

*RÉPONSE DU BROME CATHARTIQUE
À LA FUMURE ORGANIQUE DANS LES TERRES
DE BOULBÈNE DU SUD-OUEST*

LE BROME CATHARTIQUE EST CULTIVÉ DANS LE SUD-OUEST DEPUIS 1978 ET LES SURFACES ENSEMENCÉES NE CESSENT DE CROÎTRE. TOUTEFOIS SI AU DÉPART CERTAINS ÉLEVEURS ONT ÉTÉ CONQUIS PAR SES AVANTAGES (productivité globale, production de la coupe ensilage, pousse précoce au printemps, souplesse d'exploitation, étalement de la production, faculté de pousser par temps chaud, réponse rapide aux pluies même faibles et aux irrigations, appétibilité), d'autres ont eu des fortunes moins bonnes et des opinions plus critiques pour des raisons diverses, liées le plus souvent au type de sol et à la situation de la parcelle (bas fond humide et froid, versant froid exposé au Nord, sol mal drainé et mal aéré...).

Pour comprendre les raisons de ces succès ou de ces échecs, il faut préalablement connaître les conditions pédoclimatiques de notre région.

Climatiquement, la Gascogne centrale se caractérise par une pluviométrie annuelle assez faible, de 700 à 800 mm, et par une température moyenne annuelle douce, de 12 °C environ.

Plus précisément, ce climat est marqué par :

- un printemps pluvieux ;
- une sécheresse estivale souvent prononcée (en particulier ces trois dernières années), pouvant se prolonger en automne ;
- des températures élevées en été (moyenne des maximas supérieure à 27 °C en juillet-août) ;
- une forte évapotranspiration ;
- un déficit hydrique estival en conséquence souvent important, dépassant fréquemment 150 à 200 mm.

D'un point de vue édaphique, la Gascogne centrale se caractérise schématiquement par deux types de milieu :

- un milieu argilo-calcaire situé en zone de coteaux plus ou moins accidentés : le sol appelé localement « terrefort » a une bonne structure naturelle, une bonne aération et se ressuie bien ;
- un milieu limoneux et acide situé en zone de terrasses planes ou de glacis à faible pente ; le sol appelé localement « boulbène » a une structure déficiente (en raison d'un fort taux de limons, d'un faible taux d'argile et d'humus), est mal aéré et se ressuie difficilement ; en bref, il présente souvent des conditions asphyxiantes pour les racines.

La Station expérimentale de la Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne, sise à Masseube dans le département du Gers, à 25 km au sud d'Auch, se situe dans ce contexte de boulbène largement représenté dans la partie sud du département.

Dès 1980, le brome cathartique (cv. Bellegarde) a été introduit dans les essais fourragers pour connaître son comportement et ses potentialités, selon divers modes d'exploitation (pâturage seulement ou ensilage et pâturage), avec ou sans irrigation, en pur ou associé au trèfle violet.

Face aux résultats modestes obtenus dans ces divers essais et en particulier dans l'essai d'irrigation (voir tableau I), face aux remarques ou aux déceptions formulées par certains éleveurs situés dans le même contexte, il a fallu admettre que globalement le brome était mal adapté aux sols de

TABLEAU I
PRODUCTION ANNUELLE DU BROME BELLEGARDE
À MASSEUBE (32) EN L'ABSENCE DE FUMURE ORGANIQUE
(en t/ha de M.S.)

<u>MODE PATURE</u>					
<u>SANS IRRIGATION (1981-1984)</u>			<u>COMPARAISON SEC-IRRIGUE (1981)</u>		
1981	A1	11,7	1981	Sans irrigation.	10,3
1982	A2	8,8		Avec irrigation	12,0
1983	A3	8,8			
1984	A4	10,5			
<u>MODE ENSILAGE</u>					
<u>ESSAI D'IRRIGATION (1982-1983)</u>					
<u>SANS IRRIGATION</u>			<u>AVEC IRRIGATION</u>		
1982	10,9	(7,8)	12,3	(6,0)	
1983	9,1	(5,3)	10,0	(3,6)	
entre parenthèses la production de la 1 ^{ère} coupe ensilage.					

boulbène en raison de sa sensibilité aux excès d'eau, à l'asphyxie et au tassement.

Cependant, parallèlement, certains éleveurs obtenaient dans ce même milieu de bons résultats en pratiquant des apports de fumier ou de lisier avant semis ou chaque année.

Il a donc été décidé avec le Bureau d'Étude et de Diffusion des Techniques Fourragères d'étudier et de quantifier l'effet d'un apport de fumier avant semis sur le comportement et la productivité du brome et d'évaluer son arrière-effet sur plusieurs années.

Pour bien cerner le sujet et en même temps pour une meilleure connaissance de l'espèce, il fut convenu d'étudier l'effet de ce fumier suivant deux modes d'exploitation différents (ensilage + pâture ou pâture exclusivement) et avec deux niveaux de fumure azotée (un niveau normal, un niveau élevé).

I - PROTOCOLE ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Pour répondre à ces objectifs, un essai en petites parcelles (2 × 5 m) est implanté le 9 avril 1982 sur la ferme expérimentale, sur un sol de bouldène typique dont l'analyse physico-chimique figure dans le tableau II.

TABLEAU II
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU SOL DE LA PARCELLE
(0-30 cm)

Granulométrie %					pH eau	MO %	C.E. meq/100g	Bases échangeables en ppm			P ₂ O ₅ ppm	Zn ppm
A	Lf	Lg	Sf	Sg				CaO	MgO	K ₂ O		
12	33	27	15	10	6,5	1,3	7,5	1 700	25	50	260	3

Trois facteurs donnant lieu à 2 traitements chacun sont combinés entre eux :

— *La présence ou l'absence de fumier* enfoui au semis : Les parcelles avec fumier ont reçu avant labour environ 80 t/ha de fumier d'ovins disponible sur l'exploitation. L'analyse de ce fumier est présentée dans le tableau III.

— *Le mode d'exploitation* : 2 modes ont été définis :

* *Mode E ou mode ensilage*. La 1^{re} coupe est destinée à l'ensilage et réalisée début épiaison, soit généralement début mai. Les coupes suivantes simulant la pâture ou l'affouragement ont lieu tous les mois ou à l'apparition des épis.

* *Mode P ou mode pâture* (1). La 1^{re} coupe est effectuée dès qu'il y a assez d'herbe pour pâturer, soit pour une hauteur de 25-30 cm et un rendement de matière sèche estimé à 2 t/ha. Elle a lieu généralement en

(1) Il s'agit d'un mode *simulant* la pâture ; les parcelles ne sont pas pâturées par les animaux mais fauchées. Le facteur piétinement, important en ce qui concerne le brome, n'est donc pas considéré.

TABLEAU III
ANALYSE DU FUMIER

	Teneur en % du produit frais	Quantités apportées par le fumier en kg/ha
- Matière sèche	316,0	-
- N total	8,2	660
- CaO	9,5	760
- MgO	1,8	145
- K ₂ O	15,6	1 245
- P ₂ O ₅	5,0	400

mars. Les coupes suivantes simulent un pâturage à rotation rapide, toutes les 3 semaines ou dès que le brome a 20 cm de haut.

— *La fertilisation azotée* : 2 niveaux d'azote engrais ont été choisis ; ils sont définis par la dose d'azote apportée après chaque exploitation :

- * une dose élevée : N = 80 kg/ha
- * une dose plus classique : N = 50 kg/ha

L'azote est apporté sous forme d'ammonitrate 33 %. Quel que soit le traitement, on apporte 100 kg/ha de N en 2 fois en janvier et en février.

En mode pâture, on apporte ensuite 50 ou 80 kg/ha de N après chaque coupe, même après la dernière de la saison.

En mode ensilage, on apporte 50 ou 80 kg/ha de N quand on fauche le mode pâture pour la première fois (mi-mars généralement) ; la plante dispose donc au total, pour faire sa production d'ensilage, soit de 150, soit de 180 kg/ha de N (sans compter les reliquats de l'année précédente). Puis on apporte ensuite 50 ou 80 kg/ha de N après chacune des coupes suivantes, même après la dernière.

Le dispositif expérimental est un double split-plot à 3 répétitions avec :

- en parcelles principales : le facteur présence ou absence de fumier au semis ;
- en parcelles secondaires : le facteur mode d'exploitation ;
- en parcelles tertiaires : le facteur azote.

II - ÉTUDE DE L'EFFET DU FUMIER

1. La première année (Ao - 1982)

En mode pâture, la première exploitation a lieu mi-juin. 6 autres exploitations suivent ensuite jusqu'au 18 novembre. En mode ensilage, la première exploitation a lieu début juillet, 5 autres exploitations suivent ensuite jusqu'au 20 décembre. Les résultats, coupe par coupe, figurent dans le tableau IV.

Dès la première coupe, on constate un effet positif et significatif du fumier, que ce soit en mode pâture ou en mode ensilage.

— En mode pâture, il est très marqué pour les 2 premières coupes (au total, + 1,7 t/ha de M.S.), soit :

- + 64 % avec la dose N = 50
- + 55 % avec la dose N = 80.

— En mode ensilage, il est proportionnellement moins fort ; l'écart, pour la 1^{re} exploitation est de :

- + 1,2 t/ha de M.S., soit + 24 %, avec la dose N = 50
- + 0,7 t/ha de M.S., soit + 15 %, avec la dose N = 80

L'effet positif du fumier se poursuit pratiquement à chaque coupe.

Au total sur l'année, l'effet du fumier est très important (et statistiquement significatif) :

Mode P	N = 50	+ 3,5 t/ha, soit + 44 %
Mode P	N = 80	+ 3,6 t/ha, soit + 40 %
Mode E	N = 50	+ 4,1 t/ha, soit + 40 %
Mode E	N = 80	+ 3,0 t/ha, soit + 28 %

Par l'apport de fumier, la production de la première année a pu être augmentée de 40 % quel que soit le mode d'exploitation et avec des doses d'azote de 50 kg/ha de N après chaque coupe.

Le bilan de cette première année s'avère donc extrêmement positif puisqu'avec un semis de printemps, la production annuelle a atteint 12 t/ha de M.S. en mode pâture et 14 t/ha en mode ensilage.

*Le Brome cathartique :
fumure organique et
azote minéral*

TABLEAU IV
PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE (en tonnes/hectare)
POUR CHAQUE COUPE ET CHAQUE TRAITEMENT
EN 1982 ET 1983

N = azote/coupe F = avec fumier

- RESULTATS 1982 (A0)

MODE PATURE									TOTAL ANNEE
80 N - F	2,01	2,80	1,01	2,06	1,15	2,31	1,30		12,62
80 N	1,31	1,77	0,97	1,67	0,74	1,54	1,01		9,01
50 N - F	1,80	2,62	0,91	1,83	0,98	1,94	1,30		11,38
50 N	1,11	1,58	0,91	1,78	0,56	1,10	0,88		7,91

11 ou 16/06 05 ou 07/07 04/08 25/08 15/09 21/10 18/11

MODE ENSILAGE									TOTAL ANNEE
80 N - F	5,61	0,94	2,65	1,18	2,05	1,29		13,72	
80 N	4,87	0,67	2,15	0,88	1,33	0,85		10,76	
50 N - F	6,34	0,98	2,86	1,32	1,84	1,25		14,58	
50 N	5,13	0,69	2,10	0,80	1,03	0,70		10,45	

05 ou 07/07 04/08 31/08 27/09 02/11 20/12

- RESULTATS 1983 (A1)

MODE PATURE									TOTAL ANNEE
80 N - F	3,30	4,38	1,75	1,25	2,00	0,55	1,55	0,70	15,48
80 N	2,79	3,98	1,36	1,35	1,50	0,63	1,01	0,44	13,06
50 N - F	2,98	4,93	1,53	1,02	1,47	0,38	1,67	0,61	14,00
50 N	2,35	3,25	1,43	1,01	1,16	0,47	1,18	0,43	11,28

21/03 02/05 01/06 22/06 18/07 17/08 14/09 15/11

MODE ENSILAGE									TOTAL ANNEE
80 N - F	9,69	0,93	2,00	0,69	0,58	0,53	0,32		14,73
80 N	7,89	0,83	1,38	0,74	0,59	0,47	0,15		12,00
50 N - F	9,43	1,29	1,87	0,75	0,87	0,66	0,44		15,32
50 N	8,07	0,94	1,22	0,70	0,69	0,50	0,20		12,33

02/05 07/06 06/07 01/08 30/08 27/09 15/11

2. La deuxième année (A1 - 1983)

Décembre et janvier sont doux. Malgré les coupes tardives de 1982 (18 novembre en mode P, 20 décembre en mode E), le brome dépasse de nouveau 20 cm de hauteur dès la 2^e quinzaine de janvier. Il est plus vert, plus développé et plus vigoureux sur les parcelles avec fumier et cette différence est visible durant tout le printemps. De plus, l'état sanitaire de ces parcelles est régulièrement meilleur tout au long de l'année.

En pâture, la première exploitation n'a lieu que le 21 mars car février a été froid et a bloqué la pousse ; suivront ensuite 7 exploitations jusqu'au 15 novembre.

En mode ensilage, la première exploitation a lieu le 2 mai, suivie ensuite de 6 exploitations jusqu'au 15 novembre.

La production de la coupe ensilage est élevée : environ 9,5 t/ha de M.S. avec fumier et 8 t/ha sans fumier (voir tableau IV).

L'effet du fumier est positif mais non significatif (coefficient de variation C.V. = 7,9 % ; écart type résiduel E.T.R. = 0,69 ; ppds 5 % = 1,7) :

N = 50	+ 1,4 t/ha de M.S., soit + 17 %
N = 80	+ 1,8 t/ha de M.S., soit + 23 %

Après cette coupe bien fournie, le brome a du mal à repousser : un mois après, la production n'est que de 1 t/ha environ ; pendant la même période, le brome en mode pâture est plus vigoureux et fournit presque deux fois plus. Cependant, dans le premier cas, les repousses sont essentiellement feuillues alors qu'en mode pâture elles sont constituées d'une proportion plus importante de tiges épiées. Pour cette deuxième exploitation, il y a un effet fumier sur le traitement N = 50 : + 0,35 t/ha, soit + 37 %.

La troisième exploitation de début juillet est assez bien fournie : il y a un effet net du fumier de + 0,6 t/ha, soit + 45 % à + 53 %.

Les 4 autres exploitations sont peu fournies (inférieures à 1 t/ha) ; les gains de rendement par le fumier sont faibles à nuls, bien qu'au total sur les 4 coupes ils puissent être non négligeables en pourcentage (N = 50 : + 0,36 t/ha, soit + 23 %) ; toutes ces repousses sont essentiellement feuillues.

En mode pâture, sur les coupes de printemps, on constate un effet positif du fumier particulièrement net sur le traitement N = 50 :

+ 0,6 t/ha de M.S. (+ 27 %) le 21 mars } soit + 31 %
+ 1,1 t/ha de M.S. (+ 33 %) le 2 mai } jusqu'au 2 mai

Avec N = 80, l'effet du fumier est moins marqué (+ 0,4 t/ha, soit + 16 %, en moyenne sur les 3 premières coupes).

En été (comme pour le mode E), il n'y a pas de différence notable de productivité. Les traitements avec ou sans fumier semblent souffrir autant l'un que l'autre de la sécheresse.

De septembre à décembre, les parcelles avec fumier se démarquent à nouveau des autres par leur plus grande vigueur et par leur meilleur état sanitaire. On enregistre un écart de rendement systématique à chacune des 2 exploitations, faible en quantité mais important en pourcentage.

Sur l'année il y a un effet positif net du fumier, cependant il n'est significatif que pour le mode E (1) :

Mode E	N = 50	+ 3,0 t/ha M.S., soit + 24 %
Mode E	N = 80	+ 2,7 t/ha M.S., soit + 23 %
Mode P	N = 50	+ 2,7 t/ha M.S., soit + 24 %
Mode P	N = 80	+ 2,4 t/ha M.S., soit + 18 %

En deuxième année, le gain de rendement dû à l'apport de fumier au semis, bien qu'inférieur à celui de la 1^{re} année, n'en reste pas moins encore important puisqu'il atteint presque 25 % de la production sans fumier.

La troisième année (A2 - 1984)

Les températures clémentes du mois de janvier permettent une pousse précoce de l'herbe : le brome atteint 25 à 30 cm début février. Malheureusement, une période de températures basses va bloquer la croissance jusqu'à fin février.

(1) Mode E : E.T.R. = 0,95 t/ha de M.S. ; CV = 7,0 % ; ppds 5 % = 2,4 ; ppds 1 % = 2,8.

Mode P : E.T.R. = 1,46 t/ha de M.S. ; CV = 10,9 %.

Cette année encore, au printemps, on constate une différence de hauteur, de couleur, de densité (tallage) et d'état sanitaire en faveur des parcelles avec fumier.

En pâture, la première exploitation a lieu le 20 mars ; vu les tonnages récoltés, elle aurait pu se faire plus tôt en particulier pour les parcelles avec fumier (4 t/ha de M.S.) ; suivent ensuite 6 exploitations (4 jusqu'à mi-juillet, puis 2 en automne).

En mode ensilage, la première exploitation a lieu début mai comme d'habitude. La production est très élevée, meilleure qu'en 1983 pour les parcelles avec fumier (10 à 12 t/ha) alors qu'elle est peu différente de 1983 pour les parcelles sans fumier (7 à 8 t/ha) ; suivent ensuite 4 autres exploitations dont 2 jusqu'à la mi-juillet et 2 en automne. Les résultats coupe par coupe figurent sur le tableau V.

Sur la première coupe ensilage, l'effet du fumier est très marqué et plus prononcé qu'en 1983 :

N = 50 : + 4 t/ha de M.S., soit + 49 %
N = 80 : + 2,6 t/ha de M.S., soit + 35 %

Comme en 1983, après cette exploitation fournie, le brome a du mal à repartir, la coupe suivante n'a lieu que 40 jours plus tard et il n'y a pas d'effet du fumier.

Pour les coupes suivantes, il y a un léger supplément de rendement, systématique, de 0,3 à 0,4 t/ha soit + 20 % en juillet et + 30 % en automne.

En mode pâture, l'effet du fumier est très net, voire spectaculaire, à la première exploitation du 20 mars :

N = 50 : + 1,6 t/ha de M.S., soit + 67 %
N = 80 : + 1,2 t/ha de M.S., soit + 43 %

A la deuxième exploitation d'avril, il est encore marqué pour N = 50 (+ 39 %) mais il est plus discret pour N = 80 (+ 15 %).

Cet effet se poursuit durant le printemps mais faiblement pour la dose N = 50, alors qu'il est inexistant dès la 3^e coupe pour la dose N = 80.

*Le Brome cathartique :
fumure organique et
azote minéral*

TABLEAU V
PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE (en tonnes/hectare)
POUR CHAQUE COUPE ET CHAQUE TRAITEMENT
EN 1984 ET 1985

N = azote/coupe F = avec fumier

- RESULTATS 1984 (A2)

MODE PATURE								TOTAL ANNEE
80 N - F	4,02	2,07	2,99	1,36	2,69	1,69	1,80	16,62
80 N	2,81	1,80	3,19	1,41	2,59	1,48	1,40	14,64
50 N - F	4,03	2,11	2,92	1,42	2,35	1,48	1,52	15,89
50 N	2,44	1,51	2,67	1,15	2,58	1,41	1,19	12,95
	20/03	17/04	21/05	18/06	16/07		18/09	12/11

MODE ENSILAGE							TOTAL ANNEE
80 N - F	10,02		1,58	2,01	1,64	1,39	16,65
80 N	7,43		1,50	1,71	1,24	1,06	12,93
50 N - F	12,16		1,83	2,26	1,56	1,37	19,18
50 N	8,14		1,78	1,89	1,48	1,10	14,38
	07/05		18/06	18/07		18/09	12/11

- RESULTATS 1985 (A3)

MODE PATURE						TOTAL ANNEE
80 N - F	2,39	1,71	1,24	1,52	0,79	7,64
80 N	1,87	1,81	1,31	1,53	0,68	7,21
50 N - F	2,43	1,65	1,18	1,41	0,78	7,45
50 N	2,25	1,73	1,10	1,33	0,69	7,09
	15/04	13/05	4/06	3/07	29/07	

MODE ENSILAGE					TOTAL ANNEE
80 N - F	5,35	1,40	1,22	0,38	8,36
80 N	4,23	1,50	1,03	0,37	7,13
50 N - F	6,56	1,47	1,69	0,83	10,55
50 N	5,67	1,20	1,24	0,39	8,49
	13/05	17/06	16/07	20/08	

Il n'y a pas de différence particulière entre les traitements en juillet et septembre. En novembre l'effet du fumier réapparaît (+ 27 à + 28 %).

Globalement pour cette troisième année, le gain est encore très conséquent ; il est plus élevé qu'en 1982, mais il n'est significatif que pour le mode E (1) :

Mode E	N = 50	+ 4,8 t/ha, soit + 33 %
Mode E	N = 80	+ 3,7 t/ha, soit + 29 %
Mode P	N = 50	+ 2,9 t/ha, soit + 22 %
Mode P	N = 80	+ 2,0 t/ha, soit + 14 %

Les résultats de cette 3^e année de culture sont particulièrement élevés ; les rendements annuels sont supérieurs à ceux de 1983 grâce à des conditions climatiques (températures, pluviométrie) légèrement plus favorables tant au printemps qu'en automne. En mode pâture, on arrive à des rendements annuels de 16 t/ha de M.S. sur les parcelles avec fumier : l'effet du fumier se maintient par rapport à 1983 dans des proportions voisines. En mode ensilage, on arrive à un rendement record de 19 t/ha de M.S. sur le traitement N = 50. Le gain dû au fumier est plus élevé qu'en 1983.

4. La quatrième année (A3 - 1985)

Contrairement aux années précédentes, on ne constate plus de différence visuelle entre les parcelles sans fumier et les parcelles avec fumier au printemps. Signalons que le début de l'année 1985 est marqué par une période de froid très intense en janvier : 13 jours à température minimale inférieure à - 5 °C, moyenne des minimas - 3,5 °C, minima absolu - 17 °C, minimas négatifs du 23 décembre 1984 au 18 janvier 1985. De plus février et mars sont froids.

En mode pâture, la première coupe n'a lieu que le 15 avril, soit avec un retard de près d'un mois par rapport aux années précédentes. En mode ensilage, elle est peu retardée (13 mai) mais est très maigre (de 4 à 7 t/ha de M.S.) par rapport à celles des autres années.

(1) Mode E : E.T.R. = 1,47 t/ha de M.S. ; CV = 9,3 % ; ppds 5 % = 3,66.
Mode P : E.T.R. = 1,15 t/ha de M.S. ; CV = 7,7 %.

Outre le froid inhabituel, l'année 1985 est également caractérisée par un automne exceptionnellement sec et chaud (100 mm de début juillet à fin octobre). En conséquence, il n'y a pas eu d'exploitation en automne : la dernière coupe s'est faite fin juillet.

En mode pâture, il y a un effet fumier à la 1^{re} exploitation le 15 avril, en particulier pour le traitement N = 80 (+ 0,5 t/ha de M.S., soit + 28 %), significatif ; pour N = 50, cet effet plus faible n'est pas significatif. Pour les 4 exploitations suivantes, il n'y a pas d'effet du facteur fumier.

La première coupe ensilage est d'un niveau particulièrement bas ; pour les parcelles avec fumier, elle est pratiquement inférieure de moitié à celle de 1983. On attribue cette chute de production à l'effet du froid qui a détruit une proportion importante de talles d'automne. On constate toutefois un effet fumier d'environ 1 t/ha de M.S. (+ 26 % pour N = 80 et + 16 % pour N = 50), mais il n'est pas significatif car le coefficient de variation est très élevé (CV = 20 %).

Le brome est ensuite exploité 3 fois seulement, dont la dernière fois le 20 juillet. Sur les 3 coupes, on constate l'absence d'effet fumier pour le traitement N = 80 et un effet fumier faible mais systématique à chaque coupe pour la dose N = 50, ce qui permet un gain de rendement cumulé pour ces 3 coupes de 1,2 t/ha de M.S. (+ 43 %), significatif.

Sur la production annuelle, on constate que les gains de rendement en 4^e année deviennent faibles, voire pratiquement nuls et de toutes façons ne sont plus significatifs.

Pour le mode P, ces gains sont insignifiants : + 0,4 t/ha de M.S., soit + 5 à 6 %.

Pour le mode E, ils ne sont conséquents que pour la dose N = 50 (+ 2,1 t/ha, soit + 25 %, gain constaté pour chaque exploitation) ; pour la dose N = 80, ils ne sont que de 1,2 t/ha, soit + 18 % et ne sont acquis qu'à la coupe ensilage.

5. Bilan récapitulatif des 4 années de production

1984 a été la meilleure année de production pour des raisons climatiques qui ont permis d'excellents rendements au printemps.

En mode pâture, cette année-là, grâce à la présence de fumier enfoui deux ans plus tôt, on a pu atteindre des productions de 16 t/ha de M.S. environ.

Si on récapitule les 4 ans d'essai pour le mode pâture, on obtient en moyenne une production annuelle de 12 à 13 t/ha de M.S. grâce au fumier et un gain moyen annuel de plus de 2 t/ha de matière sèche, soit selon les traitements de + 19 à + 24 %. Si l'on exclut l'année exceptionnelle 1985, pour laquelle on a vu d'autre part que l'effet du fumier ne se faisait plus sentir, la moyenne sur 3 ans est de 14-15 t/ha de M.S. et le gain est voisin de 3 t/ha (soit + 22 à + 28 %).

En mode ensilage, c'est également en 1984 que l'on a les productions d'ensilage les plus fournies (10 à 12 t/ha de M.S. en une coupe) avec un total annuel de 17 à 19 t/ha toujours grâce au fumier.

Si l'on récapitule les 4 ans d'essai pour le mode ensilage, la production moyenne va de 13 à 15 t/ha de M.S. avec un gain dû au fumier d'environ 3 t/ha, soit + 25 à + 30 %. Toutefois, si l'on exclut la production de la 1^{re} année, où la première coupe ensilage s'est faite en juillet après un semis de printemps, et la production de 1985 très affectée par le froid puis par la sécheresse, la production moyenne en présence de fumier des 2 années normales et complètes est de l'ordre de 16 à 17 t/ha de M.S. (avec un gain moyen de plus de 3,5 t/ha).

Globalement donc, quel que soit le mode d'exploitation, l'apport de fumier au semis doit permettre, dans ces conditions pédoclimatiques, un niveau de production annuel de 15 t/ha de M.S. environ.

Essai d'explication de l'effet positif de l'apport de fumier avant semis

L'effet bénéfique du fumier pourrait s'expliquer de deux façons :

1. Un effet chimique d'apport d'éléments minéraux

Cet effet, prépondérant la 1^{re} année, diminuerait les autres années bien que l'on peut supposer que la minéralisation du fumier se fasse lentement et que des éléments peuvent encore être mis à la disposition de la plante la 2^e et la 3^e année. Au départ, le sol était bien pourvu en chaux (pH voisin de la

neutralité, teneur en CaO de 1.600 - 2.000 ppm) et en phosphore (plus de 200 ppm) ; en revanche, il était pauvre en potasse et en magnésie (K₂O : moins de 70 ppm ; MgO : 25 ppm).

Pendant les 4 ans d'essai, il n'y a pas eu d'apport de MgO et les apports de K₂O ont été certainement insuffisants (sachant qu'il n'y a pas de restitution), en particulier les deux premières années (120 kg/ha seulement en 1982, et 150 kg/ha seulement en 1983). La dose a été ensuite redressée à 200 kg/ha en 1984 et 250 kg/ha en 1985. Le brome cathartique exportant environ 25 kg de potassium par tonne de matière sèche produite (SIMON J.C. et coll.), la fertilisation minérale apportée a sans doute été insuffisante pour couvrir les exportations.

Le fumier apporté était riche en potasse et contenait aussi de la magnésie : 80 t/ha apportent au total 1.250 kg de K₂O et 145 kg de MgO à l'hectare, (1.040 kg K ; 90 kg Mg). Dans le cas d'un sol insuffisamment pourvu en éléments fertilisants, le fumier a un rôle non négligeable de réservoir et de distribution d'éléments minéraux. Ainsi, dans le cas de cet essai, on pourrait penser que la fourniture à la plante d'éléments minéraux indispensables à sa croissance (potasse surtout, magnésie et oligo-éléments également) et se trouvant à des taux insuffisants dans le sol non amendé, pourrait expliquer dans une certaine mesure les gains de rendement constatés sur les parcelles ayant reçu du fumier.

L'absence d'analyses concernant les teneurs du brome et les exportations en éléments minéraux (potasse en particulier) ne nous permet pas d'infirmer cette hypothèse ni de quantifier l'importance de cet effet chimique.

2. Un effet physique d'amélioration des propriétés physiques du sol

L'apport d'amendement organique a un rôle améliorateur de la structure du sol, de son aération, de sa perméabilité et de sa capacité de rétention en eau.

Le sol de l'essai présente des caractères physiques défavorables en raison d'un fort taux de limon, d'un faible taux d'argile et surtout d'une faible teneur en humus. Il en découle une structure très instable facilement détruite, une porosité et une aération peu développée, une tendance natu-

relle au tassement et à l'imperméabilité de surface (battance), une mauvaise percolation des eaux pluviales et des problèmes d'engorgement.

Par le passé, de nombreuses expérimentations ont été menées sur la ferme expérimentale pour améliorer les problèmes de structure inhérents aux sols de brousses. Un des volets concernait l'effet d'apport de fumier en culture annuelle. Les résultats ont montré que l'apport de fumier permettait, outre une augmentation de la teneur du sol en matière organique (apport annuel pendant 3 ans de 30 t/ha de fumier frais) :

- une augmentation de la stabilité structurale (test de Henin),
- une structure et un enracinement mieux développés sous culture annuelle (observation de profils culturaux),
- un enrichissement du sol en potasse (analyses).

Dans ces conditions de sols peu favorables, un apport massif de fumier, tel qu'il a été réalisé pour l'essai (80 t/ha) a certainement permis une amélioration sensible des caractères physiques du sol. Bien que des mesures physiques n'aient pas pu être réalisées, on peut penser que cet apport de fumier a permis d'offrir au brome, plante ayant besoin de bonnes conditions de structure, d'aération et de ressuyage, des conditions de croissance meilleures.

A notre avis, malgré l'absence d'analyses spécifiques, ce rôle physique du fumier nous semble au moins aussi important, sinon plus important que le rôle chimique dans l'explication des gains de rendement obtenus et de la persistance de l'arrière-effet du fumier pendant 3 ans.

3. Discussion

Pour démontrer sans équivoque le rôle physique améliorateur de l'apport de fumier (c'était l'objectif principal de cet essai), il aurait fallu intervenir en sol bien pourvu en potasse (et en magnésie) ou du moins apporter dès la première année, des quantités d'engrais potassique plus importantes, mieux ajustées aux exportations. C'est le défaut de cet essai qui ne permet pas de faire la part entre le rôle chimique et le rôle physique. Toutefois, il permet de mettre l'accent sur cet aspect et devrait inciter à

étudier de façon plus spécifique l'interaction entre la fumure minérale potassique et le fumier ou le lisier (K × fumier).

Par ailleurs, les résultats du mode pâture ont été obtenus sans piétinement. Si l'effet du fumier est bien d'améliorer la structure, il se pourrait qu'il améliore la résistance au piétinement et que son intérêt en soit augmenté en pâture réelle.

III - EFFET DE LA DOSE D'AZOTE N = 80

1. En mode pâture

Par rapport à la dose N = 50, la dose N = 80 apporte assez régulièrement un léger gain de rendement à chaque exploitation et ceci pendant les deux premières années, (voir tableaux IV et V).

Par année, le gain se situe entre 1,1 et 1,8 t/ha de M.S., soit environ + 10 % en présence de fumier et + 15 % en l'absence de fumier ; ce gain est significatif.

En troisième année, la dose N = 80 n'a d'effet notable qu'au printemps et en l'absence de fumier (1).

En quatrième année, pour aucune des 5 coupes de l'année la dose N = 80 n'a un effet positif notable. Sur l'année, les productions sont identiques.

2. En mode ensilage

Les deux premières années, il n'y a pas d'effet significatif de la dose d'azote ni sur la première coupe ensilage, ni sur les exploitations suivantes ;

(1) En présence de fumier, les rendements sont rigoureusement identiques au printemps et légèrement en faveur de la dose N = 80 en été et en automne. Sur l'année le gain est faible : + 0,8 t/ha de M.S., soit + 5 %.

En l'absence de fumier, le gain est très régulier à chacune des coupes du printemps (+ 0,3 à + 0,5 t/ha de M.S., soit au total + 1,4 t/ha ou + 18 %) alors qu'en été et en automne les différences sont très faibles.

globalement et pour chacune des deux années, le traitement N = 80 produit un peu moins que le traitement N = 50, mais les différences sont faibles et non significatives.

En 3^e et 4^e année, il y a un effet négatif net de la dose N = 80 sur la production de la première coupe ensilage et plus globalement sur la production annuelle :

— première coupe ensilage :	
parcelles avec fumier :	1984 : - 2,1 t/ha de M.S. (- 18 %), significatif 1985 : - 1,2 t/ha de M.S. (- 18 %), non significatif
parcelles sans fumier :	1984 : - 0,7 t/ha de M.S. (- 9 %), non significatif 1985 : - 1,4 t/ha de M.S. (- 25 %), significatif
— production annuelle :	
parcelles avec fumier :	1984 : - 2,5 t/ha de M.S. (- 13 %), significatif 1985 : - 2,2 t/ha de M.S. (- 21 %), significatif
parcelles sans fumier :	1984 : - 1,5 t/ha de M.S. (- 10 %), non significatif 1985 : - 1,4 t/ha de M.S. (- 16 %), non significatif

Cet effet dépressif est limité au printemps et concerne essentiellement la 1^{re} coupe ensilage. Sur l'année, il n'est significatif que pour les parcelles avec fumier. L'interaction azote-fumier existe mais n'est significative que pour la 1^{re} coupe ensilage de 1984.

Par ailleurs, dès 1984, on constate sur les parcelles N = 80 un retard de la végétation au printemps, puis une certaine dégradation des parcelles par dépérissement des pieds avec envahissement d'adventices (digitaires).

3. Observations sur la pérennité après 4 ans de production

Les notations de densité ont été effectuées mi-novembre 1985, après la longue période de sécheresse estivale et automnale. Elles traduisent une dégradation des parcelles par dépérissement des pieds, mais cette dégradation est variable selon les traitements :

- les parcelles N = 80 sont plus dégradées que les parcelles N = 50 ;
- les parcelles exploitées en mode ensilage sont plus dégradées que les parcelles exploitées en mode pâture ;

*Le Brome cathartique :
fumure organique et
azote minéral*

— d'une façon moins nette, les parcelles n'ayant pas reçu de fumier sont plus dégradées que celles qui en ont reçu.

Les seules parcelles encore bien fournies en brome sont les parcelles exploitées en mode pâture avec N = 50.

4. Bilan de l'effet de la dose N = 80

Le tableau VI résume l'effet de la dose N = 80 durant ces 4 années d'essai. Y figurent également entre parenthèses les écarts de production annuelle entre les traitements N = 80 et N = 50 (en t/ha de M.S.).

TABLEAU VI
EFFET SUR LA PRODUCTION ANNUELLE
DE LA DOSE N = 80 COMPARÉE À LA DOSE N = 50
(écarts en t/ha de M.S.)

Année	MODE ENSILAGE		MODE PÂTURÉ	
	Sans fumier	Avec fumier	Sans fumier	Avec fumier
1982	nul (+ 0,3)	néгатif (- 0,9)	positif * (+ 1,1)	positif * (+ 1,2)
1983	nul (- 0,3)	néгатif faible(- 0,6)	positif * (+ 1,8)	positif * (+ 1,5)
1984	néгатif (- 1,5)	néгатif * (- 2,5)	positif * (+ 1,7)	positif * (+ 0,8)
1985	néгатif (- 1,4)	néгатif * (- 2,2)	nul (+ 0,1)	nul (+ 0,2)
Moyenne	néгатif (- 0,7)	néгатif (- 1,5)	positif (+ 1,2)	positif (+ 0,9)

(* effet significatif).

En considérant la production moyenne sur 4 ans, on constate avec la dose N = 80 :

- une perte de production en mode ensilage (− 6 à 10 %) ;
- un gain de production en mode pâture (+ 8 à 12 %) ;

Il en ressort :

— qu'en mode ensilage, 150 kg/ha de N pour la première coupe ensilage sont suffisants et qu'il est inutile ensuite dans les conditions climatiques de l'essai et sans irrigation d'apporter 80 kg/ha après chaque coupe, surtout si l'on a apporté du fumier avant semis ;

— qu'en mode pâture, 100 kg/ha de N au printemps et 80 kg/ha après chaque coupe permettent une production annuelle légèrement plus élevée que 50 kg/ha après chaque coupe.

5. Discussion et essai d'explication

En mode pâture, si la dose N = 80 apporte globalement un gain de rendement (sauf en 4^e année), celui-ci demeure faible, de 1 à 2 t/ha de M.S., soit de 5 à 16 %. Si l'on rapproche le gain de rendement de la quantité d'azote (engrais) apportée pour l'obtenir, on obtient une productivité très faible de l'azote, inférieure à 10 kg de M.S. par kg de N (tableau VII).

La productivité de ce supplément d'azote est généralement meilleure au printemps (en l'absence d'un déficit hydrique), en particulier en l'absence de fumier (+ 12 kg M.S./kg N supplémentaire en 1983 et 1984), qu'en été ou en automne où les productions sont faibles et les gains de rendement peu conséquents en quantité (+ 3 à 6 kg M.S./kg N supplémentaire). En conséquence, en l'absence d'irrigation, une dose de 50 kg/ha de N après chaque exploitation d'été ou d'automne est suffisante dans les conditions climatiques de la région.

En définitive, l'apport de 80 kg/ha d'azote après chaque pâture ne peut se justifier qu'au printemps et en l'absence d'apport de fumier au semis.

En mode ensilage, l'apport de 180 kg/ha de N pour réaliser la 1^{re} coupe ensilage, puis les apports systématiques de 80 kg/ha après chaque

TABLEAU VII
PRODUCTIVITÉ DE L'AZOTE-ENGRAIS SUPPLÉMENTAIRE
APPORTÉ AVEC LE TRAITEMENT N = 80

Année	Quantité d'azote supplémentaire sur l'année (kg N)	Gain de rendement (t MS/ha)		Productivité de l'azote (kg MS/kg de N)	
		sans fumier	Avec fumier	Sans fumier	Avec fumier
1982	180	+ 1,1	+ 1,2	6,1	6,9
1983	240	+ 1,8	+ 1,5	7,4	6,2
1984	210	+ 1,7	+ 0,8	8,0	3,8

exploitation n'ont pas d'effet sur le rendement en 1983 et nuisent au rendement en 1984 et 1985.

Tout se passe comme si on avait un excès d'azote minéral dans le sol. Cet azote s'accumulerait à la suite des apports répétés d'été et d'automne qui ne peuvent être totalement utilisés en raison du faible niveau de production (le facteur limitant étant la sécheresse ou le déficit hydrique).

Par exemple en 1983, on pratique 4 exploitations en été et automne (du 1^{er} août au 15 novembre) avec des rendements faibles, ce qui fait, pour le traitement N = 80, un apport de 240 kg/ha pour produire 2 t/ha de M.S. environ. Une partie non négligeable de cet engrais n'est donc pas utilisée ; s'y ajoutent les 80 kg/ha mis après la deuxième exploitation. Il subsiste alors un reliquat important au printemps suivant durant lequel, rappelons-le, pour le traitement N = 80, on apporte 180 kg/ha pour faire la 1^{re} coupe ensilage (50 en janvier, 50 en février, 80 en mars).

En définitive, on favorise l'accumulation d'un excès d'azote minéral dans le sol qui entraînerait une sorte d'intoxication ou de perturbation physiologique.

Cet excès d'azote pourrait également être à l'origine de la dégradation plus prononcée des parcelles N = 80, en particulier dans le mode ensilage (1).

L'excès d'azote minéral en sol sec (été - automne 1985), par l'augmentation de la teneur en sels solubles qu'il provoque en surface, a pu favoriser une plus grande mortalité des pieds sur les parcelles N = 80 au cours de la sécheresse prolongée de cette 4^e année de production.

CONCLUSION

Les résultats obtenus pendant ces 4 années d'essai mettent en lumière *l'effet fortement bénéfique d'un apport conséquent de fumier au semis* et l'excellente valorisation que peut en tirer le brome cathartique.

En effet, de par son action chimique (apport d'éléments minéraux fertilisants) et surtout par son action physique (amélioration de la structure et de la porosité), *le fumier permet des gains de rendement importants pendant au moins 3 ans* (+ 40 % en première année, + 20 à 25 % en seconde année, + 25 % en moyenne en troisième année avec toutefois des écarts importants entre traitements). L'essai n'a malheureusement pas permis de distinguer les parts respectives de l'effet chimique (apport de potassium essentiellement) et de l'effet physique.

Grâce à cet apport de fumier, il est donc possible d'atteindre pendant 3 ans et dans ce milieu pédoclimatique, sans irrigation et en année climatique normale, des productions annuelles de 14-15 t/ha de M.S. en mode pâture et de plus de 15 t/ha avec une première coupe ensilée. Ces résultats peuvent s'appliquer à l'ensemble des brouillards du Sud-Ouest.

Le mode « pâture » ayant été conduit sans passage d'animaux, il n'a pas été possible de préciser si en pâture réelle avec piétinement cet effet du fumier serait plus fort ou moins fort.

(1) Dans son livre « Les graminées fourragères », M. GILLET (1980) évoque des phénomènes de dégradation après une seule coupe bien fournie au printemps et propose l'explication de l'épuisement des réserves glucidiques.

D'une manière générale, grâce à des productions en ensilage très fournies, le brome cathartique peut produire annuellement plus en mode ensilage qu'en pâture exclusive. En mode pâture toutefois, sa production est plus étalée et plus régulière sur l'année car cette espèce peut produire tôt au printemps mais également un peu plus en automne.

En ce qui concerne la *fertilisation azotée*, il ressort :

— qu'il n'est pas utile de dépasser 150 kg/ha de N pour réaliser la première coupe ensilage (compte tenu des reliquats de l'année précédente et en particulier de l'azote apporté après la dernière exploitation) ;

— qu'en l'absence d'irrigation et dans les conditions climatiques de la Gascogne centrale, il n'est pas rentable d'apporter plus de 50 kg/ha de N après chaque exploitation, sauf éventuellement au printemps si l'on n'a pas apporté de fumure organique.

C. LONGUEVAL,

Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne
B.P. 215, 65001 TARBES.

LISTE DE MOTS-CLÉS

Boulbène, brome cathartique, *Bromus catharticus*, ensilage, fertilisation azotée, fertilisation minérale, fertilisation organique, gramineae, irrigation, longévité, Midi-Pyrénées, production de matière sèche, variations annuelles, variations saisonnières.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GILLET M. (1980) : *Les graminées fourragères*, Ed. Gauthier Villars.

SIMON J.C., LE CORRE L., COPPENET M. (1983) : « Essai comparatif de 10 graminées fourragères » *Fourrages*, N° 93, p. 93.

C.A.C.G. (1967, 1968, 1969) : *Études sur la structure du sol, les techniques culturales et l'assainissement*, comptes rendus annuels.