

Utilisation de la luzerne déshydratée par les vaches laitières : revue bibliographique

M. Mauriès

La consommation de fourrages verts déshydratés s'accroît régulièrement en France et en Europe depuis quelques années. En Europe, elle est passée de 1,8 millions de tonnes en 1987-1988 à 2,3 millions de tonnes la campagne suivante et à 2,8 millions en 1989-1990. La consommation française qui a été de 829 000 t en 1989-1990 ne cesse de progresser ; la France a doublé sa consommation en trois ans. Les luzernes déshydratées commercialisées actuellement sur le marché dosent 16-18% de matières azotées et sont utilisées dans l'alimentation des volailles, des lapins et des ruminants.

Les essais zootechniques réalisés en France, mais surtout aux Etats-Unis et au Canada, apportent des éléments de réponse sur l'utilisation de ce produit par les vaches laitières.

La luzerne peut être utilisée sous différentes formes par les bovins : en vert, en ensilage, en foin et sous forme de produit déshydraté. La déshydratation est le mode de conservation qui préserve le mieux la qualité initiale du fourrage vert sur pied. La valeur énergétique n'est pas modifiée et la valeur azotée est améliorée par

MOTS CLÉS

Aliment concentré, fourrage, luzerne déshydratée, production laitière, ration alimentaire, valeur alimentaire.

KEY-WORDS

Concentrate feed, dairying, dehydrated lucerne, diet, feeding value, forage.

AUTEUR

Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, B.P. 748, F-49007 Angers Cedex.

le phénomène de tannage qui protège les protéines alimentaires de la dégradation dans le rumen.

Dans cet article sont présentés les principaux facteurs de variation influençant l'utilisation de la luzerne déshydratée par les vaches laitières : précocité et mode de récolte, type de broyage, nature de la ration de base et niveaux de complémentation.

Précocité de récolte

Les performances zootechniques des animaux sont étroitement liées à la qualité de la luzerne sur pied, et en particulier à sa teneur en matières azotées (MAT) et en cellulose (CB).

Le stade optimum de récolte se situe au bourgeonnement (DEMARQUILLY, 1982), lorsque les boutons floraux sont formés sans que les pétales soient visibles. A ce stade, la plante dépasse 18% de matières azotées si elle est cultivée dans de bonnes conditions, c'est-à-dire sans adventices et avec une fertilisation adéquate (MAURIÈS, 1988).

Lorsque la teneur en matières azotées dépasse 18% pour atteindre 20 à 22%, on observe chez la vache laitière une augmentation du taux protéique du lait (3,38 contre 3,33%) et de la reprise de poids des animaux (740 contre 560 g/jour). En revanche, la production de lait 4%, l'ingestion et le taux butyreux ne sont pas modifiés (WALDERN et BAIRD, 1967). Ces améliorations sont directement liées à la digestibilité de la matière sèche qui augmente parallèlement à la digestibilité de la cellulose (58,2 contre 47,2%).

L'animal satisfait à la fois ses besoins azotés et énergétiques : l'augmentation de la valeur azotée de la luzerne se traduit par un supplément d'énergie disponible comme le prouve l'augmentation du taux protéique du lait et la reprise de poids des animaux. La luzerne agirait par une double action :

— directe : par son apport azoté qui va favoriser l'activité de la flore microbienne, en particulier la flore cellulolytique, utile pour la dégradation de tous les constituants de la ration. Cet apport azoté sera d'autant mieux valorisé qu'il pourra agir en synergie avec des substrats énergétiques qui présenteront des cinétiques de dégradation proches comme c'est le cas pour l'ensilage de maïs ;

— indirecte : par la fourniture d'énergie, non seulement sous forme d'acides gras volatils mais aussi sous forme de glucose fabriqué dans le foie à partir des acides aminés des corps microbiens formés dans le rumen, ce glucose pouvant être utilisé pour la synthèse du lactose du lait.

Pour des fourrages récoltés au delà du bourgeonnement, aux stades début floraison ou floraison, la teneur en matières azotées est inférieure à 18%. La teneur en cellulose augmente beaucoup, en rapport avec le vieillissement de la plante dont le rapport feuilles/tiges diminue, entraînant l'augmentation du taux de cellulose brute et la réduction des matières azotées (DEMARQUILLY, 1982). Parallèlement, la lignification des parois végétales augmente, provoquant une diminution de la digestibilité de la cellulose.

Dans le cas des luzernes déshydratées broyées et agglomérées distribuées à volonté à des taurillons et à des bouvillons, la diminution de digestibilité peut être compensée par une augmentation de la quantité ingérée de sorte que la quantité de matière organique digestible ingérée n'est pas modifiée (BÉRANGER, 1968 ; HORTON et HOLMES, 1977) mais l'efficacité alimentaire, exprimée en kg de gain par kg de MS ingérée, diminue.

Avec des luzernes de qualité médiocre (teneur en MAT inférieure à 18%), les performances zootechniques inférieures sont le plus souvent le reflet de la baisse de valeur alimentaire et d'une certaine compensation par l'animal qui ingère plus.

Mode de récolte

Le mode de récolte de la luzerne à 20% de MAT déshydratée soit après une récolte en coupe directe (25% MS), soit après préfanage (40% MS), ne modifie pas les performances de croissance de bouvillons lorsque les conditions climatiques à la récolte sont favorables (KLOPFENSTEIN et al., 1978).

Néanmoins le préfanage, qui permet d'éliminer une partie de l'eau contenue dans la plante, pourrait s'avérer intéressant d'un point de vue économique en réduisant les tonnages transportés et surtout la consommation d'énergie utilisée pour la déshydratation proprement dite. Cette technique n'est valable qu'en conditions climatiques favorables limitant les pertes au champ, notamment celles qui sont liées à la respiration des plantes (sucres, MS), au lessivage par la pluie (sucres, azote, minéraux, vitamines) et les pertes mécaniques à la récolte (feuilles ; DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1988).

Finesse de broyage

Avec un broyage relativement grossier de la luzerne déshydratée (grille de broyage à 10 mm), l'efficacité alimentaire sur taurillons est supérieure de 12% (kg MS ingérée/kg de gain de poids vif) comparativement à un broyage fin (3 mm ; BÉRANGER, 1968). En effet, la taille des particules de luzerne joue directement sur leur vitesse de transit dans le rumen. Plus les particules de luzerne sont petites, plus :

— l'ingestibilité augmente car le transit s'accélère, la panse se vide et l'animal la remplit à nouveau ;

— la production de salive diminue car le temps de mastication est très réduit ;

— les surfaces d'attaque pour les micro-organismes du rumen sont importantes ; les fermentations sont donc très actives, provoquant une baisse rapide du pH du rumen, baisse non compensée par l'apport de salive dont le rôle est justement de tamponner l'acidité dans la panse ;

En fin de compte, lorsque les particules de luzerne sont petites, les bactéries cellulolytiques se trouvent placées dans des conditions de pH acide qui leur sont défavorables, l'activité cellulolytique est réduite et s'exerce pendant moins longtemps par suite de la diminution du temps de séjour dans le rumen, d'où une mauvaise valorisation de la partie fourragère de la ration. On observe alors une diminution globale de la digestibilité qui se traduit par une plus ou moins grande variation des performances zootechniques qui peuvent être détériorées, non modifiées, ou améliorées selon l'intensité de broyage utilisée.

Les luzernes déshydratées agglomérées sont obtenues de diverses façons :

— avec agglomération par une presse à filière sans broyage préalable : il s'agit alors de "cobs" ou, en français, de "luzerne compactée" ;

— avec agglomération dans une presse à piston sans broyage préalable : ces luzernes sont alors qualifiées de "wafers", "wafered" ou "cubed" dans la littérature anglo-saxonne, de "luzerne comprimée" en français ;

— avec broyage préalable : il s'agit alors de "pellets" ou "luzerne condensée" ; leur valeur alimentaire dépend de la finesse de broyage (DEMARQUILLY, 1991).

La forme broyée et agglomérée est mieux consommée que la forme simplement agglomérée sans broyage préalable, mais elle donne de moins bonnes performances laitières lorsqu'elle représente le seul fourrage de la ration (KORIATH et PIATKOWSKI, 1971).

Nature de la ration de base

La luzerne déshydratée peut être utilisée en tant que fourrage par les vaches laitières. Elle constitue alors l'essentiel (10 à 13 kg MS) de la ration de base, associée à un petit complément de foin ou d'ensilage pour faire fonctionner correctement le rumen. Dans la majorité des essais américains, la luzerne déshydratée a été étudiée en remplacement d'une partie des céréales et des tourteaux de l'aliment concentré. Dans ce cas, elle est considérée comme un concentré et constitue une fraction beaucoup plus faible de la ration totale, de l'ordre de 3 à 5 kg MS/vache.jour.

Les effets quantitatifs et qualitatifs de la luzerne déshydratée sont présentés ci-dessous en fonction d'une part des fourrages qui lui sont associés et d'autre part des quantités de luzerne consommées.

• Rations avec foin et luzerne

Des quantités modérées de luzerne déshydratée (2 à 6 kg, 18-21 % de MAT), substituées à un concentré à 16 % de MAT, et associées à du foin de qualité moyenne (13 % de MAT) se traduisent par une augmentation de l'ingestion totale des laitières (KIRKPATRICK et al., 1984 ; CHRISTENSEN et COCHRAN, 1983). La production laitière n'est pas modifiée ; le taux protéique chute légèrement (- 2 %) ou n'est pas modifié ; le taux butyreux augmente (+ 11 à + 16 %) lorsque la quantité de luzerne s'accroît dans la ration. Cette augmentation, non significative, semble liée à une élévation significative du rapport acétate/propionate.

Lorsque la ration de base comporte des quantités importantes de luzerne (7 à 13 kg, 20 % de MAT), l'ingestion du foin associé (9 % de MAT) est diminuée alors que l'ingestion totale augmente de 40 % (ARCHIBALD et al., 1975). Le passage de 7 à 13 kg de luzerne se traduit par une augmentation de la production laitière de 11 % et une chute du taux butyreux de 7 %. La reprise de poids est sensiblement améliorée au niveau haut en luzerne (+ 5 %). Dans un deuxième essai, ARCHIBALD et al. (1975) ont mis en évidence un effet positif de la luzerne (24 % de MAT) sur le taux butyreux (+ 2 %) lorsque les quantités passent de 5 à 8 kg. Dans cet essai les reprises de poids sont identiques quel que soit le niveau de luzerne (0,57 kg/jour).

• Rations avec ensilage d'herbe et luzerne

Quantités limitées de luzerne : chez la vache laitière recevant une ration constituée sur la base de la matière sèche de 50 % d'ensilage d'avoine immature et de 50 % de concentré, le remplacement de 3 ou 6 kg de concentré de la ration par une quantité équivalente de luzerne déshydratée (21 % de MAT) ne modifie pas l'ingestion totale de matière sèche (CHRISTENSEN et COCHRAN, 1983). La quantité de lait et le taux butyreux ne sont pas modifiés de façon significative bien que ce dernier ait tendance à augmenter avec le niveau de luzerne. Le taux protéique chute légèrement (- 2 %) avec 6 kg de luzerne. La reprise de poids n'est pas significativement différente entre les traitements.

L'association de quantités importantes de luzerne (12 kg) à de l'ensilage d'herbe de qualité correcte (15 % de MAT) favorise l'ingestion totale (HODEN et JOURNET, 1971). Lorsque la teneur en azote de la luzerne passe de 16 à 21 % de MAT, la part de luzerne consommée par les animaux augmente tandis que celle d'ensilage diminue ; l'ingestion totale est améliorée de 7 %. La quantité de lait pro-

duite augmente (+ 19 %), ainsi que les taux butyreux (+ 3,5 %) et protéique (+ 6 %). La reprise de poids est positive pour une teneur en MAT de 21 % (+ 98 g/jour) et négative pour une teneur de 16 % (- 207 g/jour).

• Rations avec ensilage de maïs et luzerne

Chez la vache laitière, la luzerne déshydratée peut être associée en quantité modérée à l'ensilage de maïs. Des rations iso-azotées ont été comparées : elles étaient constituées de 50 % d'ensilage de maïs et de 50 % d'aliments concentrés (sur la base de la MS) avec remplacement de 40 % du concentré (tourteau de soja + maïs grain) par de la luzerne déshydratée à 20 % de MAT (soit environ 5 kg de luzerne déshydratée), enrichie ou non en urée (4 % de la luzerne ; PRICE et al., 1988). L'ingestion n'est pas significativement modifiée ; les animaux produisent moins de lait (- 4 %), avec un taux butyreux plus élevé (+ 3 %) qui pourrait être dû à un effet de concentration et qui ramène les productions de lait 4 % à des niveaux identiques ; le taux protéique est plus faible (- 4 %) et la reprise de poids nettement inférieure (250 contre 530 g/jour pour le témoin soja), encore plus pénalisée (150 g/jour) par la présence d'urée associée à la luzerne mais qui ne modifie pas les résultats de production laitière par comparaison à la luzerne sans urée. Avec l'urée, on observe une augmentation de la libération d'ammoniac dans le rumen et une augmentation de la teneur en acides gras volatils sans modification du rapport acétate/propionate.

En revanche, dans une ration constituée d'ensilage de maïs offert à volonté comme seul fourrage et d'aliment concentré distribué à raison de 1 kg pour 4 kg de lait produit, le remplacement de 50 % de l'ensilage de maïs ingéré par de la luzerne déshydratée (sur la base de la matière sèche) entraîne une augmentation de la quantité de fourrage ingérée de 2,7 kg de MS (+ 29 %), de la production laitière de 4,10 kg (+ 23 %) et du taux protéique du lait de 1,5 g/kg (+ 4,5 %) mais une diminution du taux butyreux de 4,5 g/kg (- 13 %). La reprise de poids est également plus importante (421 contre 15 g/jour), traduisant indéniablement un apport énergétique supérieur aux besoins réels de l'animal.

La luzerne peut aussi être utilisée en quantité importante (8-13 kg, 18 % MAT) dans la ration de base. Lorsque la quantité de luzerne ingérée passe de 8 à 13 kg, l'efficacité pour la production laitière, exprimée en kg de lait 3,5 % produit par kg de MSI par 100 kg de poids vif, diminue de 21 % (MURDOCK et HODGSON, 1979) : l'ingestion est en fait supérieure pour une même production de lait. Le taux butyreux chute de 9 %. Le taux protéique n'a pas été mesuré dans cette expérimentation mais il aurait vraisemblablement baissé. La reprise de poids est nettement plus forte avec 13 kg de luzerne (+ 55 kg) qu'avec 8 kg (+ 15 kg).

Pour un taux d'incorporation qui correspond à une distribution de 3,7 kg de luzerne par vache et par jour, l'incorporation au moment de l'ensilage se révèle

supérieure à un apport réalisé à l'auge (FISHER, 1977) : elle donne une meilleure ingestion de fourrage exprimée par 100 kg de poids vif (+ 5%), à peine moins de lait (- 3%), un meilleur taux butyreux (+ 20%), un taux protéique identique et une reprise de poids plus forte (+ 19%).

Par rapport à l'urée (5 kg/t d'ensilage de maïs), l'incorporation de luzerne (20% de MAT ; 90 kg/t) à l'ensilage de maïs favorise la consommation (+ 3%) et donne des productions de lait (+ 11%) et des reprises de poids supérieures (+ 4,1 contre - 3,7 kg) (FISHER, 1978).

Avec une ration à base d'ensilage de maïs, comparativement à du soja (LESARD et FISHER, 1980 ; PRICE et al., 1988), la luzerne déshydratée associée à de l'urée (4%) produit :

- une augmentation de la teneur en ammoniac dans le rumen, augmentation favorable à la croissance microbienne en présence d'énergie facilement dégradable ;
- une augmentation de la libération d'acides gras volatils qui constituent la source d'énergie essentielle chez les ruminants ;
- une légère diminution du pH du rumen sans conséquence pour la flore microbienne, notamment celle qui dégrade la cellulose des fourrages ;
- une diminution ou un maintien du rapport acétate/propionate qui peut être défavorable au taux butyreux tout en favorisant la reprise de poids des animaux.

Les essais de croissance sur bouvillons avec des rations à base d'ensilage de maïs (7 kg MS) et différentes sources azotées (soja 12%, ou luzerne 12% + urée 2%, ou urée 2%) confirment la supériorité d'une part du soja sur la luzerne - pour des luzernes à moins de 20% de MAT - et d'autre part de la luzerne sur l'urée en tant que source d'azote associée à l'ensilage de maïs (KLOPFENSTEIN et al., 1978).

Niveaux de complémentation

Pour des vaches dont la production dépasse 20 kg et des quantités de luzerne déshydratée variant de 4 kg à 8 kg (17-20% de MAT), l'augmentation de la part de luzerne dans la ration se traduit par une meilleure ingestion de la ration (+ 2 à + 7%). La production de lait est équivalente. Le taux butyreux est variable selon la teneur en matières azotées de la luzerne. Le taux protéique diminue ou se maintient dans le meilleur des cas. La reprise de poids est favorisée par la présence de la luzerne (OWEN et HOWARD, 1965 ; OWEN, 1969 ; CHRISTENSEN et COCHRAN, 1983 ; KIRKPATRICK et al., 1978, et DANÉLON, 1983, cités par SATTER et JORGENSEN, 1984). Ces tendances se retrouvent sur la croissance de jeunes veaux, améliorée de 13% lorsque le niveau de pellets de luzerne dans la ration passe de 13 à 20% (KINCAID, 1980).

Conclusion

La luzerne déshydratée est un produit très appétent pour les vaches. Elle favorise l'ingestion des fourrages et de la ration totale. Elle permet des productions laitières correctes à condition que les vaches à besoins élevés reçoivent en plus des concentrés énergétiques et azotés de qualité.

Le taux protéique et le taux butyreux ont tendance à chuter lorsque la valeur MAT de la luzerne est inférieure à 22%. La reprise de poids est favorisée chez la vache laitière.

Néanmoins, pour être bien valorisée par les vaches laitières, la luzerne doit présenter les caractéristiques suivantes :

- une valeur MAT élevée, supérieure à 22%, obtenue avec :
 - une récolte précoce, au stade bourgeonnement, aux 1^{er} et 4^e cycles de production ;
 - une culture bien implantée, bien alimentée (surtout en potasse), sans adventices ;
- un chauffage optimum à la déshydratation pour améliorer la valeur PDIA de la luzerne ;
- une taille des particules suffisante pour favoriser la rumination et préserver la santé des animaux, tout en garantissant une digestion correcte de la ration totale ;
- une utilisation raisonnée en fonction de la ration de base, de façon à faire jouer au maximum les synergies entre aliments, notamment en procurant simultanément les apports d'énergie et d'azote, pour favoriser la flore microbienne du rumen.

A ces conditions, la luzerne déshydratée peut être introduite dans des rations à base de foin ou d'ensilage en quantités importantes, jusqu'à 8 kg/vache.jour.

Accepté pour publication, le 25 novembre 1991

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARCHIBALD K.A.E., THOMSON E.F., CAMPLING R.C. (1975) : "Value of lucerne cobs for milk production", *Anim. Prod.*, 21, 139-146.
- BÉRANGER C. (1968) : "Les fourrages déshydratés dans l'alimentation des bovins producteurs de viande", *Fourrages*, 36, 82-93.

- CHRISTENSEN D.A., COCHRAN M.I. (1983) : "Composition and nutritive value of dehydrated alfalfa for lactating dairy cows", *J. Dairy Sci.*, 66, 1282-1289.
- DEMARQUILLY C. (1982) : "Valeur alimentaire des légumineuses (luzerne et trègle violet) en vert et modifications entraînées par les différentes méthodes de conservation", *Fourrages*, 90, 181-202.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J. (1988) : "Les fourrages", *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, I.N.R.A. Publ., Versailles, 315-335.
- DEMARQUILLY C. (1991) : Remarque sur le broyage. Communication personnelle.
- FISHER L.J. (1977) : "A comparison of two methods combining alfalfa cubes with corn silage fed to lactating cows", *Can. J. Anim. Sci.*, 57, 559-565.
- FISHER L.J. (1978) : "A comparison of urea and alfalfa cubes as a source of protein ensiled with corn silage", *Can. J. Anim. Sci.*, 58, 71-76.
- HODEN A., JOURNET M. (1971) : "Utilisation par les vaches laitières de luzernes déshydratées agglomérées associées ou non à des ensilages de maïs ou d'herbe", *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix-INRA*, décembre, 27-34.
- HORTON G.M., HOLMES W. (1977) : "The feeding value for beef cattle of lucerne cobs differing in maturity and date of harvest", *Anim. Prod.*, 24, 221-226.
- KINCAID R.L. (1980) : "Alternate methods of feeding alfalfa to calves", *J. Dairy Sci.*, 63, 91-94.
- KIRKPATRICK B.K., CHRISTENSEN D.A., COCHRAN M.I. (1984) : "Dehydrated alfalfa as a concentrate substitute in rations of lactating dairy cows", *J. Dairy Sci.*, 67, 2315-2320.
- KLOPFENSTEIN T., DORN C., OGDEN R.L., KEHR W.R., HANSON T.L. (1978) : "Field wilted and direct cut dehydrated alfalfa as protein sources for growing beef cattle", *J. Anim. Sci.*, 46, n° 6, 1780-1788.
- KORIATH G., PIATKOWSKI B. (1971) : "Einfluss von Luzerne unterschiedlicher physikalischer Form auf Futteraufnahme, Pansensaft zusammensetzung, Verdaulichkeit und Milch Produktion", *Arch. Tierernährung*, H.3.S., 241-247, Berlin.
- LESSARD J.R., FISHER L.J. (1980) : "Alfalfa fed as formic-acid treated silage, dehydrated pellets or hay in mixed rations with corn silage for lactating cows", *Can. J. Anim. Sci.*, 60, 945-951.
- MALTERRE C., SICOT J.Y. (1975) : "Utilisation des fourrages déshydratés compactés pour la production de jeunes bovins : comparaison de la fétuque élevée et de la luzerne", *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix-INRA*, juin, 49-52.
- MAURIÈS M. (1988) : *Utilisation des légumineuses dans les systèmes fourragers pour vaches laitières de Rhône-Alpes*, thèse de Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 568 pages.
- MURDOCK F.R., HODGSON A.S. (1979) : "Effects of roughage type and texture on milk fat secretion and body weight recovery by lactating dairy cows", *J. Dairy Sci.*, 62, 505-510.
- OWEN F.G., HOWARD W.T. (1965) : "Effect of ration moisture level on value of alfalfa plus cracked corn as a complete feed silage for lactating cows", *J. Dairy Sci.*, octobre, 1310-1314.
- OWEN F.G. (1969) : "Value of dehydrated alfalfa in rations for lactating cows", *J. Dairy Sci.*, 52, 663-671.

- PRICE S.G., SATTER L.D., JORGENSEN N.A. (1988) : "Dehydrated alfalfa in dairy cows diets", *J. Dairy Sci.*, 71, 727-736.
- SATTER L.D., JORGENSEN N.A. (1984) : "Alfalfa dehy substitution in dairy rations : an update", *Feedstuff*, february 13, 24-27.
- WALDERN D.E., BAIRD N.O. (1967) : "Wafered and baled alfalfa hay harvested at different stages of maturity for lactating cows", *J. Dairy Sci.*, 50, 1430-1436.

RÉSUMÉ

Cette revue bibliographique présente les principaux facteurs de variation influençant l'utilisation de la luzerne déshydratée par les vaches laitières : précocité et mode de récolte, type de broyage, nature de la ration de base, et niveaux de complémentation.

La luzerne déshydratée peut être utilisée en quantités importantes dans des rations foin ou ensilage, de 4 à 8 kg par vache par jour sans effet négatif sur la production laitière. La qualité du produit est déterminante. Pour les vaches laitières la teneur en Matières Azotées Totales du produit déshydraté devrait être au minimum de 22%, avec une taille des particules de luzerne suffisante pour favoriser la rumination et préserver la santé des animaux, tout en garantissant une digestion correcte de la ration totale.

SUMMARY

Use of dehydrated lucerne by dairy cows : a bibliographic review

This bibliographical review introduces the main variation factors influencing the use of dehydrated lucerne by dairy cows : stage of maturity, type of harvest, type of crushing, nature of the basic diet and level of concentrate.

Dehydrated lucerne can be used in large amounts in hay or silage diets, from 4 to 8 kg per cow per day, without any negative effect on dairy production. The quality of the product is essential. For dairy cows, the CP content of the dehydrated product should be at least 22%, with a size of particles large enough to favour rumination and preserve the animals' health while guaranteeing proper digestion of the total diet.