

Article de synthèse



Béatrice Bouquet

Bvet
BP 20008
80230 Saint-Valery-Sur-Somme



LES INGRÉDIENTS DE LA RATION DES RUMINANTS

La luzerne, top-modèle de la ration

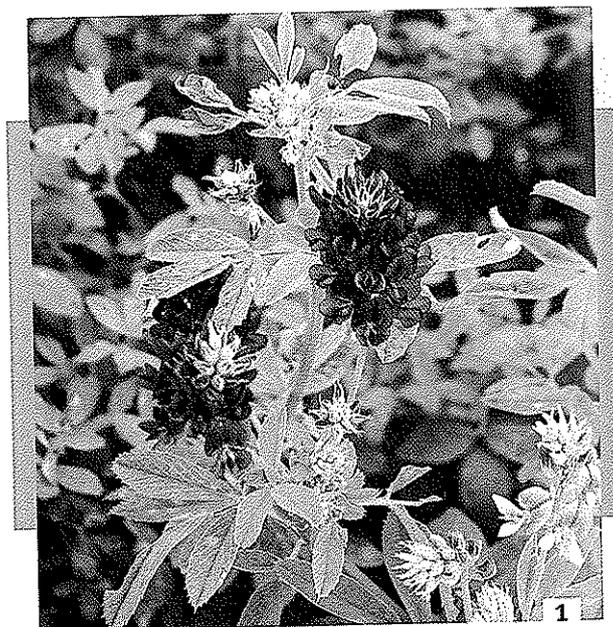
Les atouts de la luzerne pour une ration de ruminant sont largement diffusés. Cette plante sait se mettre au goût du jour dans toutes les productions animales et faire oublier les défauts de ses qualités.

Résumé

► Le recours à la luzerne en remplacement d'une partie des fourrages permet de diminuer l'apport de concentrés azotés. La plante a un système racinaire développé, donc s'adapte aux sols drainants et capte

l'azote du sol ou atmosphérique. Ses valeurs alimentaires dépendent des conditions et du stade de récolte, ainsi que de la forme de conservation. Dépolluante, engrais vert et riche en substances

essentielles pour la santé humaine via les productions animales (ω3 et acides linoléiques conjugués), la luzerne trouve sa place à tous les échelons du contexte agricole actuel.



1. Jeune plante. La luzerne, comme le trèfle, est une fabacée (légumineuse), mais son port est plus élevé à maturité.

PHOTO : COOP DE FRANCE

Rencontres autour des recherches sur les ruminants en une dizaine d'années, personne ne cherche définitivement plus à cacher ses mérites...

LA LUZERNE : GARANTIE PROTÉIQUE EN ÉLEVAGE

Dès la fin des années 1990, en France, il est vérifié en station expérimentale que la luzerne utilisée à hauteur de 50 % des fourrages en remplacement de l'ensilage de maïs permet de maintenir de bonnes performances zootechniques [1, 14]. Les formes ensilage et enrubannage se démocratisent, le foin ne permettant pas d'aller aussi loin. Des différences notables de valeurs nutritionnelles sont constatées selon les conditions ou le stade de récolte : une culture de luzerne n'attend pas.

La luzerne, légumineuse originaire du Moyen-Orient, a été introduite dans les rations alimentaires des animaux pour équilibrer les apports azotés journaliers, en conditions "séchantes", et quand les cours du soja se sont envolés (photo 1). Elle s'adapte mieux à la sécheresse que les céréales et est deux fois et demie plus productive en protéines que le soja. En région d'élevage ou de polyculture-élevage, elle est cultivée en association dans des luzernières plus ou moins pérennes et peut être pâturée directement par l'animal. L'agriculteur peut aussi l'ensiler ou en faire du foin. La luzerne est très malléable en termes de valeurs nutritionnelles. Avec des recommandations de récolte diamétralement opposées, l'apport protéique est privilégié (recherche en élevage de ruminants laitiers, y compris sous forme de concentrat, par exemple) ou bien les valeurs de cellulose (pour les lapins, mais aussi pour les ruminants lorsque la luzerne se substitue aux fourrages). En France, l'industrie de la transformation (dix groupes coopératifs) veille à entretenir les connaissances de ses adeptes et à recruter de nouveaux utilisateurs [10]. Avec, par exemple, 72 publications qui en font état aux

Conflit d'intérêts

Aucun.

La luzerne, top-modèle de la ration



2. Système racinaire en début de végétation. Une fois la plante installée, la racine est bien plus développée que celle du maïs, donc elle capte mieux l'eau.

3. Champs de luzerne. Pour des raisons de rendement, une luzernière destinée à l'alimentation du bétail est conservée 3 ans, avec plusieurs coupes annuelles, mais la plante est parfois utilisée comme un engrais azoté précédant une céréale et structurant le sol en terre sablonneuse, par exemple, donc cultivée annuellement.

PHOTOS : COOP DE FRANCE

recours à la luzerne à hauteur de 50 % des fourrages et de diminuer l'apport de concentrés azotés. Une ration supplémentaire permet de combler facilement les besoins énergétiques par rapport à l'ensilage de maïs. Ce type de ration d'épargne de l'ensilage de maïs est largement répandu à travers le monde (figure). Elle vise à s'approcher de l'autonomie alimentaire, enjeu important en production laitière. Dans l'ouest de la France, dans les conditions de sécheresse (séchage) qui sont les siennes, d'autres solutions alternatives à l'ensilage de maïs existent, telles que le sorgho ou les mélanges de céréales protéagineuses immatures.

La luzerne permet toutefois une récolte plus précoce en saison, et présente un besoin en eau moindre que ses concurrentes et le maïs (encadré). Sa racine pivotante puise très loin dans le sol [10]. Cela va de pair avec un temps long d'implantation dans le sol : une luzernière en élevage se gère sur trois ans au minimum (photo 3). Il est conseillé de la laisser fleurir pour ne pas l'épuiser. Et de ne pas l'implanter dans les sols qui gardent l'eau. En somme, une plante que l'éleveur non averti peut prendre en grippe [11].

La luzerne a été utilisée dès les années 1990 par exemple en Charente pour améliorer l'autonomie alimentaire des

ENCADRÉ

Une plante bien ancrée...

Pourquoi la luzerne est-elle une plante d'apport protéique ? Pourquoi est-elle adaptée à la sécheresse ? Pourquoi plusieurs coupes de fourrage, donc de cellulose, sont-elles assurées par an ? La réponse à toutes ces questions se trouve dans la racine.

Le système racinaire de la luzerne est à peu près cinq fois plus développé que celui du blé et trois fois plus que celui du maïs. Cela l'autorise à capter beaucoup d'eau, et profondément (photo 2). Cette partie de la plante est une réserve d'azote (pour la reconstitution après la coupe) et de carbone (pour

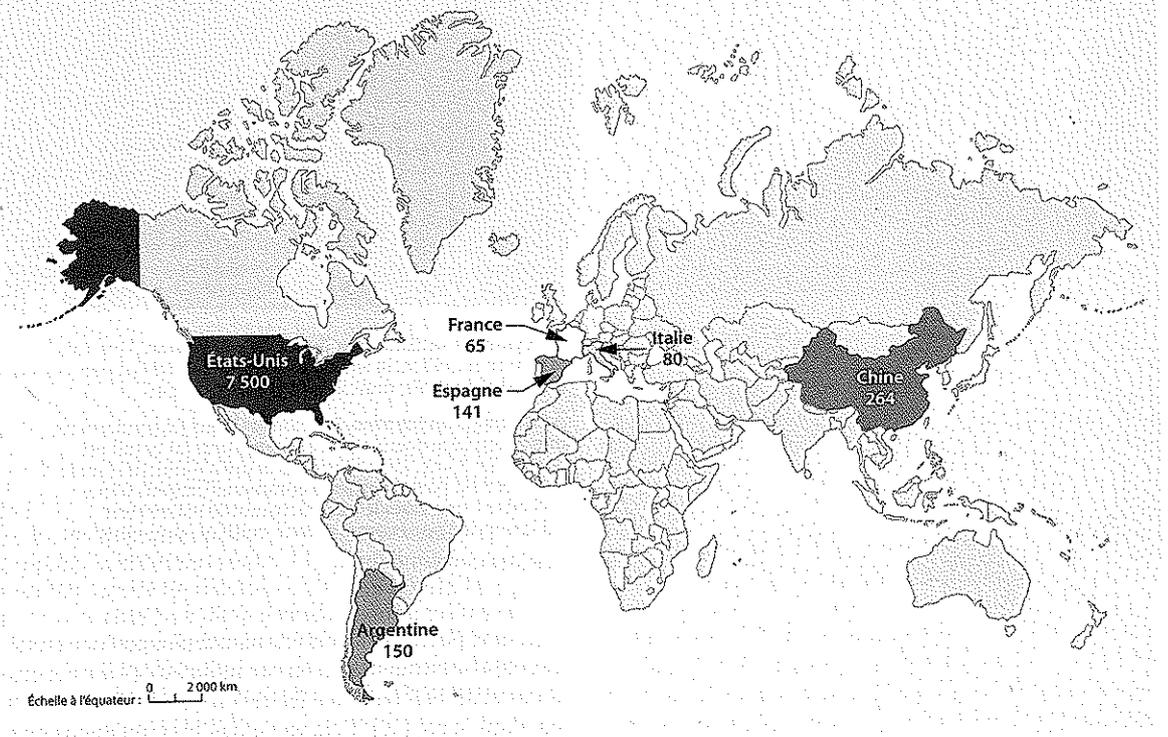
la racine, lorsque les feuilles manquent). Le corollaire est qu'il faut laisser les racines se reconstituer entre les coupes. La pousse dépend du climat, donc les intervalles de coupe ne sont pas réguliers (le "chantier luzerne" tombe parfois mal avec les semis, etc.). Des champignons vivent en symbiose avec la racine et captent l'azote atmosphérique pour elle. Ils ont besoin d'eau (mais pas trop), n'aiment pas le sel ni les sols acides. Mais ils ne sont pas prioritaires et si des effluents ont été déversés, la luzerne captera cet azote en priorité (plante dépolluante). La luzerne cède

beaucoup moins d'azote aux autres plantes (céréales) par proximité que le trèfle et le maïs en se décomposant. Mieux vaut donc suivre la luzerne que vivre avec elle, en culture.

Il existe deux sous-espèces de *Medicago sativa* : un groupe Nord et un groupe Sud. Le premier résiste mieux au froid, le second tolère bien les coupes rapprochées. En France, les semenciers réfléchissent à faire évoluer leur choix du groupe Nord avec l'impact des changements climatiques. La luzerne n'aime pas la concurrence au stade de la

plantule. Elle est sujette à quelques maladies et parasites, surtout lorsqu'une culture "s'épuise". Elle est surtout exposée aux ravageurs, en premier lieu les campagnols. Elle aime, en revanche, les abeilles car elle nécessite une pollinisation croisée. Tétraploïde (quatre exemplaires de chaque chromosome !), elle garde une trace de nombreux gènes (récessifs), bons comme mauvais. Elle apprécie aussi le croisement au champ, de quoi mettre en réserve de nombreux caractères qui lui assureront sa grande adaptabilité à toutes les conditions.

FIGURE
Production de luzerne par les leaders mondiaux
(en milliers de tonnes par an)



La France est le sixième producteur mondial de luzerne, loin derrière l'Espagne et juste derrière l'Italie. Les États-Unis mènent la production. La Chine produit beaucoup, mais il lui manque 60 % de ses besoins. L'Afrique du Nord est aussi un enjeu pour les exportateurs.

troupeaux et pour sécuriser les systèmes fourragers [9]. Elle permet alternativement de constituer des stocks ou bien le pâturage direct (30 % en surface). Le pâturage de luzerne était déjà pratiqué de bien plus longue date sur le continent américain [10].

LUZERNE CONTRE ACIDOSE : EFFET TAMPON

1. Contre l'acidose : des fibres, mais "pas que"

En substitution de l'ensilage, la luzerne déshydratée permet de limiter les risques d'acidose subclinique chez la vache laitière nourrie avec des rations à forte densité énergétique [12]. Elle se présente sous forme d'énormes balles rectangulaires. Pourtant, contre l'acidose, elle n'agit pas seulement *via* les fibres physiques qu'elle apporte : la mastication ne fait pas tout. Contrairement à la paille, elle limite la chute du taux butyreux et accroît l'ingestion : elle aurait un effet stabilisateur des fermentations ruminales ("tampon"). Après une ingestion de luzerne incorporée dans une ration, sont constatés un accroissement des bicarbonates sanguins et une diminution de la chlorémie malgré une augmentation des quantités ingérées, et même une production d'acide plus importante dans le rumen ! L'accroissement des teneurs en bicarbonates du sang favorise en retour le recyclage salivaire. Cela a

été montré dans une étude comparant quatre traitements dans un schéma en continu : ration témoin de base T avec ensilage de maïs et blé (30 %), ration témoin très acidogène avec la moitié de l'ensilage remplacé par du maïs déshydraté plante entière, et ration T complétée par 4 kg brut de luzerne sous forme longue (LUZ) ou de la paille de blé hachée (PAIL) en substitution de l'ensilage (avec maïs déshydraté à 6 kg).

L'ensilage de maïs peut ne pas suffire à contrebalancer l'apport à forte dominance protéique de la luzerne chez les vaches hautes productrices de lait. Du maïs grain permet de rehausser l'apport énergétique dans ce cas.

Lorsque la plante est pâturée au champ, il convient de prendre des précautions avant de "lâcher" les vaches dans une luzernière, au risque de constater des météorisations ou des chutes de production (déficit énergétique). Un encouragement à consommer des fibres simultanément s'impose : distribution de foin lors de la traite, ou pâture de graminées accessible dans une parcelle adjacente ou associée [10].

2. Rehausse minérale

La luzerne est riche en calcium et en potassium, ce qui permet de l'utiliser pour rehausser le bilan alimentaire cation-anion (BACA) d'une ration.

Elle est également riche en phosphore et en magnésium. Chez l'éleveur, les taux peuvent varier avec les conditions de culture. Lorsque la luzerne est achetée sous la forme de grosses balles déshydratées, ces apports sont mieux maîtrisés (photo 4).



4. Luzerne déshydratée en grosses balles. Achetée sous forme déshydratée en grosses balles, les apports de la luzerne sont mieux maîtrisés.

PHOTO : COOP DE FRANCE

UNE TECHNICITÉ À MAÎTRISER

Trop et mal manipulé, le foin de luzerne peut perdre ses feuilles à la récolte (donc une grande part de ses protéines, donc de son intérêt nutritionnel). Des systèmes de séchage en grange ont été mis au point, qui sont appréciés en élevages "bio", par exemple [11].

L'ensilage est périlleux. Il est difficile à conserver car la plante ne contient pas assez de sucre : il faut alors "monter" en matière sèche (préfaner longtemps) pour espérer faire baisser le pH, ajouter des conservateurs, tasser en couches fines, associer des pulpes de betteraves déshydratées ou utiliser des mélanges (par exemple bromeluzerne). Un hachage brins courts est conseillé pour réduire le temps de mélange de la ration et mieux contrôler les quantités distribuées au quotidien [11].

L'enrubannage est une solution alternative fort appréciée des éleveurs (photo 5). Il convient de récolter à un stade de maturité précoce : pour un rapport feuilles/tiges suffisamment élevé, la digestibilité est améliorée. La technique d'enrubannage doit aussi être bien maîtrisée afin de garantir la qualité sanitaire du fourrage. Les balles doivent être hermétiques. La production laitière et les taux de matière utile obtenus avec l'enrubannage sont équivalents à ceux constatés en ration équivalente contenant de la luzerne déshydratée (15 % de la ration) [2]. Dans cet essai, la ration était composée d'ensilage de maïs (45 %) et d'herbe (7 %), de tourteau de colza (21 %), de blé (6 %) et de maïs (4 %). 65 g d'urée ont aussi été ajoutés pendant la seconde moitié de l'étude. Soit une ration "complexe" comme celles qui sont souvent observées avec la luzerne.

NE PAS PERDRE LA SANTÉ ET LA REPRODUCTION DANS LA COMPLEXITÉ

L'impact santé de la luzerne a été étudié *via* la comparaison de rations simples et complexes, à la ferme expérimentale des Trinottières (CA49) [13]. Avec une ration sans luzerne, l'ingestion et la production laitière ont été améliorées. Les performances de reproduction et la cyclicité des vaches ne se sont pas dégradées. Les troubles de la santé sont moins fréquents. Dans la ration simple, l'ensilage de maïs est complété par du tourteau de colza,

tandis que, dans la version complexe, il est additionné d'enrubannage de luzerne, mais aussi d'un mélange de tourteaux de soja et de colza, de blé et d'une complémentarité minérale et vitaminique. Les auteurs en concluent que, dans un troupeau à niveau de production relativement élevé, la multiplication des ingrédients pour sécuriser les rations n'est pas indispensable si le fourrage est de qualité. Néanmoins, cela permet de sécuriser les apports quand la composition des aliments est variable. Les trois années d'essai en question ont porté sur 172 lactations et 117 vaches laitières de race prim'holstein. Un manque de puissance statistique a toutefois été noté pour certains événements de santé rares, et les animaux n'ont pas été appariés (cas-témoin) sur la sensibilité aux maladies.

Sur le plan de la santé, le lot en ration complexe a connu un nombre plus important de mammites et de métrites. Les données pour les autres troubles n'étaient pas différentes. Pour les performances (de reproduction), les taux de réussite en première insémination artificielle (IA) étaient faibles, mais pas différents statistiquement (29 % contre 36 %). Plus de 90 % des vaches avaient un retour de cyclicité avant 50 jours *post-partum*, mais, ensuite, les cycles n'étaient normaux que chez la moitié des bovins, d'où des difficultés pour surveiller les chaleurs et inséminer dans de bonnes conditions.

TENDANCE DE SAISON (CLIMATIQUE) : INTÉRÊT ENVIRONNEMENTAL

Recourir à la luzerne dans la ration limite l'émission de gaz à effet de serre (GES) par les vaches et déshydrater la plante consomme moins d'énergie qu'auparavant grâce à de nouveaux procédés. De plus, la plante ne consomme pas d'eau et pompe la pollution azotée.

1. Moindres émissions de méthane

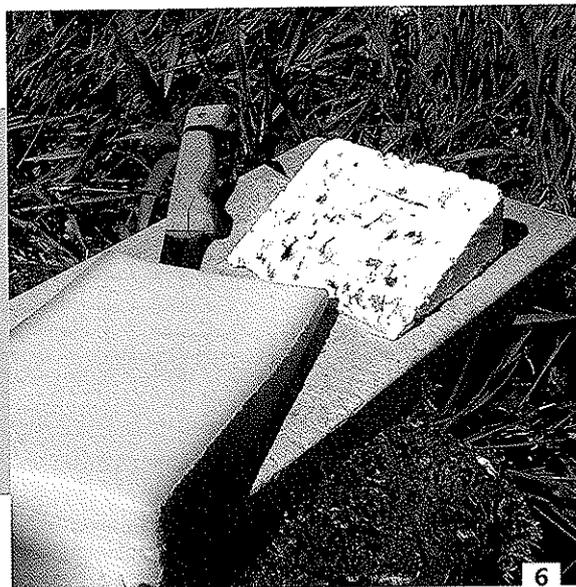
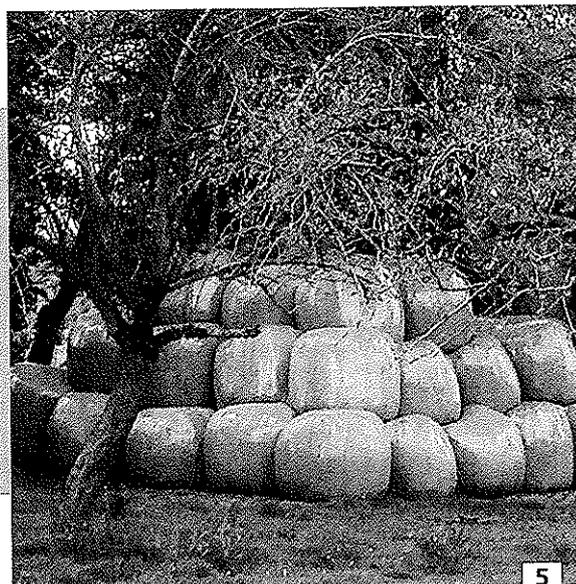
Un essai a permis de mettre en évidence une baisse sensible des émissions de méthane CH₄ entérique par les vaches laitières avec l'enrubannage de luzerne, par rapport à de l'ensilage de graminées [15]. Ces résultats alimentent des données en cours de développement sur le

Points forts

- La luzerne peut être utilisée comme une solution à l'acidose, grâce à son pouvoir tampon plus qu'à ses fibres.
- L'ensilage de la luzerne est délicat et requiert généralement des additifs. Dans le foin, une partie des feuilles, donc d'azote, est perdue.
- La teneur en minéraux de la luzerne peut être exploitée pour rehausser le BACA d'une ration.
- Un pigment de la luzerne améliore la couleur du jaune d'œuf et protège la rétine de l'homme, *via* la consommation de produits animaux, de la dégénérescence liée à l'âge.

5. L'enrubannage de luzerne fait courir moins de risques de dysfermentations que l'ensilage, à condition que le film plastique soit parfaitement hermétique.

6. Valorisation "produit". En France, divers cahiers des charges d'aliments sous appellation d'origine protégée (AOP) intègrent la luzerne pour l'alimentation des animaux producteurs : Comté, Roquefort, etc.



PHOTOS : B. BOUQUET

sujet. Le potentiel de réduction des émissions de GES qui accompagne la digestion de la luzerne est encore amélioré par les avantages de culture de la plante : fixation de l'azote des effluents ou de l'azote atmosphérique (par les champignons symbiotiques sur la racine), donc des économies d'engrais à la clé. Or ces derniers sont d'importants contributeurs aux émissions de GES agricoles [4].

2. Maîtriser les dépenses énergétiques pour déshydrater

En plus des luzernières en élevage dans le Sud et l'Ouest, la plante est largement cultivée seule en France dans les régions de grande culture, en premier lieu en Champagne-Ardenne (plus de 50 000 ha). En région céréalière, elle fait profiter la céréale qui suit de sa capacité à capter l'azote. Grâce à cette industrie (coopérative en France), elle est devenue un ingrédient externalisé des rations de différentes espèces de production : ruminant, mais aussi

volaille, lapin, cheval [15]. L'industrie de déshydratation tourne à plein régime en France avec la recherche d'une autonomie protéique à l'échelle de l'Hexagone, et la demande de pays tels que la Chine et ceux d'Afrique du Nord.

Notre industrie coopérative de la déshydratation a récemment révisé ses procédés de fabrication pour faire des économies et soigner son image environnementale. Ainsi, le fonctionnement des fours de déshydratation, à environ 700 °C, nécessitait beaucoup d'énergie fossile (charbon, lignite), dont le cours est fluctuant. Les émissions de GES étaient considérables. La plupart des usines sont passées au combustible au bois (énergie renouvelable : - 10 % d'émissions).

Les producteurs ont été incités à réaliser un préfanage à plat au champ (pré-déshydratation : - 25 % d'émissions), pour qu'en aval les fours tournent à 300 °C. Cette dernière modification a des conséquences en amont (davantage

TABLEAU

Impact du préfanage sur la composition et les valeurs nutritives de la luzerne

CARACTÉRISTIQUES/ FORME DE LA LUZERNE	EN VERT NON PRÉFANÉE	EN VERT PRÉFANÉE	DÉSHYDRATÉE NON PRÉFANÉE	DÉSHYDRATÉE PRÉFANÉE
MAT	14,7 % MS	14 % MS	15,1 % MS	14,8 % MS
NDF	47,9 % MS	48 % MS	46,4 % MS	47,3 % MS
ADF	36,5 % MS	37,6 % MS	36,2 % MS	37,7 % MS
PDIA	47 g/kg de MS	40 g/kg de MS	46 g/kg de MS	47 g/kg de MS
PDIN	99 g/kg de MS	92 g/kg de MS	97 g/kg de MS	95 g/kg de MS
PDIE	95 g/kg de MS	88 g/kg de MS	95 g/kg de MS	95 g/kg de MS
UFL	0,67	0,65	0,66	0,64

MAT : teneur en matières azotées totales ; NDF : parois cellulaires digestibles ; ADF : cellulose + lignines ; PDIA : protéines digestibles dans l'intestin correspondant à l'azote de l'aliment dégradé dans le rumen ; PDIN : PDIA + protéines microbiennes digestibles dans l'intestin correspondant à l'azote de l'aliment fermentée dans le rumen ; PDIE : PDIA + protéines microbiennes digestibles dans l'intestin correspondant à l'énergie de l'aliment fermentée dans le rumen ; UFL : valeur énergétique nette en "unité fourragère lait" ; MS : matière sèche. Les conséquences des changements de pratiques de récolte (préfanage à plat au champ) sont modérées. Il s'agit ici d'une luzerne de second cycle à 50 jours, mais les valeurs nutritionnelles varient considérablement avec le stade de récolte. Données Arvalis-Institut du végétal-Coop de France. D'après [5].

tes de folioles à la récolte), mais elle a peu d'im-
nutritionnels au final : légère augmentation de la
r en fibres et baisse de la digestibilité dans le rumen
a proportion de protéines qui shuntent le rumen (*by*-
supérieure lors de préfanage, permet de maintenir
mes niveaux de protéines digestibles dans l'intestin
(tableau).

réserve de l'eau

ance, la luzerne n'est pas irriguée. Elle ne nécessite
n apport d'engrais. De plus, après la coupe, ce qui
le la plante dans le sol peut être restitué à une autre
si une culture la suit rapidement, ou bien alors il est
érialisé et bloqué dans le sol. Au final, la culture de
e s'accompagne d'une baisse de la pollution azotée
ppes phréatiques, un atout exploité par les eaux de
par exemple.

LES CONCENTRATS QUI AMÉLIORENT LA SANTÉ

ble possible de produire des laits plus riches en
gras (AG) polyinsaturés par le biais du type d'herbe
e, sans affecter les niveaux de production et d'inges-
ela a été vérifié avec un apport de luzerne, comme
ne association de *ray-grass* et de trèfle blanc (herbe
ur de 50 % de la ration) [6].

ncentrats de luzerne ont été conçus, riches en AG

saturés, pour améliorer les profils en AG des laits

concurrentent presque le lin extrudé [7]. Ils sont

s d'acides gras bénéfiques pour la santé humaine :

acides linoléiques conjugués. Ils agissent aussi pour

er la composition lipidique des viandes bovines [8].

ine de la luzerne donne sa couleur au jaune d'œuf

et, chez l'homme, protège également les yeux de ceux
qui la consomment (*via* l'animal) de la dégénérescence
maculaire liée à l'âge (DMLA).

Conclusion

Ainsi, la luzerne est la petite reine des fourrages, qui
porte ses bijoux (protéiques) dans ses feuilles et ses tré-
sors dans ses racines. Ses "trucs en plus" ($\omega 3$, pigments,
pouvoir tampon, potassium, phosphore, etc.) font la diffé-
rence. Elle n'en a pas moins des exigences : il faut savoir
l'implanter, puis la couper et l'associer à bon escient, au
champ comme dans la ration. Les éleveurs "fâchés" avec
cet ingrédient à la suite d'un essai de culture infructueux
peuvent être demandeurs de conseils ou d'encourage-
ments à persister, car la luzerne constitue définitivement
une solution intéressante en rationnement. Les appella-
tions (Comté, Chaource, Roquefort) ne s'y sont pas trompées
et incluent cette légumineuse hors du commun dans
leurs cahiers des charges (photo 6). ■

Summary

Use of lucerne in the ration

► Lucerne can be used to replace a part of ration, which allows reduction of nitrogen concentrates. The lucerne plant has an extensive root system, so adapts to permeable soil, and captures nitrogen from the soil or air. The food value depends on the conditions and the stage of harvest, as well as the form of conservation. Lucerne has a role to play at all levels of current agricultural situations because it is a depollutant, a biological fertiliser and is rich in substances essential for human health (omega 3 and conjugated linoleic acids).

Keywords

Legume, nitrogen, protein, plant, ration, feed, cattle, BACA, acidosis, feed, silage, greenhouse gas.

1. Cabon G, Soulard J. Utilisation de la luzerne déshydratée dans des rations pour vaches laitières à base d'ensilage de maïs et de blé. Renc. Rech. Rumin. 1997;4:14.

2. Chapuis D, Dupuits G, Bernus M et coll. Comparaison de deux modes de conservation de la luzerne pour des vaches laitières. Renc. Rech. Rumin. 2014;21:117.

3. Corson M. Empreinte carbone de la production de luzerne déshydratée : progrès récents liés au changement des techniques de récolte et à l'incorporation de plaquettes de bois comme source d'énergie de séchage. Impact sur la qualité du fourrage produit. Renc. Rech. Rumin. 2011;18:157.

4. Dewhurst R, Coulmier D. Effets des extraits à base de luzerne sur les acides gras du lait de vaches

laitières holstein. Renc. Rech. Rumin. 2004;11:79.

5. Féraud A, Crocq G, Meslier E. Impact d'un préfanage au champ sur les valeurs énergétiques et azotées de la luzerne déshydratée. Poster. Renc. Rech. Rumin. 2014;2:150.

6. Franckson D, Decruyenaere V, Dehareng F. Incidence de la présence de trèfle ou de luzerne dans la prairie sur la composition du lait (teneurs en certains AG du lait selon le couvert pâturé et performances des équations utilisées). Renc. Rech. Rumin. 2012;19:420.

7. Hurtaud C, Coulmier D, Chesneau G. Effet du niveau d'apport de concentrés sur la réponse à un apport de graines de lin extrudées ou de l'extrait protéique de luzerne sur le profil

en acides gras des laits. Renc. Rech. Rumin. 2011;18:201.

8. Kim EJ, Coulmier D, Scollan ND. Impact du concentré de luzerne sur la composition en acides gras de viande de taurillons. Renc. Rech. Rumin. 2011;18:207.

9. Mauries M, Reveille M, Gaumer C. Pratiques de pâturage de la luzerne par les bovins en Charente. Renc. Rech. Rumin. 1998;5:265.

10. Ouvrage collectif. Luzerne références. Éd. Coop de France Déshydratation, Paris. 2015-2016:144p.

11. Ouvrage collectif. Dossier. Vos questions-réponses sur la Luzerne. In: Reussirlait. 2015;296:30-50.

12. Peyraud JL, Delaby L, Lebois S. Intérêt de la luzerne déshydratée et de la paille pour limiter les risques d'acidose subclinique chez

la vache laitière nourrie avec des rations à forte densité énergétique. Renc. Rech. Rumin. 2008;15:125.

13. Rouillé B, Prezelin M, Roine D. Ration simple versus ration complexe : quels impacts sur les performances de production, de santé et de reproduction chez la vache laitière ? Renc. Rech. Rumin. 2015;22:233.

14. Rouillé B, Lamy J-M, Brunschwig P. Trois formes de consommation de la luzerne pour les vaches laitières. Renc. Rech. Rumin. 2010;17:329.

15. Thiebaut P, Hamerel T, Python Y et coll. Effets de l'enrubannage de luzerne sur les émissions de méthane entérique de vaches laitières hautes productrices en comparaison à de l'ensilage de graminées. Renc. Rech. Rumin. 2014;21:45.