

Production à la ferme d'huile végétale et de tourteaux : possibilités et conséquences

P. Brunschwig¹, J.-M. Lamy²

La production d'huile utilisée comme biocarburant attire les éleveurs de bovins car elle permet également de disposer de tourteaux valorisables par leurs animaux. La motivation initiale d'améliorer l'autonomie énergétique de l'exploitation peut être accompagnée par celle d'une meilleure autonomie alimentaire.

RÉSUMÉ

Les caractéristiques de tourteaux fermiers de colza et tournesol employés par une trentaine d'éleveurs des Pays-de-la-Loire montrent une très grande variabilité liée aux réglages de la presse utilisée. Pour un volume d'huile végétale (biocarburant) défini dans une exploitation, la quantité de tourteau fermier obtenue dépend du taux d'extraction d'huile. Les systèmes laitiers de plaine avec cultures de vente arrivent à satisfaire leur besoin en huile en obtenant une production de tourteaux gras qui assurent plusieurs mois d'alimentation du troupeau. Les besoins en huile des systèmes laitiers spécialisés de plaine étant moindres, ils ne satisferont qu'une partie de leurs besoins en tourteaux. L'utilisation de tourteaux fermiers gras de colza (10 et 21% de MG) comme correcteurs de rations à base d'ensilage de maïs est favorable à la production de lait et à sa composition.

MOTS CLÉS

Analyse économique, analyse énergétique, autonomie, biocarburant, bovin, colza, complémentation, production laitière, ration alimentaire, système d'exploitation, tournesol, tourteau.

KEY-WORDS

Biological fuel, cattle, dairying, diet, economical analysis, energy analysis, farming system, feed supplementation, oil-seed cake, rape, self-sufficiency, sunflower.

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 ; jmlamy@maine-et-loire.chambagri.fr

Produire du carburant à la ferme entraîne une fabrication de tourteau gras

1. Les motivations des éleveurs pour produire leur carburant

■ Etre plus autonome en énergie...

L'intérêt du pressage à la ferme est de produire de l'huile auto-consommée comme carburant (tracteur, chaudière) et du tourteau utilisé pour corriger la ration des vaches laitières en période de stabulation (fourrages stockés). L'huile produite vient se substituer en partie au carburant, habituellement d'origine externe à l'exploitation.

Cette démarche d'utilisation de biocarburant est motivée par un souci de réduction de la facture énergétique, dans une période de renchérissement régulier du prix du pétrole. Cette motivation est combinée à l'**image de durabilité** améliorée que donne une exploitation productrice d'une partie de son énergie, en remplacement d'énergie fossile. Toutes les exploitations laitières n'ont pas la possibilité de cultiver des oléagineux soit parce que leur système laisse trop peu de place aux cultures de vente (élevages de plaine spécialisés en production laitière), soit parce que leurs conditions agronomiques ne facilitent pas leur culture. Dans ce cas, il est envisageable d'acheter des graines.

■ ... va de pair avec autonomie alimentaire et protéique

Les éleveurs sont de plus en plus soucieux de l'origine des aliments qu'ils distribuent aux animaux ; la démarche des bonnes pratiques en élevage ou celles, plus ciblées, de label ou d'appellation géographique expriment cette préoccupation. La pression des distributeurs de denrées alimentaires sur la traçabilité rejaillit sur les transformateurs laitiers qui répercutent ce souci sur les éleveurs. L'apparition de végétaux contenant des organismes génétiquement modifiés a accentué le débat autour de l'autonomie alimentaire et protéique des exploitations laitières. Ainsi, les éleveurs peuvent chercher à remplacer le tourteau de soja par d'autres sources produites par l'exploitation ou à proximité. **Le remplacement du tourteau de soja par du tourteau de colza industriel** (teneur en matière grasse de 2 à 2,5%) **est économiquement intéressant pour les producteurs de lait et va dans un sens recherché par la filière laitière** quant à la qualité des matières grasses du lait (BRUNSCHWIG *et al.*, 1996).

Par ailleurs, certains éleveurs souhaitent **prolonger cette démarche d'autonomie alimentaire à l'énergie** (carburant). Une solution combinant ces deux objectifs et assurant une meilleure traçabilité des aliments est alors regardée avec intérêt. L'utilisation

de tourteaux de colza issus de cultures locales, sur l'exploitation de l'éleveur ou chez des agriculteurs de la région, répondrait à cette préoccupation. L'expérience d'utilisation de tourteaux artisanaux (7 à 9% MG) issus de traitements mécaniques et thermiques (BRUNSCHWIG *et al.*, 2005) encourage à valoriser des tourteaux plus gras qu'habituellement.

Cet article décline les questions posées par la production d'huile utilisée comme carburant et par la génération des tourteaux fermiers dans un échantillon d'exploitations. Il présente aussi les résultats obtenus lors d'un essai sur l'utilisation de tourteaux de colza fermiers valorisés par des vaches laitières.

2. Une grande variabilité de teneurs en matière grasse des tourteaux dans les exploitations enquêtées

L'enquête menée auprès de 29 éleveurs des Pays-de-la-Loire utilisateurs de tourteaux fermiers (LAMY, 2005) a montré la présence de tourteaux de colza (13 élevages) et de tourteaux de tournesol (16 élevages).

La teneur en matière grasse (MG) **des tourteaux de tournesol** était en moyenne de 20,2% et présentait une variabilité modérée (de 17 à 24%). Le taux d'extraction moyen de la matière grasse était de 76% et variait de 69 à 80%. La teneur en huile des graines utilisées était de 48%, plus élevée de 3,4 points que celle retenue dans les tables INRA-AFZ (SAUVANT *et al.*, 2004).

La teneur en MG **des tourteaux de colza** était plus élevée, en moyenne 24,1%, mais beaucoup plus variable (de 18,5 à 30,6%). Seulement 59% de la matière grasse était extraite (taux allant de 44 à 68%). La teneur en huile des graines (41%) était proche de celle observée dans les mêmes tables (42%).

La presque totalité des éleveurs enquêtés utilisait un même type de presse. Les facteurs de variations de ce taux de MG sont en partie liés aux réglages différents des presses et notamment des buses utilisées en extrémité de presse. Les techniciens spécialistes de la production d'huile connaissent bien l'effet favorable d'une température ambiante plus chaude, d'une hygrométrie de l'air plus faible, d'une teneur en matière sèche des graines plus élevée pour augmenter le taux d'extraction de l'huile. Les conditions de production en conditions fermières n'ayant pas été relevées précisément dans les élevages, enquêtés *a posteriori*, ces éléments n'ont pu être étudiés.

Le niveau d'utilisation de tourteau fermier observé dans les élevages est en moyenne de 1,5 kg/VL/j, compris entre 1 et 2 kg par jour et par vache. Ce niveau est 2 fois inférieur à celui qui a été utilisé avec le tourteau le plus gras dans l'essai qui suit. Les éleveurs ont précisé que la quantité de tourteau disponible est limitée par les besoins en huile de l'exploitation.

3. Éléments de cohérence entre production d'huile et de tourteaux

Les presses mises en œuvre dans les exploitations vont de l'outil individuel ayant un débit d'une vingtaine de kg de graines par heure à l'installation collective permettant de traiter plus d'une centaine de kg de graines par heure. Les caractéristiques de l'huile et des tourteaux diffèrent entre ces deux situations. Sur une petite presse, sans appareillage de réglage (préchauffage des graines, débit, taille de buse de sortie ...), le taux d'extraction d'huile est souvent modéré, du niveau de ceux vus précédemment. **Avec des presses de puissance et débit plus importants**, éventuellement dotées d'organes réglables, **le taux d'extraction dépasse 80%**. Entre ces deux situations, le tourteau aura une teneur allant de plus de 25% de MG à moins de 15%.

A partir des mesures d'extraction d'huile observées avec les 2 presses utilisées dans l'essai, on peut évaluer les quantités d'huile et de tourteaux fermiers de colza disponibles sur une exploitation. Il a été obtenu en moyenne 400 g d'huile non filtrée par kg de graines de colza avec la presse Reinartz et 300 g d'huile non filtrée par kg de graines avec la presse Täby. Les premières évaluations de résidus de filtration sont de l'ordre de 7% de l'huile brute.

La quantité d'huile recherchée par un agriculteur dépend du taux d'incorporation avec le fuel et des besoins en traction de l'exploitation. La quantité de tourteau qui est produite dépend du taux d'extraction d'huile ou de la teneur en huile résiduelle du tourteau. Les besoins en tourteau dépendent de sa teneur en MG et de la quantité distribuée par jour aux animaux.

■ Les quantités produites d'huile et de tourteau varient selon la presse employée

Pour illustrer **la cohérence entre production d'huile et de tourteau**, le calcul est réalisé sur une exploitation de 97 ha de SAU disposant d'un troupeau de 40 vaches présentes par an. La surface est constituée de 60 ha de cultures de vente et 37 ha de surface fourragère (SFP). Le maïs fourrager représente 40% de la SFP (15 ha) ; la surface totale en cultures est de 75 ha (fourragères et de vente). Cette situation correspond à celle d'un système "lait et cultures de vente" tel qu'on peut en observer dans les Réseaux d'Élevage (2005).

Un hectare de culture nécessite 10 heures de traction consommant 12 l de fuel par heure. Le taux d'incorporation d'huile dans le fuel envisagé varie de 30%, sans modification, à 50% et 100% avec modification du moteur (bicarburant). Le type de tourteau peu gras (10% MG) ou gras (21% MG) est le résultat du type de presse utilisé. Ces tourteaux sont utilisés à raison de 6 kg/j/vache pour le tourteau peu gras et 3 kg/j/vache pour le tourteau gras. Pour déterminer la surface nécessaire en colza, le rendement est évalué à 28 ou 35 q/ha. Les résultats sont présentés au tableau 1.

Rendement en colza	Bas (28 q/ha)						Haut (35 q/ha)					
	10%			21%			10%			21%		
Teneur en MG du tourteau de colza	30%	50%	100%	30%	50%	100%	30%	50%	100%	30%	50%	100%
Besoins en huile (l)	2 700	4 500	9 000	2 700	4 500	9 000	2 700	4 500	9 000	2 700	4 500	9 000
Quantité de tourteau produit (t)	4,0	6,7	13,4	6,2	10,4	20,8	4,0	6,7	13,4	6,2	10,4	20,8
Surface en colza (ha)	2,4	4,0	7,9	3,2	5,3	10,6	1,9	3,2	6,4	2,5	4,2	8,5
Durée d'alimentation du troupeau (j)	20	33	65	61	102	204	20	33	65	61	102	204

TABLEAU 1 : **Besoins en huile et disponibilité en tourteau de colza selon le taux d'incorporation d'huile au fuel et la teneur en matières grasses (MG) du tourteau fermier** pour une exploitation de 97 ha de SAU, 75 ha de cultures et un troupeau de 40 vaches.

TABLE 1 : Oil requirements and availability of rape oil-seed cakes according to the rate of incorporation of plant oil into purchased fuel and to the fat content (MG) of farm-produced cakes, on a farm of 97 ha useable agricultural area, 75 ha crops, and a herd of 40 cows.

L'incorporation de 30% d'huile dans le fuel, pratique actuellement rencontrée, limite les besoins en huile à 2 700 l. C'est le **niveau d'efficacité du pressage** (type de presse, réglage, conditions d'extraction) qui **va déterminer la quantité de tourteau disponible** (4,0 t pour le tourteau moins gras, 6,2 t pour le tourteau gras). De ce fait, le tourteau plus gras permet de tripler le temps d'utilisation de tourteau fermier par le troupeau sous nos hypothèses (61 jours au lieu de 20 jours). **Un plus faible taux d'extraction d'huile permet de mieux combiner les besoins en tourteau du troupeau et ceux en biocarburant. Mais, dans ce cas, une source protéique externe à l'exploitation sera encore nécessaire** pour corriger la ration de stabulation qui dure fréquemment de 5 à 6 mois.

Les taux d'incorporation plus élevés en huile (50 et 100%) génèrent des quantités de tourteaux plus importantes ; il s'agit respectivement de 6,7 t et 13,4 t avec le tourteau moins gras et 10,4 t et 20,8 t avec le tourteau gras. Ces quantités permettent d'augmenter la durée d'alimentation du troupeau, notamment quand un tourteau gras est utilisé (102 à 204 jours). **Un éleveur qui voudrait être autonome en énergie et moins dépendant en correcteur protéique le pourrait** à condition d'utiliser 100% d'huile dans son carburant et d'obtenir un tourteau gras.

L'impact du rendement influence simplement la surface à mettre en œuvre pour un taux d'incorporation défini. Dans l'exemple considéré, la production d'huile nécessite d'introduire 3 à 14% de colza dans les 75 ha de surface en cultures ; dans une rotation triennale, voire quadriennale, ce taux est réalisable.

■ Les exploitations avec cultures de vente produisent plus de tourteaux

La quantité de tourteau disponible à la suite du pressage de graines de colza pour satisfaire les besoins en huile d'une exploitation est appréciée dans différents systèmes d'élevage laitier français. Quatre types de systèmes de plaine sont retenus selon la part de cultures de vente dans la SAU (spécialisé lait ou lait + cultures de vente) et la part de maïs dans la SFP (Réseaux d'Élevage *et al.*, 2005). Deux taux d'incorporation d'huile et deux types de tourteaux gras sont considérés ; une seule hypothèse de rendement en colza est retenue (35 q/ha). Le tableau 2 rassemble les principaux résultats.

Type de système	Spécialisé								Lait + cultures vente							
	Maïs dominant				Maïs - herbe				Maïs dominant				Maïs - herbe			
SAU (ha)	60				70				120				120			
Cultures de vente (% SAU)	30				20				60				50			
SFP (ha)	42				56				48				60			
Maïs fourrage (% SFP)	40				20				40				20			
Effectif de vaches	45				48				53				40			
Teneur en MG du tourteau de colza (%)	10		21		10		21		10		21		10		21	
Taux d'incorporation d'huile (%)	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50
Quantité de tourteau produit - (t/an)	1,9	3,1	2,9	4,8	1,4	2,2	2,1	3,5	4,9	8,1	7,6	12,6	3,9	6,4	6,0	10,0
- (kg/vache/an)	41	69	64	107	28	47	44	73	92	153	143	238	96	160	150	249
Surface à ajouter en colza (% cultures)	3	4	3	6	3	4	3	6	3	4	3	6	3	4	3	6

Les quantités de tourteaux fermiers produites sont modestes et nécessitent l'apport d'un correcteur complémentaire pour corriger les rations basées sur des stocks fourragers. Les systèmes spécialisés obtiennent 2 à 3 fois moins de tourteaux fermiers que les exploitations avec culture de vente. La surface de colza à cultiver nécessiterait d'en introduire 3 à 6% dans la surface en cultures, ce qui paraît possible dans les systèmes envisagés.

En conclusion, **les exploitations laitières avec cultures sont mieux placées que les exploitations laitières spécialisées pour augmenter leur autonomie alimentaire en même temps que l'autonomie énergétique**. Dans ces dernières, la surface en céréales et oléoprotéagineux, plus réduite, offre moins de disponibilité en surface de substitution et de souplesse dans la rotation.

Enfin, si un éleveur définissait *a priori* le niveau de distribution à son troupeau, 6 ou 3 kg/vache/j de tourteau fermier pour satisfaire une durée de 150 à 180 jours d'utilisation, il lui faudrait triturer 3 à 9 fois plus de graines que ne le nécessiterait la satisfaction de ses besoins en huile dans le cas d'une incorporation à 30%. Il se retrouverait avec d'autant plus d'huile et devrait mettre en culture une surface en colza difficilement compatible avec son assolement pour un système laitier spécialisé de plaine.

TABLEAU 2 : Quantité de tourteau fermier de colza disponible selon la teneur en matière grasse (MG) du tourteau et le taux d'incorporation d'huile au fuel, pour 4 systèmes laitiers de plaine satisfaisant leurs besoins énergétiques en huile.

TABLE 2 : Amount of farm-produced rape oil-seed cakes available, according to fat content (MG) of cakes and rate of incorporation of oil into purchased fuel, for 4 dairy farming systems in the lowlands, self-sufficient as regards their energy requirements in fuel oil.

Un essai d'utilisation maximale de tourteaux fermiers de colza

1. Matériel et méthode

Deux tourteaux fermiers ont été obtenus à la ferme expérimentale des Trinottières (Maine-et-Loire) à partir d'un même lot de graines de colza conservées en "big-bag" à double enveloppe : **un tourteau à 10,1% de MG** issu d'une presse Reinartz à barreaux (tourteau Rn) **et un tourteau à 20,5% de MG** issu d'une presse à vis Täby (tourteau Tb). Leur utilisation a été **comparée à celle d'un tourteau de soja industriel déshuilé à 1,3% de MG** (Ts) pour corriger des rations d'ensilage du même maïs.

Du fait de l'extraction de l'huile par simple pression, les tourteaux de colza fermiers étaient moins riches en protéines mais plus riches en énergie qu'un tourteau de colza industriel déshuilé : 0,99 UFL, 199 g PDIN, 126 g PDIE/kg brut pour Rn et 1,15 UFL, 177 g PDIN, 109 g PDIE/kg brut pour Tb. Les tourteaux fermiers de colza ont été évalués sur la base des équations utilisées pour la prévision de la valeur nutritive des tourteaux industriels.

L'apport de tourteaux de colza fermiers dans la ration a été maximisé de façon à se situer près de 5% de MG dans la ration Rn et à moins de 6% MG dans la ration Tb. Les 3 rations ont été établies pour apporter la même quantité de protéines par kg de MS de ration totale (85 g PDIE/kg MS).

L'essai a été réalisé en milieu de lactation (5,2 mois en début d'essai, en mars 2005) sur 3 lots de 17 vaches Prim'Holstein (9 primipares, 8 multipares par lot) recevant quotidiennement et individuellement la même ration complète mélangée pendant 10 semaines :

- pour le lot Témoin avec du tourteau de soja (Ts) : ration composée d'ensilage de maïs pour 83,4% de la MS, 2,1% de paille, 11,9% de tourteau de soja 48 et 2,6% d'urée et minéraux ;

- pour le lot tourteau de colza Reinartz (Rn) : 70,9% d'ensilage de maïs, 2,1% de paille, 23,8% de tourteau de colza Rn, 2,1% de tourteau de soja 48 et 1,1% de minéraux ;

- pour le lot tourteau de colza Täby (Tb) : 74,7% d'ensilage de maïs, 2,1% de paille, 14,3% de tourteau de colza Rn, 7,4% de tourteau de soja 48 et 1,5% d'urée et minéraux.

Les rations comportaient et titraient donc :

- dans le lot Ts : 3 kg de tourteau de soja, soit 0,91 UFL, 27 g MG et 87 g PDIE/kg MS ;

- dans le lot Rn : 6 kg de tourteau de colza et 0,6 kg de tourteau de soja, soit 0,94 UFL, 49 g MG et 86 g PDIE/kg MS ;

- dans le lot Tb : 3,5 kg de tourteau de colza et 1,9 kg de tourteau de soja, soit 0,96 UFL, 56 g MG et 87 g PDIE/kg MS.

De la paille a été introduite dans chaque ration complète du fait de la part plus élevée en concentré des rations expérimentales, respectivement 16,0, 25,5 et 25,0% de concentrés.

Les quantités individuelles ingérées et le lait produit ont été mesurés quotidiennement, le taux butyreux (TB), le taux protéique (TP) et le taux d'urée l'ont été bihebdomadairement ; le poids vif et l'état corporel ont été mesurés en début, milieu et fin de l'essai.

2. Les résultats : des tourteaux fermiers de colza favorables à la production

Les trois lots ont consommé ces rations pendant 10 semaines après 3 semaines d'un régime commun mélangeant les 3 rations. Dans chaque lot, la ration mélangée était distribuée une seule fois

par jour, le matin, dans des bacs individuels auxquels les vaches ont accès par un portillon automatique. Les résultats sont présentés au tableau 3.

	Tourteau soja*	Tourteau colza Rn*	Tourteau colza Tb*
Ingestion totale (kg MS/j)	21,8 ^a	23,0 ^b	22,6 ^a
Lait brut (kg/j)	27,8 ^a	30,1 ^b	32,1 ^c
Lait 4% (kg/j)	26,4 ^a	26,2 ^a	27,7 ^b
MG (g/j)	1023 ^a	941 ^b	987 ^a
MP (g/j)	872 ^a	962 ^b	992 ^c
TB (g/kg)	36,8 ^a	31,3 ^b	30,8 ^b
TP (g/kg)	31,4 ^{ab}	32,0 ^a	30,9 ^b
Urée (mg/l)	293	288	282
GMQ (g/j)	722 ^a	890 ^b	809 ^{ab}
Variation d'état (point)	0,38	0,56	0,56

* des lettres différentes sur la même ligne signalent une différence significative à $p < 0,10$

■ Une consommation et une production laitière améliorées avec les tourteaux de colza

La consommation de ration totale des vaches des 2 lots avec tourteau de colza a été plus élevée que dans le lot avec tourteau de soja, de 1,2 kg de MS pour Rn, et de 0,8 kg MS pour Tb (non significatif). La part de concentrés plus importante dans les lots avec tourteau de colza explique cet effet, plus marqué dans le lot Rn dont la ration est plus riche en tourteau gras et en concentrés.

L'augmentation de production laitière des lots avec tourteau de colza a été importante : 2,3 kg de lait/VL/j pour Rn et 4,3 kg de lait/VL/j pour Tb. Elle a été accompagnée par la diminution de production de matières grasses pour Rn et l'augmentation de matières protéiques pour les 2 lots colza. Il en résulte **une réduction du TB** (de 5,5 g/kg pour Rn et 6,0 g/kg pour Tb) liée à la fois à une diminution de synthèse de matières grasses du lait et à leur dilution dans un volume plus important.

Le TP n'a pas été significativement modifié ; il a tendance à augmenter (+ 0,6 g/kg) pour Rn et à baisser (- 0,5 g/kg) pour Tb par rapport au lot Ts. Ceci est lié à la teneur en MG de la ration, inférieure à 5% pour Rn et située au-dessus de 5% pour Tb.

■ Une reprise de poids et d'état plus importante avec les tourteaux de colza

Les 2 lots avec tourteau de colza, ayant produit moins de MG, ont pu disposer de plus d'énergie disponible pour reprendre plus de poids et d'état d'engraissement. **La matière grasse du lait des lots avec tourteau de colza a été enrichie en acides gras insaturés** dont certains peuvent apporter plus de tartinabilité au beurre. En effet, le point de fusion des matières grasses est plus faible quand le nombre de doubles liaisons augmente.

TABLEAU 3 : Performances des animaux pendant l'essai comparant des rations complémentées avec du tourteau de fermier de colza ou du tourteau de soja industriel (moyenne sur 10 semaines ; 3 x 17 vaches).

TABLE 3 : Animal performances in the trial comparing diets supplemented with farm-produced rape oil-seed cakes and with industrial soybean oil-seed cakes (means over 10 weeks ; 3 x 17 cows).

La teneur en urée du lait a servi d'indicateur pour s'assurer que les rations apportaient les mêmes quantités d'azote par kg de MS de ration. Le lait des 3 lots a présenté les mêmes teneurs moyennes en urée du lait ; **l'évaluation de la teneur en protéines des tourteaux de colza fermiers est donc probablement proche de leur valeur réelle.**

3. Discussion : des arguments favorables à l'utilisation des tourteaux fermiers de colza

Les tourteaux fermiers de colza sont correctement valorisés par les vaches laitières en milieu de lactation. Les effets à attendre en début de lactation sont une augmentation de production laitière un peu moindre que celle observée dans cet essai et une perte accrue de poids vif selon CHILLIARD et OLLIER (1994). **Les règles d'utilisation par les vaches laitières restent d'offrir une ration comportant moins de 5% MG dans la ration totale** (en % de la MS) et **d'assurer une transition de 2 à 3 semaines**, selon le niveau d'introduction de tourteau gras dans la ration, pour éviter les troubles digestifs.

Ces tourteaux de colza fermiers (TCf) se distinguent des tourteaux de colza industriels (TCi) par : une concentration énergétique supérieure, respectivement de 15% et 35% pour les tourteaux Rn et Tb (due en grande partie à leur teneur en MG supérieure), une teneur en protéines inférieure de 10% et 20% respectivement. Quand on les utilise au maximum de l'apport possible, la proportion de concentrés dans la ration avec TCf est analogue à celle avec TCi (25 à 30%) contre 15 à 20% avec du tourteau de soja. De ce fait, l'augmentation d'ingestion totale observée avec les TCf (0,9 kg MS/j) est de même ordre que celle observée avec des TCi (BRUNSWIG *et al.*, 1996) par rapport à l'utilisation de tourteau de soja. En revanche, l'effet sur la production laitière observé avec les TCf est très amplifié, 3,5 et 7 fois celui observé avec les TCi (+ 0,6 kg lait/j) ; ceci est dû à l'apport énergétique supplémentaire observé dans les rations avec les TCf. La réduction du TB observée avec les TCi (1,2 g/kg) est amplifiée de 4,5 à 5 fois avec les TCf parce que le flux d'huile de colza dans le tube digestif est plus important. L'amélioration du TP observée avec les TCi (0,3 g/kg) est maintenue tant que le régime reste à moins de 5% MG (cas du tourteau Rn).

Les modifications de la composition du lait (teneur moindre en MG, tartinabilité et qualité des fromages améliorées) sont en faveur de l'utilisation de tourteaux gras de colza comme l'ont vu HOUSSIN *et al.* (2004) en comparaison avec du tourteau de colza industriel. La présence dans l'huile de colza d'acide linoléique en plus grande quantité que dans le régime classique avec tourteau de soja contribue à la réduction de la teneur en MG du lait (CHILLIARD *et al.*, 2001). **La teneur plus élevée en acide linoléique pourra contribuer à la réduction de production digestive de méthane** (MARTIN *et al.*, 2006, cet ouvrage). Cet effet sera complété par celui de l'augmentation de la part de concentré dans la ration lorsque l'on utilise des sources protéiques moins denses en azote pour assurer le même niveau de correction.

4. Evaluation économique : un contexte favorable à la production fermière d'huile de colza

L'intérêt économique de ces tourteaux fermiers est évalué sur la base des résultats de l'essai précédent avec utilisation durant 6 mois de stabulation pour remplacer du tourteau de soja, correcteur d'une ration à base d'ensilage de maïs. La base est le respect de la référence laitière et du quota de MG avec ajustement du volume livré en cas de modification du TB du lait. La méthode repose sur le calcul de la modification de marge brute d'exploitation. Pour faire cette évaluation, les performances observées dans l'essai sont appliquées en début et milieu de lactation. Le troupeau de 30 vaches a une production moyenne hivernale de 26 kg lait/vache/jour. La culture de colza sur l'exploitation est faite en remplacement d'une céréale de vente sur la base d'un rendement de 28 q de colza/ha et 80 q de maïs grain/ha. Le coût de pressage de l'huile est de 70 €/1 000 l avec la presse Reinartz et de 40 €/1 000 l avec la presse Täby. Le prix d'achat du tourteau de soja est de 260 €/t et celui du fuel que remplace l'huile de colza est de 0,50 €/l. L'apport moyen sur la période est de 5,9 kg de tourteau de colza Rn et de 3,5 kg de tourteau de colza Tb. Les principales modifications induites par l'adoption de l'un ou l'autre tourteau fermier de colza sont résumées dans le tableau 4.

Ration avec...	Tourteau soja	Tourteau colza Rn	Tourteau colza Tb
Effectif de vaches	30,0	30,8	29,1
Répercussions zootechniques			
Ingestion totale (kg MS/j)	21,2	22,4	22,0
Lait brut (kg/j)	26,0	28,1	30,1
TB (g/kg)	41,7	35,5	34,8
TP (g/k)	31,6	32,4	31,1
Prix du lait livré (€/1 000 l)	280,0	265,8	256,0
Répercussions à l'échelle de l'exploitation (écart tourteau de colza – tourteau de soja)			
Maïs ensilage (ha)	-	- 0,7	- 1,0
Colza (ha)	-	+ 19,5	+ 9,3
Maïs grain (ha)	-	- 18,8	- 8,3
Tourteau de soja (t)	-	- 12,53	- 5,98
Tourteau de colza (t)	-	+ 32,82	+ 18,27
Huile (1 000 l)	-	+ 20,79	+ 7,44
Lait (l)	-	+ 1 969	+ 926
Marge d'exploitation (€)	-	+ 3 585	+ 1 714

TABLEAU 4 : Effets de l'utilisation des tourteaux de colza en remplacement partiel du tourteau de soja (pendant 180 jours) sur les principales caractéristiques d'un élevage laitier type.

TABLE 4 : Effects of partly replacing soybean oil-seed cakes by rape oil-seed cakes during 180 days on the main characteristics of a typical dairy farm.

Sous ces hypothèses, **la marge d'exploitation est améliorée à raison de 184 €/ha de colza cultivé**. Cette estimation ne comptabilise pas la rémunération du travail, évalué à 15 mn de suivi quotidien et 1 heure d'entretien hebdomadaire. Dans ce contexte, **le prix d'équivalence du fuel est de 0,33 €/l pour du tourteau de type Rn et de 0,27 €/l pour du tourteau de type Tb**. Ce prix d'équivalence du fuel fluctue entre 0,35 et 0,30 €/l pour du tourteau Rn et 0,30 à 0,23 €/l pour du tourteau Tb lorsque le prix du tourteau de soja varie de 220 à 300 €/t.

Même si l'on ajoute la valorisation du temps supplémentaire de travail, le contexte actuel de prix du fuel permet d'entrevoir un intérêt économique pour cette pratique qui va dans le sens de la préservation de l'environnement et de l'amélioration de l'autonomie énergétique de l'exploitation.

Un éleveur qui ne pourrait pas mettre en place de culture de colza, ou ne souhaiterait pas installer un équipement de presse à la ferme, peut envisager l'**achat de tourteau fermier**. Dans les conditions de performances précédentes et pour un prix du tourteau de soja variant de 220 à 300 €/t, le prix d'équivalence estimé est de :

- 179 à 209 €/t de tourteau de colza de type Rn (10% MG),
- 200 à 226 €/t de tourteau de colza de type Tb (21% MG).

La démarche de production d'huile végétale comme biocarburant ne sera pas limitée à la production fermière au sens strict. Des initiatives se développent dans le sens de l'acquisition et de la gestion collective de presses "fermières" sans procédé complémentaire de chauffage. Des presses mobiles à plus grand débit installées sur plateau sont ainsi apparues, ainsi que des presses fixes acquises par une coopérative ou un fabricant d'aliment du bétail.

Encore des références à acquérir...

La production d'huile fermière et l'adoption de la production de tourteaux fermiers nécessitent cependant de consolider les références de leur utilisation par les bovins, plus forts consommateurs que d'autres espèces. Il apparaît clairement que l'objectif de production d'huile végétale à destination de biocarburant autoconsommé par l'exploitation ne supprimera pas l'appel à une source azotée complémentaire. C'est **la production de tourteau plutôt gras (autour de 20% MG) qui permettra d'équilibrer des besoins en huile et ceux en carburant**. Cette situation ne répond pas totalement à la préoccupation d'autonomie alimentaire en combinaison à celle énergétique.

Le type de presse a un impact sur la qualité de l'huile produite. L'échauffement du corps de la presse risque de diminuer la qualité finale de l'huile. Il est important de repérer le type de machine répondant aux caractéristiques recherchées pour l'huile utilisée comme biocarburant pour le tracteur.

En cas d'outil collectif de pressage, les agriculteurs devront **stocker des tourteaux gras pour une période de plusieurs mois**, plus ou moins longue selon l'organisation choisie. Les observations faites lors de l'essai montrent qu'il est recommandé de stocker un tourteau gras à plus de 15% de MG à l'abri des mouvements d'air dans des "big-bag" fermés ou bien dans des cellules. Des tourteaux moins gras peuvent être conservés à plat, à l'air libre sous abri, pour une durée de 2 mois environ sans que l'on observe de dégradations apparentes (odeur, couleur, goût).

Sur la base de cet essai, et dans le cas de la production des tourteaux nécessaires à un troupeau de vaches laitières pendant 6 mois de stabulation hivernale, la production d'huile fermière revient à moins de 0,50 €/l dans un contexte où le tourteau de soja est acheté autour de 250 €/t. Ces résultats restent néanmoins extrapolés d'un unique essai effectué après le pic de lactation. Pour consolider cette approche, qui apparaît économiquement favorable dans un contexte de carburant supérieur à 0,50 €/litre, il est nécessaire de compléter ces résultats zootechniques, en particulier par un essai en début de lactation.

Par ailleurs, il faudra améliorer l'évaluation de ces tourteaux obtenus à la suite de pressage à froid, sans procédé complémentaire de chauffage. L'approche de leur valeur alimentaire est actuellement faite à partir de modèles disponibles pour les tourteaux issus d'extraction industrielle faisant appel à une ou des séquences de chauffage à différents moments du processus (DOREAU *et al.*, 2006).

Les références à venir devront aussi permettre de préciser les caractéristiques des presses disponibles (performances, coûts) et conditions de stockage, de même que le temps à consacrer spécifiquement à cette production de biocarburant et de tourteaux fermiers. La caractérisation des produits obtenus (teneur en MG et composition des tourteaux, indices et teneur en impuretés des huiles...) en lien avec les presses utilisées est une nécessité pour progresser dans l'étude de faisabilité de l'utilisation de carburant et de tourteaux "fermiers".

Les graines de tournesol peuvent également être pressées à la ferme. L'enquête en exploitations a permis d'apprécier l'utilisation des tourteaux obtenus et la variété des situations. Le niveau d'utilisation par les animaux, moindre que celui testé dans l'essai décrit précédemment, montre l'adéquation recherchée par les éleveurs entre la production d'huile et celle de tourteau. Les tourteaux de tournesol n'ont pas été explorés d'emblée parce que leur huile est moins facilement utilisable comme carburant (risque d'encrassement accru des moteurs) et parce que les tourteaux qui en sont issus sont riches en cellulose. Un essai d'utilisation de tourteau de tournesol industriel avait montré qu'il est raisonnable de limiter à 3,3 kg/VL/j cet aliment si l'on ne veut pas déconcentrer fortement la ration en énergie (BRUNSCHWIG et LAMY, 2002). Une combinaison avec des céréales est alors nécessaire (2,5 kg de blé environ). Dans ces conditions, la consommation de la ration avec tourteau industriel de tournesol a été améliorée de 0,8 kg de MS ; la production de lait et sa composition ne sont pas modifiées par rapport à l'utilisation de tourteau de colza industriel. Pour ces raisons, les tourteaux fermiers de tournesol sont apparus moins attractifs *a priori*. Par ailleurs, des travaux sont engagés sur la valorisation de tourteaux fermiers de colza par des bovins à l'engraissement.

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,
"Prairies, élevage, consommation d'énergie et gaz à effet de serre",
les 27 et 28 mars 2006.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUNSWIG P., LAMY J.-M. (2002) : "Utilisation de féverole ou de tourteau de tournesol comme sources protéiques dans l'alimentation des vaches laitières", *Renc. Rech. Ruminants*, 9, 316.
- BRUNSWIG P., CADOT M., LEMARIÉ J. (1996) : *Le point sur le tourteau de colza pour les bovins*, Institut de l'Élevage éd.
- BRUNSWIG P., LAMY J.-M., QUINSAC A., PEYRONNET C., CARRÉ P. (2005) : "Valorisation de tourteaux de colza artisanaux dans des rations pour vaches laitières", *Renc. Rech. Ruminants*, 12, 121.
- CHILLIARD Y., OLLIER A., (1994) : "Alimentation lipidique et métabolisme du tissu adipeux chez les ruminants. Comparaison avec le porc et les rongeurs", *INRA Prod. Anim.*, 7 (4), 293-308.
- CHILLIARD Y., FERLAY A., DOREAU M. (2001) : "Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières : acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué", *INRA Prod. Anim.*, 14 (5), 323-335.
- DOREAU M., PEYRONNET C., BRUNSWIG P., QUINSAC A., SAUVANT D. (2006) : "Evaluation de la valeur énergétique et azotée des tourteaux gras à partir des valeurs tabulées des graines et des tourteaux classiques", *Renc. Rech. Ruminants*, 13, à paraître.
- HOUSSIN B., CHÉNAIS F., HARDY A. (2004) : "Influence du correcteur azoté des régimes à base d'ensilage de maïs sur la composition de la matière grasse et les qualités organoleptiques et nutritionnelles de beurres et des camemberts", *Renc. Rech. Ruminants*, 11, 106.
- LAMY J.-M. (2005) : *Tourteaux fermiers : enquête en élevage et valorisation par les vaches laitières*, Chambre d'Agriculture de Maine et Loire, 3 p.
- MARTIN C., MORGAVI D., DOREAU M., JOUANY J.-P. (2006) : "Comment réduire la production de méthane chez les ruminants ?", *Fourrages*, 187.
- Réseaux d'élevage, Institut de l'élevage, Chambres d'agriculture, Onilait, Adar (2005) : *Les systèmes bovins laitiers en France : repères techniques et économiques*, Institut de l'Élevage éd., 24 pp.
- SAUVANT D., PÉREZ J.-M., TRAN G. (2004) : *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage*, INRA Editions-AFZ., 301 pp.

SUMMARY

Production of plant oil and of oil-seed cakes on the farm : possibilities and consequences

The production of oil on the farm that can be used as fuel is attractive to cattle farmers as at the same time it makes oil-seed cakes available for the feeding of their livestock. The initial motivation of improving the farm's energy self-sufficiency can thus be accompanied by that of improving its feed self-sufficiency.

There is a very great variability among the characteristics of the rape and sunflower cakes produced and utilized by some thirty cattle farmers of the Pays-de-la-Loire region, due to the different adjustments of the presses used. For a determined volume of plant oil (biological fuel) produced on the farm, the amount of oil-seed cake obtained depends on the rate of oil extraction. In the dairy systems of the lowlands with cash crops, the farmers are able to meet their fuel requirements while producing enough fatty oil-seed cakes to feed their herds for several months. In the specialized dairy systems of the lowlands (i.e. those without cash crops), the fuel requirements are smaller, and only part of the feed requirements will be met by the cakes produced. The utilization of fatty rape oil-seed cakes (with 10 or 21% fat content) as the main feed corrector for diets based on maize silage has been tested on the farm of Les Trinottières (Maine-et-Loire) ; the results were good as regards the amount and composition of the milk produced. Complementary data will be available from other trials and observations for their further validation.