

## VALEUR MINÉRALE DE 160 ÉCHANTILLONS DE FOINS RÉCOLTÉS AU COURS D'UNE MÊME SAISON DANS LA RÉGION DE L'YONNE-LOIRET

M. BROCHART

Avec la collaboration technique de C. ROTH, P. CHAGNAUD et des agents techniques du C. E. T. A. P. E. Y. L

*Laboratoire de Nutrition minérale, École nationale vétérinaire, Alfort (Seine);  
Maison de l'Élevage de l'Yonne-Loiret*

---

### SOMMAIRE

Les teneurs en P, Ca, Mg, Na, K de 160 échantillons de foins récoltés au cours de l'été 1960 dans les départements de l'Yonne et du Loiret ont été déterminées. 52 p. 100 des concentrations en phosphore et 67 p. 100 des concentrations en sodium sont inférieures à 1,7 grammes de chaque élément par kg de foin brut (soit 2 p. 1 000 de la matière sèche) ; les faibles taux de ces deux éléments ne sont pas associés de façon systématique. L'influence de la nature botanique et de l'origine géographique de ces foins sur leur composition minérale est étudiée ; les corrélations simples entre éléments minéraux, pour quatre catégories botaniques de foins, sont calculées. Les conséquences nutritionnelles sont discutées.

---

### INTRODUCTION

Le but de ce travail a été d'effectuer un sondage aussi étendu que possible sur la valeur minérale de foins récoltés dans la zone d'action de la Maison de l'Élevage de l'Yonne-Loiret, et d'en déduire les conséquences pratiques éventuelles en ce qui concerne l'alimentation minérale des bovins dans cette région.

### MATÉRIEL, ET MÉTHODES

160 échantillons de foin ont été récoltés chez des adhérents de la Maison de l'Élevage de l'Yonne-Loiret au cours de l'été 1960, qui fut relativement pluvieux ; ils proviennent de six régions agricoles (classement selon l'Institut national de la Statistique et des Études économiques) assez diverses : Gâtinais, Orléanais, Vallées de l'Yonne, Sologne, Puisaye, Plateaux de Bourgogne. Ces foins ont été classés en quatre catégories botaniques :

- 1<sup>o</sup>) Prairies temporaires à large prédominance de graminées ;
- 2<sup>o</sup>) Prairies naturelles ;
- 3<sup>o</sup>) Prairies temporaires à associations graminée-légumineuse ;
- 4<sup>o</sup>) Légumineuses pures (trèfles ou luzernes).

Nous n'avons pas pu contrôler l'influence des facteurs suivants, agissant sur la composition minérale : fumure, stade de fauche, cycle de végétation, pertes par délavage au cours de la récolte, salage des foins. Notre objectif n'était pas toutefois d'apprécier ces facteurs, dont l'action a été bien étudiée par d'autres.

Les échantillons de foin sec, d'un poids variant de 150 à 250 g, ont été broyés en totalité très finement à l'état de poudre ; une quantité de 100 mg de poudre de foin non desséché est minéralisée en couche mince 15 h à 550°C, en creuset de nickel ; les cendres sont reprises par 1 ml HCl, N et quelques ml d'eau, et centrifugées ; le volume est complété à 10 ml. Ca, Na, K sont dosés au photomètre de flamme Eppendorf, Mg par colorimétrie du complexe avec le jaune de titane, P par la méthode de MISSON au vanado-molybdate. Les résultats sont exprimés en g par kg du foin brut.

## RÉSULTATS

### 1<sup>o</sup>) Normes d'évaluation de la valeur minérale des foins

Les normes suivantes ont été utilisées comme valeurs minima admissibles pour des bovins à l'entretien ne consommant que du foin :

	Normes par rapport à la matière sèche (p. 1000)	Normes pour le foin brut basées sur une teneur moyenne en M. S. de 85 p. 100
P .....	2,0	1,70
Ca .....	3,5	3,0
Mg <sup>(1)</sup> .....	1,0	0,85
Na <sup>(2)</sup> .....	2,0	1,70
K .....	Pas de normes à prévoir, les besoins des bovins étant toujours largement assurés	

<sup>(1)</sup> Selon BLAXTER et Mc GILL, 1956.

<sup>(2)</sup> Selon du TOIT et al., 1934.

### 2<sup>o</sup>) Caractères généraux des foins étudiés

Phosphore : moyenne 1,7 p. 1000 ; 84 échantillons sur 160, soit 52 p. 100, inférieurs ou égaux à 1,70 p. 1000.

Calcium : moyenne 10,0 p. 1000 ; 1 seul échantillon inférieur à 3,0 p. 1000.

Magnésium : moyenne 1,44 p. 1000 ; 4 échantillons inférieurs à 0,85 p. 1000.

Sodium : moyenne 1,41 p. 1000 ; 108 échantillons, soit 67 p. 100, inférieurs à 1,70 p. 1000.

L'ensemble des foins est donc caractérisé par une nette déficience en phosphore et sodium. Ces deux carences ne paraissent pas associées dans la majorité des cas ; on n'observe pas en effet de corrélation P-Na dans 3 catégories de foin sur 4 (voir § 4 ci-dessous).

TABLEAU I

Moyennes par types de foin, pour la population globale, et pour chaque région agricole.  
Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'échantillons de foin analysés

## TOUTES ANALYSES

(Valeurs exprimées en grammes par kg de foin brut)

	Graminées (33)	Prairies naturelles (44)	Lég. + Gram. (50)	Légumineuses (34)	Moyenne population totale (161)
P .....	1,56	1,44	1,87	1,91	1,70
Ca .....	5,30	6,69	12,57	15,08	10,00
Mg .....	1,15	1,34	1,52	1,74	1,44
Na .....	1,32	1,61	1,31	1,41	1,41
K .....	13,84	11,38	14,25	14,05	13,34
<i>GATINAIS PAUVRE (46)</i>					<i>Moyennes régionales</i>
	(7)	(9)	(18)	(12)	
P .....	1,74	1,52	1,69	1,78	1,69
Ca .....	5,44	7,37	12,79	16,36	11,51
Mg .....	1,21	1,30	1,58	1,60	1,47
Na .....	2,00	1,56	0,95	1,71	1,44
K .....	13,88	11,46	12,51	12,20	12,43
<i>ORLÉANAIS (22)</i>					
	(8)	(6)	(5)	(3)	
P .....	1,68	1,55	1,90	1,80	1,71
Ca .....	5,25	6,46	14,52	11,90	8,59
Mg .....	1,07	1,40	1,76	2,33	1,49
Na .....	1,32	1,73	1,84	0,36	1,42
K .....	13,81	10,75	12,54	14,93	12,34
<i>VALLÉES DE LYONNE (31)</i>					
	(3)	(7)	(13)	(8)	
P .....	1,56	1,23	1,92	2,21	1,92
Ca .....	9,70	6,35	11,66	14,85	11,66
Mg .....	1,50	1,45	1,58	1,83	1,58
Na .....	0,56	1,27	1,39	1,82	1,39
K .....	14,36	10,93	15,53	16,85	15,53
<i>SOLOGNE (22)</i>					
	(1)	(8)	(4)	(0)	
P .....	1,34	1,48	1,65		1,45
Ca .....	4,03	5,30	10,42		5,65
Mg .....	1,08	1,22	1,42		1,19
Na .....	1,13	1,36	1,12		1,21
K .....	12,82	10,86	11,92		11,94

TABLEAU I (suite)

	Graminées	Prairies naturelles	Lég. + Gram.	Légumineuses	Moyennes régionales
<i>PUISAYE (13)</i>					
	(1)	(9)	(2)	(1)	
P .....	0,9	1,33	1,1	1,4	1,27
Ca .....	5,3	6,87	7,8	10,9	7,24
Mg .....	0,9	1,23	1,3	1,5	1,24
Na .....	0,2	1,80	2,3	1,7	1,74
K .....	17,2	12,82	13,2	9,8	12,97
<i>PLATEAUX DE BOURGOGNE (10)</i>					
	(0)	(0)	(5)	(5)	
P .....			2,04	1,58	1,81
Ca .....			13,88	17,42	15,65
Mg .....			1,32	1,60	1,46
Na .....			1,08	0,52	0,80
K .....			17,50	12,90	15,20

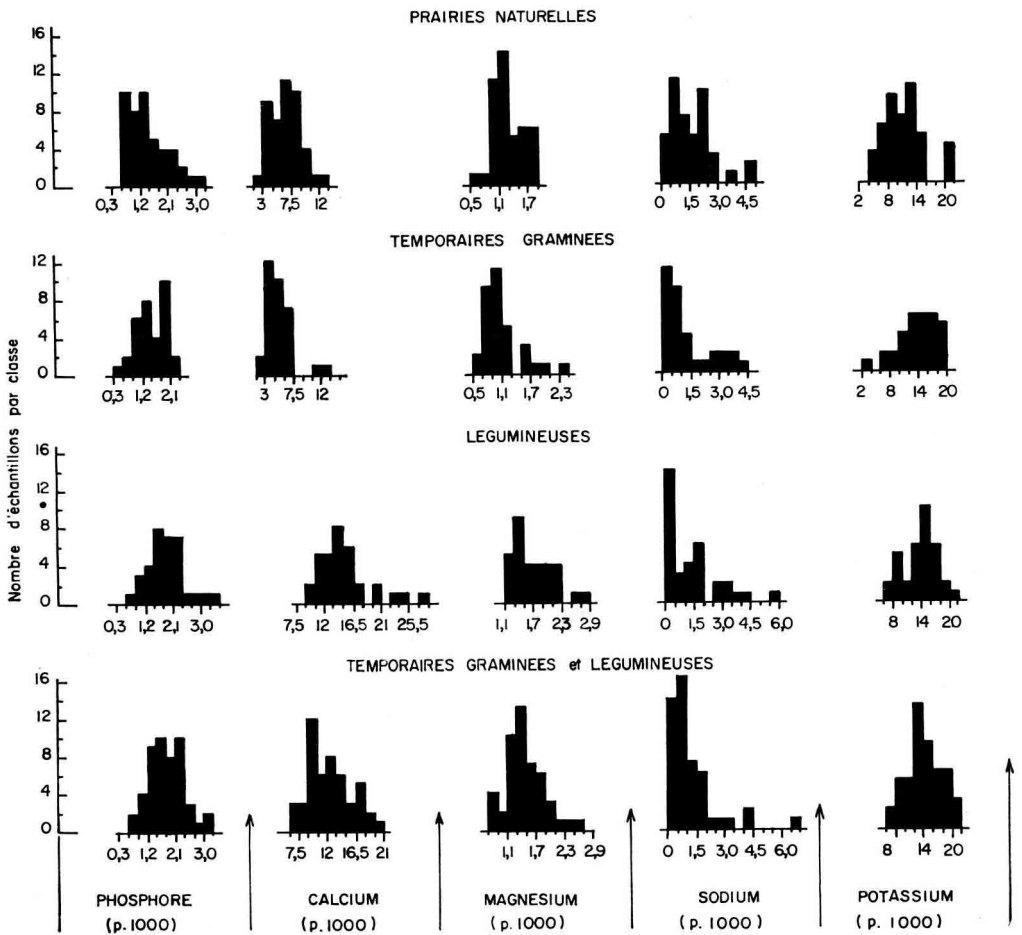


FIG. 1. — Influence de la composition botanique sur la composition minérale.

3°) *Influence de la composition botanique (tabl. 1 et fig. 1)*

Phosphore : les teneurs moyennes des foins de prairies naturelles et temporaires sont très faibles (moyennes respectives 1,44 et 1,56).

La présence de légumineuses élève la teneur en P, qui dépasse le seuil de sécurité dans les foins de graminées-légumineuses et de légumineuses pures (moyennes 1,87 et 1,91 p. 1000). Ceci peut être dû en partie au fait que le foin de légumineuses est plus riche en matière sèche que celui de graminées.

Calcium : les rares cas de pauvreté en calcium sont observés sur foins de prairies naturelles et de temporaires de graminées.

Magnésium : les teneurs moyennes augmentent avec la proportion de légumineuses.

Sodium : la teneur moyenne en Na est légèrement plus élevée en prairie naturelle ; l'influence du salage n'est toutefois pas exclue.

Potassium : les concentrations de K sont relativement faibles ; elles se situent à la limite inférieure des valeurs observées pour des foins bien récoltés (selon GUEGUEN, 1962). On observe également de très faibles différences entre les teneurs en potassium des divers types de foins.

4°) *Variations corrélatives des teneurs minérales dans chaque catégorie botanique (tabl. 2)*

Les coefficients de corrélation simple ont été calculés après transformation  $\sqrt{n}$  pour les variables distribuées selon une loi de POISSON.

On observe pour les quatre catégories de foins des corrélations positives fortes K-P, qui sont probablement dues à l'influence de la fumure classique phospho-potassique. Les corrélations positives Ca-Mg ne se manifestent que pour les prairies naturelles et les temporaires de graminées ; ceci peut s'expliquer sans doute par les variations dans le stade de fauche, toujours importantes pour les graminées, le vieillissement entraînant une augmentation parallèle des teneurs en ces deux éléments.

TABLEAU 2

*Corrélations simples entre les teneurs minérales des quatre catégories botaniques de foins*

*Prairies temporaires de graminées*

N = 33 ; Seuils de signification pour 31 D. L. : 5 p. 100 = 0,340, 1 p. 100 = 0,437.

	P	Ca	Mg	Na
K.....	0,435**	— 0,049	0,159	0,022
Na.....	0,462**	— 0,061	0,010	
Mg.....	0,383*	0,436**		
Ca.....	0,101			

TABLEAU 2 (suite)

*Prairies naturelles*

N = 44 ; Seuils de signification pour 42 D. L. : 5 p. 100 = 0,298, 1 p. 100 = 0,385.

	P	Ca	Mg	Na
K.....	0,571**	0,137	0,054	— 0,225
Na.....	0,005	0,131	0,122	
Mg.....	0,186	0,581**		
Ca.....	0,259			

*Prairies temporaires. Association graminées-légumineuses*

N = 50 ; Seuils de signification pour 48 D. L. : 5 p. 100 = 0,279, 1 p. 100 = 0,361.

	P	Ca	Mg	Na
K.....	0,403 **	— 0,008	— 0,128	— 0,159
Na.....	0,005	0,237	0,15	
Mg.....	0,219	0,146		
Ca.....	0,123			

*Légumineuses pures*

N = 34 ; Seuils de signification pour 32 D. L. : 5 p. 100 = 0,340, 1 p. 100 = 0,437.

	P	Ca	Mg	Na
K.....	0,418*	— 0,386*	0,137	— 0,150
Na.....	0,034	0,128	— 0,116	
Mg.....	0,174	0,125		
Ca.....	— 0,105			

Il n'en est pas de même pour les légumineuses, qui sont fauchées en général à un stade plus précoce et plus uniforme. Il est à noter qu'il n'existe, pour les 4 catégories de foin, aucune corrélation significative K-Mg, K-Na.

Il est curieux de constater qu'il existe une forte corrélation positive P-Na, limitée aux seuls foin de prairies temporaires de graminées ; on note également pour ces derniers une corrélation positive P-Mg, peut-être due à l'influence de la fumure phosphatée sur l'assimilation de Mg chez les graminées.

5<sup>o</sup>) *Influences géographiques (tabl. 1)*

Celles-ci doivent être envisagées avec prudence, chaque région agricole ne pouvant être considérée comme homogène. Néanmoins, il est plus que probable que les faibles teneurs en phosphore observées en Sologne traduisent une influence locale ; il pourrait en être de même des faibles valeurs de Phosphore observées dans les prairies naturelles de la Puisaye et des Vallées de l'Yonne. On notera également la pauvreté particulière en sodium des foins provenant des plateaux calcaires de Bourgogne.

## CONSÉQUENCES NUTRITIONNELLES

Une proportion très élevée des foins examinés est pauvre en phosphore et en sodium ; ces deux caractéristiques ne paraissent pas associées, ce qui devrait être le cas s'il s'agissait de pertes par délavage, qui entraîne une baisse notable et simultanée des concentrations de P-K-Na (GUEGUEN 1962). La carence en phosphore est d'autant plus importante que la proportion de légumineuses diminue dans les diverses catégories botaniques. Cette carence paraît plus particulièrement accentuée dans la Puisaye et en Sologne. La carence en sodium ne paraît pas liée à une composition botanique particulière, encore que les foins de prairie naturelle paraissent légèrement plus riches. La carence en sodium paraît particulièrement accusée sur les sols calcaires des plateaux de Bourgogne, où prédominent les foins riches en légumineuses.

Il ne paraît pas y avoir de risques de carence en calcium et magnésium, et naturellement en potassium.

Ces foins ont été récoltés au cours d'une saison qui a été relativement humide ; il est vraisemblable qu'en année sèche les teneurs en P seraient encore plus faibles, les risques de délavage étant par contre moindres.

Le déficit en P et Na peut sans doute être plus ou moins comblé en hiver par les apports des autres éléments de la ration ; il n'en demeure pas moins que, indépendamment des amendements et fumures nécessaires, la distribution systématique d'un complément minéral à base de phosphate bicalcique et sel marin s'impose, pour plus de la moitié des exploitations pour les bovins adultes à l'entretien dont l'essentiel de la ration est constitué de foin.

Les foins examinés proviennent d'adhérents d'une Maison de l'Élevage pratiquant tous le contrôle laitier et qui représentent donc, pour une large part, l'élite technique des 2 départements ; il est vraisemblable que le niveau général est notablement inférieur à celui, déjà bien faible, observé dans cette étude.

## SUMMARY

MINERAL CONTENTS OF 160 SAMPLES OF HAY COLLECTED DURING THE SAME SEASON  
IN YONNE AND LOIRET DISTRICTS

P, Ca, Mg, Na, K of 160 samples of hay collected during Summer 1960 in Yonne and Loiret districts were determined. 52 p. 100 of P and 67 p. 100 of Na concentrations are below the security level of 1.7 g of each element per kg raw hay (i. e. 2 per 1000, dry matter basis) ; deficiencies of these two elements are not systematically associated. The influence of botanical composition and geographical origin on mineral composition is studied ; simple correlations between mineral contents, for four botanical classes of hay, are calculated. Nutritional consequences are discussed.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLAXTER K. L., MC GILL R. F., 1956. Magnesium metabolism in cattle. *Vet. Rev. Annot.*, 2, 35  
DU TOIT P. J., MALAN A. I. et GROENEWALD J. W. 1934 *Onderstepoort. J. Vet. Sci.*, 2, 565.  
GUEGUEN L., 1962. Communication Journées C. E. T. A. Février-Mars 1962, Etude n° 665.