

LA FERTILISATION AZOTÉE DES PRAIRIES

DE NOMBREUSES ETUDES ET RECHERCHES ONT ÉTÉ RÉALISÉES SUR L'EMPLOI DES ENGRAIS AZOTÉS SUR LES GRAMINÉES FOURRAGÈRES. L'OBJET DE CET ARTICLE N'EST PAS de rappeler tous les effets de l'azote sur la production et la qualité des graminées, mais d'essayer de répondre à la question suivante : « Comment réduire les apports de fumure azotée sans nuire au rendement ? »

Deux aspects principaux sont retenus :

1. définir des apports de fumure azotée qui peuvent être valorisés par des cultures de ray-grass d'Italie, par des graminées pérennes, et par des prairies permanentes ;
2. utiliser plus largement les associations de graminées avec des légumineuses.

ADAPTER LES NIVEAUX DE FUMURE

I. - Critères retenus.

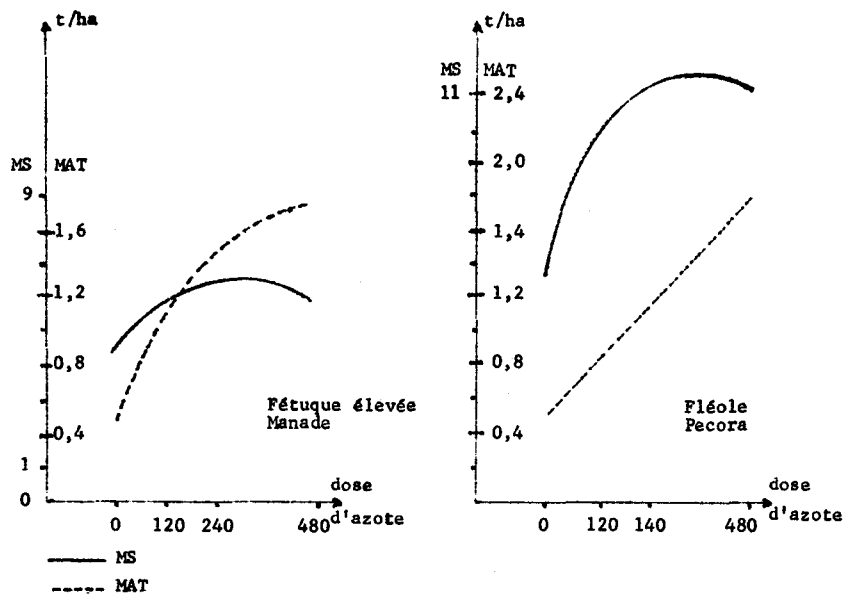
Les graminées doivent fournir l'énergie nécessaire aux animaux.

La fourniture de l'énergie nécessaire à l'alimentation animale pose un problème difficile dans la plupart des conditions agricoles, spécialement avec des animaux à production élevée. Les graminées sont essentiellement cultivées dans ce but, bien que leur teneur en azote soit également à considérer, pour les vaches laitières notamment.

La figure 1 montre qu'avec des doses croissantes d'azote, la production maximum est plus rapidement atteinte pour la matière sèche que pour les matières azotées totales dont la production peut encore croître. C'est pourquoi il semble plus normal de raisonner les apports d'azote uniquement pour la production de matière sèche.

FIGURE 1

PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE (MS) ET DE PROTÉINES (MAT)
A LA PREMIÈRE COUPE, EN FONCTION DES DOSES D'AZOTE



L'efficience de la fumure azotée.

La fumure azotée ne présente un intérêt que dans la mesure où elle est efficacement transformée en matière sèche par la plante. Il faut donc distinguer :

- la dose d'azote maximum, qui permet d'obtenir la production la plus élevée (c'est-à-dire que tout apport supplémentaire ne l'augmente plus) ;
- la dose optimum, pour laquelle le gain de rendement dû à la dernière unité d'azote appliquée, ou gain de rendement marginal, correspond au coût de cette unité. La figure 2 présente la fonction de production de la première coupe à épiaison d'une culture de dactyle Prairial. Pour cet exemple, le maximum de production est obtenu avec 330 unités d'azote ; en calculant la dérivée, on peut préciser une dose optimum : 240 unités d'azote si l'on retient que les dernières unités d'azote appliquées doivent apporter au moins 10 kg de matière sèche, 160 unités si l'on retient 20 kg, etc.

Le choix de la dose optimum dépend en fait de la valeur accordée au fourrage produit : or, cette valeur est difficile à apprécier, et elle peut en outre varier en fonction de nombreux facteurs (spéculations de l'exploitation, période de l'année, modes d'utilisation du fourrage, nature et mode de conduite du troupeau, etc. Pour la suite de cet article, nous avons admis que la *dose optimum d'azote était atteinte* pour un gain de rendement marginal (ou gain obtenu par la dernière unité apportée) de 10 kg de matière sèche (voir figure 2).

Période de l'année.

Dans le cas de cultures donnant plusieurs récoltes par an, il y a peu d'intérêt à parler d'une fumure azotée annuelle, car la croissance des plantes, et donc l'efficacité d'une même dose d'azote, varient selon les périodes de l'année. Au printemps, la température peut être le principal facteur limitant, tandis qu'en été la disponibilité en eau, ainsi que la réaction physiologique des plantes à la température, à l'éclairement, etc., limitent très souvent la croissance des graminées.

Le tableau I, qui présente les variances d'un regroupement de cinq essais et de huit variétés, montre :

- qu'à la première coupe, les doses d'azote entraînent la plus grande variation dans les rendements ;
- par contre, le facteur « lieu » (qui inclut principalement le complexe agro-climatique) entraîne une variation très importante aux repousses.

FIGURE 2
EFFICIENCE DES DIFFÉRENTES DOSES D'AZOTE
(en kg/ha de MS par unité d'azote)

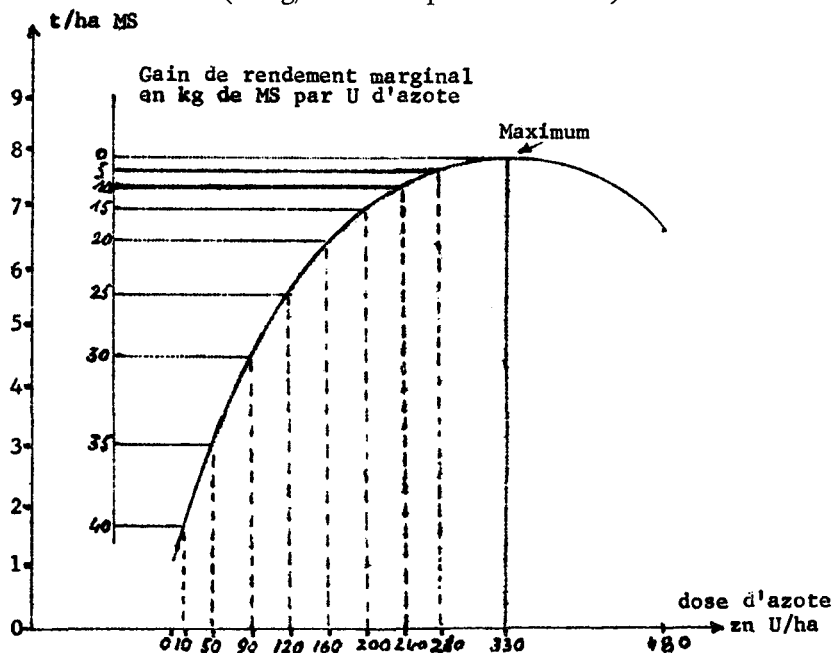


TABLEAU I
ORIGINE DES VARIATIONS POUR LA PRODUCTION
DE MATIÈRE SÈCHE
(EXPRIMÉE EN VARIANCE A MULTIPLIER PAR 1 000)

Variation	Production		
	1 ^{re} coupe	Repousses	Total
Lieu d'essai	371	2.584	4.445
Variété	254	164	113
Dose d'azote	1.277	1.621	5.662
Variété × azote	13	14	8
Lieu × variété	26	24	50
Lieu × azote	161	80	207
Résiduelle	2	33	7

C'est pourquoi il est beaucoup plus aisé de préconiser des niveaux de fumure pour les premières exploitations du printemps que pour les repousses. Ceci peut aussi expliquer qu'il existe beaucoup de résultats sur l'effet de l'azote à une période où son efficacité est généralement bonne et assez régulière, alors qu'ils sont plus rares pour les périodes estivales.

II. - Choix de la fumure azotée selon les cultures.

A) Première pousse récoltée à l'épiaison

Ray-grass d'Italie :

La figure 3 présente les fonctions de production calculées pour plusieurs essais et pour trois années : cultures en première année d'exploitation (A1) en 1968 et 1971, et en deuxième année (A2) en 1969. La fumure a été apportée en trois fois : novembre, février et mars. Il apparaît que :

- la dose maximum peut fortement varier selon les années et selon les lieux d'essais, principalement à cause de la verse : elle se situe généralement entre 180 et 270 unités d'azote par hectare ;
- la dose optimum varie nettement moins : elle se situe aux environs de 160 à 200 unités/ha lorsque la première récolte du ray-grass d'Italie est réalisée à l'épiaison et que la culture est en première année d'exploitation.

En deuxième année, le niveau de fumure azotée dépend principalement de l'état de la végétation : une culture homogène valorise mieux l'azote qu'une culture clairsemée où se sont développées des adventices.

Graminées pérennes :

Lorsque l'on compare les principales graminées pérennes : fétuques élevées et des prés, dactyle, ray-grass anglais, fléole, il apparaît que l'influence de l'azote dépend davantage de la précocité que des espèces de graminées.

Précocité : plus une variété est tardive, plus l'efficacité de l'azote aux faibles doses est bonne, mais plus vite est atteint le rendement maximum lorsque ces doses augmentent.

En reprenant l'exemple de la figure 1, la fonction de production relative à la fétuque élevée a une pente (effet de l'azote aux faibles doses) et une courbure (effet de l'azote aux fortes doses) faibles, tandis que ces coefficients sont forts pour la fléole.

Espèces : à précocité d'épiaison équivalente, les différences entre les espèces de graminées pérennes sont faibles pour les variétés comparées (tableau II).

En première année de culture, lorsque la première coupe est réalisée à l'épiaison, la dose d'azote optimum peut se situer aux environs de 140 à 160 unités/ha pour les variétés précoces ; elle peut atteindre 250 à 280 unités/ha pour les variétés tardives lorsqu'il n'y a pas de risque de verse.

TABLEAU II
DOSES D'AZOTE POUR LA PREMIERE COUPE A ÉPIAISON
DE QUELQUES ESPÈCES ET VARIÉTÉS

<i>Groupe de précocité</i>	<i>Espèce</i>	<i>Variété</i>	<i>Dose d'azote</i>	
			<i>Maximum</i>	<i>Optimum</i>
0	Fétuque élevée	Manade	370	170
	Dactyle	Aries	360	170
1	Fétuque élevée	S 170	340	200
	Dactyle	Germinal	380	230
	Dactyle	Floréal	370	250
	Ray-grass anglais	Primevère	330	220
2	Fétuque élevée	Ludion	370	260
	Dactyle	Prairial	380	280
	Dactyle	Baraula	340	260
	Ray-grass anglais	Reveille	340	240
	Fétuque des prés	Sequana	330	240
3	Ray-grass anglais	Bocage	330	280
4	Fléole	Pecora	320	240

Les autres années, il semble que la dose optimum puisse être un peu plus élevée, notamment pour les espèces précoces (groupes 0 et 1).

FIGURE 3
 RAY-GRASS D'ITALIE. - EFFET DES DOSES CROISSANTES D'AZOTE
 SUR LA PRODUCTION DE LA PREMIERE COUPE A ÉPIAISON

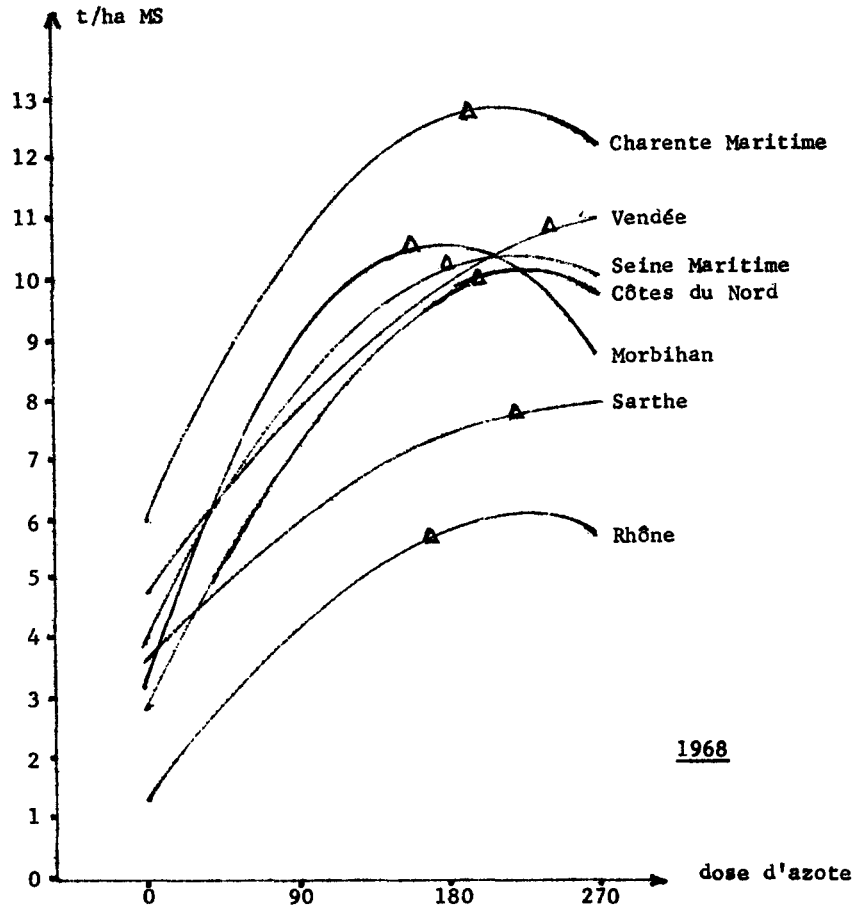
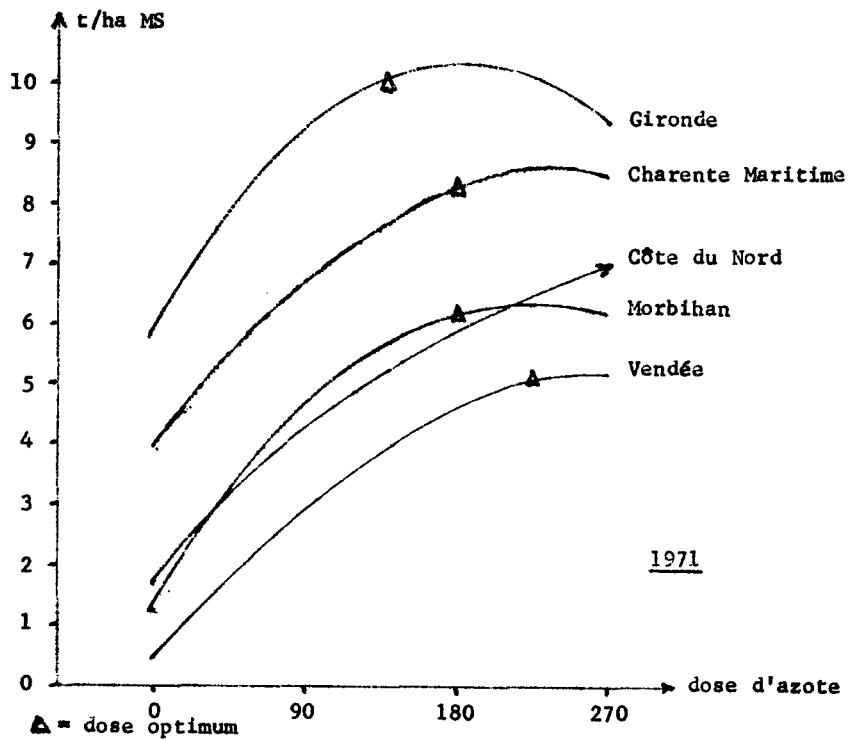
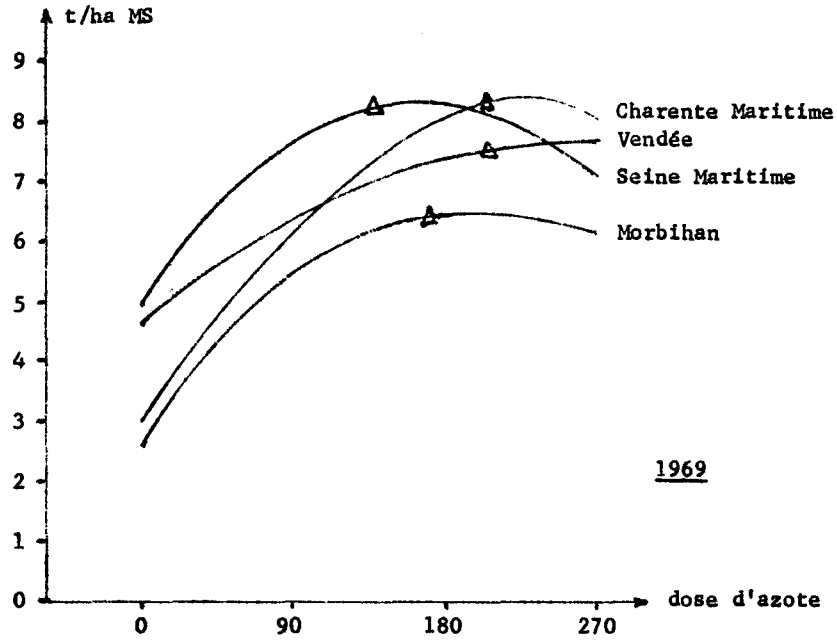


FIGURE 3 (suite)

RAY-GRASS D'ITALIE. - EFFET DES DOSES CROISSANTES D'AZOTE
SUR LA PRODUCTION DE LA PREMIERE COUPE A ÉPIAISON



Prairies permanentes :

Sur les prairies permanentes, l'efficacité de l'azote peut varier en fonction de la flore. Une étude détaillée dépasse le cadre de cet article. Cependant, et à partir d'une cinquantaine de résultats, il apparaît qu'une prairie récoltée à l'épiaison de graminées telles que dactyle, pâturin ou houlque, peut recevoir une dose optimum d'environ 80 à 100 unités/ha sur la première coupe dans la plupart des conditions étudiées. Des doses plus élevées sont rarement bien utilisées, sauf dans le cas de prairies situées dans l'est de la France (Haute-Marne, Meurthe-et-Moselle) où des apports de 100 à 120 unités/ha sont bien valorisés.

B) Repousses.

L'efficacité de l'azote sur les repousses est très étroitement liée aux conditions climatiques, et notamment à la pluviosité, qui représente le principal facteur limitant de la croissance des plantes à cette époque.

Une pluviosité régulièrement répartie dans l'année est favorable à la production fourragère et à une bonne valorisation de l'azote. S'il fait sec, la croissance des plantes est faible. D'autre part, le choix de l'espèce et de la variété a une influence sur la croissance estivale et, de ce fait, sur l'efficacité de l'azote apporté sur les repousses.

Ray-grass d'Italie :

La figure 4 présente l'effet des doses d'azote sur la production des repousses de ray-grass d'Italie au cours d'une première année d'exploitation durant laquelle l'eau n'a pas été un facteur très limitant (1968). Après une coupe à l'épiaison, il semble que l'on puisse généralement préconiser un apport de :

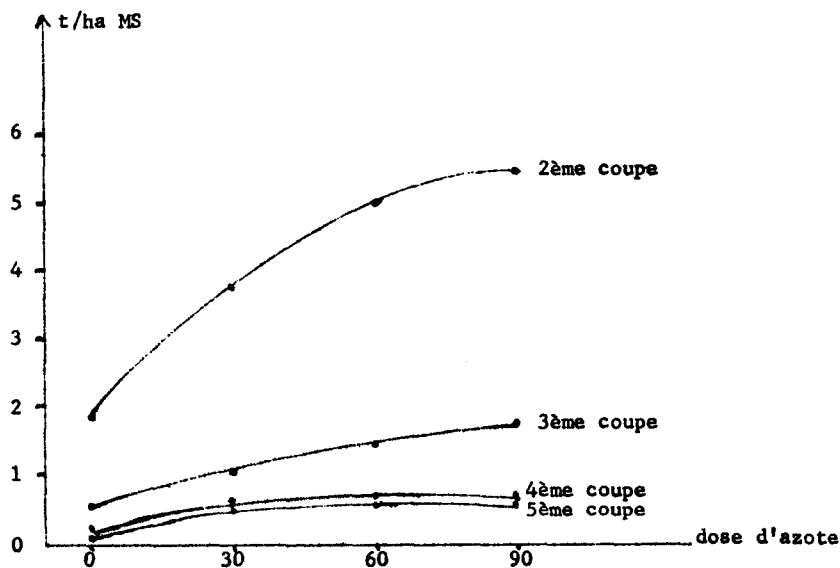
60 à 80 unités/ha pour la 2^e coupe,

30 à 50 unités/ha pour la 3^e coupe,

30 unités/ha pour les autres coupes.

FIGURE 4

RAY-GRASS D'ITALIE. - PRODUCTION DES REPOUSSES EN FONCTION DES DOSES D'AZOTE



Graminées pérennes :

Après une coupe à l'épiaison, dans un sol argileux avec une pluviosité de l'ordre de 50 mm pour chaque mois d'été, des variétés comme Manade, Floréal, Prairial, peuvent valoriser correctement des doses d'environ :

- 70 à 100 unités/ha à la 2^e pousse (fin juin)
- 70 à 100 unités/ha à la 3^e pousse (début août)
- 30 à 40 unités/ha à la 4^e pousse (fin septembre)
- 50 à 70 unités/ha à la 5^e pousse (novembre).

Ces niveaux d'azote doivent être naturellement modulés en fonction des conditions climatiques (pluviosités, ETP) et agronomiques (réserve en eau utilisable par les plantes) : en conditions sèches, des apports dépassant 40 ou 50 unités sont mal transformés. En conditions humides, et en particulier en présence d'irrigation, il semble que des doses supérieures à 80 - 90 unités ne sont plus correctement transformées en été.

Prairies permanentes :

L'efficacité de la fumure azotée sur les repousses d'une prairie permanente semble dépendre également de la proportion de trèfle blanc.

Des apports de 40 unités sont généralement très mal transformés s'il y a beaucoup de trèfle blanc. Lorsque la proportion de cette légumineuse est faible, l'efficacité moyenne de l'azote est meilleure : 10 à 20 kg de matière sèche par unité d'azote.

L'efficacité moyenne de l'azote est bonne entre 80 et 120 unités apportées en deux fois (28 à 13 kg de matière sèche) sur des prairies composées de 90 % de graminées.

Au niveau de 120 unités d'azote apportées en deux ou trois fois, la production des repousses de la prairie permanente est généralement semblable à celle d'une fétuque élevée placée dans les mêmes conditions. Par contre, la fétuque élevée utilise généralement mieux que la prairie permanente des apports plus importants (160 unités).

III. - Influence de la fumure azotée sur la teneur en protéines des graminées.

Parmi les effets de la fumure azotée sur la qualité des graminées, il faut au moins mentionner l'incidence sur la teneur en protéines des plantes.

Le tableau III montre que les augmentations de teneurs peuvent être très importantes.

TABLEAU III
TENEURS EN PROTÉINES EN FONCTION DES DOSES D'AZOTE
(en % de la matière sèche)

Dose d'azote 1 ^{re} coupe	Teneur à la 1 ^{re} coupe (1)	Dose d'azote par coupe	Teneur à la (2)		
			2 ^e coupe	3 ^e coupe	4 ^e coupe
0	11,3	0	14,0	16,0	18,7
120	14,5	30	15,9	15,5	18,3
240	17,9	60	20,3	18,9	21,8
480	20,5	120	24,4	22,7	26,3

(1) Au stade épisaison.

(2) Age 5 semaines.

IV. - Conclusions.

Les niveaux optimum de fumure azotée proposés pour les différentes cultures tiennent compte, rappelons-le, d'une efficacité marginale de l'azote correspondant à un minimum de 10 kg de matière sèche par unité, avec une bonne probabilité d'atteindre au moins ce niveau. D'autre part, ils sont proposés pour des cultures dont la première coupe est récoltée à l'épisaison (ensilage) et les repousses fauchées toutes les cinq à six semaines en pâture simulée.

L'efficacité de l'azote peut varier selon les techniques d'exploitation de la culture. Par exemple, des récoltes plus fréquentes des repousses entraînent une diminution de la production de matière sèche et donc de l'efficacité de l'azote. Il est important de rappeler que l'azote est très rapidement prélevé par les graminées : 23 jours après un apport de 100 unités/ha d'azote, par exemple, la production de matière sèche représente seulement 27 % de celle obtenue 57 jours après l'apport, alors que 82 % de l'azote ont déjà été prélevés.

De la même manière, plus la première récolte est tardive, et s'il n'y a pas de verse, meilleure est la transformation de l'azote. Aussi, pour des cultures récoltées au début épisaison, il est probable que la dose optimum doive être un peu moins élevée.

Des essais actuellement en cours devraient permettre de préconiser les fumures à apporter sur des cultures récoltées en système pâture, c'est-à-dire plus tôt qu'à l'épiaison.

UTILISER LES ASSOCIATIONS GRAMINÉES + LÉGUMINEUSES

L'atmosphère contient 79 % d'azote gazeux, ce qui correspond à environ 60.000 tonnes d'azote au-dessus de chaque hectare. Cet azote est utilisé par les organismes vivants terrestres grâce surtout à l'activité des bactéries associées aux légumineuses. D'après certains calculs, environ 100 millions de tonnes d'azote sont fixées annuellement par les systèmes biologiques, tandis que 10 millions de tonnes environ sont fixées par les méthodes industrielles sous forme de fertilisant azoté.

Une partie de cet azote est restituée au sol par renouvellement des nodosités, celui-ci ne pouvant d'ailleurs se réaliser qu'en période chaude et avec une certaine humidité. Une quantité très variable selon les années est utilisable par les graminées associées aux légumineuses : on estime généralement cette fourniture entre 60 et 120 unités d'azote par hectare.

Les associations graminées + légumineuses permettent ainsi une certaine économie de fumure azotée. Les trois types d'associations suivantes, ayant chacune une utilisation différente, peuvent être retenues :

- trèfle blanc + graminées, utilisée essentiellement en pâture ;
- trèfle violet + ray-grass d'Italie, utilisée principalement pour l'ensilage au premier cycle, les repousses pouvant être pâturées ;
- luzerne + graminées, utilisée pour l'ensilage ou surtout pour le foin au premier cycle, les repousses étant pâturées.

I. - Association graminées + trèfle blanc.

A) Intérêt de l'association.

Production : l'association du trèfle blanc avec une graminée permet une économie de fumure azotée sans nuire au rendement de la prairie. Le rendement d'une culture de graminée pure recevant environ 200 unités d'azote par an est généralement équivalent à celui d'une association graminée + trèfle blanc n'en recevant que 100 (tableau IV - moyenne de 13 résultats). Dans les régions où la pluviosité est élevée, l'association peut quelquefois fournir une production plus élevée.

TABLEAU IV

PRODUCTION DE DEUX ASSOCIATIONS AVEC TRÈFLE BLANC
COMPARÉE A CELLE DES CULTURES PURES
(en t/ha de matière sèche)

	<i>Fétuque élevée</i>	<i>Dactyle</i>
Graminée pure	13,9	11,8
Association	13,6	12,5

Qualité : le trèfle blanc présente aussi l'intérêt d'améliorer la qualité et l'utilisation du fourrage :

- sa richesse en azote et en minéraux et sa bonne digestibilité améliorent la valeur de l'herbe ;
- sa bonne appétibilité augmente la quantité de fourrage consommée par les animaux et diminue la proportion de refus dans la prairie.

B) *Techniques culturales favorables au trèfle blanc.*

Ces avantages ne peuvent se manifester que si le trèfle blanc participe réellement et régulièrement à la production de la prairie.

Les techniques culturales doivent donc viser à favoriser cette espèce qui est exigeante en lumière, en eau, ainsi qu'en température.

Fumure azotée : des apports croissants d'azote diminuent la proportion et la production du trèfle blanc dans l'association en favorisant la croissance des graminées qui provoquent un ombrage néfaste au trèfle blanc.

Le tableau V illustre l'effet de l'azote sur des associations fétuque élevée + trèfle blanc cultivées dans des conditions favorables à la légumineuse : il apparaît, dans cette série d'essais, que la production de la graminée de l'association est proche de celle de la culture pure. De plus, la régularité de production de l'association est due au trèfle blanc, dont la proportion diminue lorsque les doses d'azote augmentent.

TABLEAU V
PRODUCTION ANNUELLE DE MATIÈRE SÈCHE
D'UNE FÊTUQUE ÉLEVÉE PURE OU ASSOCIÉE
AU TRÈFLE BLANC EN FONCTION DES DOSES D'AZOTE

Dose d'azote	0	60	120	180
Fétuque élevée pure (t/ha)	5,8	8,5	10,5	12,4
Fétuque élevée + trèfle blanc (t/ha)	11,0	11,9	12,9	14,1
Matière sèche graminée (t/ha)	6,2	8,5	10,0	11,7
Matière sèche trèfle blanc (t/ha)	4,8	3,4	2,9	2,4
Matière sèche trèfle blanc(%)	44	29	22	17

Le tableau VI illustre l'effet de l'azote sur la proportion de trèfle blanc dans les prairies permanentes exploitées en pâture simulée.

TABLEAU VI
PROPORTION (EN % DE LA MATIÈRE SÈCHE TOTALE)
DE LÉGUMINEUSE EN FONCTION DES DOSES D'AZOTE
SUR PRAIRIE PERMANENTE

Dose d'azote	0	80	160	240
Graminées (en %)	60	74	82	84
Légumineuses (en %)	21	8	3	1
Plantes diverses (en %)	19	18	15	15

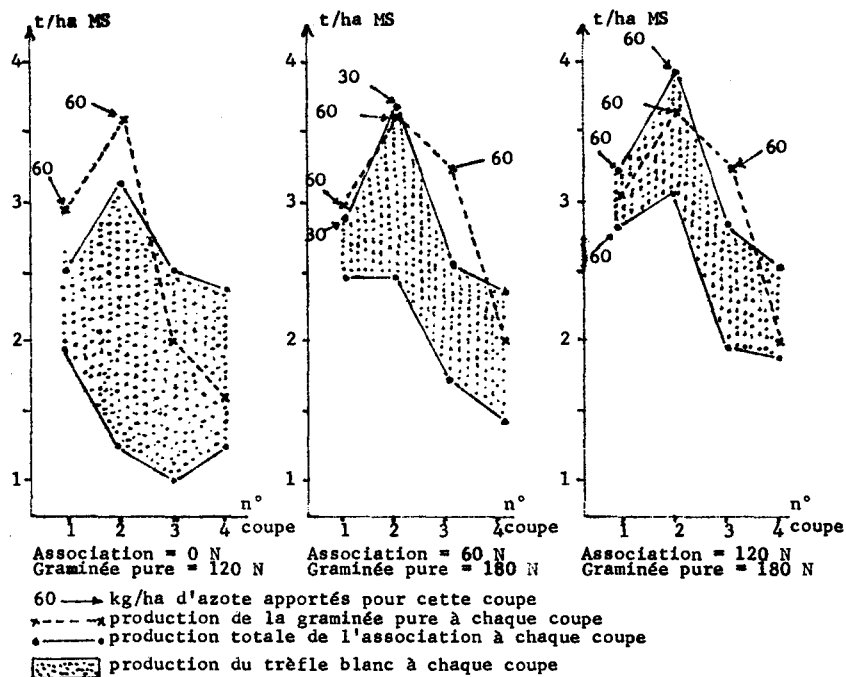
— l'époque d'apport de l'azote a une incidence ; le départ en végétation de la graminée est plus précoce que celui du trèfle blanc qui est plus exigeant en température. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle il y a peu de trèfle blanc lors d'exploitations précoces.

D'autre part, l'efficacité de l'azote est meilleure au printemps qu'en été. Enfin, la fourniture d'azote par la légumineuse n'est effective qu'entre mai et septembre sous un climat chaud et humide.

Pour ces différentes raisons il peut y avoir intérêt à apporter une fumure azotée au printemps sur une association.

La figure 5 illustre l'incidence de différentes fumures azotées sur la production d'une fétuque élevée pure ou associée à du trèfle blanc et sur la répartition de cette production selon les coupes.

FIGURE 5
COMPARAISON DE LA PRODUCTION PAR COUPE
DES ASSOCIATIONS ET CULTURES PURES
RECEVANT DIFFÉRENTES FUMURES AZOTÉES



L'association sans azote et la graminée avec 120 unités d'azote ont une production annuelle semblable : 11,0 et 10,5 t/ha de matière sèche, mais la répartition de la production de l'association est meilleure grâce au trèfle 109

blanc : aux deux premières coupes, la graminée pure, qui a reçu de l'azote, fournit environ 0,8 t/ha de plus que l'association, mais aux deux autres coupes, l'association donne 0,7 t/ha de plus que la graminée pure.

La graminée, avec 180 unités d'azote, fournit une production intermédiaire entre celle de l'association avec 60 unités ou 120 unités d'azote : 12,4 t/ha de matière sèche contre 11,9 et 12,9 t/ha. Les associations qui reçoivent 30 ou 60 unités d'azote aux deux premières récoltes fournissent, à cette époque, une production pratiquement équivalente à celle de la graminée pure, mais en automne, grâce au trèfle blanc, les associations sont plus productives.

Il apparaît ainsi que dans des régions favorables à la légumineuse, des apports d'azote au printemps ont peu d'incidence sur la proportion de trèfle blanc qui représente 20 à 30 % de la récolte avec deux fois 30 unités, 15 à 20 % avec deux fois 60 unités. Ces apports permettent, par contre, d'augmenter la production de la prairie.

Autres techniques favorables au maintien du trèfle blanc : quelques autres techniques peuvent favoriser le maintien de la légumineuse :

- une exploitation précoce et des exploitations fréquentes lui sont favorables, car ces techniques diminuent la compétitivité pour la lumière ;
- le choix des graminées : la proportion de trèfle blanc est généralement plus élevée avec la fléole, intermédiaire avec le dactyle et la fétuque des prés et plus faible avec la fétuque élevée ;
- les variétés de trèfle blanc : S 100 et Nouvelle-Zélande paraissent préférables à Crau ou Ladino dans les régions nord de la France ;
- la fumure potassique favorise le trèfle blanc.

C) *Incidence des conditions agro-climatiques.*

La proportion de trèfle blanc dépend aussi des conditions agronomiques : en prairie permanente, par exemple (tableau VII), il apparaît que sur les

TABLEAU VII
PROPORTION DE TRÈFLE BLANC SELON LES LIEUX
ET DOSES D'AZOTE SUR PRAIRIE PERMANENTE

Lieu	Dose d'azote		0		80		160	
	t/ha M.S.	% T.B.	t/ha M.S.	% T.B.	t/ha M.S.	% T.B.	t/ha M.S.	% T.B.
Cantal	8,6	15	9,8	4	10,8	1		
Manche	8,1	17	8,9	9	9,1	4		
Haute-Marne	7,4	31	7,8	17	8,1	12		
Mayenne	6,9	19	8,3	10	8,8	2		
Meurthe-et-Moselle .	6,4	33	6,3	19	7,0	12		
Savoie	8,1	35	8,6	11	9,3	4		

parcelles expérimentales de Meurthe-et-Moselle et de Haute-Marne où l'azote a une efficacité nettement inférieure à celle observée dans les autres prairies, la proportion de trèfle blanc se maintient à un niveau élevé, malgré les apports d'azote réalisés pendant cinq ans : 15 à 20 % avec 80 unités, plus de 10 % avec 160 unités. En revanche, dans les autres essais, la proportion de trèfle blanc diminue rapidement et devient pratiquement nulle au-delà de 100 unités par an.

Le tableau VIII montre que la proportion de trèfle blanc varie aussi beaucoup selon les années (qui se caractérisent par la température, la pluviosité, mais aussi par l'insolation).

TABLEAU VIII

ÉVOLUTION DE LA PROPORTION DE TRÈFLE BLANC (EN %) DANS DES PRAIRIES PERMANENTES NE RECEVANT PAS D'AZOTE

Lieu	Année				
	1968	1969	1970	1971	1972
Cantal	15	13	26	16	12
Manche	12	4	17	17	—
Haute-Marne	21	19	37	34	36
Mayenne	17	9	32	20	5
Meurthe-et-Moselle	30	25	32	32	24
Savoie	15	24	15	22	36
Moyenne	21	18	29	27	25

II. - Associations ray-grass d'Italie + trèfle violet.

A) Intérêt de l'association.

Production : l'association ray-grass d'Italie + trèfle violet permet de réduire la fumure azotée (tableau IX - Moyenne de 12 résultats) sans entraîner de baisse de rendement. Même en troisième année, alors qu'il n'y a plus de

TABLEAU IX

PRODUCTION D'ASSOCIATIONS RAY-GRASS D'ITALIE + TRÈFLE VIOLET COMPARÉE A CELLE DES DEUX CULTURES PURES (en t/ha de matière sèche)

Culture	Ray-grass d'Italie	Ray-grass d'Italie + trèfle violet	Trèfle violet
Dose d'azote	200 N	100 N	0 N
1 ^{re} année.....	15,4	14,7	12,2
2 ^e année.....	11,5	11,5	8,4
3 ^e année.....	7,9	8,2	0
Moyenne	12,3	12,1	8,3

trèfle violet dans l'association, on observe que cette culture fournit une production équivalente à celle du ray-grass seul, grâce probablement à la fourniture d'azote provenant des résidus de trèfle.

Qualité : l'association contenant environ 60 % de trèfle violet est plus riche en protéines (tableau X) et présente un meilleur rapport MAD/UF ;

TABLEAU X
VALEUR QUALITATIVE DES CULTURES PURES DE TRÈFLE VIOLET
(GOLIATH), DE RAY-GRASS D'ITALIE (RINA)
ET DE LEUR ASSOCIATION (CONTENCIN)

	<i>Goliath</i>	<i>Rina</i>	<i>Association</i>
M.A.T. (%)	18,2	11,0	16,7
M.A.D. (%)	13,6	6,9	12,2
U.F./kg	0,80	0,79	0,80
M.A.D./U.F.	170	87	150

la valeur UF n'est pas modifiée. De plus, la graminée de l'association est plus riche en azote que la graminée cultivée seule (tableau XI).

TABLEAU XI
TENEUR EN PROTÉINES DU RAY-GRASS SEUL OU ASSOCIÉ
AU TRÈFLE VIOLET (CONTENCIN)

	<i>Goliath seul</i>	<i>Rina seul</i>	<i>Rina + Goliath</i>
M.A.T. (%)	17,6	11,0	13,9

D'autre part, la présence de trèfle violet riche en glucides facilite l'ensilage du fourrage.

B) Techniques culturales favorables au trèfle violet.

Le maintien d'une proportion correcte de trèfle violet n'est pas toujours facile car sa participation dépend des caractéristiques de la plante : exigence en lumière, sensibilité à la sécheresse et aux coupes fréquentes.

Les techniques culturales doivent donc viser à favoriser cette espèce, qui est nettement plus « fragile » que la graminée :

Favoriser l'accès à la lumière :

- en pratiquant un déprimage au printemps : cette technique limite la croissance du ray-grass d'Italie qui a un départ en végétation plus précoce que le trèfle violet. La production totale de matière sèche sera diminuée mais la teneur en azote du fourrage sera améliorée par une présence plus grande de trèfle ;
- en diminuant l'apport de fumure azotée, surtout au printemps, époque où l'azote agit fortement sur la croissance de la graminée. On peut, par contre, augmenter la fumure potassique qui favorise la légumineuse.

Favoriser la pérennité de la plante :

- en n'exploitant pas trop fréquemment les repousses de l'association si l'on veut maintenir la culture deux ou trois ans ; il faut laisser au trèfle violet le temps de reconstituer des réserves racinaires qui lui assurent une meilleure pérennité et donc une bonne production ;
- en choisissant des variétés pérennes et de précocité adaptée pour récolter à l'épiaison du ray-grass d'Italie et au début de la floraison du trèfle violet : Rotra, Tetri, Violetta notamment sont plus pérennes que les autres variétés.

III. - Association graminée + luzerne

A) Intérêt de l'association.

Production : la productivité des associations est supérieure ou équivalente à celle des cultures pures (tableau XII - Moyenne de 9 résultats) et est obtenue avec une dose d'azote moindre : 100 unités au lieu de 200. Le

TABLEAU XII

PRODUCTION DE QUELQUES CULTURES PURES ET ASSOCIÉES

<i>Luzerne</i>	<i>Fétuque élevée</i>	<i>Association fétuque élevée + luzerne</i>	<i>Dactyle</i>	<i>Association dactyle + luzerne</i>
13,9	14,4	15,4	11,6	15,3

voisine de celle de la luzerne ; par contre, en année humide, les associations sont nettement plus productives que chacune des cultures pures.

Qualité : la teneur et la production d'azote de l'association sont améliorées par la présence de la luzerne. Le tableau XIII permet de comparer les productions de la première coupe de l'association contenant 50 % de luzerne à celles des cultures pures récoltées à la floraison pour la luzerne et à l'épiaison pour le dactyle.

TABLEAU XIII
PRODUCTIONS DE LA PREMIÈRE COUPE DE L'ASSOCIATION
ET DE CHACUNE DES CULTURES PURES

	M.S. t/ha	M.A.T. t/ha	M.A.T. %
Luzerne	6,5	1,23	19,0
Dactyle	8,0	1,14	14,0
Association	8,3	1,39	17,0

B) Techniques culturales favorables à la luzerne.

La luzerne étant la plante la plus « fragile », toutes les techniques d'exploitation doivent viser à favoriser son maintien et sa pérennité.

Choisir une espèce de graminée productive et peu agressive pour la luzerne : un dactyle tardif convient dans la plupart des situations ; une fétuque élevée tardive ne peut être utilisée que dans les régions où la luzerne pousse bien.

Choisir des variétés de graminée et de luzerne de précocités voisines, de manière à effectuer la première coupe à l'épiaison de la graminée et à la floraison de la luzerne, stades convenables pour obtenir un fourrage de bonne qualité : les dactyles ou les fétuques élevées tardives conviennent généralement bien. Dans les régions favorables à la luzerne, une graminée plus précoce permet de récolter plus tôt et d'améliorer ainsi la qualité du fourrage.

La fumure azotée ne doit être utilisée que dans les régions favorables à la luzerne. Dans ce cas, 200 unités d'azote par an, dont 90 à 100 unités pour la première coupe, améliorent la production de l'association tout en maintenant une proportion de luzerne aux environs de 30 % (tableau XIV). Par contre, lorsque la luzerne pousse en conditions agro-climatiques défavorables, il ne faudrait apporter aucune fumure azotée si l'on veut maintenir un équilibre des deux constituants de la culture.

TABLEAU XIV
PRODUCTION ANNUELLE D'ASSOCIATIONS
LUZERNE + DACTYLE
CULTIVÉES DANS DEUX CONDITIONS AGRO-CLIMATIQUES

<i>Association</i>	<i>Conditions</i>			
	<i>Favorables</i>		<i>Défavorables</i>	
	<i>M.S. t/ha</i>	<i>% luzerne</i>	<i>M.S. t/ha</i>	<i>% luzerne</i>
Sans azote	11,7	62	12,7	52
Avec 200 U d'azote	14,2	30	16,4	5
Avec 400 U d'azote	15,1	18	17,3	0

Le tableau XV présente l'effet de la fumure azotée sur les productions de matière sèche et de matières azotées totales : la luzerne pure, l'association sans azote et le dactyle avec 200 unités par an d'azote, fournissent à peu près la même quantité de protéines par hectare, mais il est probable que la qualité de ces protéines est différente.

TABLEAU XV
PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE
ET DE MATIÈRES AZOTÉES TOTALES DE DIFFÉRENTES CULTURES
(en t/ha)

	<i>M.S.</i>			<i>M.A.T.</i>			<i>% luzerne</i>		
	<i>1^{re} coupe</i>	<i>Repousses</i>	<i>Total</i>	<i>1^{re} coupe</i>	<i>Repousses</i>	<i>Total</i>	<i>1^{re} coupe</i>	<i>Repousses</i>	<i>Total</i>
Luzerne	4,9	4,5	9,4	1,0	1,0	2,0			
Association :									
0 N	7,4	4,8	12,2	1,12	0,98	2,1	45	72	56
200 N	10,3	5,0	15,3	1,48	0,92	2,4	20	40	26
400 N	10,7	5,5	16,2	1,78	1,09	2,9	15	30	20
Dactyle :									
200 N	10,2	4,8	15,0	1,43	0,77	2,2			
400 N	10,4	4,5	14,9	1,66	0,85	2,5			
600 N	10,9	4,8	15,7	1,96	1,00	3,0			

Lorsqu'on augmente les apports de fumure azotée sur les associations, la production du dactyle augmente, celle de la luzerne décroît, donnant un bilan final plus productif. Il faut remarquer que les associations recevant 200 unités d'azote de moins que le dactyle pur donnent des productions voisines.

IV. - Conclusions.

Les associations graminées + légumineuses permettent d'obtenir à la fois une production au moins équivalente à celle des graminées pures recevant une fumure azotée plus élevée : 200 au lieu de 100 unités, ainsi qu'un fourrage plus riche en protéines.

Le maintien d'un équilibre n'est cependant pas facile ; les techniques d'exploitation doivent donc viser à favoriser une participation régulière des légumineuses qui s'avèrent les plus « fragiles » mais qui assurent l'économie de fumure azotée souvent recherchée avec ces cultures.

Le maintien d'un équilibre correct se fait généralement au détriment de la production de matière sèche de la prairie ; dans le cas d'une association graminée + trèfle blanc, exploitée tôt au printemps, on peut l'améliorer par un ou deux apports d'azote au printemps, à une époque où son efficacité est très bonne et où ces apports diminuent peu la proportion de légumineuse.

CONCLUSIONS

La fumure azotée permet une augmentation certaine de la production fourragère ; son emploi doit cependant être raisonné en tenant compte de sa transformation en matière sèche (efficacité) et de la présence de légumineuses qui apporte de nombreux avantages dont l'économie de fumure.

Toutes les doses proposées le sont en retenant qu'une unité d'azote doit apporter au moins 10 kg de matière sèche ; ce critère est probablement correct pour la première récolte, mais aux repousses il y a intérêt quelquefois à être moins exigeant, si l'apport de fumure azotée permet de mieux nourrir des animaux au cours d'une période déficitaire en fourrage, par exemple.

D'autre part, il n'a pas été pris en compte des effets secondaires de l'apport d'azote tels que :

- une mise à l'herbe plus précoce à la sortie de l'hiver ;
- un plus grand nombre de récoltes au cours de l'année ;
- une meilleure consommation de l'herbe par une appétibilité améliorée, etc.

Il n'a pas été tenu compte non plus des restitutions par les animaux, ou des pertes par lessivage qui semblent d'autant plus grandes que les apports sont élevés, et qu'il reste de l'azote non utilisé avant l'hiver.

La bonne efficacité de l'azote ne doit pas seulement tenir compte de sa transformation en matière sèche/hectare ; il faut évidemment aussi améliorer sa transformation en production animale par le choix de techniques d'exploitation capables de valoriser les productions obtenues : chargement, parcellement... et tenir compte des besoins des animaux.

Ph. PLANCQUAERT,
I.T.C.F.

QUELQUES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CONTENCIN R. (1968) : Etude comparative de quelques associations fourragères. *Tbèse*, Université de Toulouse.
- GILLET (1972) : Quelques réactions de diverses graminées fourragères aux fumures azotées abondantes. *C.R. Ac. Agric. de France*, t. 58, n° 11.
- GRASSLAND RESEARCH INSTITUTE (1964-1965) : Recovery of fertilizer nitrogen by grass species. *Exps. Prog. Grassld. Res. Inst.*
- HOLLIDAY R. et WILMAN D. (1965) : The effect of fertilizer nitrogen and frequency of defoliation on yield of grassland herbage. *J. Brit. Grassld. Soc.*, vol. 20, n° 1, 32-40.
- HUNT I.V. (1965) : The effect of utilization of herbage on the response to fertilizer nitrogen. *Pro. 9th Int. Grassld. Congress.*
- MERIAUX S. (1965) : Réactions du dactyle aux facteurs climatiques en fonction du déficit hydrique du sol et de la nutrition azotée. *Fourrages*, 21.
- PLANCQUAERT Ph. (1966) : Etude sur la production de l'association trèfle violet - ray-grass d'Italie. *Doc. I.T.C.F.*, sept. 1966.
- PLANCQUAERT Ph. (1967) : Etude sur la production des associations luzerne - graminées. *Doc. I.T.C.F.*, sept. 1967.
- PLANCQUAERT Ph. (1967) : Etude sur la production de l'association trèfle blanc - graminées. *Doc. I.T.C.F.*, sept. 1967.
- PLANCQUAERT Ph. (1970) : Etude de doses de fumures azotées sur quatre variétés de ray-grass d'Italie. *Doc. I.T.C.F.*, n° 0-2-10-24.
- PLANCQUAERT Ph. (1970) : Etude de la fumure azotée de l'association féтуque élevée - trèfle blanc. *Doc. I.T.C.F.*, n° 0-2-02-24.
- PLANCQUAERT Ph. (1971) : Essais sur la fumure azotée d'associations graminées - luzerne. *Doc. I.T.C.F.*, n° 1-2-07-24.
- PLANCQUAERT Ph. (1973) : Etude de l'influence de la fumure azotée sur les productions des graminées. *Doc. I.T.C.F.*, n° 3-2-01-24.
- PLANCQUAERT Ph. (1974) : Prairie permanente : production fourragère en fonction de trois modes d'exploitation et de quatre niveaux de fumure azotée. *Doc. I.T.C.F.*, n° 4-8-01-23.