

Place du maïs et de la prairie dans les systèmes fourragers laitiers. I- L'ensilage de maïs dans le système d'alimentation

F. Chénais¹, A. Le Gall¹,
J. Legarto², J. Kerouanton³

Depuis 30 ans, la place de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des troupeaux laitiers s'est progressivement accrue. Son utilisation est dorénavant beaucoup plus large que la seule alimentation hivernale. Diverses expérimentations permettent de raisonner sa place dans l'alimentation. Peut-il compléter efficacement le pâturage ou les fourrages ensilés ?

RÉSUMÉ

L'ensilage de maïs a été comparé à divers régimes hivernaux dans 35 essais et testé en complément du pâturage dans 16 essais. L'ensilage d'herbe est moins bien consommé que l'ensilage de maïs (-2 kg MS/j) mais il permet de produire la même quantité d'un lait moins riche (-2,8 g/kg de TB et -1 g/kg de TP). La ration mixte avec 2/3 de maïs et 1/3 d'ensilage de graminées assure les mêmes ingestion et production. Les rations mixtes à base d'ensilage de légumineuses pénalisent les taux butyreux et protéique. En complément du pâturage, le maïs permet d'améliorer le taux butyreux (+ 1,2 g/kg) mais entraîne une réduction de l'ingestion d'herbe en été et en automne. Deux systèmes fourragers comportant 88 ou 20% de maïs ensilage ont été comparés ; le 1^{er} produit seulement 400 kg de lait/vache/an de plus que le 2^e.

MOTS CLÉS

Aliment concentré, betterave, ensilage, ingestibilité, légumineuse, maïs, pâturage, prairie, production laitière, qualité du lait, ration alimentaire, système fourrager.

KEY-WORDS

Beets, concentrates, dairying, diet, forage system, grassland, grazing, legume, maize, milk quality, silage, voluntary intake.

AUTEURS

1 : Institut de l'Élevage, Monvoisin, BP 67, F-35652 Le Rheu.

2 : Institut de l'Élevage, Domaine d'Ognoas, F-40190 Arthez d'Armagnac.

3 : EDE-CA du Finistère, BP 148, F-29207 Landerneau cedex.

La place du maïs ensilage dans un système fourrager est très difficile à raisonner du fait des nombreux paramètres interdépendants à prendre en compte, comme :

- le sol et le climat, qui conditionnent le niveau de production relatif du maïs par rapport aux autres ressources fourragères possibles, la prairie en particulier ;
- les contraintes liées à la région (relief) et à l'exploitation (parcellaire) ;
- le troupeau concerné, lait ou viande, avec une époque de vêlage et un niveau d'intensification recherché ;
- le respect de l'environnement ;
- et bien sûr les objectifs de l'éleveur, tant pour le niveau de revenu que pour la charge de travail et ses préférences.

Dans cet article, nous nous intéresserons principalement à **la place du maïs ensilage dans le système d'alimentation du troupeau laitier** en dégageant les points forts mais aussi les limites de l'ensilage de maïs par rapport aux autres fourrages.

Une cinquantaine d'expérimentations a été menée sur ce thème, en France, au cours des vingt dernières années. A une période où il était encore possible d'accroître les volumes de production, la plupart de ces essais ont été conduits avec pour objectif la production laitière maximale permise par le troupeau, et mettaient en comparaison différentes rations fourragères avec généralement la même quantité de concentré.

1. L'ensilage de maïs constitue une bonne base de l'alimentation hivernale

Plus de 35 expérimentations ont été réalisées par les EDE, l'Institut de l'Élevage, l'INRA et l'ITCF (tableau 1), dans lesquelles des régimes avec le maïs en plat unique ont été comparés soit à des régimes d'ensilage d'herbe, soit à des régimes mixtes associant l'ensilage de maïs à des ensilages de graminées ou de légumineuses.

Par rapport à des ensilages de graminées offerts en plat unique, l'ensilage de maïs est mieux consommé (+ 2 kg de matière sèche). Les productions sont semblables pour les deux régimes, mais le maïs conduit à de meilleurs taux butyreux et protéique (respectivement + 2,8 et + 1,0 g/kg) et à un meilleur gain de poids vif (+ 200 g/j en moyenne sur les 10 essais). L'écart de taux entre les deux régimes, à base de maïs ou d'herbe, dépend toutefois du type de l'ensilage d'herbe. En particulier, les écarts les plus élevés sont observés entre un ensilage de maïs riche en matière sèche (MS) et un ensilage d'herbe récolté en coupe fine sans conservateur (écarts de 6 g/kg pour le TB et de 3,5 g/kg pour le TP ; CABON et RIVIÈRE, 1985 ; KEROUANTON *et al.*, 1984).

Régime expérimental (Exp.) comparé au maïs témoin (Tém.)	Ensilage de graminées		Mixte : ensilage maïs + ens. graminées		Mixte : ensilage maïs + ens. trèfle violet		Mixte : ens. maïs + ens. luzerne		Ensilage de graminées + céréales		Mixte: ens.maïs +ens.graminées + céréales	
Nb de comparaisons	10		10		5		5		5		3	
Références biblio.*	8-34-43		9-10-11-12-43		11-23-30		1-2-3-20-21		40-41-42		7-15-16	
	Tém.	Exp.	Tém.	Exp.	Tém.	Exp.	Tém.	Exp.	Tém.	Exp.	Tém.	Exp.
Caractéristiques des ensilages***												
• Ens. maïs - % MS	30,5 (23-40)		29,9 (23,0-37,0)		33,2 (22,0-40,0)		33,2 (29,0-38,0)		33,9 (32,4-36,7)		33,4 (30,6-37,6)	
- % CB	18,7 (16,8-22,6)		19,2 (14,8-24,5)		21,0 (18,5-24,2)		20,3 (19,0-22,7)				20,0 (18,6-21,1)	
• Ens. herbe - % MS	27,6 (17,0-57,0)		25,9 (15,0-42,0)		29,9 (16,0-53,0)		31,0 (21,0-55,0)		29,8 (25,0-34,1)		33,5 (28,4-38,0)	
- % CB	28,3 (19,0-33,4)		28,1 (19,0-33,7)		24,8 (21,6-28,7)		28,1 (26,0-30,0)				27,9 (26,6-28,7)	
Ensilage d'herbe dans la ration (%)	0	100	0	35,3 (27-48)	0	45,2 (37-62)	0	44,6 (28-49)	0	100	0	35,6 (33-39)
Quantités ingérées (kg MS/j)												
• Ensilage	13,7	11,6	13,5	12,9	13,1	12,8	13,6	13,4	13,5	11,4	14,3	12,5
• Autres fourrages	0,3	0,5	0,1	0,2					1,0	1,0		
• Concentré	2,6	2,8	3,8	3,8	4,2	4,6	3,5	3,8	4,6	6,7**	6,0	8,5**
• Ration totale	16,6	14,9	17,4	16,9	17,3	17,4	17,1	17,2	19,1	19,1	20,3	21,0
Performances												
• Lait brut (kg/l/vache)	18,6	18,2	22,9	22,9	22,9	23,5	19,8	19,2	24,9	24,1	30,2	30,1
• Taux Butyreux (g/kg)	42,1	39,3	40,6	40,6	40,1	38,3	44,9	44,5	41,4	41,9	40,5	40,6
• Taux Protéique (g/kg)	31,1	30,1	30,3	30,3	31,0	30,1	35,2	34,2	33,0	32,7	30,0	31,0
• Gain Poids Vif (g/l)	160	-40	60	-60	-190	-150	390	270	320	260	90	0

* Les numéros renvoient aux références bibliographiques en fin d'article ; ** dont 2,5 à 4,5 kg de céréales en supplément
 *** moyennes et (écarts) des taux de Matière Sèche et de Cellulose Brute

TABLEAU 1 : Comparaison de régimes comportant des ensilages de graminées ou de légumineuses (seuls ou associés avec de l'ensilage de maïs) à des régimes basés exclusivement sur le maïs.

TABLE 1 : Comparison of diets comprising grass or legume silage (alone or mixed with maize silage) with diets comprising only maize silage.

Dans les régimes exclusivement basés sur l'ensilage de maïs, le **taux butyreux se maintient à un niveau élevé**, et cela malgré une proportion importante de grains dans la ration. Cela est dû à la présence d'amidon fermenté favorable à la production d'acide butyrique dans la panse, cet acide gras volatil étant un bon précurseur pour la synthèse des matières grasses au niveau de la mamelle (HODEN et COULON, 1991).

Des essais d'alimentation conduits de 1985 à 1993 à la station de recherche de Posieux en Suisse ont montré qu'un apport d'ensilage de maïs en complément d'une ration d'ensilage d'herbe + foin se traduit par une amélioration de la quantité de fourrages consommés de 1 kg MS/jour (CLARK et JANS, 1995). Il s'ensuit une production laitière égale (vaches en début de lactation) ou supérieure (vaches en milieu de lactation).

D'autres essais réalisés en Angleterre comparant des rations mixtes à des rations d'ensilage d'herbe en plat unique confirment les résultats obtenus en France. Par rapport à une ration d'ensilage d'herbe seul, l'introduction de maïs ensilage en ration mixte entraîne une amélioration parallèle de l'ingestion et de la production (tableau 2). Le taux protéique est légèrement amélioré mais pas le taux butyreux, sans doute en raison d'un apport important de concentré.

La ration mixte avec ensilage de graminées et ensilage de maïs est dans l'ensemble aussi bien consommée que le maïs seul, du moins avec des ensilages d'herbe et de maïs bien conservés et tant que la part de l'ensilage de graminées ne dépasse pas 40% de la ration de base. Au-delà, l'ingestion est nettement pénalisée, jusqu'à

	Ration d'ensilage d'herbe seul	Ration mixte % maïs dans la ration		
		25	50	75
Ingestion totale d'ensilage* (kg MS/j)	7,8	8,2	8,5	9,6
Lait (kg/j)	23,8	24,7	24,9	26,4
Taux Butyreux (g/kg)	38,6	39,3	37,9	37,6
Taux Protéique (g/kg)	29,9	30,5	30,6	30,3

* Complémenté par environ 6 à 7 kg de concentré

TABLEAU 2 : Effet de l'introduction d'une proportion plus ou moins grande d'ensilage de maïs dans une ration à base d'ensilage d'herbe (d'après PHIPPS, 1990).

TABLE 2 : Effect of adding more or less maize silage into a diet of grass silage (after PHIPPS, 1990).

2 kg MS/vache/jour avec des régimes 50% maïs - 50% herbe (CHÉNAIS et al., 1980), même avec de bons ensilages d'herbe réalisés avec un conservateur. Malgré tout, ces rations mixtes permettent **des performances laitières tout à fait équivalentes à celles de l'ensilage de maïs**. Seul le gain de poids vif est pénalisé avec la ration mixte, d'environ 120 g/j. A noter toutefois que les bonnes performances moyennes observées avec le régime mixte ont été obtenues, dans 6 essais sur 10, avec des ensilages d'herbe récoltés avec addition de conservateur acide, favorable aux taux (Taux Butyreux et Taux Protéique). Il est probable qu'avec des ensilages d'herbe de qualité moyenne à médiocre, les performances seraient plus favorables au maïs.

Avec des ensilages de légumineuses, trèfle violet ou luzerne, associés à l'ensilage de maïs, les consommations de la ration mixte sont semblables à celles observées avec le maïs seul, mais avec des écarts allant de - 1,7 à + 1,1 kg MS/j. Les consommations les plus faibles ont été observées soit avec une forte proportion de trèfle violet (>60%), soit avec des ensilages de luzerne récoltés à plus de 30% de matière sèche. En association avec le maïs, le trèfle violet améliore la production laitière quotidienne (+ 0,6 kg), mais la luzerne la diminue (- 0,6 kg), notamment avec les ensilages préfanés en raison d'un apport énergétique plus faible lié à une baisse simultanée de la digestibilité et de l'ingestibilité (DEMARQUILLY, 1982). L'effet sur les taux est semblable avec les deux ensilages de luzerne et de trèfle violet : moins de taux butyreux (respectivement - 0,4 et - 1,8 point) et moins de taux protéique (- 1,0 et - 0,9 point). Un seul cas particulier : le taux butyreux s'améliore avec les ensilages de luzerne préfanés, mais il ne fait que compenser la chute de production. Les régimes mixtes à base d'ensilages de trèfle violet entraînent les mêmes variations de poids que l'ensilage de maïs en plat unique, contrairement aux régimes mixtes à base d'ensilage de luzerne qui sont moins favorables à la reprise d'état. Ces résultats sont en accord avec ceux observés sur animaux en croissance ou à l'engrais (RAYMOND, 1982).

Les bons résultats obtenus avec le maïs pour le lait et le taux protéique s'expliquent tout à la fois par sa valeur énergétique élevée et par sa bonne appétibilité dès lors que la conservation a été correcte et la teneur en matière sèche supérieure à 30%. Par ailleurs, l'effet favorable sur le taux protéique est à rapprocher du bon état corporel des vaches recevant ce fourrage comme l'a bien montré une étude portant sur 72 élevages des régions Bretagne et Pays de la Loire (MONTAGNON,

1991). A l'opposé, la différence de taux protéique en défaveur des régimes à base exclusivement d'ensilage de graminées s'explique probablement par une réduction des apports énergétiques (REMOND, 1985 ; COULON et REMOND, 1991) due à une moindre ingestion et (ou) à une moindre valeur énergétique de ces ensilages, non compensées dans ces essais par une complémentation plus libérale. Parmi les hypothèses pour soutenir le taux protéique, un apport supplémentaire de céréales pourrait être envisagé.

Dans 5 autres essais (tableau 2), **un régime à base d'ensilage d'herbe et de céréales** (blé ou orge) a été comparé à un régime "tout maïs". La complémentation en concentrés du lot "herbe" était supérieure de 2 kg, obtenue par l'apport de 2,5 à 4,5 kg de céréales en remplacement d'une partie du concentré de production. Cela s'est traduit par **un niveau d'ingestion et des performances comparables à ceux du maïs seul** (- 0,8 kg de lait, + 0,5 g/kg de TB, - 0,3 g/kg de TP et - 60 g/j de Gain de Poids Vif).

Un apport supplémentaire de 2,5 à 3,5 kg de blé a également été testé avec des régimes mixtes (tableau 2). La substitution entre fourrage et concentré est élevée ; la production laitière et le taux butyreux sont semblables, mais le taux protéique est nettement amélioré (+ 1 g/kg).

Ces essais montrent que **les céréales constituent un moyen efficace pour sécuriser l'ensilage d'herbe et améliorer les taux (TB et TP). On retrouve alors les performances permises par le maïs, avec même un meilleur taux protéique en ration mixte.** L'amélioration du taux protéique s'explique principalement par le supplément d'énergie apporté par la céréale, mais aussi par la nature de cette énergie (COULON *et al.*, 1989). L'amélioration du taux butyreux est plus surprenante compte tenu de l'effet dépresseur de l'acide propionique, produit dans le rumen à partir de l'amidon, sur le taux butyreux (HURTAUD et RULQUIN, 1993).

L'ensilage de maïs peut également être associé à des betteraves. L'essai réalisé par l'EDE du Pas-de-Calais (GRUSON, 1991) montre une amélioration du taux butyreux de 4,2 g/kg et du taux protéique de 0,6 g/kg. Cette **augmentation importante des taux, et en particulier du taux butyreux**, ne doit probablement être observée qu'avec des rations suffisamment fibreuses. Elle est sans doute plus faible avec des maïs très finement hachés (et) ou avec des apports de betteraves supérieurs à 4-5 kg de MS.

2. Au pâturage, l'intérêt de l'ensilage de maïs varie selon la saison

L'ensilage de maïs en complément du pâturage constitue en théorie une association de choix : les inconvénients de la faible teneur en matière sèche et de l'excès d'azote soluble de l'herbe pâturée étant compensés par la richesse en matière sèche et la pauvreté en azote du maïs. La combinaison herbe pâturée - ensilage de maïs, en donnant

Saison	Printemps		Été - automne				Automne	
	Pâturage / Pâturage + Ens.maïs		Pât.+ Ens. herbe / Pât. + Ens. maïs (pâturage limité)		Base : pâturage / Dominante : maïs (vélagés d'été)		Pât + Ens. maïs / Ens. maïs (VL : fin de lactation)	
Nombre d'essais	9		2		4		1	
Références*	4-25-29-35-36-37		13-37		5-6-14-26		16	
	Pâturage	Pâturage+ Ens.maïs	Pâturage+ Ens.herbe	Pâturage+ Ens.maïs	Herbe	Mais	Pâturage+ Ens.maïs	Ensilage maïs
Consommation								
Herbe pâturée (% RB)	100				51	15		0
Ens. maïs (kg MS/j)		4,9		5,2			7,9	13,0
Ens. herbe (kg MS/j)			4,2					
Performances								
Lait brut (kg/l)	20,0	20,4	20,7	22,2	31,1	31,2	14,5	13,4
TB (g/kg)	37,7	38,9	36,3	36,9	39,2	39,5	44,7	45,1
TP (g/kg)	31,3	31,6	29,3	29,8	29,1	29,2	35,4	34,9
GPV (g/l)	279	284						

* Les numéros renvoient aux références bibliographiques en fin d'article

une ration équilibrée à un niveau élevé, devrait logiquement améliorer les performances laitières et les taux.

16 essais ont été réalisés en France par les EDE, l'Institut de l'Élevage et l'ITCF à différentes périodes du pâturage pour tester l'intérêt d'un apport d'ensilage de maïs (tableau 3).

■ Pendant la période de printemps

Au printemps, **l'apport d'environ 5 kg MS de maïs en complément du pâturage** entre la mise à l'herbe et la fin juillet semble accroître l'ingestion totale de fourrages, mais elle est pratiquement sans effet sur la production laitière (+ 0,4 kg) et le taux protéique (+ 0,3 kg). Cela a été observé sur les prairies de ray-grass anglais du grand ouest de la France (6 essais) comme sur celles de fétuque/dactyle du Sud-Ouest (3 essais), notamment lorsque les conditions de pâturage sont excellentes. **La seule amélioration nette est celle du taux butyreux** (+ 1,2 g/kg), résultat inverse de celui recherché par la filière laitière. Ces résultats sont en accord avec les observations en élevages de MER *et al.* (1992) qui montrent que les troupeaux recevant du maïs au pâturage ont un taux protéique identique mais un taux butyreux moyen annuel supérieur de 0,6 point à ceux pour lesquels la durée de pâturage seul est supérieure ou égale à 4 mois. Ces résultats sont également confirmés par des observations en exploitations qui montrent **une plus faible valorisation des prairies en présence d'ensilage de maïs** (suivi de 2 ans par les EDE de Bretagne dans 60 exploitations ; GRASSET *et al.*, 1992).

Par ailleurs, dans des essais hollandais, l'herbe affouragée en vert a été comparée à une association herbe affouragée - ensilage de maïs. Lorsque les deux fourrages sont apportés séparément et à des moments différents de la journée, on retrouve des effets analogues à

TABLEAU 3 : Effet de l'apport d'ensilage de maïs en complément du pâturage selon la saison et la quantité d'herbe disponible.

TABLE 3 : Effect of adding maize silage as a complement to grazing, according to season and to amount of available herbage.

ceux observés dans les essais précédents (+ 0,2 kg de lait, + 1,1 g/kg de TB et + 0,6 g/kg de TP ; VAN VUUREN et MEIJS, 1987). En revanche, lorsque les deux fourrages sont offerts simultanément en ration mélangée, la production de lait est soit faiblement améliorée (+ 1 kg) avec parallèlement une forte augmentation du taux protéique (+ 1,3 g/kg ; VAN VUUREN et MEIJS, 1987), soit fortement augmentée (2,7 kg) sans modification des taux (VALK, 1994). **L'effet bénéfique de l'association herbe verte - maïs ensilage résulterait d'un meilleur synchronisme dans la digestion des protéines et des sources énergétiques, avec comme conséquence une réduction de l'azote excrété dans l'urine.**

L'apport de maïs permet d'avoir une production laitière plus régulière puisqu'elle ne subit pas les à-coups de la pousse de l'herbe ou (et) de la consommation dus aux aléas climatiques. Toutefois, après de petites périodes froides (et/ou) pluvieuses, on observe des compensations qui se traduisent par des productions moyennes peu différentes. Les effets les plus importants d'un apport de maïs ne sont observés qu'en conditions difficiles (longues périodes pluvieuses, froides ou sèches). Mais pour sécuriser de très courtes périodes à risques, l'ensilage de maïs n'est pas la seule solution : du foin complété par de la pulpe ou du concentré, de l'ensilage d'herbe enrubanné sont aussi de bonnes sécurités sans qu'il soit nécessaire de garder le silo de maïs ouvert en permanence.

■ Pendant la période d'été - automne

En été - automne, et dans des situations favorables à l'herbe (repousses feuillues de qualité en quantité suffisante), l'ensilage de maïs reste peu efficace, que ce soit avec des animaux en fin de lactation, ou même en début de lactation avec des vêlages d'été. Ainsi, en moyenne sur les 4 essais réalisés à Trévarez (Finistère ; FOCH *et al.*, 1991 ; CHÉNAIS *et al.*, 1992 ; BROCARD *et al.*, 1992, 1993) dans lesquels une alimentation basée sur le pâturage associé à de l'ensilage d'herbe et à du blé était comparée à une ration à dominante maïs (de 80 à 100% de la ration de base), la production laitière et les taux sont semblables pour les deux lots. La recherche de l'extériorisation du poten-

TABLEAU 4 : Ingestion et performances des vaches multipares selon les régimes alimentaires utilisés entre 1989 et 1995 (10 premières semaines de lactation ; KEROUANTON, 1996).

TABLE 4 : Intake and performances of multiparous cows according to various diets tried between 1989 and 1995 (10 first weeks of lactation ; KEROUANTON, 1996).

Années	1989 à 1991		1993 à 1995		
	Dominantes du régime	Maïs à volonté, peu d'herbe	Herbe + blé + ens. d'herbe	Herbe à volonté maïs rationné	Herbe à volonté maïs rationné
Niveau de concentré		normal	normal	normal	bas
Ingestion des fourrages (kg MS/j)					
- Ensilage de maïs		11 + urée	1	2,2	2,2
- Ensilage d'herbe, foin		0	3,7	0	0
- Pâturage		2,3	6,7	9,5	11,3
Concentrés (kg brut/j)		7	9,5	8,2	4,2
Lait / vache (kg brut/j)		33,1	33,8	33,2	29,0
Perte d'état après vêlage (points)		1,4	1,4	1,2	1,2

tiel des animaux vèlant en été passe par des régimes faisant une large place aux fourrages conservés ou (et) aux concentrés. La consommation d'herbe pâturée est alors réduite, de 2 à 10 kg MS/vache/jour.

Toutefois, la recherche des meilleures performances n'est pas obligatoirement le premier objectif. La priorité peut également être la recherche de la valorisation maximale de l'herbe d'été - automne. Dans ce cas, il est plus raisonnable d'accepter à cette saison une baisse de la production laitière individuelle dans les systèmes basés davantage sur l'herbe.

Ainsi, les observations réalisées à Trévarez sur des vaches vèlant en été (tableau 4) montrent qu'**un rationnement sévère du maïs combiné à une réduction parallèle du concentré et de sa teneur en PDI entraînent un net accroissement de la consommation d'herbe** : plus de 11 kg MS contre moins de 3 kg MS avec du maïs à volonté et une complémentation normale (KEROUANTON, 1996). La production laitière obtenue en été - automne est plus faible, mais cette perte de lait est compensée par une bonne persistance (> 95%) durant l'hiver avec le régime à base de maïs.

Pour espérer des consommations d'herbe de l'ordre de 8-10 kg MS en automne et permettre une bonne valorisation du pâturage à cette période, le maïs doit être fortement rationné, à moins de 4 kg MS/VL/j.

Lorsque l'herbe est offerte en quantité limitée, comme c'est le cas dans les régions à déficit hydrique estival prononcé, le pâturage d'été - automne doit nécessairement être associé à un autre fourrage, de l'ensilage de maïs, de l'ensilage d'herbe ou du foin. Pour des animaux en milieu de lactation, l'ensilage de maïs se montre plus efficace que l'ensilage d'herbe, avec soit une forte amélioration de la production laitière (+ 2,5 kg) sans modification des taux (CHÉNAIS et ESPINASSE, 1991), soit une faible amélioration de la production de lait (+ 0,6 kg) mais une augmentation des taux butyreux (+ 1,5 g/kg) et protéique (+ 0,8 g/kg ; LEGARTO et LABERNADIE, 1988). Mais, là aussi, des ensilages d'herbe plus largement complémentés en céréales devraient permettre les mêmes performances que celles observées avec l'ensilage de maïs.

3. Le maïs pour les vaches tarées : possible, mais pas nécessaire

La distribution d'ensilage de maïs aux vaches tarées favorise la reprise de poids ainsi que la production laitière ultérieure et ne constitue pas un facteur de risque majeur pour la santé des vaches (DISENHAUS *et al.*, 1985). Toutefois, l'ensilage de maïs peut entraîner une proportion plus importante d'oedèmes mammaires, plus fréquents avec les régimes favorables à la reprise de poids, ainsi que de non délivrance lorsqu'il est mal ou pas complémenté.

Si la distribution d'ensilage de maïs aux vaches tarées est possible, ces dernières ne sont pas prioritaires pour autant ; elles peuvent s'en passer très facilement. L'herbe pâturée, l'ensilage d'herbe ou le

foin conviennent tout aussi bien. Mais il est important de veiller tout particulièrement à ce que les vaches tarées ne maigrissent pas, mais n'engraissent pas trop également, et à réaliser une transition soignée 15 jours avant le vêlage.

4. Comparaison de 2 systèmes d'alimentation avec plus ou moins de maïs : *a priori*, peu de différence

Une expérimentation comparant deux systèmes d'alimentation comprenant une part différente d'herbe et de maïs a été mise en place en 1993 à la ferme expérimentale d'Ognoas dans les Landes en portant une attention particulière aux performances laitières à l'échelle de l'année et à la maîtrise des nuisances envers l'environnement. La part du maïs dans les systèmes est de 88 et 20%.

Les résultats provisoires concernant les 2 premières années sont rapportés dans le tableau 5. Les vaches du lot "maïs" étaient maintenues en permanence en stabulation. **L'extériorisation du potentiel des animaux est recherchée dans le système "maïs", alors que la stratégie de complémentation est moins libérale dans le système "maïs - herbe" afin de valoriser au mieux les fourrages grossiers.** Dans ce système, les animaux recevaient malgré tout du maïs en quantité variable toute l'année, sauf au printemps.

Le système "tout maïs" a permis une meilleure production laitière (+ 810 kg de lait) mais avec une consommation de concentré plus importante (+ 410 kg). Sous l'hypothèse d'un rendement marginal du concentré de 1 kg de lait par kg de concentré, **la différence n'est plus que de 400 kg de lait ; quoique très différents, les deux systèmes se traduisent par des performances laitières relativement proches. Seul le taux butyreux est nettement en faveur du système "maïs"** (+ 0,9 g/kg).

Ces résultats sont en accord avec ceux de PEEL *et al.* (1996) qui, en Angleterre, ont comparé un système "tout herbe" à un système avec 30% de maïs, ce dernier étant principalement utilisé en régime mixte durant l'hiver. Pour des apports semblables de concentré (2 t/vache/an) l'introduction de 30% de maïs s'est traduit par rapport

TABLEAU 5 : Comparaison de 2 systèmes d'alimentation pour vaches laitières à base de maïs exclusivement ou avec de l'herbe (résultats provisoires, moyenne de 2 années, Institut de l'Elevage - ARPEB).

TABLE 5 : Comparison between 2 feeding systems for dairy cows, based either on maize only or on grass (provisional results, means of 2 years, Institut de l'Elevage - ARPEB).

	Système maïs	Système maïs - herbe
Consommation (kg MS/VL/an)		
- Ensilage maïs	5 190	1 360
- Ensilage herbe + foin	690	670
- Herbe pâturée	0	à volonté
- Concentré + CMV	1 450	1 020
Performances		
- Lait (kg/VL/an)	7 950	7 140
- Taux Butyreux (g/l)	41,7	40,8
- Taux Protéique (g/l)	32,2	31,8

au système "tout herbe" par une amélioration des taux butyreux (+ 1,2 g/kg) et protéique (+ 1,1 g/kg) sans modification de la production laitière.

5. Conclusions : rechercher l'équilibre entre performances zootechniques, économie et environnement

Entre les divers systèmes d'alimentation, les différences sont faibles. Dans une démarche productiviste, **le maïs a même beaucoup d'avantages, notamment pour les troupeaux à fort potentiel** auxquels on cherche à faire extérioriser ce potentiel : **il n'y a pas de limites zootechniques et une part importante d'ensilage de maïs dans la ration des vaches à haut potentiel de production reste la solution la plus sécurisante.** Les limites, lorsqu'elles existent, sont d'ordre agronomique, économique et environnemental.

D'autres critères que les seules performances zootechniques doivent être pris en compte pour raisonner la place du maïs dans le système d'alimentation :

- **La régularité de la qualité des fourrages** : le pâturage, tant en qualité qu'en quantité, est soumis aux aléas climatiques et à sa plus ou moins bonne maîtrise. La qualité des ensilages d'herbe est très variable. C'est toujours le résultat d'un compromis entre une récolte précoce, gage d'une bonne valeur énergétique, et une récolte décalée dans l'attente de conditions climatiques favorables pour assurer le mieux possible la conservation. Quant au maïs obtenu dans de bonnes conditions de végétation, il est très ingestible et très énergétique, et permet de tamponner facilement la qualité des autres fourrages. Attention toutefois, tous les ensilages de maïs ne sont pas riches en Matière Sèche. A 25% MS, les consommations et les performances sont égales à celles obtenues avec des ensilages d'herbe de qualité moyenne.

- En fait, c'est **l'objectif de production du troupeau** (niveau de production, époque de vêlage) **qui détermine la place du maïs dans l'alimentation.** Plus le niveau de production visé est élevé et les vêlages précoces en fin d'été, plus l'exigence en maïs ensilage ou en stocks de bonne qualité pour le troupeau est grande. Pour des vaches à haut potentiel de production, le maïs n'est pas le seul fourrage possible mais il est souvent un gage de sécurité. Inversement, avec des vaches dont le niveau de production est plus faible, les systèmes de production avec un maximum de pâturage conviennent dès lors qu'on accepte une ou plusieurs baisses ponctuelles de la production laitière. Finalement, lorsqu'on admet que le revenu de l'élevage laitier ne dépend plus du niveau de production individuelle, les choix du système d'alimentation deviennent très ouverts.

- **La sécurité apportée par le maïs dans le système d'alimentation a cependant un coût, parfois trop élevé** dans une démarche plus économique où le coût de production au litre de lait prime sur les performances par vache.

La place du maïs dans le système fourrager ne doit pas se raisonner uniquement en fonction d'objectifs zootechniques, mais de façon plus globale, en intégrant les contraintes de l'exploitation, les charges, le travail, l'environnement, l'économie et bien sûr les préférences de l'éleveur. Elle dépendra moins des écarts de performances observés entre les différents systèmes d'alimentation que de notre capacité à réduire le coût du maïs rendu à l'auge, à adapter les pratiques culturales pour préserver l'environnement (pertes de nitrate et de produits phytosanitaires)... et de la pérennité des primes compensatrices.

Accepté pour publication, le 18 juin 1997.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AMBERT R., JULLIEN VIEROZ J.P. (1983) : *L'ensilage de luzerne associé à l'ensilage de maïs pour les vaches laitières*, doc. ITEB-EDE 38-CRA Rhône-Alpes, n° 83121.
2. AMBERT R., JULLIEN VIEROZ J.P. (1984) : *L'ensilage de luzerne associé à l'ensilage de maïs pour la production laitière*, doc. ITEB-EDE 38-CRA Rhône-Alpes, n° 84111.
3. AMBERT R., JULLIEN VIEROZ J.P. (1986) : *L'ensilage de luzerne associé à l'ensilage de maïs pour les vaches laitières*, doc. ITEB-EDE 38-CRA Rhône-Alpes, n° 86033.
4. BALI H. (1989) : *Intérêt d'une distribution d'ensilage de maïs en complément de l'herbe pâturée au printemps*, EDE 29-Trévez, mémoire de fin d'études ENSAR.
5. BROCARD V., KEROUANTON J., LE MEUR D. (1992) : *Quels fourrages pour les vèlages d'été ? Essai 3 : Comparaison pâturage + ensilage de maïs limité + blé/ensilage de maïs à volonté + pâture*, doc. Institut de l'Élevage-CA et EDE 29 n° 92022.
6. BROCARD V., KEROUANTON J., LE MEUR D. (1993) : *Quels fourrages pour les vèlages d'été ? Essai 4 : Comparaison ensilage de maïs à volonté + pâturage/pâturage + ensilage d'herbe limité + blé*, doc. Institut de l'Élevage-CA et EDE 29, n° 93105.
7. BROCARD V., KEROUANTON J., LE MEUR D. (1994) : *Comparaison de trois régimes hivernaux pour les vaches laitières : Ensilage de maïs/ensilage de maïs + ensilage d'herbe/ensilage de maïs + ensilage d'herbe + blé*, doc. Institut de l'Élevage-CA et EDE 29, n° 94046.
8. CABON G., RIVIÈRE F. (1985) : "Ensilage de ray-grass anglais pour vaches laitières", *Fourrages*, n° 102, 107-125.
9. CHÉNAIS F., COTTO G., KEROUANTON J., MAGUER L., GASCOIN A. (1980) : *Association ensilage d'herbe-ensilage de maïs pour la production laitière*, doc. ITEB, CA et EDE 29, EDE 44, n° 80116.
10. CHÉNAIS F., AUGÉARD P. (1982) : *Association ensilage de maïs ensilage d'herbe pour la production laitière avec des ensilages pauvres en MS*, doc. ITEB-EDE 22, n° 82033.

11. CHÉNAÏS F., LE GALL A., ESPINASSE R. (1989) : *Association de trèfle violet ensilage de maïs pour la production laitière*, doc. ITEB, EDE 22, n° 89071.
12. CHÉNAÏS F., KEROUANTON J. (1989) : *Quel concentré pour les vaches laitières ? pulpes ou céréales*, doc. ITEB, CA et EDE 29, n° 89121.
13. CHÉNAÏS F., ESPINASSE R. (1991) : *Pâturage estival des vaches laitières. Utilisation d'un concentré enrichi en matière grasse. Choix du type d'ensilage distribué en complément*, Doc. ITEB-EDE 22, n°91031.
14. CHÉNAÏS F., KEROUANTON J., LE MEUR D. (1992) : *Maîtrise de l'alimentation des vaches laitières pour des vèlages d'été. Essai 1 : Comparaison pâturage/pâturage + ensilage de maïs à volonté*, doc. Institut de l'Elevage, CA et EDE 29, n° 92064.
15. CHÉNAÏS F. ESPINASSE R. (1993) : *Comparaison de deux régimes hivernaux : ensilage de maïs/ensilage de maïs-ensilage d'herbe-blé (1/2 - 1/3 - 1/6)*, doc. Institut de l'Elevage-EDE 22, n°93072.
16. CHÉNAÏS F., LE ROUX M., FOLLET D. (1997) : *Réduction de la part du maïs dans le système d'alimentation des vaches laitières*, doc. Institut de l'Elevage-EDE 22, à paraître.
17. CLARK D.A., JANS F. (1995) : "Hight forage use in sustainable dairy systems", *Recent developments in the Nutrition of Herbivores, Proc. IVth Int. Symp. on the Nutrition of Herbivores*, INRA Editions, Paris, 497-526.
18. COULON J.B., FAVERDIN P., LAURENT F., COTTO G. (1989) : "Influence de la nature de l'aliment concentré sur les performances des vaches laitières", *INRA Prod. Anim.*, 2 (1), 47-53.
19. COULON J.B., REMOND B. (1991) : "Réponses de la production du lait de vache aux variations d'apports nutritifs", *INRA Prod. Anim.*, 4 (1) 49-56.
20. DEDENON-DENOYELLE N., JULLIEN VIEROZ J.P. (1987) : *L'ensilage de luzerne préfané associé à l'ensilage de maïs pour la production laitière*, doc. ITEB-EDE 38-CRA Rhône-Alpes n° 87072.
21. DEDENON-DENOYELLE N., JULLIEN VIEROZ J.P. (1988) : *L'ensilage de luzerne préfané associé à l'ensilage de maïs pour la production laitière*, doc. ITEB-EDE 38-CRA Rhône-Alpes n° 88054.
22. DEMARQUILLY C. (1982) : "Valeur alimentaire des légumineuses (luzerne et trèfle violet) en vert et modifications entraînées par les différentes méthodes de conservation", *Fourrages*, 90, 181-202.
23. DEMULE J., DUVERGER J., MAURIES M., MOREL D'ARLEUX F., ROLLY P. (1987) : *Essais trèfle violet*, doc. ITEB-LEPA Bourg en Bresse n° 87118.
24. DISENHAUS C., AUGÉARD P., BAZIN S. (1985) : *Influence de l'alimentation pendant le tarissement sur la santé, la reproduction et la production en début de lactation*, doc EDE Bretagne-Pays de La Loire.
25. DUGRAVOT N. (1990) : *Incidence d'une distribution d'ensilage de maïs en complément de l'herbe de printemps*, EDE 29-Trévarez, mémoire de fin d'études ESA Angers.
26. FOCH B., KEROUANTON J., LE MEUR D. (1991) : *Quels fourrages pour les vèlages d'été ? Essai 2 : Comparaison ensilage de maïs/pâturage + ensilage d'herbe enrichi en blé*, doc. ITEB-CA et EDE 29, n° 91067.
27. GRASSET M., LE LAN B., BOSCHER B., LE VIOL B. (1992) : *Au printemps avec l'herbe pâturée, le maïs n'est pas nécessaire*, doc. CA, EDE de Bretagne, 4 p.

28. GRUSON D. (1991) : *La betterave fourragère à l'étude*, doc. CA 62.
29. GUYOMARCH C. (1989) : *Facteurs de variation des performances des vaches laitières au pâturage*, ITCF La Jaillière, mémoire de fin d'études ENSAR.
30. HODEN A., MARQUIS B., DE LA FOYE F.X. (1987) : "Ensilages de maïs et de trèfle violet pour vaches laitières", *Bull. Techn. CRVZ Theix*, INRA (67), 3337.
31. HODEN A., COULON J.B. (1991) : "Maîtrise de la composition du lait. Influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques", *INRA Prod. Anim.*, 4 (5) 361-367.
32. HURTAUD C., RULQUIN H. (1993) : "Effet de la nature des nutriments glucoformateurs sur la production et la composition du lait", *Journées AFTAA-CAA*, Le Mans 22-23 juin 1993.
33. KEROUANTON J. (1996) : "Août, Septembre, Octobre : Alimentation performante ou alimentation économe", *A la Pointe de l'Elevage*, juin 96.
34. KEROUANTON J., MAGUER L., CHÉNAIS F. (1984) : *Comparaison de 2 régimes hivernaux pour vaches laitières avec ensilage de maïs ou ensilage d'herbe*, doc. ITEB-CA et EDE 29, n° 84011.
35. LEGARTO J., RIALLAND J. (1986) : *Dans le Sud-Ouest, faut-il distribuer de l'ensilage de maïs au pâturage de printemps ?*, doc. ITEB-ARPEB, n° 86031.
36. LEGARTO J., RIALLAND J. (1988) : *La distribution d'ensilage de maïs à des vaches laitières pâturant des prairies à base de féruque-dactyle*, doc. ITEB-ARPEB, n° 88043.
37. LEGARTO J., LABERNADIE A. (1988) : *Intérêt de l'ensilage de maïs pour des vaches laitières au pâturage*, doc. ITEB-ARPEB, n° 88102.
38. MER D., DURAND G., MEFFE N., DURAND P., FREMEAUX P. (1992) : *Le couple TB-TP en Bretagne*, Etude GIE Lait-Viande de Bretagne.
39. MONTAGNON F. (1991) : *Facteurs de variations du TP en élevages. Ebauche d'une méthode d'intervention*, mémoire ENSA Rennes.
40. MOREL D'ARLEUX F., FETUS D., BREHAUDAT P.J. (1995) : *Comparaison de deux régimes hivernaux pour vaches laitières, ensilage de maïs/ ensilage d'herbe plus blé*, doc. Institut de l'Elevage-ELP Agro Bar le Duc, n° 95041.
41. MOREL D'ARLEUX F., FETUS D., BREHAUDAT P.J. (1996) : *Comparaison de deux régimes hivernaux pour vaches laitières. Ensilage de maïs/ensilage d'herbe plus blé*, doc. Institut de l'Elevage-ELP Agro Bar le Duc n° 96093.
42. MOREL D'ARLEUX F., DUVERGER J., COLIN G., DUMAGNY E. (1996) : *Comparaison de deux régimes hivernaux pour vaches laitières. Ensilage de maïs/ensilage d'herbe plus orge*, doc. Institut de l'Elevage-LEGTA des Sardières, n° 96092.
43. PARRASSIN P.R., HODEN A., JOURNET M. (1979) : "Utilisation comparée des ensilages d'herbe et des ensilages de maïs par les vaches laitières", *Bull. Techn. CRZV Theix*, INRA (38), 3542.
44. PEEL S., CHALMERS A.G., MANSBRIDGE R., METCALF J.A., WITHERS P.J.A. (1996) : *ADAS Bridgets Research Centre. Rapport annuel*.
45. PHIPPS R.H. (1990) : "Maize : a review of research findings in relation to animal production", *Occ. Symp.*, BGS, n°24, 107-119.

46. RAYMOND F. (1982) : "Utilisation d'ensilage de luzerne et de trèfle violet pour la croissance et l'engraissement", *Fourrages*, 90, 203-224.
47. REMOND B. (1985) : "Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2. Taux protéique : facteurs généraux", *Bull. Techn. CRZV Theix*, INRA, 62, 53-67.
48. VALK H. (1994) : "Effects of partial replacement of herbage by maize silage on N-utilisation and milk production of dairy cows", *Livestock Production Science*, 40, 241-250.
49. VAN VUUREN A.M.M, MEIJS J.A.C. (1987) : "Effects of herbage composition and supplement feeding on the excretion of nitrogen in dung and urine by grazing dairy cows", *Animal manure on grassland and fodder crops : fertilizer or waste ?*, Ed. Van der Meer H.G., Unwin R.J., Van Dijk T.A., Ennik G.C., 17-26.

SUMMARY

The place of maize and of pastures in dairy forage systems. I- Maize silage in the feeding system

Maize silage, as the sole constituent in the diet of dairy cows, was compared to various winter diets (grass silage, maize silage + grass or legume silage, maize silage + beets) in 35 trials, and was also tested as a supplement to grazing in 16 trials.

The voluntary intake of grass silage is lower than that of maize silage (- 2 kg DM) but the yield of the milk is the same and the milk is less rich (- 2.8 g/kg butterfat and - 1.0 g/kg protein). The intake of a mixed diet with 2/3 maize and 1/3 grass silage is the same as that of pure maize, and the milk yield and quality remain unchanged. The effect of adding legume silage to the diet is negative : there is a drop in butterfat (- 1.8 and - 0.4 g/kg respectively for red clover and for lucerne) and in protein contents (- 1.0 and - 0.9 g/kg). When given as a complement to grazing, maize increases the butterfat content (+ 1.2 g/kg) ; it decreases however significantly the voluntary intake of grass, particularly in summer and autumn, which may then not be larger than 3 kg DM/cow/day. The first results of a comparison between 2 forage systems with a large or a small proportion of maize silage (88% vs. 20%) show an advantage of only 400 kg milk in favour of the diet with a large proportion of maize.