



MARC DE TOMATE

LES COPRODUITS DE LA TOMATE SONT NOMBREUX : MARC, PELURES, GRAINES. RICHES EN EAUX, CES COPRODUITS SONT DIFFICILE À TRANSPORTER ET DOIVENT ÊTRE CONSOMMÉS RAPIDEMENT APRÈS OBTENTION.

AUTRES NOMS COMMUNS

Marc de tomate frais, marc de tomate déshydraté, marc de tomate ensilé, pulpe de tomate, pelures de tomates, épiluchures de tomates, peaux de tomates, graines de tomates.



Description

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est la deuxième production légumière mondiale après la pomme de terre (FAO, 2011). Un peu plus d'un tiers de la production de tomates est transformée : conserve de tomates entières, jus de tomates, pulpe ou purée, sauces et ketchup. Les coproduits issus de la transformation de la tomate représentent 5 à 13% du poids de la tomate (Ventura *et al.*, 2009 ; del Valle *et al.*, 2007 ; NRC, 1983 ; Göhl, 1982) :

- Les marcs, souvent appelés pulpes, sont un mélange de pelures de tomates, de graines écrasées et de petites quantités de pulpe qui restent après la transformation de la tomate en jus, en purée ou en ketchup (Ventura *et al.*, 2009). Le marc de tomate est le principal coproduit de la tomate disponible en alimentation animale (USDA, 1994 cité par OECD, 2008).

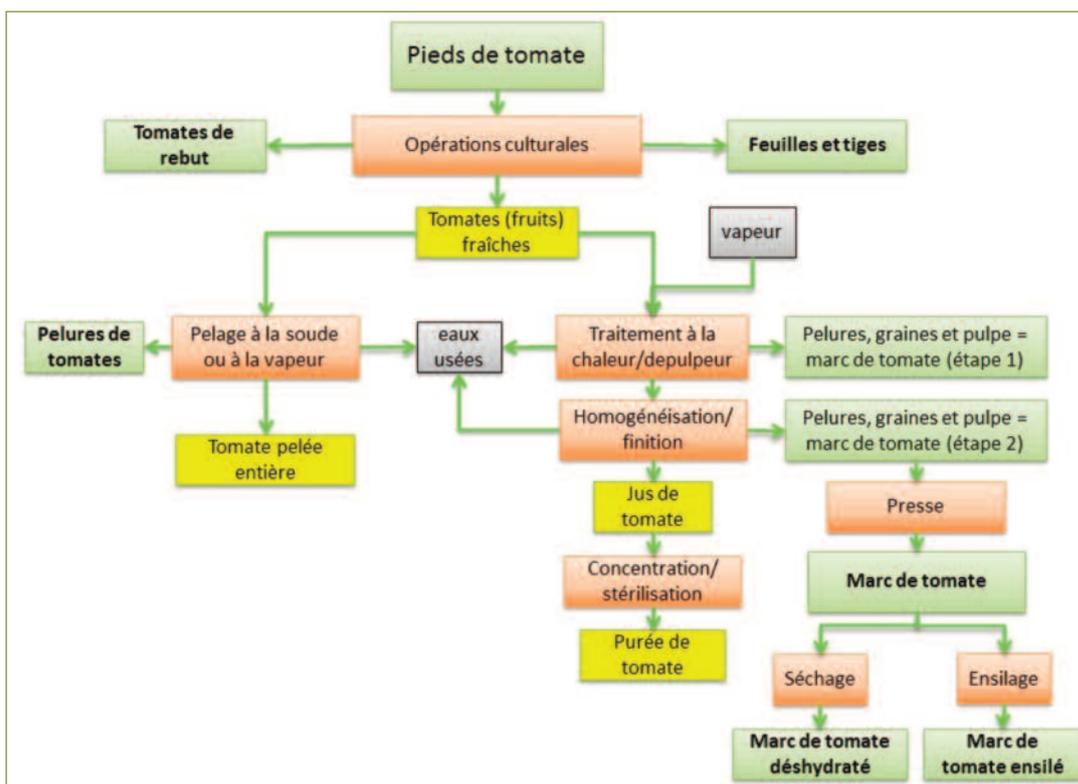
- Les pelures de tomate sont un coproduit de l'épluchage des tomates utilisées pour la mise en conserve. Les pelures peuvent être éliminées par traitement à la vapeur, à l'azote liquide ou à la soude (NaOH) (Knoblich *et al.*, 2005, Cotte, 2000).

- Les graines de tomates sont un coproduit de la conserverie de la tomate, notamment de la production de tomates en conserve épépinées (Cotte, 2000).

A ces coproduits s'ajoutent les tomates de rebut, les feuilles de tomate et les tourteaux de graines de tomates, qui ne seront pas traités dans cette fiche.

Les coproduits de tomates frais présentent les mêmes inconvénients que tous les aliments à forte teneur en eau : ils sont coûteux à transporter, ils se détériorent rapidement et leur valeur nutritive par kg de matière fraîche est faible, ce qui limite leur ingestion (Cotte, 2000). Pour ces raisons, le marc de tomate, les peaux et les graines sont généralement ensilés ou séchés avant d'être proposés aux animaux. Ces coproduits peuvent être particulièrement utiles pendant les périodes sèches où d'autres aliments font défaut (Poore, 2008).

Figure 1 : schéma du process de transformation de la tomate



Distribution

La production mondiale de tomates était de 159 millions de tonnes en 2011. Les principaux producteurs de tomates sont la Chine, les États-Unis, l'Inde, la Turquie, l'Égypte, l'Italie, l'Iran, l'Espagne, le Brésil et le Mexique. Ces 10 pays représentent 75% de la production mondiale (FAO, 2013). Plus d'un tiers de la production est cultivée pour l'industrie de transformation, ce qui fait des tomates le premier légume transformé du monde (Tomato News, 2010). En France, la production de tomates s'élevait à 597 000 tonnes en 2011 (FAO, 2013).

En 2007, les déchets de tomates ont été estimés à 12,8 millions de tonnes dont un peu plus de 4 millions de tonnes sous forme de marc de tomate (FAO, 2011 ; Tomato News, 2010).

La production de pulpe de tomate est saisonnière et liée à la période de récolte. La plupart des produits sont disponibles à la fin de la saison chaude et le séchage ou l'ensilage sont nécessaires pour le stockage (Weiss *et al.*, 1997). Les marcs et autres coproduits de la tomate sont généralement disponibles à proximité des usines de transformation de tomates. Le marc de tomate déshydraté est également exporté.

Processus industriel

Le marc de tomate et les pelures sont des produits humides (contenant souvent plus de 80% d'humidité, voire 98%; NRC, 1983). Ils ne se conservent parfois pas plus de 2 jours

(Caluya, 2000). Quand ils ne peuvent pas être directement consommés par les animaux, ils doivent être conservés soit par séchage, soit par ensilage.

Séchage

En raison de la haute teneur en humidité, le séchage artificiel peut être coûteux et le séchage au soleil est alors préférable.

Le produit doit être séché jusqu'à ce qu'il soit craquelé, puis broyé (Caluya *et al.*, 2003)

Marc ensilé

Les coproduits de tomate ne doivent pas être ensilés seuls. En effet, leur teneur en eau génère de grandes quantités d'effluents (Barroso *et al.*, 2005) et leur pH ne chute pas suffisamment pour assurer une bonne conservation (Hadjipanayiotou, 1994). L'ajout d'un produit sec telle que de la paille permettant d'absorber une partie du jus est donc recommandé (Barroso *et al.*, 2005). Lorsque le marc de tomate frais est mélangé avec 5 ou 10% de paille de blé,

l'ensilage final (après 90 jours) est de bonne qualité (Ziaei *et al.*, 2010). Aux Philippines, il a été recommandé de mélanger le marc de tomate frais avec de l'herbe préfanée et hachée, ou avec un fourrage comme la paille de riz ou des cannes de maïs, ou, à défaut, d'empiler les matériaux couche par couche en alternant marc de tomate et herbe préfanée. Le mélange doit être d'environ 69% de marc et 31% d'herbe préfanée et l'ensilage est prêt au bout de 14 jours (Caluya *et al.*, 2003).

Impact environnemental

Réduction des déchets de conserverie

Les coproduits de tomate sont depuis longtemps considérés comme un problème environnemental (Rabak, 1917). Dans certains pays, les déchets sont déversés dans les cours d'eau près de l'usine ou stockés à proximité du site de production. Les déchets émettent rapidement une odeur fétide et sont propices au développement d'organismes nuisibles comme

les mouches et les moustiques, vecteurs de maladies (Caluya *et al.*, 2003). Nourrir les animaux avec des coproduits de tomate est donc un bon moyen de prévention contre ces nuisances environnementales (del Valle *et al.*, 2006 ; Caluya *et al.*, 2003).

Tomates génétiquement modifiées

Des tomates transgéniques contenant un gène empêchant l'accumulation de polygalacturonase (une enzyme impliquée dans le processus de maturation) ont été mises sur le marché au milieu des années 1990, d'abord comme fruits frais puis comme purée de tomate. Ces produits ont finalement été des

échecs commerciaux et, après un succès initial, la purée de tomate transgénique a été retirée du marché en 1999 (Bruening *et al.*, 2000 ; GMO Compass, 2006). Si d'autres projets sont en cours, aucune tomate génétiquement modifiée n'était disponible sur le marché en 2013.

Contraintes d'utilisation

Tanins

Les marcs et les pelures de tomates contiennent des tanins, ce qui peut limiter leur utilisation chez les monogastriques

(Kavitha *et al.*, 2005).

Tomatine

Les tomates vertes et les parties vertes des tomates mûres contiennent un alcaloïde voisin de la solanine (une saponine) appelé tomatine qui peut être toxique pour les insectes mais aussi pour les chiens et dans une moindre mesure pour les herbivores. La tomatine provoque des diarrhées, des

vomissements et une irritation intestinale. Cependant, la tomatine disparaît quand la tomate mûrit et n'est pas un problème dans le marc de tomate (Milner *et al.*, 2011 ; Straney, 1998).

Résidus de pesticides

Les coproduits de tomate peuvent contenir des résidus de pesticides (insecticides, herbicides, etc.) (Campos *et al.*,

2005). Les pelures sont directement exposées à ces produits chimiques et le marc est donc sujet à cette contamination.

A ttributs nutritionnels

Les coproduits de tomate sont des produits très hétérogènes. Leur forme physique, leur composition chimique et leur valeur nutritionnelle dépendent des proportions relatives des pelures, des graines et autres matériaux laissés au cours de la transformation, qui dépendent eux-mêmes des produits finis transformés. Par exemple, les protéines brutes et les matières grasses du marc varient avec la quantité de graines, qui sont plus riches en ces constituants que les pelures (Denek et al., 2006). Il faut noter aussi que les technologies de transformation des

tomates sont également en constante évolution pour répondre aux demandes du marché, ce qui conduit à des coproduits diversifiés et changeants (Gasa et al., 1991 ; Knoblich et al., 2005 ; del Valle et al., 2006). Les noms communs des coproduits (marc, pulpe, pelures, graines, déchets, etc.) peuvent être trompeurs et seule une analyse chimique des principaux nutriments (au moins des protéines, des lipides et des fibres) peut donner une idée juste de la valeur nutritionnelle d'un lot donné.

Tableau 1 : Principaux constituants du marc de tomate

Constituants organiques	Matière sèche (% sur brut)	92,5
	Protéines brutes (% MS)	20,8
	Cellulose brute (% MS)	41,0
	NDF (% MS)	55,5
	ADF (% MS)	45,7
	Lignine (% MS)	26,5
	Matières grasses brutes (% MS)	12,2
	Matières grasses hydrolyse (% MS)	13,3
	Cendres (% MS)	5,1
	Amidon (% MS)	-
	Sucres totaux (% MS)	0,6
	Energie brute (kcal/kg MS)	5 190
	Minéraux	Calcium (g/kg MS)
Phosphore (g/kg MS)		5,5
Potassium (g/kg MS)		10
Sodium (g/kg MS)		1,55
Magnésium (g/kg MS)		1,8
Manganèse (mg/kg MS)		72
Zinc (mg/kg MS)		-
Cuivre (mg/kg MS)		11
Fer (mg/kg MS)		227
Acides aminés	Alanine (g/kg MS)	10,1 (soit 4,3 g/16 g N)
	Arginine (g/kg MS)	19,7 (soit 9,4 g/16 g N)
	Acide aspartique (g/kg MS)	23,6 (soit 10,0 g/16 g N)
	Cystine (g/kg MS)	3,6 (soit 1,7 g/16 g N)
	Acide glutamique (g/kg MS)	33,6 (soit 14,2 g/16 g N)
	Glycine (g/kg MS)	11,0 (soit 5,1 g/16 g N)
	Histidine (g/kg MS)	6,2 (soit 2,9 g/16 g N)
	Isoleucine (g/kg MS)	8,2 (soit 3,8 g/16 g N)
	Leucine (g/kg MS)	13,8 (soit 6,5 g/16 g N)
	Lysine (g/kg MS)	12,1 (soit 5,1 g/16 g N)
	Méthionine (g/kg MS)	4,0 (soit 1,9 g/16 g N)
	Phénylalanine (g/kg MS)	10,7 (soit 5,0 g/16 g N)
	Proline (g/kg MS)	11,3 (soit 4,8 g/16 g N)
	Sérine (g/kg MS)	10,7 (soit 4,5 g/16 g N)
	Thréonine (g/kg MS)	7,3 (soit 3,4 g/16 g N)
	Tryptophane (g/kg MS)	2,1 (soit 1,0 g/16 g N)
	Tyrosine (g/kg MS)	10,7 (soit 5,5 g/16 g N)
Valine (g/kg MS)	9,2 (soit 4,3 g/16 g N)	

Marc de tomate

Les marcs de tomate sont relativement riches en protéines (17-22% de MS) et lipides (10-15% de MS). La teneur en lipides peut même dépasser 20% si la proportion de graines est élevée (Battaglini *et al.*, 1978). La teneur en fibres est élevée : la cellulose brute représente de 33 à 57% de MS. La

fraction NDF (50-72% de MS) se compose essentiellement d'ADF (39-60%). La teneur en lignine (ADL 20-30% MS) est extrêmement élevée bien que certains marcs de tomates contiennent moins de 7% de lignine (Gasa *et al.*, 1989 ; Fondevila *et al.*, 1994).

Pelures de tomates

Les pelures de tomates ont une faible teneur en protéines et en matières grasses, et une teneur en fibres plus élevée que le marc (Battaglini *et al.*, 1978 ; Knoblich *et al.*, 2005). Lorsque de la soude est utilisée pour améliorer l'épluchage mécanique, les pelures de tomates ont une haute teneur en sodium (jusqu'à plus de 8% de MS), ce qui peut limiter l'utilisation des pelures dans l'alimentation des animaux. Dans tous les cas, cette teneur élevée en sodium doit être prise en

compte dans la formulation des aliments. Cependant, il est aussi possible que ce traitement à la soude améliore la valeur nutritionnelle des pelures de tomates (Cotte, 2000). Les pelures de tomates contiennent par ailleurs des quantités non négligeables de caroténoïdes (environ 500 mg/kg de MS) principalement sous la forme de lycopène (Knoblich *et al.*, 2005).

Graines de tomate

Les graines de tomates ont une haute teneur en protéines (25-28% de MS), en fibres (ADF 54% MS) et en lipides (20-24% MS) (El Boushy *et al.*, 2000 ; Persia *et al.*, 2003). Une

« graine de tomate » contenant une faible quantité de lipides est soit mal nommée ou est en fait une tourteau de graines de tomates déshuilé.

Valeurisation dans l'alimentation des ruminants

Les coproduits de tomate servent généralement à l'alimentation des ruminants en raison de leur forte teneur en fibres. Ce ne sont pas de très bons ingrédients, car ils sont moins digestibles que la plupart des grands tourteaux d'oléagineux et autres sources de protéines. Ils peuvent être amers et doivent donc être associés à des aliments plus agréables au goût. Ils sont cependant une source intéressante et bon marché de protéines, d'énergie et de fibres (Göhl, 1982 ; Caluya *et al.*, 2003). Aux Philippines, il a été recommandé d'incorporer le marc de tomate jusqu'à 50% des

besoins quotidiens de fourrage, sous forme fraîche, sèche ou ensilée. Le marc doit être donné avant le fourrage ou bien mélangé (en particulier lorsqu'il est sec) avec le fourrage haché (Caluya *et al.*, 2003).

Les essais sur ruminants disponibles dans la littérature portent essentiellement sur le marc de tomate, avec des conditions expérimentales extrêmement variables, allant des pays tempérés aux pays tropicaux, ce qui explique la grande diversité de résultats obtenus. Ces produits sont surtout intéressants en l'absence d'ingrédients de meilleure qualité.

Digestibilité et valeur énergétique

La digestibilité *in vivo* du marc de tomate séché a été estimée à 56% chez les ovins, en utilisant une alimentation équilibrée contenant 34% de grignons d'olive. La dégradabilité ruminale de la MS *in sacco* était de 48% (Abbeddou *et al.*, 2011). Une valeur proche de 62% pour la digestibilité de la MO a été obtenue en utilisant la méthode des gaz. Les valeurs d'énergie métabolisable sont quant à elles très variables en

raison des méthodes (*in vitro*, *in sacco*) et des équations utilisées. Les valeurs proposées pour l'énergie métabolisable varient donc de 1 170 kcal/kg MS (Chumpawadee *et al.*, 2007), 1 680 à 2 150 kcal/kg MS (Gasa *et al.*, 1991 ; Abbeddou *et al.*, 2011) à 2 820 kcal/kg MS (Aghajanzadeh-Golshani *et al.*, 2010). En UFL, cela correspond à une plage de variation allant de 0,36 UFL par kg MS à 1,03 UFL.

Valeur de la protéine

La dégradabilité ruminale *in sacco* des protéines de marc de tomate séché est assez élevée, de l'ordre de 65-70% (Chumpawadee, 2009 ; Abbeddou *et al.*, 2011) ou de 76 à 78% (Ben Salem *et al.*, 2008 ; Valizadeh *et al.*, 2009). Cependant, la protéine est mieux digérée dans l'intestin que

dans le rumen (Gasa *et al.*, 1988 ; Gasa *et al.*, 1991, Ventura *et al.*, 2009). Ceci est probablement dû à la présence d'une fraction importante d'azote insoluble au détergent acide (Weiss *et al.*, 1997 ; Ventura *et al.*, 2009).

Valeur du marc de tomate frais ou ensilé

La dégradabilité ruminale *in sacco* des protéines de marc de tomate séché est assez élevée, de l'ordre de 65-70% (Chumpawadee, 2009 ; Abbeddou *et al.*, 2011) ou de 76 à 78% (Ben Salem *et al.*, 2008 ; Valizadeh *et al.*, 2009). Cependant, la protéine est mieux digérée dans l'intestin que

dans le rumen (Gasa *et al.*, 1988 ; Gasa *et al.*, 1991, Ventura *et al.*, 2009). Ceci est probablement dû à la présence d'une fraction importante d'azote insoluble au détergent acide (Weiss *et al.*, 1997 ; Ventura *et al.*, 2009).

●● Recommandations pour les vaches laitières

Aux États-Unis, un ensilage de marc de tomate (jusqu'à 12% de la MS) et de maïs plante entière a montré de bonnes caractéristiques de conservation et n'a pas modifié

l'ingestion, la production de lait et la composition du lait comparé au maïs ensilage seul (Weiss *et al.*, 1997).

●● Recommandations pour les ovins

A Cuba, le marc de tomate frais donné à des agneaux pour remplacer plus de 75% de foin de médiocre qualité a entraîné une plus grande consommation de matière organique et une meilleure digestibilité de celle-ci (Ojeda *et al.*, 2001). Le marc de tomate frais ensilé avec de la paille, testé positivement avec des béliers (Turquie, Denek *et al.*, 2006) et des brebis (Espagne, Barroso *et al.*, 2008), est un fourrage de bonne

qualité, en particulier pendant les périodes de pénurie de fourrage. Au Brésil, le marc de tomate ensilé a pu être incorporé à hauteur de 30% (MS du régime) pour remplacer l'ensilage de maïs dans la ration, sans changer la MS ingérée et en augmentant la digestibilité de la matière organique (Campos *et al.*, 2007).

Valeur du marc de tomate déshydraté

●● Recommandations pour les vaches laitières

En Iran, chez des vaches laitières en début de lactation, le marc de tomate déshydraté incorporé à 10% dans la ration n'a pas modifié l'ingestion de MS, la production de lait et la composition du lait (Safari *et al.*, 2007). En Grèce, il a été

possible d'inclure du marc de tomate séché (33% du concentré) en remplacement d'une partie de l'orge et du tourteau de coton sans effet néfaste sur la santé, la production de lait et la MS ingérée (Belibasakis, 1990).

●● Recommandations pour les bovins en croissance

Plusieurs essais ont eu lieu en Thaïlande. En génisses de boucherie, le marc de tomate séché a pu remplacer complètement la paille traitée à l'urée, améliorant l'efficacité alimentaire et l'ingestion de MS (Yuangklang *et al.*, 2006). Avec des bouvillons, du marc de tomate séché a été inclus à 50% de la ration sans aucun problème, et la MS ingérée a été comparable à celle obtenue avec d'autres sous-produits (drêches de brasserie, tourteaux de palmiste et de soja)

incorporés dans les mêmes proportions dans la ration (Chumpawadee *et al.*, 2009). Chez des bouvillons, le marc de tomate séché inclus à 11% dans la ration en remplacement de cossettes de manioc n'a pas modifié l'ingestion de MS et la digestibilité, même si une légère tendance à faire baisser le GMQ a été notée sur une période longue (120 jours) (Yuangklang *et al.*, 2010a ; Yuangklang *et al.*, 2010b).

●● Recommandations pour les ovins et caprins

En Irak, pour des agneaux à l'engraissement dont la ration de base était constituée de foin et de luzerne, l'incorporation de marc de tomate à 50% a permis un GMQ maximal, qui a diminué avec des taux plus élevés (Ibrahim *et al.*, 1983). En Espagne, pour des agneaux en croissance recevant une ration à base d'orge et 20% de marc de tomate, la rétention azotée et les performances de croissance ont été similaires à celles d'agneaux recevant le même apport protéique grâce à du tourteau de soja (Fondevila *et al.*, 1994). En Egypte, chez des

ovins de 6-7 mois, l'inclusion de marc de tomate séché en remplacement de 50 ou 75% de tourteau de tournesol a diminué la digestibilité des nutriments et l'efficacité alimentaire, et le taux maximum de remplacement recommandé était de 12,5% (Mohamed *et al.*, 1997). En Thaïlande, chez les chèvres nourries à l'herbe, le marc de tomate séché a pu remplacer 25 à 100% de tourteau de soja sans changer ni l'ingestion de fourrage et de concentré, ni l'utilisation de l'azote (Yuangklang *et al.*, 2007).

Tableau 2 : Valeurs alimentaires du marc de tomate destiné aux ruminants

Digestibilité de la matière organique (%)	51
Digestibilité de l'énergie (%)	55,2
Energie digestible (kcal/kg MS)	2 630
Energie métabolisable (kcal/kg MS)	2 040
UFL (/kg MS)	0,68
UFV (/kg MS)	0,55
Digestibilité de l'azote (%)	66,0
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6 %) (%)	60,0
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	50,0
PDIA (g/kg MS)	46
PDIN (g/kg MS)	113
PDIE (g/kg MS)	73

V valorisation dans l'alimentation des porcs

Les coproduits de la tomate ont des teneurs importantes en fibres, notamment en lignine, ce qui limite leur utilisation en porc, même s'ils ont été décrits comme potentiellement intéressants pour les non-ruminants (Gupta, 1988). Il y a en

conséquence peu de données sur leur usage en alimentation porcine. Les taux recommandés sont faibles, surtout chez le porc en croissance.

V valorisation du marc de tomate frais

Aux Philippines, un essai sur porcs a démontré l'intérêt potentiel du produit. L'incorporation de 6% de marc frais dans des régimes de porcs en croissance a augmenté la consommation d'aliment par rapport à un mélange

commercial, tandis que l'incorporation de 35% de marc frais dans des rations de porcs en finition a permis de meilleures performances (poids final, GMQ, indice de consommation) à un coût par kg de gain plus bas (Caluya *et al.*, 2000).

V valorisation du marc de tomate séché

Deux essais traitent de l'incorporation de marc séché à des taux faibles. En Grèce, chez des porcs en croissance, l'inclusion de 8% de marc de tomate séché a fait baisser la digestibilité des nutriments par rapport à une ration contenant 4% de marc. L'apport d'enzymes (amylase, protéase, cellulase) a corrigé en partie seulement cette baisse de

digestibilité (Imamidou *et al.*, 1999). En Macédoine, dans des régimes pour porcs en croissance ou en finition à base de maïs, l'incorporation simultanée de coproduits de la tomate, de raisin et de poivre (au taux de 2% chacun, remplaçant environ 10% du maïs) n'a pas eu d'effets négatifs sur les performances et la santé (Cilev *et al.*, 2007).

Tableau 3 : Valeurs alimentaires du marc de tomate destiné aux porcs

Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	52,0
Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 680
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 510
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	1 310
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	38,0
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	56,0
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 880
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 620
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	1 460
Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%)	44,0

V valorisation dans l'alimentation des volailles

Le marc de tomates séché peut être utilisé dans les aliments pour volailles, mais sa teneur en fibres élevée limite la teneur en énergie métabolisable (EM) à 1920- 2160 kcal/kg, et par

conséquent son utilisation pratique dans les rations pour volailles (Kavitha *et al.*, 2005 ; Lira *et al.*, 2011).

Poulets de chair

L'incorporation de marc de tomates séché dans les aliments pour poulets de chair est possible si on tient compte de sa faible valeur énergétique au cours de la formulation. Une baisse de l'ingestion a parfois été observée chez les jeunes animaux, ce qui est probablement dû à sa teneur en fibres élevée plutôt qu'à une faible palatabilité, car les animaux plus âgés peuvent ingérer des rations contenant beaucoup de marc de tomates (Lira *et al.*, 2010). Cependant, les performances de croissance et l'efficacité alimentaire baissent même à de faibles taux d'incorporation dans certains cas (de 3 % en démarrage à 9 % en finition ; Tabeidian *et al.*, 2011). L'augmentation des taux d'incorporation de 5 à 20 % a diminué linéairement les performances, avec une diminution globale du poids corporel relativement faible (6 %) pour un taux d'incorporation de 20 %. Les jeunes animaux ont été plus affectés, tandis que les oiseaux âgés de plus de 28 jours n'ont pas montré de baisse de croissance lorsque 20 % de marc ont été incorporés dans les rations (Lira *et al.*, 2010).

Le marc de tomates ne semble pas affecter les caractéristiques de carcasse (Lira *et al.*, 2010). La teneur en lycopène pourrait présenter un avantage, en particulier sous

des climats chauds, en raison de ses propriétés antioxydantes chez la caille (Sahin *et al.*, 2008).

Plusieurs traitements ont été proposés afin d'améliorer la valeur nutritive du marc de tomates séché chez les volailles. Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements thermiques (air chaud à 121 °C vs. séchage au soleil) et le trempage dans des solutions alcalines. Après ces traitements, un taux d'incorporation de 10 % dans le régime alimentaire a amélioré les performances (Al-Betawi, 2005). Un traitement enzymatique n'a pas amélioré les performances des poulets de chair (Tabeidian *et al.*, 2011).

En conclusion, pour optimiser les performances, le marc de tomates devrait être évité chez les très jeunes oiseaux. Il peut être recommandé jusqu'à 5-8 % de la ration pour les animaux en croissance, et jusqu'à 10-12 % pour les animaux en finition. Des taux d'incorporation allant jusqu'à 20 % peuvent être utilisés pour des animaux de plus de 4 semaines si l'alimentation est bien équilibrée en énergie, mais la croissance et l'efficacité alimentaire pourraient être réduites. Pour les poulets à croissance lente, le marc de tomates séché peut être une option réaliste.

Poules pondeuses

Le marc de tomates séché a été inclus avec succès dans des régimes pour poules pondeuses car elles nécessitent un niveau d'énergie inférieur à celui des poulets de chair (Dotas *et al.*, 1999). Le marc de tomates peut être utilisé comme substitut au son de blé, qui possède une teneur en énergie similaire (Mansouri *et al.*, 2008). En dessous de 10 % d'incorporation, aucun effet sur les performances n'a été enregistré ; mais des niveaux plus élevés diminuent parfois la production d'œufs (Jafari *et al.*, 2006). Cependant, dans certaines expériences, l'inclusion de 16 % à 20 % de marc de tomates a été testée et n'a pas affecté la production d'œufs ni le poids corporel (Yannakopoulos *et al.*, 1992 ; Calislar *et al.*, 2010).

Aucun effet majeur du marc de tomates n'a été trouvé sur le poids des œufs, les caractéristiques structurales (Calislar *et al.*, 2010 ; Dotas *et al.*, 1999) et la qualité globale des œufs (Nobakht, 2007). En raison de la teneur en pigments du marc de tomates (lycopène, caroténoïdes), la couleur du jaune d'œuf a été renforcée par son inclusion dans la ration (Calislar *et al.*, 2010 ; Dotas *et al.*, 1999). Des extraits de tomate pourraient remplacer les extraits de luzerne pour pigmenter les œufs (Karadas *et al.*, 2006).

Graines de tomates séchées

Les graines de tomates séchées ont un niveau d'énergie beaucoup plus élevé que la purée de tomates séchées (plus de 12,6 MJ/kg MS) en raison de leur teneur élevée en matières grasses. Les graines de tomates testées dans

l'alimentation des poussins (8-21 jours d'âge) ont donné lieu à une performance similaire à celle d'un régime de contrôle jusqu'à 15 % d'inclusion, mais à 20 % d'inclusion la croissance a été légèrement réduite (Perse *et al.*, 2003).

- Abbeddou, S. ; Riwahi, S. ; Iñiguez, L. ; Zaklouta, M. ; Hess, H. D. ; Kreuzer, M., 2011. Ruminant degradability, digestibility, energy content, and influence on nitrogen turnover of various Mediterranean by-products in fat-tailed Awassi sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 163 (2-4): 99-110
- Aghajanzadeh-Golshani, A. ; Maheri-Sis, N. ; Mirzaei-Aghsaghali, A. ; Baradaran-Hasanzadeh, A., 2010. Comparison of nutritional value of tomato pomace and brewer's grain for ruminants using in vitro gas production technique. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 5 (1): 43-51
- Barroso, F. G. ; Martinez, T. ; Moyano, F. J. ; Megias, M. D. ; Madrid, M. J. ; Hernandez, F., 2005. Silage potential of horticultural by-products for the feeding of small ruminants in southern Spain. In: Lillak, R.; Viiralt, R.; Linke, A.; Geherman, V. (Eds). Integrating efficient grassland farming and biodiversity. Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation. Tartu, Estonia, 29-31 August 2005
- Barroso, F. G. ; Martínez, T. F. ; Bernal, A. ; Megías, M. D. ; Martínez-Teruel, A. ; Madrid, M. J. ; Hernández, F., 2008. Alimentación de ovejas con ensilados basados en el fruto del tomate. *Albeitar*, 120: 6-9
- Battaglini, M. ; Costantini, F., 1978. Byproducts from the tomato industry in diets for growing rabbits. *Conigolcultura*, 15 (10): 19-22
- Belibasakis, N. G., 1990. The effect of dried tomato pomace on milk yield and its composition, and on some blood plasma biochemical components in the cow. *World Rev. Anim. Prod.*, 25 (3): 39-42
- Ben Salem, H. ; Znaidi, I. A., 2008. Partial replacement of concentrate with tomato pulp and olive cake-based feed blocks as supplements for lambs fed wheat straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 147 (1-3): 206-222
- Bruening, G. ; Lyons, J. M., 2000. The case of the FLAVR SAVR tomato. *California Agriculture*, 54 (4): 6-7
- Caluya, R. R. ; Sair, R. R. ; Balneg, B. B., 2000. Fresh tomato pomace (FTP) as good feed for growing and fattening pigs. *PCARRD Highlights '99: summary proceedings*. 143 p.
- Caluya, R. R. ; Sair, R. R. ; Recta, G. M. R. ; Balneg, B. B., 2003. Tomato pomace as feed for livestock and poultry. *Mariano Marco State University*
- Caluya, R. R., 2000. Tomato pomace and rice straw silage for feeding growing cattle. In: *Silage making in the tropics with particular emphasis on smallholders*, FAO Plant Production and Protection Paper. 161 pp. 97-98
- Campos, W. E. ; Saturnino, H. M. ; Costa Cruz Borges, A. L. ; Reis e Silva, R. ; Mourão de Sousa, B. ; Campos, M. M. ; Pinheiro Rogério, M. C., 2007. Apparent digestibility of diets containing different proportions of tomato by-products. *Ciência Anim. Bras.*, 8 (3): 479-484
- Canella, M. ; Castriotta, G., 1980. Protein composition and solubility of tomato seed meal. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 13 (1): 18-21
- Chumpawadee, S. ; Chantiratikul, A. ; Chantiratikul, P., 2007. Chemical compositions and nutritional evaluation of energy feeds for ruminants using an in vitro gas production technique. *Pak. J. Nutr.*, 6 (6): 607-612
- Chumpawadee, S. ; Pimpa, O., 2009. Effects of non forage fiber sources in total mixed ration on feed intake, nutrient digestibility, chewing behavior and ruminal fermentation in beef cattle. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8 (10): 2038-2044
- Cilev, G. ; Sinovec, Z. ; Palasevski, B. ; Zivkovic, B. ; Gjorgjevski, S. ; Prodanov, R., 2007. Examining the efficiency of the semi substitution of the maize with a by-products obtained by manufacturing vegetables and fruits in mixtures for growing and fattening pigs. *Biotech. Anim. Husb.*, 23 (5/6): 413-426
- Cotte, F., 2000. Study of the feeding value of tomato pulp for ruminants. Thèse, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Thèse n° 171, 142 p.
- Del Valle, M. ; Camara, M. ; Torija, M. E., 2006. Chemical characterization of tomato pomace. *J. Sci. Food Agric.*, 86: 1232-1236
- Denek, N. ; Can, A., 2006. Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Small Rumin. Res.*, 65 (3): 260-265
- El Boushy, A. R. Y. ; van der Poel, A. F. B., 2000. Handbook of poultry feed from waste: processing and use. Springer-Verlag New York, 428 p.
- FAO, 2011. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Fondevila, M. ; Guada, J. A. ; Gasa, J. ; Castrillo, C., 1994. Tomato pomace as a protein supplement for growing lambs. *Small Rumin. Res.*, 13 (2): 117-126
- Gasa, J. ; Castrillo, C. ; Guada, J. A., 1988. Nutritive value for ruminants of the canning industry by-products: 1 Tomato pomace and pepper residues. *Investigacion Agraria, Produccion y Sanidad Animales*, 3 (1): 57-73
- Gasa, J. ; Castrillo, C. ; Baucells, M. D. ; Guada, J. A., 1989. By-products from the canning industry as feedstuff for ruminants: Digestibility and its prediction from chemical composition and laboratory bioassays. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 25 (1-2): 67-77
- Gasa, J. ; Castrillo, C., 1991. Criterios de utilizacion de subproductos agroindustriales en la alimentacion de rumiantes. *Hojas divulgadoras*, n° 13: 24, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Direccion Generale de Infraestructuras y Cooperacion. Madrid, Espana.
- GMO Compass, 2006. Tomatoes. *GMO Food database*
- Göhl, B., 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy
- Gupta, B. S., 1988. Availability and utilization of non-conventional feed resources and their utilization by non-ruminants in South Asia. In: Devendra, C., 1988. Non-conventional feed resources and fibrous agricultural residues. Strategies for expanded utilization. Proceedings of a Consultation held in Hisar, India, 21-29 March 1988, IDRC, ICAR
- Hadjipanayiotou, M., 1994. Laboratory evaluation of ensiled olive cake, tomato pulp and poultry litter. *Livest. Res. Rural Dev.*, 6 (2):
- Ibrahem, H. M. ; Alwash, A. H., 1983. The effect of different ratios of tomato pomace and alfalfa hay in the ration on digestion and performance of Awassi lambs. *World Rev. Anim. Prod.*, 19 (2): 31-35
- Imamidou, A. ; Balios, I. ; Nikolakakis, I. ; Dots, D., 1999.

- Digestibility of rations, for growing-finishing pigs, containing different levels of dry tomato pulp with and without enzymes. *Epitheorese Zootechniques Epistemes*, 26: 55-66
- Kavitha, P.; Ramana, J. V.; Rama Prasad, J.; Reddy, P. V. V. S.; Reddy, P. S., 2005. Nutritive Value of Dried Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Pomace in Cockerels. *Anim. Nutr. Feed Technol.*, 5 (1)
 - Knoblich, M. ; Anderson, B. ; Latshaw, D., 2005. Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids. *J. Sci. Food Agric.*, 85 (7): 1166-1170
 - Milner, S. E. ; Brunton, N. P. ; Jones, P. W. ; O'Brien, N. M. ; Collins, S. G. ; Maguire, A. R., 2011. Bioactivities of glycoalkaloids and their aglycones from *Solanum* species. *J. Agric. Food Chem.*, 59: 3454-3484
 - Mohamed, M. I. ; Awadalla, I. M. ; Ibrahim, M. A. M., 1997. Effect of feeding growing sheep on diets containing different levels of tomato-pulp. *Egyptian J. Nutr. Feeds.*, Nov. special issue: 235-241
 - NRC, 1983. Underutilized resources as animal feedstuffs. National Academies Press, Washington D. C.
 - OECD, 2008. Consensus document on compositional considerations for new varieties of tomato: key food and feed nutrients, toxicants and allergens. 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. 17
 - Ojeda, A. ; Torrealba, N., 2001. Chemical characterization and digestibility of tomato processing residues in sheep. *Cuban J. Agric. Sci.*, 35 (4): 309-312
 - Persia, M.E. ; Parsons, C.M. ; Schang, M. ; Azcona, J., 2003. Nutritional evaluation of dried tomato seeds. *Poult. Sci.*, 82 (1): 141-146
 - Poore, 2008. Alternative feeds for beef cattle during periods of low forage availability. North Carolina State University, North Carolina Cooperative Extension Service, Department of Animal Science
 - Rabak, F., 1917. The utilization of waste tomato seeds and skins. *USDA Bulletin No. 632*
 - Safari, R. ; Valizadeh, R. ; Efteljaro Shahroudi, F. ; Tahmasebi, A. ; Bayat, J., 2007. Effects of dried and ensiled tomato pomace on dry matter intake, milk yield and composition of dairy cows in Iran. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 2007, Southport:240
 - Straney, 1998. Poisonous and allergenic plants. University of Maryland, undergraduate program in plant biology
 - Tomato News, 2010. About the tomato processing industry. Mediterranean Association of the Processing Tomato Industry (AMITOM)
 - Valizadeh, R. ; Sobhanirad, S., 2009. The potential of agro-industrial by-products as feed sources for livestock in Khorasan Razavi province of Iran. *J. Anim. Vet. Adv.*, 8 (11): 2375-2379
 - Ventura, M. R. ; Pieltin, M. C. ; Castanon, J. I. R., 2009. Evaluation of tomato crop by-products as feed for goats. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 154 (3-4): 271-275
 - Weiss, W. P. ; Frobose, D. L. ; Koch, M. E., 1997. Wet tomato pomace ensiled with corn plants for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 2896-2900
 - Yuangklang, C. ; Vasupen, K. ; Srenanul, P. ; Wongsutthavas, S. ; Mitchaothai, J., 2006. Effect of utilization of dried tomato pomace as roughage source on feed intake, rumen fermentation and blood metabolites in beef cattle. *Proceedings of the 44th Kasetsart University Annual Conference, Animals, Veterinary Medicine Pages: 158-166 (Abstract)*, Kasetsart, 30-January - 2 February, 2006
 - Yuangklang, C. ; Vasupen, K. ; Srenanul, P. ; Wongsuthavas, S. ; Mitchaothai, J. ; Kongwaha, K., 2007. Effect of substitution of soybean meal by dried tomato pomace on feed intake, rumen fermentation and nitrogen utilization in goats. *Proceedings of the British Society of Animal Science: 240*, Southport, UK
 - Yuangklang, C.; Vasupen, K. ; Wongsuthavas, S. ; Bureenok, S. ; Panyakaew, P. ; Alhaidary, A. ; Mohamed, H. E. ; Beynen, A. C., 2010. Effect of replacement of soybean meal by dried tomato pomace on rumen fermentation and nitrogen metabolism in beef cattle. *Am. J. Agri. Biol. Sci.*, 5 (3): 256-260
 - Yuangklang, C.; Vasupen, K. ; Wongsuthavas, S. ; Panyakaew, P. ; Alhaidary, A. ; Mohamed, H. E. ; Beynen, A. C., 2010. Growth performance in beef cattle fed rations containing dried tomato pomace. *J. Anim. Vet. Adv.*, 9 (17): 2261-2164
 - Ziaei, N. ; Molaei, S., 2010. Evaluation of nutrient digestibility of wet tomato pomace ensiled with wheat straw compared to alfalfa hay in Kermani sheep. *J. Anim. Vet. Sci.*, 9 (4): 771-773

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 Maignret (Institut de l'Élevage)
Sources : AFZ et Feedipedia (www.feedipedia.org) - **Crédit photo :** Jil G/FlickrR - **Réf IE :** 0016 302 013 - Mai 2016