

A. LAVE

LOUÉ (Ain)

Potasses d'AlsaceServices AgronomiquesNovembre 1967

LA FUMURE POTASSIQUE DES SOLS DE DOMBES

ESSAI DE ROMANS (Ain)

Cet essai fut créé en 1961, chez M. Dagallier, à Romans, afin d'étudier le bilan de la potasse au cours d'un assolement de 10 ans : prairie temporaire (2 ans), céréales (2 ans), prairie temporaire (4 ans), céréales (2 ans). Le présent rapport se situe après la 3^{ème} année, de la prairie temporaire de 4 ans, donc 3 ans avant la fin de l'assolement adopté.

Le dispositif expérimental comporte quatre blocs de quatre traitements (doses K0, K1, K2, K3) soit 16 parcelles de 2 ares.

Les conditions de sols sont celles des limons fins, battants de la région des Dombes. L'ensemble des fractions de 0,05 à 0,002 mm représente en effet 73,6 %.

Analyse physique (% de terre fine)	Sol	Analyse chimique	Sol
Terre fine (% terre totale)	98,5	N total (o/oo)	0,90
Sable grossier (2 à 0,2 mm)	3,6	P205 assimilable (o/oo)	0,17
Sable fin (0,2 à 0,05 mm)	10,2	K20 échangeable (o/oo)	0,06
Sable très fin (0,05 à 0,02 mm)	42,6	CaO échangeable (o/oo)	1,01
Limons (0,02 à 0,002 mm)	31,0	MgO échangeable (o/oo)	0,09
Argile (inf. à 0,002 mm)	10,7	Capacité totale échange (meq %)	9,5
Perte au feu	1,9	pH	7,0

Au départ, le sol de l'essai était moyennement pourvu en P205 et nettement pauvre en K20.

Nous allons passer en revue les résultats obtenus depuis le début de l'essai.

1961 Prairie temporaire (1^{ère} année)

La prairie temporaire (mélange de Ray-grass d'Italie et de trèfle violet) avait été semée le 15 mars 1961.

Les applications d'engrais avaient été les suivantes :

- 1^{er} mars 1961 au labour : Scories 16 % (120 kg/ha P205 uniformément)
Chlorure potassium 60 % (0, 60, 120, 180 kg/ha K20)
- 15 mars 1961 au semis : Super 16 % (20 kg/ha P205 uniformément)
Ammonitrate 20 % (40 kg/ha N uniformément)
- 30 juin 1961 : Ammonitrate 20 % (30 kg/ha N uniformément)
- 25 août 1961 : Ammonitrate 20 % (30 kg/ha N uniformément)

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28329, ex 1 .../...

Cote : B

L'essai a donné lieu à deux coupes (27 juin et 23 août) mais les rendements ne se sont pas différenciés selon les quatre doses de potasse, respectivement 4,5 - 4,3 - 4,5 - 4,2 t/ha de foin sec pour K0, K1, K2, K3.

Ce résultat ne doit pas surprendre si l'on songe d'une part à la date d'apport des engrais en cette première année de l'essai et d'autre part à la sécheresse très marquée en mai et au cours de l'été 1961. Il s'agit en fait d'une année de démarrage de l'essai avec marquage des parcelles selon K0, K1, K2, K3.

1962 Prairie temporaire (2e année)

Les applications d'engrais avaient été les suivantes :

Décembre 1961 : Scories 16 % (120 kg/ha P205 uniformément)
 Chlorure potassium 60 % (0, 60, 120, 180 kg/ha K20)
 Fin février 1962 : Ammonitrate 20,5 % (50 kg/ha N uniformément)
 6 Juillet 1962 : Ammonitrate 20,5 % (50 kg/ha N uniformément)

L'essai a donné lieu à 2 coupes (22 mai et 3 juillet 1962)

Traitements	Fumure en kg/ha			t/ha foin (en vert)		
	N	P205	K20	1e coupe	2e coupe	Total
NP K0	100	120	0	34,32	17,98	52,30
NP K1	100	120	60	35,72	19,13	54,85
NP K2	100	120	120	37,12	19,40	56,52
NP K3	100	120	180	36,65	19,70	56,35
	ppds 0,05			0,91		
	ppds 0,01			1,30		

Sur le total des deux coupes, il fut hautement significatif dans son ensemble, avec un coefficient de variation très faible (1,5 %). L'effet de la potasse est positif et hautement significatif dès K60 (+ 2,5 t/ha en vert). Le rendement croît également de K60 à K120 (+ 1,67 t/ha HS). Au total le rendement maximum est obtenu avec K120 (+ 4,2 t/ha en vert). Les déterminations de matière sèche, n'ayant pas été faites, on peut admettre qu'en foin sec l'effet de la potasse (K120) fut d'environ 1 t/ha.

1963 Blé

Les applications d'engrais ont été les suivantes :

Octobre 1962 : Scories 16 % (120 kg/ha P205 uniformément)
 Chlorure de potassium 60 % (0, 60, 120, 180 kg/ha K20)
 Janvier 1963 : Ammonitrate 20,5 % (40 kg/ha N uniformément)
 Mars 1963 : Ammonitrate 20,5 % (40 kg/ha N uniformément)

Le blé, "Etoile de Choisy" fut semé le 5 novembre et récolté le 24 août.

Traitements	Fumure en kg/ha			Rendement en grain		Poids spécifique
	N	P205	K20	q/ha	%	
NP K0	80	120	0	40,1	100	70,7
NP K1	80	120	60	42,6	106	72,2
NP K2	80	120	120	42,8	107	72,7
NP K3	80	120	180	43,7	109	72,2

L'essai ne fut pas significatif dans son ensemble, et le coefficient de variation était de 5,8 %. L'effet bloc s'avéra hautement significatif. La plus petite différence significative eut été de 3,9 q/ha. Il y a donc une forte présomption de réponse $K3 - K0 = + 3,6$ q/ha, mais l'essai n'est pas assez précis. On note aussi une amélioration du poids spécifique dès la dose K60 dont la rentabilité est assurée (+ 2,5 q/ha).

1964 Orge

Les applications d'engrais ont été les suivantes :

Fin septembre 1963 : Scories 16 % (125 kg/ha P205 uniformément)
 Chlorure de potassium 60 % (0, 60, 120, 180 kg/ha K20)
 11 février 1964 : Ammonitrate 20,5 % (55 kg/ha N uniformément)

L'orge, variété Manon, fut semée le 18 octobre 1963 et récoltée le 6 juillet. Les rendements furent faibles en raison d'un violent orage en mai qui fit verser l'orge.

Traitements	Fumure en kg/ha			Rendements		Poids spécifique	Pailles	
	N	P205	K20	grains q/ha	pailles q/ha		K % mat. sèche	K20 absorbé kg/ha
NP K0	55	120	0	28,0	38,0	62,2	1,49	69
NP K1	55	120	60	28,0	40,4	63,0	1,60	78
NP K2	55	120	120	30,2	38,8	62,5	1,85	87
NP K3	55	120	180	29,7	42,1	64,0	1,92	97
CV				6,4 % 11,7 %				

L'essai ne fut pas significatif dans son ensemble mais on note une tendance à de meilleurs rendements en K2 et une très légère amélioration des poids spécifiques (+ 2,2 q/ha).

En végétation, l'influence des traitements était assez notable et les différences auraient sans doute été plus accusées, s'il n'y avait eu l'orage signalé plus haut.

L'analyse des pailles à la récolte a d'ailleurs traduit une absorption accrue de potassium avec les doses de potasse (tableau ci-dessus).

1965 Prairie temporaire (1e année)

La prairie temporaire (ray-grass d'Italie, fétuque, dactyle, trèfle blanc) fut semée le 25 août 1964.

Les applications d'engrais ont été les suivantes :

- 10 août 1964 : Scories 16 % (120 kg/ha P205 uniformément)
 Chlorure de potassium 60 % (0, 60, 120, 180 kg/ha K20)
 20 février 1965 : Ammonitrate 33 % (80 kg/ha N uniformément)
 12 mai 1965 : Ammonitrate 33 % (60 kg/ha N uniformément)
 30 juin 1965 : Ammonitrate 33 % (40 kg/ha N uniformément)

Traitements	Fumure en kg/ha			t/ha foin à 14 % d'eau				Exportations en		
	N	P205	K20	1e coupe	2e coupe	3e coupe	Total	kg/ha (2 coupes)	N	P205
NP K0	180	120	0	5,17	4,64	1,28	11,09	151	74	270
NP K1	180	120	60	4,87	4,52	1,25	10,64	145	72	291
NP K2	180	120	120	5,36	4,84	1,44 ^x	11,64	161	77	330
NP K3	180	120	180	5,09	4,75	1,49 ^{xx}	11,33	149	72	324
ppds 0,05				NS	NS	0,13	NS			
CV				7 %	9 %	6,1 %	-			

L'essai qui a donné lieu à trois coupes ne fut significatif qu'en 3^e coupe. La composition minérale fut très peu modifiée par les traitements, sauf en ce qui concerne la teneur en potassium qui fut majorée significativement en 1^e coupe (teneurs respectives de 2,69 - 2,97 - 3,08^x - 3,12^x en K % de foin à 14 % d'eau avec ppds 0,05 = 0,30 %) et hautement significativement en 2^e coupe (teneurs de 1,87 - 2,17^{xx} - 2,29^{xx} - 2,30^{xx} en K % avec ppds 0,01 = 0,26 %).

L'exportation de K20 (déterminée pour les deux premières coupes) fut très élevée et devait laisser le sol très appauvri, d'où la réponse enregistrée en 3^e coupe malgré la modestie des rendements de celle-ci.

1966 Prairie temporaire (2e année)

Les applications d'engrais ont été les suivantes :

- 2 novembre 1965 : Scories 16 % (120 kg/ha P205 uniformément)
 Chlorure de potassium 60 % (0, 60, 120, 180 kg/ha K20)
 20 février 1966 : Ammonitrate 33,5 % (80 kg/ha N uniformément)
 20 mai 1966 : Ammonitrate 33,5 % (60 kg/ha N uniformément)
 26 juin 1966 : Ammonitrate 33,5 % (40 kg/ha N uniformément)

Les rendements observés

L'essai a donné lieu à trois exploitations (14 mai, 24 juin, 11 août) au stade de l'épiaison du ray-grass et l'effet des traitements fut significatif aux deux premières coupes et hautement significatif pour le total. En première coupe, la dose K3 fut supérieure à la dose K1 ; en deuxième et troisième coupes les trois doses furent équivalentes. Au total, l'effet de la potasse est hautement significatif (+ 2,04 t/ha en K1, + 2,32 t/ha en K2 et + 2,91 t/ha en K3) et très important. Un effet également notable fut enregistré sur le développement du trèfle, mais il ne fut pas contrôlé pondéralement.

Traitements	Fumure en kg/ha			t/ha foin à 14 % d'eau			
	N	P205	K20	1e coupe	2e coupe	3e coupe	Total
NP K0	180	120	0	4,76	3,57 ^x	1,31	9,64
NP K1	180	120	60	5,44	4,22 ^{xx}	2,02	11,68 ^{xx}
NP K2	180	120	120	5,67 ^x	4,42 ^{xx}	1,87	11,96 ^{xx}
NP K3	180	120	180	6,29 ^{xx}	4,48 ^{xx}	1,78	12,55 ^{xx}
	ppds 0,05			0,81	0,56	0,78	1,31
	ppds 0,01			1,16	0,80	1,12	1,88
	CV			9 %	8 %	28 %	7 %

Composition minérale et exportations

Des échantillons de fourrage furent analysés pour chaque parcelle et à chaque coupe. La composition minérale moyenne sur les trois coupes et pour les quatre traitements fut la suivante :

	Teneurs moyennes en éléments % de foin à 14 % d'eau				Exportations en kg/ha (somme des trois coupes)				
	K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3	
N	1,69	1,72	1,70	1,63	N	163	200	203	205
P	0,32	0,31	0,31	0,30	P205	70	84	85	86
K	1,21	1,83	2,09	2,28	K20	140	257	302	344
Ca	0,88	0,85	0,79	0,74	CaO	118	139	132	131
Mg	0,20	0,18	0,17	0,16	MgO	32	35	34	33
Na	0,16	0,08	0,06	0,04	Na2O	21	13	10	8

L'influence des traitements sur les teneurs en N et P fut très faible. (Les teneurs en phosphore sont d'ailleurs particulièrement élevées).

Les teneurs en potassium des traitements K0 sont très inférieures à celles de 1965 et traduisent une déficience nette (respectivement 1,22 - 1,28 - 1,00 % K en 1e 2e 3e coupe). En troisième coupe, les teneurs pour K0, K1, K2, K3 ont été respectivement 1,00 - 1,39 - 1,63 - 1,95 %. Sur l'ensemble des trois coupes, à partir de K1, la teneur (1,83) est proche de la normale qui se trouve réalisée avec K2 (2,09 %).

L'exportation de P205 est du même ordre de grandeur qu'en 1965 et laisse donc le bilan annuel très positif.

L'exportation de K20 fut très inférieure en K0 à celle de 1965 (270 kg/ha K20) qui avait laissé le sol très appauvri. Cependant, le déficit est toujours très élevé avec K60 (- 197), K120 (- 182) et K180 (- 164).

1967 Prairie temporaire (3e année)

Les applications d'engrais ont été les suivantes :

- 11 décembre 1966 : Scories 16 % (120 kg/ha P205 uniformément)
Chlorure de potassium 60 % (0, 60, 120, 180 kg/ha K20)

.../...

20 février 1967 : Ammonitrate 33,5 % (80 kg/ha N uniformément)
 20 mai 1967 : Ammonitrate 33,5 % (60 kg/ha N uniformément)
 Chlorure de potassium 60 % (0, 30, 60, 90 kg/ha K20)
 22 juin 1967 : Ammonitrate 33,5 % (40 kg/ha N uniformément)
 23 juillet 1967 : Ammonitrate 33,5 % (40 kg/ha N uniformément)

En fonction des exportations de K20 de 1966, connues début 1967, un second apport de potasse a donc été effectué pour porter les doses de 0, 60, 120, 180 à 0, 90, 180, 270 kg/ha K20.

Les rendements observés

L'essai a donné lieu, en 1967, à quatre exploitations (17 mai, 20 juin, 19 juillet, 20 septembre) au stade début épiaison du ray-grass.

Traitements	Fumure en kg/ha			t/ha foin à 14 % d'eau				
	N	P205	K20	1e coupe	2e coupe	3e coupe	4e coupe	Total
NP K0	220	120	0	3,17 _{xx}	2,07 _x	0,82 _{xxx}	1,36 _x	7,42 _{xxx}
NP K1	220	120	90	4,65 _{xxx}	2,80 _{xx}	1,33 _{xxx}	1,77 _{xx}	10,55 _{xxx}
NP K2	220	120	180	5,47 _{xxx}	2,95 _{xx}	1,51 _{xxx}	2,05 _{xxx}	11,98 _{xxx}
NP K3	220	120	270	5,00 _{xxx}	3,21 _{xx}	1,64 _{xxx}	2,20 _{xxx}	12,05 _{xxx}
	ppds 0,05			0,70	0,53	0,15	0,30	1,02
	ppds 0,01			1,00	0,77	0,21	0,43	1,47
	CV			9,4 %	12,2 %	7,0 %	10,1 %	6,1 %

L'essai fut très hautement significatif à chaque coupe et pour le total des quatre coupes. Les coefficients de variation peuvent être considérés comme très acceptables et même faible pour le total.

L'effet de la première dose K90 est considérable (+ 3,13 t/ha foin sec) et se répartit sur les quatre coupes selon : + 1,48 ; + 0,73 ; + 0,51 ; + 0,41 t/ha. L'effet de K90 à K180 est également important (+ 1,43 t/ha foin sec presque hautement significatif).

De K180 à K270 il n'y a pas d'effet global en raison de l'infériorité purement fortuite de K270 par rapport à K180 en 1e coupe. Néanmoins les écarts positifs (K3 - K2) des coupes suivantes n'atteignent pas la signification. L'influence notable des traitements sur le rapport graminées/légumineuses ne fut malheureusement mesurée qu'en seconde coupe. Le pourcentage de légumineuses (trèfle blanc) par rapport au total, pour le foin à 14 % d'eau a pris les valeurs suivantes de K0 à K3 : 11,4 - 22,5 - 32,1 - 31,5. Le pourcentage de trèfle maximum correspond aussi à un rendement proche du rendement maximum (pour K180).

Composition minérale et exportations

Des échantillons de fourrage furent analysés pour chaque parcelle et à chaque coupe. La composition minérale moyenne sur les quatre coupes et pour les quatre traitements fut la suivante :

.../...

	Teneurs moyennes en éléments % de foin à 14 % d'eau					Exportations en kg/ha (somme des 4 coupes)			
	K0	K90	K180	K270		K0	K90	K180	K270
N	2,25	2,24	2,19	2,21	N	167	236	263	266
P	0,38	0,35	0,34	0,34	P205	65	84	92	93
K	1,01	1,61	2,33	2,71	K20	90	203	335	392
Ca	1,03	1,10	1,01	1,02	CaO	106	163	170	173
Mg	0,22	0,19	0,17	0,16	MgO	27	33	33	32
Na	0,29	0,19	0,11	0,09	Na2O	29	27	18	14

L'influence sur les teneurs en azote fut nulle, mais les foins furent nettement plus riches qu'en 1966 (2,22 % N au lieu de 1,70 %) grâce à un meilleur développement moyen du trèfle.

L'influence légèrement dépressive sur les teneurs en P est sans importance car ces teneurs sont déjà très élevées.

Les teneurs en potassium des traitements K0 poursuivent leur baisse depuis la première année de prairie (2,25 % K en 1965, 1,21 % K en 1966) et traduisent une déficience sérieuse. On a d'ailleurs enregistré l'évolution suivante en fonction des coupes. De la 1ère à la 3ème exploitation la déficience potassique s'aggrave nettement. La teneur moyenne correspondant à K90 (1,61 %) ne peut plus être considérée comme normale (vers 2,0 %).

K % de foin sec

Coupe	K0	K90	K180	K270
1e	1,13	1,61	2,35	2,82
2e	0,92	1,75	2,57	2,93
3e	0,82	1,37	1,96	2,22
4e	1,00	1,52	2,17	2,48

Avec K180 les foins sont assez riches en potassium sans qu'il y ait pour autant consommation de luxe. Celle-ci semble exister avec K270, puisque la teneur augmente de 0,38 % K alors que la matière sèche s'accroît très peu.

Les teneurs en calcium n'ont pas été influencées par les traitements, alors que celles en magnésium et sodium ont été induites en baisse.

L'exportation de P205 est voisine de celle de 1965 et laisse un reliquat de fumure d'environ 30 kg/ha P205.

L'exportation de K20 des parcelles K0 poursuit sa chute (270 Kg en 1965, 140 kg en 1966). Mais le déficit du bilan subsiste aux autres niveaux (- 113 en K90, - 155 en K180, - 122 en K270).

Conclusions

Tout d'abord, du point de vue expérimental proprement dit, cet essai montre assez bien les difficultés de l'expérimentation potassique, qui doit être poursuivie plusieurs années en un même point, faute de quoi on risquerait de tirer des conclusions hâtives plus ou moins erronées. Dans cet esprit, il conviendra de dresser le bilan à la fin du premier assolement de l'essai, les conclusions actuelles étant temporaires.

D'autre part, il est probable que le dispositif expérimental était un peu insuffisant pour la mise en évidence de l'effet potasse, en début d'essai (nombre

facilement par les plantes.

Les processus de libération modeste qui semblent exister dans ce sol n'ont pas permis de colmater la brèche dans le K20 échangeable consécutive aux fortes absorptions de la première année de prairie temporaire (1965) et l'absorption s'est dégradée sur les KO en 1966 et 1967. Certes, il ne faut pas oublier qu'au champ les choses ne se passent pas comme dans les extractions Stanford dont la durée est très courte. Ainsi, le stock de K20 échangeable doit-il se refaire quelque peu. La technique Stanford n'est pas une technique d'épuisement, susceptible de faire sortir les réserves par cultures successives (pots Chaminade). Elle indique cependant comment les choses doivent se passer sur une courte période et par exemple comment elles risquent d'évoluer de la 1ère à la dernière exploitation sur la prairie temporaire.

Le problème est de savoir si un certain stock de potassium échangeable arrivera à se libérer après la récolte de 1968 pour les deux céréales qui prendront place en 1969 et 1970.

Exposé par A. Loué,
Ingénieur agronome (Potasses d'Alsace)
à la Chambre d'Agriculture de Bourg en Bresse
le 11 Décembre 1967.