

# VALEUR ALIMENTAIRE D'UNE ASSOCIATION MAÏS-SOJA EN CULTURE FOURRAGÈRE — COMPARAISON AVEC LE MAÏS FOURRAGE

## INTRODUCTION

**L**ES SYSTÈMES FOURRAGERS MARQUÉS PAR UNE VOLONTÉ D'INTENSIFICATION ET DE SIMPLIFICATION FONT SOUVENT APPEL AU MAÏS-FOURRAGE. Pourtant, l'ensilage de maïs caractérisé par de faibles teneurs en matières azotées et en matières minérales rend indispensable la complémentation des rations en ces éléments. Bien qu'il soit le fourrage grossier le plus apte à valoriser un apport d'azote non protéique, il n'en demeure pas moins que l'apport azoté complémentaire d'une ration à base d'ensilage de maïs est le plus souvent réalisé à l'aide de tourteau de soja, notamment dans les systèmes bovins-lait. Ainsi, l'intensification fourragère basée sur le maïs-fourrage accroît la dépendance de notre élevage aux pays exportateurs de tourteaux.

La recherche de systèmes fourragers plus autonomes mais hautement productifs implique de miser sur les complémentarités naturelles qui existent entre les graminées et les légumineuses. Cependant, les conditions agroclimatiques particulières de certaines régions et notamment du Sud-

Quest ne sont pas toujours favorables à la culture de la luzerne et du trèfle, alors que le maïs trouve là des conditions optimales. Depuis quelques années, un intérêt justifié est porté à la culture du soja (PAUL, 1978 ; BLANCHET et CHONE, 1979).

#### **INTÉRÊT DE L'ASSOCIATION MAÏS-SOJA DANS LE SUD-OUEST**

Cultivé comme fourrage annuel, le soja élabore plus de matières azotées que le maïs et la fixation symbiotique d'azote atmosphérique qu'il réalise en abaisse le coût de production. Cependant, la culture pure de soja fourrager en culture annuelle est difficilement envisageable en raison d'une productivité en matière sèche qui est limitée (BRINER et TROXLER, 1977 ; RAKOTONDRAZAFY, 1980). En fait, les caractéristiques phyto-techniques du soja et sa richesse en azote en font le complément idéal du maïs. D'ailleurs le mélange peut être réalisé dès le semis (DEMOLON, 1939 ; MARTY et coll., 1978). L'intérêt de cette culture fourragère annuelle mixte, appelée « association maïs-soja », a été pris en considération dans quelques pays et notamment en France où des travaux ont été réalisés afin de trouver le meilleur compromis entre les deux espèces pour corriger au mieux les défauts de l'une et de l'autre et produire un fourrage de qualité (MARTY, HILAIRE et DEBASSE, 1978 ; MARTY et EYCHENNE, 1980).

La détermination d'un « stade optimum » de récolte en vue de la conservation en ensilage du maïs-soja doit tenir compte de la présence des deux espèces fourragères, dont les comportements sont différents. La valeur alimentaire du soja plante entière, utilisé par les ruminants, passe par un maximum au stade du début du gonflement des grains (RAKOTONDRAZAFY, 1980) ; à ce stade, les feuilles représentent généralement plus de 30 % de la matière sèche. La valeur alimentaire du soja diminue ensuite et notamment lorsque le pourcentage de matière sèche représenté par les feuilles chute au profit de la part des gousses et des graines. En conséquence, il semble que le soja doive être récolté avant le début du jaunissement des feuilles. La teneur en matière sèche est alors comprise entre 22 et 25 % (RAKOTONDRAZAFY, 1980). Compte tenu de ce taux de matière sèche, le maïs de l'association, au moment de la récolte, doit lui-même

présenter un taux de matière sèche largement supérieur à celui du soja pour que l'objectif de 30 %, en prenant comme référence l'ensilage de maïs plante entière, soit atteint.

La teneur en matière sèche est donc une contrainte qui nécessite la mise en place de binômes où la variété de maïs et la variété de soja parviennent en même temps à leur stade optimum de récolte. Ainsi, et d'une manière générale, on peut penser que les variétés de soja des groupes de précocité I et II peuvent être cultivées en association avec des maïs dont l'indice de précocité est inférieur à 280, alors que celles du groupe III semblent être compatibles avec des variétés de maïs dont l'indice de précocité est voisin de 320. Cependant, dans le Sud-Ouest, la mise en culture de ces variétés de maïs, ayant pour corollaire un développement végétatif réduit, limite la productivité de matière sèche à l'hectare et par là même diminue l'intérêt d'une telle association. La recherche de variétés de soja plus tardives, qui permettraient de retenir des variétés de maïs ayant un cycle végétatif plus long, apparaît dès lors nécessaire.

En fait, l'introduction du soja dans la culture du maïs destiné à l'ensilage a pour objectif principal l'amélioration de la teneur en matières azotées du fourrage. Il faut donc que les proportions respectives des deux espèces dans le mélange soient équilibrées. Nous avons pu montrer précédemment qu'un minimum de 20 % de matière sèche de soja dans le mélange est nécessaire pour atteindre l'objectif de 70 g de PDI par kg de MS. Cette proportion, difficile à obtenir, dépend des peuplements au semis et du comportement de l'association. Ainsi, lorsque la densité du maïs est élevée, le rendement global est augmenté, mais le développement du soja sous couvert du maïs est limité et la proportion de 20 % de matière sèche de soja n'est pas obtenue. A l'inverse, lorsque la densité du maïs est faible, le développement du soja est plus important et les pourcentages de matière sèche respectifs répondent à l'objectif fixé, mais le rendement global est altéré. Un équilibre entre les peuplements de maïs et de soja doit être respecté ; il dépend des caractéristiques variétales de chacune des deux espèces.

C'est en raison de ces nombreuses contraintes que des expérimentations sur l'association maïs-soja en culture fourragère sont conduites chaque année depuis 1977 à l'École Nationale Supérieure Agronomique de

Toulouse. Les objectifs des essais mis en place en 1981 et dont nous présentons ici les principaux résultats étaient, dans un premier temps, de mieux connaître l'évolution des compositions morphologique et chimique, et l'évolution de la valeur alimentaire du fourrage vert pour préciser son stade optimum de récolte en vue d'une conservation par ensilage. Ces essais, dans un second temps, devaient nous permettre de faire l'étude de la qualité de conservation des ensilages, de déterminer leur valeur nutritive, leur niveau d'ingestion et de préciser ainsi leur valeur alimentaire en la comparant à celle de l'ensilage de maïs utilisé comme témoin.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Mise en place des cultures

L'association maïs-soja et le maïs témoin ont été mis en place sur 40 ha (20 ha de maïs-soja et 20 ha de maïs) sur la Station d'Expérimentation Animale de Borret (E.N.S.A.T., Poucharramet, 31), en situation irriguée. Les sols de la station sont constitués par des alluvions anciennes, correspondant à la troisième terrasse de la Garonne. Le semis a été réalisé les 3 et 4 juin 1981 ; en ce qui concerne l'association, les grains de maïs et de soja ont été localisés sur la même ligne, en un seul passage, en utilisant un semoir pneumatique « Benac sup/air 100 » modifié. L'écartement entre les lignes était de 75 cm et la profondeur de semis comprise entre 3 et 5 cm. La densité de semis a été de 74 000 grains/ha pour le maïs et de 350 000 grains/ha pour le soja.

La fertilisation apportée au moment de la préparation superficielle du lit de semence a été de 180 kg/ha de N, 120 kg/ha de  $P_2O_5$  et 120 kg/ha de  $K_2O$ . Les cultures ont été désherbées par application d'un mélange de linuron à la dose de 0,5 kg/ha et d'alachlore à la dose de 1,5 kg/ha.

La variété de soja utilisée est Williams (groupe III) et la variété de maïs est Stella (indice de précocité 320).

Le maïs témoin (Stella) a été mis en culture de façon semblable avec une densité de semis de 85.000 grains par ha. La fertilisation a été semblable à celle appliquée à l'association ; la culture a été désherbée par le mélange simazine-atrazine.

A la récolte, le maïs témoin (Stella) a produit  $13,5 \pm 1,0$  t/ha de MS et l'association maïs-soja (Stella-Williams)  $13,0 \pm 1,3$  t/ha de MS.

## 2. Études sur le fourrage vert

Par des prélèvements étalés sur une période de trois semaines précédant la date présumée de récolte (entre le 96<sup>e</sup> et le 117<sup>e</sup> jour après le semis) et réalisés à 7 jours d'intervalle, nous avons suivi l'évolution de la composition morphologique et chimique du mélange. Dans le même temps, 12 moutons placés en cages à digestibilité nous permettaient de suivre l'évolution de la valeur nutritive et des niveaux d'ingestion du fourrage vert, entre le 100<sup>e</sup> et le 114<sup>e</sup> jour de végétation.

## 3. Études sur les fourrages ensilés

Les récoltes du maïs et du maïs-soja ont été effectuées le 30 septembre 1981, soit 117 jours après le semis, à l'aide d'une ensileuse traînée (New-Holland 717 S) équipée d'un bec maïs à deux rangs. Tous les fourrages ont été conservés en silos couloirs, sans adjonction ni de conservateur ni d'adjuvant.

Toutefois, un silo hermétique (type Harvestore) a été utilisé pour conserver un maïs-soja additionné de 4 kg d'urée par tonne de produit frais.

L'utilisation de ces divers ensilages à des fins expérimentales a été réalisée alors que les silos se trouvaient en cours d'utilisation pour l'alimentation d'un troupeau de vaches laitières, ceci afin de ménager un avancement du front d'attaque suffisamment rapide. Nous avons déterminé la composition chimique des trois ensilages et leur qualité de conservation. Leur valeur nutritive et leur niveau d'ingestion ont été obtenus sur trois lots de quatre moutons en cages à digestibilité.

# RÉSULTATS

## 1. Fourrages verts

### a) Composition morphologique et composition chimique

L'association fourragère maïs-soja (binôme variétal : Stella-Williams), cultivée en vue d'une récolte et d'une conservation en ensilage, atteint dans

nos conditions de culture, une teneur en matière sèche de 30 % en moyenne 114 jours après le semis. Le soja représente alors 17,1 % de la matière sèche récoltée, et le maïs 82,9 %.

**TABLEAU I**  
**ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION MORPHOLOGIQUE**  
**DU MAÏS (STELLA) ET DU SOJA (WILLIAMS) CULTIVÉS EN**  
**ASSOCIATION ENTRE LE 96<sup>e</sup> ET LE 117<sup>e</sup> JOUR DE VÉGÉTATION**

	Nombre de jours		
	100	107	114
<u>Soja</u>			
-Feuilles : % de la plante	45 ± 1,9	42 ± 3,2	36 ± 1,9
-Tiges : % de la plante	27 ± 2,5	26 ± 4,4	24 ± 2,4
-Gousses : % de la plante	28 ± 3,1	32 ± 4,4	40 ± 3,0
<u>Maïs</u>			
-Limbes + gaines : % de la plante	18 ± 1,3	16 ± 1,5	15 ± 1,9
-Tiges : % de la plante	22 ± 3,6	22 ± 2,3	18 ± 2,9
-Epis + spathe : % de la plante	60 ± 3,5	60 ± 2,5	67 ± 3,8

Les résultats qui traduisent les évolutions de la composition morphologique et de la composition chimique de l'association sont rassemblés dans les tableaux I et II.

Entre le 100<sup>e</sup> et le 114<sup>e</sup> jour de végétation, la composition morphologique du soja évolue très rapidement. Les gousses prennent une part de plus en plus importante au détriment de celle des feuilles qui régresse. Dans le même temps, le maïs évolue de façon semblable puisque les épis (épis + spathe) représentent, au 114<sup>e</sup> jour de végétation, 67 % de la plante entière ; les parts respectives des limbes + gaines et des tiges sont alors de 15 et 18 %.

Lorsque la teneur en matière sèche (M.S.) de l'association évolue de  $23,1 \pm 1,1$  à  $29,3 \pm 2,4$  % entre le 100<sup>e</sup> et le 114<sup>e</sup> jour après le semis, on assiste à une diminution de la teneur en matières minérales qui évolue de  $7,1 \pm 0,2$  à  $5,8 \pm 0,1$  % de la M.S.. La teneur en matières azotées totales (M.A.T.) est peu modifiée alors que la cellulose brute marque une légère diminution puisqu'elle passe de  $22,2 \pm 0,1$  % M.S. au 100<sup>e</sup> jour à  $20,3 \pm 3$  % de la M.S. au 114<sup>e</sup> jour.

**TABLEAU II**  
**COMPOSITION CHIMIQUE (MATIÈRES AZOTÉES TOTALES**  
**ET CELLULOSE BRÛTE) DU MAÏS ET DU SOJA DE**  
**L'ASSOCIATION AU 114<sup>e</sup> JOUR DE VÉGÉTATION**

	% dans l'association			
Soja	$17,1 \pm 2,3$	Feuilles	M.A.T.	$13,2 \pm 2,5$
			C.B.	$24,7 \pm 1,8$
		Tiges	M.A.T.	$7,1 \pm 0,4$
			C.B.	$46,3 \pm 3,6$
		Gousses	M.A.T.	$30,1 \pm 1,3$
			C.B.	$12,8 \pm 2,4$
Maïs	$82,9 \pm 2,3$	Limbes + gaines	M.A.T.	$7,2 \pm 1,1$
			C.B.	$29,6 \pm 2,9$
		Tiges	M.A.T.	$2,3 \pm 0,5$
			C.B.	$32,8 \pm 3,1$
		Epis + spathes	M.A.T.	$7,0 \pm 0,5$
			C.B.	$8,9 \pm 1,5$

*b) Coefficients de digestibilité et valeur nutritive*

Dans l'intervalle compris entre le 100<sup>e</sup> et le 117<sup>e</sup> jour de végétation, on observe que les coefficients de digestibilité apparents (CUD<sub>a</sub>) de la matière organique, des matières azotées totales et des matières cellulosiques évoluent peu. Lorsque la teneur en matière sèche du fourrage atteint 30 %,

**TABLEAU III**  
**ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE,**  
**DE LA VALEUR NUTRITIVE ET DES NIVEAUX D'INGESTION**  
**DE L'ASSOCIATION MAÏS-SOJA ENTRE LE 100° ET**  
**LE 114° JOUR APRÈS LE SEMIS**

Date de récolte (en nombre de jours après le semis)	100ème jour	107ème jour	114ème jour
Nombre d'échantillons	25	25	25
Composition du fourrage			
- Matière sèche	23,1 ± 1,1	26,3 ± 1,6	29,3 ± 2,4
- Matières minérales	7,1 ± 0,2	7,6 ± 0,1	5,8 ± 0,1
- Matières azotées totales	9,1 ± 0,8	8,3 ± 0,1	9,4 ± 0,2
- Cellulose brute	22,2 ± 0,1	20,3 ± 0,6	20,3 ± 0,3
- Matières grasses	2,2 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,7 ± 0,1
- Matière organique	92,9 ± 0,2	92,4 ± 0,1	94,2 ± 0,1
- Extractif non azoté	59,4	61,8	61,8
Coefficient de digestibilité (%)			
- Matière organique	68,0 ± 2,6	70,2 ± 1,8	71,9 ± 1,8
- Matières azotées	55,3 ± 1,6	59,6 ± 3,8	66,1 ± 3,9
- Cellulose brute	49,9 ± 5,3	46,8 ± 5,1	48,2 ± 4,8
Valeur nutritive			
- UFL/kg M.S.	0,81	0,82	0,88
- UFV/kg M.S.	0,73	0,77	0,82
- PDIN/kg M.S.	57,0	60,5	63,5
- PDIE/kg M.S.	71,2	84,1	91,8
- MAD/kg M.S.	56,3	49,4	62,1
Matière sèche ingérée (en g/kg P <sub>0,75</sub> )	62,8 ± 6,9	62,4 ± 5,8	61,3 ± 4,0
VEF en UEM/kg M.S. (1)	1,20	1,20	1,22
VEF en UEB/kg M.S. (1)	1,09	1,09	1,10

alors que les gousses du soja et les épis de maïs représentent respectivement 40 et 67 p. 100 de la M.S. du mélange, le  $CUD_a$  moyen de la matière organique atteint  $71,9 \pm 1,8$  % alors qu'il n'était que de  $68,0 \pm 2,6$  % au 100<sup>e</sup> jour après le semis (tableau III).

La digestibilité apparente des matières azotées totales augmente en même temps que le stade de maturité du mélange. De  $55,3 \pm 1,6$  % au 100<sup>e</sup> jour, elle passe à  $66,1 \pm 3,9$  % au 114<sup>e</sup> jour de végétation.

La digestibilité de la cellulose brute a tendance à diminuer entre le 100<sup>e</sup> et le 107<sup>e</sup> jour ; elle tend à augmenter entre le 107<sup>e</sup> et le 114<sup>e</sup> jour. Il semble qu'au moment du gonflement des graines, la présence de matières azotées plus digestibles dans le soja améliore l'utilisation digestive globale de la cellulose.

#### *c) Valeur énergétique et valeur azotée*

La valeur énergétique de l'association maïs-soja utilisée en vert (exprimée en UFL et UFV) et la valeur azotée (exprimée en PDIN et PDIE) évoluent rapidement avec le stade de maturité. Dans nos conditions expérimentales, c'est au 114<sup>e</sup> jour et pour une teneur de 29,3 % de M.S. que les valeurs les plus élevées sont enregistrées (tableau III).

#### *d) Niveaux d'ingestion*

Les quantités de matière sèche (M.S.) ingérées par les moutons, exprimées en g de M.S./kg de  $P^{0,75}$  sont constantes pendant la période considérée. Elles se situent en moyenne à plus de 60 g par jour, mais elles sont marquées par des variations importantes entre les animaux. L'augmentation de la teneur en M.S. du fourrage qui passe de 23,1 % à 29,3 % ne semble pas avoir d'effet sur les niveaux d'ingestion de l'association maïs-soja ingérée en vert par le mouton.

## **2. Fourrages ensilés**

L'étude comparative a porté sur trois ensilages : ensilage de maïs, ensilage de maïs-soja et ensilage de maïs-soja-urée. Les principaux résultats ont été regroupés dans le tableau IV.

#### *a) Composition chimique*

Pour une durée de végétation quasi identique, les teneurs moyennes en matière sèche des trois ensilages sont respectivement de 31, 30 et 29 %. La présence de soja dans l'ensilage se traduit par une augmentation de la teneur en matières azotées totales qui passe de  $7,7 \pm 0,2$  % dans le maïs à  $9,3 \pm 0,1$  % de M.S. dans l'ensilage de maïs-soja. L'apport d'urée s'est traduit par une augmentation importante des matières azotées totales qui s'élèvent ainsi à  $14,4 \pm 0,5$  %. Les teneurs moyennes en cellulose brute sont peu différentes d'un ensilage à l'autre et on peut dire que la présence de 17 % de soja dans le mélange n'a pas une incidence marquée sur la teneur en matières cellulosiques du mélange.

#### *b) Caractéristiques de conservation*

La présence de 17 % de soja dans l'ensilage n'a pas altéré la conservation du fourrage ; l'étude comparative des ensilages de maïs et maïs-soja montre que, dans les deux cas, un pH bas (inférieur à 4), compatible avec une bonne conservation, a été obtenu. Seule, la teneur en acide lactique, qui est respectivement de 52,9 g/kg et 74,4 g/kg dans l'ensilage de maïs et dans l'ensilage de maïs-soja, traduit la présence de la légumineuse qui augmente le pouvoir tampon du fourrage par un apport complémentaire de matières azotées et de matières minérales et entraîne une prolongation des fermentations lactiques, nécessaires à l'obtention du pH de stabilité.

L'apport d'urée dans l'ensilage de maïs-soja, à raison de 4 kg/t de produit frais, a diminué la qualité de conservation ; le pH demeure supérieur à 4 alors que la teneur en acide lactique se situe au même niveau que dans l'ensilage non complétement à l'urée. Tout se passe comme si dans le maïs-soja, la totalité des sucres solubles était indispensable mais suffisante pour une bonne acidification. L'apport supplémentaire d'azote protéique, en augmentant le pouvoir tampon, ne permet pas l'obtention du pH de stabilité, faute de sucres solubles. Cela se traduit notamment par la présence d'acide butyrique dans l'ensilage de maïs-soja-urée. La fermentation butyrique est cependant restée très limitée et n'a pas eu de conséquences sur la proportion d'azote soluble, qui reste du même ordre de grandeur que dans les deux autres ensilages.

**TABLEAU IV**  
**COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE DES ENSILAGES**  
**PLANTE ENTIÈRE DE MAÏS, MAÏS-SOJA ET MAÏS-SOJA-URÉE**

	Maïs n=12	Maïs-soja n=12	Maïs-soja-urée n=16
Date de récolte (nombre de jours après le semis)	117ème jour	117ème jour	115ème jour
Composition des ensilages			
- Matière sèche	31,0	30,0	29,0
- Matière organique	96,7 ± 0,1	25,0 ± 0,15	94,7 ± 0,5
- Matières minérales	3,3 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,3 ± 0,5
- Matières azotées totales	7,7 ± 0,2	9,3 ± 0,1	14,4 ± 0,5
- Cellulose brute	21,6 ± 1,4	22,3 ± 0,1	22,9 ± 0,6
- Matière grasse	2,6 ± 0,1	3,4 ± 0,1	4,3 ± 0,3
- Extractif non azoté	64,7	60,0	59,6
Caractéristiques de la conservation			
- pH	3,60 ± 0,09	3,66 ± 0,05	4,17 ± 0,06
- N-NH <sub>3</sub> (p.100 N total)	4,98 ± 0,50	4,89 ± 0,48	17,12 ± 1,23
- N soluble (p.100 N total)	58,61 ± 3,92	55,29 ± 4,64	58,10 ± 3,48
- Acide lactique (g/kg M.S.)	52,90 ± 10,10	74,40 ± 11,00	72,80 ± 1,90
- A.G.V* (mMole/kg M.S.)	414 ± 36	328 ± 70	346 ± 45
- Acide acétique (g/kg M.S.)	24,00 ± 2,10	19,20 ± 4,00	18,90 ± 1,90
- Acide propionique (g/kg M.S.)	traces	traces	traces
- Acide butyrique (g/kg M.S.)	traces	traces	2,74 1,16
Coefficient de digestibilité (%)			
- Matière organique	72,0 ± 2,2	71,2 ± 1,1	65,4 ± 3,0
- Matière azotée totale	54,9 ± 6,2	56,5 ± 1,2	63,6 ± 2,8
- Cellulose brute	60,0 ± 2,9	59,0 ± 1,9	51,8 ± 5,4
Valeur nutritive			
- UFL/kg M.S.	0,89	0,84	0,80
- UFV/kg M.S.	0,83	0,77	0,74
- PDIN/kg M.S.	50,5	64,2	81,6
- PDIE/kg M.S.	70,0	76,7	71,7
- MAD/kg M.S.	42,3	52,5	91,6
Matière sèche ingérée (en g/kg P <sup>0,75</sup> )	57,8 ± 4,4	61,8 ± 4,3	55,8 ± 6,8
VEF en UEM/kg M.S.	1,30 0,09	1,22 ± 0,08	1,34 ± 0,12

\* A.G.V. : acides gras volatils totaux

### *c) Valeurs énergétiques et azotées*

Les coefficients de digestibilité de la matière organique, des matières azotées totales et de la cellulose brute ont permis d'évaluer les valeurs énergétique et azotée des ensilages.

Il ressort que la valeur énergétique de l'ensilage de maïs-soja est légèrement plus faible que celle de l'ensilage de maïs (respectivement 0,84 et 0,89 UFL), pour des teneurs en matière sèche semblables. En contrepartie, les valeurs azotées de l'ensilage de maïs-soja sont significativement plus élevées. La présence de 17 % de soja dans le mélange s'est traduite par une augmentation des teneurs en PDIN et PDIE (respectivement de 27 % et de 10 %). Le coefficient de digestibilité de la matière organique de l'ensilage de maïs-soja-urée est anormalement bas par rapport à celui des deux autres ensilages. Seule, une répartition non homogène des grains au moment du remplissage du silo, éventuelle responsable d'un mauvais échantillonnage, peut expliquer ce résultat.

### *d) Niveaux d'ingestion*

Les niveaux d'ingestion déterminés sur moutons font apparaître que l'ensilage de maïs-soja est ingéré en plus grande quantité que l'ensilage de maïs pur ; la différence entre ces deux niveaux d'ingestion s'élève à 7 %. L'adjonction d'urée dans l'ensilage de maïs-soja, qui s'est traduite par une mauvaise stabilisation de l'ensilage, a abaissé le niveau d'ingestion par les moutons.

## **DISCUSSION ET CONCLUSIONS**

Cultivé comme fourrage annuel, en zone Sud-Ouest, l'association maïs-soja présente quelques caractéristiques intéressantes qui ressortent des résultats présentés ci-dessus, liées à la nature même de ses deux composantes.

### **— L'association maïs-soja doit être récoltée à un stade avancé de maturité**

Déterminée sur le fourrage vert, la valeur énergétique de l'association maïs-soja évolue de 0,81 UFL à 0,88 UFL/kg de M.S. lorsque la teneur en M.S. passe de 23,1 % au 100<sup>e</sup> jour de végétation à 29,3 % au 114<sup>e</sup> jour ; sa valeur azotée augmente parallèlement. A ce stade (29,3 % de M.S.), dans

nos conditions expérimentales, le maïs représente en moyenne 83 % et le soja 17 % du rendement. Cette évolution peut être expliquée par les caractéristiques propres du maïs et du soja.

La digestibilité de la matière organique du maïs plante entière ne change pratiquement pas du stade grain laiteux au stade grain vitreux. Son stade optimum de récolte peut donc être déterminé en fonction de la productivité en M.S./ha qui augmente jusqu'à ce que la plante atteigne un taux de 33 à 35 % de M.S., stade optimum de récolte en vue d'une conservation par ensilage (DEMARQUILLY et coll., 1971).

Les travaux de BRINER et TROXLER (1971) et de RAKOTON-DRAZAFY (1980) concernant le soja fourrager « plante entière » montrent que le rendement maximum en matière sèche, en énergie et en matières azotées est atteint lorsque les graines sont au stade pâteux et que les feuilles représentent encore plus de 30 % de la plante entière.

La recherche de binômes variétaux productifs adaptés aux conditions agroclimatiques de chaque région doit tenir compte de ces éléments.

#### — L'association maïs-soja se conserve bien par ensilage

Les résultats présentés ci-dessus ne font pas ressortir de différence marquée entre l'ensilage de maïs plante entière et l'ensilage de maïs-soja dont les caractéristiques correspondent à celles d'un ensilage de qualité.

Si le maïs « plante entière » se prête bien à la conservation par voie humide (HARRIS, 1965 ; NOLLER et coll., 1961 ; ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974), on sait qu'il n'en est pas de même pour les légumineuses qui, plus riches en matières azotées et en matières minérales, ont un pouvoir tampon plus élevé. Leur teneur en glucides solubles servant de substrat aux ferments lactiques n'est pas toujours suffisante pour une production d'acide lactique compatible avec l'obtention du pH de stabilité (GORDON et coll., 1961 ; DEMARQUILLY, 1976). Il était donc légitime de s'attendre à ce que la conservation de l'ensilage maïs-soja soit moins bonne que celle de l'ensilage maïs. Pourtant l'étude comparative des qualités de conservation montre qu'il n'en est rien. La présence du soja dans le fourrage ensilé s'est traduite par un prolongement des fermentations lactiques qui a pu se produire grâce à la richesse en glucides solubles du maïs. Il faut cependant insister sur le fait que, dans nos conditions expéri-

mentales, tous les sucres solubles du maïs-soja ont été vraisemblablement utilisés pour l'obtention du pH de stabilité, rendant limité l'intérêt de l'adjonction d'urée dans le mélange.

— **L'ensilage de maïs-soja a une valeur énergétique légèrement inférieure à celle du maïs, mais une valeur azotée supérieure**

Récolté à 30 % de matière sèche, l'ensilage de maïs-soja a une valeur énergétique de 0,84 UFL/kg de M.S. et une valeur azotée égale à 64 g de PDIN. Il est donc caractérisé par une valeur nutritive élevée et répond ainsi aux objectifs visés. L'augmentation de la valeur azotée doit être attribuée à l'apport réalisé par le soja et on peut penser qu'avec une participation plus importante de la légumineuse, la valeur PDIN de l'ensilage pourrait être améliorée. Des essais, réalisés par le SUAD de la Haute-Garonne confirment d'ailleurs cette hypothèse, mais il apparaît cependant qu'une augmentation de la part du soja se traduit aussi par une baisse de rendement due à un développement insuffisant du maïs. En conséquence, un équilibre est à rechercher afin de maintenir la productivité à l'hectare et d'obtenir un ensilage à haute teneur en azote. Pour cela, l'utilisation de variétés de soja plus agressives et plus productives paraît être une voie possible d'amélioration.

Les valeurs énergétiques et azotées de l'ensilage de maïs-soja sont peu différentes de celles du fourrage vert au moment de la récolte. Par rapport à l'ensilage de maïs plante entière, la valeur PDIE se trouve améliorée de 10,0 % et celle de PDIN de 27,0 %, ce qui tend vers un meilleur rapport PDIE/PDIN (1,39 pour l'ensilage de maïs, 1,19 pour l'ensilage de maïs-soja). Il nous paraît indispensable de faire ressortir ici que la présence du soja plante-entière dans le mélange ne se limite pas seulement à améliorer sa valeur PDIN. La présence de soja améliore aussi la valeur PDIE et laisse la possibilité de faire entrer de l'azote non protéique dans la ration.

— **L'ensilage de maïs-soja est ingéré en plus grande quantité que l'ensilage de maïs**

En vert, les quantités de M.S. ingérées par les moutons sont stables entre les stades 23 % et 30 % de M.S. avec toutefois une variabilité importante. Les valeurs enregistrées au cours de nos essais sont toujours demeurées supérieures à celles obtenues par DEMARQUILLY (1968) et

par ANDRIEU et DEMARQUILLY (1974) sur du maïs plante entière utilisé en vert.

L'ensilage de maïs-soja est ingéré en quantité aussi importante que le fourrage vert (61,8 g de M.S./kg P<sup>0,75</sup>) et en quantité plus grande que l'ensilage maïs plante entière (57,8 g de M.S./kg P<sup>0,75</sup>). Selon DEMARQUILLY et coll. (1971), la faible ingestibilité des ensilages de maïs résulterait souvent de teneurs trop faibles en azote. On peut donc estimer que le soja, en augmentant l'apport azoté, améliore les quantités de matière sèche ingérées par le mouton.

En conclusion, face au déficit national en protéines destinées à l'alimentation des ruminants, l'association maïs-soja en culture fourragère dans le Sud-Ouest mérite une attention particulière en raison de sa valeur alimentaire, de son aptitude à la conservation par ensilage et de sa productivité. Bien des aspects demeurent encore imparfaitement maîtrisés, notamment les techniques culturales, le choix des binômes variétaux et les structures de peuplement. Un essai comparatif sur vaches laitières, qui a été réalisé, fera l'objet d'une prochaine publication.

R. MONCOULON et M. AFFANE,  
*E.N.S.A. Toulouse,*  
*Laboratoire de Zootechnie (Haute-Garonne).*

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRIEU J. et DEMARQUILLY C. (1974) : « Valeur alimentaire du maïs fourrage », *Ann Zootechnie*, 23 (3), 1-25 et 27-43.

BLANCHET R. et CHONE E. (1979) : « Le soja », *B.T.I.*, 1, 211-222.

BRINER U.H. et TROXLER J. (1977) : « Soja pour l'ensilage de plante entière », *Rev. Suisse Agri.*, 9 (4), 169-173.

DEMARQUILLY C. (1969) : « Valeur alimentaire du maïs fourrage. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied », *Ann. Zootechnie*, 18 (1), 17-32.

- DEMARQUILLY C. (1977) : « Les principes de l'ensilage », *Revue de l'Élevage*, n° spécial « Les ensilages », 16-22.
- DEMARQUILLY C. , HAUREZ Ph., JOURET M., LELONG C. et MALTERRE C. (1971) : « Le maïs plante entière : composition, valeur alimentaire, utilisation par les bovins », *B.T.I.*, 264-265, 2-19.
- DEMOLON A. et DUNEZ A. (1939) : « Observations sur la culture du soja et inoculation des semences », *C.R. Acad. Agri.*, 361-369.
- GORDON C.H., DERBYSHIRE J.C., WISEMAN J.G., KANE E.A. et MELIN C.G. (1961) : « Preservation and Feeding value of Alfalfa stored as Hay, Haylage, and direct cut silage », *J. Dairy Sci.*, 44 (7), 1299-1311.
- HARRIS C.E. (1965) : « The digestibility of fodder maize and maize silage », *Expl. Agric.*, 1, 121-123.
- MARTY J.R., HILAIRE A. et DEBASSE M. (1978) : « Association maïs-soja et soja-sorgho grain en cultures fourragères », *C.R. Acad. Agri.* (4), 341-345.
- MARTY J.R. et EYCHENNE F. (1980) : « L'association maïs-soja en culture fourragère », *Fourrages*, 81, 113-125.
- NOLLER C.H., BURNS J.C., HILL D.L., RHYKERD C.L. et RUMSEY T.S. (1965) : « Chemical composition of green and preserved Forages and the nutritional implications », *Proc. 9th Intern. Grassland Congress*, Sao Paulo, 611-614.
- OWEN F.G. (1967) : « Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage », *J. Dairy Sci.*, 50, 404-412.
- RAKOTONDRAZAFY H.O. (1980) : *Valeur alimentaire d'une association maïs-soja*, Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, I.N.P. Toulouse.