

TOURTEAU DE TOURNESOL



COPRODUIT D'EXTRACTION DE L'HUILE À PARTIR DE GRAINES DE TOURNESOL, LE TOURTEAU DE TOURNESOL CONTIENT MOINS DE PROTÉINES ET BEAUCOUP PLUS DE FIBRES QUE LE TOURTEAU DE SOJA, IL RESTE UN ALIMENT BIEN VALORISÉ PAR LES ANIMAUX D'ÉLEVAGE.



AUTRES NOMS COMMUNS

Tourteau de tournesol, tourteau de tournesol déshuilé ; tourteau de tournesol expeller, tourteau de tournesol pression ; tourteau de tournesol décortiqué, tourteau de tournesol partiellement décortiqué ; tourteau de tournesol non décortiqué, tourteau de tournesol pailleux

Description

Le tourteau de tournesol est le coproduit d'extraction de l'huile à partir des graines de tournesol (*Helianthus annuus* L.). C'est le quatrième tourteau d'oléagineux (en termes de production mondiale) après les tourteaux de soja, colza et coton (Oil World, 2011) et l'une des matières premières classiques utilisées en alimentation animale dans de nombreux pays, dont la France. De nombreux types de tourteaux de tournesol sont disponibles sur le marché, allant de produits très fibreux jusqu'à des « farines » de haute qualité nutritionnelle. Les tourteaux de tournesol peuvent être fa-

briqués à partir de graines entières ou décortiquées, et peuvent être extraits mécaniquement ou par solvant. La qualité des tourteaux de tournesol dépend des caractéristiques de la plante (composition de la graine, ratio coques/amandes, aptitude au décortilage, conditions de culture et de stockage) et du procédé d'extraction (décortilage, extraction mécanique ou solvant) (Golob *et al.*, 2002 ; NRC, 1973). S'il contient moins de protéines et beaucoup plus de fibres que le tourteau de soja, le tourteau de tournesol est un aliment bien valorisé en ruminants et en lapins et sous certaines conditions en porcs et volaille.

Procédés de transformation

Décortilage

Les graines de tournesol contiennent 20 à 30% de coques. Dans certains procédés, ces coques sont éliminées car elles ont un effet abrasif sur les presses à huile, gênent l'extraction et diminuent la qualité de l'huile et des tourteaux (Kartika, 2005). Ainsi, une réduction de 1% de la teneur en coques améliore la capacité de pression de 2,5%. Un processus de décortilage bien géré laisse 18 à 22% de coques dans les graines décortiquées (Campbell, 1983). Le décortilage est réalisé après le nettoyage et séchage des graines jusqu'à 5%

d'humidité, ce qui facilite la séparation des amandes et des coques (Kartika, 2005). Le processus habituel consiste à briser les graines par action mécanique (égreneuses) ou par abrasion (Carré, 2009). Dans le cas de variétés de tournesol à coques fines, plus difficiles à enlever, le décortilage est déconseillé car il peut entraîner une perte d'huile et augmente les coûts d'extraction sans amélioration de la qualité de l'huile et du tourteau (Grompone, 2005 ; Campbell, 1983).

E xtraction d'huile

Les graines subissent une pression mécanique par presse à vis, résultant en un « gâteau » contenant 15 à 20% d'huile (« tourteau expeller »). Ce gâteau peut ensuite subir une extraction plus poussée au solvant, généralement de l'hexane. L'extraction par pression puis solvant est la plus couramment pratiquée, tandis que l'extraction mécanique seule est utilisée par les producteurs d'huiles spéciales et par les petits

exploitants, dans les pays développés comme dans les pays en développement. Dans l'Union Européenne, les règlements interdisent l'utilisation de solvants pour la production d'ingrédients utilisés dans l'agriculture biologique (Council Regulation n° 834/2007) : en conséquence, seuls des tourteaux de tournesol extraits mécaniquement peuvent être utilisés pour des productions animales biologiques.

C onditionnement

Les tourteaux de tournesol frais doivent être séchés pour un bon stockage. Ils peuvent être broyés, ou réduits en petits morceaux. Pour une plus grande facilité d'utilisation et de

stockage, le tourteau peut être granulé en lui ajoutant un liant tel que la mélasse ou une matière grasse et en le passant dans un pelletiseur ou un extrudeur (Grompone, 2005).

Q ualité

L'extraction par solvant produit des tourteaux pauvres en huile résiduelle. Le décorticage diminue la teneur en fibres et augmente la teneur en protéine du tourteau. Il existe des tourteaux non décortiqués, des tourteaux partiellement décortiqués et des tourteaux complètement décortiqués, mais les limites entre ces catégories sont floues. En conséquence,

le tourteau de tournesol est généralement vendu sur la base de sa teneur en protéines, avec des appellations telles que « 28 », « 29 », « 37 », « Hipro », etc. La couleur du tourteau de tournesol va du gris au noir et dépend du degré de décorticage (les tourteaux contenant moins de coques sont plus clairs) et du procédé d'extraction (Naidu, 2008).

D istribution

Le tourteau de tournesol est disponible dans le monde entier. La production mondiale était de 13,5 millions de tonnes en 2010-2011 (Oil World, 2011). L'Union européenne (UE-27) en est le principal producteur et importateur : elle en a produit 3,3 millions de tonnes et utilisé 5,7 millions de tonnes en

2009-2010. Les autres gros producteurs et exportateurs sont l'Ukraine (2,5 millions de tonnes), la Russie (2,3 millions de tonnes) et l'Argentine (1,21 million de tonnes). La Turquie, Israël et l'Egypte sont les principaux importateurs après l'UE (FAS, 2011).

C ontraintes d'utilisation

Un avantage majeur de tourteau de tournesol est d'être dépourvu de facteurs antinutritionnels, contrairement aux tourteaux de soja, coton et colza. C'est donc un aliment sûr pour toutes les espèces, dont seules la teneur en fibres et les

carences en acides aminés peuvent limiter l'usage. Les résidus et les contaminations qui ont pu survenir lors de la culture, de la récolte ou des opérations de post-récolte peuvent néanmoins être sources de problèmes.

Toxicité du cuivre

L'apport de cuivre à la culture de tournesol entraîne parfois des niveaux élevés de cuivre dans les produits de tournesol. Les ovins étant particulièrement sensibles au cuivre, des cas de morbidité ont été observés en Espagne sur des agneaux qui avaient consommé du tourteau de tournesol avec une teneur en cuivre modérée (jusqu'à 14 mg/kg), mais

présentant des rapports élevés de cuivre/molybdène (plus de 6-10). Afin d'éviter les problèmes de toxicité liés à l'accumulation de cuivre dans le foie, le tourteau de tournesol doit être apporté en mélange avec des sources de molybdène comme des fourrages frais (Garcia-Fernandez *et al.*, 1999).

Contaminations durant la transformation

Le tourteau de tournesol peut être contaminé lors des opérations de récolte et post-récolte : résidus de pesticides, résidus d'hexane, contamination par les dioxines résultant de

l'utilisation d'agents anti-agglomérants, développement des mycotoxines en raison de mauvais séchage avant stockage, salmonelles (FEDIOL, 2010).

Coloration des coquilles d'œuf

L'acide chlorogénique, un composé phénolique présent dans le tourteau de tournesol, provoque la coloration de la coquille lorsque les œufs entrent en contact avec des poussières de

tourteau de tournesol. L'alimentation des volailles avec des granulés de tourteau de tournesol et une collecte fréquente des œufs permettent d'atténuer ce problème (Daghir, 2008).

Attributs nutritionnels

Le tourteau de tournesol est l'un des principaux tourteaux et l'une des principales sources de protéines utilisés en alimentation animale, en particulier dans l'alimentation des ruminants. C'est généralement un produit sain et de bonne qualité, mais dont les protéines, fibres et teneur en huile sont très variables car dépendantes du procédé d'extraction et du niveau de décortiquage. La teneur en protéines varie pratiquement du simple au double, allant de 23% MS pour des tourteaux expeller non décortiqués à plus de 40% pour les tourteaux complètement décortiqués et extraits au solvant. La fourchette habituelle de variation de la protéine est 29-33% pour les tourteaux non décortiqués et 35-39% pour les tourteaux décortiqués et partiellement décortiqués. La teneur en fibres est directement liée à la présence de coques : la cellulose brute varie de 27-31% MS pour les tourteaux non décortiqués à 20-26% pour les tourteaux décortiqués et partiellement décortiqués. La teneur en lignine est importante, de l'ordre de 9-12%, même dans les tourteaux décortiqués. Le tourteau de tournesol extrait par solvant contient 2-3% MS d'huile résiduelle, mais les tourteaux expeller peuvent contenir jusqu'à 30% d'huile. Cette teneur en huile donne aux tourteaux de tournesol expeller une énergie brute plus élevée (5 300 kcal/kg MS ou plus vs 4 500 kcal/kg MS pour les tourteaux extraits par solvant. En revanche, ces tourteaux contiennent moins de protéines que ceux extraits par solvant.

L'absence de facteurs antinutritionnels intrinsèques fait que le tourteau de tournesol ne nécessite pas de traitement de

détoxification avant d'être donné aux animaux. Par rapport au tourteau de soja, son profil en acides aminés est plus riche en acides aminés soufrés, en particulier en méthionine, mais il est nettement plus pauvre en lysine (3,5 vs 6,1% de protéine) et il est donc déficient en lysine pour plusieurs espèces animales (Poncet *et al.*, 2003 ; Steen, 1989 ; Villamide *et al.*, 1998 ; McNab, 2002). Le tourteau de tournesol est aussi une source de calcium, de phosphore et de vitamines B (Grompone, 2005). La haute teneur en fibres et en lignine du tourteau de tournesol a réduit la digestibilité des nutriments, et ses valeurs énergétiques sont inférieures à celles du tourteau de soja. Il est recommandé pour les ruminants et les lapins, et adapté aux porcs et aux volailles qui ont de faibles besoins en énergie (animaux à l'entretien, poules pondeuses) ou des besoins en fibre spécifiques (truiés) (CETIOM, 2003). Pour d'autres productions, comme les poulets de chair ou les porcs en croissance, l'efficacité économique de l'incorporation de tourteau de tournesol dépend de la qualité du tourteau, de sa disponibilité et du prix des matières premières plus riches en protéines et en lysine. Dans tous les cas, il convient de rappeler que le tourteau de tournesol est un ingrédient très variable où les protéines, les fibres et la matière grasse ont des amplitudes beaucoup plus larges que dans d'autres aliments communément utilisés. Lors de la formulation des régimes avec du tourteau de tournesol, il faut toujours tenir compte de la composition analytique du lot utilisé plutôt que des valeurs des tables.

Tableau 1 : Principaux constituants du tourteau de tournesol

		TT < 5 % décortiqué	TT < 5 % entier	TT > 5 % décortiqué	TT > 5 % entier
Constituants organiques	Matière sèche (% sur brut)	90,5	88,9	93,1	92,3
	Protéines brutes (% MS)	40,5	30,7	37,3	25,4
	Cellulose brute (% MS)	19,8	29,6	23,2	29,7
	NDF (% MS)	34,8	47,0	39,2	47,0
	ADF (% MS)	23,3	33,7	27,0	33,7
	Lignine (% MS)	7,5	11,4	8,9	11,4
	Matières grasses brutes (% MS)	1,2	2,1	1,7	12,8
	Matières grasses hydrolyse (% MS)	-	-	-	-
	Cendres (% MS)	7,2	6,7	7,3	5,8
	Amidon (% MS)	3,6	3,8	3,7	4,8
	Sucres totaux (% MS)	7,4	6,0	6,9	6,0
	Energie brute (kcal/ kg MS)	4 620	4 630	4 620	5 150
Minéraux	Calcium (g/kg MS)	4,4	4,3	4,4	4,0
	Phosphore (g/kg MS)	11,5	10,9	11,8	9,3
	Potassium (g/kg MS)	16,7	15,9	17,1	13,5
	Sodium (g/kg MS)	0,09	0,12	-	0,13
	Magnésium (g/kg MS)	5,6	5,3	5,7	4,6
	Manganèse (mg/kg MS)	44	38	-	32
	Zinc (mg/kg MS)	94	87	-	78
	Cuivre (mg/kg MS)	34	34	-	28
	Fer (mg/kg MS)	443	198	-	294
Acides aminés	Alanine (g/kg MS)	17,3	13,2	16,0	11,0
	Arginine (g/kg MS)	33,2	24,6	30,4	19,9
	Acide aspartique (g/kg MS)	35,7	26,5	32,7	21,6
	Cystine (g/kg MS)	6,8	5,2	6,3	4,3
	Acide glutamique (g/kg MS)	77,9	57,3	71,2	46,2
	Glycine (g/kg MS)	22,8	17,4	21,1	14,4
	Histidine (g/kg MS)	9,7	7,4	9,0	6,2
	Isoleucine (g/kg MS)	16,6	12,5	15,3	10,3
	Leucine (g/kg MS)	24,8	18,6	22,8	15,3
	Lysine (g/kg MS)	14,4	11,2	13,4	9,5
	Méthionine (g/kg MS)	9,1	6,9	8,4	5,7
	Phénylalanine (g/kg MS)	17,8	13,4	16,4	11,1
	Proline (g/kg MS)	16,9	12,7	15,5	10,5
	Sérine (g/kg MS)	16,8	12,8	15,5	10,7
	Thréonine (g/kg MS)	14,6	11,2	13,5	9,3
	Tryptophane (g/kg MS)	5,1	3,9	4,7	3,3
	Tyrosine (g/kg MS)	9,4	7,2	8,7	6,0
Valine (g/kg MS)	19,9	14,9	18,3	12,2	

Tableau 2 : Principaux constituants du tourteau de tournesol chez les monogastriques

		TT < 5 %	TT < 5 %	TT > 5 %	TT > 5 %
		décortiqué	entier	décortiqué	entier
Acides aminés	Alanine (g/16 g N)	4,2	4,3	4,5	3,9
	Arginine (g/16 g N)	8,1	7,9	8,8	7,7
	Acide aspartique (g/16 g N)	8,8	8,7	9,5	8,3
	Cystine (g/16 g N)	1,6	1,6	2,1	1,6
	Acide glutamique (g/16 g N)	19,0	18,6	19,5	18,1
	Glycine (g/16 g N)	5,7	5,8	6,1	5,2
	Histidine (g/16 g N)	2,4	2,4	2,5	2,3
	Isoleucine (g/16 g N)	4,0	4,1	4,4	3,7
	Leucine (g/16 g N)	6,1	6,2	7,0	5,9
	Lysine (g/16 g N)	3,6	3,7	3,5	3,3
	Méthionine (g/16 g N)	2,2	2,3	2,4	2,0
	Phénylalanine (g/16 g N)	4,4	4,4	4,6	4,3
	Proline (g/16 g N)	4,2	4,1	4,3	4,0
	Sérine (g/16 g N)	4,2	4,2	4,4	3,7
	Thréonine (g/16 g N)	3,6	3,7	4,0	3,3
	Tryptophane (g/16 g N)	1,3	1,3	1,3	1,3
	Tyrosine (g/16 g N)	2,5	2,4	2,5	2,1
Valine (g/16 g N)	4,9	4,9	5,3	4,4	

V alorisation dans l'alimentation des ruminants

Le tourteau de tournesol est utilisé depuis longtemps pour nourrir les ruminants. Il était déjà considéré comme un excellent ingrédient au 19^{ème} siècle (Cornevin, 1892). De nombreuses expériences ont confirmé que le tourteau de tournesol, même non décortiqué, peut être utilisé sans problème dans l'alimentation des ruminants comme supplément protéique. En particulier, le tourteau de tournesol peut remplacer le tourteau de soja (et d'autres tourteaux

oléagineux avec une teneur plus élevée en protéines comme le tourteau de graines de coton ou d'arachide) à condition de bien équilibrer la ration en protéines et en fibres. En raison de sa grande variabilité, les utilisateurs devraient être particulièrement attentifs à la valeur protéique, à la fibre et à la teneur en huile du tourteau de tournesol utilisé dans l'alimentation de leurs animaux.

D igestibilité

La digestibilité *in vivo* de la MO des tourteaux de tournesol varie de 52 à 74% et est négativement corrélée à la teneur en fibres : les tourteaux décortiqués ont tendance à être plus digestes (environ 66%) que les non-décortiqués (61%) (Economides, 1998 ; Irshaid *et al.*, 2003 ; Molina Alcaide *et*

al., 2003 ; Woods *et al.*, 2003a ; Arroyo *et al.*, 2005 ; Beran *et al.*, 2005 ; Mondal *et al.*, 2008 ; Marcondes *et al.*, 2009 ; Goes *et al.*, 2010). Les valeurs énergétiques vont de 0,63 UFL par kg MS pour du tourteau non décortiqué à 0,95 UFL par kg MS pour du tourteau totalement décortiqué.

Valeur de la protéine

La protéine du tourteau de tournesol est plus dégradable que celle des autres tourteaux (Poncet *et al.*, 2003). Les valeurs sont habituellement de l'ordre de 70 à 80%, bien que des valeurs plus faibles et des valeurs supérieures à 90% aient été rapportées (Sauvant *et al.*, 2004 ; Domingues *et al.*, 2010 ; Economides, 1998 ; Gonzalez *et al.*, 1999 ; Molina Alcaide *et al.*, 2003 ; Pop *et al.*, 2006). Chez les animaux nourris au tourteau de tournesol, l'ammoniac ruminal augmente rapidement dans les 4 heures après le repas, ce

qui facilite la synthèse microbienne et la digestion de la MO (Shayo *et al.*, 1997a). Le traitement thermique ou le toastage augmente la proportion de protéines non dégradables (Anderson, 2002). Un traitement associant l'acide et la chaleur a pu réduire la dégradabilité des protéines de 80% à 34-38% (Arroyo *et al.*, 2005). Des enzymes fibrolytiques peuvent être utilisés dans la ration pour briser les fibres de tournesol, libérant ainsi plus d'énergie et de protéines (Titi, 2003).

Tableau 3 : Valeurs alimentaires du tourteau de tournesol destinées aux ruminants

	TT < 5 % décortiqué	TT < 5 % entier	TT > 5 % décortiqué	TT > 5 % entier
Digestibilité de la matière organique (%)	69,0	55,0	64,0	55,0
Digestibilité de l'énergie (%)	-	-	-	-
Energie digestible (kcal/kg MS)	3 170	2 500	2 930	2 850
Energie métabolisable (kcal/kg MS)	2 400	1 920	2 230	2 220
UFL (/kg MS)	0,84	0,64	0,76	0,75
UFV (/kg MS)	0,76	0,53	0,67	0,63
Digestibilité de l'azote (%)	76,0	71,0	69,0	69,0
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6 %) (%)	77,0	77,0	77,0	77,0
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	89,0	84,0	84,0	84,0
PDIA (g/kg MS)	92	66	85	54
PDIN (g/kg MS)	266	197	245	163
PDIE (g/kg MS)	142	105	131	85

R Recommandations pour les vaches laitières et vaches allaitantes

Le tourteau de tournesol peut être l'unique source de protéines dans une complémentation pour vaches laitières (Blair, 2011). L'apport de tournesol partiellement (Schingoethe *et al.*, 1977) ou entièrement décortiqué (Parks *et al.*, 1981) en remplacement du tourteau de soja ne modifie pas la production de lait des vaches laitières (Blair, 2011). Les taux d'incorporation relevés dans la littérature varient de 15

à 50% (base MS) et ont des conséquences variables allant d'une absence d'influence à des effets positifs sur l'ingéré et sur la production laitière. Aux États-Unis, le tourteau de tournesol a aussi été largement utilisé dans les programmes de supplémentation des vaches allaitantes (Anderson, 2002). Des taux de 25% sont recommandés en pratique (Ewing, 1997).

R Recommandations pour les bovins viande

Le tourteau de tournesol peut être utilisé comme seule source de protéines dans les rations pour bovins viande. Dans les essais comparant du tourteau de tournesol avec d'autres sources de protéines, les performances des animaux ont généralement été équivalentes quand les régimes étaient

isoprotéinés (Richardson *et al.*, 1981 ; Anderson, 2002). Si des taux d'incorporation allant jusqu'à 45% sont cités dans la littérature, des taux de 25% sont recommandés pour les bovins en croissance, tandis que les jeunes veaux peuvent en consommer jusqu'à 2,5% (Ewing, 1997).

Recommandations pour les ovins

Le tourteau de tournesol peut remplacer d'autres sources de protéines dans l'alimentation des brebis laitières avec un taux maximum recommandé de 20% (Ewing, 1997). Les tourteaux expeller ont tendance à augmenter la concentration du lait en acide linoléique conjugué et en acides gras insaturés (Amores *et al.*, 2010).

De nombreux essais ont testé avec succès l'inclusion de tourteau de tournesol dans les rations d'agneaux à l'engraissement comme substitut au tourteau de soja

(remplaçant de 15 à 100% de celui-ci) ou au tourteau d'arachide (remplacement total). Des taux relativement limités sont conseillés (2,5%, Ewing, 1997) mais des taux plus importants sont cités dans la littérature (10-15%, voire > 30% en conditions difficiles).

Le tourteau de tournesol a également donné des résultats satisfaisants pour la production de laine grâce à sa concentration en acides aminés soufrés (Richardson *et al.*, 1981).

Recommandations pour les caprins

Il existe peu d'informations sur l'utilisation du tourteau de tournesol en chèvres, mais il est généralement possible de remplacer une partie des principaux ingrédients de la ration

avec du tourteau de tournesol sans dégrader les performances.

Valorisation dans l'alimentation des porcs

Dans l'alimentation des porcs, l'utilisation du tourteau de tournesol est limitée par le niveau élevé de fibres et par sa déficience en certains acides aminés, notamment la lysine, la thréonine et le tryptophane (Perez *et al.*, 1986). Le tourteau de tournesol a une valeur énergétique beaucoup plus faible que le tourteau de soja : pour des porcs en croissance, la valeur de l'énergie nette d'un tourteau décortiqué à haute valeur protéique est d'environ 64% de celle d'un tourteau de

soja à faible teneur en protéines (1 430 vs 2 220 kcal/kg MS respectivement). La gamme de variation de l'énergie d'un tourteau de tournesol est très large : dans une expérience comparant différents niveaux de décortilage, les estimations de l'énergie nette ont varié de 1 290 à 1 890 kcal/kg MS pour les procédés classiques et de 840 à 2 150 kcal/kg DM pour des tourteaux expérimentaux (Perez *et al.*, 1986).

Valorisation des porcs en croissance

Les avis divergent sur l'opportunité de nourrir les porcs en croissance avec du tourteau de tournesol. Certains auteurs affirment que le tourteau de tournesol devrait être complètement évité quel que soit le type d'animal à nourrir (CETIOM, 2003). D'autres recommandent de ne pas en donner aux porcelets au démarrage puis d'en apporter dans la ration à hauteur de 25 à 33% de la protéine totale pour les porcs en croissance plus âgés (Blair, 2007 ; Chiba, 2001). Le tourteau de tournesol, sauf s'il est d'une qualité exceptionnelle, n'est guère approprié aux animaux en croissance qui ont des exigences énergétiques et protéiques élevées. Le tourteau de tournesol utilisé comme substitut du tourteau de soja à un niveau supérieur à 10-11% de la ration (base MS) chez des porcelets et des porcs en croissance est plus faiblement ingéré tandis que les performances de croissance et la qualité des carcasses sont diminuées (Lipinski *et al.*, 2002 ; Shelton *et al.*, 2001 ; Li DeFa *et al.*,

2000 ; Cuca *et al.*, 1974). Le tourteau de tournesol a une efficacité alimentaire inférieure au tourteau de soja (Shelton *et al.*, 2001). Différentes études ont montré que ce problème pourrait être atténué, mais pas totalement éliminé, par un apport de lysine et une supplémentation en huile (Shelton *et al.*, 2001 ; Cortamira *et al.*, 2000 ; Wetscherek *et al.*, 1993 ; Aherne *et al.*, 1985), même lorsqu'un tourteau de tournesol de haute qualité (double décortilage) est utilisé (Cortamira *et al.*, 2000). Le tourteau de tournesol utilisé comme source unique de protéines et supplémente avec de la lysine a donné des performances de croissance inégales, entraînant parfois des taux de croissance parfois plus élevés, parfois similaires et parfois inférieurs (Akdag *et al.*, 2008 ; Shelton *et al.*, 2001 ; Wahlstrom, 1985). Dans tous les cas, l'utilisation du tourteau de tournesol pour les porcs en croissance dépendra des conditions locales et de l'intérêt économique de son utilisation.

V valorisation des porcs en finition et truies

Le tourteau de tournesol peut être utilisé à des taux plus élevés chez les porcs adultes ou en phase de finition (Blair, 2007; Chiba, 2001). Chez les porcs charcutiers, des taux d'incorporation de 16 à 21% n'ont pas diminué les performances de croissance et la qualité de carcasse (Carellos *et al.*, 2005 ; Silva *et al.*, 2002). Cependant, des niveaux d'inclusion plus élevés peuvent également donner de moindres performances et une moindre qualité de la viande (lard dorsal mou contenant plus d'acide linoléique) (Blair,

2007). Chez les truies et verrats adultes qui ont des exigences plus faibles en lysine, le tourteau de tournesol peut être utilisé comme seule source de protéine pourvu que les autres éléments du régime apportent suffisamment de lysine digestible. Le tourteau de tournesol n'a pas modifié les performances de reproduction des truies (Kleisiari, 2005) et il pourrait aussi être donné à des truies allaitantes à condition qu'elles reçoivent un aliment protéique riche en lysine (Blair, 2007).

Tableau 4 :
Valeurs
alimentaires
du tourteau
de tournesol
destinées
aux porcs

	TT < 5 % décortiqué	TT < 5 % entier	TT > 5 % décortiqué	TT > 5 % entier
Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	64,0	51,0	60,0	51,0
Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 970	2 370	2 750	2 640
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 700	2 170	2 510	2 470
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	1 590	1 230	1 460	1 710
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	78,0	69,0	75,0	69,0
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	70,0	59,0	66,0	58,0
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	3 220	2 720	3 040	3 000
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 900	2 450	2 740	2 770
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	1 720	1 410	1 610	1 860
Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%)	82,0	76,0	79,0	78,0

V valorisation dans l'alimentation des volailles

Pour l'alimentation des volailles, le tourteau de tournesol est considéré comme un ingrédient riche en protéines, mais déficient en lysine et riche en fibres. Sa fraction fibreuse est principalement composée de sucres insolubles, entraînant des valeurs d'EM faibles dépendantes de la teneur réelle en fibres (Villamide *et al.*, 1998). Par conséquent, le tourteau de tournesol est un ingrédient plus approprié pour les poules pondeuses que pour les poulets ou les dindes, dont les besoins en protéines et en énergie sont plus élevés (CETIOM, 2003). Il peut aussi être rentable d'utiliser du tourteau de tournesol dans les rations pour volailles dans les pays où le tourteau de soja n'est pas disponible, ou trop coûteux (Senkoylu *et al.*, 1999).

Les tourteaux de tournesol décortiqués ont des valeurs d'EM plus élevées que les tourteaux non-décortiqués, car ils contiennent plus de protéines et moins de fibres. Le tourteau de tournesol expeller a une valeur d'EM élevée en raison de

sa plus grande teneur en huile, mais il est moins utile en tant que source de protéines en raison de sa faible teneur en protéines. Les traitements peuvent avoir des effets complexes, positifs et négatifs, sur la valeur nutritive du tourteau de tournesol (San Juan *et al.*, 2000 ; Zhang *et al.*, 1994). Bien que le contenu en lysine soit faible, celle-ci a une bonne digestibilité. L'addition de lysine cristalline peut être économiquement rentable, mais dépend du prix de la lysine au moment de la formulation. L'utilisation d'enzymes exogènes, visant à atténuer les effets négatifs de la fibre de tournesol, a été largement évaluée, mais sans apporter de résultats cohérents (Attia *et al.*, 2003 ; Mushtaq *et al.*, 2006). Les formulateurs d'aliments pour volailles limitent l'utilisation d'ingrédients riches en fibres en ajoutant comme contrainte le niveau maximum de fibres. Lorsque cette contrainte est retirée et que les niveaux de lysine et d'autres acides aminés sont adéquats pour l'alimentation des poulets de chair, les taux d'incorporation du tourteau de tournesol peuvent

atteindre jusqu'à 30 % sans effets néfastes sur les performances (Mushtaq *et al.*, 2009 ; Rao *et al.*, 2006 ; Senkoylu *et al.*, 2006). Les régimes contenant de grandes quantités de tourteaux de tournesol (dont les tourteaux gras), ont tendance à être volumineux, ce qui entraîne une baisse de l'ingestion. La réduction de l'encombrement par pelletisation augmente l'ingestion alimentaire et les performances (gain de poids et taux de conversion alimentaire) (Senkoylu *et al.*, 2006).

Dans les rations pour poules pondeuses, il est possible d'introduire jusqu'à 30 % de tourteau de tournesol sans affecter les performances (Deaton *et al.*, 1979). Pour d'autres

espèces avicoles, la pelletisation peut également améliorer l'efficacité alimentaire en réduisant l'encombrement des rations à base de tourteau de tournesol, par exemple dans l'alimentation des palmipèdes (Vetesi *et al.*, 1998). Dans les régimes pour dindes, le taux d'incorporation de tourteau de tournesol semble être plus limité (moins de 14 %), car les dindes ont des exigences plus élevées en protéines et en acides aminés, et parce que le tourteau de tournesol peut induire des effets indésirables (diminution de la masse des tissus de l'intestin grêle et du caecum, et inhibition des processus de fermentation dans le caecum) (Juskiewicz *et al.*, 2010).

Tableau 5 : Valeurs alimentaires du tourteau de tournesol destinées aux volailles

	TT < 5 % décortiqué	TT < 5 % entier	TT > 5 % décortiqué	TT > 5 % entier
Energie métabolisable (coq) (kcal/kg MS)	1 730	1 500	1 660	1 680
Energie métabolisable (poulet) (kcal/kg MS)	1 720	1 470	1 640	1 550

- Aherne, F. X. ; Kennelly, J. J., 1985. Oilseed meals for livestock feeding. In: Cole, D. J. A.; Haresign, W. (Eds.), Recent Developments in Pig Nutrition, Butterworths, London, 278
- Akdag, F. ; Elmaz, O. ; Kutay, C. ; Demir, H., 2008. Effect of different diets on growth performance and feed efficiency in early weaned piglets. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 32 (1): 7-11
- Amores, G. ; Virto, M. ; Arranz, J. ; Barrón, L. J. R. ; Abilleira, E. ; Ruiz de Gordo, J. C. ; Nájera, A. I. ; Ruiz, R. ; Albisu, M. ; Pérez-Elortondo, F. J. ; Larrode, E. ; Mandaluniz, N. ; de Renobales, M., 2010. Oil-cake's supplementation on dairy sheep. (2) Effect on milk fatty acid content. Proc. 7th Int. Seminar FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats Sub-Network on Production Systems Economic, social and environmental sustainability in sheep and goat production systems, Zaragoza, Spain, 10-12 Nov. 2010
- Anderson, V., 2002. Sunflower meal in beef cattle diets. North Dakota State University Extension Service
- Arroyo, J. M. ; González, J. ; Alvir, M. R. ; Rodríguez, C. A. ; Ouarti, M., 2005. Protection of protein from sunflower meal by treatments with acid solutions and heat. XI Jornadas sobre Produccion Animal, Zaragoza, Spain, 11-12 Mayo, 2005: 542-544
- Beran, F. H. B. ; Siliva, L. D. F. ; Ribeiro E. L. A. ; Castro V. S. ; Correa R. A. ; Kagueyama E. O. ; Rocha M. A., 2005. In situ ruminal degradability of dry matter, organic matter and crude protein of some concentrated supplements used in the feeding of bovines. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 26 (3): 405-418
- Blair, R., 2007. Nutrition and feeding of organic pigs. Cabi Series, CABI, Wallingford, UK
- Blair, R., 2011. Nutrition and feeding of organic cattle. CAB Books, CABI
- Campbell, E. J., 1983. Sunflower oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 60 (2): 339A
- Carellos, D. de C. ; Lima, J. A. de F. ; Fialho, E. T. ; Freitas, R. T. F. de; Silva, H. O. ; Branco, P. A. C. ; Souza, Z. A. de; Vieira Neto, J., 2005. Evaluation of sunflower meal on growth and carcass traits of finishing pigs. *Ciencia e Agrotecnologia*, 29 (1): 208-215
- 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
- CETIOM, 2003. Sunflower meal: quality protein and fibre. Fiches Techniques Octobre 2003. Edition CETIOM
- Chiba, L. I., 2001. Proteins supplements. In: A. J. Lewis and L. L. Southern (eds.) Swine nutrition (second edition). p 35. CRC Press LLC, Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Cornevin, C., 1892. Des résidus industriels dans l'alimentation du bétail. Firmin-Didot, Paris
- Cortamira, O. ; Gallego, A. ; Kim, S. W., 2000. Evaluation of twice decorticated sunflower meal as a protein source compared with soybean meal in pig diets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 13 (9): 1296-1303
- Cuca, G. ; M. ; Bernal, H. ; A., 1974. Sunflower meal (*Helianthus annuus*) in diets for growing and finishing pigs. *Asoc. Latinoam. Prod. Anim. Mem.*, 9: 281-287
- Dagher, N. J., 2008. Poultry production in hot climates. Second Edition, Cabi Series, CABI
- Domingues, A. R. ; Silva, L. D. F. ; Ribeiro, E. L. A. ; Castro, V. S. ; Barbosa, M. A. A. F. ; Mori, R. M. ; Vieira, M. T. L. ; Sliva, J. A. O., 2010. Intake, ruminal parameters and plasmatic urea concentration in beef cattle fed diets with different levels of sunflower cake in substitution to the cotton meal. *Ciências Agrárias, Londrina*, 31 (4): 1059-1070
- Economides, S., 1998. The nutritive value of sunflower meal and its effects on replacing cereal straw in the diets of lactating ewes and goats. *Livest. Prod. Sci.*, 55: 89-97
- Ewing, 1997. The Feeds Directory Vol 1. Commodity Products. Context Publications, Leicestershire, England.
- FAS, 2011. Sunflowerseed and Products World Supply and Distribution. USDA
- FEDIOL, 2010. Risk assessment of the chain of sunflower seed meal and oil products. FEDIOL
- Garcia-Fernandez, A. J. ; Motas-Guzman, M. ; Navas, I. ; Maria-Mojica, P. ; Romero, D., 1999. Sunflower meal as cause of chronic copper poisoning in lambs in southeastern Spain. *Can. Vet. J.*, 40: 799-801
- Goes, R. H. T. B. ; Souza, K. A. ; Patussi, R. A. ; Cornelio, T. C. ; Oliveira, E. R. ; Brabes, K. C. S., 2010. In situ ruminal degradability of crambe, sunflower and soybean seeds and their by-products in sheep feeding. *Acta Scientiarum - Animal Sciences Maringá*, 32 (3): 271-277
- Golob, P. ; Farrell, G. ; Orchard, J. E., 2002. Crop Post-harvest: Principles and practice, volume 1. In: Golob, P.; Farrell, G.; Orchard, J. E. Crop Post-harvest: Science and Technology. John Wiley & Sons
- Gonzalez, J. ; Sanchez, L. ; Alvir, M. R., 1999. Estimation of intestinal digestibility of undegraded sunflower meal protein from nylon bag measurements. A mathematical model. *Reprod. Nutr. Dev.*, 39: 607-616
- Grompone, M. A., 2005. Sunflower oil. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc
- Irshaid, R. H. ; Harb, M. Y. ; Titi, H. H., 2003. Replacing soybean meal with sunflower seed meal in the ration of Awassi ewes and lambs. *Small Rumin. Res.*, 50 (1): 109-116
- 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
- Kleisiari, M. N. Editor(s): Krynski, A. ; Wrzesien, R., 2005. Effect of different types of proteins on the reproduction performances in sows. *Animals and environment*, 1: Proceedings of the XIth ISAH Congress on Animal Hygiene, Warsaw, Poland, 4-8 September 2005: 364-366
- Li DeFa; Yi, G. F. ; Qiao, S. Y. ; Zheng, C. T. ; Xu, X. X. ; Piao, X. S. ; Han, I. K. ; Thacker, P., 2000. Use of Chinese sunflower meal as a non-conventional protein feedstuff for growing-finishing pigs. *Asian-Aust. J. Anim.Sci.*, 13 (5): 666-672

- Lipinski, K. ; Bruzdinski, S. ; Tywoczuk, J. ; Antoszkiewicz, Z., 2002. Use of sunflower meal in the feeding of growing pigs. *Annals Anim. Sci., Suppl. 2*: 253-256
- Marcondes, M. I. ; Valadares, S. D. ; Detmann, E. ; Valadares, R. F. D. ; Silva, L. F. C. E. ; Fonseca, M. A., 2009. Rumen degradation and intestinal digestibility of crude protein in feeds for cattle. *Rev. Bras. Zootec.*, 38 (11): 2247-2257
- McNab, J. M., 2002. *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. CABI Publishing
- Molina Alcaide, E. ; Zanez Ruiz, D. R. ; Moumen, A. ; Martin Garcia, A. I., 2003. Ruminant degradability and in vitro intestinal digestibility of sunflower meal and in vitro digestibility of olive by-products supplemented with urea or sunflower meal. Comparison between goats and sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 110 (1-4): 3-15
- Mondal, G. ; Walli, T. K. ; Patra, A. K., 2008. In vitro and in sacco ruminal protein degradability of common Indian feed ingredients. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20 (4): 63
- Naidu, S., 2008. Irrigation management, Volume 5. In: Sethuraman, G., *International Encyclopaedia of Agricultural Science and Technology*, Mittal Publications
- NRC, 1973. Alternative sources of protein for animal production: proceedings of a symposium. National Research Council, Committee on Animal Nutrition and American Society of Animal Science, USA
- Oil World, 2011. Major meals, World summary balances. *Oil World Weekly*, February 28, 2011, 54 (8): 95-104
- Parks, C. S. ; Edgerly, G. M. ; Erickson, G. M. ; Fisher, G. R., 1981. Response of dairy cows to sunflower meal and varying dietary protein and fiber. *J. Dairy Sci.*, 64 (Suppl. 1), 141
- Perez, J. M. ; Bourdon, D. ; Baudet, J. J. ; Evrard, J., 1986. Prediction of the energy value of sunflower meal from their cell wall contents. *Journées Rech. Porc.*, 18: 35-46
- Poncet, C. Rémond, D. ; Lepage, E. ; Doreau, M., 2003. Comment mieux valoriser les protéagineux et oléagineux en alimentation des ruminants. *Fourrages*, 174: 205-229
- Pop, S. ; Dragomir, C. ; Criste, R. D. ; Nicolae, M. ; Vlassa, M. ; Stoica, G., 2006. The variability of the degradability of protein meals used within Romanian market: its influence on their nutritive value. *Archiva Zootechnica*, 9: 57-64
- Richardson, C. R. ; Beville, R.N. ; Ratcliff, R. K. ; Albin, R. C., 1981. Sunflower meal as a protein supplement for growing ruminants. *J. Anim. Sci.*, 53: 557-563
- Sauvart, D. ; Perez, J. M. ; Tran, G., 2004. *Tables INRA-AFZ de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: 2ème édition*. ISBN 2738011586, 306 p. INRA Editions Versailles
- Schingoethe, D. J. ; Rook, J. A. ; Ludens, F., 1977. Evaluation of sunflower meal as a protein supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 60 (4): 591-595
- Shayo, C. M. ; Ogle, B. ; Uden, P., 1997. Comparison of water melon (*Citrullus vulgaris*) seed meal, Acacia tortilis pods and sunflower-seed cake supplements in central Tanzania. 1. Nutritive value and influence on the rumen environment. *Trop. Grassl.*, 31 (2): 124-129
- Shelton, J. L. ; Hemann, M. D. ; Strode, R. M. ; Brashear, G. L. ; Ellis, M. ; McKeith, F. K. ; Bidner, T. D. ; Southern, L. L., 2001. Effect of different protein sources on growth and carcass traits in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 79 (9): 2428-2435
- Silva, C. A. da; Pinheiro, J. W. ; Fonseca, N. A. N. ; Cabrera, L. ; Novo, V. C. C. ; Silva, M. A. A. da; Canteri, R. C. ; Hoshi, E. H., 2002. Sunflower meal as feed to swine during the growing and finishing phase: digestibility, performance and carcass quality. *Rev. Bras. Zootec.*, 31 (2) Suppl.: 982-990
- Steen, R. W. J., 1989. A comparison of soya-bean, sunflower and fish meals as protein supplements for yearling cattle offered grass silage-based diets. *Anim. Prod.*, 48 (1): 81-89
- Titi, H. H., 2003. Replacing soybean meal with sunflower meal with or without fibrolytic enzymes in fattening diets of goat kids. *Small Rumin. Res.*, 48: 45-50
- 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
- Wahlstrom, R. C., 1985. Sunflowers in pig nutrition. *Pig News and Info*, 6 (2): 151-154
- Wetscherek, W. ; Lettner, F.;Knaus, W., 1993. Using decorticated sunflower oilmeal in pig feeding. *Förderungsdienst*, 41: 292-296
- Woods, V. B. ; O'Mara, F. P. ; Moloney, A. P., 2003. The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals. Part I: In situ ruminal degradability of dry matter and organic matter. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 110 (1/4): 111-130

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) - **Crédit photo** : DR - **Réf IE** : 0016 302 012 - Mai 2016