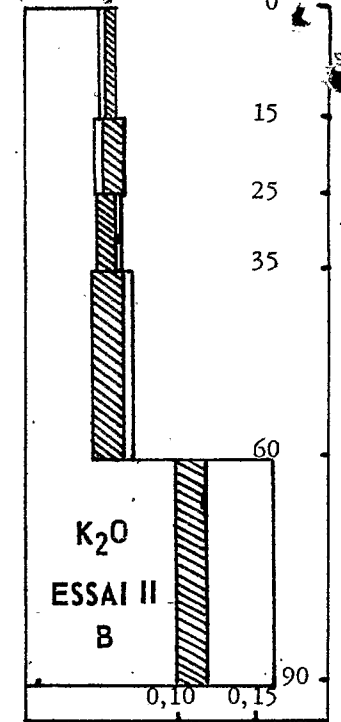
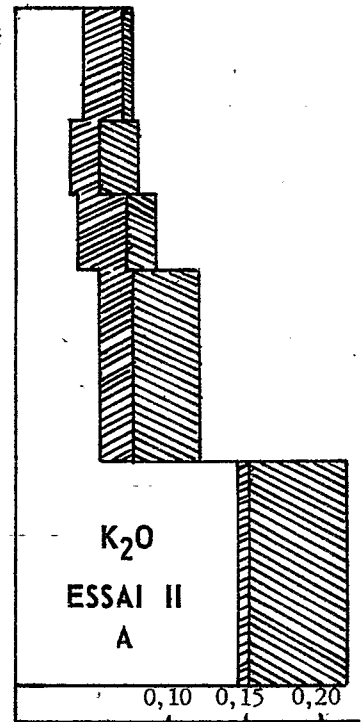
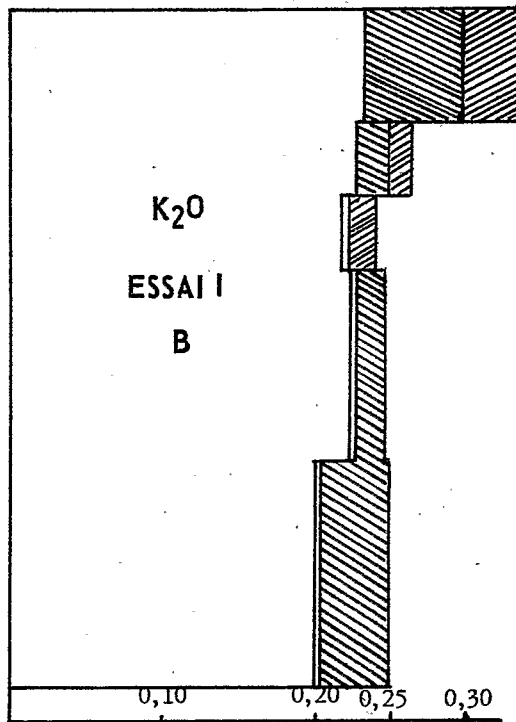
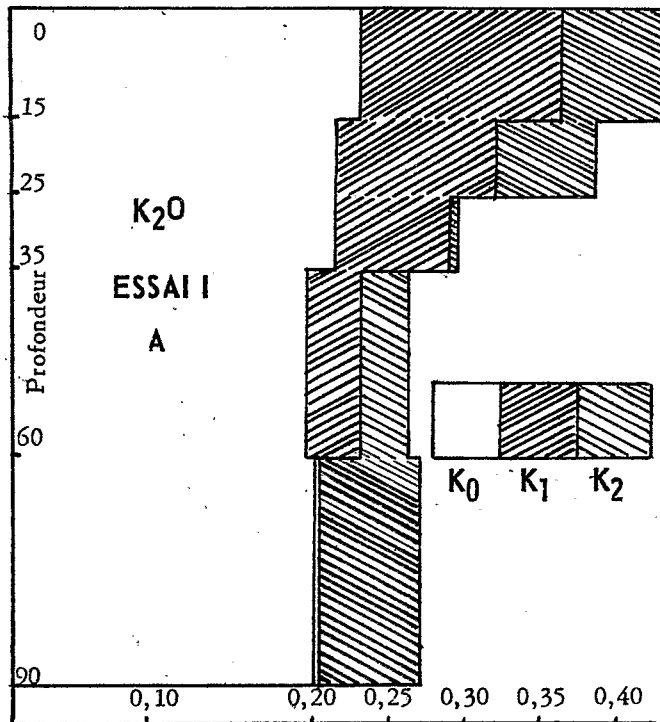
L'étude théorique précédente débouche sur l'application pratique de la fumure phosphopotassique en profondeur. Elle montre cependant que le problème peut comporter des données d'ampleur différente pour P et K, selon la texture du sol en particulier.

Néanmoins, si l'on considère l'essai I comme largement représentatif des conditions moyennes en oléiculture méditerranéenne, on doit conclure que la fumure phosphopotassique traditionnelle en surface risque d'avoir une efficacité très lente et que les apports en sous-solage s'imposent.

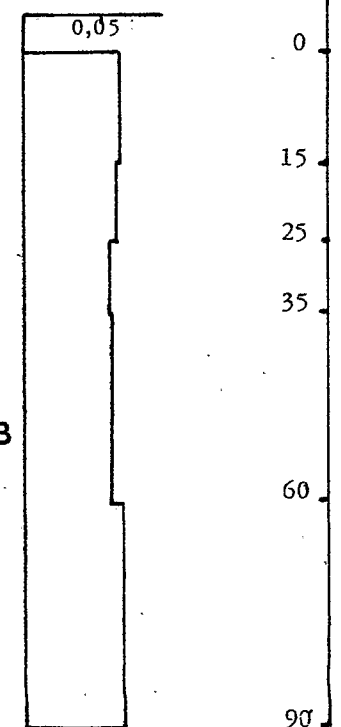
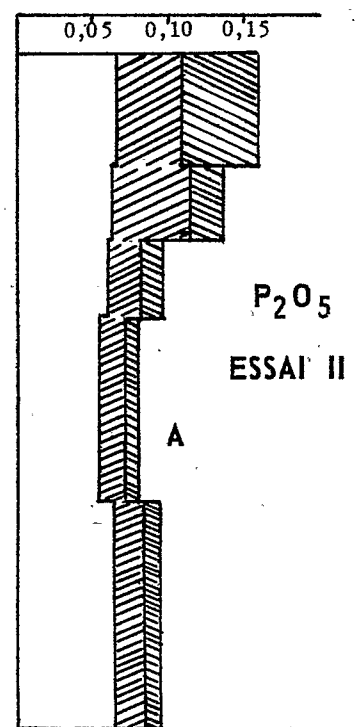
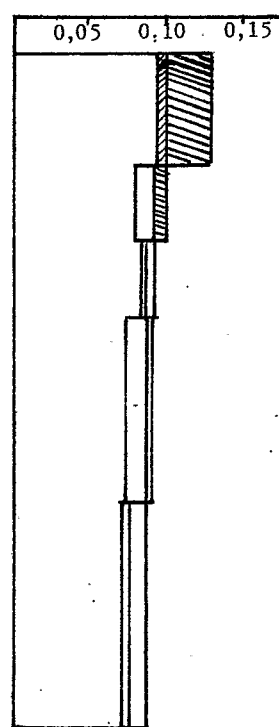
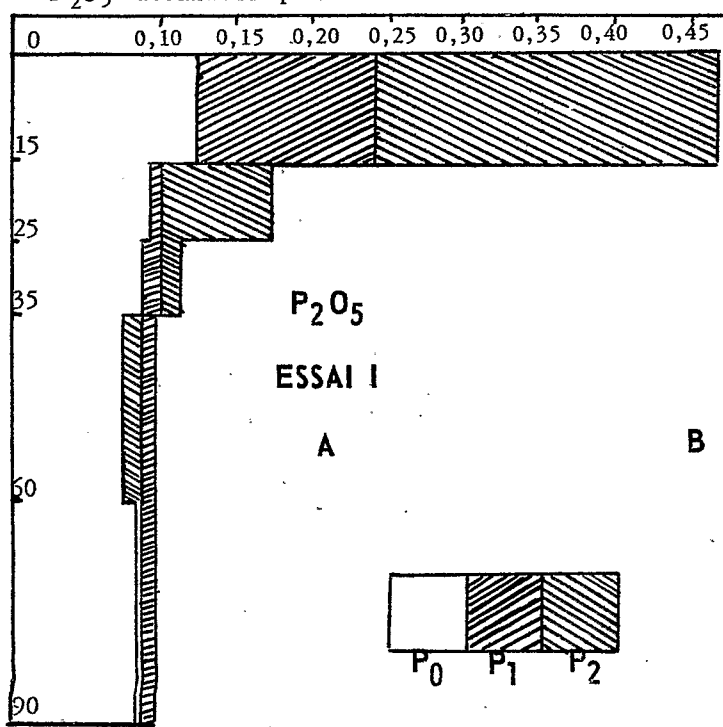
Les modalités précises de ces derniers restent à mettre au point en oléiculture. Elles font d'ailleurs l'objet de trois essais réalisés à l'Enfida en 1962. (Un essai ³³ en olivette irriguée combinant trois doses de P₂O₅, trois doses de K₂O et trois profondeurs de placement - deux essais ³³ en culture sèche étudiant trois doses N, P₂O₅ et K₂O avec placement de PK en profondeur, l'un sur arbres adultes, l'autre sur jeunes oliviers).

L'étude doit, en effet, comporter les deux éventualités : culture sèche et culture irriguée.

En ce qui concerne les arbres fruitiers, REBOUR estime que l'étroite localisation des engrais qui résulte du passage du fertilisateur doit être accompagnée du maintien des réserves d'eau de la zone enrichie, et ceci grâce à l'irrigation par sillon. Il suggère, à cet effet, que la rigole tracée à la verticale du passage du fertilisateur soit plus fréquemment mise en eau que les autres (12).



K₂O échangeable p. mille
P₂O₅ assimilable p. mille



BIBLIOGRAPHIE

- 1 - BARBIER, G. - La dynamique du potassium dans le sol - Cong. Int. Potasse Athènes 25 p. - 1962
- 2 - BASTISSE, E. - Dix-huit années d'études lysimétriques appliquées à l'agronomie - Annales Agron., A, 1951 - 727-781
- 3 - BOUAT, A. - La fumure de l'olivier - Fertilité n° 10, mai 1960 p. 13-25
- 4 - BUCHMANN, E., BRES C., PREVOT, P. - Diagnostic foliaire de l'olivier irrigué en Tunisie - Oléagineux n° 3, mars 1959, p. 163-173
- 5 - HENDERSON, W.J., JONES, U.S. - The use of radioactive elements for soil and fertilizer studies - Soil Sci. 51, 1941, p. 283-288.
- 6 - JOFFE, J.S., LEVINE, A.K. - Fixation of potassium in relation to exchange capacity of soils - II Associative fixation of other cations particularly ammonium. Soil Sci. 1947 - p. 151-158
- 7 - HEMINGWAY, R.G. - Soil sampling errors and advisory analyses - The Jnl. of Agric. Sci., Vol. 46, Part 1, p. 1-8, 1955.
- 8 - LIWERANT, J. - Influence du mode d'application des engrais sur leur efficacité en culture fruitière - in Analyse des plantes et problèmes des fumures minérales" - I.R.H.O. Paris 1956, p. 337-350
- 9 - PRATT, P.F., BENOIST, GOULBEN - Potassium fixation in soil of a long term fertility trial with citrus - Soil Sci. 84, p. 225-232, 1957
- 10 - PRATT, P.F., JONES, W.W., CHAPMAN, H.D. - Changes in phosphorus in an irrigated soil during 28 years of differential fertilization - Soil Sci. 82, p. 295-306, 1956
- 11 - PREVOT P., BUCHMANN E. - Diagnostic foliaire de l'olivier irrigué - Fertilité n° 10, mai 1960, p. 3-11
- 12 - REBOUR, H. - La fumure phosphopotassique des arbres fruitiers en culture irriguée - Comptes Rendus Acad. Agric. n° 5, 1961, 223-226
- 13 - REITEMEIER, R.F. - Soil Potassium - in A.G. Norman, ed. - Advances in Agronomy, Academic Press Inc. NY. 3 - 113 - 164, 1951.
- 14 - SCHOCH, H. - Evolution et premiers résultats des études de fertilisation des oliviers irrigués au domaine d'Enfida. Première Conf. Intern. des Techniciens oléicoles - Tanger 1958, 213-223

- 15 - SMITH, G.K. - OBENSHAIN, S.S. - The effect of certain fertilizer and manure treatments on the exchange K in the surface and subsoil of Dunmore silt loam - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, 1947 - 300-303
- 16 - STANFORD, G. - PIERRE, W.H. - The relation of potassium fixation to ammonium fixation - Soil Sci. Amer. Proc. - 11, 155-160 - 1946
- 17 - WELLS, K.L. - PARKS, W.L. - Vertical distribution of soil phosphorus and potassium on several established alfalfa stands that received various rates of annual fertilization - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. - 25, 117-120, 1961
- 18 - YANKOVITCH, L. - BERTHELOT P. - Rapport sur l'enracinement de l'olivier et des autres arbres fruitiers en Tunisie - Annales du Serv. Bot. Agr. Tun. - Vol. 20, p. 109-176, 1947
- 19 - PEARSON, R.W. Leaching of Potassium as influenced by source and frequency of application of nitrogen - Agro. Journal - Vol. 44 - p. 305-307 - 1952
-