



# MARC DE POMME ET POMMES DE RETRAIT

## AUTRES NOMS COMMUNS

Marc de pomme, pommes de retrait,  
pommes fermentées, pommes tombées au sol

COPRODUITS DE LA FABRICATION DE JUS, DE CIDRE OU DE COMPOTE DE POMME, ILS PEUVENT PRÉSENTER DES VALEURS ALIMENTAIRES VARIABLES EN FONCTION DES PROCESS DE FABRICATION.



## Description

Le marc de pomme (*Malus domestica* Borkh.) est le résidu solide qui reste après la mouture et le pressage des pommes pour la production de cidre, de jus ou de compote de pomme (Givens et al., 1987 ; Kafilzadeh et al., 2008). Les pommes de retrait, tombées ou endommagées (cassées ou abîmées lors de la cueillette, impropres à l'emballage) sont abondantes pendant la saison des pommes et sont parfois utilisées pour nourrir le bétail (BNDG, 2012).

Le marc de pomme contient des résidus de peau, de chair, de tige, de trognon, de pépins et de jus (Sudha et al., 2007 ; Crawshaw, 2004). Une analyse du marc de pomme a montré que l'échantillon contenait 54 % de pulpe, 34 % de pelures, 7 % de pépins, 4 % d'amandes de pépins et 2 % de tiges (Kolodziejczyk et al., 2007). Le marc de pomme frais contient de 15 à 30 % de MS, et les marcs pressés de 30 à 40 % de MS. Le marc de pomme frais est volumineux, avec une densité

comprise entre 400 et 1 000 kg/m<sup>3</sup> (Kennedy et al., 1999). La densité et la teneur en humidité dépendent du procédé de transformation et de la maturité des pommes. Le marc de pomme est un produit polyvalent aux nombreuses utilisations : alimentation humaine (confiture de marc, sauce, produits de confiserie comme la poudre de marc pour caramels), production de pectine ou d'acide citrique, extraction des fibres et alimentation du bétail mais aussi production d'éthanol, combustion directe, gazéification, digestion anaérobie (générant du méthane) (Shalini et al., 2010 ; Stapleton, 1983).

Le marc de pomme est un aliment fibreux succulent qui est traditionnellement utilisé pour nourrir toutes sortes de bétail (Leroy et al., 1955). Le marc de pomme est utilisé frais, à proximité des usines de transformation de pommes. En raison de son humidité élevée et de sa forte teneur en sucres fermentescibles, le marc de pomme frais se gâte facilement et est souvent ensilé ou déshydraté pour une conservation plus longue (Shalini et al., 2010 ; Crawshaw, 2004).

## Distribution

La production de pommes est la deuxième production de fruits la plus importante du monde, juste après celle de bananes. En 2016, 82 millions de tonnes ont été produites dans le monde : 70 millions de tonnes ont été directement utilisées pour l'alimentation, 5,8 millions de tonnes ont été transformées, 7 millions de tonnes ont été gaspillées et 0,66 million de tonnes ont été utilisées comme aliments du bétail. Les principaux producteurs étaient la Chine, les États-Unis, la Turquie, l'Iran et la Pologne (FAO, 2018). Comme le marc de pomme représente environ 25 % des pommes transformées en jus ou en cidre, on peut estimer qu'1,45 millions de tonnes de marc de pomme fraîches ont été produites en

2016. En France, où la production de pommes était d'environ 1,8 million de tonnes en 2012, on estime qu'un tiers de la production est transformé en jus ou en cidre, ce qui donne environ 150 000 tonnes de marc (FNPF, 2016). En Bretagne, les pressoirs à cidre produisent environ 8700 t de marc de pomme par an, ainsi que de petites quantités de pommes de réforme (Roy et al., 2013). L'Inde produit 1 million de tonnes de marc de pomme par an, mais seulement 10 000 tonnes sont utilisées comme aliment du bétail (Shalini et al., 2010).

On trouve du marc de pomme dans chaque zone tempérée où des pommiers sont cultivés. Difficile à conserver, le marc de pomme est principalement utilisé à proximité des pressoirs à jus ou à cidre. C'est un produit saisonnier disponible en automne, après la récolte (Roy et al., 2013).

## Procédés de transformation

### Marc de pomme frais

Le marc de pomme frais se détériore rapidement. Même lorsqu'il est destiné à être utilisé à l'état frais, il est recom-

mandé d'en retirer l'air en le tassant et en le couvrant (Hall, 2014).

### Ensilage

Le marc de pomme peut être conservé pour un stockage à long terme en l'ensilant comme de l'herbe. Il est recommandé de le mélanger avec des matériaux secs tels que des balles de riz ou de la paille pour absorber les lixiviats produits pendant la fermentation et limiter les pertes d'effluents (Perry et al., 1995 ; Alibes et al., 1984). L'air doit être éliminé en compactant le silo à l'aide d'un tracteur, puis en le re-

couvrant avec une bâche plastique propre et non endommagée. Lorsqu'on commence à le distribuer, il est conseillé d'en exposer assez pour 2-3 jours d'utilisation afin que l'air n'entre pas sous la bâche (Hall, 2014). L'ensilage de marc de pomme peut produire de l'éthanol, ce qui peut causer des problèmes de santé si les animaux en consomment pendant de trop longues périodes (Crawshaw, 2004).

### Séchage

Le marc de pomme frais contient de grandes quantités d'eau. La première étape du séchage consiste à mettre le marc sur une surface inclinée afin que l'eau puisse s'écouler. Le marc peut ensuite être pressé à travers un filtre-pressé et séché en couches minces par circulation d'air chaud, ou par exposition au soleil en l'étalant en couche de 5-7 cm sur un sol en béton et en le retournant 2-3 fois par jour jusqu'à

ce qu'on atteigne un taux de MS de 90 %. Dans les régions à climats chauds où les températures atteignent 40-45 °C, seulement 3 jours sont nécessaires pour le séchage. Une fois sec, le marc de pomme est passé dans un broyeur (tamis de 1 à 2 mm) puis stocké dans des sacs en polyéthylène (Wadhwa et al., 2013).

## Impact environnemental

### Mise en décharge

Le marc de pomme est un déchet qui est parfois éliminé par enfouissage dans des champs ou à proximité des usines de transformation. Il est rapidement biodégradable, avec une forte demande biochimique en oxygène (DBO). Sa teneur élevée en eau et en sucre fermentescible entraîne une détérioration rapide, cause de pollution. L'utilisation du marc de

pomme pour nourrir le bétail est un moyen de remédier à ce problème (Crawshaw, 2004). D'autres méthodes d'élimination du marc de pomme comprennent le compostage, la production de carburant et son utilisation comme paillis pour l'enfouissage ou l'épandage (Shalini et al., 2010 ; Linskens et al., 1999 ; Copas, 2004 ; Stapleton, 1983).

### Amélioration du sol et contrôle des adventices

Le marc de pomme est une source de paillis et de compost intéressante (Copas, 2004). Le compostage doit être fait en combinaison avec une source de carbone afin d'obtenir un rapport C/N adéquat pour le compostage. Au Royaume-Uni,

le marc de pomme a été efficace pour supprimer les mauvaises herbes, et il pourrait constituer un substrat de germination intéressant pour les graines dans les zones difficiles comme les routes (Copas, 2004).

Le marc de pomme est un produit extrêmement variable, probablement en raison de grandes variations dans les proportions de pelures, de pulpe, de trognon, de pépins et de jus dans le coproduit. La composition des pommes elles-mêmes est variable et dépend de la variété, de la maturité, de la saison de récolte, etc. (Grigoras, 2012). Le marc de pomme est généralement pauvre en protéines (3-11 % de la MS) et riche en fibres et en sucres. La cellulose brute varie de 18 à 50 % de la MS, le NDF de 48 à 75 %, l'ADF de 36 à 67 % et la lignine de 16 à 35 % de la MS. La teneur en

sucres est également variable, le marc de pomme est riche en fructose (14 à 35 % de la MS). Les teneurs en saccharose et en glucose sont plus faibles mais également variables : 1-11 % et 6-13 % de la MS, respectivement (Gullon et al., 2007 ; Kennedy et al., 1999 ; Kolodziejczyk et al., 2007). Il convient de noter que les teneurs en sucres rapportées par les méthodes habituelles d'analyse des aliments (qui évaluent les teneurs en saccharose et glucose) sont généralement faibles (environ 6 % de la MS).

**Tableau 1 :** Principaux constituants du marc de pomme et pommes de retrait

Constituants organiques	Matière sèche (% sur brut)	91,0
	Protéines brutes (% MS)	8,0
	Cellulose brute (% MS)	33,7
	Matières grasses brutes (% MS)	3,3
	Matières minérales (% MS)	2,3
	NDF (% MS)	60,5
	ADF (% MS)	52,4
	Lignine (% MS)	23,4
	Amidon (% MS)	8,5
	Sucres totaux (% MS)	6,7
	Energie brute (kcal/kg MS)	4 640
Minéraux	Calcium (g/kg MS)	1,0
	Phosphore (g/kg MS)	1,4
	Magnésium (g/kg MS)	0,7
	Potassium (g/kg MS)	3,3
	Sodium (g/kg MS)	2,92
	Manganèse (mg/kg MS)	5
	Zinc (mg/kg MS)	4
	Cuivre (mg/kg MS)	4
Acides aminés	Alanine (g/kg MS)	-
	Arginine (g/kg MS)	2,1
	Acide aspartique (g/kg MS)	-
	Cystine (g/kg MS)	1,2
	Acide glutamique (g/kg MS)	-
	Glycine (g/kg MS)	2,4
	Histidine (g/kg MS)	2,5
	Isoleucine (g/kg MS)	3,0
	Leucine (g/kg MS)	3,7
	Lysine (g/kg MS)	3,9
	Méthionine (g/kg MS)	1,6
	Phénylalanine (g/kg MS)	2,2
	Proline (g/kg MS)	-
	Sérine (g/kg MS)	-
	Thréonine (g/kg MS)	2,5
	Tryptophane (g/kg MS)	-
Tyrosine (g/kg MS)	2,1	
Valine (g/kg MS)	3,4	

## C ontraintes potentielles

### E thanol

L'éthanol est le principal produit de fermentation dans l'ensilage de pommes, qui contient une teneur en éthanol de 17 % de MS. Il a donc été recommandé de limiter les quantités de marc dans l'aliment ou d'en nourrir le bétail pendant des périodes relativement courtes (Alibes et al., 1984). Dans un ensilage composé de pommes entières broyées, le niveau

d'éthanol peut atteindre 22-29 % de la MS, probablement en raison d'une fermentation alcoolique par les levures. Si le pH ne peut être abaissé, l'ensilage ne peut atteindre un état stable. Il est donc recommandé d'ajouter jusqu'à 30 % de matériaux secs et fibreux comme de la paille (Rodrigues et al., 2008).

### R ésidus de pesticides

Les pommes de retrait et le marc de pomme contiennent des pelures, qui conservent une quantité substantielle de résidus de pesticides lipophiles (Amvrazi, 2012). Les pesticides ingérés peuvent être stockés dans les tissus adipeux des animaux (Rumsey et al., 1977) et dans le lait, à des niveaux faibles toutefois (Chase et al., 1987). Des centaines de pesticides sont homologués et utilisés pour la production de pommes dans le monde entier (jusqu'à 799 aux États-Unis) (Drogué et al., 2012), et des résidus de pesticides ont été rapportés dans plusieurs études récentes (Lozowicka et al., 2015 ; Pogăcean et al., 2014 ; Likudis et al., 2014 ; Szpyrka et al., 2013 ; Jardim et al., 2012 ; Latif et al., 2011). Bien que, dans la plupart des cas, la teneur en résidus ait été

inférieure aux limites maximales de résidus établies par la réglementation locale, ces seuils ont été dépassés dans certains cas. Les résidus observés sur les fruits frais peuvent ne pas être présents au même niveau après la transformation des fruits, car les fruits sont lavés et brossés avant d'être pressés. Si le marc de pomme doit être utilisé dans l'alimentation des ruminants, il faut vérifier que le niveau de résidus de pesticides est suffisamment faible. Selon le Codex Alimentarius, les niveaux maximaux de résidus dans le marc de pomme séché sont de 0,3 mg/kg pour le fénarimol, 40 mg/kg pour l'oxyde de fenbutatine, 120 mg/kg pour la perméthrine et 80 mg/kg pour le propargite (Codex Alimentarius, 2003).

### O bstruction causant un météorisme

Comme les autres fruits, les pommes peuvent être dangereuses pour les bovins et les moutons lorsqu'elles sont avalées entières, car elles peuvent se loger dans l'œsophage et en provoquer l'obstruction. Les bovins qui paissent dans les

vergers de pommiers peuvent être en danger car ils aiment cueillir des pommes suspendues aux branches les plus basses (Tran, communication personnelle).

## R uminants

Le marc de pomme et les pommes entières contiennent de grandes quantités de sucres (principalement du fructose et du glucose) et constituent donc une bonne source d'énergie rapidement digestible dans le rumen (Gullon et al., 2007 ; Kolodziejczyk et al., 2007). En raison de sa faible teneur en

azote et de son faible niveau d'ingestion lorsqu'il est utilisé seul, le marc de pomme (frais, séché ou ensilé) doit être complété par une bonne source de protéines et par un matériau fibreux comme de la paille. Il n'est pas recommandé de l'utiliser seul.

### P alatabilité

Le marc de pomme et les pommes de réforme sont appétents pour les ruminants (NRC, 1983 ; NDDB, 2012). Les bovins qui paissent dans les vergers de pommiers aiment

cueillir des pommes directement dans les arbres (Tran, communication personnelle).

## Digestibilité et dégradabilité

La biodégradabilité *in vitro* du marc de pomme frais est importante, environ 75 % (Edwards et al., 1995). La biodégradabilité (DMD) *in sacco* du marc de pomme frais a varié de 77 % à plus de 90 % après 24 heures d'incubation (Anrique et al., 2002 ; Kafilzadeh et al., 2008). Après 42 ou 48 h d'incubation, la dégradabilité de la MS allait de 84 % à plus de 90 % (Kafilzadeh et al., 2008 ; Anrique et al., 2002). Le marc de pomme séché et ensilé donne des valeurs similaires avec 67-73 % après 24 h et 82-84 % après 42 ou 48 h (Singh et al., 1992 ; Anrique et al., 2002). La dégradabilité potentielle du marc de pomme frais mesurée avec la méthode de production de gaz a montré une dégradabilité rapide avec 86 % en 24 h et 98 % après 48 h d'incubation (Tagliapietra et al., 2015). Toutes ces mesures confirment

que la MS du marc de pomme est rapidement dégradable, ce qui s'explique par sa forte fraction soluble.

La digestibilité *in vivo* de l'ensilage de marc de pomme additionné d'azote (tourteau de soja, luzerne ou urée) mesurée sur des moutons a varié de 70 à 78 % (Alibes et al., 1984), ce qui concorde avec les valeurs *in vitro* ci-dessus (Alibes et al., 1984). Les digestibilités *in vivo* de la MS et de la MO du marc de pomme séché, mesurées chez des moutons avec de l'urée comme seul supplément, étaient relativement élevées avec respectivement 66,8 % et 69,9 % (Taasoli et al., 2008). D'après les estimations de la digestibilité *in vitro*, le marc de pomme pourrait complètement remplacer l'orge comme source d'énergie dans un régime à base de foin de luzerne (Khatooni et al., 2014).

## Vaches laitières

On peut incorporer jusqu'à 30 % de marc de pomme (frais ou ensilé) dans la ration de vaches laitières nourries en intérieur ou au pâturage. Le marc de pomme augmente l'in-

gestion totale de MS, le rendement laitier et la composition du lait (voir le Tableau 1 ci-dessous) sans effets indésirables apparents.

## Bovins viande

### ●● Bovins en croissance

Du marc de pomme a remplacé la moitié du maïs grain dans une ration pour bouvillons à base de fourrage de ray-grass de bonne qualité (Ribeiro et al., 2012). Avec du marc de pomme offert à des veaux de 175 kg comme seul aliment, et seulement supplémenté de minéraux, l'ingestion de MS et la digestibilité du marc de pomme séché ou frais sont res-

pectivement de 1,21 et 1,98 % du poids vif, et de 43,8 et 57,8 % (Singhal et al., 1991).

En Inde, des pommes broyées et séchées ont été incorporées comme source d'énergie à 30 % dans un mélange concentré pour veaux issus de croisements, remplaçant ainsi totalement le maïs (NDDDB, 2012).

### ●● Vaches allaitantes

L'ensilage de marc de pomme utilisé comme aliment fibreux pendant la gestation des vaches allaitantes devrait être complété par un complément protéique plutôt que par un supplément non protéique, en effet, des vaches ayant reçu un complément non protéique ont donné des veaux qui, bien que nés vivants, étaient plus légers, plus fragiles, et présentaient des anomalies au niveau du squelette. En outre, la mortalité des veaux était plus élevée (Fontenot et al., 1977).

Lorsque du marc de pomme frais a été ajouté à des niveaux croissants (5 à 20 % de MS) dans une ration totale mélangée (RTM), préparée comme ensilage et offerte aux vaches allaitantes, la digestibilité de la MS et de la MO de la RTM ont eu tendance à diminuer de 53 à 51 % et de 58 à 55,4 %, respectivement, lorsque le taux de marc augmentait (Fang et al., 2016).

## O vins

Comme on l'a observé chez les vaches, le marc de pomme, frais ou séché et additionné d'urée n'a pas satisfait les besoins des brebis en gestation. Comparé à un régime de contrôle, on a enregistré plus de mortalité, des poids de naissance plus faibles et une faible survie des agneaux, ainsi que des anomalies structurelles. La supplémentation du marc de pomme par une bonne source de protéines (tourteau de soja) et une alimentation fibreuse (paille ou fourrage) a amélioré ou atténué ces effets négatifs (Rumsey et

al., 1982). Le marc de pomme séché ou ensilé, incorporé dans une ration totale mélangée à 20 ou 30 %, a permis un bon gain de poids quotidien chez les agneaux à l'engraissement et un meilleur rendement carcasse (Taasoli et al., 2008). Chez les moutons, l'ingestion de MS a eu tendance à être plus élevée lorsque le marc de pomme était complété par une bonne source d'azote comme la luzerne (55,4 g/kg<sup>0,75</sup>) plutôt que par de l'urée (38,7 g/kg<sup>0,75</sup>) (Alibes et al., 1984).

**Tableau 2** : Valeurs alimentaires du marc de pomme et pommes de retrait destinées aux ruminants

UFL Systali (/kg MS)	0,73
UFV Systali (/kg MS)	0,64
PDIA Systali (g/kg MS)	24
PDI Systali (g/kg MS)	72
Balance protéique du rumen (g/kg MS)	-52
UFL (/kg MS)	0,71
UFV (/kg MS)	0,61
PDIA (g/kg MS)	28
PDIN (g/kg MS)	45
PDIE (g/kg MS)	73
Digestibilité de la matière organique (%)	56
Digestibilité de l'azote (%)	50
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	55
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6%) (%)	46

**Tableau 3 : Effets du marc de pomme dans les rations pour ruminants**

Animal	Race/stade physiologique	Pays	Expérience	Taux de marc de pomme	Principaux résultats	Référence
Vaches laitières	Frisonne noire (début de lactation)	Chili	Augmentation des niveaux de marc de pomme dans une ration à base d'ensilage d'herbe	0, 20 ou 30 %	Le niveau le plus élevé de marc a augmenté le rendement laitier (25,4 vs. 23,3 L/j), les teneurs en matières grasses (36 vs. 33 g/L) et en protéines (34 vs. 33 g/L). Des niveaux croissants de marc ont diminué la consommation d'ensilage mais ont augmenté l'ingestion totale de fourrage de 8,2 à 11,2 kg MS/j.	Anrique et al., 2003
	Frisonne-Jersey (490 kg, 196 jours)	Nouvelle-Zélande	Pâturage + ensilage d'herbe (EH) ou moitié EH remplacée par marc de pomme avec ou sans concentré de protéines	limitée (3-4 kg MS/j)	Le marc de pomme a augmenté l'ingestion d'herbe (+0,65 kg MS), le rendement en lait (14,4 vs. 12,1 kg) et les teneurs en protéines et en matières grasses du lait.	Edwards et al., 1995
	Holstein (565 kg, 75 jours)	Iran	Marc de pomme ensilé incorporé dans une RTM	15 ou 30 % dans TMR	Aucun effet sur l'ingestion de MS, le rendement laitier et la composition du lait avec 30 % d'ensilage de marc de pomme.	Ghoreishi et al., 2007
	Holstein (640 kg, début de lactation)	Iran	Ensilage de marc de pomme (57 %) et de litière de volaille (43 %) (base MS), incorporé dans une RTM à différents niveaux	0, 15, 30 ou 45 % dans une RTM	L'ingestion de MS a augmenté ou a eu tendance à augmenter avec 15 et 30 % d'ensilage. Le rendement en lait a augmenté à 15 %. L'augmentation ne s'est pas poursuivie en augmentant les niveaux d'incorporation.	Azizi et al., 2014
Vaches alaitantes	Angus, Herefords, Shorthorns (gestation)	Etats-Unis	Marc de pomme ensilé comparé à du maïs ensilé + tourteau de coton ou à du maïs ensilé + supplément azoté non protéique	ad libitum	Marc de pomme vs. ensilage de maïs avec supplément azoté non protéique a entraîné une diminution de l'ingestion de MS (12-15 vs. 18-19 kg MS/j), une variation de poids réduite (-16 à 2 vs. 14-37), et un moindre poids de naissance pour les veaux (12-16 kg vs. 28-33 kg).	Fontenot et al., 1977
Taurillons	Holstein en engraissement (219 kg)	Brésil	Les bouvillons ont été nourris avec du ray-grass (16 % PB) et additionnés de 0,5 % de PB avec du marc de pomme, du maïs ou 50 % de marc de pomme et 50 % de maïs grain	0,5 % poids corporel	La supplémentation en marc de pomme n'a pas modifié l'ingestion de MS (2,2 % du poids corporel) ni la digestibilité de la MS de la ration (74 %). L'ingestion de MS quand le marc de pomme est administré comme seul supplément est plus faible (0,27 % du poids corporel) que lorsqu'il est associé au maïs grain (0,42 % du poids corporel).	Ribeiro et al., 2012
Ovins	Agneaux Sanjabi en engraissement (38 kg)	Iran	Marc de pomme séché incorporé dans une RTM pour agneaux en croissance et en finition et comparé à un régime témoin (foin de luzerne et orge grain)	20 % de la RTM	Ingestion de MS inchangée et gain de poids quotidien plus élevé avec le marc de pomme (192 g/j) qu'avec le contrôle (124 g/j).	Taasoli et al., 2008
	Agneaux Sanjabi en engraissement (25 kg)	Iran	Marc de pomme (ensilé avec 20 % de pulpe de betterave sucrière) incorporé dans une RTM et comparé au régime témoin (foin de luzerne et grain d'orge)	30 % de la RTM	L'ingestion de MS et le gain de poids quotidien ont été plus élevés avec le régime contenant du marc de pomme ensilé qu'avec le témoin avec 0,94 kg MS/j vs. 0,80 kg MS/j, et 200 g/j vs. 156 g/j, respectivement.	Taasoli et al., 2008

## 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 4 :** Valeurs alimentaires du marc de pomme et pommes de retrait destinées aux porcs

Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 170
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 050
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	1 240
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 390
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 210
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	1 350
Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	47
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	43
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	52
Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%)	59

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 5 :** Valeurs alimentaires du marc de pomme et pommes de retrait destinées aux volailles

Energie métabolisable (coq) (kcal/kg MS)	1 150
Energie métabolisable (poulet) (kcal/kg MS)	1 120

Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Lessire M., Lebas F., 2018. Sunflower hulls and sunflower screenings. Feedipedia, a pro-

gramme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/733> Last updated on April 3, 2018, 13:27

- 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 Maigret (Institut de l'Élevage)  
**Sources :** AFZ et Feedipedia (www.feedipedia.org) - **Crédit photo :** Gilles Tran/AFZ - **Réf IE :** 0023 302 019 - Avril 2023