

## Utilisation de la luzerne par la vache laitière haute productrice

Nathalie Boillon, Marc Roux

La culture des grandes légumineuses fourragères (luzerne, trèfle violet, sainfoin) dans les principales zones d'élevage de France a fortement diminué au cours des trente dernières années (passant de 3 millions d'hectares en 1960 à 600 000 en 1990), au profit du maïs ensilage et des graminées cultivées.

Cette chute a été ralentie il y a une quinzaine d'années à la suite des chocs pétroliers : on redécouvrait l'intérêt des légumineuses dans la réduction des coûts en engrais azoté [1]. Actuellement, avec près de 1,2 million d'hectares (répartis pour moitié en culture pure et pour moitié en association avec des graminées), les grandes légumineuses se maintiennent en troisième place derrière le maïs ensilage (1,8 million d'hectares) et les prairies temporaires à base de graminées (1,6 million d'hectares). Les régions où les légumineuses se sont maintenues ne correspondent cependant pas aux grands bassins d'élevage laitier (*figure 1*), sauf en partie pour l'Est de la France à la faveur de la déshydratation de la luzerne [2].

La régression de la luzerne s'explique particulièrement par un contexte économique peu favorable, des coûts de récolte

et de conservation élevés, une valeur azotée parfois décevante, une valeur énergétique moyenne et une culture parfois difficile à maîtriser [2]. Cependant, le nouveau contexte agricole (réforme de la PAC, accords du GATT, prise en compte de l'environnement...) ouvre de nouvelles perspectives d'utilisation de la luzerne. La baisse du prix des céréales et un prix du soja stable devraient favoriser les rations à base de légumineuses complémentées par des céréales, aux dépens des rations classiques ensilage maïs-tourteau de soja. Mais cette tendance est, pour l'instant, contrebalancée par la prime compensatrice accordée au maïs ensilage. Par ailleurs, du fait de la baisse des marges, les agriculteurs réduisent les intrants et cherchent à limiter les apports en engrais, notamment azotés. Enfin, les contraintes environnementales, notamment la pollution de l'eau par les nitrates, conduisent à une nouvelle réflexion sur les systèmes fourragers. La luzerne a, de ce point de vue, un intérêt particulier, en immobilisant de fortes quantités d'azote par l'intermédiaire de son système racinaire et, donc, en réduisant les fuites en nitrates, tout en limitant, par ailleurs, les périodes où les sols sont nus.

Face à ce regain d'intérêt, il semble nécessaire de faire à nouveau le point sur les possibilités d'utilisation de la luzerne par la vache laitière haute productrice (VLHP), dont les performances sont bien supérieures à celles qui valorisaient traditionnellement la luzerne dans les différentes régions d'élevage en France.

### Valeur nutritive de la luzerne en vert et selon différents modes de conservation

#### Caractéristiques nutritionnelles de la luzerne

##### • Valeur énergétique et ingestibilité

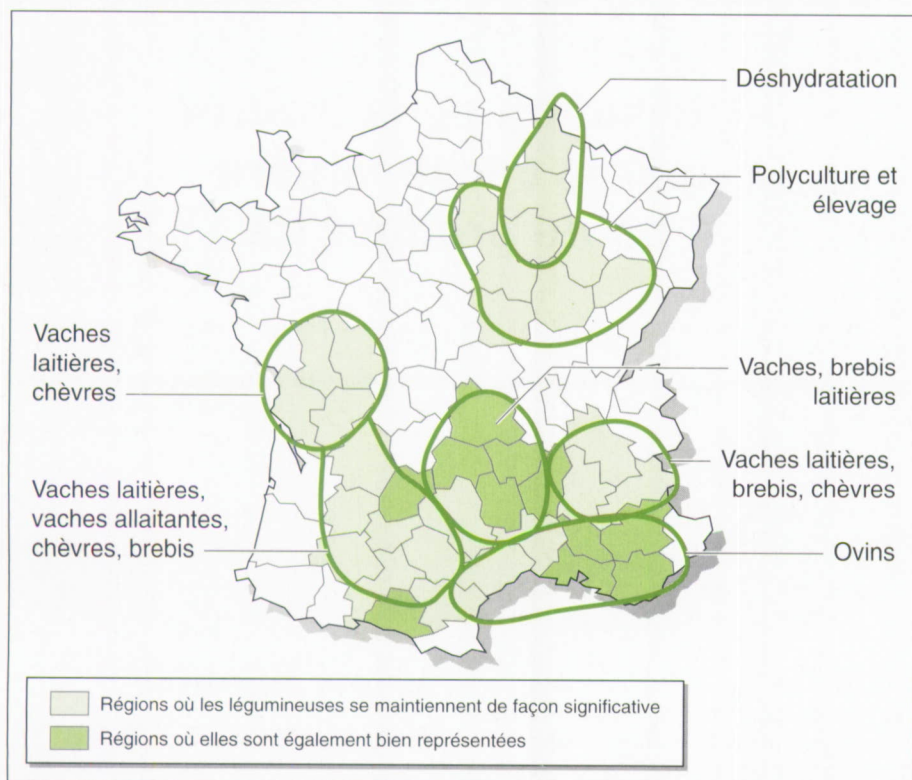
Les principales variétés de luzerne ont une digestibilité et une valeur énergétique en vert (*tableau 1*) inférieures à celles des betteraves, du maïs et de la plupart des graminées fourragères, mais qui sont en partie compensées par une bonne ingestibilité (quantité volontairement ingérée par le ruminant recevant ce fourrage à volonté comme seul aliment). L'ingestibilité d'un bon foin de luzerne est légèrement supérieure à celle de l'ensilage de maïs, mais varie cependant selon le mode de conservation [3].

L'ingestion de matière sèche (MS), pour un fourrage, est hautement corrélée à la teneur en parois cellulaires qui, chez la luzerne, est très inférieure à celle des graminées, mais le taux de parois cellulaires non dégradables y est supérieur. Par ailleurs, la vitesse de dégradation des parois est plus élevée chez la luzerne du fait d'une moindre teneur en hémicellulose [4], de sorte que son contenu cellulaire et sa cellulose sont disponibles plus

N. Boillon : Lycée agricole, 57170 Château-Salins, France.

M. Roux : ENESAD, 26, boulevard Petitjean, BP 1607, 21036 Dijon cedex, France.

Tirés à part : M. Roux



**Figure 1.** Répartition des légumineuses en France et systèmes fourragers correspondants (d'après Le Gall [2]).

**Figure 1.** Geographical distribution of tall legumes in France, and corresponding forage systems.

rapidement que chez les graminées, ce qui conduit à une ingestibilité élevée.

#### • Teneurs en protéines, calcium et oligo-éléments

La luzerne est la plante qui fournit le plus de protéines à l'hectare, tant par la richesse de son feuillage (27 à 30 % de matières azotées totales, MAT) que par ses rendements élevés (15 à 20 t MS/ha). Ses protéines sont à haute valeur biologique (bien que carencées en méthionine) [5] et leur taux est nettement plus élevé que celui des autres fourrages. Elles satisfont à la fois les besoins en acides aminés des herbivores au niveau intestinal et les besoins azotés de la population microbienne au niveau du rumen. Dans le système PDI (protéines digestibles dans l'intestin), ces besoins sont satisfaits l'un par l'apport de PDIA, l'autre par la différence PDIN-PDIE (figure 2).

La luzerne apporte de grandes quantités de calcium dans la ration (tableau 1), ce qui est particulièrement important chez

les VLHP, dont les rations à base d'ensilage de maïs et de céréales favorisent les risques d'acidose. Il est probable que la composition en minéraux de la luzerne ait un effet bénéfique sur la stabilité du milieu ruminal ; sa teneur élevée en oligo-éléments nécessaires aux micro-organismes du rumen la font couramment utiliser lors des cultures expérimentales de ces derniers. Ainsi, l'addition de cendres de luzerne augmente de façon appréciable la digestion de la matière sèche de certaines rations [6].

#### Influence du mode de conservation sur la valeur nutritive de la luzerne

##### • Importance du stade de végétation à la récolte

Augmenter la maturité de la luzerne à la récolte se traduit par une hausse de la quantité de matière sèche à l'hectare, mais correspond à une baisse de la

teneur en énergie et en azote (tableau 2). La part des feuilles (riches en protéines) se réduit au profit des tiges qui se lignifient. Cette évolution est analogue à celle que l'on observe pour toutes les espèces fourragères. De nombreuses études montrent l'intérêt d'une récolte précoce de la luzerne pour l'alimentation des vaches à haut niveau de production [8-10]. Ainsi, des vaches Holstein produisant entre 34 et 40 kg de lait/j et recevant des rations isoprotéiques à base d'ensilage de luzerne (55 % de la MS) et de concentrés (45 %) ont vu leur production diminuer selon le stade de récolte de la luzerne : -1,4 kg/jour entre le début de bourgeonnement et le début de la floraison et -4,1 kg/jour entre le début du bourgeonnement et la pleine floraison. Cette différence n'est pas significative pour les vaches produisant moins de 25 kg/jour [9]. En définitive, la récolte précoce de la luzerne semble être intéressante pour l'alimentation des VLHP mais, comme cette luzerne fait partie d'un système fourrager, la valeur alimentaire n'est pas le seul objectif de sa culture, de sorte que le choix du stade de récolte est un compromis entre la production quantitative de fourrage, la valeur alimentaire et la pérennité de la prairie [11].

##### • Le foin

Le foin de luzerne associé à d'autres aliments (betteraves, pulpes, céréales...) a longtemps constitué un des principaux fourrages de la ration hivernale des vaches laitières dans de nombreuses régions. Mais l'accroissement du potentiel de production laitière des animaux, nécessitant des rations à concentration énergétique de plus en plus élevée, a entraîné une régression, voire une disparition de ce fourrage dans les rations [1]. En effet, les foins de luzerne séchés au sol, même dans de bonnes conditions, n'ont pas une valeur énergétique très élevée (tableau 2). La ventilation en grange fournit des concentrations énergétiques plus élevées, mais peu de références existent avec des luzernes récoltées précocement.

Le stade de récolte est déterminant pour la teneur en matières azotées du foin, qui est étroitement liée à celle du fourrage sur pied (tableau 3). La fenaison réduit davantage la teneur en azote du foin de luzerne que celle des foins de graminées, compte tenu des pertes mécaniques importantes à la récolte (chute des feuilles de légumineuses, riches en azote mais fragiles). De plus, elle entraîne une

## Summary

### Use of lucerne by high-production dairy cows

N. Boillon, M. Roux

*Despite a severe decline in regions where livestock is reared intensively, lucerne is a valuable crop for feeding high-production dairy cows. Often of low energy content, it is nevertheless a useful source of proteins, minerals and trace elements. For dairy cows fed on high levels of maize silage or cereals, it also increases the fibre content. Although it does not affect the quantity of milk, the butterfat content decreases while protein increases. However, due to problems with storage and animal consumption (especially as partial replacement of maize silage in the basic diet), it competes poorly with other forage plants that are richer in energy and easier to store. New conservation techniques (wrapping) and the creation of cultivars with better digestibility and appetite should promote its use. Dried lucerne may be used as concentrate to complement maize silage or cereals. New kinds of dried lucerne with high energy and protein values being put onto the market should also increase its use as well. Although there is a growing interest in lucerne for animal husbandry, it could be bolstered by economic, environmental and agronomic considerations.*

*Cahiers Agricultures 1996 ; 5 : 137-48.*

baisse de solubilité des matières azotées, à cause des réactions de Maillard entre glucides et acides aminés.

Enfin, la fenaison conduit à une baisse de la dégradabilité des matières azotées liée principalement à une réduction de la fraction rapidement dégradable chez la luzerne comme chez les graminées [13]. Globalement, la valeur azotée du foin de luzerne (en PDI) diminue légèrement par rapport au fourrage vert correspondant (sauf s'il y a échauffement et brunissement). Ce mode de conservation, réalisé dans de bonnes conditions, maintient à un niveau correct la valeur nutritive de la luzerne.

#### • L'ensilage

L'ensilage modifie peu la valeur énergétique de la luzerne [11] mais induit une baisse légère de la teneur en azote total et une augmentation notable de la teneur en azote non protéique (tableau 4).

Malgré la teneur élevée en protéines totales de l'ensilage de luzerne (environ 20 % pour 35 % de MS), ces protéines sont mal utilisées par les vaches. Elles

## Tableau 1

### Valeur nutritive de la luzerne en vert ou après conservation (d'après INRA [7])

	MS (%)	UFL par kg MS	Valeur azotée (g/kg MS)			Constituants organiques (g/kg MS)		Constituants minéraux (g/kg MS)	
			PDIA	PDIN	PDIE	MAT	CB	P	Ca
Fourrage vert									
1 <sup>er</sup> cycle									
– végétatif (60 cm de haut)	15,6	0,88	51	141	101	225	240	3,5	16,5
– bourgeonnement	17,6	0,77	43	121	90	193	299	3,0	16,5
– floraison	21,7	0,69	38	106	81	168	333	2,5	16,5
2 <sup>e</sup> cycle (6 semaines après), coupe au stade bourgeonnement	18,3	0,82	48	135	96	215	308	2,5	14,5
3 <sup>e</sup> cycle (6 semaines après)	21,5	0,78	51	144	97	229	277	2,5	17,0
Foin									
1 <sup>er</sup> cycle, bourgeonnement fané au sol par beau temps	85,0	0,67	49	112	94	174	351	2,5	15,0
Ensilage préfané (sans conservateur), 1 <sup>er</sup> cycle bourgeonnement	33,5	0,74	29	110	67	193	308	3,5	19,0
Déshydratée et agglomérée (à 18 % de MAT)	91,0	0,72	56	114	95	180	265	3,0	17,0

MS : matière sèche ; UFL : unité fourragère « lait » ; PDIA, PDIN, PDIE : voir définitions à la figure 2 ; MAT : matières azotées totales ; CB : cellulose brute ; P : phosphore ; Ca : calcium.

### Nutritive value of fresh or preserved lucerne

subissent de fortes dégradations microbiennes dans le rumen, une faible partie restant disponible pour l'animal avec baisse de la valeur PDIA de 43 g/kg MS en vert à 29 g pour une ensilage de luzerne préfabriquée (tableau 1), de sorte qu'une ration à base d'ensilage de luzerne n'est pas limitative par son niveau énergétique, mais bien par la qualité de ses protéines [15].

Pour assurer une bonne conservation de la luzerne sous forme d'ensilage et lui garder une meilleure valeur azotée en limitant les protéolyses dans le silo, il est possible de jouer sur deux critères : la teneur en matière sèche à la récolte et l'incorporation de conservateurs à l'ensilage. La teneur en matière sèche de l'ensilage a une grande influence sur l'utilisation des

protéines. L'ingestion, par des vaches laitières, d'un ensilage (80 % de luzerne, 20 % de fléole) récolté à diverses teneurs en matière sèche influe sur le degré de dégradation des protéines (tableau 5).

L'augmentation de la teneur en matière sèche de 27 à 56 % réduit la protéolyse et la désamination microbienne. Parallèlement, la fraction d'azote insoluble digestible augmente alors que, globalement, l'azote digestible diminue (tableau 5). Ainsi, des rations constituées d'ensilage direct de luzerne peuvent entraîner des pertes de protéines d'autant plus importantes dans le rumen que le fourrage a été récolté humide ou à un stade précoce.

Dans ces conditions, l'utilisation de conservateurs tels que l'acide formique ou l'aldéhyde formique s'avère indispensable pour réduire la dégradation des protéines dans le silo et dans le rumen des animaux [14]. L'acide formique semble le plus efficace, car il abaisse très rapidement le pH et inhibe les protéases de la plante. Néanmoins, dans la pratique, l'emploi de ce conservateur est délicat et le coût de l'opération élevé.

#### • La déshydratation

La déshydratation est le mode de conservation qui préserve le mieux la valeur nutritive de la luzerne. Le séchage très rapide à haute température ne modifie pas ou très peu la composition chimique du fourrage. Réalisé dans de bonnes conditions, il ne modifie pas la valeur énergétique initiale de la luzerne et sa valeur azotée réelle est même augmentée, malgré une diminution de la digestibilité apparente de l'azote [7], de sorte que, par rapport au fourrage vert, la quantité de PDIA augmente (tableau 1). Cette bonne valeur azotée tient à une plus faible solubilité et dégradabilité des protéines dans le rumen, consécutive à la déshydratation rapide [3, 17]. Le chauffage entraîne également une augmentation des teneurs en ADIN (protéines liées aux fibres des parois cellulaires), NDF (parois cellulaires) et une baisse des sucres réducteurs. Ces différentes transformations réduisent la valeur énergétique de la luzerne ; pour éviter cet inconvénient, des programmes optimaux de conduite du séchage ont été préconisés pour obtenir le maximum de protéines non dégradées sans diminuer la valeur énergétique de la luzerne [18].

Des travaux récents ont permis de déterminer la valeur énergétique des luzernes déshydratées à partir de leur teneur en

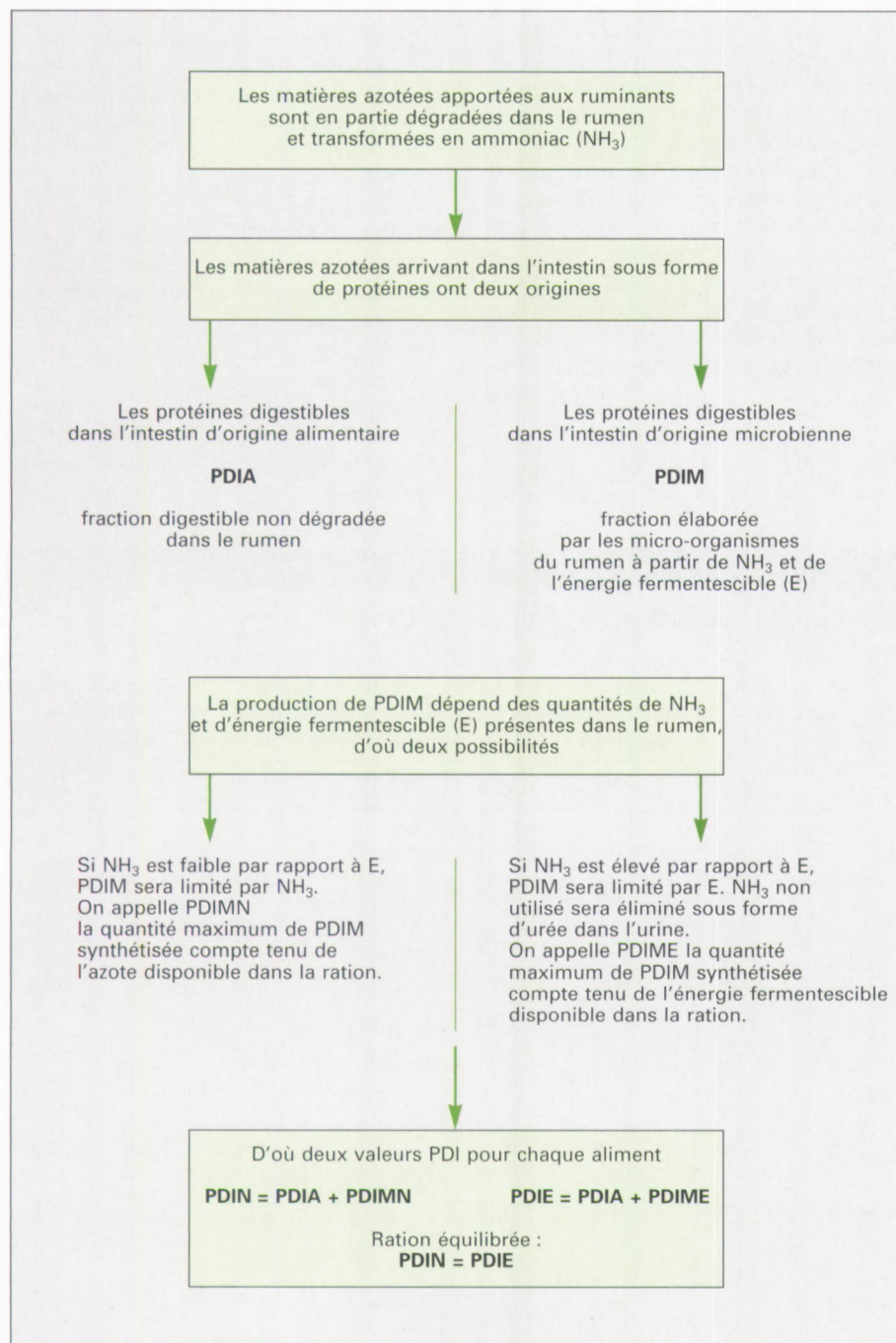


Figure 2. Le système des protéines digestibles au niveau de l'intestin (PDI).

Figure 2. System for assessing intestine-digestible proteins.

## Tableau 2

Influence du stade de végétation à la récolte sur la valeur énergétique (en UFL/kg MS) de la luzerne verte ou conservée (d'après INRA [7])

Stade de végétation	Teneur en MAT (% MS)	Vert			Déshydraté*	Ensilage		Foin		
		1 <sup>er</sup> cycle	2 <sup>e</sup> cycle	3 <sup>e</sup> cycle		Non préfané	Préfané	Ventilé	Séché au sol Beau temps	Pluie
Végétatif (30 cm haut)	25	0,96		0,83	1,02					
Végétatif (60 cm haut)	23	0,88		0,78	0,95					
Début bourgeonnement	21	0,83	0,82	0,73	0,88		0,78			
Bourgeonnement	19	0,77	0,73		0,81	0,82	0,74			
Début floraison	18	0,73	0,67		0,77	0,77		0,68		
Floraison	17	0,69			0,75			0,63	0,67	0,60

UFL : unité fourragère « lait » ; MAT : matières azotées totales ; MS : matière sèche.

\* Y compris majoration de 10 % pour tenir compte du broyage et de l'agglomération de la luzerne.

### Effects of stage of maturity at harvest on energy value (in UFL/kg DM) of fresh or preserved lucerne

matières azotées qui sert de base à leur commercialisation [19] (tableau 1). Pour des valeurs élevées en MAT (24 à 25 % de la MS), la valeur énergétique de la luzerne déshydratée est inférieure à celle du maïs grain et de l'orge (respectivement de 30 et 15 %) maïs, en revanche, elle est supérieure de 20 % à celle d'un tourteau de tournesol et proche de celle de l'ensilage de maïs. Ces résultats revalorisent la valeur énergétique de la luzerne déshydratée lorsqu'elle est utilisée en quantité limitée, comme aliment concentré dans les rations.

mier cycle ou au stade végétatif, à une hauteur comprise entre 30 et 60 centimètres pour les autres cycles [3]. Dans la pratique, pour distribuer des luzernes au stade optimum tout au long de la saison estivale, l'éleveur devra prendre en compte plusieurs paramètres tels que la surface à faucher quotidiennement en fonction de la croissance de la plante, les surfaces réservées aux repousses, la précocité plus ou moins élevée des variétés utilisées.

Pour constituer une ration équilibrée en énergie et en azote, la luzerne est souvent associée à d'autres fourrages. Les perfor-

mances du mélange varient en fonction du type de fourrage associé (tableau 6).

Lorsque la luzerne en vert est associée au maïs, les performances obtenues sont satisfaisantes car la valeur azotée de la luzerne complète bien l'énergie de l'ensilage de maïs. En revanche, associée à de l'ensilage d'herbe, la luzerne ne fournit pas d'aussi bonnes performances laitières (diminution des quantités et des taux butyreux et protéique) en raison d'une plus faible valeur énergétique de la ration, d'un excès d'azote dégradable et, parfois, d'une ingestion plus limitée des ensilages d'herbe.

## Utilisation de la luzerne dans la ration de la vache laitière

### La luzerne en vert

La fauche et la distribution à l'auge constituent une excellente forme d'utilisation de la luzerne durant la période estivale. Dans le cas de troupeaux laitiers à haut niveau de production qui ont des besoins énergétiques élevés, la luzerne devra être fauchée précocement, au début du stade bourgeonnement du pre-

## Tableau 3

Composition du fourrage frais et du foin pour la luzerne et pour des graminées fourragères (d'après Michalet-Doreau *et al.* [13])

Fourrage	Protéines totales (% MS)	N soluble (% N)	Fibres totales (% MS)
Foin de graminées	12,0	31,6	31,0
Différence par rapport au fourrage frais	- 0,7 <sup>a</sup>	+ 6,8 <sup>a</sup>	+ 2,1 <sup>a</sup>
Foin de luzerne	14,0	35,7	34,0
Différence par rapport au fourrage frais	- 2,1 <sup>b</sup>	- 1,6 <sup>b</sup>	+ 3,0 <sup>a</sup>

MS : matière sèche ; N : azote.

a, b : des lettres différentes dans une même colonne indiquent une différence significative (P < 0,05).

### Fresh forage and hay composition of lucerne and various grasses

## Tableau 4

Comparaison des compositions azotées de la luzerne fraîche et de la luzerne ensilée (d'après Nagel et al. [14])

	MS (%)	pH	N total (% MS)	N non protéique	Azote total (%) NH <sub>3</sub>	Acides aminés libres
Luzerne fraîche	36,7	5,98	3,62	17,0	0,41	5,2
Luzerne ensilée	38,3	4,48	3,42	43,1	6,39	31,2

MS : matière sèche ; N : azote.

Comparison of nitrogen compositions of fresh and ensiled lucerne

## Tableau 5

Composition azotée de l'ensilage de luzerne (80 % de luzerne et 20 % de fêleole) pour différentes teneurs en MS (d'après Campbell et al. [16])

Teneur en MS de l'ensilage (%)	27,00	46,00	56,00
N soluble (%)	66,88	61,15	55,05
N ammoniacal (% N)	13,01	10,90	8,45
N insoluble digestible (%)	21,41	24,75	27,01
N dégradable (%)	75,81	75,24	65,01
Azote digestible (%)	88,29	85,89	82,06

MS : matière sèche ; N : azote.

Nitrogen composition of ensiled lucerne at various dry matter contents

L'association de la luzerne à l'ensilage de maïs est donc recommandée sur la base du tiers à la moitié de la ration de base totale. Au-delà, les quantités de céréales exigées sont difficilement compatibles avec le niveau de production moyen du troupeau. Ainsi, une ration comprenant de 30 à 50 % de luzerne en mélange avec l'ensilage de maïs est globalement équilibrée, pour une production de 13 à 14 kilos de lait : au-delà de ce seuil, on peut distribuer un concentré de production [11].

Faire pâturer la luzerne n'est pas courant ni sans risque. Les possibilités de météorisation sont importantes (en liaison avec l'ingestion privilégiée des feuilles et du haut de tiges), alors que, à l'auge, la vache ingère l'ensemble de la plante hachée (feuilles + tiges). Ainsi, on conseille de ne pas faire pâturer les premier et deuxième cycles, d'autant que le piétinement pourrait compromettre la pérennité de la culture. Pour les autres cycles, il est recommandé de faire pâturer des repousses âgées d'au moins

5 semaines, ou d'implanter une association luzerne-graminées [11]. Dans ces conditions, le pâturage peut couvrir une production d'au moins 10 kilos de lait en plus des besoins d'entretien [20].

### Le foin de luzerne

Il est difficile de satisfaire les besoins énergétiques des VLHP à partir du seul foin de luzerne, même de haute qualité. Ainsi, une ration constituée de 68 % de foin de luzerne récolté au stade végétatif, de 20,7 % de maïs grain et de 10,4 % de pulpe de betterave mélassée avec addition de vitamines et de minéraux satisfait les besoins de vaches Holstein en début de lactation produisant 32 kg/jour de lait à 4 % de MG [21].

Lorsque l'on cherche à minimiser l'apport d'aliments complémentaires et à maximiser l'apport de fourrage en distribuant ce dernier à volonté, la luzerne permet d'équilibrer la ration uniquement avec des céréales (sans apport de tourteaux), mais conduit à un fort excédent

d'azote qui constitue, d'une part, un gaspillage et, d'autre part, une cause de pollution due aux rejets dans les urines (tableau 7).

L'association du foin de luzerne à l'ensilage de maïs s'avère intéressante par rapport à l'ensilage de maïs ou au foin seuls. Le foin de luzerne doit faire l'objet d'un juste compromis « fibres/valeur énergétique » (soit 1,5 à 2,5 kg de foin/vache/jour). Il pourrait exister alors un effet d'associativité chez les vaches produisant plus de 25 kilos de lait, l'activité cellulolytique des micro-organismes du rumen augmentant du fait de la moindre teneur en amidon de la ration. Au-delà, la matière sèche de la luzerne se substitue à celle de l'ensilage de maïs, ce qui risque de diminuer le niveau énergétique de la ration totale, s'il n'est pas compensé par un supplément de concentrés [11].

### L'ensilage de luzerne

L'ensilage de luzerne sans conservateur présente une faible valeur PDIA malgré une teneur en matières azotées totales élevée. Ce déséquilibre constitue le premier facteur limitatif de la production laitière avant la teneur en énergie de l'ensilage de luzerne (tableau 8). La réponse de vaches Holstein recevant uniquement de l'ensilage de luzerne avec différentes infusions au niveau de l'abomasum montre que les rations distribuées sont déficientes en énergie et en protéines (traitements 2, 3 et 4). Une large réponse à l'infusion post-ruminale de protéines, alors que la réponse à l'infusion de glucose est faible, indique que la production laitière est d'abord limitée par les protéines absorbées, mais que, une fois ce manque comblé, la réponse à l'apport d'énergie peut s'exprimer [22].

## Tableau 6

Utilisation de la luzerne en vert par des troupeaux de vaches laitières dans deux régions différentes (d'après ITEB, ITCF, GNIS [11])

	Luzerne en vert + ensilage maïs		Luzerne en vert + ensilage d'herbe	
	Morbihan	Dordogne	Morbihan	Dordogne
Nombre d'élevages	7	2	7	2
Ingestion (kg MS/VL/j)				
– luzerne	5,8	8,6	5,9	8,4
– ensilage	5,6	6,6	5,9	6,9
– total fourrage	14,0	15,2	13,7	15,3
– concentré (kg brut)	2,9	2,4	3,2	3,2
Performances				
– lait 4 % MG (kg/VL/j)	20,4	17,4	17,7	14,3
– TB (‰)	37,6	40,3	37,1	34,2
– TP (‰)	29,8	32,7	29,1	28,5
Lait permis par les UFL de la ration de base (kg)	14,0	12,2	10,6	7,4

MS : matière sèche ; VL : vache laitière ; TB : taux butyreux ; TP : taux protéique ;  
UFL : unité fourragère « lait ».

Use of green lucerne by dairy cows in two different areas

## Tableau 7

Intérêt du foin de luzerne distribué seul ou associé à l'ensilage de maïs (50/50) dans l'alimentation des vaches laitières (d'après Journet [3])

	Ensilage de maïs seul	Ration de base* Foin de luzerne seul	Ensilage de maïs (50 %) + foin de luzerne (50 %)
Fourrage ingéré (kg MS/VL/j)	15,4	14,5	15,6
Complémentation (kg MS)			
– céréales	4,4	11,0	7,2
– tourteau de soja	2,7		1,2
Bilan azoté (g) (apports-besoins) {			
PDIN	+ 110	+ 440	+ 250
PDIE	0,0	+ 490	+ 200

MS : matière sèche ; VL : vache laitière ; PDIN et PDIG : voir figure 2.

\* Calculée pour satisfaire les besoins énergétiques d'une vache laitière pesant 650 kg et produisant 35 kg de lait (4 % TB et 3 % TP).

Value of dairy-cow diets based on lucerne hay or on maize silage and lucerne hay (50/50)

## Tableau 8

Réponse à l'infusion de glucose et/ou de protéines dans l'abomasum de vaches recevant des rations à base d'ensilage de luzerne (98,2 % MS + minéraux) (d'après Dhiman *et al.* [22])

Traitement + infusion dans l'abomasum	1 Témoin non traité	2 Glucose (1 kg/j)	3 Protéines de soja (1,22 kg/j)	4 Glucose + protéines de soja
Réponse au traitement				
Lait (kg/VL/j)	27,0	27,8	30,5	33,9
Lait 3,5 % MG (kg/VL/j)	27,6	25,3	31,2	32,8
TP (‰)	27,9	25,2	28,4	29,5
TB (‰)	36,1	29,8	36,1	33,2
Urée (mM)	5,9	5,2	7,3	7,0

MS : matière sèche ; VL : vache laitière ; TP : taux protéique ; TB : taux butyreux.

Effect of intra abomasum infusion of glucose and/or protein supplementation to high lucerne silage diets during early lactation (98,2 % DM + minerals)

## Tableau 9

Effet du type de supplémentation protéique de l'ensilage de luzerne sur l'ingestion, le gain de poids, la production laitière et la composition du lait (d'après Broderick [23])

Rations isoprotéiques (% MS)	Essai 1		Essai 2	
	70 %		56 %	
	- Ensilage luzerne (39 % de MS)		- Ensilage luzerne (39 % de MS)	
	25 %		38 %	
	Tourteau soja 4,3 %	Farine poisson 2,9 %	Tourteau soja 5,4 %	Farine poisson 3,7 %
Niveau d'ingestion (kg/MS/j)	22,9	23,2	21,5	21,7
Gain de poids vif (kg/j)	0,55	1,08	- 0,01	0,18
Lait (kg/j)	36,0	37,1	35,7	36,9
Lait 3,5 % de MG (kg/j)	34,0	35,9	34,5	35,6
TP (‰)	28,3	29,2	28,4	29,0
TB (‰)	32,9	33,3	33,2	33,1

MS : matière sèche ; MG : matière grasse ; TP : taux protéique ; TB : taux butyreux.

### Effect of lucerne silage protein supplementation on intake, liveweight gain, milk production and composition

Aussi est-il intéressant de compléter cet ensilage avec un produit riche en PDIA [23, 24]. Globalement, chez les vaches en début de lactation, la complémentation avec de la farine de poisson des rations à base d'ensilage de luzerne et de maïs grain humide entraîne des performances laitières supérieures à celles obtenues avec une complémentation à base de tourteau de soja (tableau 9). De plus, à même quantité de MS ingérée pour les deux types de complémentation, la reprise de poids est légèrement supérieure avec la farine de poisson.

Avec des proportions d'ensilage de luzerne plus élevées (80 à 85 %), l'effet de la farine de poisson est moins marqué et les rations sont excédentaires en PDI. D'autres sources de complémentation azotée (farine de viande, caséine) ont été utilisées pour des vaches laitières en fin de lactation consommant à volonté de l'ensilage de luzerne (85 à 90 % de la matière sèche de la ration) [24]. Cette complémentation permet d'augmenter significativement (par rapport au régime témoin) les productions de lait, de protéine et de lactose. On constate également de meilleures performances zootechniques avec la caséine comparée à la farine de viande ; cet effet pourrait provenir d'un accroissement de la production microbienne et de son influx dans le tractus digestif permettant d'améliorer les bilans énergétique et protéique de l'animal.

Pour limiter les inconvénients ci-dessus, l'ensilage de luzerne a été utilisé dans des rations mixtes avec de l'ensilage de maïs

[25]. Cinq essais ont été conduits de 1982 à 1987 par l'Institut de l'élevage, la Chambre d'agriculture de l'Isère et l'EDE des Côtes d'Armor pour comparer l'utilisation d'une ration mixte ensilage de luzerne + ensilage de maïs à une ration ensilage de maïs seul. Les ensilages de luzerne ont été récoltés après ressuyage ou préfanés, avec addition d'un conservateur acide. La même quantité de concentré (céréales et tourteaux) a été apportée pour les deux traitements, mais avec une composition différente pour tenir compte de la valeur azotée de la légumineuse.

Par rapport à l'ensilage de maïs seul, la ration mixte entraîne une légère diminution de consommation de matière sèche avec des ensilages de luzerne peu ou pas préfanés. En revanche, cette dépression s'annule lorsque la teneur en matière sèche de l'ensilage de luzerne est supérieure à 28 % (tableau 10).

Lorsque l'ensilage de luzerne représente plus de 50 % de la ration de base, on observe un effet dépressif sur l'ingestion. L'association ensilage de maïs et de luzerne en quantités identiques (50/50) réduit la production de 0,6 kilo de lait par rapport à une ration ensilage de maïs seul. Cette différence s'annule lorsque la luzerne ne représente que 28 % de la matière sèche de la ration. L'ensilage de luzerne entraîne également une réduction de la production de matières grasses et, par suite, du taux butyreux (TB) (- 0,4 point). Le taux protéique (TP), lui aussi, diminue de 1 point, ce qui est à

relier à l'apport énergétique plus faible de la ration. Enfin, la reprise de poids est plus faible (en moyenne de 100 g) avec des rations mixtes (50/50).

D'une manière générale, la valeur laitière de rations mixtes ensilage de luzerne et de maïs est inférieure à celle d'une ration ensilage maïs seul, mais demeure satisfaisante. Les taux azotés et butyreux sont pénalisés, mais ce handicap peut sans doute être limité, voire annulé, en utilisant une complémentation à base de blé, très efficace pour améliorer le taux protéique [25]. Si on limite la part d'ensilage de luzerne de bonne qualité au tiers de la ration, on peut espérer des performances laitières identiques à celles obtenues avec de l'ensilage de maïs seul, voire même une amélioration de la valeur laitière de la ration totale aux dépens d'une moindre reprise de poids [11].

### La luzerne déshydratée

Des rations constituées de 60 à 75 % de bouchons de luzerne peuvent être efficacement valorisées par les vaches laitières, sans anomalies de santé. Le lait est plus riche en protéines et plus pauvre en matière grasse, ce qui est actuellement recherché dans la plupart des pays [3]. Toutefois, pour des vaches à haut niveau de production, de telles rations risquent d'avoir une « fibrosité » trop faible.

Par rapport à des régimes à base d'ensilage de maïs et de foin, les rations constituées essentiellement de bouchons de luzerne à 16 ou 21 % de matières azo-



**Tableau 10**

**Différence d'ingestion d'une ration mixte (ensilage de luzerne + ensilage de maïs) par rapport à une ration ensilage de maïs seul (d'après Chenais *et al.* [25])**

Date de l'essai	Luzerne dans la ration (%)	Différence d'ingestion par rapport au maïs seul	
		kg MS	%
Ensilage de maïs : MS 30 % Ensilage de luzerne humide ou ressuyé MS < 28 % :			
1982	28	- 0,7	- 6,5
1983	49	- 0,2	- 1,5
1984	49	- 0,5	- 3,4
Ensilage de maïs : MS > 30 % Ensilage de luzerne préfané MS > 28 % :			
1985	48	+ 0,2	+ 1,3
1986	49	+ 0,5	+ 3,6

**Intake differences between mixed diet (luzerne silage + maize silage) and maize silage diet**

tées totales ont entraîné une baisse du taux butyreux de 3 points. Des chutes supplémentaires du taux butyreux ont été observées et sont directement liées à un broyage très fin de la luzerne déshydratée avant ou en cours d'agglomération des bouchons [26, 27] ; elles résultent d'une diminution importante du rapport acétate/propionate dans le rumen. En revanche, les régimes à base de luzerne déshydratée à 21 % de matières azotées totales, et donc à valeur énergétique élevée (tableau 2), ont permis d'augmenter

le taux protéique (+ 1,7 point), alors qu'il a baissé avec les luzernes à 16 % de matières azotées totales [3].

En association à l'ensilage de maïs dans des rations mixtes, la luzerne déshydratée s'avère intéressante pour corriger un grand nombre de déséquilibres nutritionnels (pauvreté en azote dégradable, en lysine et méthionine, en calcium et phosphore, en fibres longues). Ce rôle correcteur est d'autant plus efficace que sa teneur en matières azotées totales est élevée, permettant d'assurer un apport énergétique important.

Peyraud *et al.* [27-29] ont tenté de définir les modalités d'apport de luzerne déshydratée (dose, forme et présentation) comme fourrage complémentaire de l'ensilage de maïs et de quantifier les effets sur la composition du lait produit. Les différents concentrés ont été formulés de manière à réaliser des apports iso-énergétiques et iso-azotés pour tous les traitements (tableau 11).

Des quantités modérées de luzerne déshydratée peuvent donc être utilisées en remplacement de l'ensilage de maïs dans les rations pour vaches laitières hautes productrices. L'apport de 2,5 kilos de luzerne déshydratée a stimulé l'ingestion totale de la ration et a permis d'améliorer légèrement le bilan énergétique des animaux, tout en modifiant de façon intéressante la production et la composition du lait (baisse du taux butyreux sans affecter le taux protéique). De plus, la valeur azotée élevée de la luzerne déshydratée permet, lorsqu'elle est utilisée en substitution du maïs, de réduire l'apport d'azote par les tourteaux.

L'introduction de 5 kilos de luzerne déshydratée a entraîné une légère baisse du taux protéique (- 0,6 point) liée à une diminution des apports énergétiques. Le mode de présentation de la luzerne ne semble pas avoir d'effet significatif : les quantités totales ingérées ont été supérieures avec un apport de 2,5 kilos de luzerne comparé au témoin, mais l'effet stimulant sur l'ingestion a disparu avec un apport de 5 kilos de luzerne en brins longs.

**Tableau 11**

**Effet de la quantité et de la forme de présentation de la luzerne déshydratée sur les performances zootechniques (d'après Peyraud *et al.* [27, 29])**

Régime	Ensilage de maïs à volonté			
	+ concentré équilibré (témoin)	+ 2,5 kg MS luzerne déshydratée - brins longs	+ 5 kg MS de luzerne déshydratée - brins longs	+ 5 kg MS de luzerne déshydratée broyée
Lait (kg/VL/j)	30,4	31,0	30,3	30,7
Lait 4 % (kg/VL/j)	30,6	30,6	29,9	30,4
TB (‰)	41,0 <sup>a</sup>	39,6 <sup>b</sup>	39,5 <sup>b</sup>	39,7 <sup>b</sup>
TP (‰)	30,7 <sup>a</sup>	30,5 <sup>ab</sup>	30,1 <sup>b</sup>	30,1 <sup>b</sup>
MG (g)	1 232,0	1 211,0	1 187,0	1 206,0
M. protéiques (g)	925,0	940,0	907,0	917,0
Poids vif (kg)	617,0	616,0	609,0	613,0

a, b : les lettres différentes sur une même ligne indiquent une différence significative (P < 0,02). MS : matière sèche ; VL : vache laitière ; TB : taux butyreux ; TP : taux protéique ; MG : matière grasse.

**Effect of amount and form of dried alfalfa feed on animal performances**

**Tableau 12**

**Conservation et contamination butyrique de balles rondes enrubannées de luzerne selon la teneur en matière sèche (d'après Le Gall *et al.* [31])**

	Classe de matière sèche (%)				Moyenne	Objectif
	< 40	≥ 40 et 48	> 48 et ≤ 55	> 55		
Nombre	8	9	14	11	42	
% MS	29,1	44	51	64,6	47,2	
MAT (g/kg MS)	237	214	206	198	214	
pH	5,7	6	5,7	5,8	5,8	
N soluble (%)	57,7	49,3	48,6	32,1	46,9	< 50
N-NH <sub>3</sub> (% N total)	13,4	7	5,4/2,7	6,6		< 8
A. acétique (g/kg MS)	40	12,4	8,5	3,7	14,1	< 20
A. propionique (g/kg MS)	1,5	0,8	0,4	0,2	0,6	< 1
A. butyrique (g/kg MS)	3,8	1,7	0,6	0,3	1,4	< 1
Éthanol (g/kg MS)	8,0	7,5	4,7	4,7	5,9	
Méthanol (g/kg MS)	2,5	0,7	1,1	0,7	1,2	
Spores (nombre/g, moyenne logarithmique)	700	46	36	25	65	< 100

MS : matière sèche ; N : azote.

**Conservation and butyric contamination of wrapped, round bales of lucerne according to DM content**

## Perspectives d'utilisation de la luzerne

La principale cause de régression de l'utilisation de la luzerne en France est sa trop faible teneur en énergie et ce recul s'est accentué avec l'augmentation du potentiel de production des animaux. Les possibilités de développement des légumineuses vont dépendre, à l'avenir, soit d'avancées technologiques permettant d'accroître leur compétitivité, soit des contraintes issues du nouveau contexte socio-économique et environnemental [30]. Parmi les avancées technologiques, deux nouveautés peuvent accroître à court terme l'intérêt zootechnique de la luzerne : la conservation par enrubannage et la sélection de variétés à haute valeur alimentaire.

### L'enrubannage

La technique de récolte en balles rondes enrubannées allie la conservation de type ensilage à une récolte proche d'un chantier de foin [11]. Elle minimise la dégradation des protéines, puisque la teneur en matière sèche à la récolte est élevée, et résout les difficultés quant à la réussite de l'ensilage. La moindre teneur en

matière sèche nécessaire par rapport au foin limite les pertes de feuilles dues aux opérations de fanage. Enfin, la date de fauche peut être avancée en raison de la souplesse du chantier et de sa sécurité par rapport aux aléas climatiques.

L'absence de hachage du fourrage pressé en balles rondes modifie les processus de conservation par rapport à l'ensilage. Les sucres nécessaires à l'acidification restent emprisonnés dans la structure de la plante de sorte que les fermentations démarrent lentement. De plus, l'air résiduel est plus important que dans le cas d'une coupe fine et contribue à l'échauffement du fourrage. Il est donc nécessaire d'obtenir une teneur en matière sèche élevée à la récolte pour compenser cette moindre aptitude à la conservation. Sur balles rondes enrubannées, récoltées essentiellement en deuxième et troisième coupes, la conservation est médiocre en deçà du seuil de 40 % de matière sèche, bonne entre 40 et 50 % de matière sèche, excellente au-delà (*tableau 12*) [31].

Les observations au sein d'un groupe d'éleveurs de Dordogne (utilisant la luzerne en complément de l'ensilage de maïs à raison de 3 à 5 kg de matière sèche/vache/jour) font état d'une bonne valeur alimentaire de l'enrubannage, supérieure à celle du foin et au moins équivalente à celle de l'ensilage coupe fine, avec une ingestibilité remarquable.

### Utilisation de la variabilité génétique de la luzerne

Un génotype expérimental de luzerne (hybride double 63 28 P) a été obtenu à la station d'amélioration des plantes de Lusignan [32]. Il apparaît un peu plus pauvre en matière sèche que le témoin (20,3 contre 21,1 %) mais, en revanche, il est sensiblement mieux ingéré par les moutons (+ 5 %) que la variété Europe. À même stade végétatif, la luzerne 63 28 P est plus feuillue, plus riche en matière azotées, plus pauvre en parois lignocellulosiques (*tableau 13*) et présente, de ce fait, des valeurs azotées et énergétiques supérieures. Elle se caractérise également par un port moins dressé et un rendement plus faible à la récolte en fauche (- 10 %).

La luzerne cv. 63 28 P est plus digestible que la variété Europe, aussi bien dans les mesures sur animaux (+ 2,7 points, soit + 4 %) que d'après les déterminations en laboratoire (+ 3,8 points en digestibilité enzymatique). Si on calcule la valeur énergétique de ces deux luzernes, l'écart entre les génotypes est de 0,05 UFL (0,75 contre 0,80) en faveur de 63 28 P.

Au cours de trois essais, les performances zootechniques de VLHP (près de 8 000 kg de lait/vache par an) recevant à volonté, en trois repas par jour, de la luzerne verte des deux cv. testés (63 28 P

**Tableau 13****Caractéristiques du cv. expérimental 63 28 P comparativement au cv. Europe [3]**

		Europe	63 28 P
Production	MS (t/ha)	9,7	8,2
	Feuilles (%)	50,0	57,0
Composition	Matières azotées (% MS)	18,3	20,7
	Cellulose brute (% MS)	32,1	26,6

MS : matière sèche ; CV : cultivars.

**Comparison of the experimental '63 28 P' and 'Europe' lucerne cultivars**

et Europe) ont été enregistrées, durant la deuxième partie de la lactation. Un concentré de production riche en céréales était distribué aux VLHP produisant plus de 18 kilos de lait, à raison de 1 kilo pour 3 kilos de lait. Les vaches ont ingéré en plus grande quantité du cv. 63 28 P que du cv. Europe (+ 12 %) malgré une teneur en matière sèche plus faible (- 1 point). Les productions laitières ont été nettement supérieures avec le cv. 63 28 P (+ 7 % en moyenne sur les trois essais) (tableau 14).

Lors de la comparaison de l'utilisation en vert de ces deux variétés de luzerne [3], on a obtenu une baisse du taux butyreux de 1,3 point, mais une augmentation du taux protéique de 1,5 point due à un niveau d'ingestion d'énergie supérieur à

celui du cv. 63 28 P. Ainsi, la prise en compte de la variabilité génétique de la valeur alimentaire de la luzerne pourrait aboutir à la mise à disposition des éleveurs de variétés permettant d'accroître l'apport d'énergie par les fourrages chez les vaches laitières à potentiel élevé qui sont en déficit énergétique dans la première partie de la lactation.

**Conclusion**

La luzerne est un fourrage de qualité pour le rationnement des vaches laitières à haute production. Elle permet un bon niveau d'ingestion ainsi qu'un apport protéique élevé, surtout sous forme

déshydratée. Grâce à sa richesse en calcium et en oligo-éléments, elle assure un bon pH ruminal de même qu'un développement optimal des micro-organismes du rumen. De plus, elle améliore la fibrosité de la ration, propriété importante pour les vaches à forte production qui consomment des quantités élevées d'ensilage de maïs ou de céréales. Enfin, la luzerne a des qualités agronomiques reconnues et peut jouer un rôle déterminant dans la protection des nappes phréatiques (couverture hivernale du sol et fixation symbiotique de l'azote). Mais ces avantages ne doivent pas cacher ses limites : faible valeur énergétique qui peut être encore diminuée par une conservation délicate sous forme de foin et d'ensilage, lequel apporte des quantités trop élevées de matières azotées dégradables.

Les rations à base de luzerne, quelle que soit sa forme, ne posent pas de problème métabolique majeur mais sont excédentaires en matières azotées, d'où une excrétion accrue d'azote dans les urines qui nuit à la protection de l'environnement. Par ailleurs, le déficit énergétique de ces rations implique une complémentarité importante en céréales pour l'alimentation des vaches fortes productrices. Lorsque la luzerne entre dans une ration mixte avec de l'ensilage de maïs, elle ne doit représenter qu'une part limitée de la ration de base (par exemple 1/3 ensilage de luzerne, 2/3 ensilage de maïs), de

**Tableau 14****Composition chimique des cv. de luzerne 63 28 P et Europe. Quantités ingérées et performances des vaches laitières au cours de trois essais (d'après Émile et al. [33])**

	Essai 1 1 <sup>re</sup> coupe 1990		Essai 2 2 <sup>e</sup> coupe 1990		Essai 3 1 <sup>re</sup> coupe 1991	
	63 28 P	Europe	63 28 P	Europe	63 28 P	Europe
Composition chimique :						
- MS (%)	17,6	18,8	18,5	20,3	17,8	17,9
- MAT (% MS)	20,0	18,4	21,0	18,2	20,3	18,6
- CB (% MS)	28,0	33,2	27,6	31,1	23,6	26,7
Digestibilité ( <i>in vitro</i> ) (%)	66,2	60,5	67,7	63,4	69,2	64,3
Performances zootechniques :						
- nombre d'animaux	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
- quantités ingérées (kg/MS)	17,4	15,0	17,8	15,7	18,9	17,6
- lait brut (kg/ML/j)	23,7	22,3	19,7	17,8	24,0	23,1

MS : matière sèche ; MAT : matières azotées totales ; cv : cultivars.

**Chemical composition of the '63 28 P' and 'Europe' lucerne cultivars: intake and increase of production in dairy cows during 3 trials**

manière à ne pas faire baisser l'ingestion globale d'énergie et la production de lait. Dans ces proportions, la luzerne fait baisser le taux butyreux du lait alors que le taux protéique reste stable ou augmente légèrement.

Le développement de la luzerne dans les exploitations d'élevage en France pourra se réaliser sur la base de l'augmentation de sa valeur énergétique, en sélectionnant de nouvelles variétés, et de la limitation des pertes au cours de la récolte et de la conservation.

Les perspectives les plus prometteuses dans ce domaine sont l'enrubannage de la luzerne à teneur en matière sèche élevée et la sélection génétique entreprise à la station de recherches INRA de Lusignan ■

## Références

- Fau M. Le nouveau contexte agricole. Possibilité d'une nouvelle place pour les légumineuses fourragères. *Fourrages* 1993 ; 134 : 115-20.
- Le Gall A. Les grandes légumineuses : situation actuelle, atouts et perspectives dans le nouveau paysage fourrager français. *Fourrages* 1993 ; 134 : 121-44.
- Journet M. La luzerne dans l'alimentation des ruminants. In : *Eucarpia erba medica X<sup>e</sup> Conferenza Internazionale 15-19 juin 1992*. Lodi, 1992 : 18-32.
- Andrighetto I, Bailoni L, Cozzi G, Tolosa HF. Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfalfa and Italian raygrass. *J Dairy Sci* 1993 ; 76 : 2624-31.
- Hoffman PC, Sievert SJ, Shaver RD, Welch DA, Combs DK. *In situ* dry matter, protein, and fiber degradation of perennial forages. *J Dairy Sci* 1993 ; 76 : 2632-43.
- Dartevelle T. *Place de la luzerne dans l'alimentation des vaches laitières haute production*. Mémoire de fin de première année, Institut supérieur des productions animales, Rennes, 1990 ; 125 p.
- INRA. *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Ouvrage collectif dirigé par R. Jarrige. Paris : INRA éditions, 1988 ; 471 p.
- Beauchemin KA, Iwaasa AD. Eating and ruminating activities of cattle fed alfalfa or orchardgrass harvest at 2 stages of maturity. *Can J Anim Sci* 1993 ; 73 : 79-88.
- Nelson WF, Satter LD. Effect of stage of maturity and method of preservation of alfalfa on production by lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1990 ; 73 : 1800-11.
- Nelson WF, Satter LD. Impact of alfalfa maturity and preservation method on milk production by cows in early lactation. *J Dairy Sci* 1992 ; 75 : 1562-70.
- ITEB, ITCF, GNIS. *La luzerne, culture, utilisation*. Paris : ITCF, 1990 ; 39 p.
- Journet M. Perspectives de valorisation des grandes légumineuses par les herbivores. Intérêt zootechnique et qualité des produits animaux. *Fourrages* 1993 ; 134 : 229-41.
- Michalet-Doreau B, Ould-Bah MY. Influence of hay making on *in situ* degradability of forages in cows. *J Dairy Sci* 1992 ; 75 : 782-8.
- Nagel SA, Broderick GA. Effect of formic acid or formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutrient utilisation by dairy cows. *J Dairy Sci* 1992 ; 75 : 140-54.
- Broderick GA, Satter LD. High by-pass protein may be concern in feeding alfalfa forage-base diets. *Feedstuffs*, 10 septembre 1990 : 20-3.
- Campbell CP, Buchanan-Smith JG. Effect of alfalfa silage dry matter content on ruminal digestion and milk production in lactating dairy cows. *Can J Anim Sci* 1991 ; 71 : 457-67.
- Yang JH, Broderick GA, Koegel RG. Effect of heat treating alfalfa hay on chemical composition and ruminal *in vitro* protein degradation. *J Dairy Sci* 1993 ; 76 : 154-64.
- Broderick GA, Yang JH, Koegel RG. Effect of steam heating alfalfa hay on utilisation by lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1993 ; 76 : 165-74.
- Demarquilly C. Valeur énergétique des luzernes déshydratées. *Inra Prod Anim* 1993 ; 6 : 137-8.
- Mauries M. *Utilisation des légumineuses dans les systèmes fourragers pour vaches laitières de Rhône-Alpes*. Thèse de doctorat, Université de Languedoc ; 568 p.
- Kaiser RM, Combs DK. Utilisation of three maturities of alfalfa by dairy cows fed rations that contain similar concentrations of fiber. *J Dairy Sci* 1989 ; 72 : 2301-7.
- Dhiman TR, Cadorniga C, Satter LD. Protein and energy supplementation of high alfalfa silage diets during early lactation. *J Dairy Sci* 1993 ; 76 : 1945-59.
- Broderick GA. Relative value of fish meal versus solvent soybean meal for lactating dairy cows fed alfalfa silage as sole forage. *J Dairy Sci* 1992 ; 75 : 174-83.
- Robinson PH, Charmley E, McQueen RE. Protein supplementation of high protein alfalfa silage fed to lactating dairy cows. *Can J Anim Sci* 1992 ; 72 : 831-41.
- Chenais F, Le Gall A, Jullien JP. Intérêt de l'introduction d'ensilage de légumineuses dans les rations à base d'ensilage de maïs en production laitière. *Fourrages* 1993 ; 134 : 259-66.
- Shaver RD, Satter LD, Jorgensen NA. Impact of forage fiber content on digestion and digesta passage in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1988 ; 71 : 1556.
- Peyraud JL, Delaby L. Utilisation de la luzerne déshydratée par les vaches laitières. Influence de la quantité distribuée et de la forme de présentation. *Fourrages* 1993 ; 134 : 267-76.
- Peyraud JL, Delaby L, Marquis B. Intérêt de l'introduction de luzerne déshydratée en substitution de l'ensilage de maïs dans des rations de vaches laitières. *Ann Zootech* 1994 ; 43 : 91-104.
- Peyraud JL, Delaby L. Utilisation de la luzerne déshydratée de haute qualité dans les rations des vaches laitières. *Inra Prod Anim* 1994 ; 7 : 125-34.
- Journet M. Perspectives de valorisation des grandes légumineuses par les herbivores. Intérêt zootechnique et qualité des produits animaux. *Fourrages* 1993 ; 134 : 229-42.
- Le Gall A, Corrot G, Campagnaud M, Garrigue G. L'enrubannage : une technique pour optimiser la récolte de la luzerne. *Fourrages* 1993 ; 134 : 243-50.
- Émile JC, Traineau R. Effet de la variabilité génétique sur la digestibilité *in vivo* de la luzerne. *Fourrages* 1993 ; 134 : 251-4.
- Émile JC, Genier G, Guy P. Valorisation par des vaches laitières de deux génotypes de luzerne. *Fourrages* 1993 ; 134 : 255-8.

## Résumé

Malgré une régression importante de sa culture dans les régions d'élevage intensif, la luzerne a des atouts pour l'alimentation des vaches laitières à haute production (VLHP) : elle représente une source de protéines, de minéraux et d'oligo-éléments intéressante, malgré une teneur en énergie souvent limitée. Elle permet d'améliorer la fibrosité de la ration pour des vaches laitières qui consomment des quantités élevées d'ensilage de maïs ou de céréales. Dans ces conditions, la production laitière est maintenue avec une diminution du taux butyreux et une augmentation du taux protéique. En raison des difficultés rencontrées pour sa conservation et sa valorisation par les animaux (en particulier en remplacement partiel de l'ensilage de maïs dans la ration de base), la luzerne n'est pas compétitive par rapport à d'autres fourrages plus énergétiques et plus faciles à conserver. L'enrubannage et la sélection de variétés plus énergétiques et plus ingestibles devraient favoriser le développement de la luzerne. Sous forme déshydratée, elle peut également être utilisée en tant qu'aliment concentré, en complément de l'ensilage de maïs ou de céréales ; sa haute valeur énergétique et azotée devrait faciliter son utilisation par les VLHP. Outre l'évolution favorable de l'intérêt zootechnique de la luzerne, les aspects économiques, environnementaux et agronomiques pourraient également favoriser le développement de sa culture.