

VARIATIONS EXPÉRIMENTALES DES TENEURS ET DES EXPORTATIONS CATIONIQUES (K, Na, Ca, Mg) DE LA LUZERNE

UNE EXPERIMENTATION DE PLEIN CHAMP EST EN GENERAL DESTINEE A SUIVRE LES EFFETS SUR LES CULTURES DE LA DOSE DE FOURNITURE D'UN ELEMENT MAJEUR DE LA fumure. Avec le temps, elle permet de différencier des parcelles en fonction de l'importance des apports situés généralement de part et d'autre d'une dose supposée capable de compenser des exportations moyennes.

Le niveau de « richesse » atteint par chacune d'elles peut être testé par des analyses plus ou moins courantes, dont la validité est d'ailleurs éprouvée par un calcul de bilan.

Il en est ainsi pour un champ d'essai implanté par la Station d'Agronomie d'Amiens en 1954 et dont les principales caractéristiques, tant de fourniture que de productions et d'exportations, ont été présentées dans une note à l'Académie d'Agriculture (1).

Ces parcelles bien caractérisées permettent d'étudier la réaction des plantes aux différents niveaux de « richesse » atteints, bien que le plan général de fumure oblige toujours à fournir, pour l'année culturale en cours, la fumure la plus importante au sol le plus enrichi. Il ne peut en être autrement, à moins d'interrompre ou subdiviser le dispositif. Quoiqu'il en soit, il a paru intéressant de suivre, en 1972, le comportement de la luzerne aux conditions de sol obtenues, après 18 ans d'apports différenciés, dans ce dispositif caractérisé par

trois niveaux de fumure potassique : 0, 1, 2 (1 couvrant approximativement les exportations), sous deux formes : chlorure et Patent Kali (sulfate double de potasse et de magnésie), avec une fumure azotée unique chaque année, mais sous trois formes : nitrate de soude (A), nitrate de chaux (B) et ammonitrate (C), et une variante de la fumure à l'ammonitrate (D), avec quatre répétitions, soit $3 \times 2 \times 4 \times 4 = 96$ parcelles.

La fumure azotée étant bien entendu nulle pour la luzerne, l'influence de sa forme ne peut intervenir que par la nature du cation accompagnateur (sodium, calcium et ammonium) restant des fumures antérieures.

Enfin, suivant la forme de la fumure potassique, il y a ou non des apports de magnésium.

Ce dispositif semble donc convenable pour étudier les variations de la composition cationique de la récolte — indépendante de la fumure azotée — et sensible à l'équilibre cationique du sol.

Les conditions générales de sol et le détail des apports ont été reportés dans la référence précédente qui précise l'ampleur de la différenciation potassique au moment de la culture de la luzerne.

Trois coupes ont été réalisées, chaque parcelle fournissant un échantillon pesé, séché, sur lequel ont été déterminés : K, Na, Ca, Mg. Les mesures ont donc fourni : $6 \times 96 \times 3 = 1.728$ résultats qui ont été traités au Centre de Biométrie de Versailles (*).

L'analyse statistique comprend :

4 facteurs	}	Doses de K
		Formes de K
		Formes de N
		Numéro de récolte
et 6 variables principales	}	Rendement vert
		Teneur en matière sèche
		Teneur en K % de matière sèche
		Na
		Ca
		Mg
+ 8 variables calculées	}	Rendement sec
		Exportations en K kg/ha
		Na
		Ca
		Mg
		puis les rapports K/Ca
		Mg/K
	Na/K	

Les relations et corrélations entre facteurs et variables sont résumées dans le tableau I dont les croix indiquent le degré de signification.

(*) Nous remercions particulièrement M. J. ARNOUX pour le travail qui a été réalisé.

A première vue, il en ressort que le numéro de récolte est le seul facteur qui influe, à un degré très significatif, sur toutes les variables.

Ensuite, la dose de potassium intervient sur un grand nombre de variables, mais avec une signification de 5 % seulement sur le rendement sec et l'exportation de magnésium et encore moins sur l'exportation de calcium et pas du tout sur la teneur en matière sèche.

En ce qui concerne la forme d'apport du potassium, le Patent Kali intervient naturellement, mais seulement sur la teneur en magnésium et son exportation.

Enfin, la forme d'azote intervient avec le nitrate de soude sur la teneur en sodium et son exportation.

Parmi les interactions, celle entre le numéro de récolte et la dose de K est de loin la plus importante bien qu'elle ne se manifeste pas sur le rendement sec.

Ensuite, on peut signaler l'interaction dose de K, forme de N dans l'exportation du sodium.

Partant de ce tableau général, on étudiera, pour chaque variable, les actions et interactions principales des facteurs étudiés.

La moyenne obtenue pour une variable en fonction d'un seul facteur regroupe un nombre important de résultats : 96 pour un numéro de récolte ou un niveau potassique et 32 pour une interaction entre deux facteurs.

Dans ces conditions, l'emploi de plusieurs décimales est nécessaire pour avoir un regroupement convenable entre les données.

En dernière partie, les variations mises ainsi en évidence seront regroupées et comparées à l'ensemble des résultats présentés dans le dossier de la S.C.P.A. sur « Le potassium et la luzerne ».

Production de matière verte/hectare.

On ne considérera que les différences relevées sur les moyennes en fonction du numéro de récolte et des doses de potassium, leur interaction étant, d'après le tableau des corrélations, moins significative.

*Teneurs en cations
de la luzerne*

TABEAU II
PRODUCTIONS DE MATIÈRE VERTE ET DE MATIÈRE SÈCHE
TENEURS EN POTASSIUM ET EXPORTATIONS

TRAITEMENTS POTASSIQUES						TRAITEMENTS POTASSIQUES					
M.V. (t/ba) N° de la récolte	K0	K1	K2	Moyennes des 3 trait ^{ts}	% du total	M.S. (t/ba)	K0	K1	K2	Moyennes des 3 trait ^{ts}	% du total
R1	26,25	27,84	27,60	27,23 210	46,4		5,54	6,02	5,78	5,78 164,6	43,9
R2	16,12	18,91	20,36	18,46 142	31,5		3,46	3,94	4,16	3,86 109,9	29,3
R3	11,63	13,16	14,05	12,95 100	22,1		3,15	3,57	3,80	3,51 100,0	26,7
Moyenne des 3 récoltes	54,00 100	59,91 110,9	62,01 114,8	58,64	100,0	Moyenne des 3 récoltes	12,15 100	13,53 111,3	13,74 113,0	13,15	100,0

K % M.S. N° de la récolte	K0	K1	K2	Moyenne des 3 trait ^{ts}	m.eq./ 100 g	Export. de K (kg/ba)	K0	K1	K2	Moyenne des 3 trait ^{ts}	% du total
R1	100 1,232 100	100 1,932 157	100 2,543 206,4	100 1,90	48,7		145,3 68,528 100	147,5 116,052 170	131,6 145,709 212,6	139,6 110,096	38,3
R2	129,75 1,596 100	130,4 2,520 157,9	133,2 3,388 212,3	131,1 2,50	64,1		117,7 55,502 100	125,6 98,771 178	127,1 140,713 253,5	124,7 98,329	34,2
R3	121,13 1,492 100	114,7 2,216 148,5	114,9 2,923 195,9	116,9 2,21	56,6		100 47,135 100	100 78,646 167	100 110,665 235,0	100 78,815	27,4
Moyenne	1,440 100	2,223 154,5	2,951 204,8	2,20	56,4		171,165 100	293,269 171,6	397,087 234,0	287,240	100,0

m.eq./
100 g

36,9

57,0

75,6

(Indices de comparaison par rapport à 100 attribué à la valeur la plus faible.)

Les différences introduites par le numéro de récolte sont toutes très significatives et les résultats vont en décroissant de la première coupe à la troisième dans la proportion de 210 - 142 - 100.

Les différences liées aux traitements potassiques allant de 100 à 110,94 et 114,8 ne sont significatives qu'entre K0 et K1, K2, ces deux derniers ne devant pas être séparés.

Donc, l'effet numéro de récolte est beaucoup plus important (de 1 à 2,1) que l'effet dû au traitement potassique (1 à 1,14).

Teneur en matière sèche.

Les moyennes ne font ressortir que la troisième récolte qui se distingue par une teneur en matière sèche nettement supérieure aux deux autres :

n° 1	n° 2	n° 3
21,24	20,92	27,11

Cela ne peut être dû qu'aux circonstances climatiques de l'année. On en retiendra cependant l'ordre de variation très important qu'elles peuvent introduire.

Production de matière sèche/hectare.

Comme pour la matière verte, on ne retiendra que les effets principaux : numéro de récolte, dose de K.

Etant donné que la dernière coupe a une teneur en matière sèche plus élevée que les deux autres, la différence de production significative entre les trois récoltes est légèrement atténuée bien qu'ayant encore une amplitude de près de 65 %.

Comme pour la matière verte, l'influence potassique n'est également significative qu'entre K0 et K1 - K2 confondus, ces derniers entraînant une augmentation d'un peu plus de 10 % par rapport au K0.

Teneurs en K.

L'action des deux facteurs principaux : numéro de récolte et dose de K et leur interaction est très significative.

La plus forte variation de teneur est relevée en fonction de la fumure potassique, l'amplitude allant, dans la deuxième coupe, de 100 à 212.

La variation relative est à peu près la même pour chaque coupe puisque le niveau K1 est en moyenne de 1,54 fois le K0 et le niveau K2 de 2,05 fois.

Mais, pour un même niveau de traitement potassique, quel qu'il soit, la teneur en potassium a varié approximativement de 30 % entre la première et la deuxième récolte.

Moyenne de R 2 égale à 131,1 % de R 1 et celle de R 3 égale à 116,9 % de R 1.

Pour l'ensemble, la plus grande différence est relevée entre K0 - R1 (1,232) et K2 - R2 (3,388). Elle représente une amplitude de variation de 1 à 2,75.

Dans l'interaction des deux facteurs, il faut signaler que toutes les différences sont significatives, sauf pour le témoin potassique (K0), entre les récoltes (R1, R3) K0 et (R2, R3) K0, et une « confusion » entre R1 - K2 et R2 - K1.

Il semble donc très difficile de donner une interprétation précise à une teneur en potassium d'une récolte séparée de son contexte, alors qu'il reste très valide de comparer entre eux les résultats d'une même récolte.

On peut noter également que les teneurs moyennes, en fonction des traitements potassiques, sont proches des résultats fournis par la dernière coupe qui semblerait donc la plus caractéristique.

Les moyennes dues au numéro de récolte se situent très près du K1, ce qui signifie simplement que le dispositif a été bien équilibré de part et d'autre de ce traitement.

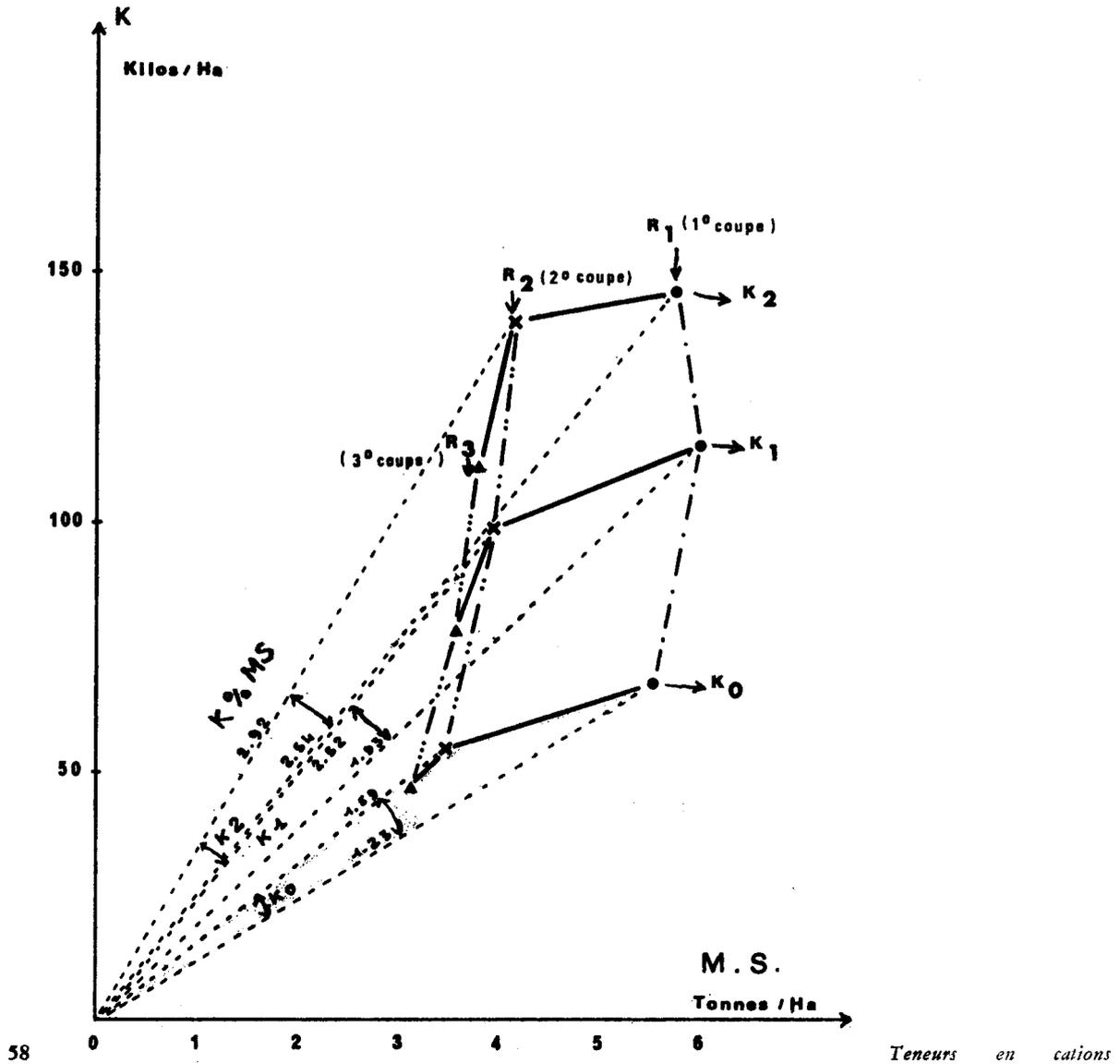
Exportations de K.

Les exportations de K combinent les variations de production de matière verte avec celles des teneurs en matière sèche et en potassium.

Il faut de suite noter, dans l'influence du numéro de récolte, que la plus forte exportation est obtenue lors de la première coupe bien qu'elle ait, à l'intérieur de chaque traitement potassique, les plus faibles teneurs.

FIGURE 1

EXPORTATIONS AÉRIENNES DE K EN FONCTION
DE LA PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE
suivant le traitement potassique et le numéro de la coupe



Cette influence du numéro de récolte se manifeste par une variation relative très comparable quel que soit le traitement potassique. Elle est maximum entre la troisième récolte et la première du K1 (100 à 147,5).

L'influence relative du traitement potassique est à peu près indépendante du numéro de récolte : en moyenne, le K1 exporte 1,72 fois plus que le K0 et le K2 exporte 2,34 fois plus que le K0.

La combinaison des deux facteurs fournit la plus grande différence entre le K0 - R3 (47 kg) et le K2 - R1 (146 kg) indiquant que l'exportation en potassium, suivant la coupe et le traitement, a pu varier de 1 à 3.

Les moyennes cependant ne varient au maximum que de 1 à 2,3.

Conclusion partielle sur la consommation de potassium.

L'ensemble des données reliant la production de matière sèche, la teneur et les exportations en potassium, en fonction des coupes et des traitements potassiques, est résumé par la figure 1.

— Pour la matière sèche, on relève l'influence prépondérante prise par la première coupe et l'influence faible du traitement potassique sur le rendement des différentes coupes.

— Pour les exportations, on voit que les traitements potassiques sont nettement différenciés avec un seul chevauchement possible entre le K1 - R1 et le K2 - R3.

— Les teneurs (coefficients angulaires des droites en pointillés) sont toutes distinctes de façon plus ou moins significative.

Enfin, il faut signaler que les apports sodiques (formes antérieures d'azote) et de magnésium (formes de potasse) n'ont pas fourni de différences significatives pour les teneurs en potassium et ses exportations.

Teneurs en Na.

D'après le tableau I, la teneur en sodium est reliée de façon très significative au numéro de récolte, à la dose de potassium, à la forme d'azote, ainsi qu'aux combinaisons numéro de récolte \times dose de potassium et dose de potassium \times forme d'azote.

TABLEAU III
TENEURS EN SODIUM ET EXPORTATIONS

TRAITEMENTS POTASSIQUES					TRAITEMENTS POTASSIQUES						
Na % M.S.	K0	K1	K2	Moyennes		Export. Na (kg/ha)	K0	K1	K2	Moyennes	
N° de la récolte	100	100	100	100			163	120	92	135	
R1	0,186 432	0,084 195	0,043 100	0,104	4,52		10,24 414	5,07 205	2,47 100	5,93	36,1
R2	98 0,182 284	126 0,106 165	149 0,064 100	112,5 0,117	5,08		100 6,28 234	100 4,22 157	100 2,68 100	100 4,39	26,8
R3	178 0,331 459	175 0,142 197	167 0,072 100	174 0,181	7,86		166 10,44 332	120 5,08 186	102 2,73 100	138 6,08	37,0
Moyenne des 3 récoltes	0,232 389	0,110 184	0,0596 100	0,134			26,96 342	14,37 180	7,88 100	16,40	100,0
m.eq.	10,08	4,78	2,59								
<i>Formes de N</i>											
A	134 0,278 376	117 0,123 166	134 0,074 100	129 0,158			137 32,26 332	110 15,98 164	134 9,71 100	128 19,31	
B	106 0,220 400	102 0,107 194	100 0,055 100	104 0,127			108 25,26 343	102 13,67 185	102 7,36 100	102 15,43	
C	109 0,225 409	102 0,107 197	100 0,055 100	106 0,129			115 26,92 372	100 13,38 185	100 7,22 100	103 15,83	
D	100 0,207 376	100 0,105 190	100 0,055 100	100 0,122			100 23,41 323	108 14,46 200	100 7,23 100	100 15,04	

(Indices de comparaison par rapport à 100 attribué à la valeur la plus faible.)

Numéro de récolte × dose de potassium.

L'amplitude maximum de teneur est relevée entre le K2 (0,043) de la première récolte et le K0 de la troisième (0,331), soit une variation de 1 à 7,7.

L'influence maximum, liée au numéro de récolte à l'intérieur d'un traitement potassique, allant de 1 à 1,78 et l'influence maximum de la fumure potassique pour un numéro de récolte allant de 1 à 4,59.

Forme d'azote × dose de potassium.

On a vu que la forme d'azote influe dans le dispositif par le fait que le traitement A est constitué par le nitrate de soude.

C'est pourquoi les formes B, C, D n'entraînent pas de différences entre elles aux niveaux K1 et K2 et seulement des différences faibles au niveau K0, tandis que le traitement A se différencie nettement avec un coefficient moyen pour les doses de K de 129 par rapport au coefficient moyen du traitement D (100).

Si l'on reste à l'intérieur d'un traitement azoté, on peut remarquer que la différence relative entre le K2 et le K0 est exactement du même ordre de grandeur pour le nitrate de soude (A) que pour l'ammonitrate (D) indiquant par là que la dose de K entraîne beaucoup plus de différence dans la teneur en sodium que la présence ou l'absence d'un engrais sodique.

Donc, la variabilité de teneur en sodium dépend, en ordre décroissant, d'abord du traitement potassique, puis du numéro de la coupe, puis du traitement sodique.

Exportations de Na.

Ceci se retrouve dans les exportations puisque l'amplitude la plus grande est liée au traitement potassique (en moyenne 100 pour le K2 et 342 pour le K0). Vient ensuite l'influence du numéro de coupe (en moyenne 100 pour la deuxième et 138 pour la troisième) et enfin l'effet du nitrate de soude (128 en moyenne contre 100 pour l'ammonitrate).

En valeurs absolues, les chiffres évoluent entre 7 kg/ha/an et 32 kg/ha/an.

Teneurs en Mg.

Trois facteurs sont concernés : dose de K, numéro de récolte, forme de fumure potassique (chlorure ou Patent Kali) et l'interaction numéro de récolte,

TABLEAU IV
TENEURS EN MAGNÉSIUM ET EXPORTATIONS

<i>TRAITEMENTS POTASSIQUES</i>					<i>TRAITEMENTS POTASSIQUES</i>				
<i>Mg</i> <i>% M.S.</i>	<i>K0</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>Moyennes</i>	<i>Export.</i> <i>Mg</i> <i>(kg/ba)</i>	<i>K0</i>	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>Moyennes</i>
N° de la récolte R1	100 0,181 118	100 0,161 105	100 0,153 100	100 0,165	13,75	136 9,970 113	158 9,730 111	159 8,793 100	150 9,498
R2	115 0,208 126	114 0,183 111	108 0,165 100	112 0,185	15,41	98 7,179 104	117 7,217 105	124 6,874 100	112 7,090
R3	128 0,232 160	107 0,173 119	95 0,145 100	111 0,183	15,25	100 7,302 132	100 6,168 112	100 5,518 100	100 6,229
Moyenne des 3 récoltes	0,207 134	0,172 112	0,154 100	0,178		24,450 115	23,115 109	21,186 100	22,917
m.eq.	17,25	14,33	12,8						
« Cl »	147 0,207 123	100 0,161 114	100 0,141 100	100 0,151 (-0) 0,169 100		24,450	100 21,189	100 19,536	100 20,362 (-0) 21,675 100
« SO4 »		114 0,184 109	119 0,168 100	110 0,187 0,176 (-0) 116			118 25,044	117 22,833	111 24,159 23,938 (-0) 117

(Indices de comparaison par rapport à 100 attribué à la valeur la plus faible.)

dose de K (alors que l'interaction dose de K, forme de K est moins significative).

L'effet maximum est lié à la dose de K puisque, pour la troisième récolte, la différence de teneur en Mg entre le K2 et le K0 va de 1 à 1,6, cette différence constituant en même temps l'amplitude maximum observée sur les moyennes (0,145 - 0,232). Pour l'ensemble des récoltes, l'amplitude moyenne reste importante : de 1 à 1,34.

L'influence due au numéro de récolte est ensuite maximum pour le K0 (variation de 1 à 1,28) et s'atténue avec la fumure potassique : 1 à 1,14 pour le K1 et 0,95 à 1,08 pour le K2. Pour l'ensemble des traitements potassiques, elle se traduit au maximum par une variation de 12 %.

Le magnésium fourni par le Patent Kali, donc proportionnellement à l'apport de potassium, n'atténue que faiblement l'effet de la dose de potassium. La teneur en magnésium de K0 représente ainsi 147 % de la teneur du K2 « chlorure » et 123 % du K2 « Patent ».

L'ordre d'importance des traitements reste donc : dose de K, numéro de récolte, apport mixte de magnésium et de potassium.

Exportations de Mg.

Bien que les valeurs absolues des chiffres restent faibles, les variations relatives sont importantes puisque on peut relever une amplitude allant de 5,5 kg (R3 - K2) à 9,9 kg (R0 - K0), soit de 1 à 1,8, à l'intérieur du couple numéro de récolte, dose de K.

Pour l'ensemble des récoltes, la forme de fumure potassique entraîne, pour le K1, une variation de 100 à 117 pour le K2.

La variation est de 150 % entre numéros de récolte, tous traitements mélangés.

Pour l'exportation magnésienne, cette influence du numéro de récolte est nettement prépondérante devant l'influence de la dose d'entretien potassique, elle-même comparable à celle de l'effet formé.

Ca.

On ne relève que l'influence du numéro de récolte et de la dose de fumure potassique, la forme des fumures azotées et potassiques n'intervenant pas.

TABLEAU V
TENEURS EN CALCIUM ET EXPORTATIONS

Ca % M.S.	TRAITEMENTS POTASSIQUES				Export. Ca (kg/ha)	TRAITEMENTS POTASSIQUES			
	K0	K1	K2	Moyennes		K0	K1	K2	Moyennes
N° de la récolte	100	100	100	100		167	147	138	147
R1	1,543 124	1,333 107	1,244 100	1,373	68,65	85,206 117	80,257 110	72,083 100	79,182
R2	101 1,565 124	104 1,382 110	101 1,259 100	102 1,402	70,01	100 54,172 103	100 54,475 104	100 52,340 100	100 53,662
R3	124 1,916 126	123 1,644 108	122 1,524 100	123 1,695	84,75	111 60,266 104	108 58,648 101	111 58,014 100	110 58,976
Moyennes	1,675 124	1,453 108	1,342 100	1,490		199,644 109	193,380 106	182,436 100	191,820

m.eq. 83,75 72,65 67,10

Teneurs en Ca.

La variation due au numéro de récolte est très comparable à celle due à la dose de fumure potassique puisqu'on relève, dans le premier cas, une amplitude de 100 à 124 et de 100 à 125 dans le second. Sous l'influence des deux, on relève une variation de 154 % (de 1,244 pour la première coupe et le plus fort traitement potassique à 1,916 pour la troisième coupe et le témoin sans fumure potassique).

Les richesses de la dernière coupe sont très significativement plus élevées que celles des deux autres, de même que celles du témoin par rapport à celles des traitements potassiques non significativement différentes.

Exportations de Ca.

Seule l'influence du numéro de coupe reste très significative avec une amplitude de 100 à 150 entre 53 et 79 kg en moyenne.

Les différences entre les exportations totales ne dépassent pas 10 %.

De cet ensemble dans lequel la fumure potassique n'a eu qu'une faible action sur le rendement de matière sèche/hectare, il ressort les observations suivantes :

Potassium.

- Variations très importantes, de plus du simple au double, des teneurs en potassium et des exportations en fonction de la fumure potassique.
- Une variation de 30 % due au numéro de la récolte.
- Pas d'influence notable d'un entretien préalable au nitrate de soude, ni du magnésium fourni par le Patent Kali.

Sodium.

- La fumure potassique entraîne des différences relatives de teneur en sodium plus grandes que celles dues à des apports antérieurs de nitrate de soude.
- Les amplitudes des variations des teneurs et des exportations sodiques sont de loin les plus importantes de celles observées pour les quatre cations (de l'ordre de 1 à 4).

Magnésium.

- La fumure potassique se manifeste plus que l'apport de magnésium fourni par le Patent Kali.

Calcium.

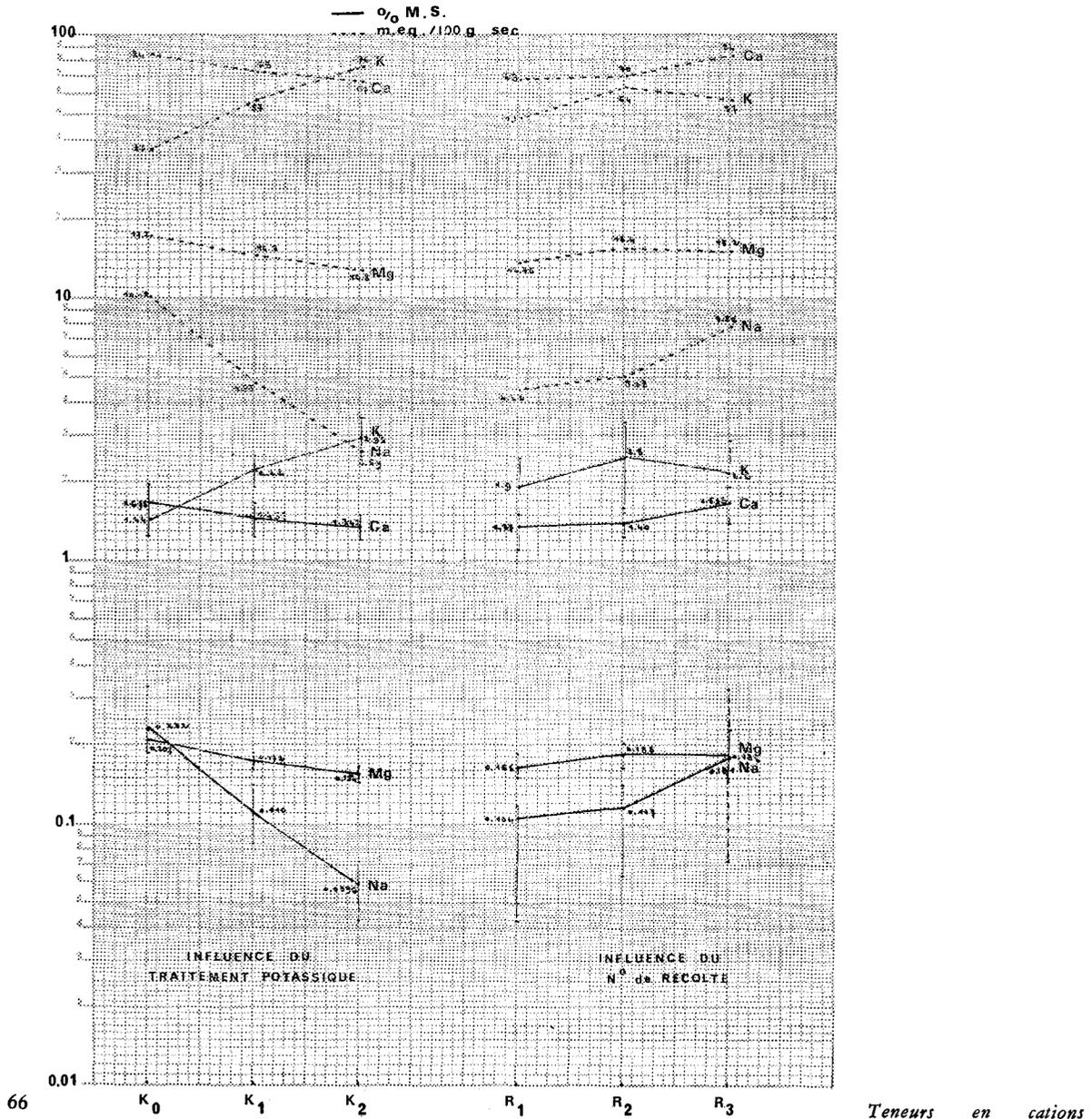
- L'influence dépressive de la fumure potassique sur la richesse en Ca, de l'ordre de 25 %, n'entraîne que des différences inférieures à 10 % sur les exportations.

COMPARAISON DE DONNÉES.

La figure 2 représentant, en ordonnés semi-logarithmiques, les teneurs de la matière sèche de la luzerne en K, Na, Ca, Mg, en fonction, soit de la fumure

FIGURE 2

Variations des teneurs en potassium, sodium, calcium, magnésium, exprimées soit en % de la matière sèche ———, soit en m.eq. pour 100 grammes secs - - - en fonction soit du traitement potassique K0, K1, K2 (à gauche), soit du n° de récolte R1, R2, R3 (à droite)



potassique, soit du numéro de récolte, permet de visualiser d'une autre manière l'amplitude des variations des teneurs et des exportations de ces cations.

Pour juger mieux de l'importance relative de la teneur en chaque cation, les moyennes ont été reportées également en m.eq. pour 100 g de matière sèche.

On voit que les teneurs en potassium, ramenées en pour cent sec, sont supérieures aux teneurs en calcium, sauf pour le K0, alors qu'exprimées en milli-équivalents, les teneurs en calcium sont supérieures, sauf pour le K3.

Toujours en milli-équivalents, les teneurs de ces deux cations sont nettement supérieures aux teneurs en magnésium, elles-mêmes bien détachées du sodium.

La figure 3 résume les variations extrêmes des teneurs pour ces quatre cations. Elles sont comparées aux données fournies par le dossier de la potasse « Le potassium et la luzerne » (traits en pointillés).

Les teneurs en potassium sont très comparables : 1,2 à 3,39 contre 1 à 3,4.

Le calcium est plus faible que celui fourni par les données de CHALONS (sols calcaires) : 1,2 à 1,9 contre 1,6 à 2,6.

Le magnésium, de 0,145 à 0,232, est encadré par les résultats de CHALONS (0,1 à 0,26) obtenus avec des rapports de fumure Mg/K plus variés.

Enfin, le sodium, avec 0,331, dépasse largement la valeur maximum relevée de 0,09.

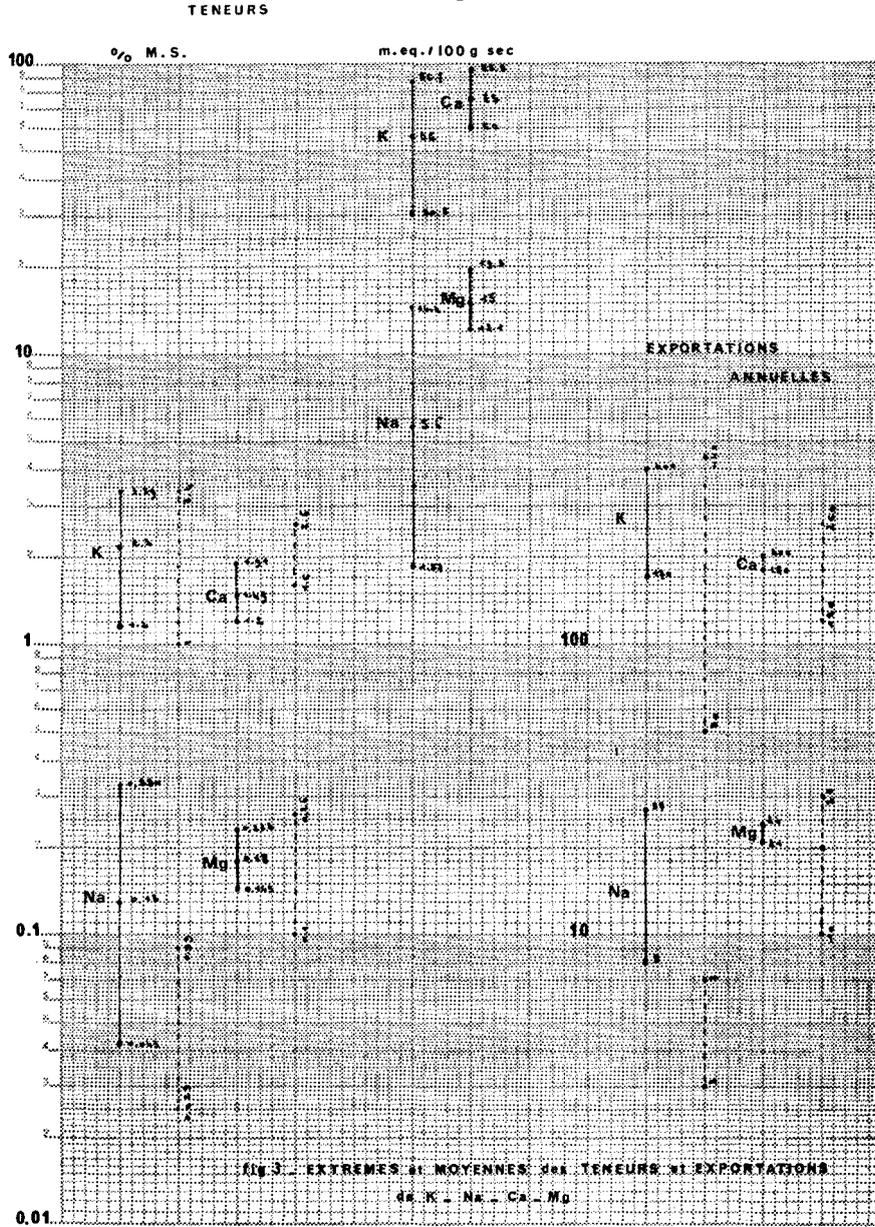
Ces deux figures montrent ainsi que les variations des monovalents (Na et K) sont plus importantes que celles des bivalents (Ca - Mg). Les premiers sont plus sensibles à l'influence de la fumure que les seconds qui, surtout comme le calcium, sont plus « tamponnés ».

La représentation semi-logarithmique de la figure 2 permet aussi de saisir les rapports entre les éléments. Ainsi, sous l'influence des fumures potassiques, le calcium et le magnésium diminuent ensemble et leurs rapports (distance entre les deux lignes) varient peu : de 4,85 à 5,24. Par contre, on saisit les variations des rapports K/Ca (de 0,44 à 1,12), de K/Mg (de 2,13 à 5,9) et K/Na (de 3,66 à 29,1).

Enfin, au niveau des exportations annuelles, les chiffres extrêmes de cet essai, reportés dans la partie droite de la figure 3, indiquent une variation très

FIGURE 3

Comparaison entre les extrêmes et les moyennes de cet essai ——— et ceux de « potassium et la luzerne » - - - des teneurs en K, Na, Ca, Mg, exprimées en % de la matière sèche (à gauche), ou en m.eq. pour 100 grammes secs (au centre) et de leurs exportations en kg/ha (à droite)



faible pour le calcium : de 180 à 200 kg/ha, et, pour le magnésium : de 21 à 24 kg.

Par contre, les exportations potassiques annuelles vont de 170 à 400 kg. Les données du dossier de la potasse vont de 50 à 440. L'exportation potassique maximum se situe donc entre 400 et 450 kg/ha, quantité importante qui peut intervenir considérablement dans le calcul des bilans, la détermination des fumures d'entretien et les possibilités pratiques de fourniture pour maintenir la richesse d'un profil. Ces exportations se répercutent d'ailleurs très nettement sur le niveau des réserves du sol, comme cela a été noté dans l'évolution du potassium échangeable de la couche superficielle.

Enfin, le sodium présente les variations relatives d'exportations les plus grandes (pratiquement de 0 à 30). La quantité maximum reste cependant faible et illustre plutôt les possibilités d'utilisation de cet élément par la luzerne.

Par rapport aux disponibilités du sol, les variations de consommation et d'exportation de la potasse restent donc quantitativement les plus importantes.

L'importance de l'amplitude des variations notée dans cet essai confirme l'intérêt ou la nécessité qu'il y aurait de recourir à des mesures de contrôle pour ajuster au mieux des restitutions nécessaires.

G. LEFEVRE et G. HIROUX,
I.N.R.A. - Station d'Agronomie, Amiens.

(1) G. LEFEVRE et G. HIROUX : « Bilans de fumure, exportations et restitutions potassiques », *C.R. Ac. Agr.* 1976, pp. 1131-1145.

(2) « Le potassium et la luzerne au service de l'agriculture », *Dossier K20*, n° 8, août 1977.