

Valorisation par les jeunes bovins et les vaches laitières d'ensilages de maïs choisis pour leur digestibilité différente

B. CARPENTIER (1), P. AUGÉARD (2), P. BRUNSCHWIG, P. HAUREZ (3), A. JOULIE (4)

(1) AGPM, rue Frère Gagne, BP 463, 60021 BEAUVAIS Cedex

(2) Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire, 14, Av. Joxé BP 646 49006 Angers Cx 01

(3) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 PARIS Cedex 12

(4) Chambre d'Agriculture, boulevard Réaumur, 85013 LA ROCHE SUR YON Cedex

SEPROMA, 3, Av. Marceau 75116 PARIS

RÉSUMÉ – Un programme destiné à mieux estimer la valeur énergétique de l'ensilage de maïs a été mis en place dans 4 essais conduits sur jeunes bovins et vaches laitières.

Dans chaque essai, 2 ou 3 variétés de maïs, choisies sur la base de valeurs différentes de digestibilité de la matière organique (DMO) mesurée sur moutons, ont été cultivées de façon identique et ensilées séparément. Les ensilages ont été distribués à volonté aux animaux.

Dans les essais 1 et 2, le gain de poids des jeunes bovins recevant le maïs le plus digestible est respectivement supérieur de 152 g et 81 g par jour. Dans l'essai 3, la production laitière des vaches consommant le maïs le plus digestible est supérieure de 3,1 kg/jour, alors que dans l'essai 4, elles reprennent davantage de poids sans différence de production laitière.

Les valeurs énergétiques des maïs ensilés ont été calculées à partir des productions animales. Les écarts observés varient entre 0,02 et 0,08 UF/kg MS, en accord avec les mesures de digestibilité *in vivo* obtenues sur moutons.

Les modèles de prédiction de la valeur énergétique testés ne confirment pas systématiquement cet écart de valorisation. Cependant, l'un des modèles intégrant une solubilité enzymatique permet de discriminer assez bien les ensilages comparés.

Valorization of maize chosen for their different digestibility by young bulls and dairy cows

B. CARPENTIER (1), P. AUGÉARD (2), P. BRUNSCHWIG, P. HAUREZ (3), A. JOULIE (4)

(1) AGPM, rue Frère Gagne, BP 463, 60021 BEAUVAIS Cedex

SUMMARY – A programme intended to better estimate the energetical value of silage maize has been carried out in 4 trials conducted on young bulls and dairy cows.

In each trial, 2 or 3 maize varieties, chosen on different values of digestibility of organic matter (DMO) measured on sheep, have been cultivated identically and ensiled separately. Silage have been given *ad libitum* to animals.

In trials 1 and 2, the weight gain of young bulls receiving the most digestible maize is respectively superior to 152 g and 81 g per day. In trial 3, dairy production of cows intaking the most digestible maize is superior to 3.1 kg/day, whereas in trial 4, they take again more weight without difference of dairy production.

The energetical values of these silage maize have been measured from animal production. The differences observed vary between 0.02 and 0.08 UF/kg MS (feed unit per kg of dry matter), in accordance with measures of *in vivo* digestibility on sheep.

The different prediction models of energetical value do not confirm systematically this difference of valorization. However, one of the models integrating an enzymatic solubility allows to discriminate well enough the silage compared.

introduction

La valeur énergétique d'un fourrage dépend de sa teneur en matière organique digestible et donc du coefficient de digestibilité de la matière organique (DMO).

La méthode de référence de mesure de la DMO est une mesure sur moutons «standards» dite digestibilité *in vivo*. Pour le maïs ensilage, l'INRA a proposé une estimation de la DMO à partir du dosage de la cellulose brute (1978) ou de l'amidon (1984). Mais ces deux critères utilisables uniquement sur des maïs en fin de végétation n'expliquent que 50 % des variations mesurées sur moutons. Afin d'améliorer la prédiction de la valeur énergétique, un groupe de travail « Club Digestibilité » réunissant l'INRA, l'AGPM, l'ITCF, Limagrain, le Centre de Recherche de Gembloux et 15 sociétés de semences, a mis en place un programme d'étude de la digestibilité du maïs plante entière basé sur 2 années d'essais : 1987 et 1988. A l'issue de ces travaux, le Club Digestibilité a publié en Septembre 1991 des modèles de prédiction de la digestibilité prenant en compte 2 à 5 critères (tableau 1).

A la suite de ce travail, les partenaires ont souhaité confronter certains de ces modèles de prédiction aux performances laitières et d'engraissement réellement exprimées par les bovins. Un programme d'essais sur taurillons et vaches laitières a été réalisé dans ce sens avec la collaboration de SEPROMA. Deux essais ont été conduits sur jeunes bovins dans la ferme expérimentale des Etablères (Chambre d'Agriculture de Vendée) et deux autres ont été réalisés sur vaches laitières au centre expérimental des Trinottières (Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire). Un troisième essai en cours de réalisation sur vaches laitières dans la ferme expérimentale de la Côte St André (Chambre d'Agriculture de l'Isère) complètera ce programme.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1 LES MAÏS MIS EN COMPARAISON

Dans chaque essai, 2 ou 3 maïs de précocité voisine et de digestibilité différentes (DMO *in vivo* ; données INRA SAPF Lusignan) ont été comparés :

- jeunes bovins : essai 1 : maïs A et X, essai 2 : maïs A et B
- vaches laitières : essai 3 : maïs A et X, essai 4 : maïs J, B et G.

Les maïs ont été cultivés dans les mêmes conditions puis récoltés à la même date ou au même stade et ensilés séparément.

A la récolte, des échantillons de produit vert ont été prélevés pour analyse. Les valeurs de DMO et les valeurs énergétiques des ensilages ont été prédites à l'aide des modèles de calcul proposés par l'INRA et le Club Digestibilité. Les valeurs obtenues ont été comparées aux résultats de valorisation par les animaux.

1.2 LES ESSAIS CONDUITS SUR JEUNES BOVINS

Les essais 1 et 2 comprenaient respectivement deux lots de 26 et 22 jeunes bovins d'un poids vif initial moyen de 387 kg. Ils ont duré chacun 186 et 160 jours. Les animaux ont été pesés en début et fin d'expérimentation et tous les 35 jours. Les différents maïs ont été distribués *ad libitum*, les quantités consommées ont été contrôlées quotidiennement par lot. Chaque lot recevait la même complémentation journalière : 1,3 kg de tourteau de soja, 0,6 kg de céréales, 170 g de C.M.V., 0,25 kg de foin.

1.3 LES ESSAIS CONDUITS SUR VACHES LAITIÈRES

Les essais 3 et 4 ont été conduits en phase descendante de lactation avec des lots de 15 et 27 vaches de race Prim'Hostein comprenant respectivement 7 primipares et 8 multipares, 10 primipares et 17 multipares. Ils ont duré respectivement 16 et 10 semaines.

L'alimentation était pratiquée sous forme de ration complète de façon que les rations apportent une même proportion d'ensilage et de concentrés (tourteaux de soja et tannés). Les quantités d'aliments consommées ont été pesées chaque jour individuellement. La production de lait a été mesurée quotidiennement. La composition du lait a été mesurée deux fois par semaine. Les animaux ont été pesés en début, au milieu et à la fin de l'expérimentation.

2. RÉSULTATS

Les tableaux 2 et 3 regroupent l'ensemble des données.

Tableau 1
Prédiction de la digestibilité *in vivo* à partir de combinaisons de critères (Club Digestibilité, 1991).

Modèle	Etabli sur 199 échantillons	R	ETR
Modèle le plus précis	DMO = 38,3 + 0,390 LGS + 0,1021 MAT + 0,0923 AGE - 0,0152 MS - 0,1844 ADL	0,83	1,58
	ou DMO = 45,2 + 0,359 THE + 0,0065 MAT + 0,0088 ST6 - 0,0175 MS - 0,2021 ADL		
Modèle 1	DMO = 92,2 + 0,0634 MAT - 0,1059 CB - 0,0113 AMI	0,70	2,03
Modèle 2	DMO = 77,7 + 0,0908 MAT - 0,0188 ADF - 0,3301 ADL	0,74	1,91
Modèle 3	DMO = 14,6 + 0,1034 MAT + 0,6322 LGS	0,74	1,91
Modèle 4	DMO = 24,5 + 0,1001 MAT + 0,5671 THE	0,73	1,92

R = Coefficient de corrélation multiple

ETR = Ecart-type résiduel

DMO = Digestibilité de la matière organique en %

LGS = Digestibilité enzymatique en % (méthode Limagrain)

MAT = Matière azotée totale en g/kg MS

MS = Teneur en matière sèche du fourrage (%)

ADL = Lignine g/kg MS - Critères Van Soest

THE = Digestibilité enzymatique en % (méthode Inra Theix)

ST6 = Sommes de températures en base 6° floraison récolte

CB = Cellulose brute en g/kg MS - Critères Van Soest

AMI = Teneur en amidon (Méthode Ewers) g/kg MS

ADF = Lignocellulose g/kg MS - Critères Van Soest

Tableau 2
Résultats techniques.

	Essai 1		Essai 2		Essai 3		Essai 4		
	JB 91-92		JB 92-93		VL 92-93		VL 93-94		
	A	X-A(1)	A	B-A(1)	A	X-A(1)	J	B-J(1)	G-J(1)
analyse chimique (2)									
MS (%)	35,5	+ 4,4	34,2	+ 4,7	31,1	+ 4,5	34,2	- 0,6	- 0,1
MAT (g/kg MS)	77,7	- 12,4	82,8	- 15,2	80,7	- 12,2	67,8	- 9,1	- 9,5
CB (g/kg MS)	174,5	+ 16,8	189,4	+ 2,8	207,8	+ 14,4	216,3	- 2,5	+ 1,0
amidon (g/kg MS)	361,3	- 18,6	284,0	+ 26,3	246,3	+ 20,4	190,3	+ 51,2	+ 50,4
lignine (g/kg MS)	20,0	+ 2,7	23,3	+ 0,7	26,0	- 2,0	24,0	+ 2,0	- 5,0
solub. enzymatique (%)	66,2	- 3,9	67,0	- 2,0	66,3	- 3,2	67,0	- 2,5	- 0,3
performances animales									
MS totale Ingérée (kg/l)	9,08	- 0,04	8,78	+ 0,15	17,7	- 0,7	18,7	- 0,4	- 0,6
lait brut (kg/l)	-	-	-	-	25,4	- 3,7**	24,3	0	+ 0,3
matières grasses (g/l)	-	-	-	-	1026	- 97**	960	- 17	+ 22
matières protéiques (g/l)	-	-	-	-	790	- 126**	761	- 25	+ 7
taux butyreux (g/kg)	-	-	-	-	40,4	+ 2,4*	39,6	- 0,8	+ 0,4
taux protéique (g/kg)	-	-	-	-	31,1	- 0,5	31,3	- 1,0*	- 0,1
gain de poids (g/l)	1499	- 152**	1481	- 81*	147	- 31	519	- 205**	- 98
(1) écart par rapport au témoin									
(2) données chimiques et solubilité enzymatique des échantillons prélevés à la récolte									
* seuil de signification (P < 0,05) ** seuil de signification (P < 0,01)									

Tableau 3
Valeurs des maïs (DMO et UF) prédites par les différents modèles de calcul.
Valorisation énergétique par les taurillons et les vaches laitières.

	Essai 1		Essai 2		Essai 3		Essai 4		
	JB 91-92		JB 92-93		VL 92-93		VL 93-94		
	A	X-A	A	B-A	A	X-A	J	B-J	G-J
base données INRA SAPP									
DMO <i>in vivo</i> (%)	72,9	- 2,9	72,7	- 4,3	72,7	- 2,6	69,0	- 1,1	+ 0,1
Prédiction de la DMO (%) :									
* INRA									
cellulose brute	71,1	- 1,5	69,6	- 0,1	67,8	- 1,3	67,0	+ 0,4	- 0,1
amidon	73,2	- 0,1	72,4	+ 0,4	71,7	+ 0,4	70,1	+ 1,5	+ 1,5
* Club digestibilité									
le plus précis (a)*	74,8	- 4,2	71,0	- 1,1	70,2	- 1,7	69,8	- 1,8	+ 0,2
modèle 1 (b)*	74,6	- 2,4	74,2	- 1,6	72,5	- 2,5	71,4	- 0,9	- 1,2
modèle 2 (c)*	-	-	73,5	- 1,6	72,1	- 0,7	71,6	- 1,6	+ 0,7
modèle 4 (d)*	69,8	- 3,4	70,8	- 2,7	70,2	- 3,0	69,3	- 2,3	- 1,1
Prédiction de la valeur UFV ou UFL :									
* INRA									
cellulose brute	0,80	- 0,03	0,76	+ 0,01	0,84	- 0,02	0,82	+ 0,01	0
amidon	0,83	+ 0,01	0,81	+ 0,02	0,90	+ 0,01	0,87	+ 0,03	+ 0,03
* Club digestibilité									
le plus précis (a)*	0,87	- 0,08	0,79	- 0,01	0,88	- 0,03	0,87	- 0,02	0
modèle 1 (b)*	0,86	- 0,04	0,84	- 0,02	0,92	- 0,04	0,89	0	- 0,02
modèle 2 (c)*	-	-	0,83	- 0,02	0,91	- 0,01	0,90	- 0,02	+ 0,01
modèle 4 (d)*	0,78	- 0,07	0,78	- 0,04	0,86	- 0,05	0,86	- 0,03	- 0,02
Valorisation par les animaux :									
UFV/kg MS	0,83	- 0,08	0,91	- 0,06	-	-	-	-	-
UFL/kg/MS	-	-	-	-	0,96	- 0,05	0,98	- 0,06	+ 0,02
* critères pris en compte dans le modèle de prédiction (cf. tableau 1)									
(a) solubilité enzymatique - MAT - ST6 - MS - ADL					(b) MAT - CB - Amidon				
(c) MAT - ADF - ADL					(d) MAT - solubilité enzymatique				

2.1 CARACTÉRISTIQUES DES MAÏS

Dans les 3 premiers essais, le maïs A est moins sec à la récolte et plus riche en MAT que le maïs X ou B. La solubilité enzymatique (méthode Aufrère) de A est supérieure à celle de X de 3,2 à 3,9 points et à celle de B de 2,0 points. Dans l'essai 4, les trois maïs ont le même taux de matière sèche à la récolte. Le maïs J est plus riche en MAT. La solubilité enzymatique de J est supérieure de 2,5 points à celle de B, et voisine de celle de G.

2.2 RÉSULTATS OBTENUS SUR JEUNES BOVINS

Dans les essais 1 et 2, la consommation des ensilages de maïs comparés est peu différente mais les croissances des lots recevant le maïs à plus faible digestibilité (X ou B) sont significativement inférieures à celles des lots A (essai 1 : - 152 g/jour, essai 2 : - 81 g/jour).

A partir des performances exprimées par les animaux, les valeurs énergétiques des maïs X et B apparaissent respectivement inférieures de 0,08 et 0,06 UFV à celle du maïs A.

2.3 RÉSULTATS OBTENUS SUR VACHES LAITIÈRES

Dans l'essai 3, l'ensemble des vaches (primipares + multipares) du lot A a produit plus de lait que le lot X (+ 3,7 kg) sans différence de consommation. La valorisation de l'ensilage A est supérieure de 0,05 UFL à celle de l'ensilage X. La baisse de production est observée à la fois chez les primipares et les multipares (- 4,2 kg et - 3,2 kg respectivement). Mais les primipares du lot X ont consommé moins que celles du lot A (- 1,5 kg MS) tandis que les multipares des 2 lots ont eu la même consommation.

Dans l'essai 4, sur l'ensemble des vaches, il n'y a pas de différence de consommation ni de production laitière entre les 3 lots mais les vaches du lot B reprennent moins de poids. Les primipares des lots J, B et G consomment la même quantité de matière sèche et produisent la même quantité de lait par jour. Les vaches primipares du lot B reprennent moins de poids que les vaches des lots J et G (- 191 g/jour et - 140 g/jour). Ainsi, pour les vaches primipares, l'ensilage J est mieux valorisé que les ensilages B et G (+ 0,08 et + 0,05 UFL/kg MS).

Les multipares du lot J ont tendance à plus consommer que les multipares du lot G (+ 0,9 kg MS), alors qu'il n'y a pas de différence significative de production laitière et de reprise de poids. Le maïs J est moins bien valorisé par les multipares que le maïs G (- 0,07 UFL) et mieux valorisé que le maïs B (+ 0,04 UFL).

3. DISCUSSION

Les mesures sur animaux font apparaître des différences significatives de production entre les maïs comparés. Les

différences observées vont dans le même sens que les écarts de digestibilité mesurés in vivo sur moutons.

Cependant, les maïs moins digestibles ont aussi présenté une teneur en MAT inférieure qui a entraîné un léger déficit en PDIN dans les rations des lots X et B des essais 1, 2 et 3, pouvant être aussi à l'origine d'une baisse des performances des animaux. On peut toutefois admettre que les besoins des animaux ont été satisfaits compte tenu du recyclage de l'urée sanguine qui permet, lorsque l'apport de PDIE n'est pas limitant, de tolérer un déficit de l'apport de PDIN. Par rapport aux besoins en PDI ce déficit n'a été que de 4 à 5 g/UF dans les trois essais, soit des valeurs largement inférieures aux normes admises par l'INRA pour ce type de production qui se situent à 13 g/UFV pour les jeunes bovins et à 8 g/UFL pour les vaches laitières. Sauf dans l'essai 1, les modèles de prédiction conduisent à sous-estimer de 4 à 16 % la valeur du maïs par rapport à celle exprimée par les animaux. Cependant, si l'on s'attache plus particulièrement aux écarts de valeurs entre maïs, les modèles de prédiction de la valeur énergétique ne confirment pas systématiquement les différences exprimées par les animaux. Le modèle de calcul à partir de la cellulose brute (INRA 78) ne différencie pas les ensilages. L'équation de prédiction de la valeur énergétique à partir de l'amidon (INRA 84) inverse le classement entre les maïs par rapport aux valeurs observées sur les animaux.

Les équations du Club Digestibilité permettent de différencier les ensilages, notamment le modèle 4 qui prend en compte une solubilité enzymatique (méthode Aufrère) et la MAT. Le graphique 1 montre en effet une bonne liaison entre la solubilité mesurée selon la méthode Aufrère et l'énergie nette des maïs évaluée à partir de leur valorisation par les animaux.

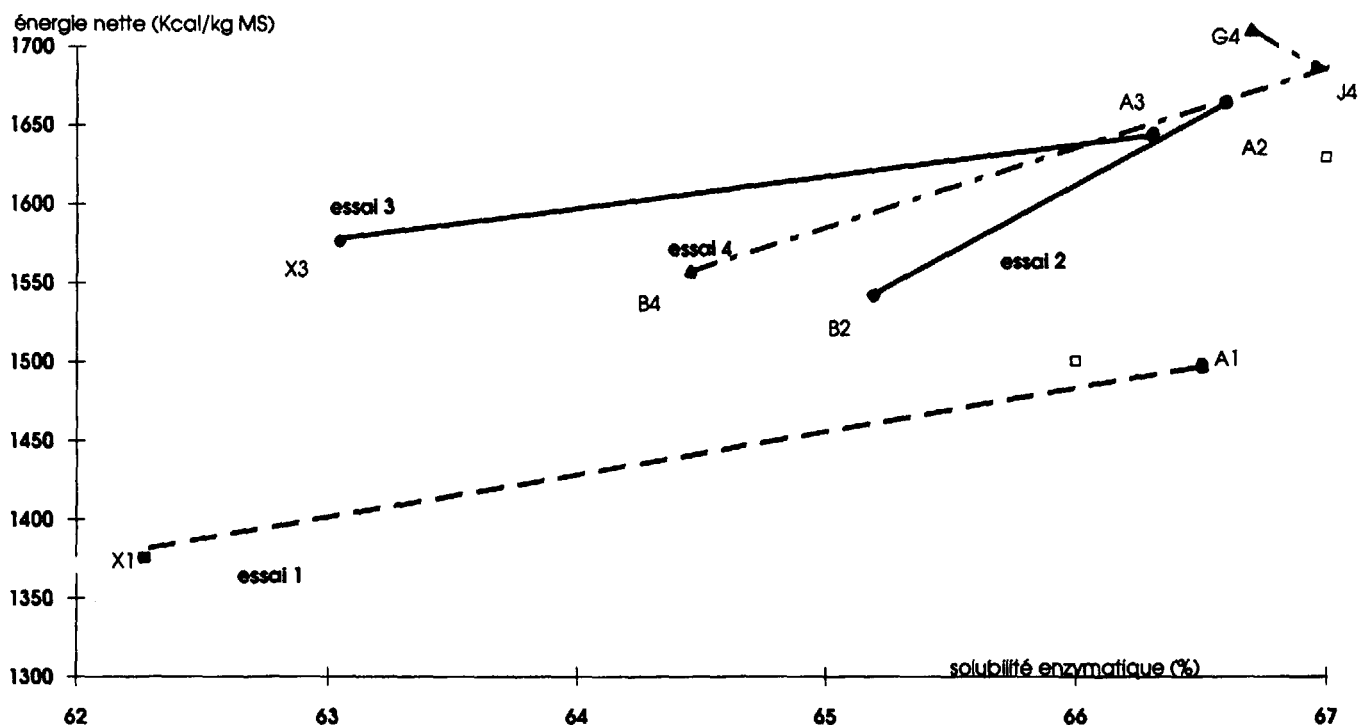
CONCLUSION

Cette série d'essais sur des maïs choisis pour leur différence de DMO a montré une différence de valorisation par les animaux.

Les modèles de prédiction de la valeur énergétique à partir de la composition chimique ne montrent pas systématiquement des différences entre ces maïs.

Les écarts de valorisation du maïs par les animaux correspondent assez bien aux différences de valeurs des maïs prédites à partir du modèle intégrant une mesure de solubilité enzymatique (méthode Aufrère) et le dosage de la MAT. Ces résultats demandent toutefois à être complétés.

Graphique 1
Valeur énergétique des maïs exprimée par les animaux et solubilité enzymatique (méthode Aufrère).



RÉFÉRENCES

AGPM, Octobre 1991. Mieux estimer la valeur énergétique du maïs ensilage. Conclusions du groupe de travail digestibilité AGPM Info technique, n° 133, 2 p.

ANDRIEU J., 1984. Bulletin Technique CRZV/Theix INRA, 56, 5-8.

AUFRERE Ph., 1982. Ann. Zootech., 31, 111-130.

AUGEARD J., BRUNSCHWIG Ph., CARPENTIER B., de BERSACQUES F., Juillet 1995. Comparaison de la valorisation par des vaches laitières de deux variétés de maïs choisies pour leur digestibilité différente. AGPM - SEPROMA - Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire-Institut de l'Élevage, 47 p.

AUGEARD Ph., BRUNSCHWIG Ph., CARPENTIER B., de BERSACQUES F., 1995. Comparaison de la valorisation par des vaches laitières de deux variétés de maïs choisies pour leur digestibilité différente. AGPM - SEPROMA - Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire - Institut de l'Élevage, 47 p., à paraître 4ème trimestre 1995.

BARRIERE Y., EMILE J.C., TRAINEAU R., HERBERT Y., 1992. INRA Prod. Anim., 5 247-255.

BARRIERE Y., EMILE J.C., TRAINEAU R., HEBERT Y., 1995. Plant Breeding 114, 144-148.

CARPENTIER B., HAUREZ Ph., JOULIE A., RIVOISY G., Mars 1995. Comparaison de la valorisation par des taurillons de deux maïs ensilage choisis pour leur digestibilité différente. AGPM - SEPROMA - Chambre d'Agriculture de Vendée - Institut de l'Élevage, CR T48, 31 p.

DARDENNE P., ANDRIEU J., BARRIERE Y., BISTON R., DEMARQUILLY C., FEMENIAS N., LILA M., MAUPETIT P., RIVIERE F., RONSIN T., 1993. Ann. Zootech. 42, 251-270.

HAUREZ Ph., JOULIE A., MESNIL C., RIVOISY C., Janvier 1994. Comparaison de la valorisation par des taurillons de deux variétés de maïs choisies pour leur digestibilité différente. AGPM - SEPROMA - Chambre d'Agriculture de Vendée - Institut de l'Élevage, CR T45, 36 p.

