

ESPOIRS POUR LE MAIS FOURRAGE

DEPUIS QUELQUES ANNÉES, LE MAIS EST DE PLUS EN PLUS UTILISÉ COMME PLANTE FOURRAGÈRE, SURTOUT EN ENSILAGE DE LA PLANTE ENTIÈRE, PLUS RAREMENT EN déshydratation. De 1969 à 1975, les surfaces sont passées de 300.000 hectares à 900.000 hectares environ. Ce développement spectaculaire est dû à plusieurs qualités du maïs : il donne un très bon rendement en matière sèche, la culture est entièrement mécanisable, la matière sèche récoltée est de bonne digestibilité et facile à conserver en ensilage. Dans un système de production fourragère, le maïs-fourrage, en ensilage, permet d'avoir des réserves hivernales ; mais il permet aussi de combler un déficit de production estivale des graminées fourragères classiques. Son seul défaut assez important est sa faible teneur en protéines.

Les variétés actuellement utilisées pour la production de fourrage sont les mêmes que pour la production de grain. La seule différence peut résider dans le choix de la précocité et dans la densité de culture. Il est souvent conseillé de retenir la variété la plus productive en grain qui permet par sa précocité d'avoir au moment de l'ensilage une teneur en matière sèche de la plante entière voisine de 30 %. Cette teneur permet en effet d'exploiter les potentialités de rendement de la variété et assure une certaine qualité de l'ensilage. Dans certaines zones, au nord de la Loire, cela permet de cultiver des variétés un peu plus tardives que celles utilisées pour le grain. Au sud de la Loire, le choix de la précocité dépendra surtout de la date de semis et de la période à laquelle l'agriculteur veut commencer à récolter. Pour la densité de culture, il a été conseillé d'avoir une densité supérieure seulement de 10 à

20 % à celle utilisée pour le grain, compte tenu de la précocité. En effet, l'optimum de densité pour le rendement en matière sèche totale est plus élevé que celui du grain. Mais les fortes densités ont été déconseillées car elles diminueraient trop la proportion de grain dans la matière sèche, d'où il résulterait une diminution de la valeur alimentaire.

En fait, hormis la précocité, les critères de choix des variétés et des techniques culturales reposent sur deux principes couramment admis, mais non vérifiés (ou vérifiés sur une gamme trop restreinte de matériel), à savoir que :

- le rendement en grain déterminerait le rendement en matière sèche totale ;
- la proportion de grain dans la plante entière déterminerait la valeur alimentaire (digestibilité, quantité consommée).

Ces deux principes donnent un rôle privilégié au grain. Pourtant, au stade de l'ensilage, le grain ne constitue que 30 à 50 % de la matière sèche totale. *A priori*, la contribution de la partie « non-grain », tant aux variations de rendement qu'aux variations de valeur alimentaire, ne doit pas être négligée. Une expérimentation a donc été entreprise à la Station d'Amélioration des Plantes Fourragères de Lusignan (*) pour déterminer s'il ne serait pas possible de concevoir des variétés mieux adaptées à une utilisation fourragère que les variétés actuelles. Il est à remarquer que, parallèlement, des travaux analogues se sont développés dans d'autres pays : Angleterre et Etats-Unis essentiellement. Nous résumerons ici les résultats de différentes expériences.

SUR LE RÔLE NON PRIVILÉGIÉ DE LA PROPORTION DE GRAIN POUR LA VALEUR ALIMENTAIRE

1) *Evolution de la qualité* au cours de la vie de la plante.

De la fécondation au stade d'ensilage, la digestibilité de la plante entière reste pratiquement stable (DEMARQUILLY, 1969 ; ANDRIEU, 1970), alors que la proportion de grains augmente fortement (de 0 à 40 %). En fait, l'augmentation attendue de la digestibilité sur la base de la contribution du

36 (*) En collaboration avec l'A.G.P.M. et les Stations d'Amélioration des Plantes de Clermont-Ferrand, Montpellier et Mons-en-Chaussée.

grain est compensée par une perte de digestibilité de la partie « non-grain ». La quantité consommée par des moutons ou des taurillons a été aussi pratiquement stable, entre 29 et 35 % de matière sèche, dans les résultats de ANDRIEU et DEMARQUILLY (1970), ce qui montre une certaine indépendance de ce caractère vis-à-vis de la proportion de grain.

2) *La qualité des maïs stériles, sans grains.*

La comparaison d'un maïs normal fécondé à son homologue non fécondé apporte des informations très précises sur l'intérêt d'un maïs mâle-stérile (type « Sucrensilage »). Elle montre effectivement que lorsqu'il n'y a pas développement du grain, la tige est de très bonne digestibilité (tableau I), plus pauvre en cellulose, plus riche en azote et en glucides. Cela souligne l'observation précédente de l'antagonisme entre proportion de grains et qualité de la tige. De tels résultats ont aussi été obtenus par BUNTING en Angleterre (1975).

TABLEAU I
EFFET DE LA FECONDATION SUR LA DIGESTIBILITE *IN VITRO*
DE LA TIGE DE DEUX HYBRIDES
(Résultats 1972, Station de Lusignan)

	<i>Fécondé</i>	<i>Non fécondé</i>
Hybride précoce	55	73
Hybride tardif	51	62

3) *Effet de la variation de la proportion de grain par les techniques culturales ou l'« effet-année ».*

L'augmentation de la densité de culture ne se traduit pas toujours par une diminution de la digestibilité (BARLOY, 1972 ; GALLAIS, 1975). Cela apparaît aussi dans les résultats de DEMARQUILLY (1974) et de BUNTING (1975). En ce qui concerne l'influence de la densité sur la quantité consommée, des réponses contradictoires ont été obtenues selon les auteurs (ANDRIEU, 1974 ; GOERING, 1969 ; Station de Lusignan, 1975). Enfin, nous avons observé à Lusignan sur plusieurs années que les variations de la

proportion de grain par l'effet « année-climat » ne se traduit pas par des variations corrélatives de digestibilité et de quantité consommée (tableau II).

TABLEAU II
INFLUENCE DE L'ANNEE
SUR LA PROPORTION DE GRAIN DANS LA PLANTE ENTIERE
ET LA VALEUR ALIMENTAIRE *IN VIVO* AVEC MOUTONS
(Station de Lusignan)

	1971	1972	1973	1974
% grain	43	37	42	29
Digestibilité	73,5	73,3	69	71
Quantité consommée	45	50	47	45

4) *Effet de l'augmentation artificielle de la proportion de grains dans l'ensilage.*

Dans une expérience de ANDRIEU et DEMARQUILLY (1970), en doublant le nombre d'épis dans un ensilage, la digestibilité *in vitro* n'est passée que de 71,3 à 73,6. Cette faible variation peut s'expliquer par le fait qu'au niveau de l'animal une forte proportion d'amidon inhibe la digestion de la cellulose (EL SHAZLY, 1961). De même, la variation de quantité consommée sur taurillons a été faible (de 1,70 à 1,78 kg de matière sèche/100 kg de poids vif).

5) *Effet de la variation génétique de la proportion de grains.*

L'étude d'un grand nombre d'hybrides expérimentaux avec des moutons a montré qu'à même précocité et stade d'ensilage égal, la proportion de grains n'expliquait que 25 à 50 % de la variation de digestibilité *in vivo* observée, la qualité (digestibilité) de la partie non-grain intervenant pour une part sensiblement égale (GALLAIS, 1975). Pour la quantité consommée, c'est la qualité du « non-grain » qui a été le facteur le plus déterminant.

6) *Conclusions.*

Il apparaît clairement dans différentes expériences que la proportion de grain n'est pas un facteur déterminant de la valeur alimentaire. La qualité

de la partie « non-grain » joue un rôle aussi important, sinon plus important, dans les variations observées de la valeur alimentaire. Cette conclusion ressort aussi de l'examen des performances zootechniques de taurillons alimentés avec des ensilages ayant des pourcentages de grain différents (tableau III) (LANGLADE, 1974). Ceci est confirmé par différents travaux (CHAMBERLAIN, 1969 ; BYERS, 1965 ; CUMMINS, 1968 ; HEMKEN, 1971 ; OWEN, 1967).

TABLEAU III
CROISSANCE DES TAURILLONS
ET PROPORTION DE GRAIN DANS L'ENSILAGE
(Résultats Station de Lusignan. LANGLADE, 1974)

<i>Expérience</i>	<i>Variétés</i>	<i>% M.S.</i>	<i>% grain</i>	<i>Gain/jour</i>
1	I.N.R.A. 400	33	50	1.376
	IOWA 4417	30	39	1.454
2	FUNKS 245	32	44	1.408
	FUNKS 245	40	51	1.362
	LG 11	36	40	1.404
	LG 11	45	44	1.468

LES POSSIBILITÉS DE CRÉATION DE MEILLEURES VARIÉTÉS

1) *Amélioration du rendement en matière sèche.*

Si le rôle de la proportion de grain n'apparaît pas déterminant pour la qualité, il reste à voir si elle joue un rôle pour le rendement en grain, et dans quelle mesure le rendement en grain détermine le rendement en matière sèche totale. Les résultats (GALLAIS, 1975) montrent qu'il n'y a aucun effet de la proportion de grain sur le rendement et que le rendement en grain n'est pas suffisant pour expliquer le rendement en matière sèche totale : il faut un développement de toutes les parties de la plante. Sans tenir compte du grain, des progrès assez importants, de 10 à 15 %, semblent possibles. GUNN (1975), en Angleterre, arrive aussi à cette conclusion.

2) Amélioration de la valeur alimentaire.

a) La teneur en protéines :

Avec les morphologies actuelles (un seul épi, pas de tallage), l'amélioration de ce caractère semble difficile par suite d'une liaison négative avec le rendement. Par contre, la prolificité ou le tallage pourraient apporter des progrès sur ce caractère.

b) La digestibilité et la quantité consommée :

Au niveau de variétés ou d'hybrides expérimentaux, étudiés avec des moutons, une variation assez faible existe pour la digestibilité ; par contre, elle est beaucoup plus grande pour la quantité consommée. Elle repose surtout sur la variation de qualité (digestibilité, teneur en cellulose, teneur en lignine, teneur en glucides) de la partie « non-grain ». Cependant, certains hybrides normaux peuvent amener un progrès sur les deux caractères (tableau IV).

TABLEAU IV

EXEMPLE DE LA VARIABILITE ENTRE HYBRIDES EXPERIMENTAUX
MONTRANT LES PROGRES POSSIBLES
ET L'EFFICACITE DU GENE « BROWN MIDRIB »,
POUR LA DIGESTIBILITE ET LA QUANTITE CONSOMMEE
AVEC DES MOUTONS
(Station de Lusignan)

	Digestibilité	Quantité consommée
Moyenne des variétés étudiées du groupe I (précoces, type I.N.R.A. 258)	73	56
Meilleur hybride	75	62
Hybride le plus mauvais	71	49
Hybride tardif « brown midrib »	69,4	52,6
Témoin tardif normal (non isogénique)	65,4	46,9
Hybride précoce « brown midrib »	74,3	54,1
Témoin précoce normal isogénique	71,7	50,3

De plus, un gène, entraînant des nervures brunes, « brown-midrib », est maintenant bien connu pour son influence favorable sur la diminution de la teneur en lignine. Pour des moutons, il en résulte à la fois une amélioration de la digestibilité et surtout de la quantité consommée (tableau IV). Pour des taurillons, une amélioration de 10 à 15 % de la croissance a déjà été observée (COLENBRANDER et al., 1972). Introduit dans les meilleurs hybrides actuels, ce gène permettrait d'avoir des variétés à vocation mixte, fourrage et grain. Cela est en cours à la Station de Lusignan en collaboration avec la Station de Clermont-Ferrand.

CONCLUSIONS

Il apparaît qu'une variété de maïs-fourrage peut être assez différente d'une variété-grain. Le caractère « grain » ne joue pas un rôle privilégié pour la valeur fourragère et, tant pour le rendement que pour la qualité, il faut tenir compte de la partie « non-grain ». Ces conclusions sont aussi confirmées par les travaux de chercheurs étrangers. Des progrès assez importants peuvent être attendus pour le rendement et pour la qualité (quantité consommée) au niveau de variétés spécialisées, mais aussi, bien qu'à un degré moindre, au niveau de variétés à vocation mixte.

A. GALLAIS,

*Station d'Amélioration des Plantes Fourragères,
86600 Lusignan.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- (1) ANDRIEU J. (1970) : *Valeur alimentaire du maïs-fourrage. Le maïs, plante fourragère*, Ed. A.G.P.M., I.T.C.F., Paris.
- (2) ANDRIEU J. et DEMARQUILLY C. (1974) : « Valeur alimentaire du maïs-fourrage », *Ann. Zootech.* 23, II, 1, 25 et III, 27-43.
- (3) BARLOY J. (1972) : *Influence du peuplement sur le rendement et la qualité du maïs-ensilage*, E.N.S.A. Rennes, photocopié.

- (4) BUNTING E.S. et GUNN R.E. (1973) : « Maize in Britain, a survey of research and breeding », P.B.I., Cambridge, *Annual report 1973*, pp. 32-74.
- (5) BYERS J.H., KENDALL K.A., ORMISTON E.E. (1965) : « Feeding value of dwarf and corn silage compared with corn and hybrid sorghum silages », *J. Dairy Sci.*, 48, 203-205.
- (6) CHAMBERLAIN C.C., FELTS J.H. (1969) : « Effect of silage maturity on gains of beef heifers », *J. Anim. Sci.*, 29, 179 (abstr.).
- (7) COLENBRANDER V.F. et al. (1972) : « Nutritive value of brown midrib corn silage », *J. Anim. Sci.*, 35, 1113 (abstr.).
- (8) CUMMINS D.G., McCULLOUGH M.E. (1969) : « A comparison of yield and quality of corn and sorghum silage », Univ. of Georgia, *Exp. Stat. Res. Bull.* 67.
- (9) DEMARQUILLY C. (1969) : « Valeur alimentaire du maïs-fourrage. - I. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied », *Ann. Zootec.*, 18, 17-32.
- (10) EL SHALZY K., DEHORITY B.A., JOHNSON R.R. (1961) : « Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* et *in vivo* by rumen micro-organisms », *J. Anim. Sci.*, 20, 268-273.
- (11) GALLAIS A. (1975) : « Possibilités de sélection du maïs-fourrage en tant que plante fourragère », 8^e Congrès, *Section Eucarpia Maïs-Sorgho*, Versailles, 15-17 septembre 1975.
- (12) GOERING H.K., HEMKEN R.W., CLARK N.A., VANDERSALL J.H. (1969) : « Intake and digestibility of corn silages of different maturities, varieties and plant populations », *J. Anim. Sci.*, 29, 512-518.
- (13) GUNN R.E. (1975) : « Breeding maize for forage production », 8^e Congrès *Section Eucarpia Maïs-Sorgho*, Versailles, 15-17 septembre 1975.
- (14) HEMKEN R.W., CLARK N.A., GOERING H.K., VANDERSALL J.H. (1971) : « Nutritive value of corn silage as influenced by grain content », *J. Dairy Sci.*, 54, 383-389.
- (15) LANGLADE S. (1974) : *Utilisation de l'ensilage de maïs pour la production de jeunes bovins*, mémoire fin d'études E.S.A., Purpan, Laboratoire Production de la viande, C.R.Z.V., Theix.
- (16) OWEN F.G. (1967) : « Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage », *J. Dairy Sci.*, 50, 404-416.
- (17) STATION D'AMELIORATION DES PLANTES FOURRAGERES : « Rapport d'activité (1969-1972) », *Fourrages*, 62, 26-30.
- (18) STATION D'AMELIORATION DES PLANTES FOURRAGERES : *Résultats 1973, 1974, 1975*, non publiés.