



## COQUES ET CRIBLURES DE TOURNESOL

COPRODUIT D'EXTRACTION DE L'HUILE À PARTIR DE GRAINES DE TOURNESOL, LES COQUES ET BRISURES CONSTITUENT LES COPRODUITS OBTENUS À L'ÉTAPE DU DÉCORTICAGE. ILS CONTIENNENT DONC SURTOUT DES FIBRES.

### AUTRES NOMS COMMUNS

Coques de tournesol, enveloppes de tournesol, criblures de tournesol



### Description

Les coques de tournesol sont les co-produits du décortiquage des graines de tournesol pratiqué avant l'extraction de l'huile ou avant leur utilisation comme ingrédient de boulangerie (AAC, 2007). Les graines de tournesol contiennent environ 20-30 % de coques qui sont souvent enlevées avant l'extraction de l'huile parce qu'elles ont des effets néfastes sur les presses à huile et qu'elles réduisent la qualité de l'huile et du tourteau (Kartika, 2005). Diminuer la teneur en coques de 1 % améliore la capacité de pression de 2,5 %. Un bon procédé de décortiquage conduit à 8-12 % de coques restant sur les graines (Campbell, 1983). 100 kg de grains contenant 25 % de coques ont produit 16,5 kg de coques (Carré, 2009).

Le décortiquage est effectué après le nettoyage des graines et leur séchage à 5 % d'humidité, ce qui facilite la séparation de l'amande et de la coque (Kartika, 2005). Le procédé habituel est le craquage des graines par action mécanique des décortiqueuses centrifuges ou pneumatiques. Le

mélange résultant est vanné pour séparer les coques des graines. Dans les nouvelles variétés de tournesol, les sélectionneurs ont augmenté la teneur en huile au détriment des coques, ce qui rend les graines plus délicates et difficiles à décortiquer. Ces variétés restent non décortiquées et ne donnent pas de coques de tournesol (Carré, 2009 ; Grompone, 2005 ; Campbell, 1983).

Les coques de tournesol sont légères et volumineuses et sont, par conséquent, coûteuses et peu pratiques à transporter. Elles sont brûlées pour fournir de l'énergie dans les huileries, mais seulement la moitié des coques disponibles peut être utilisée sur site pour la production d'énergie. L'autre moitié doit être transportée hors site, pour fournir de l'énergie ou comme compost, litière, ou fourrage de mauvaise qualité pour le bétail (Dorrell et al., 1997 ; Carré, 2009).

Les criblures de tournesol sont un mélange de quantités variables de résidus comprenant des coques, des gruaux, des graines vides ou cassées, des têtes, des sclérotés, des graines d'adventices, de la menue-paille, de la paille, des poussières et des balayures de sol (Lardy et al., 2009).

### Distribution

Les coques de tournesol sont coûteuses à transporter en raison de leur faible densité et ne sont donc disponibles qu'à proximité des huileries (Dorrell et al., 1997). Certaines usines réduisent

les coques en farine, ce qui donne un produit plus dense (250 kg/m<sup>3</sup> contre 70-100 kg/m<sup>3</sup>), dont le transport est plus facile et moins coûteux (Borredon et al., 2011).

# Caractéristiques nutritionnelles

Les coques de tournesol sont des ingrédients fibreux riches en polysaccharides non amylacés insolubles. Elles contiennent souvent plus de 50 % de fibres ou d'ADF, 70 à 85 % de NDF, et 15 à 25 % de lignine. Leur teneur en protéines et en huile est faible mais non négligeable (environ 7 % et 5 % respectivement) en raison des variations de la quantité de fragments de grains. Les coques de tournesol ont une faible valeur nutritive pour toutes les espèces animales et sont principalement utilisées pour les animaux qui ont des besoins spécifiques en fibres, comme les ruminants et les lapins (Cancalon, 1971).

La valeur nutritive des criblures dépend de la quantité de matériaux fibreux tels que les tiges et les coques qui les composent. Présents en grande quantité, ils réduisent la valeur nutritive. Selon la proportion de graines entières et de gruaux, la teneur en protéines et en fibres peut être équivalente ou supérieure à celle d'un foin de bonne qualité (Lardy et al., 2009). La composition des criblures est proche de celle des coques, avec plus de protéines et d'huile et moins de fibres lorsque les fragments de graines sont présents en plus grande quantité.

Constituants organiques	Matière sèche (% sur brut)	90,7
	Protéines brutes (% MS)	5,7
	Cellulose brute (% MS)	55,2
	Matières grasses brutes (% MS)	4,6
	Matières minérales (% MS)	3,3
	NDF (% MS)	80,4
	ADF (% MS)	61,7
	Lignine (% MS)	22,1
	Amidon (% MS)	2,1
	Sucres totaux (% MS)	1,5
	Energie brute (kcal/kg MS)	4 780
	Minéraux	Calcium (g/kg MS)
Phosphore (g/kg MS)		0,9
Magnésium (g/kg MS)		2,6
Potassium (g/kg MS)		10,8
Sodium (g/kg MS)		0,09
Manganèse (mg/kg MS)		16
Zinc (mg/kg MS)		23
Cuivre (mg/kg MS)		10
Acides aminés	Alanine (g/kg MS)	2,7
	Arginine (g/kg MS)	2,5
	Acide aspartique (g/kg MS)	3,2
	Cystine (g/kg MS)	1,1
	Acide glutamique (g/kg MS)	4,9
	Glycine (g/kg MS)	3,4
	Histidine (g/kg MS)	1,5
	Isoleucine (g/kg MS)	2,0
	Leucine (g/kg MS)	2,9
	Lysine (g/kg MS)	3,2
	Méthionine (g/kg MS)	1,4
	Phénylalanine (g/kg MS)	2,2
	Proline (g/kg MS)	2,2
	Sérine (g/kg MS)	2,8
	Thréonine (g/kg MS)	2,5
	Tryptophane (g/kg MS)	0,9
Tyrosine (g/kg MS)	1,7	
Valine (g/kg MS)	2,0	

**Tableau 1** : Principaux constituants des coques de tournesol

Les coques de tournesol constituent un fourrage de très mauvaise qualité, à haute teneur en fibres et à faible digestibilité (digestibilité MS 18 %, Alibes et al., 1990). Par conséquent, seules des quantités limitées de coques de tournesol doivent être incorporées dans les régimes (Dinusson et al., 1973) et constituer moins de 50 % du fourrage total (Shar-

ma et al., 1988). Elles sont bien consommées lorsqu'elles sont finement moulues et incorporées dans des aliments granulés (Dinusson et al., 1973).

Les traitements alcalins (NaOH, KOH ou NH<sub>4</sub>OH) n'améliorent pas la valeur nutritive des coques de tournesol, à moins d'en utiliser des doses élevées (Sharma et al., 1988).

## Bovins en croissance

Les coques de tournesol peuvent être incorporées jusqu'à 20 % pour augmenter la teneur totale en fibres dans les régimes pour génisses laitières, ou pour fournir du fourrage

grossier dans les rations à haute teneur en céréales pour la croissance ou l'engraissement des bovins (Lardy et al., 2009).

## Génisses laitières

Des coques de tournesol incorporées de 10 à 40 % dans la ration ont diminué la digestibilité des nutriments (MS, CP, ADF). À 27 % de coques, le gain quotidien moyen des génisses a été de 1360 g/j avec une efficacité alimentaire plus

élevée que pour le régime témoin (+21 %). Un niveau plus élevé de coques de tournesol dans la ration (50 %) a réduit l'ingestion de MS et la croissance (Park et al., 1982).

## Bouvillons en croissance

Des coques de tournesol non broyées, introduites à 5 ou 10 % comme fourrage grossier dans la ration de bouvillons à l'engrais (374 kg), ont entraîné des gains quotidiens plus faibles et une ingestion de MS réduite (1240 vs. 1500 g/j et

0,766 kg/j vs. 0,840 kg/j respectivement). Cependant, à ce taux d'inclusion, l'utilisation de coques de tournesol pourrait être rentable (Pritchard et al., 1990).

## Ovins

Pour des agneaux en croissance, des coques de tournesol non traitées ou traitées aux alkali (NaOH, KOH ou NH<sub>4</sub>OH) incorporées à 25 % dans la ration (remplaçant la même quan-

tité de foin de luzerne) n'ont eu aucun effet sur l'ingestion de MS (1,1 à 1,5 kg/j), la digestibilité (63-66 %) et la perte de poids quotidienne (-0,11 kg/j) (Sharma et al., 1988).

**Tableau 2 : Valeurs alimentaires des coques de tournesol destinées aux ruminants**

UFL Systali (/kg MS)	0,15
UFV Systali (/kg MS)	0,06
PDIA Systali (g/kg MS)	12
PDI Systali (g/kg MS)	42
Balance protéique du rumen (g/kg MS)	-18
UFL (/kg MS)	0,18
UFV (/kg MS)	0,08
PDIA (g/kg MS)	12
PDIN (g/kg MS)	37
PDIE (g/kg MS)	23
Digestibilité de la matière organique (%)	17
Digestibilité de l'azote (%)	36
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	84
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6%) (%)	75

## Porcs en croissance

Les coques de tournesol ne sont pas recommandées pour l'alimentation des porcs en croissance, en raison de la grande quantité de fibres insolubles qu'elles contiennent. Cependant, les coques de tournesol ont été testées pour prévenir ou soulager les lésions gastro-œsophagiques chez les

porcs en croissance. Il a été démontré qu'une petite quantité de coques (5 %) ajoutée à un aliment finement moulu avait un effet positif sur la santé animale, mais l'incorporation de coques nuit à la qualité des granulés (Dirkzwager et al., 1998).

## Truies

L'apport de fibres supplémentaires chez les truies en gestation a un effet généralement positif sur le nombre de porcelets nés vivants et sevrés. Des truies en gestation nourries avec une ration contenant 22 % de coques de tournesol ont donné naissance à + 0,5 porcelet vivant et + 0,2 porcelet sevré par litière (Reese et al., 2008). Un régime riche en

fibres contenant 35 % de coques de tournesol broyées et offertes à des cochettes pré-pubères a ralenti la croissance et le développement mammaire avant la lactation, mais a ensuite amélioré les performances de lactation des truies (Lyvers-Peffer et al., 2001).

**Tableau 3 :** Valeurs alimentaires des coques de tournesol destinées aux porcs

Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	790
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	700
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	320
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	1 410
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	1 250
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	600
Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	17
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	47
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	30

On dispose de peu d'informations sur la valeur nutritive des coques de tournesol en volailles. Jusqu'à 4-5 % de coques de tournesol peuvent être introduites dans une ration pour poulets de chair sans affecter négativement les performances ou la taille du tube digestif (Arija et al., 1998 ; Viveros et al., 2009).

En 2016, il a été démontré que l'incorporation (2,5-5 %) de sources de fibres insolubles telles que les coques de tournesol améliorerait le gain quotidien moyen et le taux de conversion alimentaire chez des poulets de chair (0-21 jours) nourris avec des régimes pauvres en fibres, et plus particulièrement si l'aliment était granulé. Les performances de croissance des jeunes poulets de chair ont été améliorées grâce à l'ajout de coques de tournesol, quelle que soit la forme de l'aliment. Parmi les sources de fibres insolubles, les

coques de tournesol se sont montrées plus bénéfiques que les coques de riz (Jimenez-Moreno et al., 2016). Ce résultat est en accord avec des observations faites sur des poulettes (0-35 jours) qui recevaient 2-4 % de coques de tournesol comme source de fibres lignifiées insolubles, et présentaient un meilleur ingéré et de meilleures performances de croissance (Guzman et al., 2013).

En outre, il a été suggéré que l'apport de matières fibreuses dans les régimes alimentaires des poulets pourrait améliorer la santé intestinale, et il a été démontré que l'incorporation de petites quantités (3 %) de coques de tournesol pourrait améliorer les caractéristiques du tube digestif et augmenter l'EMA de la ration pour des poulets femelles et des poulettes de 21 jours (Kimiaetalab et al., 2018).

**Tableau 4 :** Valeurs alimentaires des coques de tournesol destinées aux volailles

Energie métabolisable (coq) (kcal/kg MS)	900
Energie métabolisable (poulet) (kcal/kg MS)	850

- AAFC, 2007. Sunflower Seed - Profile. Agriculture and Agri-Food Canada, Horticulture and Special Crops Division, Ottawa, Ontario, Canada
- Alibes, X. ; Tisserand, J. L., 1990. Tables of the nutritive value for ruminants of Mediterranean forages and by-products. Options Méditerranéennes : Série B Etudes et recherches ; numero 4. CIHEAM 152 p.
- Arija, I. ; Brenes, A. ; Viveros, A. ; Elices, R., 1998. Effects of inclusion of full-fat sunflower kernels and hulls in diets for growing broiler chickens. Anim. Feed Sci. Technol., 70 (1-2): 137-149
- Bandemer, S. L. ; Evans, R. J., 1963. Nutrients in seeds, amino composition of some seeds. J. Agric. Food Chem., 11 (2): 134
- Behgar, M. ; Valizadeh, R. ; Mirzaee, M. ; Naserian, A. A. ; Nasiri, M. R., 2009. Correlation between the physical and the chemical properties of some forages and non-forage fiber sources. J. Anim. Vet. Adv., 8 (11): 2280-2285
- Beltran, M. T. ; Martinez, J. ; Fernandez, J. ; Cervera, C., 1984. Estimacion del valor nutritivo de diversas materias primas para conejos. Proc. III World Rabbit Congress, Rome, 1: 265-272
- Borredon, M. E. ; Berger, M. ; Dauguet, S. ; Labalette, F. ; Merrien, A. ; Mouloungui, Z. ; Raoul, Y., 2011. Débouchés actuels et futurs du tournesol produit en France - Critères de qualité. Innovations Agronomiques, 14: 19-38
- Bredon, R. M., 1957. Feeding of livestock in Uganda. Uganda Protectorate. Department of Veterinary Services and Animal Industry. Occasional Bulletin No. 1
- Campbell, E. J., 1983. Sunflower oil. J. Am. Oil Chem. Soc., 60 (2): 339A
- Cancalon, P., 1971. Chemical composition of sunflower seed hulls. J. Am. Oil Chem. Soc., 48 (10): 629-632
- Carré, P., 2009. Review and evaluation major and most promising processing technologies for oil seed pretreatment and extraction. Sustoil. D2.1: Report about dehulling, the first step of oilseeds biorefining. Sustoil: Developing advanced Biorefinery schemes for integration into existing oil production/transesterification plants. WP 2: Optimisation of primary processing (e.g. oil extraction and refinery). Creol
- Chamorro, S. ; Gómez-Conde, M. S. ; Pérez de Rozas, A. M. ; Badiola, I. ; Carabaño, R. ; De Blas, J. C., 2007. Effect on digestion and performance of dietary protein content and of increased substitution of lucerne hay with soya-bean protein concentrate in starter diets for young rabbits. Animal, 1 (5): 651-659
- Chapoutot, P., 1998. Étude de la dégradation in situ des constituants pariétaux des aliments pour ruminants. Thèse Docteur en Sciences Agronomiques, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris (FRA), 1998/11/17.
- de Vuyst, A. ; Vervack, W. ; Van Belle, M. ; Arnould, R. ; Moreels, A., 1963. Amino acids in oil cakes. Agricultura, Louvain, 11:385-390
- Dinusson, W. E. ; Haugse, C. N. ; Erickson, D. O. ; Knutson, R. D., 1973. Sunflower hull and corn roughage pellets, triticale and ergot in rations for beef cattle. Farm Research, 30 (4) : 35-39
- Dirkzwager, A. ; Elbers, A. R. W. ; Aar, P. J. van der ; Vos, J. H., 1998. Effect of particle size and addition of sunflower hulls to diets on the occurrence of oesophagogastric lesions and performance in growing-finishing pigs. Livest. Prod. Sci., 56 (1): 53-60
- Dorrell, G. D. ; Vick, B. A., 1997. Properties and processing of oilseed sunflower. In: Schneiter AA (ed) Sunflower technology and production. Agronomy monograph no. 35. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wis., pp 709-745
- Fernandez-Carmona, J. ; Cervera, C. ; Blas, E., 1996. Prediction of the energy value of rabbit feeds varying widely in fibre content. Anim. Feed Sci. Technol., 64 (1): 61-75
- Garcia, J. ; Villamide, María J. ; de Blas, J. C., 1996. Nutritive value of sunflower hulls, olive leaves and NaOH-treated barley straw for rabbits. 6th World Rabbit Congress, Toulouse
- Garcia, J. ; Carabaño, R. ; Perez Alba, L. ; De Blas, C., 1996. Effect of fibre source on neutral detergent fibre digestion and caecal traits in rabbits. Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 9-12/07/1996, 1: 175-180
- Garcia, J. ; Carabaño, R. ; Perez Alba, L. ; de Blas, C., 2000. Effect of fiber source on cecal fermentation and nitrogen recycled through cecotrophy in rabbits. J. Anim. Sci., 78 (3): 638-646
- Gidenne, T. ; García, J. ; Lebas, F. ; Licois, D., 2010. Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. In: Nutrition of the rabbit - 2nd edition. de Blas, C. ; Wiseman, J. (Eds). CAB International, UK
- Gippert, T. ; Szabo-Lacza, S. ; Csonka, L., 1984. Utilization of sunflower husk mix in feeding meat-type rabbits. Allattenyesztési es Takarmanyozasi Kutatokozpont Kozlomenyei: 289-291
- Gippert, T. ; Hullar, I. ; Szabo, S., 1988. Nutritive value of agricultural by-products in rabbit. In: Proc. of the 4th World Rabbit Congress, Budapest, 3: 154-162
- Grompone, M. A., 2005. Sunflower oil. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc
- Guzmán, P. ; Saldaña, B. ; Sidrach, S. ; Kimiaetalab, M. V. ; Pérez-Bonilla, A. ; García, J. ; Mateos, G. G., 2013. Influence of fiber inclusion in the diet on growth performance of brown-egg laying pullets from 1 to 35 days of age. XV Jorn. Prod. Anim., 14 y 15 de mayo, 2013, Zaragoza, AIDA: 225-227
- Hsu, J. T. ; Faulkner, D. B. ; Garleb, K. A. ; Barclay, R. A. ; Fahey, G. C. ; Berger, L. L., 1987. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls, oat hulls and soybean hulls as roughage sources for ruminants. J. Anim. Sci., 65 (1): 244-255
- Hurt, E. F., 1947. Sunflower for food, fodder and fertility. London, Faber and Faber
- Jiménez-Moreno, E. ; Coca-Sinova, A. de ; González-Alvarado, J. M. ; Mateos, G. G., 2016. Inclusion of insoluble fiber

- sources in mash or pellet diets for young broilers. 1. Effects on growth performance and water intake. *Poult. Sci.*, 95 (1): 41-52
- Jordan, R. M. ; Hanke, H. E., 1970. Antibiotics, ensiled corn, Ralgro, sunflower hulls, and self feeding all increase lamb gains. *Feedstuffs*, 42 (17): 44
  - Kartika, I. A., 2005. Nouveau procédé de fractionnement des graines de tournesol: expression et extraction en extrudeur bi-vis, purification par ultrafiltration de l'huile de tournesol. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse, spécialité: Sciences des Agroressources
  - Kimiaetalab, M. V.; Mirzaie Goudarzi, S.; Jiménez-Moreno, E.; Cámara, L.; Mateos, G. G., 2018. A comparative study on the effects of dietary sunflower hulls on growth performance and digestive tract traits of broilers and pullets fed a pullet diet from 0 to 21 days of age. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 236: 57-67
  - Lardy, G. ; Anderson, V., 2009. Alternative feeds for ruminants. General concepts and recommendations for using alternative feeds. North Dakota State University Fargo, AS-1182 (Revised) 24 p.
  - Leroy, A. M. ; François, A. ; Maîtrejean, H. ; Péronne, B., 1949. The chemical composition and nutritive value of animal feeds. *Annls agron.*, 19: 791-797
  - Lyvers-Peffer, P. A. ; Rozeboom, D. W., 2001. The effects of a growth-altering pre-pubertal feeding regimen on mammary development and parity-one lactation potential in swine.. *Livest. Prod. Sci.*, 70 (1-2): 167-173
  - Martina, C., 1983. New forage sources rich in cellulose for feeding rabbits. *Rev. de Cresterea Animalelor*, 33 (3): 9-12
  - Neumark, H., 1970. Personal communication. Volcani Institute of Agricultural Research, Israel
  - Nicodemus, N. ; García, J. ; Carabaño, R. ; de Blas, J. C., 2002. Effect of inclusion of sunflower hulls in the diet on performance, disaccharidase activity in the small intestine and caecal traits of growing rabbits. *Anim. Sci.*, 75 (2) : 237-243
  - Nicodemus, N. ; Garcia, J. ; Carabano, R. ; De Blas, J. C., 2007. Effect of substitution of a soybean hull and grape seed meal mixture for traditional fiber sources on digestion and performance of growing rabbits and lactating does. *J. Anim. Sci.*, 85 (1): 181-187
  - OECD, 2007. Consensus document on compositional considerations for new varieties of sunflower: key food and feed nutrients, anti-nutrients and toxicants. Environment directorate, Joint meeting of the chemicals committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology. Series on the Safety of Novel Foods and Feeds, No. 16
  - Ørskov, E. R. ; Nakashima, Y. ; Abreu, J. M. F. ; Kibon, A. ; Tuah, A. K., 1992. Data on DM degradability of feedstuffs. Studies at and in association with the Rowett Research Organization, Bucksburn, Aberdeen, UK. Personal Communication
  - Park, C. S. ; Erickson, D. O. ; Fisher, G. R. ; Haugse, C. N., 1982. Effects of sunflower hulls on digestibility and performance of growing dairy heifers fed varying amounts of protein and fiber. *J. Dairy Sci.*, 65 (1): 52-58
  - Park, C. S. ; Marx, G. D. ; Moon, Y. S. ; Wiesenborn, D. ; Chang, K. C. ; Hofman, V. L., 1997. Alternative uses of sunflower. In: Schneiter AA (ed) Sunflower technology and production. Agronomy monograph no. 35. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, pp765-807
  - Pereira, J. C. ; Gonzalez, J. ; Alvir, M. R. ; Rodriguez, C., 1999. Ruminal degradation of soyabean, oat and sunflower husks. *ITEA Produccion Animal*, 20 (2): 511-513
  - Pritchard, R. H. ; Robbins, M. A., 1990. Use of sunflower hulls as the roughage component of finishing diets for yearling steers. In: South Dakota beef report, South Dakota State University, Brookings: 9-11
  - Reese, R. ; Prosch, A. ; Travnicek, D. A. ; Eskridge, K. M., 2008. Dietary fiber in sow gestation diets - An updated review. *Nebraska Swine Reports*, Paper 45
  - Sharma, B. K. ; Clark, A. K. ; Drackley, J. K. ; Sahlua, T. ; Schingoethe, D. J., 1988. Digestibility in vitro and by sheep of sunflower hulls treated with sodium, potassium and ammonium hydroxides. *Can. J. Anim. Sci.*, 68: 987-992
  - Van Wyk, H. P. D. ; Oosthuizen, S. A. ; Basson, I. D., 1951. The nutritive value of South African feeds. Part II. Hay and Pasture Crops. Union of South Africa. Department of Agriculture and Forestry. Science Bulletin No. 298
  - Vargas, M.; Urbá, R.; Enero, R.; Báez, H.; Pardo, P.; Visconti, C., 1965. Composición de alimentos chilenos de uso en ganadería y avicultura. Santiago. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigación Veterinaria.
  - Villamide, M. J. ; San Juan, L. D., 1998. Effect of chemical composition of sunflower seed meal on its true metabolizable energy and amino acid digestibility. *Poult. Sci.*, 77 (12): 1884-1892
  - Viveros, A. ; Ortiz, L. T. ; Rodriguez, M. L. ; Rebole, A. ; Alzue-ta, C. ; Arija, I. ; Centeno, C. ; Brenes, A., 2009. Interaction of dietary high-oleic-acid sunflower hulls and different fat sources in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 88: 141-151.
  - Walker, C. A., 1975. Personal communication. Central Research Station, Mazabuka, N. Rhodesia
  - Woodman, H. E., 1945. The composition and nutritive value of feeding stuffs. United Kingdom. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Bulletin No. 124

**Rédaction :** Valérie Heuzé et Gilles Tran (AFZ : Association Française de Zootechnie) - Benoît Rouillé (Institut de l'Élevage)  
**Conception :** Marie-Catherine Leclerc (Institut de l'Élevage) - **Mise en page :** Corinne Maignet (Institut de l'Élevage)  
**Sources :** AFZ et Feedipedia ([www.feedipedia.org](http://www.feedipedia.org)) - **Crédit photo :** Adam Henning - **Réf IE :** 0023 302 023 - Avril 2023