

Les protéagineux contribuent à l'autonomie alimentaire du troupeau laitier alimenté avec du maïs ensilage, sans pénaliser les performances

P. Brunschwig¹, J.M. Lamy²

Dans l'objectif d'améliorer la traçabilité des aliments et l'autonomie alimentaire des exploitations, le remplacement des apports de tourteaux par des protéagineux produits sur l'exploitation est une perspective intéressante. Quel est l'impact de l'introduction du pois, du lupin ou de la féverole sur les performances laitières d'un troupeau ?

RÉSUMÉ

Dans des rations à base d'ensilage de maïs, 3 essais ont permis d'évaluer l'effet du remplacement partiel du tourteau de colza par du pois, du lupin ou de la féverole (rations à concentration isoprotéique). L'ingestion, la production laitière, les quantités de matières grasses et protéiques, la composition du lait et la variation de poids n'ont pas été modifiées par l'apport de pois ou de féverole ; avec l'apport de lupin, le TB a tendance à croître et le TP à décroître. Une simulation permet d'estimer l'effet du remplacement du tourteau de soja, plus fréquent en élevage, par les mêmes protéagineux : augmentation de l'ingestion de 1,2 kg MS/j (plus de concentrés dans la ration), autant de lait avec le pois et plus de lait avec le lupin ou la féverole, de légères variations de TB et TP. Dans tous les cas, l'autonomie est sensiblement améliorée.

MOTS CLÉS

Autonomie, colza, complémentation, féverole, lupin, pois fourrager, production laitière, qualité du lait, tourteau, soja.

KEY-WORDS

Dairying, feed supplementation, field pea, horse bean, lupin, milk quality, oil-seed cake, rape, self-sufficiency, soybean.

AUTEURS

1 : Institut de l'Élevage, 9 rue André Brouard - BP 70510, F-49105 Angers Cedex 02 ; philippe.brunschwig@inst-elevage.asso.fr

2 : Chambre d'Agriculture de Maine et Loire, 14 avenue Joxé, BP 646, F-49006 Angers Cedex 01

Dans les systèmes fourragers nécessitant un apport complémentaire en protéines, la recherche d'une autonomie alimentaire accrue peut être obtenue par l'utilisation de protéagineux cultivés sur l'exploitation (RUBIN *et al.*, 2003, même ouvrage) ou dans un cadre plus collectif. La principale motivation des éleveurs pour ces ressources alternatives au tourteau de soja est le souci d'une meilleure traçabilité des aliments distribués aux animaux du troupeau. De plus, l'autoconsommation des grains produits par l'exploitation est une contribution à la réduction du coût alimentaire. Les protéagineux, moins riches en protéines que les tourteaux, sont plus facilement utilisables dans des rations à concentration protéique modérée. Cette pratique participe aussi à la maîtrise des rejets azotés. Trois essais d'utilisation de pois, lupin et féverole dans des rations pour vaches laitières en début de lactation ont été réalisés à la Ferme des Trinottières (Maine-et-Loire). L'objet de cet article est de faire le point sur les résultats obtenus et d'observer l'évolution de l'autonomie alimentaire des régimes utilisés.

1. Présentation des essais : Substitution partielle du tourteau par des protéagineux

Dans chaque lot, un protéagineux remplaçait une grande partie du tourteau servant de correcteur, tout en complétant l'apport protéique avec un tourteau tanné de façon à proposer aux animaux des rations à même concentration protéique. L'objectif était d'obtenir la même production laitière et d'observer les modifications éventuelles de composition du lait. Les essais 1 (15 vaches/lot) et 2 (14 vaches/lot) ont comparé chacun les régimes avec pois ou lupin au régime témoin "T. Colza" (BRUNSCHWIG et LAMY, 2001) ; l'essai 3 (18 vaches/lot) a comparé le régime avec féverole au témoin (BRUNSCHWIG et LAMY, 2002).

Dans **une ration complète à base d'ensilage de maïs** corrigée par du tourteau de colza, du blé et des tourteaux tannés de colza (témoin dans les trois essais : lots "T. Colza"), **le tourteau de colza a été remplacé par du pois** (lots "Pois"), **ou du lupin** (lots "Lupin") **ou de la féverole** (lot "Féverole"). Un **apport complémentaire de tourteaux tannés de colza a été maintenu** dans les lots expérimentaux (tableau 1) pour assurer des **rations à concentration isoprotéique** dans tous les lots en respectant un apport d'azote dégradable équivalent pour les microbes du rumen. Les régimes étaient "iso-minéraux" (4,5 g Phosphore total et 6,9 g Calcium par kg MS de ration) ; la teneur

Régime	T. Colza*	Pois*	Lupin*	T. Colza	Féverole
Ensilage de maïs (% MS)	74,0	66,5	73,5	75,7	70,4
Paille (% MS)	1,0	1,0	1,0	-	-
BM (% MS)	2,5	-	-	2,7	-
Tourteau de colza (% MS)	13,0	-	-	12,8	-
Tourteaux tannés de colza (% MS)	8,0	11,0	7,5	7,5	10,1
Protéagineux (% MS)	-	20,0	16,0	-	18,1
AMV** et urée (% MS)	1,5	1,5	2,0	1,3	1,4

* Moyenne des essais 1 et 2 ** Apport Minéral Vitaminé

TABLEAU 1 : **Composition des rations comparées** (répartition de la matière sèche de chaque régime).

TABLE 1 : **Comparison of the diets according to DM contents.**

un peu élevée en phosphore a été alignée sur celle des régimes "T. Colza". Le rationnement protéique a été établi sur la base des valeurs nutritives obtenues selon les prévisions de l'INRA (VÉRITÉ *et al.*, 1987) ; la valeur PDIE du lupin retenue s'est rapprochée de celle estimée sur animaux (140 g PDIE/kg ; EMILE *et al.*, 1991). La concentration énergétique de chaque régime est une conséquence des aliments utilisés dans chaque régime.

Les rations comportaient 24%, 31%, 24% et 29% de concentrés et titraient 0,92, 0,95, 0,94 et 0,93 UFL/kg MS de ration respectivement pour les régimes "T. Colza", "Pois", "Lupin" et "Féverole". La densité protéique était la même dans tous les lots d'un même essai, en moyenne 93 g PDI/kg MS de ration. La teneur en azote moyenne a été de 151 g MAT/kg MS de ration ; les régimes "Lupin" ont eu une teneur régulièrement plus élevée (159 g MAT/kg MS). Les protéagineux ont été broyés ou aplatis grossièrement (essais 1 et 3) ou broyés plus finement (essai 2) ; ils ont été incorporés dans la ration complète mélangée, distribuée individuellement une seule fois par jour.

Chaque essai a été réalisé en blocs complets équilibrés avec des vaches de race Prim'Holstein en début de lactation. Les essais ont duré 10 semaines, de la 8^e à la 17^e semaine de lactation (essai 1) et de la 5^e à la 14^e semaine de lactation (essais 2 et 3).

Les quantités individuelles consommées et le lait produit ont été mesurés quotidiennement ; le TB (taux butyreux), le TP (taux protéique) et le taux d'urée du lait l'ont été bi-hebdomadairement ; le poids vif et l'état corporel ont été mesurés à plusieurs stades physiologiques (3^e, 8^e, 12^e et 17^e semaine de lactation (essai 1) ; 3^e, 8^e et 14^e semaine de lactation (essais 2 et 3)).

L'influence du régime alimentaire sur la consommation de la ration, la production laitière, la composition du lait (TB, TP, urée) et la variation de poids a été statistiquement analysée selon un modèle mixte à l'aide du logiciel SAS (version 6.12, 1996). Les facteurs pris en compte ont été le régime, la parité (primipare ou multipare), le bloc (effet aléatoire) et l'interaction régime x parité. Une période pré-expérimentale de 3 semaines a permis d'établir des covariables pour l'ingestion, la production laitière et les taux du lait.

2. Résultats

■ Les mêmes performances avec les protéagineux

L'ingestion totale n'a pas été modifiée par l'introduction de 4,7 kg brut/j de pois, 3,8 kg brut/j de lupin ou 4,0 kg brut/j de féverole (tableau 2) alors que la quantité de concentrés consommés a augmenté de 1,6 kg et 1,2 kg MS dans les lots "Pois" et "Féverole" par rapport au témoin.

La production laitière, les quantités de matières grasses et protéiques, **la composition du lait et la variation de poids n'ont pas été modifiées par l'apport de pois ou de féverole** ; ceci avait été

	T. Colza*	Pois*	Lupin*	T. Colza	Féverole
Ingestion totale (kg MS/j)	20,2	20,4	20,6	19,0	19,4
dont Tourteau de colza	2,6	-	-	2,4	-
Protéagineux:	-	4,1	3,3	-	3,5
Tourteaux tannés de colza	1,6	2,2	1,5	1,4	2,0
Blé	0,5	-	-	0,5	-
Production de lait brut (g/j)	31,7	31,5	32,1	31,3	31,5
Matières grasses (g/j)	1 139	1 150	1 180	1 153	1 194
Matières protéiques (g/j)	961	957	953	923	937
TB (g/kg)	35,9	36,5	37,0	36,9	37,9
TP (g/kg)	30,3	30,4	29,7	29,5	29,7
Urée du lait (mg/l)	212	227	234	200	204
Variation de poids (g/j)	195	157	153	-172	-224

* Moyenne des essais 1 et 2

TABLEAU 2 : Consommation d'aliments et performances des animaux pour les différents régimes comparés.

TABLE 2 : Feed intake and animal performances for the various diets under comparison.

observé par HODEN (1982) sur des vaches à moindre niveau de production. La tendance à une meilleure reprise de poids avec du pois constatée par HODEN *et al.* (1992) a été observée dans l'essai 1 (347 g/j *versus* 166 g/j pour le lot "T. Colza" ; $p = 0,17$) à cause du stade plus tardif de lactation. Le taux d'urée du lait des régimes "Pois" et "Féverole" n'a pas été modifié dans 2 essais sur 3 (essais 1 et 3).

Avec le régime "Lupin", la quantité de matières grasses produites a eu tendance à augmenter, avec l'augmentation de la quantité de lait (+1,1 kg ; $p = 0,21$) dans l'essai 2 (1 212 g *versus* 1 146 g/j pour le lot "T. Colza" ; $p = 0,29$) ou sans augmentation de la production laitière dans l'essai 1 (1 168 g *versus* 1 133 g/j pour le lot "T. Colza" ; $p = 0,38$). Le TB a eu tendance à augmenter, particulièrement quand la production laitière n'a pas changé (essai 1 : 39,6 g/kg *versus* 38,4 g/kg pour le lot "T. Colza" ; $p = 0,26$). Ces tendances sont explicables par la teneur plus élevée du régime "Lupin" en matières grasses (4,2% de la MS totale *versus* 2,8% pour le régime "T. Colza"). La quantité de matières protéiques n'a pas été modifiée mais **le TP a eu tendance à baisser** (essai 1 : - 0,7 g/kg, $p = 0,14$; essai 2 : - 0,5 g/kg, $p = 0,42$) parallèlement à l'augmentation de la teneur en matières grasses de la ration. Ces évolutions des taux butyreux et protéique ont été également observées par EMILE *et al.* (1991). Le taux d'urée du lait des lots "Lupin" a été systématiquement plus élevé que celui du lot témoin (+13 mg/l et +31 mg/l ; $p = 0,01$ dans les 2 essais) ; cela pourrait être dû à une solubilité plus importante des protéines du lupin comparativement à celles du témoin et des autres protéagineux. Dans les deux essais, la variation de poids n'a pas été modifiée par l'utilisation de lupin.

Les bilans protéiques des lots protéagineux ont été de même niveau ou un peu supérieurs à ceux du lot témoin ; ceci fait penser que les évaluations retenues pour les valeurs azotées (PDI) des protéagineux semblent correspondre à l'utilisation faite par les animaux.

■ Des substituts au tourteau de soja favorables à la production laitière

Dans ces trois essais, le régime témoin contenait du tourteau de colza, moins communément utilisé que le tourteau de soja. A partir des

comparaisons réalisées entre tourteau de colza et tourteau de soja sur des rations à base d'ensilage de maïs dans 9 essais en début et milieu de lactation (BRUNSCHWIG *et al.*, 1996), **on peut prévoir l'effet attendu de l'utilisation de protéagineux en remplacement du tourteau de soja** pour élaborer des rations complètes à même densité protéique. Cette évaluation ne se substitue pas à des comparaisons protéagineux/tourteau de soja que nous n'avons pu mettre en place dans un contexte d'utilisation d'autres ressources protéiques. Par ailleurs, des différences de composition fine entre matières premières utilisées (profils d'acides gras, acides aminés digestibles) rendent la démarche critiquable. Elle est cependant faite pour permettre une première approche à des éleveurs utilisateurs.

Le remplacement du tourteau de soja par du tourteau de colza, sur la base de 1,0 kg *versus* 1,5 kg, entraîne en moyenne une augmentation d'ingestion de 0,9 kg de MS de ration totale sans modification de l'ingestion de maïs ; on constate parallèlement une augmentation de 0,6 kg de lait brut/j, la baisse du TB de 1,2 g/kg et l'augmentation du TP de 0,3 g/kg.

Comparativement à une ration corrigée avec du tourteau de soja, **l'ingestion des rations avec protéagineux sera augmentée** de 1,2-1,3 kg MS/j, en lien avec l'augmentation notable de la part de concentrés dans la ration ; **une augmentation de la concentration énergétique de la ration est prévisible. Il est attendu autant de lait avec le pois, et plus de lait avec le lupin (+1,0 kg) ou la féverole (+0,8 kg). Le TB ne sera pas modifié en moyenne** (- 0,6 g/kg, - 0,2 g/kg et - 0,1 g/kg respectivement pour pois, lupin et féverole). Le TP sera soutenu avec du pois (+ 0,4 g/kg) et de la féverole (+ 0,5 g/kg) ou un peu abaissé avec du lupin (- 0,3 g/kg). La variation de poids sera analogue à celle obtenue avec l'apport de tourteau de soja.

■ L'autonomie en protéines est améliorée

A partir des essais précédents, par comparaison avec des tourteaux de colza, **l'autonomie alimentaire est calculée sur la période de stabulation** avec une alimentation à l'ensilage de maïs. L'utilisation de concentrés produits sur l'exploitation augmente **l'autonomie alimentaire globale** (fourrages + concentrés + AMV) évaluée sur la base de la matière sèche ; elle **passe de 78% avec les rations "Colza" à 91% environ** pour les rations avec protéagineux (tableau 3). En fait, c'est l'autonomie en concentrés (concentrés + AMV) qui progresse, passant de 11% dans les rations "Colza" à 62% environ pour les rations avec protéagineux.

TABLEAU 3 : Niveaux d'autonomie globale et des concentrés, pour la matière sèche totale et les MAT (%).

TABLE 3 : Levels of self-sufficiency and of concentrate use, as regards total dry matter and crude protein (%).

	T. Colza*	Pois*	Lupin*	T. Colza	Féverole
Autonomie globale	78	88	91	78	88
Autonomie en concentrés	11	61	63	11	61
Autonomie MAT globale	43	70	78	40	68
Autonomie MAT des concentrés	4	53	54	4	51

* Moyenne des essais 1 et 2

L'autonomie protéique globale, calculée sur la base de la MAT, passe de 42% pour les rations "Colza" à 72% en moyenne pour les rations avec protéagineux. L'autonomie protéique en concentrés évolue le plus nettement en passant de 4% dans les rations "Colza" à 56% en moyenne pour les rations avec pois, lupin ou féverole.

Ces évolutions peuvent être replacées **dans le contexte des systèmes laitiers français de plaine, spécialisés lait et à maïs dominant** (plus de 30% de la SFP), ayant des grandes cultures ou des herbivores (PACCARD *et al.*, 2003). L'autonomie alimentaire globale annuelle de ces systèmes est de 80-83% et l'autonomie annuelle en concentrés y est de 20% environ. L'autonomie protéique globale annuelle de ces exploitations est de 55-60% et l'autonomie protéique annuelle en concentrés y est de 7-10%. L'évaluation faite ci-dessus pour la seule période de stabulation (6 mois et plus) amplifie un peu les évolutions entre sources protéiques parce que, pendant la période de pâturage, le fourrage étant plus protéique, il y a moins besoin de concentrés extérieurs à l'exploitation. L'utilisation de protéagineux dans ces systèmes sera néanmoins un levier efficace sur l'autonomie alimentaire.

Les protéagineux contribuent à améliorer l'autonomie protéique d'un système d'alimentation sans modifier notablement le système fourrager (faible réduction de la surface en maïs). **Mais leur utilisation** pour corriger des rations fortement déficitaires en protéines **n'a pas supprimé l'appel à des protéines externes à l'exploitation**. L'implantation de ces protéagineux modifiera notablement l'assolement et, selon l'exploitation, des contraintes agronomiques peuvent apparaître : nécessité d'une rotation quadri- ou quinquennale, maîtrise des itinéraires techniques, disponibilité de matières actives autorisées pour la maîtrise des mauvaises herbes, disponibilité de semences de variétés d'hiver. Actuellement, un effort est porté sur la sélection de variétés d'hiver plus productives et résistantes au gel ; leur utilisation permettra de réduire l'impact de la période estivale, insuffisamment arrosée et néfaste au rendement. L'introduction de protéagineux dans le système de production se fera au détriment des surfaces de cultures de vente (céréales, oléagineux) ; l'auto-provisionnement en paille de litière de l'exploitation devra être préservé. L'absence de fumure azotée et l'augmentation de la diversité dans l'assolement contribuent à une agriculture durable. Parallèlement, une amélioration des rendements en céréales est attendue après une culture de protéagineux. Enfin, le stockage et la préparation des protéagineux sur l'exploitation constituent un changement de pratiques quant à l'approvisionnement en aliments concentrés et à l'organisation du travail.

Pour tendre vers plus d'autonomie, il faudra introduire plus de protéines provenant des fourrages, par de l'herbe conservée ou pâturée. De même, l'introduction de légumineuses fourragères pâturées (trèfle blanc associé au ray-grass anglais) ou fauchées (luzerne, trèfle violet) sont des leviers importants pour réduire le déficit protéique de l'exploitation. Cela nécessitera une modification du système fourrager à envisager selon les conditions pédoclimatiques et le parcellaire de l'exploitation.

Conclusion

Il est possible de remplacer une grande partie du tourteau par des protéagineux pour produire du lait. Dans des rations à base d'ensilage de maïs, les protéagineux ont permis les mêmes performances qu'avec du tourteau de colza. La part de concentrés dans la ration, proche de 30% de la MS avec du pois ou de la féverole, nécessite d'être vigilant pour maintenir une bonne rumination. Leur distribution en ration semi-complète ou complète est favorable à leur bonne utilisation. De même, l'obtention d'une granulométrie grossière, par broyage ou aplatissage, est un élément important de leur bonne valorisation par les animaux.

Les quantités de protéagineux utilisées sont supérieures à celles observées dans les élevages et nécessitent une modification du système de production. Des obstacles agronomiques sont fréquemment évoqués lors de leur utilisation (faiblesse des rendements, faibles disponibilités en semences, absence d'herbicides homologués, appropriation des itinéraires techniques et maîtrise de la culture...). En contrepartie, l'autonomie en protéines de l'exploitation est effectivement améliorée ; elle apporte de la diversité dans l'assolement et nécessite une autre organisation du travail.

Cependant, l'apport de tourteaux tannés a encore été nécessaire pour assurer le complément en protéines sans excès d'azote dégradable dans le régime. La correction de ces rations exclusivement avec un protéagineux tel que du lupin cru ou du lupin extrudé en vue d'autonomie protéique est en test (Les Trinottières). La combinaison d'une ration mixte (herbe + maïs) et de protéagineux devrait permettre de viser 100% d'autonomie protéique, mais avec un déséquilibre entre PDIN et PDIE (richesse en protéines solubles et moindre niveau en PDIE). Des essais restent à réaliser pour tester ces rations sur des niveaux protéiques modérés.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.
"Fourrages, protéines et environnement :
de nouveaux équilibres à construire",
les 27 et 28 mars 2003.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUNSCHWIG P., LAMY J.M. (2001) : "Sources protéiques végétales alternatives au tourteau de soja dans l'alimentation des vaches laitières", *Renc. Rech. Ruminants*, 8, 292.
- BRUNSCHWIG P., LAMY J.M. (2002) : "Utilisation de féverole ou de tournesol comme sources protéiques dans l'alimentation des vaches laitières", *Renc. Rech. Ruminants*, 9, 316.
- BRUNSCHWIG P., CADOT M., LEMARIÉ J. (1996) : *Le point sur le tourteau de colza pour les bovins*, CETIOM-Institut de l'Elevage, 53 p.
- EMILE J.C., HUYGHE C., HUGUET L. (1991) : "Utilisation du lupin blanc doux pour l'alimentation des ruminants : résultats et perspectives", *Ann Zootech.*, 40, 31-44.
- HODEN A. (1982) : "Valeur nutritive des légumineuses à graines pour les ruminants et utilisation par les vaches laitières", *Bull. Techn. CRZV Theix*, INRA, (49) 27-31.
- HODEN A., DELABY L., MARQUIS B. (1992) : "Pois protéagineux comme concentré unique pour les vaches laitières", *INRA, Prod. Anim.*, 5 (1) 37-42.
- PACCARD P., CAPITAIN M., FARRUGIA A. (2003) : "Autonomie alimentaire et bilans minéraux des élevages bovins laitiers selon les systèmes de production", *Fourrages*, 174 243-257.
- VÉRITÉ R., MICHALET-DOREAU B., CHAPOUTOT P., PEYRAUD J.L., PONCET C. (1987) : "Révision du système des Protéines Digestibles dans l'Intestin (PDI)", *Bull. Techn. CRZV Theix*, INRA, (70) 19-34.

SUMMARY

High-protein crops contribute to the feed self-sufficiency of dairy herds without any adverse effect on the performances

In view of improving the traceability of feeds and the feed self-sufficiency of farms, the replacement of oilseed cakes by high-protein crops produced on the farm is an interesting prospect. In three trials, the effect was estimated of partly replacing rape oilseed cake by field pea, lupin, or horse bean (diets based on maize silage, with equal protein contents). Field pea or horse bean did not modify voluntary intake, milk production, butterfat content, protein content, milk composition nor live-weight gain ; lupin tended to increase butterfat content and to decrease protein content. The effect of replacing soybean cake by these same high-protein crops (a more frequent practice) was estimated by simulation : increase of voluntary intake by 1.2 kg DM/day (more concentrates in the diet), as much milk with pea and more milk with lupin or horse bean, slight changes in butterfat and protein contents. In each case, the self-sufficiency was improved.