

*SUR LES TENEURS EN ÉLÉMENTS MINÉRAUX
DES GRAMINÉES FOURRAGÈRES. POSSIBILITÉS
D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE*

L'ACCROISSEMENT DES PERFORMANCES DES ÉLEVAGES INTENSIFS DE RUMINANTS NÉCESSITE DE PORTER À L'ALIMENTATION MINÉRALE UNE ATTENTION d'autant plus sérieuse que la ration est généralement à base d'une ou deux espèces seulement de plantes fourragères. Comparativement, la prairie permanente multispécifique présente en effet l'avantage de fournir des quantités de minéraux beaucoup plus constantes et équilibrées. L'exemple du calcium est le mieux connu puisque le taux de calcium des graminées est presque toujours inférieur à celui des besoins des vaches laitières, alors que chez les légumineuses ce taux est approximativement deux à trois fois plus élevé que les besoins.

Nous ne considérerons ici que les graminées et, suivant l'espèce choisie, nous verrons que des différences de teneurs aussi importantes existent pour le manganèse, plus grandes encore pour le sodium, alors que pour les autres minéraux ces différences sont beaucoup plus atténuées.

RÉSUMÉ DES ÉTUDES ANTÉRIEURES

Depuis plus de vingt ans nous étudions à Quimper les causes de variation de la composition des graminées fourragères en 6 éléments majeurs (P, Ca, Mg, K, Na, S) et en 6 oligoéléments (Mn, Zn, Cu, Co, Se, Mo).

L'effort principal a porté sur le ray-grass d'Italie puis sur le ray-grass anglais, très cultivés en peuplements monospécifiques dans les départements bretons.

Diverses études ont été ainsi poursuivies avec la collaboration de la Chambre d'agriculture du Finistère.

En ce qui concerne le stade pâturage de ces deux graminées, les aspects suivants ont déjà été approfondis ; nous rappellerons brièvement pour chacun les principaux résultats obtenus.

1. Variations de la composition minérale selon les différentes époques de pâturage d'une même année (1) (2)

Les teneurs en cations (Ca, Mg, Na) augmentent dans les parties aériennes des graminées au fur et à mesure des exploitations successives d'une même année à l'exception de la teneur en potassium qui, elle, diminue. Les teneurs en oligoéléments suivent une évolution parallèle à celle des premiers cations cités alors que les teneurs en phosphore présentent leurs minima au cours de la période estivale où les sols sont plus secs.

2. Variations interannuelles pour le ray-grass anglais et d'autres graminées pérennes suivies sur une même parcelle (3) (4)

Pour différentes graminées fourragères suivies pendant 4 ans sur le même terrain nous observons une diminution progressive et importante du taux de potassium alors que le taux de sodium s'accroît corrélativement. Les teneurs en manganèse s'accroissent d'année en année dans de notables proportions avec comme explication, au moins partielle, le fait de l'acidification progressive des couches supérieures du sol sous l'action des apports répétés d'ammonitrate en couverture.

*Teneurs en
éléments minéraux*

3. Corrélations avec la composition chimique des sols correspondants (5)

Par une technique de prélèvement ponctuel en plein champ (sol et fourrage), il est possible de calculer des corrélations hautement significatives entre la teneur en P, K, Mg de la plante et la teneur des sols en P_2O_5 assimilable, K et Mg échangeables. La corrélation est également positive et significative entre la teneur en Cu extrait du sol par un réactif à l'E.D.T.A. et la teneur en Cu de l'herbe.

4. Influence de l'intensification azotée (6)

Les engrais azotés, extrêmement efficaces sur l'augmentation de la masse de fourrage produite, provoquent une légère diminution des teneurs en P, Ca, Mg, Se ; par contre, ils induisent un accroissement notable des teneurs en Na, Cu, Zn, Mn, Co.

5. Influence des apports d'engrais et d'amendements calco-magnésiens ; possibilités d'enrichissement des fourrages sur pied (7) (8)

Les engrais phosphatés et magnésiens n'ont que des effets favorables sur les teneurs en P et Mg des fourrages récoltés ; les amendements calcaïques et calcomagnésiens, relevant fortement le pH des sols acides, provoquent une augmentation des teneurs en P, Ca, Mg, Se mais une diminution des teneurs en Mn, Zn, Co, Cu.

Pour faire passer la teneur en cobalt, zinc et cuivre des ray-grass au stade pâture au niveau des recommandations zootechniques, il faut apporter sur la prairie déjà en place, au début de la période de végétation, des quantités élevées et coûteuses de sels d'oligoéléments : 2 kg/ha de sulfate de cobalt, 50 kg/ha de sulfate de zinc, 120 kg/ha de sulfate de cuivre.

6. Effet de la pluviométrie estivale sur la teneur en phosphore des herbes (5)

La hauteur des précipitations reçues au cours des deux mois précédant les premiers pâturages des semis de printemps ou des deux mois précédant les deuxièmes pâturages conditionne la teneur en phosphore des ray-grass d'Italie à travers l'état d'humidité des sols.

RÉSULTATS D'UN ESSAI RÉCENT COMPARANT 10 CULTIVARS

Dans une communication à l'Académie d'Agriculture, en 1964, (2), nous avons présenté, pour deux champs d'expérience, les différences interspécifiques des teneurs en phosphore, en calcium et surtout en sodium. Notre but est de faire le point sur la variabilité génotypique des teneurs en éléments minéraux des graminées fourragères au stade du pâturage en reprenant ces données qui ont été fortement complétées depuis par de nombreuses observations en exploitation chez les éleveurs finistériens. De plus, nous avons conduit un essai sur quatre années, de 1979 à 1982, qui comparait 10 graminées fourragères dont 5 cultivars de bromes. Le détail du protocole expérimental a été publié dans la revue « Fourrages » en 1983 (3), aussi signalerons-nous seulement, ici, que les résultats analytiques pris en compte concernent, pour chaque espèce, les 3 années A₁ (1980), A₂ (1981), A₃ (1982) et 5 exploitations annuelles pour 2 répétitions (sur les 4 mises en place), soit 30 prélèvements au champ et 30 dosages.

Le ray-grass d'Italie remonte toujours à épi après la coupe de ses ébauches d'épis, c'est-à-dire après le stade épi à 10 cm (étêtage) tandis que le ray-grass anglais, la fétuque élevée et le dactyle ne présentent pas ce phénomène, d'où une exploitation fréquente de ces trois espèces à un stade feuillu. Le *Bromus catharticus* se comporte comme le ray-grass d'Italie, à l'inverse des *Bromus carinatus*, si les ébauches d'épis ont été coupées. Enfin, les *Bromus sitchensis* ont une tendance plus ou moins marquée à remonter à épi jusqu'en fin d'été pour ne donner, par la suite, que des feuilles. En résumé, au cours de cet essai, les coupes ont été faites :

- le plus souvent au *stade feuillu* pour le ray-grass anglais, le dactyle, la fétuque, les *B. carinatus* ;
- le plus souvent au *stade épiaison* pour le ray-grass d'Italie, le *B. catharticus* et souvent pour les *B. sitchensis*.

Nous examinerons les teneurs comparées, élément par élément, en commençant par le sodium qui donne lieu aux écarts les plus importants. Aux résultats de l'essai précité nous avons adjoint, pour cet élément, des résultats analytiques antérieurs. Dans chaque tableau une ligne indique les recommandations zootechniques pour les vaches laitières produisant 30 litres de lait par jour (9) (10).

Teneurs en
éléments minéraux

Sodium

En 1960 KERGUELEN M. (11) fait remarquer l'existence de deux groupes distincts de graminées vis-à-vis de leur richesse en sodium ; nous avons confirmé et complété ces observations en 1962 (1) et 1964 (2).

Voici le résumé de nos résultats avec la moyenne des teneurs en sodium des trois années lorsqu'il s'agit du dernier essai cité, ou, lorsque nous donnons deux valeurs : la première correspond au premier pâturage de l'année, la deuxième au dernier pâturage.

	Na° / . . de M.S.	Indice
Graminées riches		
<i>Bromus catharticus</i> (<i>Bellegarde</i>)	4,35	100
<i>Dactylis glomerata</i> sp	4,10	95
<i>Lolium perenne</i> sp	3,80	90
<i>Lolium multiflorum</i> sp	3,45	80
<i>Lolium hybridum</i> sp	"	"
<i>Festuca arundinacea</i> sp	2 à 2,8	40 à 64
BESOINS DES FORTES LAITIÈRES		
	<u>1,5</u>	
Graminées pauvres		
<i>Dactylis glomerata</i> (<i>Ariès</i>)	0,4 à 2,0	9,2 à 47
<i>Phleum pratense</i> sp	0,3 à 2,0	6,9 à 46
<i>Festuca pratensis</i> sp	0,65	15
<i>Bromus sitchensis</i> (<i>Una, Lubro</i>)	0,1 à 1,0	2,3 à 23
<i>Bromus carinatus</i> (<i>Luvil, Deborah</i>)		

Le *B. catharticus* est ainsi à classer parmi les graminées les plus riches en sodium, malgré une récolte au stade épiaison qui diminue sensiblement la richesse de la plante entière à cause de la faible teneur des épillets en cet élément.

Les *B. sitchensis* et *carinatus* se classent parmi les graminées les plus pauvres en sodium avec des teneurs de l'ordre de dix fois inférieures aux précédentes.

L'analyse statistique effectuée coupe par coupe en 1980 (2 parcelles d'où 2 répétitions seulement) donne des différences toujours « très hautement significatives ». Le *B. catharticus* est le plus riche, mais il est parfois rejoint par les *Lolium* ainsi que par le *Dactylis*. A l'inverse les *B. sitchensis* et *carinatus* ainsi que *Festuca arundinacea* sont toujours les plus pauvres.

Manganèse

Les teneurs en cet oligoélément sont très nettement différenciées en fonction du genre et de l'espèce.

	Mn p.p.m. de M.S.	Indice
<i>Dactylis glomerata (Lucifer)</i>	134	100
<i>Lolium perenne (Vigor)</i>	105	78
<i>Lolium multiflorum (Tétrone)</i>	94	70
<i>Festuca arundinacea (Clarine)</i>	92	68
<i>Bromus catharticus</i>	60	45
<i>Bromus carinatus</i>	55	41
BESOINS DES FORTES LAITIÈRES	<u>50</u>	
<i>Bromus sitchensis</i>	47	35

Le dactyle (*Lucifer*) et le ray-grass anglais (*Vigor*) sont significativement plus riches que les autres espèces (au niveau $\alpha = 0,001$), la fétuque élevée (*Clarine*) se hisse parfois au niveau des meilleures. Il s'agit toujours de l'analyse statistique effectuée pour l'année 1980 (il en sera de même pour tous les autres éléments dosés).

Pour le même sol, légèrement acide, de pH 6 - 6,3, nous constatons que le dactyle, les ray-grass et la fétuque élevée fournissent largement la recommandation zootechnique. Le *B. sitchensis* produit un fourrage contenant seulement 47 p.p.m. de Mn malgré des exploitations fréquentes au stade feuillu. Les épillets des *B. catharticus* sont moins riches en Mn que les feuilles, ce qui diminue la teneur de la plante entière.

Teneurs en
éléments minéraux

Magnésium

La fétuque élevée *Clarine* est la graminée la plus riche en magnésium. Sa teneur est significativement supérieure à celle des autres espèces (niveau $\alpha = 0,001$). Les teneurs de ces dernières sont non significativement différentes en dépit d'une tendance pour les bromes à figurer parmi les graminées les moins bien pourvues.

	Mg°/‰ de M.S.	Indice
<i>Festuca arundinacea (Clarine)</i>	2,95	100
<i>Lolium perenne (Vigor)</i>	2,00	68
<i>Lolium multiflorum (Tétrone)</i>	1,75	59
<i>Dactylis glomerata (Lucifer)</i>	1,70	58
BESOINS DES FORTES LAITIÈRES	1,50 (x)	
<i>Bromus sp</i>	1,47 à 1,65	50 à 56

(*) Les recommandations zootechniques sont de 1,50 ‰ de la matière sèche, mais dans la littérature anglo-saxonne on souhaite souvent 2,00 ‰ pour éviter tout risque d'hypomagnésémie.

Cuivre

Pour cet élément des écarts assez marqués se manifestent ; les bromes étant mieux pourvus que les autres graminées (différences significatives à très hautement significatives). *Clarine* ainsi que *Vigor* et *Tétrone* se classent parmi les graminées les plus pauvres en cuivre.

	Cu p.p.m. de M.S.	Indice
BESOINS DES FORTES LAITIÈRES	10	
<i>Bromus sitchensis</i>	9,55	100
<i>Bromus carinatus</i>	9,1	95
<i>Bromus catharticus</i>	8,4	88
<i>Dactylis glomerata (Lucifer)</i>	8,2	86
<i>Lolium sp</i>	7,0	73
<i>Festuca arundinacea (Clarine)</i>	5,7	60

es graminées
surragères

Zinc

Seule la fétuque *Clarine* présente une teneur zincique nettement inférieure à celle des autres graminées. Il faut signaler que les épillets de *B. catharticus* sont nettement plus riches en zinc que les tiges et les feuilles.

Cette faible teneur de *Clarine* n'est pas systématique. Elle n'apparaît significativement inférieure (niveau $\alpha = 0,001$) qu'une coupe sur cinq. A l'inverse *Tétrone* et *Una* se détachent nettement des autres graminées mais seulement une coupe sur cinq.

	Zn p.p.m. de M.S.	Indice
BESOINS DES FORTES LAITIÈRES	<u>50</u>	
<i>Bromus catharticus</i> (<i>Bellegarde</i>)	25,5	100
<i>Dactylis glomerata</i> (<i>Lucifer</i>)	24,6	98
<i>Lolium</i> sp	24,0	94
<i>Bromus carinatus</i> (<i>Deborah</i>)	21,9	86
<i>Festuca arundinacea</i> (<i>Clarine</i>)	17,2	67

Calcium

Le *B. carinatus Deborah* qui a presque toujours été récolté à un stade feuillu est le plus riche en calcium et l'on remarquera que tous les bromes sont très bien pourvus en cet élément (différences hautement à très hautement significatives).

	Ca ‰ de M.S.	Indice
BESOINS DES FORTES LAITIÈRES	<u>7,20</u>	
<i>Bromus carinatus</i> (<i>Deborah</i>)	6,45	100
<i>Bromus sitchensis</i> et <i>catharticus</i>	5,57 à 6,34	86 à 98
<i>Festuca pratensis</i>]		
<i>Lolium perenne</i>]	6,10	95
<i>Lolium multiflorum</i>	5,5	85
<i>Dactylis glomerata</i> (<i>Lucifer</i>)	4,74	74
<i>Festuca arundinacea</i> (<i>Clarine</i>)	4,51	70

Teneurs en
éléments minéraux

La fétuque *Clarine* et le dactyle *Lucifer* sont les moins riches de toutes les espèces étudiées.

Phosphore

Les différences inter-génériques sont faibles. Seul le genre *Lolium* apparaît parfois moins bien pourvu. Nous avons signalé antérieurement (2) que la fléole se classait parmi les graminées les moins riches en phosphore. On notera que le brome *Deborah* est encore le plus riche, résultat à rapprocher de son exploitation au stade feuillu.

	P ‰ de M.S.	Indice
BESOINS DES FORTES LAITIÈRES	<u>4,20</u>	
<i>Bromus carinatus</i> (<i>Deborah</i>)	3,70	100
<i>Bromes</i> (<i>Bellegarde, Lubro, Luval</i>)	3,60	97
<i>Festuca arundinacea</i> (<i>Clarine</i>)	3,45	93
<i>Lolium sp</i> , <i>Dactylis sp</i>	3,35	90
<i>Bromus catharticus</i>	3,25	88

COMPARAISONS INTERSPÉCIFIQUES ENTRE ESPÈCES D'UN MÊME GENRE

Nous pouvons examiner différentes espèces des genres *Lolium*, *Bromus* et *Festuca* grâce aux indices des teneurs moyennes.

Genre *Lolium*

Des comparaisons assez nombreuses portent sur *L. perenne* (surtout *Vigor*) et *L. multiflorum* (*Tiara* et *Tétrone*). Voici le résumé des indices de leurs teneurs en minéraux :

les graminées
outragères

	P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Zn	Cu
<i>L. perenne</i>	100	100	100	100	70	100	100	100
<i>L. multiflorum</i>	100	92	87	50	100	72	100	100

Le ray-grass anglais présente ainsi une composition cationique plus favorable que celle du ray-grass d'Italie car il est plus riche en Ca, Mg, Na, Mn, mais moins riche en K.

Genre Bromus

Ces comparaisons sont uniquement basées sur l'essai des 10 graminées fourragères (1979-1982) dont 5 bromes.

	P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Zn	Cu
<i>B. catharticus</i>	94	92	91	100	80	100	100	88
<i>B. sitchensis</i>	96	97	86	12	92	79	93	100
<i>B. carinatus</i>	100	100	100	14	100	92	91	96

Le facteur génétique est si important pour Na, que le *B. catharticus* même épié est 7 à 10 fois plus riche que les autres bromes. Les *B. carinatus*, récoltés à un stade feuillu, sont les plus riches en P, Ca, Mg, K. Le *B. catharticus*, récolté avec une forte proportion de tiges, est généralement le moins riche en P, Ca, Cu, K.

Les épillets, très riches en Zn, expliquent la teneur élevée des plantes entières de *B. catharticus* comme nous l'avons déjà fait remarquer.

Genre Festuca

6 Nous avons comparé (2) les fétuques élevées *Manade* et *S 170* aux fétuques des prés *Naiade* et *Sequana* :

Teneurs en
éléments minéraux

	P	Ca	Mg	Na	K
F. arundinacea	72	80	100	100	80
F. pratensis	100	100	75	50	100

La fétuque élevée a une composition cationique favorable pour Mg et Na alors que la fétuque des prés a des teneurs en P et Ca plus favorables. Ces résultats sont, en tous points, confirmés par TOUSSAINT B. et LAMBERT J. qui ont comparé 11 variétés de fétuque des prés et 2 variétés de fétuque élevée (12), 1973.

COMPARAISONS INTERVARIÉTALES

Nous n'avons pas effectué systématiquement des essais comparatifs de cultivars d'une même espèce mais nous disposons cependant de résultats intéressants sur dactyle pour le sodium et sur ray-grass d'Italie et bromes pour divers éléments.

Dactylis glomerata

Le cultivar *Ariès* du groupe très précoce, mais aujourd'hui retiré du catalogue, est une graminée pauvre en sodium alors que les cultivars *Germinal*, *Floréal*, *Prairial*, *Lucifer* sont du groupe riche en sodium.

	Premier pâturage de l'année	Dernier pâturage de l'année
Dactyle <i>Ariès</i>	0,4 ‰ Na	2,0 ‰ Na
Autres cultivars	2,5	7,7 "

Lolium multiflorum

Un essai comparatif de trois variétés non alternatives portant sur 5 exploitations au stade pâture au cours de l'année 1969 a permis de relier la productivité à la composition minérale. Il s'agissait de *Rina* (diploïde), 27

variété témoin à l'époque, et de deux nouvelles variétés : *Tiara* (diploïde) et *Tétrone* (tétraploïde). Le tableau ci-dessous donne le tonnage de matière sèche produit, la teneur en matière sèche du fourrage vert et les indices moyens des teneurs en minéraux :

	t MS/ha	% MS	P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Cu
<i>Rina</i>	10,04	16,0	100	100	100	59	87	100	100
<i>Tiara</i>	12,03	15,6	86	83	95	100	93	77	92
<i>Tétrone</i>	11,71	14,7	79	77	88	76	100	93	94

Tétrone et *Tiara* ont donc produit 20 % de matière sèche de plus que *Rina* mais cette matière sèche est notablement moins riche en P, Ca, Mg ainsi qu'en Mn et Cu. Cet essai comportait 4 doses d'azote pour chaque variété et deux répétitions. L'analyse statistique effectuée pour la dose 50 N après chaque exploitation, soit 10 récoltes et 10 analyses pour l'année et par variété donne les teneurs minérales de *Rina* significativement plus élevées :

- pour P aux deux premières coupes,
- pour Ca à 3 coupes sur les 5,
- pour Mg à la 4^e coupe,
- pour Mn à la 5^e coupe,
- pour Cu à la 1^{re} coupe (limite de la signification).

Lors d'une comparaison de 10 variétés diploïdes et de 4 variétés tétraploïdes, LAMBERT J., MATERNE M. et DENUDT G., 1971 (13) confirment ces résultats pour le phosphore et écrivent : « les variétés tétraploïdes ont une légère tendance à contenir moins de phosphore, la variété *Rina* se signale par des teneurs élevées ».

Des différences sensibles et significatives de teneurs en magnésium entre cultivars de *Lolium perenne* ont été mises en évidence par divers auteurs (14) (15) (16).

Teneurs en
éléments minéraux

Bromus

Le tableau ci-dessous permet de comparer les deux cultivars de chacune des deux espèces de bromes expérimentées.

	P	Ca	Mg	Ne	K	Mn	Zn	Cu
<i>B. sitchensis Una</i>	92	90	82	10	88	73	88	100
<i>B. sitchensis Lubro</i>	97	98	87	15	90	76	90	100
<i>B. carinatus Luval</i>	97	93	95	16	100	87	88	94
<i>B. carinatus Deborah</i>	100	100	100	12	94	87	86	98
<i>B. catharticus pour mémoire</i>	97	91	91	100	77	100	100	90

On constate ainsi des différences de teneurs minérales en faveur de *Lubro* par rapport à *Una* et en faveur de *Deborah* par rapport à *Luval*.

Ces différences sont significatives (test de Wilcoxon) :

- dans le 1^{er} cas, en 1980 pour Ca,
en 1981 pour P et Ca,
en 1982 pour Mg.
- dans le 2^e cas en 1981 pour Ca,
et en 1982 pour Mg.

CONCLUSIONS

La connaissance de la teneur de la matière sèche d'un fourrage en un élément minéral donné est indispensable à la mise en œuvre de la méthode de la « complémentation minérale » qui a fait ses preuves pour la vache laitière en particulier.

Le tableau I ci-dessous donne les valeurs minérales de fourrages récoltés en Finistère alors que la colonne de droite rappelle les recommandations zootechniques pour les plus fortes laitières. On remarquera que l'ensilage

TABLEAU I
TENEURS MINÉRALES DE PLANTES FOURRAGÈRES
RÉCOLTÉES EN FINISTÈRE EN COMPARAISON DES BESOINS
DES VACHES LAITIÈRES LES PLUS PRODUCTIVES

	Maïs ensilage	Foins de graminées	RGI Stade pâture	RGA Stade pâture	Trèfle blanc	Besoins des fortes laitières
Phosphore (P) ‰	2,2	2,5	<u>3 à 4</u>	<u>3 à 4</u>	3 à 4	<u>4,2</u>
Calcium (Ca) ‰	2,2	5,0	<u>5,5</u>	<u>6,0</u>	13,5	<u>7,2</u>
Magnésium (Mg) ‰	1,3	1,4	<u>1,75</u>	<u>2,0</u>	2,5	<u>1,5</u>
Sodium (Na) ‰	0,25	2,0	<u>1,2</u>	<u>2,8</u>	1,3	<u>1,5</u>
Soufre (S) ‰	1,1	2,0	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>	2,5	<u>1,5</u>
Manganèse (Mn) p.p.m.	35	85	<u>65</u>	<u>90</u>	65	<u>50</u>
Zinc (Zn) "	25	20	<u>32</u>	<u>32</u>	30	<u>50</u>
Cuivre (Cu) "	4,5	4,5	<u>8</u>	<u>7,5</u>	9	<u>10</u>
Cobalt (Co) "	0,02	0,10	<u>0,07</u>	<u>0,07</u>	-	<u>0,1</u>
Sélénium (Se) "	0,03	0,03	<u>0,05</u>	<u>0,07</u>	-	<u>0,1</u>

de maïs, plante-entière, fournit un fourrage très faiblement pourvu en tous éléments et donc très insuffisant eu égard aux besoins. Les foins de graminées sont, dans l'ensemble, mieux pourvus et le trèfle blanc n'améliore que la fourniture de calcium et de magnésium comparativement aux graminées.

Le ray-grass d'Italie fournit des pâtures qui sont en moyenne :

- très inférieures aux besoins pour Se et Zn,
- inférieures aux besoins pour Ca, Na, Co, Cu ainsi qu'en P surtout au cours des étés secs,
- suffisantes pour Mg et Mn.

Ces moyennes traduites en pourcentage d'échantillons donnent les chiffres suivants :

Teneurs en éléments minéraux

Se et Zn	95 %	d'échantillons inférieurs aux besoins,
Ca	85 %	d'échantillons inférieurs aux besoins,
P et Co	80 %	d'échantillons inférieurs aux besoins,
Na et Cu	75 %	d'échantillons inférieurs aux besoins,
Mn	30 %	d'échantillons inférieurs aux besoins,
Mg	14 %	d'échantillons inférieurs aux besoins,

Ces pourcentages sont issus d'une enquête finistérienne portant sur 40 ou 50 parcelles, chaque année, pendant 6 années consécutives.

Il s'agit des 2^{èmes} pâturages de semis de printemps alors que les pourcentages déduits des 1^{ers} pâturages seraient encore plus défavorables surtout pour Mg et Mn. Le ray-grass anglais fournit des herbes dont les teneurs minérales sont plus favorables pour Ca, Mg, Na.

Nos analyses comparatives, comme divers auteurs l'ont déjà observé (17) (18), confirment l'existence de facteurs génétiques conditionnant l'absorption et le transfert des ions minéraux vers les parties aériennes des graminées fourragères. Les possibilités d'amélioration génétique existent donc réellement soit par croisements intergénériques soit par croisements interspécifiques ou encore par la recherche de nouveaux cultivars.

Un programme de recherche en ce sens supposerait la poursuite d'analyses comparatives de cultivars différents récoltés sur des sols variés mais l'utilisation d'échantillons déjà préparés pour d'autres buts permettrait d'acquérir facilement de nouvelles références.

Au vu de nos résultats, la marge d'amélioration génétique paraît très importante pour le sodium et le manganèse, sensible pour le magnésium, le cuivre, le zinc, le calcium mais limitée pour le phosphore.

M. COPPENET et J.C. SIMON *,
Station d'Agronomie, I.N.R.A. Quimper (Finistère).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) COPPENET M. et CALVEZ J. (1962) : « Variations de la composition minérale de dix variétés de graminées fourragères au cours d'une année d'exploitation au rythme pâture », *Ann. Agron.*, 13, (3), 203-219.
- 2) COPPENET M. (1964) : « Sur les variations de la composition minérale des graminées fourragères exploitées en régime de pâturage », *C.R. Acad. Agr.*, 50, 330-344.
- 3) SIMON J.C., LE CORRE L. et COPPENET M. (1983) : « Essai comparatif de dix graminées fourragères dont six cultivars de brome dans le Finistère. Production, valeur alimentaire, composition minérale », *Fourrages*, 93, 85-108.
- 4) Station d'agronomie I.N.R.A. Quimper (1983) : *Enquête ray-grass anglais. Moyennes des années 1980, 1981, 1982*, document interne.
- 5) Publication I.N.R.A. (1984) : *Fertilisation phosphatée - Essais de longue durée* (sous presse).
- 6) COPPENET M. (1973) : « Fertilisation intensive et qualité des fourrages bretons », *B.T.I.*, 281, 583-591.
- 7) COPPENET M. (1979) : « Effets de la fertilisation sur la composition minérale des fourrages », *Motorisation et technique agricole*, N° de novembre 1979, 62-64.
- 8) COPPENET M. et Mme PERIGAUD S. (1974) : « Possibilités d'enrichissement en oligo-éléments du maïs et des fourrages sur pied : apports au sol et pulvérisations foliaires », 7^{èmes} *Journées d'information du Grenier de Theix*, 98-111.
- 9) I.N.R.A. (1978) : *Alimentation des ruminants*, 1 vol., 597 p., chapitres aux pages 143 et 345.
- 10) GUEGUEN L. et BOUCHET J.P. (1983) : « Alimentation des ruminants : Quoi de neuf sur le phosphore ? », *L'élevage bovin*, N° 131, 10-15.
- 11) KERGUELEN M. (1960) : « Aspects des variations de la composition de quelques fourrages en fonction des espèces, des stades de végétation, des conditions de sol et de fertilisation », *Ann. Amél. Plantes*, N° 2, 177-236.
- 12) TOUSSAINT B. et LAMBERT J. (1973) : *Étude comparative de 13 variétés de fétuque semées en culture pure*, Louvain, Communication N° 6.
- 13) LAMBERT J., MATERNE M. et DENUDT G., (1971) : *Étude comparative de 14 variétés de ray-grass d'Italie semées en culture pure*, Laboratoire d'écologie des prairies, Faculté des sciences agronomiques de Louvain (Belgique), Communication N° 1.

*Teneurs en
éléments minéraux*

- 14) TOUSSAINT B. et LAMBERT J. (1972) : *Étude comparative de 19 variétés de ray-grass anglais semées en culture pure*, Louvain, Communication N° 3.
- 15) WALKER W.M. et GRAFFIS D.W. (1979) : « Grass species and cultivar differences in magnesium concentration », *Soil Science and Plant Analysis*, 10, (9), 1239-1248.
- 16) HARVEY B.M.R., KENNEDY J.T. et FAULKNER J.S. (1981) : « Varietal differences in content of magnesium and other minerals in herbage of *Lolium perenne* », *Record of Agricultural Research*, 29, 67-75.
- 17) VOSE P.B. (1963) : « Varietal differences in plant nutrition », *Herbage abstracts*, 33, N° 1, 1-13.
- 18) HILL R.R. et GUSS S.B. (1976) : « Genetic variability for mineral concentration in plants, related to mineral requirements of cattle », *Crop Science*, 16, N° 5, 680-685.