

## *SUR LA TENEUR EN AZOTE NITRIQUE DU RAY-GRASS D'ITALIE AU STADE DU PÂTURAGE*

### **I. — INTRODUCTION**

**E**N BRETAGNE, L'INTENSIFICATION FOURRAGÈRE, RÉALISÉE DANS LE BUT DE FOURNIR DE L'HERBE AUX BOVINS ET NOTAMMENT AUX VACHES LAITIÈRES, A conduit au développement des cultures pures de ray-grass d'Italie. Les impératifs de productivité, de vitesse de pousse et de repousse nécessitent l'emploi des engrais azotés minéraux au moment des semis et après chaque passage des animaux. Les déjections bovines et porcines sont également souvent utilisées sous forme de lisier avant les semis. L'herbe, pâturée très jeune, est alors très riche en matières azotées totales (M.A.T. = azote kjeldahl  $\times$  6,25) et parfois en azote nitrique.

Lors de précédentes recherches nous avons noté que, pour une même parcelle de ray-grass d'Italie pâturée plusieurs fois au cours d'une même année et recevant la même dose d'azote après chaque pâturage, les teneurs les plus élevées en nitrates sont rencontrées à l'automne, en octobre et en novembre (COPPENET, 1973).

*par Mlle E. Moré,  
M. Coppenet,  
L. Le Corre  
et Mme P. Scomarnec.*

Lorsque le taux d'azote nitrique dépasse 4 p. 1000/M.S. on peut observer des troubles sanitaires chez les animaux, mais il est difficile de fixer un seuil précis de même qu'une dose léthale 50 (MEISSONNIER, MATHIEU et MAUPETIT, 1977). Les responsables du développement aux Pays-Bas nuancent la notion de seuil de toxicité en fonction du mode de distribution des fourrages de la façon suivante (citée par les auteurs précédents) :

- teneur inférieure à 2,5 ou 3,5 p. 1000, distribution à volonté,
- teneur comprise entre 3,5 et 7 p. 1000, distribution rationnée en trois repas par jour au moins,
- teneur supérieure à 7 p. 1000, suppression de la ration.

Dans le but d'apprécier si certaines parcelles peuvent produire une herbe trop riche en nitrates et a priori dangereuse pour les ruminants, nous avons effectué des séries de dosages au cours de six années consécutives sur des prélèvements en provenance de parcelles situées chez les éleveurs eux-mêmes au moment du pâturage des vaches laitières.

Au cours de cette étude nous avons pris, un peu arbitrairement, le seuil de 5 p. 1000 d'azote nitrique par rapport à la matière sèche du ray-grass mais sachant que certains vétérinaires le considèrent comme élevé.

## II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le présent travail a porté uniquement sur les ray-grass d'Italie dits « de printemps », c'est-à-dire semés courant mars et avril, selon les conditions climatiques, pour être pâturés une première fois en juin (du 10 au 30) et une deuxième fois en juillet (du 15 au 30). Chaque année, une cinquantaine de parcelles, réparties dans tout le département du Finistère, sont choisies pour les prélèvements d'herbe par les techniciens du Service d'Utilité Agricole et de Développement de la Chambre d'Agriculture (COPPENET M., GOLVEN J., 1979).

Un échantillon est constitué par une dizaine de poignées (environ 1 kg de poids frais) coupées au hasard dans la surface correspondant au pâturage d'une journée du troupeau, le système du pâturage rationné à l'aide d'un fil électrique étant le plus généralement utilisé. En 1977, un autre mode de prélèvement a été également adopté, à savoir un seul échantillon par parcelle dans un cercle de 1 m de diamètre dans le but d'établir les corrélations entre teneur du sol et teneur de la plante pour divers minéraux. Les deux séries d'analyses ont donné des résultats très voisins. En 1975 et 1980, des renseignements indispensables à l'interprétation ne nous sont pas parvenus, ce qui explique le petit nombre d'échantillons analysés (tableau II).

Les variétés de ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum Lam.*) rencontrées sont presque uniquement les deux suivantes : Tiara, non alternatif diploïde et Tétrone, non alternatif tétraploïde.

Le département du Finistère comporte 460.000 ha de Surface Agricole Utilisée. Les sols sont formés sur des roches pauvres en bases comme les granites et les schistes mais les chaulages ont porté les pH aux environs de 6,0. Par ailleurs, ces sols peu argileux sont riches en matière organique (5 à 6 p. 100), très enrichis en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> extrait par l'acide citrique à 2 p. 100 (moyenne 0,48 p. 1000 par la méthode Dyer-Demolon), riches en K<sub>2</sub>O échangeable (moyenne 0,31 p. 1000), riches en MgO échangeable (moyenne 0,17 p. 1000). Le climat est de caractère atlantique très accusé avec des différences entre zones côtières et zones intérieures : la pluviométrie atteint annuellement 800 à 1000 mm en zone côtière, 1300 à 1500 mm sur le relief où l'altitude ne dépasse guère 300 m. La température moyenne annuelle est de 11,4 °C à Quimper.

### Modalités d'apport des fumures azotées

— *Avant et au moment des semis* : nous avons vu que les semis se font surtout en mars-avril ; les lisiers sont alors épandus quelques jours avant le labour qui précède le semis. Dans certains cas, et notamment si la dose est élevée, l'épandage du lisier est fait en deux fois, la première pouvant précéder le semis de un à deux mois. Il s'agit de *lisiers de porcs ou de bovins* qui n'ont pu être tous analysés mais nous estimons leur richesse

en azote total à 4 p. 1000 dont la moitié est sous forme ammoniacale dans le cas des bovins, les deux tiers dans le cas des porcins. Cette teneur en azote est celle que nous supposons être rendue au sol malgré la méconnaissance des pertes d'azote ammoniacal susceptibles de se produire au cours des opérations d'épandage.

Les doses d'épandage vont de 30 à 50 m<sup>3</sup>/ha en général mais les plus élevées atteignent 100 m<sup>3</sup>/ha, d'où des apports azotés de l'ordre de 400 unités/ha dont on connaît en fait assez mal le devenir.

Au moment du semis, des apports de nitrate d'ammonium (ammonitrate à 33 p. 100 d'azote) peuvent encore être faits pour des doses comprises entre 50 et 80 unités/ha.

— *Après le premier pâturage*, les éleveurs épandent, en général, 50 à 70 kg N/ha sous forme d'ammonitrate trois ou quatre jours après le passage des animaux. Dans de très rares cas, il est fait un épandage de lisier.

### **Caractéristiques analytiques des plantes pâturées**

Les teneurs moyennes annuelles des ray-grass d'Italie, au moment des pâturages, pour les Matières Azotées Totales, les nitrates, la cellulose brute (méthode de Weende) caractérisent bien des graminées à des stades physiologiques très jeunes. Par ailleurs, nous possédons également des analyses assez complètes pour les minéraux principaux et les oligoéléments. Ces teneurs ne sont pas toujours mises à la portée des zootechniciens en nombre suffisant, c'est pourquoi nous en profitons pour les donner dans le tableau I.

On peut constater que ces ray-grass, pourtant cultivés sur des sols très riches en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable, ont des contenus en phosphore pour la plupart inférieurs aux besoins des fortes laitières. Les teneurs en Ca, Na, Cu, Co, Zn, Se sont également inférieures à ces besoins. A des stades physiologiques plus avancés (ensilage, foin) ces teneurs vont, naturellement, encore diminuer comme nous l'avons vérifié.

**TABLEAU I**  
**COMPOSITION DU RAY-GRASS D'ITALIE AU STADE DU PÂTURAGE :**  
**FOURCHETTES DES TENEURS MOYENNES ANNUELLES**  
**(1975 ET 1980)**

		1er pâturage	2ème pâturage
M.S.	p. 100	12,5 - 15	13 - 16
Cellulose	p. 100	18,5 - 21	21 - 23
M.A.T.	p. 1 000	205 - 220	210 - 230
N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	p. 1 000	1,5 - 2,15	1,75 - 2,3
P	p. 1 000	2,85 - 3,8	2,7 - 3,9
Ca	p. 1 000	4,7 - 5,65	5,2 - 6,8
Mg	p. 1 000	1,6 - 1,8	1,7 - 1,9
Na	p. 1 000	0,8 - 1,5	0,7 - 1,9
K	p. 1 000	48,3 - 55,1	49,6 - 52,5
S	p. 1 000	2,6 - 3,1	3,1 - 3,6
Cu	p.p.m.	7,5 - 8,9	7,2 - 8,8
Co	p.p.m.	0,06 - 0,08	0,07 - 0,08
Zn	p.p.m.	21 - 32,5	29,1 - 39,1
Se	p.p.m.	0,04 - 0,06	0,05 - 0,07
Mn	p.p.m.	21 - 66	66,9 - 76,0
Mo	p.p.m.	0,5 - 1,1	0,7 - 0,9

### **Le dosage des nitrates**

Après extraction par une solution de sulfate de cuivre à 1 p. 100, les nitrates sont dosés selon la méthode de Vielemeyer et Seyfarth (1965) dont le principe est le suivant : en présence d'acide sulfurique, les nitrates se combinent au diméthyl — 2,4 phénol (xylénol) pour former des nitroxylénols ; distillés et recueillis dans une solution de soude, les nitroxylénols donnent des colorations jaunes dont l'intensité est mesurée au spectrocolumètre.

## **III. — RÉSULTATS**

### **A. — Premier pâturage**

Sur les 229 échantillons du premier pâturage, nous avons effectué le dosage des matières azotées totales, de l'azote nitrique et nous avons déterminé la corrélation existant entre ces deux valeurs. En calculant les coefficients de corrélation partielle, nous avons cherché à mesurer l'influence la teneur en nitrates, de la fertilisation azotée d'une part, de l'intervalle de temps entre le semis et le pâturage d'autre part. Les teneurs moyennes et les coefficients de corrélation, pour chaque année et pour les six années réunies, sont donnés dans les tableaux II et II bis.

Pour l'ensemble des six années, la teneur en azote nitrique, qui varie de 0 à 9,9 p. 1000, atteint la valeur de 5 p. 1000 dans 12 p. 100 des cas ; ce pourcentage varie de 8 à 14 selon les années. Six échantillons seulement présentent une teneur supérieure à 7 p. 1000.

La teneur en matières azotées totales, 214 p. 1000 en moyenne, a comme extrêmes 115 p. 1000 et 383 p. 1000.

La liaison entre Matière Azotée Totale et azote nitrique ( $\text{NO}_3$ ) s'exprime, pour l'ensemble des résultats, par l'équation de régression linéaire :

54  $y = 0,035 x - 5,4$  avec  $r = 0,77^{***}$  (figure 1).

*Azote nitrique dans le  
ray-grass d'Italie*

**TABLEAU II**  
**TENEURS EN AZOTE NITRIQUE DU RAY-GRASS D'ITALIE**  
**AU 1<sup>er</sup> PÂTURAGE. — CORRÉLATION AVEC LA MATIÈRE**  
**AZOTÉE TOTALE**

Années	Nombre d'échantillons	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / M.S. p. 1000			Pourcentage d'échantillons $\geq$ 5 p.1000	M.A.T./MS p. 1000		Coefficients de corrélation N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , MAT
		moyenne	extrêmes	écart-type		moyenne	extrêmes	
1975	27	1,55	0 - 7,1	1,88	8	223	151-325	0,63 (1)
1976	48	1,91	0 - 6,8	1,78	12	219	141-312	0,68 (1)
1977	32	1,67	0 - 6,7	1,88	8	205	131-301	0,69 (1)
1978	51	1,83	0 - 9,6	2,53	14	209	115-383	0,87 (1)
1979	42	2,15	0 - 9,9	2,44	13	209	141-314	0,80 (1)
1980	29	1,48	0 - 6,0	1,76	12	210	147-300	0,82 (1)
TOTAL	229	1,93	0 - 9,9	2,12	12	214	115-383	0,77 (1)

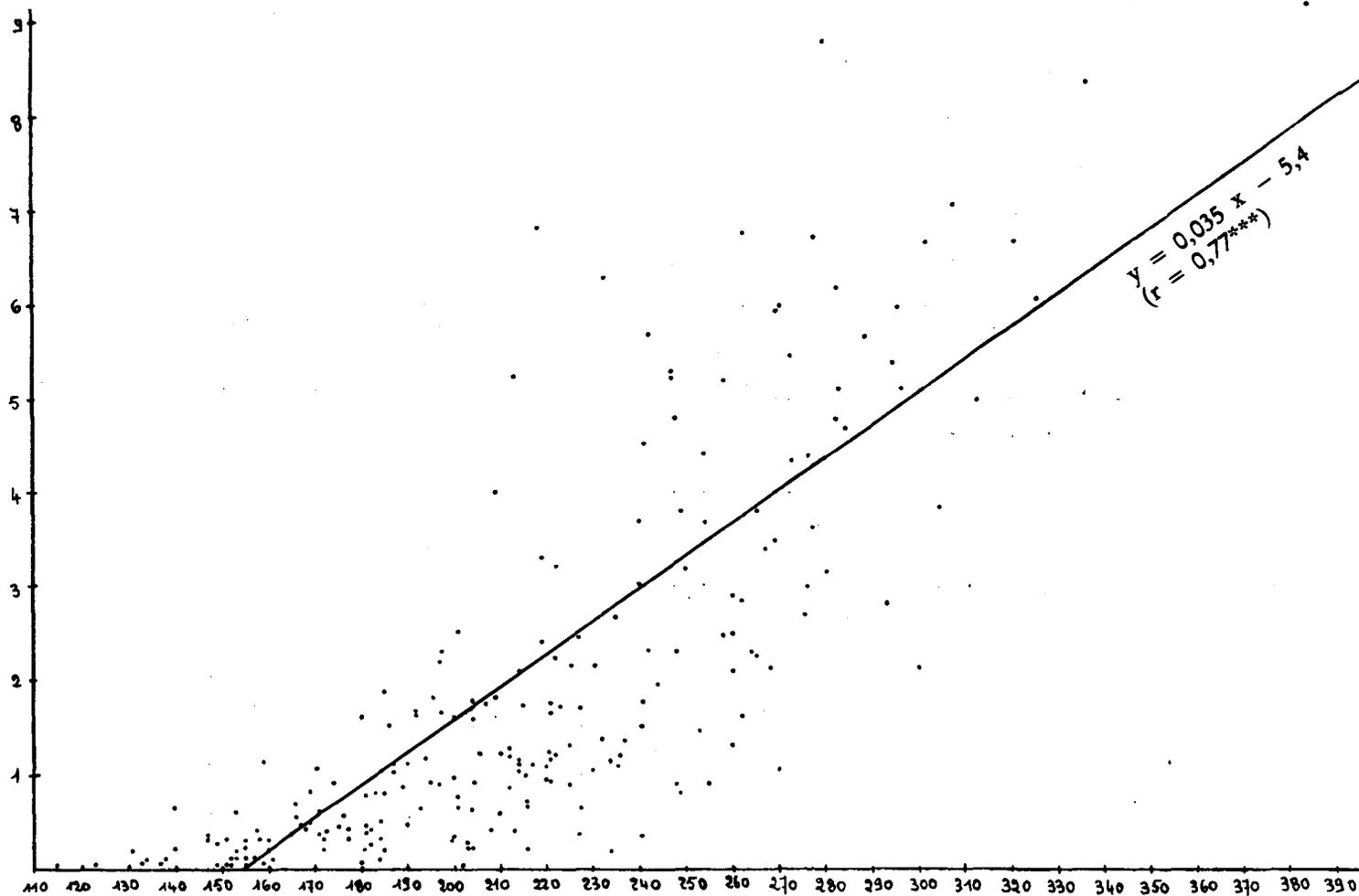
(1) significatif au seuil de probabilité P = 0,001

**TABLEAU II BIS**  
**TENEURS EN AZOTE NITRIQUE**  
**DU RAY-GRASS D'ITALIE AU 1<sup>er</sup> PÂTURAGE. —**  
**CORRÉLATION AVEC LA FERTILISATION AZOTÉE**  
**ET L'INTERVALLE SEMIS-PÂTURAGE**

Années	Nombre d'échantillons	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> moyenne/MS p. 1000	Fertilisation azotée moyenne kg N/ha	Intervalle semis-pâturage moyenne(jours)	Coefficient de corrélation partielle	
					N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , fertilisation azotée	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , intervalle semis-pâturage
1975	27	1,55	200	73	0,29	- 0,28
1976	48	1,91	165	85	0,30 (1)	- 0,26
1977	32	1,67	180	83	0,48 (2)	- 0,51 (2)
1978	51	1,83	185	75	0,39 (2)	- 0,53 (3)
1979	42	2,15	200	77	0,31 (1)	- 0,33 (1)
1980	29	1,48	160	77	0,20	- 0,17
TOTAL	229	1,93	185	79	0,30 (3)	- 0,34 (3)

(1) significatif au seuil de probabilité P = 0,05  
(2) significatif au seuil de probabilité P = 0,01  
(3) significatif au seuil de probabilité P = 0,001

FIGURE 1  
CORRÉLATION ENTRE LA TENEUR EN AZOTE NITRIQUE  
ET LA TENEUR EN MATIÈRES AZOTÉES TOTALES DU RAY-GRASS



Il s'agit du meilleur ajustement possible, la fonction puissance ne donne qu'un  $r$  égal à 0,54 et la fonction hyperbolique  $r = 0,69$ .

Pour chaque année analysée séparément, le coefficient de corrélation linéaire est également significatif au seuil de probabilité  $P = 0,001$ . On peut donc prévoir la présence probable de nitrates en quantité notable par la seule connaissance de la teneur en matières azotées totales.

#### **Influence de la fertilisation azotée**

La fertilisation azotée, 185 kg N/ha en moyenne, varie, selon les élevages, de 50 à 400 kg N/ha (lisier + ammonitrate).

La corrélation entre la teneur en nitrates et la fertilisation azotée est significative quatre années sur six (elle n'est pas significative les deux années pour lesquelles le nombre d'échantillons est inférieur à 30). Étant donné le nombre élevé d'échantillons, la corrélation est significative au seuil de probabilité  $P = 0,001$  pour l'ensemble des six années bien que le coefficient  $r$  ne soit que de 0,30.

#### **Influence de l'intervalle semis-pâturage**

La corrélation entre la teneur en nitrates et le temps écoulé entre le semis et le pâturage est significative trois années sur six seulement, mais pour l'ensemble des six années, elle est significative au seuil de probabilité  $P = 0,001$ .

Afin de mettre en évidence l'influence respective de ces deux facteurs cultureux (fertilisation azotée et intervalle semis-pâturage), nous avons divisé l'ensemble des échantillons en trois groupes en fonction de la date de semis : semis effectués avant le 1<sup>er</sup> avril, du 1<sup>er</sup> au 15 avril, après le 15 avril, et, à l'intérieur de chacun de ces groupes, nous avons classé les échantillons en fonction de la fertilisation azotée : apports d'azote inférieurs à 100 kg/ha, compris entre 100 et 200 kg/ha, supérieurs à 200 kg/ha (tableau III).

l'intérieur de ce territoire, les différences climatiques sont modérées pour la période de l'étude, de mars à juillet, et les sols ont des propriétés physiques et chimiques assez comparables.

Malgré des stades physiologiques de récolte variables et sous réserve d'un minimum de 30 échantillons par année, cette façon d'opérer nous a cependant permis d'établir des corrélations significatives entre *date de semis*, *teneur en Matières Azotées Totales* et *teneur en azote nitrique* ainsi qu'entre *apport d'azote au semis* (ammonitrate + lisier) et *teneur en azote nitrique* (N—NO<sub>3</sub>).

Si la fertilisation azotée dépasse 200 kg/ha, les semis de ray-grass d'Italie effectués avant le 1<sup>er</sup> avril produisent des plantes dont 11,5 p. 100 des parcelles contiennent plus de 5 g de N-NO<sub>3</sub>/kg de M.S. alors que les semis effectués après le 15 avril produisent des plantes dont 46 p. 100 des parcelles contiennent plus de 5 g de N-NO<sub>3</sub>/kg de M.S.

Les dangers les plus grands de troubles sanitaires chez les ruminants dus aux excès de nitrates sont donc à craindre pour les semis de fin avril-début mai pâturés fin juin. Ces dangers seront d'autant plus grands que les parcelles auront reçu plus de 200 kg/ha d'azote au moment des semis. Dans le cas des semis précoces du mois de mars, le fourrage produit a beaucoup moins de chance de contenir une teneur élevée en nitrates.

La corrélation entre teneur en M.A.T. et teneur en azote nitrique nous indique que c'est au-delà de 29,5 p. 100 de M.A.T. que les risques de teneur supérieure à 5 g de N-NO<sub>3</sub>/kg existent.

Malgré ces proportions d'échantillons d'herbe riches en nitrate, nous ne possédons pas d'informations signalant des troubles sur le bétail.

Il faut noter aussi qu'une parcelle produisant une herbe riche en nitrates au premier pâturage a des chances de produire une herbe également riche en nitrates au deuxième pâturage. Les fortes fumures azotées appliquées au moment du semis ont des répercussions jusqu'au deuxième pâturage ; enfin, certaines parcelles de terre possèdent un bon pouvoir de nitrification qui se manifeste tout au long de l'année.

Des analyses effectuées en 1980 et 1981 nous indiquent que le ray-grass anglais, qui est pâturé très souvent et parfois toutes les trois semaines, est plus riche en Matières Azotées Totales que les ray-grass d'Italie étudiés ici, mais moins riche en nitrates, ce qui paraît très intéressant.

Mlle E. MORÉ, M. M. COPPENET,  
M. L. LE CORRE, Mme P. SCOUARNEC,

*I.N.R.A., Agronomie, Quimper  
(Finistère).*

#### *RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

- COPPENET M. (1973) : « Fertilisation intensive et qualité des fourrages bretons », *Bull. tech. inf.*, 281, 583-591.
- COPPENET M. et GOLVEN J. (1979) : « Premiers résultats de l'enquête « Lisier-sol-plante » en cours dans le Finistère », Colloque international du C.E.N.E.C.A., *cabiers du C.E.N.E.C.A., C.I.*, 79, N- 3218.
- MEISSONIER E., MATHIEU J. et MAUPETIT P. (1977) : « Les nitrates dans l'alimentation des ruminants », *Perspectives agricoles*, 10, 62-74.
- VIELEMEYER H. et SEYFARTH P. (1965) : « Contribution to nitrate determination in plants, and some preliminary results », *Albrecht. Thaer. Arch.*, 9, 813-822.