

**ÉTUDE COMPARATIVE D'APPORT D'HUMUS
ET D'ÉLÉMENTS FERTILISANTS
SUR FESTUCA PRATENSIS**

par

J. BOSSER et R. PERNET

SOMMAIRE

INTRODUCTION	257
CONDITIONS DU SOL	258
COMPARAISON ENTRE DES HUMUS D'ORIGINE DIFFÉRENTE	258
COMPARAISON ENTRE L'APPORT DE QUANTITÉS DIFFÉRENTES D'HUMUS	260
COMPARAISON ENTRE L'APPORT D'HUMUS ET L'APPORT DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS FERTILISANTS	261
EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA COMPOSITION DE « FESTUCA PRATENSIS ».	262
EFFETS COMPARÉS DE L'HUMUS, DE L'AZOTE ET DE L'EAU	264
CONCLUSION	265

Introduction

Le but des expériences présentées ici était de dégager l'effet de l'apport d'humus seul et à des doses variables, ou additionné de divers éléments fertilisants, sur une Graminée.

Reprises à deux époques différentes, les conditions expérimentales ne présentent pas une rigueur absolue, toutefois les écarts obtenus entre les divers traitements sont assez nets pour nous permettre d'en faire état.

La surface des parcelles étant de 1 m², nous pouvons dire que l'expérience équivaut à un essai *en pots*, mais avec les avantages d'un sol en place.

La plante utilisée est *Festuca pratensis*, qui, dans les conditions de l'expérience, présente l'avantage de germer rapidement et régulièrement en quatre ou cinq jours.

L'expérience a été menée sur 20 parcelles durant la saison sèche, du 8 août au 10 novembre 1951. Les principaux résultats ont été vérifiés sur 18 parcelles du 1^{er} octobre au 15 décembre, le début de la saison des pluies ayant hâté le cycle de la végétation.

Les engrais sont enfouis sous 5 cm. et les parcelles sont arrosées toutes les semaines avec 5 litres d'eau. L'humus est apporté chaque semaine dans 5 litres d'eau par parcelle et la dose totale est répartie en 10 arrosages.

Par suite des faibles dimensions des carrés d'essais et de l'imprécision des mesures, nous ne considérerons comme significatifs que les résultats présentant des différences supérieures à 25 %.

Les résultats sont exprimés en fourrage vert coupé sur pied à 2 cm. du sol, en fourrage sec séché à l'étuve à 110° jusqu'à poids constant.

Les racines exprimées en sec sont lavées et séchées à 110° jusqu'à poids constant.

I. — Conditions du sol

Alluvions latéritiques très micacées limono-sableuses reposant sur sous-sol à gley. Nappe phréatique haute fluctuant entre 30 et 80 cm.

TABLEAU 1.

<i>Analyse.</i>		<i>Granulométrie</i>	
pH.	6,2 à 6,6	Argile	4 à 5 %
Humus soluble à la soude	0,65 à 0,85 ‰	Limon	30 à 33 %
Calcium échang.	1,176 à 1,209 ‰	Sable fin	25 à 26 %
Magnésie échang.	0,187 à 0,209 ‰	Sable grossier	31,5 à 35,5 %
Potasse échang.	0,030 à 0,037 ‰		
Azote total	0,86 à 0,94 ‰		
Carbone	9 à 10,5 ‰		
Capacité d'échange.	3,3 à 5,1		
Rapport C/N	10,4 à 11,1		
Calcium total	2,66 à 2,68		
Potasse totale	4,85 à 5,08		
Phosphore total	1,71 à 2,82		

II. — Comparaison entre des humus d'origine différente

Nous avons extrait l'humus de trois types de matériaux différents :

- tourbe sous zozoro provenant du lac Alaotra ;
- tourbe de tourbière haute sur sol volcanique provenant de Manjakatempo ;
- horizon humifère forestier sur sol latéritique gneissique provenant de Périnet.

Chacun de ces types est extrait à froid, soit par une solution de soude à 0 g. 2 par litre, soit par une solution de potasse à 0 g. 28 par litre.

L'analyse des trois jus ou de leur extrait sec donne les valeurs suivantes (Tableau 2) :

TABLEAU 2.

	Tourbe Alaotra		Tourbe Manjakatempo		Humus Périnet	
	Soude	Potasse	Soude	Potasse	Soude	Potasse
Humus total	15 gr. litre	4,5	3,80	4,40	1,75	2,40
Acide humique . . .	3,75 »	3,4	2,60	2,90	1,25	1,80
Acide fulvique . . .	1,25 »	1,10	1,20	1,50	0,50	0,60

Enfin un mélange des trois types d'humus extrait à la soude à 0 g. 2 par litre contient :

Acide humique : 2 g. 10 par litre.

Acide fulvique : 1 g. 05 par litre.

Les 4 types d'humus contiennent par gramme d'extrait sec :

TABLEAU 3.

	C	N
Tourbe Alaotra extrait sodique	0,58	0,035
» » » potassique	0,62	0,098
» Manjakatempo extrait sodique	0,48	0,044
» » » potassique	0,40	0,050
Humus Périnet extrait sodique	0,60	0,041
» » » potassique	0,48	0,050
Humus sodique mélangé	0,59	0,065

La récolte effectuée après trois mois nous a donné (Tableau 4) :

TABLEAU 4.

	Poids en grammes au m ²			Matière sèche totale	Rapport racines fourrage × 100
	Fourrage vert	Fourrage sec	Racines en sec		
Humus sodique Alaotra 10 k./ha	335	81	60	216	80
» potassique Alaotra 10 k./ha	360	81	60	234	80
» sodique Manjakatempo 10 k./ha . . .	270	69	81	258	130
» potassique Manjakatempo 10 k./ha .	280	63	75	240	136
» sodique Périnet 10 k./ha	300	98	72	222	82
» potassique Périnet 10 k./ha	320	87	75	218	90
» sodique mélange 10 k./ha	270	78	78	240	100

Il apparaît que selon l'origine l'action se porte sur les racines ou sur les parties aériennes. La tourbe à zozoro comme l'horizon humifère forestier aurait une action plus nette sur les parties aériennes que la tourbe haute qui serait plus favorable aux racines, mais cette notion aurait besoin d'être étudiée plus systématiquement.

Toutefois, si l'on considère la plante entière, les rendements en matière sèche totale présentent de faibles différences. Il est donc permis d'affirmer que, quelle que soit l'origine de la matière première, l'effet sur la végétation est constant.

III. — Comparaison entre l'apport de quantités différentes d'humus

Afin de déterminer la valeur optimum d'humus à apporter, nous avons essayé conjointement des apports de 0 g. 25, 1g., 2 g. et 5 g. au m², soit 2 k. 5, 10, 20 et 50 kg. à l'hectare.

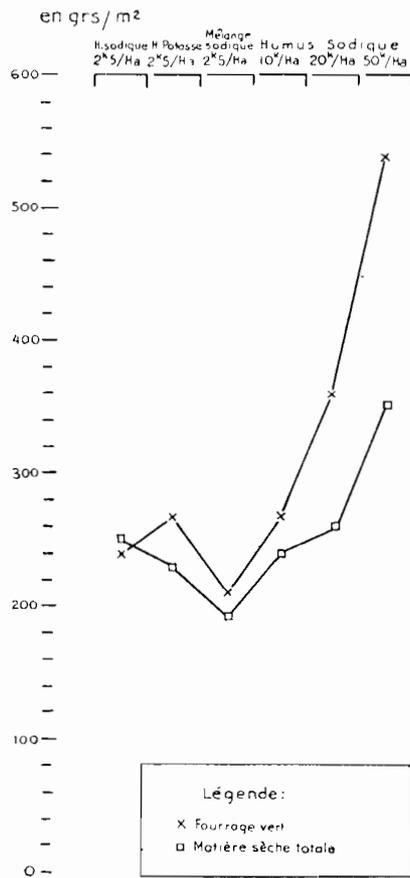


FIG. 1.

Selon les résultats notés plus loin, les rendements sont croissants jusqu'à la dose maximum apportée, 50 kg./ha. Tout porte à croire que dans le cas du sol utilisé, la dose optimum n'était pas encore atteinte.

La récolte effectuée après 3 mois nous a donné (Tableau 5) :

TABLEAU 5.

	Poids en gr. au m ²		Racines en sec	Matière sèche totale	Rapport racines fourrage × 100
	Fourrage vert	Fourrage sec			
Humus sodique Maotra 2 kg. 5/ha . . .	210	60	87	246	150
» potassique Périnet 2 kg. 5/ha . . .	270	66	75	231	114
» sodique mélange 2 kg. 5/ha. . . .	210	57	72	192	126
» » » 10/ha.	270	78	78	240	100
» » » 20/ha.	360	78	87	258	120
» » » 50/ha.	540	129	90	354	75
Témoin.	210	42	39	132	100

Les faibles quantités ont un effet peu marqué et de valeur identique entre 2 k. 5 et 10 k./ha. Les doses supérieures marquaient une nette action, surtout pour 50 k./ha. (fig. 1). L'expérience n'a malheureusement pas été poursuivie au delà pour déterminer avec certitude une dose optimum.

Les résultats de l'expérience ne peuvent évidemment être étendus à toutes les plantes fourragères, mais du moins elles peuvent probablement l'être à toutes les Graminées, car une expérience similaire sur *Pennisetum purpureum* nous a donné des résultats absolument comparables.

Citons les chiffres suivants de fourrage vert obtenus sur 2 coupes pour 5 boutures au m² (Tableau 6).

TABLEAU 6.

Témoin	2 kg. 5 à 2 kg. 8
Humus 2 kg. 5/ha	3,2 à 4,5
10/ha	3,2 à 4,5
50/ha	4,2 à 5,8
NPK 300 kg./ha	3,2 à 3,8

IV. — Comparaison entre l'apport d'humus et l'apport des principaux éléments fertilisants

Nous avons apporté les engrais suivants aux doses classiques :

- Sulfate d'ammoniaque à 21 % de N = apport de 15 gr. au m² soit 150 kg./ha.
- Phosphate bicalcique à 38 % de P₂O₅ = apport de 15 gr. au m² soit 150 kg./ha.
- Sulfate de potasse à 48 % de K₂O = apport de 30 gr. au m² soit 300 kg./ha.
- Chaux = apport de 30 gr. au m² soit 300 kg./ha.
- Humus sodique = apport de 0,25 à 5 gr. au m² soit 2,5 à 50 kg./ha.
- Tourbe = apport de 100 gr. au m² soit 1 t./ha.
- Humus extrait à l'ammoniaque = apport de 5 gr. au m² soit 50 kg./ha.

Les traitements et les résultats obtenus au bout de 3 mois sont groupés dans le tableau 7 et la fig. 2.

TABLEAU 7.

Traitement au m ²	Poids en gr. au m ²				Matière sèche totale	Rapport Racines fourrage × 100
	Fourrage vert	Fourrage sec	Collet sec	Racines en sec		
30 gr. CaO	180	44	90	105	249	200
15 gr. N	510	129	120	99	348	80
1 gr. humus + Ca 30 gr.	210	45	84	84	210	180
1 gr. humus + N 15 gr.	1175	285	195	195	705	70
1 gr. humus.	270	78	84	78	240	100
1 gr. humus + P 15 gr.	320	93	96	102	291	110
1 gr. humus + K 15 gr.	480	102	111	105	318	100
1 gr. humus + P 10 gr. + K 10 gr. + N 10 gr.	420	90	90	99	279	100
Témoin	210	42	51	39	132	100

TABLEAU 8.

Analyse des parcelles après récolte.

	Témoin	Humus 1 gr.	Humus 1 gr. + N 15 gr.	N 15 gr.	Humus 5 gr.
Humus soluble à la soude	2 ‰	2 ‰	1,8 ‰	2	1,9
Acide humique précipitable aux acides	1,6 ‰	1,7	1,7	0,9	1,6
Calcium échangeable	1,2	1,3	1,2	0,8	1,00
Phosphore.	0,010	0,002	0,003	0,003	0,002
Azote.	0,904	0,908	0,550	0,888	0,678
Carbone.	7,6	6,8	7,2	7,6	6,8
Rapport C/N	8,4	7,4	13	8,7	10
pH.	6,6	6,4	6,3	6,6	6,2

L'humus employé en trop faible quantité (10 k./ha.) n'a qu'une action assez faible, mais équivalente à celle de Ca et de P. Son action serait presque équivalente à celle de N si l'on avait employé la dose maximum de 50 k./ha. comme il ressort des résultats notés au paragraphe suivant.

L'humus additionné d'une source d'azote montre une action très nette qui donne des rendements doublés par rapport à ceux obtenus avec apport d'azote ou apport d'humus seuls.

L'évolution du sol paraît peu caractéristique. Le seul point intéressant à noter est l'évolution du rapport C/N qui de 8 en moyenne passe à 10 et 12 dans les parcelles où l'on a apporté de l'humus, et de l'humus + azote (Tableau 8). Néanmoins cette évolution sera intéressante à étudier et nous envisageons de la reprendre sur une échelle plus vaste.

V. — Effet des traitements sur la composition de *Festuca pratensis*

Les analyses ont porté sur les éléments azotés et matières minérales. Elles ont été faites sur les principales parcelles (Tableau 9).

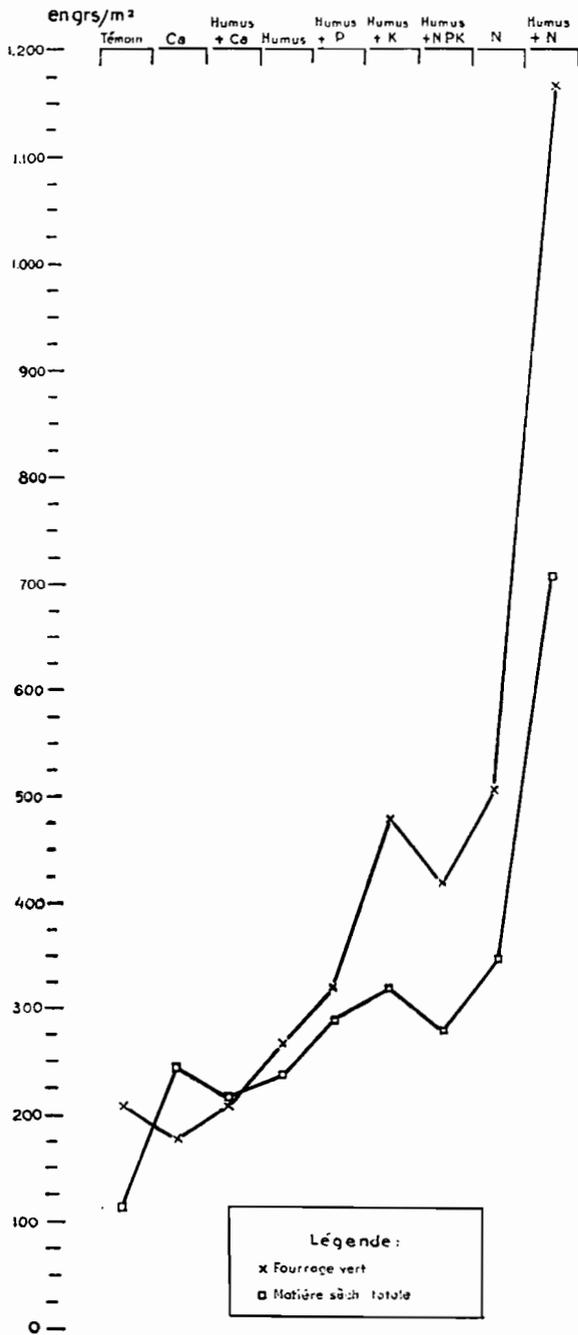


FIG. 2.

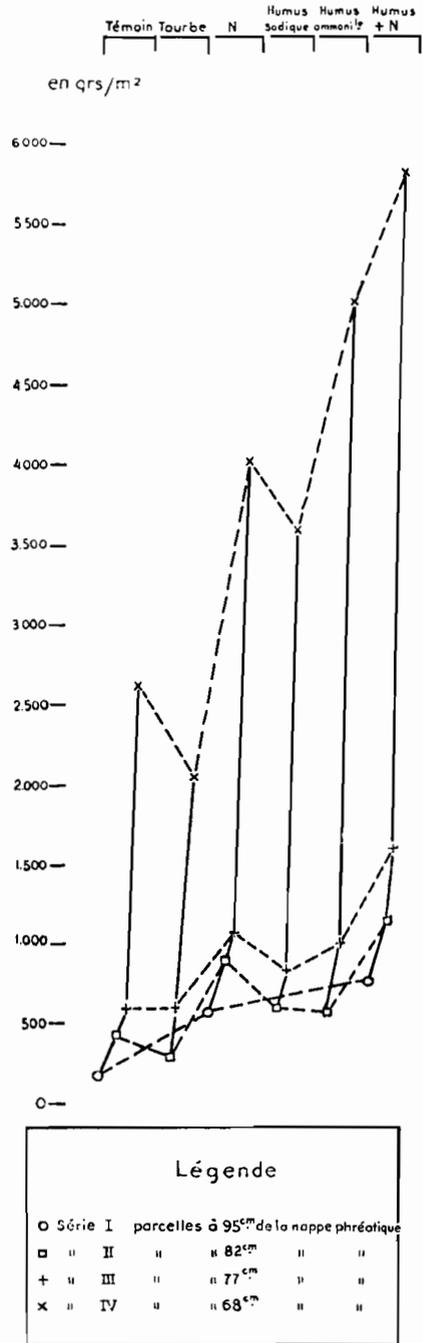


FIG. 3.

TABLEAU 9.

Traitement au m ²	N % de la matière sèche	Matière minérale % de la matière sèche
Témoin	2,02	10 %
1 gr. humus + 15 gr. N	2,35	9,3 %
5 gr. humus.	1,89	8,2 %
15 gr. N	2,17	10 %
1 gr. humus + 15 gr. K	2,55	10,2 %
2 gr. humus	2,34	9,1 %
1 gr. humus + 15 gr. P	2,21	9,4 %
1 gr. humus + 15 P + 15 K + 15 N + 30 CaO	2,23	10,1 %
2 gr. humus + 30 gr. CaO	2,56	9,7 %

La composition centésimale de la matière sèche de *Festuca pratensis* ne semble donc pas affectée par les différences de traitements.

VI. — Effets comparés de l'humus, de l'azote et de l'eau

La deuxième série d'expérience, tout en confirmant les résultats précédents, nous a permis de dégager le rôle important joué par la hauteur de la nappe phréatique.

Nous avons effectué 4 séries d'essais comportant les traitements suivants : tourbe, sulfate d'ammoniaque, humus sodique, humus ammoniacal, humus et sulfate d'ammoniaque, aux doses indiquées au chapitre V.

Pour chaque série la nappe phréatique se situait à une hauteur différente :

Série I	nappe à 95 cm.
» II	82 cm.
» III	77 cm.
» IV	68 cm.

Dans chaque série les résultats montrent des variations semblables pour les traitements, mais la hauteur de la nappe phréatique intervient d'une façon considérable dans le rendement en matière verte de chacune des séries (fig. 3).

Les conclusions précédentes se trouvent confirmées et renforcées. La tourbe apportée sous forme solide se décompose mal et son effet est nul, sinon dépressif.

Dans cet essai, pour éliminer tout facteur susceptible de fausser les résultats par un apport d'éléments complémentaires, nous avons arrosé les parcelles témoins avec la même quantité de soude que celle entrant dans les apports d'humus sodique.



En haut : Traitement au sulfate d'ammoniaque.
En bas : Traitement à l'humus et au sulfate d'ammoniaque.

Conclusion

Les points essentiels que cette expérimentation fait ressortir sont les suivants :

1° L'effet manifeste de doses croissantes d'humus sur le rendement en matière sèche de *Festuca pratensis*.

2° L'efficacité de l'apport combiné d'humus et d'azote par rapport à l'humus seul ou à l'azote seul, la quantité d'azote apportée par l'humus étant négligeable. Ceci ne peut s'expliquer que par une meilleure utilisation par la plante de l'azote apporté par l'engrais, grâce à la présence de l'humus. On peut supposer une action physico-chimique de l'humus permettant une fixation des ions NH_4 et leur maintien dans la zone des racines, sous une forme assimilable ; ou encore envisager un relais microbien, l'humus fournissant les oligoéléments nécessaires aux bactéries nitrifiantes pour transformer l'azote ammoniacal en azote nitrique assimilable, ce qui dénoterait dans ces sols une déficience de la fonction nitrifiante.

Ce sont là des points qui restent à préciser.

3° L'impossibilité de mettre en évidence une action des différents traitements sur la composition centésimale de *Festuca pratensis* en azote et matières minérales.

Tout au plus peut-on constater que, à la suite de l'augmentation de rendement en matière sèche, l'exportation de ces éléments par la plante est beaucoup plus forte dans les parcelles traitées au sulfate de NH_4 , à l'humus + sulfate de NH_4 , et à l'humus à forte dose. Ce qui nécessiterait une restitution de ces éléments aux sols sous forme d'engrais.

4° L'importance de la hauteur de la nappe phréatique pour les cultures à contre-saison.

Il est indispensable de préciser que cette étude n'a nullement la prétention de présenter les résultats d'une expérimentation agronomique, mais correspond plutôt, comme nous l'avons dit, à une expérience en pots améliorée ; elle n'est destinée qu'à dégager une notion pratique sur l'apport économique d'un engrais.

L'apport de 5 kg. d'humus à l'hectare sous forme liquide est facilement réalisable pour des bas-fonds irrigués qui sont cultivés en rotation fourrage/Riz. Le coût d'un tel apport est minime et équivaut sensiblement à celui de 150 kg. de sulfate d'ammoniaque. En effet, d'une tourbe bien humifiée il est possible d'extraire 50 à 100 gr. d'acide humique, soit 75 à 125 gr. d'humus total par kilog de terre.

L'extraction se fait par simple contact de 48 h. dans une quantité d'eau environ 2 à 3 fois supérieure au poids de terre et contenant 1% de soude caustique. Pour extraire 50 kg. d'humus, il faudrait donc 500 kg. de tourbe

nécessitant l'emploi de 13 kg. 5 de soude caustique du commerce à 60 fr. le kilog.

L'apport de 100 kg./ha. de sulfate d'ammoniaque à 23 fr. le kg. en solution dans le liquide humique permettra d'accroître le rendement de 75 à 100% sans doubler la dépense et sans qu'un excès d'azote devienne nuisible à la qualité du fourrage.

De nouveaux essais en cours nous permettront sans doute de préciser davantage le mode d'action de l'humus sur la végétation.

SUMMARY

An agronomic experiment carried on with *Festuca pratensis* shows that humus and N added to the soil have a strong favourable effect which is directly related to the quantities used.
