

RÉSULTATS D'UN ESSAI DE FUMURE AZOTÉE SUR RAY-GRASS D'ITALIE

EN 1963-1964, UN ESSAI DE FUMURE AZOTÉE SUR RAY-GRASS D'ITALIE A ÉTÉ MIS EN PLACE À LA STATION AGRONOMIQUE DE LA HARPE, À RENNES, PAR LE S.P.I.E.A. (1).

Cet essai avait pour but d'étudier l'efficacité de doses croissantes d'azote apportées à trois dates : 0 - 50 - 100 - 150 unités par hectare à la fin de l'hiver, 0 - 50 - 100 - 150 unités après la 1^{re} coupe et 0 - 50 unités après la 2^e coupe.

Chaque dose apportée était combinée de manière factorielle avec les doses des autres apports, l'ensemble représentant trente-deux combinaisons, soit trente-deux traitements placés sur le terrain selon un dispositif factoriel : dose \times dose \times dose ($4 \times 4 \times 2$) en *confounding* avec une répétition de quatre sous-blocs de huit parcelles chacun.

Quatre coupes ont été effectuées (les trois premières au stade ensilage) et les rendements ont été mesurés en matière verte et en matière sèche (sur trois coupes pour la matière sèche, la quatrième ayant été pesée seulement en vert).

Un tel dispositif *factoriel* permet, dans une première étape, de mesurer l'action directe de chaque apport sur la coupe qui suit immédiatement, les

arrière-actions de cet apport sur les autres coupes ainsi que les *interactions*. Dans une deuxième étape, en faisant pour chaque apport la somme de l'action directe et des arrière-actions, on mesure l'efficacité globale de chaque apport sur le total. Puisque nous avons trois épandages (à la fin de l'hiver et après les deux premières coupes) la dose totale apportée varie de 0 à 350 unités ce qui, dans une troisième étape, nous permet d'estimer l'efficacité des doses totales d'azote sur l'ensemble des coupes.

Une étude statistique a été faite sur chacune des coupes ainsi que sur le total pour les rendements en vert et en matière sèche : ce qui donne neuf tableaux d'analyse de la variance.

Les actions, arrière-actions, interactions et effets globaux ont été étudiés à l'aide des fonctions de production pour les deux premiers apports, puisque nous avons quatre doses permettant de tester l'ajustement à des droites ou à des paraboles ; et à l'aide de la productivité moyenne pour le 3^e apport qui n'avait que deux doses en comparaison. L'efficacité de la dose totale a aussi été testée à l'aide d'une fonction de production qui a permis de calculer, sous réserve de certaines conventions que nous définirons, la dose totale optimum (la plus rentable) pour la production de l'année.

Nous avons, au total, tracé quinze graphiques de fonctions de production représentant tous les effets partiels et globaux.

Cette étude serait donc trop vaste à présenter en détail, c'est pourquoi nous nous contenterons d'en donner un résumé dans lequel chaque affirmation se réfère à des tableaux de rendements (ci-après en annexes I et II) et aux tableaux d'analyse de la variance. De même, nous ne donnerons pas ici tous les graphiques correspondants mais seulement ceux qui présentent les effets globaux et certaines interactions particulièrement intéressantes.

Notre étude comprend donc les quatre parties suivantes :

- 1^o Etude des actions directes de chacun des trois apports.
- 2^o Etude des arrière-actions de chaque apport sur les coupes suivantes.
- 3^o Etude de l'action globale de chaque apport sur le total des coupes.
- 4^o Etude de l'action des doses totales d'azote sur le total des coupes.

Et ceci pour les rendements en vert et en matière sèche.

Dans ce qui suit, les *optimums économiques*, c'est-à-dire les doses qu'il est le plus rentable d'apporter chaque fois de même qu'en totalité, ont été calculés en admettant que 45 kg d'herbe verte et 8 kg de matière sèche suffisent à payer 1 unité d'azote et les frais incombant à son transport et à son

épandage. Nous donnons à titre d'indication, car nous ne possédons pas de données précises en ce domaine, un exemple de raisonnement à partir du prix du foin qui pourrait justifier les productivités limites en vert et en matière sèche que nous avons prises comme repères : si 1 kg de foin à 20 % d'humidité est vendu 15 centimes, il faut environ 10 kg de foin pour rentabiliser 1 unité d'azote. En partant de ce chiffre, et après les corrections d'humidité, nous trouvons des productivités limites de 45 kg de matière verte et de 8 kg de matière sèche environ. Par ailleurs, 8 kg de matière sèche à 0,75 U.F. par kilo et 45 kg de matière verte à 0,13 U.F. par kilo nous donnent une productivité limite de 6 U.F. par kilo d'azote, à rapprocher de celle de l'Orge que nous avons prise égale à 6 kg de grain. Or on admet que 1 kg d'Orge vaut 1 U.F.

Cet essai a toujours montré sur le terrain, en cours de végétation et au moment de chaque coupe, des *différences très visibles à l'œil entre les traitements*, mettant clairement en évidence l'effet des doses croissantes ainsi que les arrières-actions. Cependant, dès la 3^e coupe, les parcelles ont été envahies progressivement par le Trèfle, d'autant plus qu'elles avaient reçu moins d'azote, ce qui a pu masquer certaines arrières-actions.

ACTIONS DIRECTES DE L'AZOTE

1^o du 1^{er} apport.

A la 1^{re} coupe (17 avril au stade ensilage), l'efficacité de l'azote apporté à la fin de l'hiver est bonne, si l'on considère les rendements en vert. La dose optimum calculée est de 100 unités/ha. L'efficacité est plus faible sur les rendements en matière sèche, l'optimum se situant à 71 unités. Cette différence est à relier à l'abaissement de teneur en matière sèche du fourrage obtenu sur parcelles fortement fumées (par exemple ici, en 1^{re} coupe, nous avons en moyenne les teneurs suivantes : 17,9 % pour 0 unité d'azote, 15,4 % pour 50 unités, 15,5 % pour 100 unités et 14,9 % pour 150).

Les rendements moyens de cette 1^{re} coupe sont de 18 t/ha de fourrage vert et de 2,8 t/ha de matière sèche (*cf. annexes I et II, tableau n° 1 et voir graphiques n° I et II ci-dessous*).

2° du 2° apport.

A la 2° coupe (19 mai, au stade ensilage), l'efficacité de l'azote apporté après la 1^{re} coupe est bonne sur les rendements en vert, la dose optimum moyenne étant de 100 unités, identique à celle de la 1^{re} coupe. Mais cette efficacité est variable (interaction) et diminue de façon très nette avec les doses croissantes de fin d'hiver tout en restant bonne en moyenne, et du même ordre de grandeur qu'à la 1^{re} coupe comme nous venons de le voir (cf. graphique n° VI ci-dessous).

Il en est de même pour les rendements en matière sèche mais il faut noter ici que l'optimum moyen semble se situer à 50 unités et que l'interaction se manifeste par le fait que cet optimum n'est supérieur à 50 unités que lorsqu'on n'apporte pas d'azote à la fin de l'hiver. L'effet du 2° apport devient dépressif ou nul au-delà de 50 unités pour les doses fortes en fin d'hiver. L'écart entre les deux optimums s'explique ici de la même façon qu'en 1^{re} coupe, du fait d'une diminution encore plus nette de la teneur en M.S. (19,0 %, 17,4 %, 15,8 % et 15,3 % en moyenne).

Les rendements moyens en 2° coupe sont de 29 t/ha de vert et de 4,8 t/ha de matière sèche, donc sensiblement supérieurs à ceux de la 1^{re} coupe, bien que l'efficacité de l'azote soit légèrement moins bonne en fin de compte (cf. annexes I et II, tableau n° 2 et voir graphiques n° III et IV ci-dessous).

3° du 3° apport.

A la 3° coupe (10 juillet), l'efficacité de 0 à 50 unités d'azote apportées après la 2° coupe est très bonne sur les rendements en vert. La productivité moyenne est de 174 kg de fourrage vert par kg d'azote. Elle est indépendante des apports précédents, ce qui est intéressant à noter, mais sans doute est-ce dû au fait qu'avec 50 unités nous n'avons pas atteint l'optimum, les éléments de production n'étant pas les mêmes (nouvelles talles).

Sur les renseignements en matière sèche, cette productivité est encore meilleure en moyenne : 49 kg de matière sèche par kilo d'azote, mais elle est variable selon les apports après la 1^{re} coupe. Elle est d'autant plus forte que ce précédent apport est plus faible et elle varie de 37 à 53 kg.

Les rendements moyens de cette 3° coupe sont de 15,1 t/ha de vert et 4,58 t/ha de matière sèche, ce qui est encore très bon (cf. annexes I et II, tableau n° 5 et voir graphique n° V ci-dessous).

Annexe I

RESULTATS EN t/ha DE MATIERE VERTE

		<i>Azote apporté à la fin de l'hiver : A</i>							
		0	50	100	150	Moyenne			
1 ^{re} coupe		12,0	17,3	20,7	21,9	18,0			
Tableau 1									
2 ^e coupe	<i>Azote apporté après la 1^{re} coupe : B</i>	0	14,1	19,3	24,9	27,2	21,3		
		50	26,0	28,7	31,3	31,5	29,3		
		100	31,3	32,2	32,2	33,3	32,2		
		150	33,6	32,9	33,0	34,0	33,4		
		moyen.	26,2	28,2	30,3	31,6	29,0		
3 ^e coupe	<i>Azote apporté après la 1^{re} coupe : B</i>	0	15,0	13,4	12,3	11,9	13,1		
		50	11,8	13,4	15,0	13,6	13,4		
		100	13,4	15,3	14,9	18,1	15,4	<i>Azote après la 2^e coupe : C</i>	
		150	17,4	18,2	18,1	20,1	18,4	0	50
		moyen.	14,4	15,0	15,0	15,9	15,1		
4 ^e coupe	<i>Azote apporté après la 1^{re} coupe : B</i>	0	13,9	8,6	5,8	6,9	8,8	10,6	7,1
		50	7,6	6,4	5,3	3,9	5,8	7,2	4,4
		100	5,3	5,0	3,7	4,1	4,5	5,2	3,9
		150	4,7	3,6	3,4	4,2	4,0	4,0	4,0
		moyen.	7,9	5,9	4,5	4,8	5,8	6,7	4,8
<i>Azote après 2^e coupe</i>	0	9,4	7,0	5,1	5,4	6,7			
	50	6,4	4,8	4,0	4,2	4,8			
<i>Azote de fin d'hiver</i>									
Total de quatre coupes ..		60,6	66,6	70,7	74,2	60,8			
<i>Azote après 1^{re} coupe</i>									
Total de trois coupes		43,2	48,5	52,1	55,8	49,9			

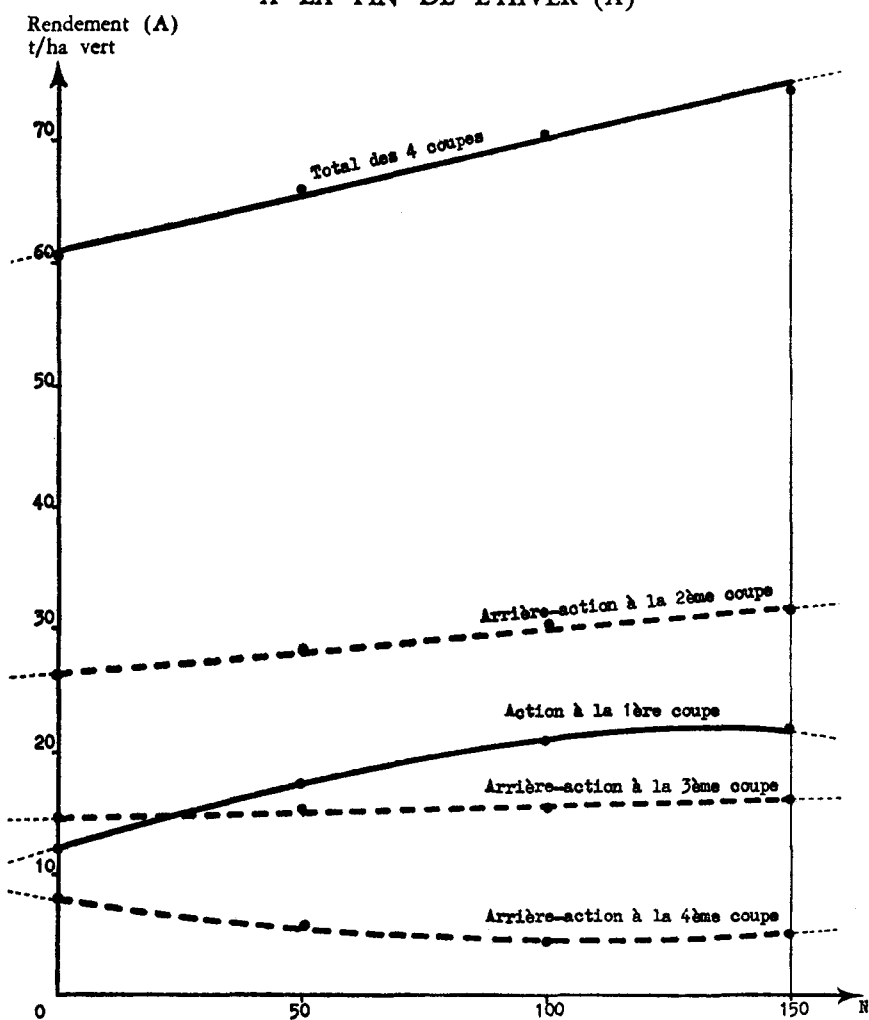
Annexe II

RESULTATS EN t/ha DE MATIERE SECHE

		<i>Azote apporté à la fin de l'hiver : A</i>								
		0	50	100	150	Moyenne				
<i>1^{re} coupe</i>										
Tableau 1		2,15	2,66	3,20	3,24	2,82				
	<i>2^e coupe</i> Tableau 2	<i>Azote apporté</i> <i>après la 1^{re} coupe</i>	0	3,00	3,69	4,60	4,73	4,00		
			50	4,71	5,23	5,58	4,92	5,11		
			100	4,91	5,28	5,31	4,92	5,10		
			150	5,10	4,87	4,85	5,67	5,12	<i>Azote après la</i> <i>2^e coupe : C</i>	
			moyen.	4,43	4,76	5,08	5,06	4,83	0	50
	<i>3^e coupe</i> Tableau 3	<i>Azote apporté</i> <i>après la 1^{re} coupe</i>	0	4,03	4,26	3,96	3,54	3,94	2,55	5,35
			50	3,73	4,07	4,29	4,16	4,06	2,54	5,59
			100	4,26	4,86	4,71	5,87	4,92	3,66	6,19
			150	5,09	5,36	5,77	5,81	5,30	4,75	6,27
			moyen.	4,27	4,63	4,68	4,84	4,58	3,38	5,85
Total trois coupes		10,86	12,06	12,97	13,16	12,26				
Total deux coupes		7,84	9,17	10,02	10,42	9,39				

Graphique n° 1

ACTIONS ET ARRIERE-ACTIONS DE L'AZOTE APORTE
A LA FIN DE L'HIVER (A)



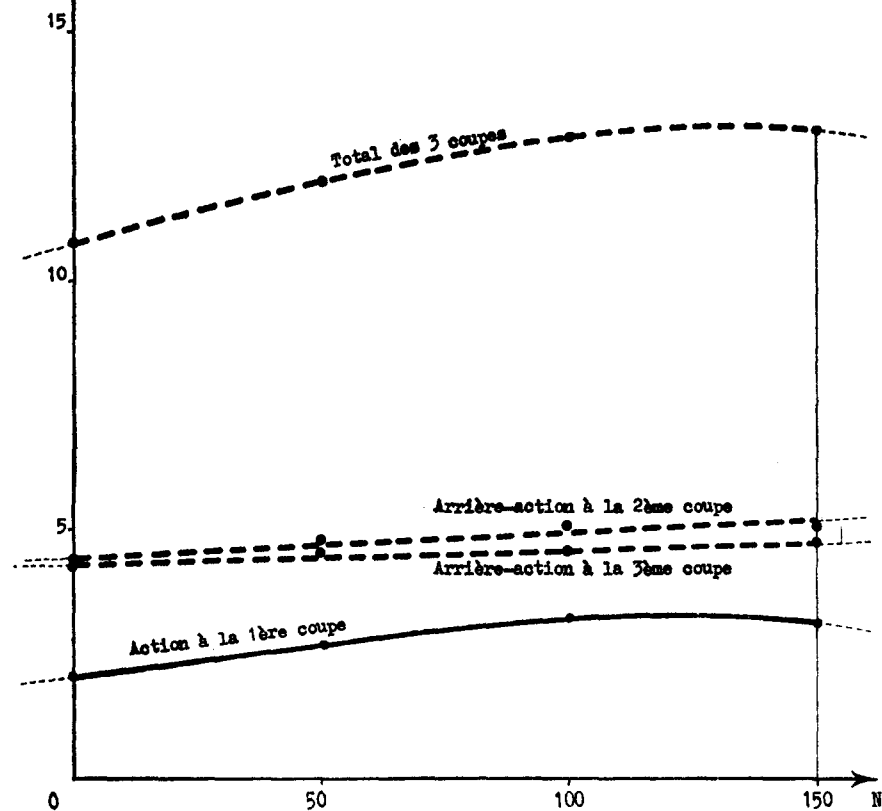
Total des quatre coupes y = 61,28 + 0,0900 x Productiv. moyenne : 90 kg

Action à la 1^{re} coupe y = 12,01 + 0,1268 x - 0,000406 x²

Rendement (A)
t/ha matière sèche

Graphique n° 2

ACTIONS ET ARRIERE-ACTIONS DE L'AZOTE APORTE
A LA FIN DE L'HIVER (A)

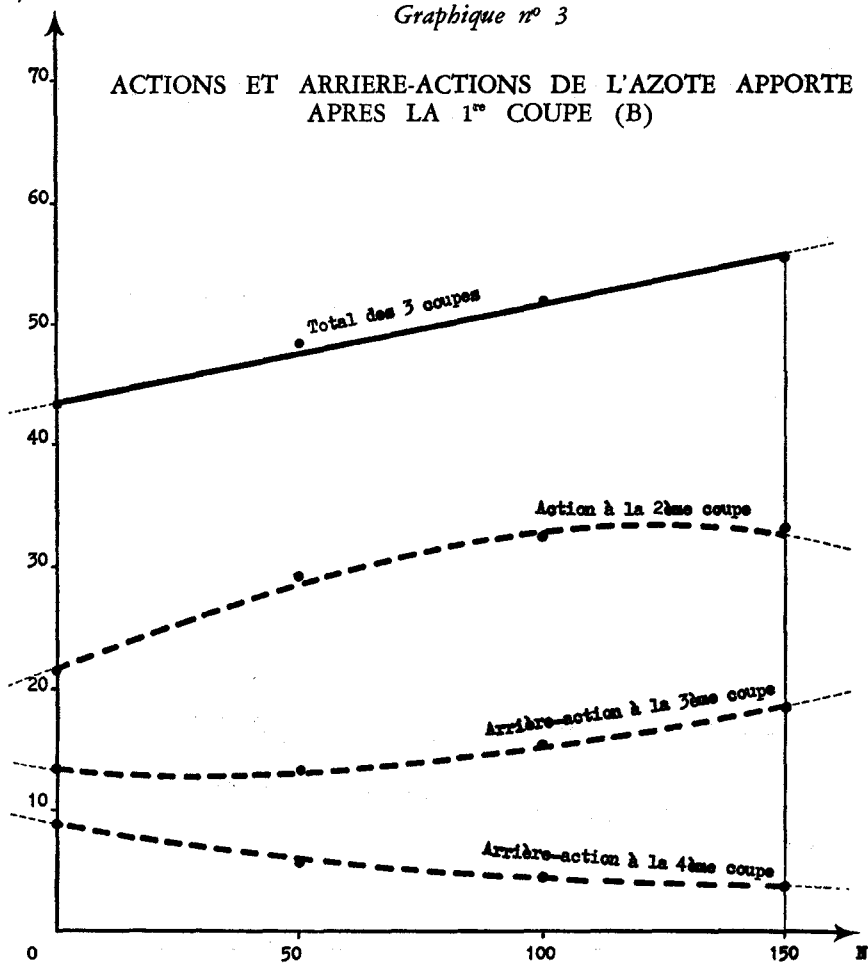


Total des trois coupes ... $y = 10,84 + 0,0308 x - 0,000101 x^2$
Action à la 1^{re} coupe ... $y = 2,12 + 0,0146 x - 0,000046 x^2$

Rendement (B)
t/ha vert

Graphique n° 3

ACTIONS ET ARRIERE-ACTIONS DE L'AZOTE APORTE
APRES LA 1^{re} COUPE (B)



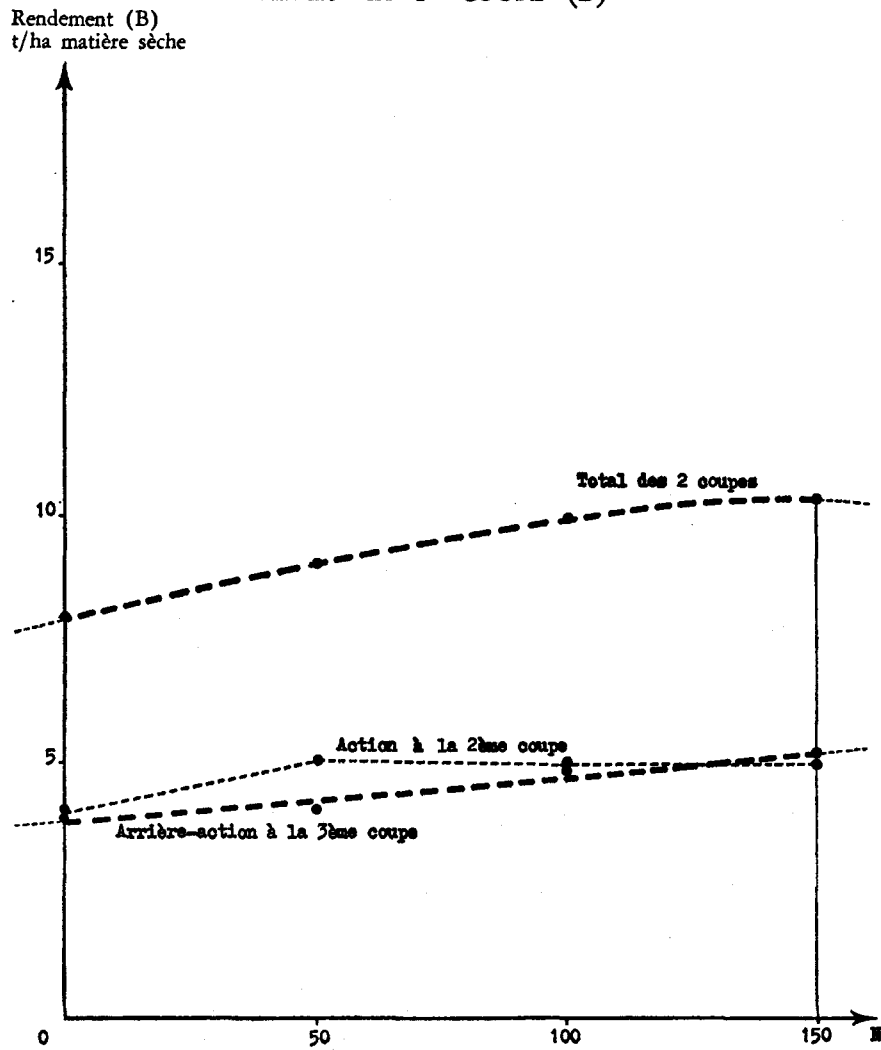
Productiv. moyenne: 83 kg

Total des trois coupes $y = 43,69 + 0,0828 x$

Action à la 2^e coupe $y = 21,57 + 0,1804 x - 0,000681 x^2$

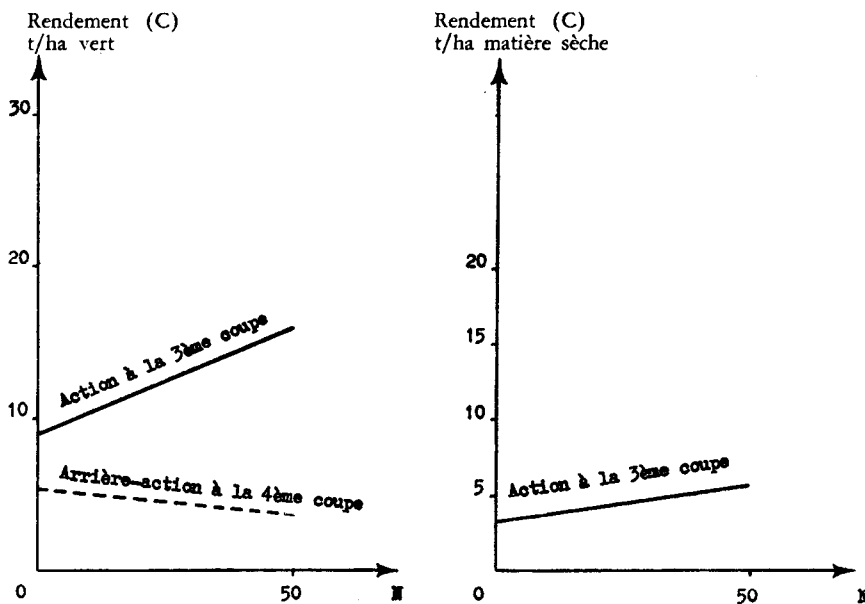
Graphique n° 4

ACTIONS ET ARRIERE-ACTIONS DE L'AZOTE APORTE
APRES LA 1^{re} COUPE (B)



Graphique n° 5

ACTIONS ET ARRIERE-ACTIONS DE L'AZOTE APORTE
APRES LA 2^e COUPE (C)



LES ARRIERE-ACTIONS

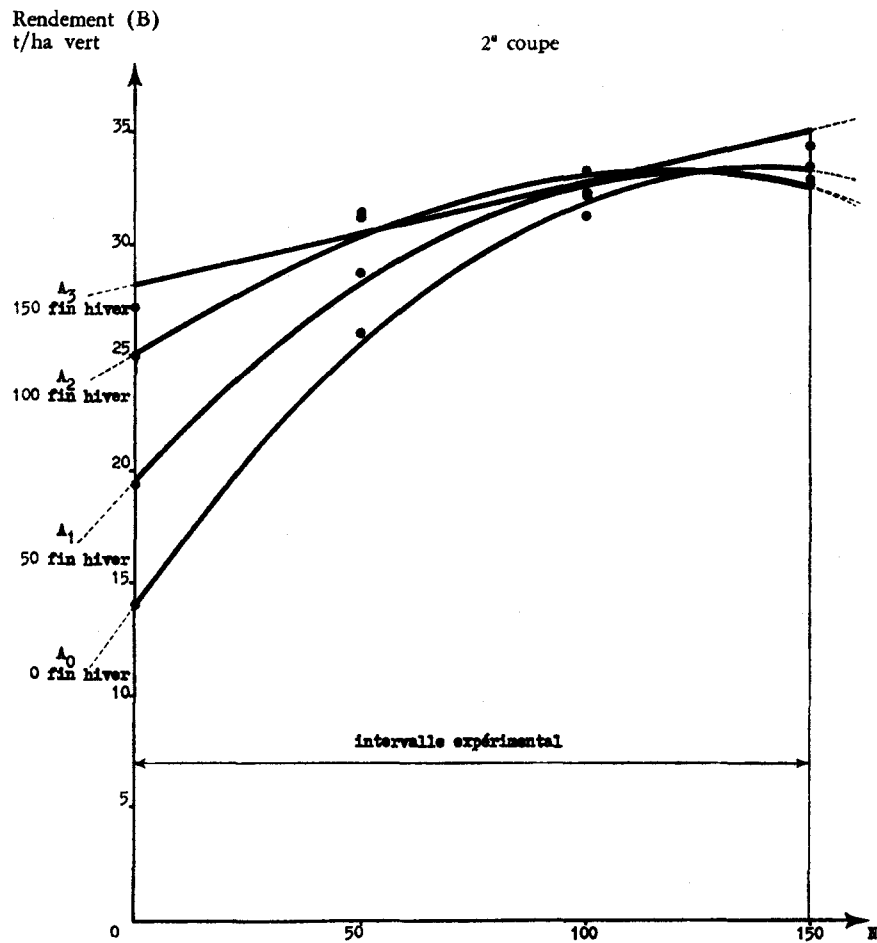
1^o du 1^{er} apport (azote apporté à la fin de l'hiver).

A la 2^e coupe.

Pour le fourrage vert, cette arrière-action est positive et encore intéressante en moyenne avec une productivité de 36 kg de vert/kg N. Mais elle est variable (interaction) selon le 2^e apport (après la 1^{re} coupe) : elle est d'autant plus forte que les doses du 2^e apport sont plus faibles.

Graphique n° 6

ACTION DE L'AZOTE APORTE APRES LA 1^{re} COUPE
EN FONCTION DE L'APPORT DE FIN D'HIVER (B × A)



A_0	$y = 14,29 + 0,2722 x - 0,000965 x^2$	pour 0 N à la fin de l'hiver
A_1	$y = 19,51 + 0,2187 x - 0,000870 x^2$	» 50 N »
A_2	$y = 25,18 + 0,1350 x - 0,000565 x^2$	» 100 N »
A_3	$y = 28,10 + 0,0468 x$ (47 kg/kg N)	» 150 N »

En effet, lorsqu'on ne remet pas d'azote, cette arrière-action est maximum avec une productivité moyenne de 90 kg de vert, constante dans l'intervalle expérimental (la fonction de production étant une droite). Sur les 50 unités après la 1^{re} coupe, elle n'est plus que de 40 kg et, pour 100 et 150 unités, cette arrière-action est nulle. Ce résultat est intéressant : il montre en effet que les doses croissantes du 2^e apport tendent à masquer l'arrière-action du 1^{er} apport (ceci sans préjuger toutefois du bilan global). Il semblerait que l'azote non utilisé du 1^{er} apport ait été mis en réserve dans le sol par suite du 2^e apport, alors qu'il donne une forte arrière-action en son absence (cf. annexe I et voir graphique n° VII).

Pour la matière sèche, nous observons à peu près la même chose : la productivité moyenne, constante dans l'intervalle expérimental, étant de 4 kg de M.S. et l'interaction avec le 2^e apport un peu moins nette bien que toujours hautement significative : en effet, l'arrière-action ne se manifeste vraiment que pour 0 unité après la 1^{re} coupe où elle est de 11 kg de matière sèche/kg de N (cf. annexe II, tableau 2).

A la 3^e coupe.

L'arrière-action sur les rendements en vert est à peine positive, avec une productivité moyenne constante mais faible. Comme à la 2^e coupe, elle varie (interaction) selon les doses du 2^e apport, sans qu'on puisse l'expliquer ici, car déjà la présence de Trèfle masque très certainement ses effets.

Sur les rendements en matière sèche, cette arrière-action est plus nette et du même ordre de grandeur qu'en 2^e coupe : 4 kg de M.S./kg de N de productivité moyenne. Mais elle dépend toujours des apports après la 1^{re} coupe (interaction) sans qu'on puisse en donner, comme précédemment, une explication intéressante (cf. annexes I et II, tableau n° 3).

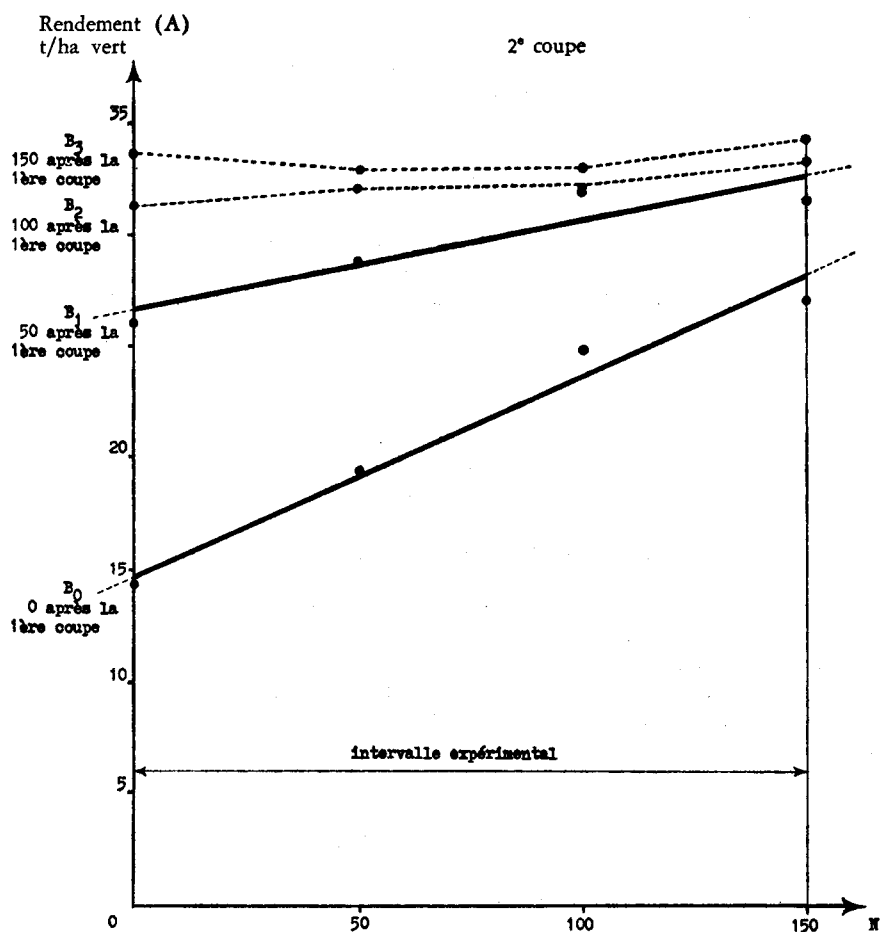
A la 4^e coupe.

Nous n'avons d'arrière-action mesurée que pour le fourrage vert : elle est négative en moyenne et variable (interaction) selon les doses des 2^e et 3^e apports : en effet, cette arrière-action est d'autant moins négative que les doses, aussi bien du 2^e que du 3^e apport, sont plus fortes. L'explication pourrait être que les parcelles les plus azotées, présentant une proportion plus faible de Trèfle, faisaient mieux apparaître une arrière-action, si toutefois elle existe encore en 4^e coupe (cf. annexe I, tableau n° 4).

N.B. — Pour les arrière-actions moyennes du 1^{er} apport, se reporter aux graphiques n° I et II.

Graphique n° 7

ARRIERE-ACTION DE L'AZOTE APORTE A LA FIN DE L'HIVER
(A × B)



B ₀	$y = 14,65 + 0,0898 x$	pour	0 N après la 1 ^{re} coupe	Productivité: 90 kg
B ₁	$y = 26,63 + 0,0400 x$	»	50 N	» : 40 kg
B ₂	non significatif	»	100 N	»
B ₃	non significatif	»	150 N	»

2° du 2° apport (azote apporté après la 1^{re} coupe).

A la 3^e coupe.

Sur les rendements en vert, *cette arrière-action, comme celle du 1^{er} apport, est positive et toujours intéressante en moyenne*, avec une productivité de 35 kg de vert/kg N. Mais elle est variable (interaction) selon les apports de fin d'hiver, en étant d'autant meilleure que le 1^{er} apport a été plus important. Ce résultat contradictoire semble dû à la présence de Trèfle.

Il en est de même pour les productions de matière sèche mais l'arrière-action est, en moyenne, légèrement meilleure que pour le fourrage vert : 9 kg M.S./kg N. Grâce à elle, l'effet du 2^e apport (après la 1^{re} coupe) semble donc s'être manifesté surtout à la 3^e coupe (cf. annexes I et II, tableau 3).

A la 4^e coupe.

Cette arrière-action est négative en moyenne sur le fourrage vert et variable (interaction) selon les apports de fin d'hiver et aussi selon les apports après la 1^{re} coupe. On peut, à leur propos, faire les mêmes remarques que pour l'arrière-action, en 4^e coupe, du 1^{er} apport (cf. annexe II, tableau 4).

3° du 3° apport (azote apporté après la 2^e coupe).

A la 4^e coupe, pour les résultats en vert seulement, cette arrière-action est négative en moyenne et variable selon les deux apports précédents. Elle l'est d'autant moins que les apports précédents sont plus forts. A part la présence gênante du Trèfle, il semblerait aussi que sa faible manifestation soit due au fait qu'une dose de 50 unités ait été insuffisante et entièrement utilisée en 3^e coupe (voir graphique n° V ci-dessus).

ACTION DE CHAQUE APPORT SUR LE TOTAL DES COUPES

1° du 1^{er} apport (azote à la fin de l'hiver) Cf. graphiques n° I et II ci-dessus.

Nous observons une très bonne efficacité de l'azote apporté à la fin de l'hiver sur le total des quatre coupes en vert (action + arrière-actions) indépendante des autres apports (pas d'interaction). La fonction de production

de ce 1^{er} apport est une droite avec une productivité moyenne de 90 kg de vert (13 U.F.) par kilo d'azote, les rendements totaux passant de 60,6 t/ha à 74,2 t/ha. Cette productivité peut paraître faible pour un Ray-grass d'Italie, bien que le niveau des rendements soit élevé. Ceci est dû au fait que, dans l'évaluation de cette productivité, nous tenons compte des deux apports ultérieurs (interaction) et nous avons vu que les doses élevées du 2^e apport masquaient beaucoup l'arrière-action du 1^{er} (1). En calculant la productivité du 1^{er} apport (action + arrière-action) sur les deux premières coupes seulement, nous constatons qu'elle est en fait sensiblement plus élevée : 153 kg de matière verte par kilo d'azote, les rendements passant de 26,1 t/ha à 49,1 t/ha.

De toute façon, cette productivité moyenne de 90 kg étant nettement supérieure à la productivité limite de 45 kg prise comme repère, nous pouvons affirmer que *l'optimum de ce 1^{er} apport est supérieur à 150 unités.*

Sur les rendements totaux en matière sèche (trois coupes), l'efficacité du 1^{er} apport est bonne et variable selon les doses du 3^e apport (après la 2^e coupe), l'interaction étant significative : cette efficacité est meilleure, quel que soit le 2^e apport, lorsqu'on n'effectue pas de 3^e apport. Il est toutefois intéressant de considérer la fonction de production moyenne qui est une parabole avec un optimum de 113 unités, donc moins que pour les rendements en vert. Le rendement moyen est de 12,3 t/ha.

2^e du 2^e apport (après la 1^{re} coupe) Cf. graphiques n^{os} III et IV ci-dessus.

L'efficacité de l'azote apporté après la 1^{re} coupe sur le total des trois coupes en vert est très bonne aussi, indépendante des autres apports et du même ordre de grandeur que celle du 1^{er} apport, la productivité moyenne constante dans l'intervalle expérimental étant de 83 kg de vert/kg N. Ici aussi la dose optimum est supérieure à 150 unités puisque la fonction de production est une droite dont la pente est suffisante. Le rendement moyen sur trois coupes est de 50 t/ha.

Sur le total des deux coupes en matière sèche, l'efficacité du 2^e apport est bonne en moyenne : la fonction de production étant une parabole et l'optimum économique de 126 unités (meilleur que pour le 1^{er} apport), mais nous avons encore une interaction avec le 3^e apport : sans azote après la 2^e coupe, la fonction de production est une droite de productivité égale à 23 kg M.S./kg N et pour 50 unités nous avons une parabole avec un optimum inférieur à 100 unités. Le rendement moyen est de 9,39 t/ha.

3^e du 3^e apport (après la 2^e coupe).

L'efficacité de ce 3^e apport sur le total des deux coupes en vert qui suivent est très bonne et indépendante des autres apports (pas d'interaction), ce qui est intéressant. La productivité moyenne de 0 à 50 unités est de 134 kg vert/kg N, donc nettement rentable. Une dose supérieure aurait été valorisée.

ACTION DE LA DOSE TOTALE D'AZOTE SUR LE PRODUIT TOTAL DES COUPES

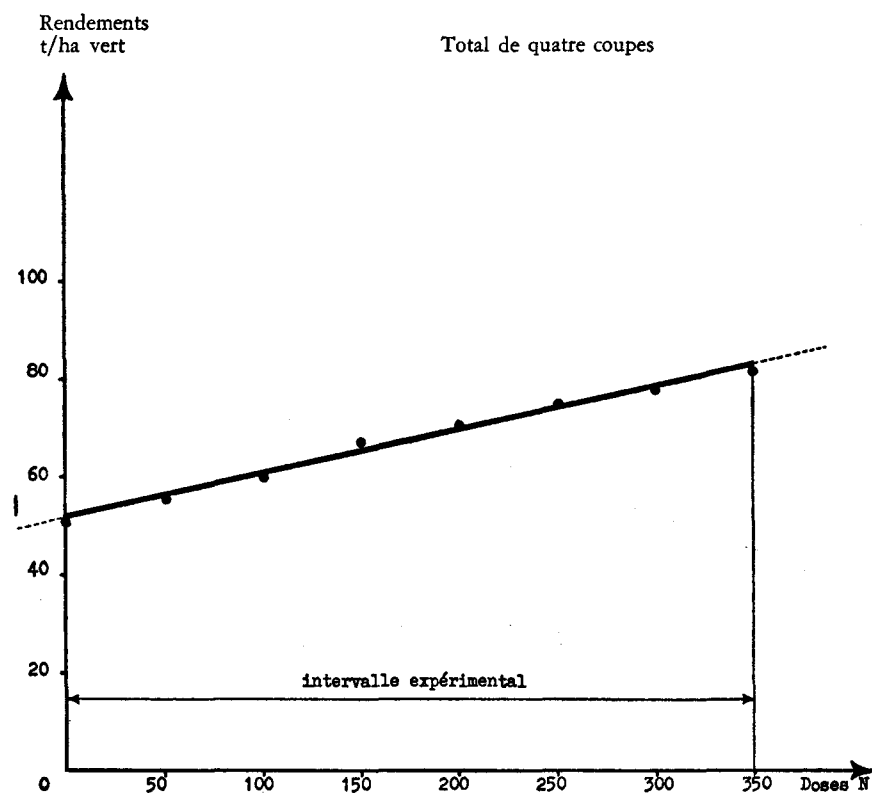
Lorsqu'on additionne toutes les doses d'azote apportées, l'intervalle expérimenté est de 0-350 unités, mais nous n'avons pas le même nombre de répétitions pour chacune des huit doses. Il a cependant été possible de calculer une fonction de production et d'estimer sa probabilité de signification tant pour les rendements en vert qu'en matière sèche.

Pour le fourrage vert. *La fonction de production « totale » est une droite avec une productivité moyenne de 91 kg vert/kg N, de même ordre de grandeur que celles trouvées pour le 1^{er} et le 2^e apports. Ce résultat logique nous permet d'affirmer que la dose optimum totale était dans ce cas supérieure à 350 unités que l'on peut atteindre en dépassant 150 unités aux deux premiers épandages et 50 unités au 3^e (voir graphique n° VIII).*

Pour la matière sèche. *La fonction de production « totale » est une parabole avec une dose optimum de 315 unités/ha, donc très bonne mais légèrement inférieure à celle obtenue avec le fourrage vert. Cet optimum pourra être réalisé, dans des conditions semblables, en mettant par exemple 110 unités au 1^{er} apport, 130 au 2^e et 75 au 3^e (voir graphique n° IX ci-dessous).*

Graphique n° 8

COURBE DES RENDEMENTS DU RAY-GRASS D'ITALIE
EN FONCTION DES DOSES TOTALES D'AZOTE



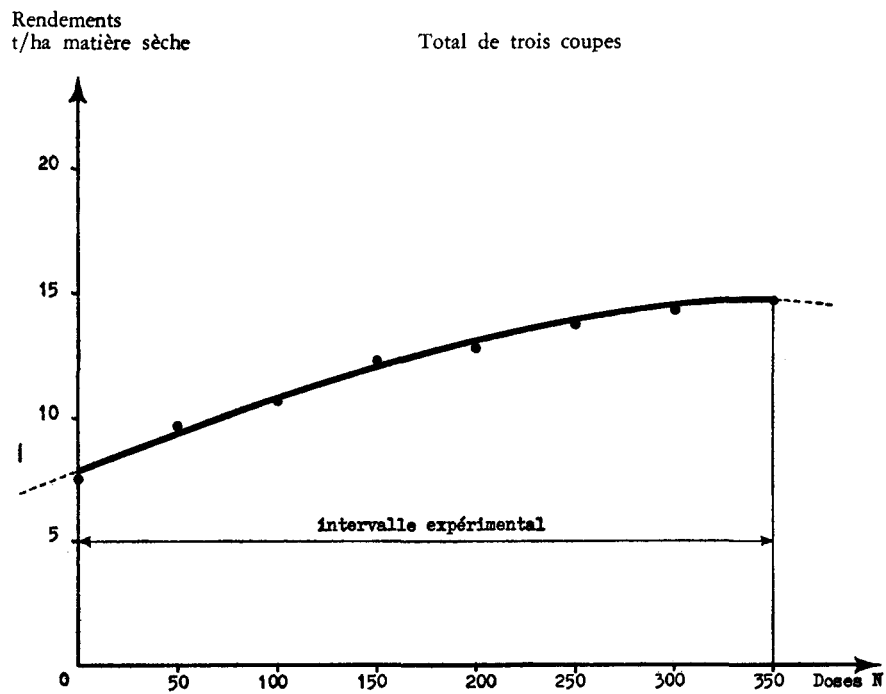
Ray-grass d'Italie

$$y = 52,07 + 0,0912 x$$

Productivité moyenne : 91 kg/kg N 89

Graphique n° 9

COURBE DES RENDEMENTS DU RAY-GRASS D'ITALIE
EN FONCTION DES DOSES TOTALES D'AZOTE



CONCLUSION

Cet essai très complexe aboutit à des résultats simples, surtout lorsqu'on examine les fonctions de production précédentes (graphiques n° I et IX).

Le premier apport d'azote (cf. graphiques I et II) a eu une *très bonne efficacité* sur la 1^{re} coupe (dose optimum (*): entre 70 et 100 unités/ha) et une *arrière-action sensible* jusqu'en 3^e coupe. Par suite, l'action spécifique de ce 1^{er} apport sur le total des quatre coupes en vert et des trois coupes en matière sèche nous montre que l'optimum moyen pour l'apport en fin d'hiver se situait *entre 110 et 150 unités par hectare*. Il faut faire ici une observation importante: l'arrière-action du 1^{er} apport en 2^e coupe a été variable (interaction) selon les doses du 2^e apport (cf. graphique VII): elle a été très bonne pour les faibles doses et nulle pour les fortes doses. Ainsi, sans azote après la 1^{re} coupe, la productivité totale (action + arrière-actions) du 1^{er} apport sur les deux coupes qui suivaient a été de 153 kg de vert/kg N, au lieu des 90 kg/kg N calculés en tenant compte du 2^e apport.

Le 2^e apport (après la 1^{re} coupe) a eu une aussi bonne efficacité sur les rendements en vert que le 1^{er} apport et une moins bonne efficacité sur les rendements en matière sèche (cf. graphiques III et IV). Mais cette efficacité a été variable (interaction) selon les doses du 1^{er} apport: elle a été d'autant meilleure que la dose du 1^{er} apport a été plus faible (cf. graphique VI). De plus, l'arrière-action de ce 2^e apport a été bonne en 3^e coupe (surtout pour la matière sèche). Par suite, l'action spécifique du 2^e apport sur le total des coupes a été du même ordre de grandeur que celle du 1^{er} apport, la dose optimum se situant *entre 120 et 150 unités/ha*.

L'efficacité du 3^e apport sur la 3^e coupe a été très bonne mais son arrière-action ne s'est pas manifestée à cause de la présence accidentelle du Trèfle (cf. graphique V). La dose optimum a été *supérieure à 50 unités/ha*.

Si l'on considère maintenant l'action des doses totales (somme des trois apports) sur la production totale (trois ou quatre coupes), le calcul

(*) Cette efficacité est plus faible sur les rendements en matière sèche que sur les rendements en matière verte car le % de M.S. par rapport au fourrage vert diminue toujours de façon plus ou moins sensible avec l'augmentation des doses.

nous montre que *la dose optimale se situait entre 300 et 350 unités/ha*, faisant passer les rendements de 52 t/ha à 84 t/ha de vert (quatre coupes) et de 7,5 t/ha à 14,5 t/ha de matière sèche (trois coupes), ce qui double pratiquement la production. Cet optimum pouvait être atteint en apportant de 120 à 150 unités/ha à la fin de l'hiver et après la 1^{re} coupe, et plus de 50 unités/ha après la 2^e coupe.

Le Ray-grass d'Italie valorise donc très bien de très fortes doses d'azote (plus de 300 unités/ha) lorsqu'il est dans de bonnes conditions comme c'était le cas à La Harpe. Il est surtout intéressant de constater que les fortes doses ont donné, en plus, des arrière-actions sensibles. L'azote non utilisé serait « mis en réserve » pour les coupes ultérieures. Cet essai a mis ainsi en évidence un effet cumulatif des doses qui permet d'atteindre de très hauts rendements de façon rentable (c'est-à-dire que les dépenses d'engrais engagées sont très largement payées par le gain de production). Les rendements totaux atteints avec la dose optimum ont été très élevés et presque double de ceux des témoins sans azote : 84 t/ha de matière verte et de 14,5 t/ha de matière sèche, ce qui est du plus haut intérêt pour l'exploitant qui tient à obtenir sur une faible surface le maximum de réserves fourragères pour l'hiver.

Michel OUDIN,
*Service Agronomie-Expérimentation
du S.P.I.E.A.*