

INTENSIFICATION FOURRAGÈRE A U P A Y S D ' A U G E

INCIDENCE DE LA FERTILISATION AZOTÉE SUR LA PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE DE TROIS VARIÉTÉS DE FÊTUQUE ÉLEVÉE (1)

BÉNÉFICIAINT D'UN CLIMAT DE TYPE MARITIME HUMIDE RELATIVEMENT DOUX ET D'UNE TERRE DE BONNE QUALITÉ, LE PAYS D'AUGE EST PRÉDISPOSÉ A LA PRODUCTION fourragère.

Pour peu que l'on veuille bien donner un coup de main aux dispositions naturelles de cette contrée, la récompense est souvent supérieure aux espérances, d'autant plus qu'il s'agit ici de graminées fourragères.

La culture de l'herbe est devenue maintenant une réalité et on parle de moins en moins de « l'herbe », mais volontiers de ray-grass d'Italie, de fétuque élevée, de dactyle, de ray-grass anglais ; même la prairie permanente est caractérisée par sa flore.

Cependant, il faut bien avouer qu'en ce qui concerne les fumures, les précisions et les références sont plus rares.

De quelle manière faut-il combiner les deux principaux facteurs de l'intensification fourragère que sont le matériel végétal et la fumure ?

(1) L'efficienc de la fertilisation azotée et l'incidence de la fertilisation azotée sur la qualité du fourrage produit feront l'objet de deux autres articles.

Ceci a motivé l'implantation au Lycée agricole « Le Robillard » d'un essai « Intensification fourragère » dont voici les premiers enseignements.

1) Protocole et conduite de l'essai.

A) *Le matériel végétal.*

Trois variétés de fétuque élevée se distinguant par leur précocité ont été retenues :

Manade : variété précoce.

S.170 : variété intermédiaire.

Ludion : variété demi-tardive.

B) *La fumure* ne comportait qu'une variable :

— *Le traitement azoté* apporté sous forme d'ammonitrate.

Cinq doses d'azote appliquées après chaque exploitation, soit toutes les six semaines, avaient été retenues : 30, 60, 90, 120 et 150 unités.

La dose 30 unités a été doublée dans le but d'introduire une variante au niveau de l'apport hivernal, ce qui constitue un sixième traitement. Ceci donnait donc :

Numéro du traitement	I	II	III	IV	V	VI
Unités N hivernal	30	60	60	90	120	150
Unités N à chaque exploitation	30	30	60	90	120	150

— *La fertilisation phospho-potassique* avait été calculée de façon à ne constituer à aucun moment un facteur limitant : 200 unités de P_2O_5 sous forme de superphosphate, 600 unités de K_2O sous forme de chlorure de potassium. Les 200 unités de P_2O_5 et 300 unités de K_2O étaient apportées en hiver ; après les trois premiers cycles, 100 unités de K_2O étaient épandues pour atteindre la dose annuelle de 600 unités.

C) *Le dispositif* était un essai factoriel à quatre répétitions, chaque bloc comprenant toutes les combinaisons variété \times traitement azoté, ce qui faisait soixante-douze parcelles de 10 m² chacune.

D) *L'implantation* de cet essai a eu lieu au printemps 1967, sur un sol alcalin, de nature limono-argileuse, lourd, non battant et possédant une bonne structure.

Il faut souligner la forte teneur en matière organique et en azote, mais aussi la pauvreté en acide phosphorique assimilable de ce sol.

TABLEAU I
ANALYSE DU SOL A L'IMPLANTATION,
A 20 CM ET 40 CM DE PROFONDEUR

<i>Eléments</i>	<i>20 cm</i>	<i>40 cm</i>
Argile	31,6 %	30,2 %
Limons	44,2 %	42,6 %
Sable	24,1 %	27,0 %
Matière organique	6,25 %	3,57 %
Calcaire total	4,2 %	6,9 %
Carbone	36,3 %	20,6 %
Azote total	3,89 %	2,39 %
Acide phosph. assimilable	0,13 %	0,05 %
Potasse échangeable	0,29 %	0,16 %
C		
Rapport $\frac{C}{N}$	9,2	8,6
N		
pH	7,6	7,8

— La fumure de fond était constituée de :

- 150 unités de P_2O_5 (scories)
- 300 unités de K_2O (chlorure de potassium)
- 60 unités de N (ammonitrate).

— La densité du semis était de 20 kg/ha. Cette année 1967 étant considérée comme année d'implantation, après chaque coupe, il était épandu 60 unités d'azote sur chaque parcelle.

E) *L'expérience n'a démarré* qu'en 1968 avec l'application du protocole et a duré quatre années. Les conditions climatiques rencontrées au cours de ces quatre années sont résumées dans le tableau II.

TABLEAU II

CONDITIONS CLIMATIQUES PENDANT LA DURÉE DE L'ESSAI

PLUVIOMÉTRIE

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Moyenne sur 10 ans	53,8	52,4	37,5	50,4	58,6	46,4	47,5	51,0	55,1	52,7	77,7	60,9	644
1968	56,7	66,1	25,6	33,6	37,2	41,4	65,6	44,6	75,2	41,3	44,4	51,7	583,4
1969	25,8	61,8	58,4	21,4	87,5	29,4	47,6	62,8	30,5	3,3	64,5	65,9	558,9
1970	66,8	91,0	43,0	56,8	32,4	35,4	38,5	65,5	18,9	35,1	59,4	32,1	574,9
1971	45,8	17,6	14,5	28,1	10,3	74,1	30,9	81,0	20,2	15,5	67,2	6,5	504,4

TEMPÉRATURES MAXIMALES

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne sur 10 ans	7,3	8,3	11,0	14,1	17,2	20,1	22,0	21,7	20,2	16,7	10,2	7,7
1968	8,2	7,2	10,9	14,8	15,4	20,4	21,2	21,0	19,4	17,4	10,2	5,6
1969	8,1	6,4	10,3	13,7	17,5	19,5	23,0	22,3	20,3	19,2	11,2	6,6
1970	8,5	8,1	8,5	11,7	18,4	22,3	20,8	22,0	21,6	14,0	13,2	8,1
1971	7,6	8,9	8,7	15,3	17,8	18,4	23,5	21,9	21,2	18,7	11,1	8,9

TEMPÉRATURES MINIMALES AU SOL

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne sur 10 ans	- 2,1	- 1,9	- 1,5	0,2	3,6	6,4	7,5	7,2	5,8	2,9	0,2	- 1,2
1968	- 3,7	- 3,5	- 1,7	- 1,7	2,8	7,2	7,3	8,8	6,0	6,0	- 1,6	- 1,7
1969	+ 0,06	- 5,3	- 1,2	- 0,8	3,1	6,2	9,5	8,7	8,5	1,8	0,2	- 3,1
1970	- 0,3	- 1,8	- 1,8	3,8	8,0	8,1	3,6	3,1	2,7	2,7	2,7	- 6,4
1971	- 2,8	- 2	- 3,4	0,6	3,5	7,5	8,6	9,9	5,1	1,9	0,7	- 0,2

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Moyenne sur 10 ans	16	12	13	13	15	12	9	13	11	11	17	15	157
1968	20	6	10	13	12	12	9	15	16	15	11	10	149
1969	16	13	16	10	11	10	9	12	10	6	18	17	148
1970	20	19	12	17	10	12	9	13	10	10	17	13	162
1971	16	4	7	7	15	16	6	17	7	5	20	4	124

Remarquons que ces quatre années ont été déficitaires en eau maïs, du fait de sa faible pluviométrie et de ses basses températures minimales en période estivale, 1970 a été l'année la moins favorable.

Les variations climatiques d'une année sur l'autre ont eu une répercussion directe sur les productions, mais surtout sur le nombre d'exploitations effectuées chaque année sur chaque variété (tableau III).

TABLEAU III

Années	Variétés	Nombre de cycles	Unités d'azote épandues par an selon les traitements					
			I	II	III	IV	V	VI
1968	Manade	6	180	210	360	540	720	900
	S.170	6	180	210	360	540	720	900
	Ludion	5	150	180	300	450	600	750
1969	Manade	6	180	210	360	540	720	900
	S.170	6	180	210	360	540	720	900
	Ludion	6	180	210	360	540	720	900
1970	Manade	6	180	210	360	540	720	900
	S.170	6	180	210	360	540	720	900
	Ludion	6	180	210	360	540	720	900
1971	Manade	6	180	210	360	540	720	900
	S.170	5	150	180	300	450	600	750
	Ludion	5	150	180	300	450	600	750

La première exploitation de l'année était effectuée au stade pâture (épi à 10 cm) donc différente selon les variétés, puis toutes les six semaines.

2) Résultats concernant la production de matière sèche (exprimée en tonnes/hectare).

Les fétuques élevées exploitées au cours de cet essai étant pérennes, les résultats cumulés des quatre années seront d'abord étudiés en considérant qu'il s'agit de « la production de la culture ».

L'ensemble des résultats et des éléments permettant l'étude est regroupé sur le tableau IV.

TABLEAU IV
PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE.
(Résultats annuels et cumulés exprimés en tonne de M.S./ha)

Année	Variétés	Traitements azotés						Moyenne
		I	II	III	IV	V	VI	
1968	Manade	17,38	18,16	21,00	21,95	23,01	22,71	20,70
	S.170	16,93	16,63	18,30	17,89	18,48	19,29	17,92
	Ludion	16,11	18,71	21,23	20,82	21,64	22,90	20,23
	Moyenne	16,81	17,83	20,17	20,22	21,05	21,63	19,38
1969	Manade	12,38	13,33	17,41	18,46	20,51	20,06	17,02
	S.170	15,82	14,73	18,07	17,80	18,44	17,98	17,14
	Ludion	14,37	15,73	19,79	20,24	21,30	20,96	18,73
	Moyenne	14,19	14,60	18,42	18,83	20,09	19,66	17,63
1970	Manade	10,59	11,56	15,91	17,68	19,03	19,87	15,77
	S.170	11,69	11,75	16,09	17,18	17,01	17,94	15,28
	Ludion	11,09	12,57	15,99	18,46	19,79	19,69	16,26
	Moyenne	11,12	11,96	16,00	17,77	18,61	19,16	15,77
1971	Manade	9,95	11,14	16,67	17,83	17,37	19,48	15,41
	S.170	12,30	12,52	16,81	16,62	16,99	16,49	15,29
	Ludion	13,03	13,99	19,33	20,14	21,01	21,03	18,08
	Moyenne	11,76	12,55	17,60	18,20	18,46	19,00	16,26
Cumul 1968 + 1969 + 1970 + 1971	Manade	50,30	54,18	70,99	75,91	79,94	82,13	68,91
	S.170	56,74	55,63	70,08	69,50	70,92	71,70	65,70
	Ludion	54,61	61,00	76,34	79,66	83,74	84,58	71,65
	Moyenne	53,88	56,94	72,47	75,02	78,20	79,47	68,77

A) Production cumulée 1968 + 1969 + 1970 + 1971.

Les enseignements suivants peuvent être déduits :

— Le niveau d'intensification le plus intéressant est le passage de 28 30 unités à 60 unités d'azote à chaque épandage (T I et T III). Les

Fertilisation azotée

doses azotées supérieures présentent des effets positifs, mais apportent un supplément de production nettement moindre.

— L'épandage de 30 unités supplémentaires en fin d'hiver (T II), s'il présente un effet souvent positif, ne peut pas toujours être admis comme un moyen valable d'augmenter la production.

— Les variétés ne réagissent pas de la même façon à l'intensification azotée. Les comportements de Manade et Ludion sont sensiblement les mêmes : les productions croissent avec l'augmentation des doses azotées.

Par contre, S.170 atteint rapidement un « plafond » de 70 t/ha de M.S. produit au traitement III, que des doses azotées supérieures ne font pas ou peu franchir.

TABLEAU IV bis
RÉSULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE
(Les plus petites différences significatives
sont exprimées en t/ha de M.S.)

<i>Année</i>	<i>Coefficient de variation</i>	<i>Effet traitement et p.p.d.s.</i>	<i>Effet variété et p.p.d.s.</i>	<i>Interaction</i>
1968	11,02 %	Hautement significatif 4,41	Hautement significatif 3,60	Non significatif
1969	8,33 %	Hautement significatif 3,03	Significatif 2,48	Hautement significatif
1970	9,58 %	Hautement significatif 3,11	Non significatif	Significatif
1971	5,39 %	Hautement significatif 1,81	Hautement significatif 1,48	Hautement significatif
Cumulé 1968 + 1969 + 1970 + 1971	7,75 %	Hautement significatif 11,02	Hautement significatif 9,01	Hautement significatif

Il apparaît donc que des productions très intéressantes sont obtenues avec des apports de 60 unités d'azote à chaque épandage et que l'utilisation de doses azotées supérieures ne présenterait un intérêt que dans certains cas.

B) *Evolution des productions au cours des années.*

Si les conclusions tirées précédemment sont toujours vérifiées, des enseignements complémentaires sont apportés par cette étude :

— Les productions les plus élevées sont obtenues la première année d'exploitation (1968), avec des différences moins importantes entre les faibles traitements azotés (T I et T II) et les plus forts.

Une hypothèse peut être émise au sujet de cette observation concernant le niveau de production des traitements I et II (T I et T II) : l'azote organique, dont la teneur dans le sol est forte (3,89 %), a pu fournir un supplément azoté aux plantes par une forte minéralisation accélérée dès que le temps s'y prête et, surtout dans ce cas précis, favorisée par un travail du sol relativement récent (implantation).

— Les productions maximales sont toujours obtenues soit au traitement V, soit au traitement VI, mais la différence entre les deux résultats est très souvent faible.

— Les productions diminuent d'année en année aux faibles doses azotées (T I et T II).

Cette diminution est très marquée pour la variété précoce Manade qui n'a peut-être pu bénéficier que d'une faible minéralisation de l'azote du sol au premier cycle.

— Les productions sont à peu près constantes chaque année pour les traitements azotés supérieurs, même en 1970, année qui se caractérisait par une période estivale moins favorable à la pousse de l'herbe.

Il faut souligner qu'en particulier les traitements III et IV présentent un bon niveau et une excellente régularité de production.

Sur les trois fétuques élevées exploitées au cours de l'essai, une bonne fertilisation azotée, sans être excessive (60 à 90 unités par épandage) a permis d'obtenir une production annuelle régulière d'au moins 16 tonnes de matière sèche pendant quatre ans.

3) **Efficacité de l'azote au cours de l'année.**

30 Une étude des productions obtenues au cours des quatre premiers cycles de 1970 (année la moins favorable en période estivale) va permettre de

*Fertilisation azotée
de la fétuque élevée*

juger de l'efficacité d'un apport d'azote plus ou moins important à deux périodes de l'année :

— Première période : apport d'azote en fin hiver-début de printemps, dont les effets se manifesteront sur les productions des deux premiers cycles récoltés en avril, mai et juin, époque où généralement il y a pléthore d'herbe.

— Deuxième période : apport d'azote en fin de printemps-début été, dont les effets se manifesteront sur les productions des cycles récoltés en juillet-août, époque du « trou d'été », (troisième et quatrième repousses).

Les résultats sont récapitulés dans le tableau V.

TABLEAU V
PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE DE L'ANNÉE 1970
(Résultats des quatre premiers cycles)

Variétés et dates de coupe	Traitements azotés	Cycle I		Cycle II		Cycle III		Cycle IV		
		M.S. (t/ba)	Indice	M.S. (t/ba)	Indices	M.S. (t/ba)	Indice	M.S. (t/ba)	Indice	
<i>Manade :</i>	T I	2,36	100	3,35	100	1,52	100	1,22	100	
	T II	2,69	114	3,54	106	1,72	113	1,33	108	
	Cycle I 21-04	T III	3,08	130	4,20	125	2,79	183	2,23	182
	Cycle II 2-06	T IV	2,86	121	4,83	144	2,84	186	3,01	245
	Cycle III 10-07	T V	3,24	137	5,03	150	3,01	197	3,27	266
	Cycle IV 21-08	T VI	3,29	139	4,84	144	3,32	218	3,39	276
<i>S.170 :</i>	T I	2,80	100	3,59	100	1,96	100	1,57	100	
	T II	3,08	110	3,41	95	2,21	112	1,32	84	
	Cycle I 28-04	T III	3,61	129	4,09	114	2,92	148	3,04	193
	Cycle II 11-06	T IV	3,83	137	4,45	124	3,00	153	3,08	196
	Cycle III 22-07	T V	3,40	121	4,66	130	2,89	147	3,32	211
	Cycle IV 31-08	T VI	3,88	139	4,21	117	3,13	159	3,50	222
<i>Ludion :</i>	T I	3,77	100	3,38	100	1,07	100	1,17	100	
	T II	4,53	120	3,63	108	1,42	132	1,39	119	
	Cycle I 5-05	T III	4,87	129	3,85	114	1,85	172	2,54	217
	Cycle II 17-06	T IV	5,36	142	4,35	129	2,72	254	3,51	299
	Cycle III 28-07	T V	5,83	155	4,69	139	2,66	248	3,95	337
	Cycle IV 8-09	T VI	5,87	156	4,40	130	2,72	253	3,95	337

En prenant le traitement I (30 unités) comme référence (indice 100), au cours de la première période les traitements azotés croissants permettent de multiplier la production par 1,2 à 1,5, alors qu'au cours de la seconde période ces mêmes traitements permettent de multiplier la production par 1,8 à 3.

L'emploi de 60 unités d'azote en vue des productions printanières et estivales a donné d'excellents résultats ; cependant, il a été possible, avec 90 unités en fin printemps-début d'été, d'augmenter encore valablement les productions et de combler ainsi le « trou d'été ».

Observations effectuées sur les parcelles.

A) Épiaison.

Toutes les variétés ont épié une fois au cours de l'année d'implantation effectuée au printemps. Les années suivantes, une épiaison générale a toujours été constatée au second cycle sur toutes les variétés et quel que soit le traitement azoté appliqué.

Les cycles suivants ont donné des pousses uniquement feuillues.

B) Implantation et couverture du sol.

Après la première année d'exploitation, dans les parcelles recevant de faibles doses azotées (T I, T II), on note la présence de pâturin entre les pieds de fétuque (cliché B 2).

Dans les autres parcelles, le pâturin disparaît avec l'augmentation des doses d'azote apportées ; avec le traitement VI, le sol est dégarni autour des pieds de fétuque, à l'emplacement du pâturin qui a complètement disparu (clichés B 4 et B 6).

C) Enracinement.

Après lévigation sur une profondeur de 40 cm, on a pu constater :

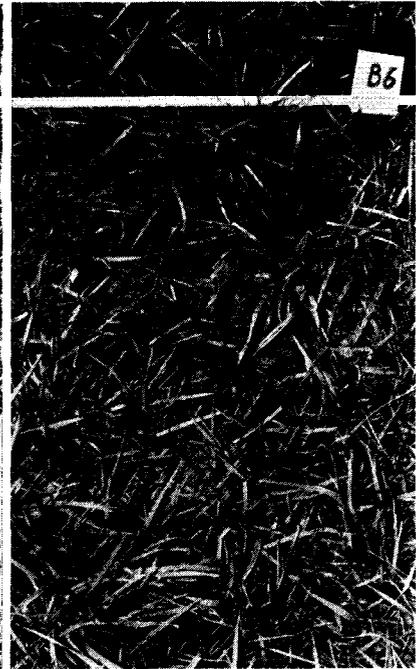
— dans les faibles traitements azotés, les racines sont denses, certaines sont grosses et il y a un important chevelu dans les 15 premiers centimètres, leur direction paraît plus horizontale (cliché C 1) ;



B 2 : Aux faibles doses d'azote (30 unités après chaque exploitation), le pâturin garnit les espaces vides entre les pieds de fétuque élevée.



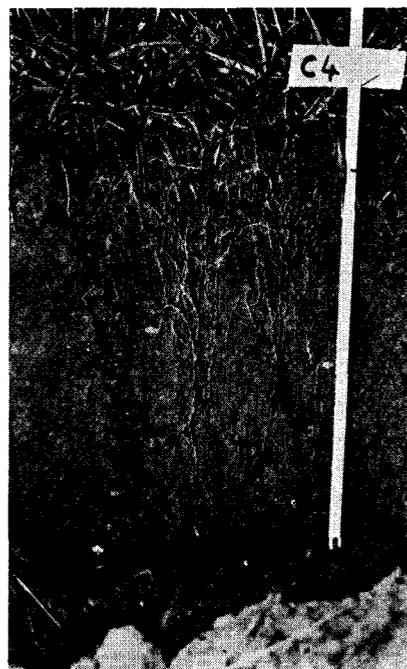
B 4 : Lorsque la dose d'azote augmente (ici, 90 unités après chaque exploitation), le pâturin disparaît.



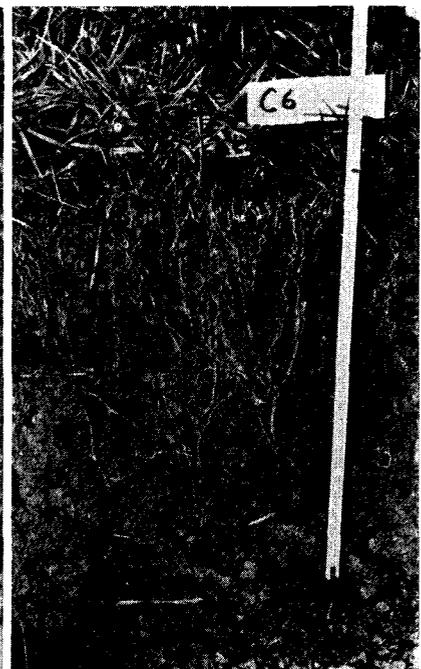
B 6 : Lorsque l'on atteint 150 unités, le sol est dégarni autour des pieds de fétuque élevée.



C 1 : Avec le traitement « 30 unités », le chevelu racinaire est important en surface.



C 4 et C 6 : Aux plus fortes doses, le chevelu est moins important en surface et les racines, plus verticales, descendent plus profondément.



— dans les forts traitements azotés, les racines sont moins denses, plus fines et il y a moins de chevelu dans les 15 premiers centimètres : leur direction paraît plus verticale et il semble que la prospection se fasse plus en profondeur (clichés C 4 et C 6).

Une observation au-delà de 40 cm montre que les racines de fétuque élevée peuvent descendre encore plus profondément lorsque le terrain s'y prête.

D) *Structure du sol.*

Après sept années d'exploitation, l'étude de profils effectuée sur 40 cm dans différentes parcelles a montré que l'emploi de doses allant de 30 à 90 unités d'azote à chaque épandage laissait une bonne structure au sol sur l'ensemble de la zone observée : au grattage, les mottes se détachaient bien et présentaient un aspect arrondi. Par contre, les doses azotées supérieures (120 et 150 unités) marquaient le sol dont la structure était plus compacte, particulièrement dans les 20 premiers centimètres, la pénétration plus difficile et les mottes plus anguleuses.

E) *Maladies et mauvaises herbes.*

Seules quelques rouilles ont été constatées sur les fétuques, mais sans différence d'attaque en fonction des traitements azotés.

Le salissement de certaines parcelles par des rumex ne semblait pas être dû à l'intensification azotée elle-même : on a noté la présence de rumex aussi bien dans des parcelles faiblement azotées que dans des parcelles recevant les fortes doses. La propagation de ces rumex a été facilement limitée par les coupes régulières qui empêchaient la montée à graine. Une lutte efficace contre le rumex consisterait à traiter énergiquement dès l'implantation de la jeune prairie pour lutter contre cette adventice souvent présente à l'état spontané dans les sols normands.

M. HNATYSZYN,
*Lycée Agricole du Robillard,
Saint-Pierre-sur-Dives (Calvados).*