

Potentialités du tourteau de colza pour l'engraissement des ruminants: performances zootechniques, sécrétions hormonales et devenir des substances antinutritionnelles

S.N.M. MANDIKI (1), J.L. BISTER (1), G. DERYCKE (1), N. MABON (2), J.P. WATHELET (2), M. MARLIER (2), R. PAQUAY (1)

(1) Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Physiologie Animale, 61, rue de Bruxelles, B-5000 Namur, Belgique

(2) Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Unité de Chimie générale et organique, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique.

RÉSUMÉ – Une vaste étude comparative a été entreprise en vue d'optimiser l'incorporation des tourteaux de colza dans les rations pour ruminants en croissance-engraissement. Des proportions croissantes de tourteaux de colza industriels ont été comparées dans les rations d'agneaux (0, 10, 15, 20, 25, 30 et 40 %) et des taurillons (0, 10, 20 et 34 %).

Les résultats de deux essais conduits sur agneaux montrent que les performances zootechniques ne sont pas altérées par l'ingestion des concentrés contenant des taux élevés de tourteaux de colza. Aucune relation linéaire n'a pu être établie entre le taux de tourteaux de colza industriels dans la ration et les paramètres zootechniques. L'ingestion des tourteaux de colza entraîne une diminution de l'émission des hormones thyroïdiennes (triiodothyronine-T3 et thyroxine-T4). Elle n'a pas d'effet marqué sur la sécrétion des autres hormones comme l'hormone de croissance (GH) et l'insuline.

L'ingestion des tourteaux de colza ne diminue pas les performances zootechniques des taurillons. La fonction thyroïdienne n'est pas affectée mais une réduction des concentrations plasmatiques en testostérone a été observée, avec néanmoins une divergence entre essais.

Quelle que soit la teneur en glucosinolates totaux dans les concentrés à base de tourteaux de colza, les proportions en progoitrine et gluconapine sont très élevées. La consommation de tourteau de colza induit une augmentation significative ($P < 0,05$) des ions thiocyanates (SCN-) dans le sang et divers organes. Les ions SCN- s'accumulent principalement dans les reins et la 5-vinyl-1,3-oxazolidine-2-thione (5-VOT) dans la thyroïde et les poumons. Des faibles teneurs de ces deux composés sont détectables dans le muscle chez les agneaux comme chez les taurillons.

Strategy of rapeseed meal incorporation in diets of ruminants: Animal performance, hormone secretions and profiles of antinutritional factors

S.N.M. MANDIKI (1), J.L. BISTER (1), G. DERYCKE (1), N. MABON (2), J.P. WATHELET (2), M. MARLIER (2), R. PAQUAY (1)

(1) Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Physiologie Animale, 61, rue de Bruxelles, B-5000 Namur, Belgique

SUMMARY – A large study was undertaken in order to optimize the incorporation of rapeseed meal in diets of ruminants during the growth and fattening stage. The effects of various proportions of an industrial rapeseed meal were studied in lambs (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 40 %) and in young bulls (0, 10, 20 and 34 %).

For lambs, the animal performance was not reduced and values were not related to the levels of rapeseed meal in the diet. The ingestion of rapeseed meal decreased the secretions of triiodothyronine-T3 and thyroxine-T4 and did not affect other hormones such as GH and insulin.

For young bulls the ingestion of rapeseed meal did not reduce animal performance with values being comparable among treatments. Moreover, the rapeseed meal did not modify the secretion of thyroid hormones. In contrast, a reduction in the concentration of testosterone was observed with a discrepancy between experiments.

Progoitrin and gluconapine contents were elevated in the rapeseed meal concentrates whatever the level of total glucosinolates. The ingestion of rapeseed meal increased significantly ($P < 0,05$) the concentrations in SCN- ions in plasma and various organs. The SCN- ions were accumulated mainly in kidney while the 5-VOT was found abundantly in thyroid and in lungs both for lambs and bulls. Low amount of these compounds was also found in muscle.

INTRODUCTION

L'utilisation du tourteau de colza comme source azotée est limitée en alimentation animale par la présence dans cette matière première des fortes teneurs en fibres alimentaires et en glucosinolates. Ces derniers ne sont pas toxiques en eux-mêmes, mais quand ils sont hydrolysés par l'action d'une enzyme contenue dans la graine, la myrosinase, ou par la microflore intestinale, ils produisent des dérivés ayant des effets antinutritionnels et qui peuvent provoquer des dysfonctionnements de la fonction thyroïdienne et causer des troubles physiopathologiques (Bell, 1993 ; Mawson et al., 1993, 1994). Les plus importants des ces dérivés susceptibles d'avoir des effets délétères sur les performances zootechniques sont la 5-VOT et les ions SCN⁻ (Emanuelson et al., 1993). Malgré la réduction par les voies génétiques de la teneur en glucosinolates dans les variétés de colza cultivées en Europe et au Canada, des quantités non négligeables de progoitrine, précurseur de la 5-VOT restent encore présentes dans certaines variétés 00. En outre, la valeur nutritive des tourteaux de colza a surtout été étudiée chez les monogastriques et les recherches sur l'ensemble de la problématique du colza chez les ruminants sont encore fragmentaires.

Dans ce contexte, une vaste étude sur l'utilisation des tourteaux de colza chez les ruminants en croissance-engraissement de diverses espèces (bovins et ovins) a été entreprise. Cet article présente les principaux résultats concernant les performances zootechniques des animaux, les modifications endocriniennes et le devenir des substances antinutritionnelles chez l'animal.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. AGNEAUX

Au cours d'une première expérience, des concentrés-Témoin sont comparés à deux types de concentrés contenant 25 % de tourteaux de colza (« pression ») Honk (33 µmoles de glucosinolates/g MS graine) ou Samourai (15 µmoles de glucosinolates/g MS graine). Soixante six agneaux Texel, Suffolk ou croisés, âgés d'environ un mois ont été utilisés. Ils ont reçu les concentrés expérimentaux dès leur initiation à la consommation de fourrages. Du sevrage (88 ± 8 jours) jusqu'à l'abattage, les concentrés constituaient le seul ingrédient de la ration hormis une petite quantité de foin (0,4 kg/jour/animal).

Au cours d'une seconde expérience, 80 agneaux âgés d'environ deux mois ont reçu des proportions variables (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 et 40 %) de tourteaux de colza industriels en vue de déterminer le seuil « zéro-effets troubles » dans la ration de croissance-engraissement

1.2. TAURILLONS

Au cours de la première expérience, des concentrés contenant 20 % de tourteau de colza (« pression ») issus d'une variété 00, Synergy (20,94 µmoles de glucosinolates/g MS graine) ont été comparés à des concentrés-Témoin. Douze taurillons Bleu-Blanc-Belge pesant en moyenne 280 kg ont été utilisés. Depuis leur 9^e mois d'âge jusqu'à l'abattage (± 650 kg), ils ont reçu les concentrés comme seul aliment hormis la paille à volonté. La seconde expérience avait pour but d'étudier les effets de doses croissantes (0, 10, 20, 34 %) de tourteaux de colza industriels dans la ration pour la croissance-engraissement des taurillons. Ils ont été distribués ad libitum à vingt quatre taurillons Bleu-Blanc-Belge à partir du 9^e mois d'âge (± 300 kg) jusqu'à l'abattage (± 620 kg).

Pour chaque essai, l'évaluation des ingestions, de l'efficacité alimentaire et de la croissance des animaux est faite toutes les deux semaines (agneaux) ou chaque mois (taurillons). Des prises de sang sont réalisées lors des pesées par ponction de la veine jugulaire ou coccygienne en vue de déterminer le taux plasmatique des hormones thyroïdiennes (T₃ et T₄), métaboliques (insuline, cortisol et GH) et sexuelle (testostérone). Les échantillons de sang sont immédiatement centrifugés et stockés à -22°C jusqu'aux analyses. Le poids et la qualité de la carcasse ainsi que le rendement à l'abattage sont relevés. Le prélèvement de certains organes et tissus est fait à l'abattoir (rein, foie, thyroïdes, graisses périrénales, poumons, muscles)

en vue de l'analyse des substances antinutritionnelles. Celles-ci sont aussi analysées dans le plasma.

1.3. MÉTHODES

Pour chaque catégorie d'animaux, les concentrés sont formulés de telle sorte que les régimes globaux soient isoprotéiques, isolipidiques et iso-énergétiques. Les animaux et les aliments sont pesés par une balance électronique de précision ± 100 g. La composition en acides gras (A.G.) dans la graisse périrénales est déterminée par chromatographie en phase gazeuse tandis que les glucosinolates et leur dérivés (5-VOT) sont analysés par chromatographie liquide à haute performance (HPLC, ISO n° 9167-1). Les ions SCN⁻ sont dosés par une méthode colorimétrique. La concentration plasmatique en hormones est déterminée par radio-immunologie (RIA). Le modèle mixte de l'analyse de la variance suivi de la comparaison des moyennes par les contrastes orthogonaux est utilisé pour déterminer l'effet de chaque type de ration sur chaque paramètre envisagé.

2. RESULTATS

Les données relatives à la croissance des animaux, à la consommation des concentrés, aux sécrétions hormonales et à la composition en glucosinolates sont présentées dans les tableaux 1 à 3 respectivement pour les agneaux et les taurillons. Le tableau 4 donne les valeurs moyennes montrant l'accumulation de 5-VOT dans les organes d'agneaux ; la figure 1 représente l'évolution des ions SCN⁻ dans le plasma pour les agneaux.

Tableau 1
Teneurs en glucosinolates (µmoles/g MS) dans les concentrés, performances zootechniques et sécrétions hormonales chez les agneaux (expérience 1)

	Contrôle	Samourai	Honk
GMQ après sevrage (g/d)	262	270	258
Ingestion de concentrés (gMS/j/agneau)	847	915	849
A.G. (mass%) ¹			
- C _{12:0}	1,2 ^a	0,5 ^b	0,4 ^b
- C _{14:0}	7,6 ^a	4,2 ^b	3,9 ^b
- C _{20:1}	0,2	0,3	0,4
- C _{22:2}	0,1 ^a	0,2 ^b	0,3 ^b
T ₃ (ng/dl)	356 ^a	304 ^b	315 ^b
T ₄ (µg/dl)	8,6 ^a	7,3 ^b	7,4 ^b
GH (ng/ml)	8,1	9,5	9,0
Cortisol (µg/dl)	4,1	3,6	4,2
Insuline (µUI/ml)	24,0 ^a	14,5 ^b	14,6 ^b
Glucosinolates totaux	0,0	1,95	4,22
- progoitrine (%)	0,0	30,3	8,8
- gluconapine (%)	0,0	18,8	3,6
- 4-OH glucobrassicine (%)	0,0	30,6	3,8

a - b : moyennes significativement différentes (P < 0.05). 1. Acides gras dans la graisse périrénales.

Tableau 2
Teneurs en glucosinolates dans les concentrés, performances zootechniques et sécrétions hormonales chez les agneaux (expérience 2)

	0%	15%	30%	40%
GMQ après sevrage (g/d)	252 ^a	229 ^b	252 ^a	225 ^b
Ingestion de concentrés (gMS/j/agneau)	871	790	782	787
Glucosinolates totaux	0,0	2,66	6,31	8,37
- progoitrine (%)	0,0	43,3	43,0	43,9
- gluconapine (%)	0,0	50,2	48,0	43,8
- 4-OH glucobrassicine (%)	0,0	0,0	0,0	0,4
T ₃ (ng/dl)	136 ^a	105 ^b	120 ^b	140 ^a
T ₄ (µg/dl)	4,4 ^a	3,0 ^b	3,6 ^b	3,0 ^b
Cortisol (µg/dl)	2,7 ^a	2,0 ^b	2,1 ^b	1,9 ^b
Insuline (µUI/ml)	29 ^a	41 ^b	36 ^b	26 ^a

a - b : moyennes significativement différentes

Tableau 3
Teneurs en glucosinolates ($\mu\text{moles/g MS}$) dans les concentrés, performances zootechniques et sécrétions hormonales chez les taurillons (expériences 1 et 2)

	0% (1)	Colza*	0%(2)	10%	34%
GMQ général (kg/j)	1,4	1,3	1,5	1,6	1,5
Ingestion de concentrés (kgMS/j)	6,8	6,6	7,5	7,5	7,6
Glucosinolates totaux	0,0	3,14	0,0	1,67	6,36
- progoitrine (%)	0,0	51,0	0,0	47,7	43,2
- gluconapine (%)	0,0	20,3	0,0	52,3	48,0
- 4-OH glucobrassicine	0,0	26,5	0,0	0,0	0,0
T3 (ng/dl)	136	137	75,1	64,8	71
T4 ($\mu\text{g/dl}$)	6,1	5,9	1,12	1,00	0,95
Testostérone (ng/ml)	0,82 ^a	0,61 ^b	1,87	2,05	1,95
Cortisol ($\mu\text{g/dl}$)	1,5	1,4	0,47 ^a	1,20 ^b	1,29 ^b
Insuline ($\mu\text{UI/ml}$)	19	26	13,2	13,9	11

a - b : moyennes significativement différentes ($P < 0,05$).

*colza Synergy.

Tableau 4
Teneurs en 5-VOT (nmole/g MS) dans différents organes des agneaux nourris au tourteau de colza Samourai et Honk

Organe	Témoin	Samourai	Honk
Reins	0,02	0,24	0,17
Poumons	0,01	0,13	0,44
Foie	0,18	0,23	0,15
Thyroïde	0,43	1,17	1,24
Plasma 72 ^{ème} jour	0,00	0,74	0,61

2.1. PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

L'incorporation des tourteaux de colza dans la ration ne diminue pas significativement les performances zootechniques des animaux. Les résultats des tableaux 1 à 3 indiquent qu'il n'y a pas de relation linéaire entre le taux de tourteau industriel dans la ration et les paramètres zootechniques chez les agneaux et taurillons en croissance-engraissement. Chez les agneaux recevant 30 % de tourteaux de colza industriels, la vitesse de croissance est comparable à celle du lot-Témoin tandis que pour d'autres (15 et 40 %) elle est diminuée ($P < 0,05$) en relation avec des ingestions de concentrés plus faibles. Chez les taurillons par contre, les paramètres de croissance sont comparables quel que soit le niveau de tourteau dans la ration. L'ingestion de tourteaux de colza Samourai et Honk entraîne une amélioration de la composition en acides gras dans la graisse périréale des agneaux notamment une diminution ($P < 0,05$) des acides gras saturés (C_{12} et C_{14}) et une augmentation des acides gras polyinsaturés ($C_{20:1}$, $C_{22:2}$, $P < 0,05$).

2.2. SÉCRÉTIONS HORMONALES

Chez les agneaux, tous les types de tourteaux de colza utilisés entraînent une diminution significative ($P < 0,05$) des concentrations plasmatiques en hormones thyroïdiennes hormis les lots 40 % pour la T3 (Tableau 2). Les tourteaux de colza Samourai et Honk affectent négativement ($P < 0,05$) la sécrétion d'insuline alors que le tourteau industriel entraîne une augmentation ($P < 0,05$) sauf avec 40 %. Ce premier type de tourteau ne modifie pas la cortisolémie tandis que le second la déprime significativement ($P < 0,05$). Le niveau circulant de GH ne paraît pas être modifié.

Chez les taurillons la sécrétion d'hormones thyroïdiennes ainsi que celles d'autres hormones métaboliques comme l'insuline ne sont pas affectées par l'incorporation de tourteau de colza dans la ration. Le tourteau de colza Synergy diminue significativement ($P < 0,05$) les concentrations plasmatiques en testostérone alors que le tourteau de colza industriel n'a aucun

effet sur cette hormone. Ce dernier augmente significativement ($P < 0,05$) la sécrétion de cortisol contrairement à ce qui a été constaté chez les agneaux.

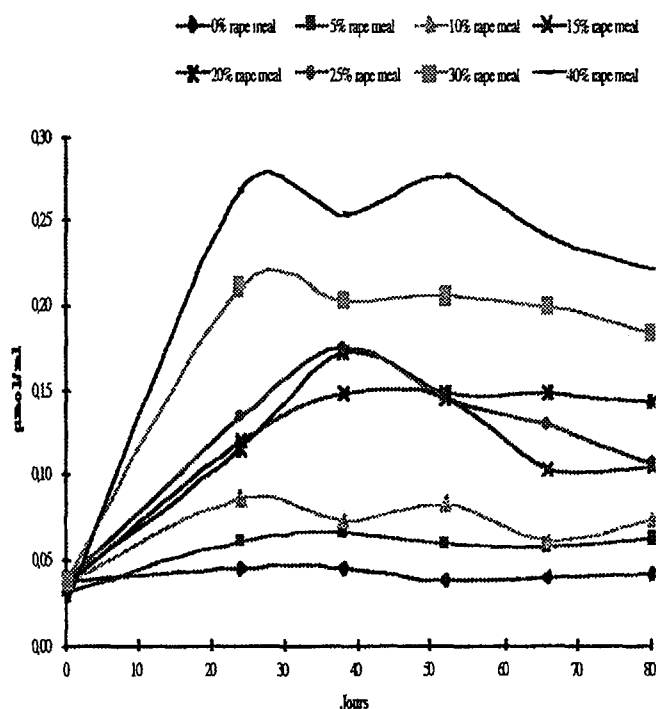
2.3. LES GLUCOSINOLATES ET LEURS DÉRIVÉS

Les concentrés utilisés contiennent des teneurs relativement faibles en glucosinolates totaux malgré des proportions parfois importantes de tourteaux de colza ; la valeur maximale est de $8,37 \mu\text{moles}$ de glucosinolates/g MS de concentré avec 40 % de tourteau industriel chez les agneaux (Tableaux 1 à 3). Le tourteau industriel contient beaucoup de progoitrine et de gluconapine, peu de 4-OH glucobrassicine. Les glucosinolates indoliques ont sans doute été détruits au cours du procédé industriel. Le pourcentage relatif de progoitrine est très élevé dans le tourteau Synergy (39,6 %), il est plus faible pour le Samourai (30,3 %), l'Apex (25,8 %) et le Honk (8,8 %).

La concentration plasmatique en ions SCN- augmente significativement ($P < 0,05$) dans le sang deux à trois jours après l'incorporation de tourteaux de colza dans la ration d'agneaux (figure 1) ou de taurillons. Les hauts niveaux se maintiennent au cours de la distribution des tourteaux de colza avec des valeurs proportionnelles au taux de colza dans la ration. La tendance à accumuler des ions SCN- diffère entre organes; la plus faible concentration est observée dans le muscle (0,02-0,07 mmole/l ou /kg d'agneau, $< 50 \text{ mmole/l}$ ou /kg de taurillon) puis par ordre croissant dans le foie, le plasma, la thyroïde, le poumon et les reins ($50 - 120 \text{ mmole/l}$ ou /kg de taurillon). Des valeurs six fois plus élevées que dans les reins sont observées dans l'urine (650 mmole/l ou kg) chez les taurillons.

Les teneurs en 5-VOT sont faibles dans le sang suite à l'ingestion de tourteau de colza. Pour les deux espèces, l'accumulation de ce composé est la plus importante au niveau des thyroïdes (Tableau 4 : agneaux). Il existe une relation linéaire entre la concentration en 5-VOT dans la thyroïde et le taux de tourteaux de colza dans la ration.

Figure 1
Evolution des teneurs en ions SCN- dans le plasma d'agneaux nourris au tourteau de colza



3. DISCUSSION

Cette étude avait pour but d'optimiser l'incorporation de tourteaux de colza dans la ration des ruminants. Bien que les concentrés utilisés peuvent être considérés comme des rations à faible teneur en glucosinolates ($< 10 \mu\text{moles}$ de glucosinolates/g MS, Mawson et al., 1994), les quantités de matière sèche étaient élevées car les animaux recevaient presque exclusivement de l'aliment composé à base de tourteaux de colza.

L'incorporation de tourteaux de colza dans la ration n'a eu aucun effet néfaste sur les performances de croissance et d'engraissement des ruminants quelle que soit la nature du tourteau de colza utilisé. Ces résultats corroborent les conclusions antérieures indiquant que les tourteaux de colza à faible teneur en glucosinolates n'ont pas d'effet sur les gains en poids et l'efficacité alimentaire des animaux (Hill, 1991, Mawson et al., 1994, Hopkins et al., 1995). Les données sur les doses croissantes de tourteaux de colza chez les ruminants sont peu nombreuses dans la littérature. Nos résultats montrent que les performances zootechniques ne sont pas modifiées avec l'accroissement du taux de tourteaux de colza dans la ration. Les différences entre groupes et notamment les plus faibles vitesses de croissance avec 15 et 40 % de tourteaux de colza paraissent provenir de la nature de la matière première utilisée pour la fabrication des concentrés.

L'ingestion de tourteaux de colza « pression » induit une amélioration de la composition en acides gras dans la graisse périrénale. L'augmentation du rapport acides gras insaturés-saturés a déjà été rapportée antérieurement dans le lait de vaches nourries avec des tourteaux de colza (Mawson et al., 1994). Cette amélioration pourrait être en rapport avec la composition en acides gras dans le tourteau de colza.

En ce qui concerne les modifications endocriniennes, la consommation des tourteaux de colza entraîne une diminution significative des concentrations plasmatiques en hormones thyroïdiennes chez les agneaux et non chez les taurillons. Cette différence est probablement due au fait que les agneaux ont reçu du tourteau de colza à un stade plus jeune. Comparés aux jeunes ruminants, les animaux plus âgés ont des mécanismes plus efficaces de détoxification en dérivés des glucosinolates non seulement au niveau hépatique mais surtout grâce à une plus forte activité du rumen. L'ingestion des tourteaux de colza n'a pas d'effet systématique sur les autres hormones métaboliques comme l'insuline et l'hormone de croissance. Ceci serait en rapport avec le fait que la consommation de tourteaux de colza n'amointrit pas les performances zootech-

niques étant donné le rôle de ces deux dernières hormones dans le processus de croissance. Le fait que le taux plasmatique de testostérone soit réduit après ingestion de tourteaux de colza pourrait indiquer que certains dérivés des glucosinolates interféreraient directement avec certains éléments impliqués dans les processus biochimiques de la stéroïdogenèse.

Les données de cette étude sur les glucosinolates montrent que des proportions de progoitrine et gluconapine restent élevées dans tous les types de tourteaux de colza quel que soit leur mode de production. L'hydrolyse de ces composés dans l'organisme entraîne une forte augmentation des ions thiocyanates dans le sang. Pour les deux espèces, la teneur en 5-VOT est particulièrement élevée dans la thyroïde. Les ions SCN⁻ s'accumulent principalement dans les reins. L'expérience sur les taurillons montre en outre que l'urine renferme des quantités importantes d'ions SCN⁻.

En guise de conclusion, les résultats de cette étude montrent que des taux pouvant aller jusqu'au moins 30 % de tourteaux de colza industriels peuvent être utilisés chez les ruminants sans effets néfastes sur les performances zootechniques et l'état de santé des animaux. Toutefois, les effets à long terme d'une telle stratégie alimentaire restent à investiguer notamment sur les mécanismes de reproduction et la qualité des productions des animaux.

Ahlin K.A., Emanuelson M. and Wiktorsson H., 1994. Acta Vet. Scand., 35:37-53.

Bell, J.M., 1993. Can. J. Anim. Sci., 73, 679-697.

Emanuelson M., Ahlin K.A et Wiktorson H. 1993. Livestock Production Sci., 33:199 - 134.

Hill, R., 1991. Nutr. Abstr. Rev., 61(3), 139-155.

Hopkins, D.L., Beattie, A.S. and Pirlot, K.L., 1995. Australian Journal of Experimental Agriculture, 35, 453-459.

Mawson, R., Heany, R.K., Zdunczyk, Z. and Kozłowska, H., 1993. Part II. Flavour and palatability. Die Nahrung.

Mawson, R., Heany, R.K., Zdunczyk, Z. and Kozłowska, H., 1994. Part III. Animal growth and performance. Die Nahrung, 38, 167-177. 37, 336-344.