



# TOURTEAU DE COPRAH

EN FARINE OU EN GRANULÉS, LES TOURTEAUX DE COPRAH SONT ISSUS DE LA NOIX DE COCO ET SONT RICHES EN ÉNERGIE AVEC UNE TENEUR VARIABLE EN PROTÉINES. SA CONSERVATION EST DIFFICILE À CAUSE D'UN RANCISSEMENT RAPIDE.

## AUTRES NOMS COMMUNS

Tourteau de coprah, tourteau de coco, farine de coprah  
Déchets de coprah, épiluchures de noix de coco



## Description

Le tourteau de coprah est le principal coproduit de l'extraction de l'huile à partir de la pulpe séchée (le coprah) de la noix de coco, fruit du cocotier (*Cocos nucifera* L.). Ce tourteau moyennement riche en protéines et riche en matières grasses

saturées est généralement conseillé pour les vaches laitières et plutôt déconseillé en monogastriques du fait de sa haute teneur en fibres. Il est aujourd'hui surtout utilisé en Asie-Pacifique, les importations vers l'Europe ayant fortement diminué depuis les années 1990.

## La noix de coco

La noix de coco est constituée d'un épiderme lisse (épicarpe) enveloppant un mésocarpe fibreux (bourre), lui-même recouvrant un endocarpe dur (coque). Une couche mince et brune (testa)

sépare la coque de l'endosperme (également appelée amande, chair ou pulpe), lequel a environ 1-2 cm d'épaisseur. Une cavité contient l'eau de noix de coco (Canapi *et al.*, 2005). C'est de la pulpe séchée que l'on extrait l'huile.

## Procédé d'extraction de l'huile

Les noix de coco sont décortiquées et coupées en deux, puis séchées au soleil ou par passage dans un courant d'air chaud jusqu'à ce que la pulpe contienne 6-8% d'eau, donnant le coprah (Canapi *et al.*, 2005 ; Kurian *et al.*, 2007 ; Ribier *et al.*, 1995). Le coprah est broyé puis chauffé jusqu'à une humidité de 3%. Une première pression donne un tourteau riche en huile qui peut être

utilisé directement en alimentation animale, ou subir une extraction au solvant plus poussée qui donne un tourteau contenant moins de 3,5% d'huile (Canapi *et al.*, 2005). 1000 noix donnent environ 180 kg de coprah, 110 kg d'huile et 55 kg de tourteau (Göhl, 1982). Il existe aussi un procédé par voie humide qui utilise des amandes fraîches et fournit de l'huile de haute qualité (Canapi *et al.*, 2005).

## Les coproduits de la noix de coco

Le principal coproduit de la noix de coco est le tourteau de coprah. En fonction de la méthode d'extraction, le tourteau peut contenir de 1% à plus de 20% d'huile. Le tourteau de coprah se présente sous forme de morceaux (flocons) de taille variable gris à jaunâtres (TIS, 2013a; TIS, 2013b). En français, le tourteau extrait au solvant

est parfois appelé « farine de coprah » (coconut meal, copra meal, copra extraction meal en anglais) pour le distinguer du tourteau extrait mécaniquement (coconut cake, copra cake, copra expeller) (FAO/IAEA, 2001). Cependant, farine et tourteau sont souvent synonymes et nous parlerons ici de tourteau de coprah pour désigner tous les coproduits de l'extraction de l'huile de coprah.

Outre le tourteau de coprah, d'autres produits de la noix de coco peuvent être utilisés en alimentation animale :

- Le coprah lui-même est généralement trop coûteux pour être utilisé pour les animaux, mais il a été donné aux porcs et aux volailles avec de bons résultats (Göhl, 1982).
- La pulpe fraîche et les épluchures résultant de la préparation des noix pour l'alimentation humaine sont parfois extraites pour produire une huile de haute qualité utilisée en cuisine ou en cosmétique (Aregheore, 2005; Göhl, 1982). Le coproduit qui en résulte est considéré comme supérieur au tourteau de coprah classique, car la protéine n'est pas dénaturée par la chaleur et le produit contient plus de vitamines (Göhl, 1982 ; Grimwood *et al.*, 1976).

- Les jeunes feuilles de cocotier sont appréciées du bétail mais cette pratique endommage les arbres, et il est recommandé de ne faire entrer les animaux dans les plantations que lorsque les cocotiers sont suffisamment grands (Fuller, 2004).
- L'eau de coco de noix immatures a une bonne qualité nutritionnelle mais celle des noix mûres récoltées pour faire de l'huile est peu intéressante et est généralement perdue (Göhl, 1982).
- D'autres coproduits de moindre valeur comprennent les boues résultant de la filtration de l'huile, les enveloppes extérieures et la poussière provenant du traitement de la bourre, qui a été suggérée en tant que support pour la mélasse (Göhl, 1982).

## Distribution

Les cocotiers poussent principalement dans les zones côtières des régions tropicales et subtropicales, dans un climat chaud et humide (Orwa *et al.*, 2009). Le tourteau de coprah est distribué dans le monde entier. En 2010, la production mondiale de coprah était de 5,2 millions de tonnes et la production mondiale de tourteau 1,86 millions de tonnes. Le principal producteur de coprah et d'huile de coprah est les Philippines (42% de la production d'huile en 2009), suivie de l'Indonésie (25%) et de l'Inde (12%). La moitié de la production de le tourteau de coprah est vendue à l'exportation

et les Philippines exportent à elles seules 0,5 million de tonnes (62,5% de sa production), essentiellement vers la Corée du Sud et le Vietnam (FAO, 2011 ; Oil World, 2011; USDA, 2013). Les importations dans l'Union Européenne sont devenues mineures, passant de près de 950.000 t en 1992 à 15.000 t en 2013 (USDA, 2013). La France produit une quantité limitée d'huile de coprah en Nouvelle Calédonie et en Polynésie française, où les tourteaux sont utilisés pour l'alimentation du bétail local (FAO, 2011).

## Impact sur l'environnement

### Eau de coco

La production d'huile de coprah libère dans l'environnement de grandes quantités d'eau de noix de coco qui peut alors

devenir une source de pollution (Taffin, 1993 ; Göhl, 1982).

### Réduction du méthane

L'huile de coco est efficace pour réduire la production de méthane chez les ruminants. Le tourteau de coprah lui-même peut conduire à une baisse en méthane comparable à celle obtenue avec l'huile, mais, pour des animaux à viande, l'utilisation du tourteau de coprah nécessite un temps de

finition plus long (du fait de la valeur nutritionnelle relativement faible du tourteau) qui vient contrebalancer l'effet positif de l'huile contenue dans le tourteau (Jordan *et al.*, 2006).

## Contraintes d'utilisation

### Rancissement

L'huile de coprah est sensible au rancissement et les tourteaux de coprah ne doivent pas être utilisés après un stockage prolongé. Le rancissement rend le tourteau de coprah peu appétible et les animaux peuvent le rejeter même quand il n'y a pas de signes évidents de rancissement (Ehrlich

*et al.*, 1990). Le rancissement peut aussi causer des diarrhées (Göhl, 1982). Le coproduit frais issu de l'extraction de l'huile par voie humide rancit très vite et développe une odeur fétide. Il doit être utilisé très vite ou séché correctement (Aregheore, 2005).

### Aflatoxines

Lors de leur séchage, les noix de coco fendues sont sensibles aux moisissures et peuvent être contaminées par des aflatoxines. Cette contamination survient surtout lorsque le temps de séchage est trop court (2-3 jours vs 5-7 jours au soleil) ou quand le temps est humide (FAO/IAEA, 2001). Il est recommandé de retirer les noix de coco qui ont été

endommagées et d'éviter le contact entre des noix de coco fendues et le sol. Le tourteau de coprah ne doit pas contenir plus de 12% d'humidité et doit être stocké dans un endroit bien aéré (FAO/IAEA, 2001). Dans la réglementation européenne (2002/32/CE), la teneur maximale en aflatoxine B1 pour les matières premières est fixée à 20 µg/kg (teneur en humidité de 12%).

## Attributs nutritionnels

Le tourteau de coprah contient 20-25% MS de protéines brutes et des quantités relativement importantes de parois cellulaires (NDF > 50% MS, ADF environ 30% MS), si bien que sa valeur nutritive est inférieure à celle des principaux tourteaux d'oléagineux, notamment les tourteaux de soja, d'arachide, de colza et de coton. Contrairement à ces tourteaux, le tourteau de coprah est généralement obtenu sans utilisation de solvant, d'où une teneur en huile est généralement assez élevée (environ 10% de MS, dans la plage de 5 à 15%, avec des valeurs supérieures à 20%). Cette teneur en huile en fait une source d'énergie intéressante, en particulier dans les régions où les aliments riches en énergie sont rares (pâturages pauvres) (Daghir, 2008). Le tourteau de coprah extrait au solvant, moins courant, a une teneur en huile plus faible (environ 3% de MS) et contient un peu plus de protéines. L'huile de noix de coco est une huile très saturée, avec plus de 90% d'acides gras saturés, ce qui lui confère une certaine résistance au rancissement. Elle contient plus de 60% d'acides gras de chaîne moyenne (C8-C12), et notamment 46-50% d'acide laurique (Gervajio, 2005).

Une particularité du tourteau de coprah est sa teneur élevée en polysaccharides non amylacés, avec des niveaux importants de mannane et galactomannane (25-30%), connus pour avoir des propriétés anti-nutritionnelles chez les espèces monogastriques (Sundu *et al.*, 2009). Ces constituants sont également la cause de la faible densité apparente du tourteau (0,56 vs 0,75 g/cm<sup>3</sup> pour le tourteau de soja) et de sa grande capacité de rétention d'eau (4,14 vs 2,77 g d'eau/g d'aliment pour le tourteau de soja), et ces propriétés physiques ont tendance à limiter l'ingestion (Sundu *et al.*, 2009). Toutefois, le tourteau de coprah peut absorber jusqu'à la moitié de son propre poids en mélasse, ce qui peut être une propriété utile dans la fabrication d'aliments composés (McDonald *et al.*, 2002).

Le tourteau de coprah est pauvre en acides aminés essentiels pour les monogastriques, notamment en lysine et en acides aminés soufrés. La lysine étant en partie détruite par le chauffage lors de l'extraction de l'huile, une supplémentation en acides aminés peut être donc nécessaire (Pascoal *et al.*, 2006).

**Tableau 1** : Principaux constituants du tourteau de coprah

<b>Constituants organiques</b>	Matière sèche (% sur brut)	91,6
	Protéines brutes (% MS)	22,4
	Cellulose brute (% MS)	14,0
	NDF (% MS)	53,8
	ADF (% MS)	27,7
	Lignine (% MS)	6,4
	Matières grasses brutes (% MS)	8,9
	Matières grasses hydrolyse (% MS)	-
	Cendres (% MS)	6,8
	Amidon (% MS)	0,4
	Sucres totaux (% MS)	11,1
	Energie brute (kcal/kg MS)	4 760
	<b>Minéraux</b>	Calcium (g/kg MS)
Phosphore (g/kg MS)		5,7
Potassium (g/kg MS)		19,7
Sodium (g/kg MS)		0,44
Magnésium (g/kg MS)		3,0
Manganèse (mg/kg MS)		79
Zinc (mg/kg MS)		75
Cuivre (mg/kg MS)		33
Fer (mg/kg MS)		1 004
<b>Acides aminés</b>	Alanine (g/kg MS)	8,8 (soit 4,1 g/16 g N)
	Arginine (g/kg MS)	23,7 (soit 11,0 g/16 g N)
	Acide aspartique (g/kg MS)	17,1 (soit 7,7 g/16 g N)
	Cystine (g/kg MS)	3,0 (soit 1,2 g/16 g N)
	Acide glutamique (g/kg MS)	40,7 (soit 18,2 g/16 g N)
	Glycine (g/kg MS)	9,2 (soit 4,1 g/16 g N)
	Histidine (g/kg MS)	4,4 (soit 2,0 g/16 g N)
	Isoleucine (g/kg MS)	6,8 (soit 3,0 g/16 g N)
	Leucine (g/kg MS)	13,8 (soit 6,1 g/16 g N)
	Lysine (g/kg MS)	6,0 (soit 2,7 g/16 g N)
	Méthionine (g/kg MS)	3,1 (soit 1,4 g/16 g N)
	Phénylalanine (g/kg MS)	9,1 (soit 4,2 g/16 g N)
	Proline (g/kg MS)	7,6 (soit 3,5 g/16 g N)
	Sérine (g/kg MS)	10,0 (soit 4,4 g/16 g N)
	Thréonine (g/kg MS)	7,3 (soit 3,1 g/16 g N)
	Tryptophane (g/kg MS)	3,0 (soit 1,2 g/16 g N)
	Tyrosine (g/kg MS)	4,5 (soit 2,3 g/16 g N)
Valine (g/kg MS)	10,5 (soit 4,7 g/16 g N)	

# V valorisation dans l'alimentation des ruminants

## Tourteau de coprah

Le tourteau de coprah est essentiellement destiné aux ruminants, pour qui il constitue une source de protéine et d'énergie. Il peut être utilisé comme supplément protéique pour animaux nourris à l'herbe, soit seul, soit en combinaison avec d'autres sources de protéines. Bien qu'il soit d'une qualité inférieure à d'autres tourteaux classiques en raison de

sa plus faible teneur en protéines, il est souvent une bonne ressource par rapport aux produits disponibles localement (Aregheore *et al.*, 2003). Il soutient la comparaison avec le tourteau de coton en dépit d'une teneur en protéines moitié moindre, ce que certains expliquent par une meilleure valeur biologique de cette protéine (Gulbransen *et al.*, 1990).

### ●● Digestibilité et valeur énergétique

La digestibilité *in vivo* de la matière organique (DMO) du tourteau de coprah est plutôt bonne (75-85%) si l'on considère sa haute teneur en fibres, ce qui s'explique par la faible lignification des parois cellulaires (Orskov *et al.*, 1992; Chandrasekharaiah *et al.*, 2001; Nguyen Nhut Xuan Dung *et al.*, 2002; Woods *et al.*, 2003a; Woods *et al.*, 2003b;

Carvalho *et al.*, 2005; Chapoutot *et al.*, 2010; Woods *et al.*, 1999; Sauvant *et al.*, 2004; Aregheore *et al.*, 2005). Le tourteau extrait par pression a une DMO de 76% correspondant à 1,04 UFL (sur sec) (Sauvant *et al.*, 2004). Une valeur de DMO plus élevée a été proposée pour le tourteau de coprah extrait au solvant (85%, Schiemann, 1981).

### ●● Valeur protéique

Le tourteau de coprah est une bonne source de protéines bypass. La fraction rapidement fermentescible dans le rumen de l'azote du tourteau de coprah est faible, de l'ordre de 19-22% (Sauvant *et al.*, 2004; Kiran *et al.*, 2007; Mondal *et al.*, 2008), ce qui entraîne une dégradabilité théorique de l'azote également faible d'environ 50% (Woods *et al.*, 2003a; Woods

*et al.*, 2003b, Sauvant *et al.*, 2004, Mondal *et al.*, 2008). La digestibilité intestinale de la protéine est d'environ 90%, ce qui relativement élevé par rapport à d'autres matières premières (Woods *et al.*, 2003c; Sauvant *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2010).

**Tableau 2 :** Valeurs alimentaires du tourteau de coprah destinées aux ruminants

Digestibilité de la matière organique (%)	75
Digestibilité de l'énergie (%)	79,2
Energie digestible (kcal/kg MS)	3 520
Energie métabolisable (kcal/kg MS)	2 820
UFL (/kg MS)	1,01
UFV (/kg MS)	0,96
Digestibilité de l'azote (%)	74
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6 %) (%)	50
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	89
PDIA (g/kg MS)	111
PDIN (g/kg MS)	168
PDIE (g/kg MS)	157

### ●● Appétence

L'appétence du tourteau de coprah est contestée. Il est décrit comme facilement accepté par les animaux (Gulbransen *et al.*, 1990; Ewing, 1997), mais d'autres auteurs ont observé une diminution de l'ingestion suite à l'apport de tourteau de coprah (Oliveira *et al.*, 2010; Camacho Diaz *et al.*, 2006). Dans une expérience avec des vaches laitières, le tourteau de

coprah a nécessité deux semaines d'adaptation avant d'atteindre les niveaux d'ingestion satisfaisants, qui ont ensuite diminué (Ehrlich *et al.*, 1990). Le rancissement du tourteau après un stockage prolongé peut expliquer ces variations de l'appétence (Oliveira *et al.*, 2010; Ehrlich *et al.*, 1990).

## ●● Recommandations pour les vaches laitières

Le tourteau de coprah est un bon ingrédient pour des rations de vaches laitières et fournit à la fois de l'énergie et des protéines by-pass. Des recommandations maximales de 1,5-2 kg/j a été proposée (Göhl, 1982), mais des vaches ont été nourries avec plus de 3 kg/j sans effets indésirables (Ehrlich *et al.*, 1990). Un autre auteur propose 10% en bovins laitiers (Ewing, 1997). Des travaux anciens suggèrent que le tourteau de coprah rend la matière grasse du lait plus ferme et plus agréable au goût, mais qu'un excès de coprah dans la ration peut donner au beurre la consistance du suif (Göhl, 1982).

C'est surtout en zone tropicale que les travaux ont montré l'intérêt du tourteau de coprah en tant que complément pour des vaches au pâturage. Sur des prairies relativement pauvres au Fidji et au Kenya, la complémentation avec du tourteau de coprah a permis d'augmenter significativement la production laitière (McIntyre, 1973 ; Muinga *et al.*, 1993). Sur des pâturages australiens plus riches la substitution partielle ou totale du sorgho grain a eu des effets moins remarquables sur la production laitière, mais augmenté le taux de matières grasses du lait (Ehrlich *et al.*, 1990).

## ●● Recommandations pour les bovins à viande

Le tourteau de coprah est un bon complément pour les bovins à viande au pâturage comme en témoignent différents travaux en Australie (Gulbransen *et al.*, 1990 ; Hennessy *et al.*, 1989), Brésil (Oliveira *et al.*, 2010), Mexique (Ramos *et al.*, 1998) et Papouasie-Nouvelle Guinée (Galgal *et al.*, 2000). Dans ces essais, la complémentation de pâturages pauvres par du tourteau de coprah, parfois traité avec de la mélasse et de l'urée a amélioré le gain de poids de façon significative. Dans un essai, le tourteau de coprah s'est même révélé plus

efficace que le tourteau de soja, peut-être du fait de sa teneur en protéines peu dégradables (Ramos *et al.*, 1998). Dans un autre essai, en revanche, une complémentation avec du tourteau de coprah a donné des performances satisfaisantes mais inférieures à celles obtenues avec une complémentation maïs-tourteau de soja, peut-être causée par des problèmes d'appétence (Oliveira *et al.*, 2010). Un taux d'incorporation maximal de 15% en bovins viande a été proposé (Ewing, 1997).

## ●● Recommandations pour les ovins et caprins

Le tourteau de coprah est un complément approprié pour les ovins et caprins sur pâturages tropicaux (Hammond *et al.*, 1993 ; Galgal *et al.*, 1994). En Australie, le tourteau de coprah donné à des brebis gestantes a augmenté le poids de naissance des agneaux, la production de lait des brebis et leur poids vif après l'agnelage (Bird *et al.*, 1990). Aux Iles Samoa, un complément contenant 75% de tourteau de coprah a été utilisé avec succès chez les chèvres affourragées à l'herbe coupée (Aregheore, 2006). En Thaïlande, sur des chèvres

nourries à l'ensilage de maïs, le tourteau de coprah pourrait remplacer jusqu'à 50% de chèvres de tourteau de soja nourris d'ensilage de maïs et de tourteau de soja, le tourteau de coprah a pu remplacer jusqu'à 50% de ce dernier sans diminuer les performances de croissance (Paengkoum, 2011). Des taux d'incorporation maximaux de 10 et 15% en agneaux et brebis respectivement ont été proposés (Ewing, 1997).

## Coproduits de l'extraction de la pulpe raîche de noix de coco

Le coproduit de l'extraction d'huile à partir de pulpe de noix de coco fraîche peut être utilisé frais ou séché en tant que complément protéique et énergétique pour les ruminants. Ce peut être un aliment local particulièrement intéressant dans

les îles du Pacifique (Aregheore, 2005). Ainsi, aux Iles Samoa, ce coproduit une fois séché a donné de bons résultats (ingestion, croissance, digestibilité) sur des chèvres (Aregheore *et al.*, 2000).

## L'eau de coco

L'eau de coco est parfois donnée au bétail en tant qu'eau de boisson. Elle passe pour avoir un effet purgatif au début,

auquel les bovins s'habituent rapidement (Göhl, 1982).

## V alorisation dans l'alimentation des porcs

Le tourteau de coprah n'est pas un très bon aliment pour porcs du fait de sa forte teneur en fibres, qui en limite l'utilisation dans cette espèce. Le transit digestif lent de ces fibres conduit à une réduction de l'ingestion et des digestibilités des nutriments et de l'énergie, et au final à des performances de croissance plus faibles (Nguyen Nhut Xuan Dung *et al.*, 2002 ; Noblet *et al.*, 1993 ; Thorne *et al.*, 1992 ; Lekule *et al.*, 1986). En revanche, il peut dans certaines conditions constituer une ressource alimentaire locale intéressante qui peut remplacer une partie des aliments importés coûteux tels que le tourteau de soja (Siebra *et al.*, 2008 ; Kim *et al.*, 2001 ; Thorne, 1992). La faible teneur en acides aminés essentiels du tourteau de coprah, combinée à leur faible digestibilité, rend la supplémentation en acides aminés nécessaire en lysine, méthionine + cystine et thréonine, surtout si des niveaux élevés de tourteau de coprah sont utilisés (Han *et al.*, 2003 ; Mee *et al.*, 1973 ; Thorne *et al.*, 1992).

Les niveaux d'inclusion recommandés dans la littérature scientifique varient fortement. Certains auteurs préconisent des taux très faibles tels que 5% en croissance-finition et 7,5% en truie (Ewing, 1997) mais d'autres vont jusqu'à 20-25% (Pascoal *et al.*, 2010 ; Siebra *et al.*, 2009 ; Siebra *et al.*, 2008 ; Nguyen Nhut Xuan Dung *et al.*, 2002 ; O'Doherty *et al.*, 2000 ; Lekule *et al.*, 1986 ; Lekule *et al.*, 1982). Un taux supérieur à 50% a des effets négatifs sur l'indice de consommation et les performances de croissance, mais le moindre coût du tourteau de coprah, qui diminue le coût de l'aliment par kg d de poids vif, peut compenser cette baisse dans certaines conditions et en faire un aliment économiquement intéressant (Mael *et al.*, 2001 ; Göhl, 1982). Le tourteau de coprah tend à produire de la graisse ferme chez le porc et n'a pas d'effet négatif sur les autres paramètres de qualité de la viande (Göhl, 1982 ; Mael *et al.*, 2001 ; Kim *et al.*, 2001). La littérature sur les traitements technologiques permettant d'améliorer la valeur alimentaire du tourteau de coprah est pauvre et peu concluante : ni un traitement enzymatique, ni un traitement par expandeur d'une régime contenant 15% de tourteau de coprah n'ont eu d'effet améliorateur (Pascoal *et al.*, 2010 ; O'Doherty *et al.*, 2001).

**Tableau 3 :** Valeurs alimentaires du tourteau de coprah destinées aux porcs

Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	55
Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 610
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 430
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	1 650
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	71
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	61
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 890
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 650
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	1 800
Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%)	78

# V valorisation dans l'alimentation des volailles

Le tourteau de coprah peut être une matière première intéressante pour l'alimentation des volailles, en raison de sa disponibilité et de son coût relativement faible dans certains contextes. Cependant, son profil en acides aminés n'est pas optimal pour les volailles à cause d'un manque relatif de lysine et d'acides aminés soufrés. La valeur énergétique du tourteau de coprah est faible en raison de sa teneur élevée en fibres, bien qu'elle puisse être augmentée par la forte teneur en huile résiduelle des tourteaux expellers. Les valeurs énergétiques peuvent être estimées en combinant les valeurs des tourteaux de coprah dégraissés et de l'huile de coprah. Il semble y avoir une différence de valeur d'énergie métabolisable du tourteau de coprah entre les jeunes poulets

d'une part, et les animaux plus âgés et les poules d'autre part (Baidya *et al.*, 1995).

La faible valeur du tourteau de coprah pour l'alimentation des volailles est aussi en partie liée à ses propriétés physiques. Sa grande capacité de rétention d'eau et son encombrement ont tendance à diminuer sa consommation, en particulier chez les jeunes animaux (Sundu *et al.*, 2005 ; Sundu *et al.*, 2009). Le tourteau de coprah a un impact significatif sur la teneur en MS des excréta (Panigrahi, 1989 ; Sundu *et al.*, 2006), ce qui peut constituer un problème pour l'assainissement et la qualité des litières pour volailles.

## Poulets de chair

Plusieurs auteurs ont observé une diminution des performances pour des niveaux d'inclusion supérieurs à 10-20 % (Jacome *et al.*, 2002 ; Sundu *et al.*, 2004 ; Sundu *et al.*, 2005 ; Sundu *et al.*, 2006). L'ingestion est réduite par la faible densité et la forte capacité de rétention d'eau du tourteau de coprah. La consommation d'eau est également augmentée (Panigrahi *et al.*, 1987 ; Sundu *et al.*, 2005).

La perte de croissance est particulièrement importante chez les jeunes animaux, pour lesquels les performances peuvent être réduites à des taux d'inclusion aussi faibles que 5 % (Bastos *et al.*, 2007). Des taux d'inclusion élevés peuvent se traduire par une baisse du gain de poids de 30 à 50 % (Sundu *et al.*, 2006). L'effet est moins marqué chez les animaux plus âgés, parce qu'ils s'adaptent progressivement, augmentant leur ingestion et leurs performances de croissance (Panigrahi *et al.*, 1987 ; Jacome *et al.*, 2002 ; Sundu *et al.*, 2005 ; Bastos *et al.*, 2007).

La présentation physique du tourteau de coprah a un impact important car elle modifie la densité apparente. Les miettes, ou granulés grossièrement moulus, semblent maintenir un meilleur taux de croissance que les tourteaux finement moulus (Sundu *et al.*, 2005 ; Sundu *et al.*, 2006).

L'utilisation d'enzymes (des mannanases, par exemple) a été testée pour réduire l'effet de la fraction fibreuse. Dans la

plupart des études, il y a une amélioration significative de la performance de l'animal en cas de supplémentation enzymatique, par rapport à du tourteau de coprah non traité. Cependant, le régime de contrôle sans tourteau de coprah a donné les meilleurs taux de croissance (Sundu *et al.*, 2004 ; Sundu *et al.*, 2005 ; Sundu *et al.*, 2008). Aucun effet particulier sur la qualité de la carcasse n'a été noté (Jacome *et al.*, 2002 ; Bastos *et al.*, 2007).

Lorsqu'on utilise du tourteau de coprah dans l'alimentation des poulets de chair, il est recommandé de formuler les aliments avec soin, en tenant compte de l'évaluation du niveau d'énergie (teneur en huile) et de la digestibilité probable des acides aminés. Le risque d'une carence en lysine doit également être évalué. Les échantillons abimés ou moisis doivent être évités en raison des risques liés à la présence de mycotoxines. Pour une performance optimale, l'inclusion de tourteau de coprah doit être limitée à 10 % du régime, et à 5 % pour les jeunes animaux. Certains auteurs sont encore plus restrictifs (3 % et 2 % ; Dagher, 2008). Une présentation en miettes ou en granulés est souvent préférée, et augmente l'ingestion. Toutefois, les niveaux d'incorporation peuvent être plus élevés lorsque des taux de croissance plus faibles sont acceptables, ou dans certaines situations où le prix de la farine de coprah diminue les coûts de production.

## Poules pondeuses

Plusieurs auteurs ont rapporté qu'aucune perte de performance n'était constatée avec des niveaux d'inclusion allant jusqu'à 20 % de tourteau de coprah riche en matières grasses (Panigrahi, 1989 ; Braga *et al.*, 2005 ; Lima *et al.*, 2007). Cependant, avec des tourteaux déshuilés, des petites diminutions de poids corporel et de production d'œufs ont été observées au-dessus de 15-20 % de tourteau dans le régime, en comparaison avec un régime de référence isocalorique et isoprotéique (Moorthy *et al.*, 2006b ; Moorthy *et al.*, 2010).

Aucun effet indésirable n'a été observé sur la composition des œufs (Barreto *et al.*, 2006).

Avec une formulation adéquate (énergie, acides aminés), le tourteau de coprah peut être utilisé efficacement dans les aliments pour poules pondeuses. Il est alors recommandé de limiter l'incorporation à 15 % du régime. Cette limite peut passer à 20 % avec un tourteau expeller de bonne qualité. Pour les poulettes, le taux d'inclusion peut être compris entre 10 et 20 %.

- Aregheore, E. M. ; Tunabuna, T., 2000. Utilization of diets containing increasing levels of dried desiccated coconut waste meal (DCWM) by growing crossbred Anglo-Nubian goats in the wet dry tropical environment of Samoa. *J. Anim. Feed Sci.*, 9 (2)
- Aregheore, E. M. ; Abdulrazak, S. A. ; Fujihara, T., 2003. Evaluation of some agri-industrial by-products available in Samoa for goats. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 16 (11): 1593-1598
- Aregheore, E. M. ; Abdulrazak, S. A., 2005. Estimation of organic matter digestibility and metabolizable energy content of agro-industrial wastes using in vitro gas production. *Nigerian J. Anim. Prod.*, 32 (1-2): 79-87
- Aregheore, E. M., 2005. Feeds and forages in Pacific islands farming systems. *FAO Grassland and Pasture Crops, South Pacific Special*
- Aregheore, E. M., 2006. Utilization of concentrate supplements containing varying levels of copra cake (*Cocos nucifera*) by growing goats fed a basal diet of napier grass (*Pennisetum purpureum*). *Small Rumin. Res.*, 64 (1-2): 87-93
- Bird, A. R. ; Rigney, S. J. ; Stephenson, R. G. A. ; O'Sullivan, B. M., 1990. Copra meal supplementation of lambing ewes in north west Queensland. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 18: 456
- Camacho Diaz, L. M. ; Cervantes Nunez, A. ; Pescador Salas, N. ; Cipriano Salazar, M. ; Sotelo Carachure, J. J., 2006. Effects of the inclusion of copra meal on the apparent digestibility of the dry matter in the diet of lambs pelibuey in growth. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 7 (10): 100632
- Canapi, E. C. ; Augustin, Y. T. V. ; Moro, E. A. ; Pedrosa, E. Jr. ; Bendaño, M. L., 2005. Coconut Oil. In: *Bailey's industrial oil products. 6th Edition, Volume 1 - Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Health Effects*. Shahidi, F. (Ed). Wiley-Interscience
- Carvalho, L. P. F. ; Melo, D. S. P. ; Pereira, C. R. M. ; Rodrigues, M. A. M. ; Cabrita, A. R. J. ; Fonseca, A. J. M., 2005. Chemical composition, in vivo digestibility, N degradability and enzymatic intestinal digestibility of five protein supplements. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 119 (1-2): 171-178
- Chandrasekharaiah, M. ; Sampath, K. T. ; Thulasi, A. ; Anandan, S., 2001. In situ protein degradability of certain feedstuffs in the rumen of cattle. *Indian J. Anim. Sci.*, 71 (3): 261-264
- Chapoutot, P. ; Dorleans, M. ; Sauvart, D., 2010. Study of degradation kinetics of cell wall components of concentrate feeds and agroindustrial by-products. *Inra Prod. Anim.*, 23 (3): 285-304
- Daghir, N. J., 2008. *Poultry production in hot climates. Second Edition, Cabi Series, CABI*
- Ehrlich, W. K. ; Upton, P. C. ; Cowan, R. T. ; Moss, R. J., 1990. Copra meal as a supplement for grazing dairy cows. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 18: 196-199
- Ewing, 1997. *The Feeds Directory Vol 1. Commodity Products*. Context Publications, Leicestershire, England.
- FAO, 2011. *FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- FAO/IAEA, 2001. *Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control. Training and reference centre for food and pesticide control. FAO Food and Nutrition paper 73, FAO, Roma*
- Fuller, M. F., 2004. *The encyclopedia of farm animal nutrition. CABI Publishing Series, 606 pp*
- Galgal, K. K. ; McMeniman, N. P. ; Norton, B. W., 1994. Effect of copra expeller pellet supplementation on the flow of nutrients from the rumen of sheep fed low-quality pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Small Rumin. Res.*, 15: 31-37
- Galgal, K. K. ; Komolong, M. K., 2000. Copra meal and palm kernel meal supplementation with and without molasses and urea to weaner steers grazing *Imperata cylindrica* pastures in Papua New Guinea. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 13 (Suppl. July 2000): 261
- Gervajio, G. C., 2005. Fatty acids and derivatives from coconut oil. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition*, John Wiley & Sons, Inc.
- Göhl, B., 1982. *Les aliments du bétail sous les tropiques. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy*
- Grimwood, B. E. ; Ashman, F. ; Jarman, C. G. ; Collab Little, E. C. S. ; Dendy, D. A. V., 1976. *Coconut palm products: their processing in developing countries. Plant Production and Protection Papers, 7, FAO, Roma*
- Gulbransen, B. ; Standfast, N. F. ; Kempton, T. J., 1990. Supplementation of grazing steers with copra meal. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 18: 236-239
- Hammond, A. C. ; Wildeus, S., 1993. Effects of coconut meal or fish meal supplementation on performance, carcass characteristics and diet digestibility in growing St. Croix lambs fed a tropical grass-based diet. *Small Rumin. Res.*, 12 (1): 13-25
- Han, Y. K. ; Kim, I. H. ; Hong, J. W. ; Kwon, O. S. ; Lee, S. H. ; Kim, J. H. ; Min, B. J. ; Lee, W. B., 2003. Apparent ileal digestibility of nutrient in plant protein feedstuffs for finishing pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 16 (7): 1020-1024
- Hennessy, D. W. ; Kempton, T. J. ; Williamson, P. J., 1989. Copra meal as a supplement to cattle offered a low quality native pasture hay. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 2 (2): 77-84
- Jordan, E. ; Lovett, D. K. ; Monahan, F. J. ; Callan, J. ; Flynn, B. ; O'Mara, F. P., 2006. Effect of refined coconut oil or copra meal on methane output and on intake and performance of beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 84 (1): 162-170
- Kim, B. G. ; Lee, J. H. ; Jung, H. J. ; Han, Y. K. ; Park, K. M. ; Han, I. K., 2001. Effect of partial replacement of soybean meal with palm kernel meal and copra meal on growth performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of finishing pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 14 (6): 821-830
- Kurian, A. ; Peter, K. V., 2007. *Commercial crops technology: Vol 8. Horticulture Science Series. New India Publishing*
- Lekule, F. P. ; Homb, T. ; Katagile, J. A., 1982. Optimum inclusion of coconut meal in growing finishing pig diets. *E. Afr. Agric. For. J.*, 48 (1/4): 19-24
- Lekule, F. P. ; Homb, T. ; Kategile, J. A., 1986. Digestibility and effect of copra cake on rate of gain, feed efficiency and protein retention of fattening pigs. *Trop. Anim. Health Prod.*, 18 (4): 243-247
- Mael, S. H. ; Ajuyah, A. O., 2001. Response of pigs fed a high level of copra meal based grower diet fortified with exogenous enzyme. *J. South Pacific Agriculture*, 8 (1): 1-5
- McDonald, P. ; Edwards, R. A. ; Greenhalgh, J. F. D., 2002. *Animal Nutrition. 6th Edition. Longman, London and New York. 543 pp*

- McIntyre, K. H., 1973. Use of coconut meal and molasses as supplements to grazing for dairy cows in Fiji. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 50 (1): 17-23
- Mee, J. M. L. ; Brooks, C. C., 1973. Amino acid availability of coconut meal protein in swine. *Nutrition Reports International*, 8 (4): 261-269
- 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
- Muinga, R. W. ; Thorpe, W. ; Topps, J. H., 1993. Lactational performance of Jersey cows given Napier fodder (*Pennisetum purpureum*) with and without protein concentrates in the semi-humid tropics. *Trop. Anim. Health Prod.*, 25 (2): 118-128
- Nguyen Nhut Xuan Dung; Luu Huu Manh; Udén, P., 2002. Tropical fibre sources for pigs - digestibility, digesta retention and estimation of fibre digestibility in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 102 (1-4): 109-124
- Noblet, J. ; Perez, J. M., 1993. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical composition. *J. Anim. Sci.*, 71: 3389-3398
- O'Doherty, J. V. ; McKeon, M. P., 2000. The use of expeller copra meal in grower and finisher pig diets. *Livest. Prod. Sci.*, 67 (1-2): 55-65
- O'Doherty, J. V. ; Murphy, D. ; McGlynn, S. G., 2001. The effects of expander processing and by-product inclusion levels on performance of grower-finisher pigs. *Anim. Sci.*, 73 (3): 479-487
- Oil World, 2011. Major meals, World summary balances. *Oil World Weekly*, February 28, 2011, 54 (8): 95-104
- Oliveira, K. C. C. ; Faturi, C. ; Garcia, A. R. ; Nahúm, B. S. ; Lourenço Júnior, J. B. ; Joele, M. R. S. P., 2010. Supplemental feeding for buffaloes with agroindustry by-products on silvopastoral system in Brazilian eastern Amazon. *Revista Veterinaria*, 21 (Suppl. 1): 802-804
- 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
- Orwa, C. ; Mutua, A. ; Kindt, R. ; Jamnadass, R. ; Anthony, S., 2009. *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. World Agroforestry Centre, Kenya
- Paengkoum, P., 2011. Utilization of concentrate supplements containing varying levels of coconut meal by Thai native Anglo-Nubian goats. *Livest. Res. Rural Dev.*, 23 (2)
- Pascoal, L. A. F. ; Miranda, E. M. de; Silva, L. P. G. da; Dourado, L. R. B. ; Bezerra, A. P. A., 2006. Nutritive value of copra meal in diets for monogastric animals. *Nutritime*, 3 (1): 305-312
- Pascoal, L. A. F. ; Miranda, E. C. de; Lamenha, M. I. A. ; Watanabe, P. H. ; Miranda, C. C. de; Silva, L. da P. G. da; Araujo, D. de M., 2010. Inclusion of coconut meal in diets for growing pigs with or without enzymatic supplementation. *Rev. Bras. Saude Prod. Anim.*, 11 (1): 160-169
- Pereira, E. S. ; Pimentel, P. G. ; Duarte, L. S. ; Villarroel, A. B. S. ; Regadas Filho, J. G. L. ; Rocha Junior, J. N., 2010. Intestinal digestibility of protein of adapted forages and by-products in Brazilian Northeast by three-steps technique. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 11 (2): 403-413
- Ramos, J. A. ; Mendoza, G. D. ; Aranda, E. ; Garcia-Bojalil, C. ; Barcena, R. ; Alanis, J., 1998. Escape protein supplementation of growing steers grazing stargrass. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 70 (3): 249-256
- Ribier, D. ; Rouzière A., 1995. Artisanal processing of oil plants. *GRET*, 104 p.
- Sauvant, D. ; Perez, J. M. ; Tran, G., 2004. Tables INRA-AFZ de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage : 2<sup>ème</sup> édition. ISBN 2738011586, 306 p. INRA Editions Versailles
- Schiemann, R., 1981. Stoff- und Energieumsatz beim ausgewachsenen, vorwiegend fettbildenden Tier. In: Gebhardt, G. (ed.): *Tierernährung*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 96-106.
- Siebra, J. E. da C. ; Ludke, M. do C. M. M. ; Ludke, J. V. ; Bertol, T. M. ; Dutra Junior, W. M., 2008. Bioeconomic performance of growing-finishing pigs fed diet with coconut meal. *Rev. Bras. Zootec.*, 37 (11): 1996-2002
- Siebra, J. E. da C. ; Ludke, M. do C. M. M. ; Ludke, J. V. ; Bertol, T. M. ; Dutra Junior, W. M., 2009. Use of coconut meal in slaughter pig diets. *Rev. Bras. Saude Prod. Anim.*, 10 (3): 604-614
- Sundu, B. ; Kumar, A. ; Dingle, J., 2009. Feeding value of copra meal for broilers. *World Poult. Sci. J.*, 65 (3):481-491
- Taffin, G. de; Dollet, M. ; Louise, C. ; Mariau, D. ; Renard, J. L. ; Rouzière, A. ; Wuidart, W., 1993. *Le cocotier*. Le Technicien d'agriculture tropicale, Maisonneuve et Larose - ACCT
- Thorne, P. J. ; Wiseman, J. ; Cole, D. J. A. ; Machin, D. H., 1992. Amino acid composition and aspects of protein quality in expeller copra meals for pig feeding. *Tropical Science*, 32 (2): 145-151
- Thorne, P. J., 1992. Alternatives to imported compound feeds for growing pigs in Solomon Islands. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 69 (2): 141-144
- TIS, 2013. Copra expeller. Transport Information Service from German Marine Insurers
- TIS, 2013. Copra extraction meal. Transport Information Service from German Marine Insurers
- USDA, 2013. Downloadable data sets. Foreign Agricultural Service. PSD Online
- Woods, V. B. ; Moloney, A. P. ; Mulligan, F. J. ; Kenny, M. J. ; O'Mara, F. P., 1999. The effect of animal species (cattle or sheep) and level of intake by cattle on in vivo digestibility of concentrate ingredients. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 80 (2): 135-150
- 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
- Woods, V. B. ; Moloney, A. P. ; O'Mara, F. P., 2003. The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals. Part II: In situ ruminal degradability of crude protein. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 110 (1/4): 131-143
- Woods, V. B. ; Moloney, A. P. ; Calsamiglia, S. ; O'Mara, F. P., 2003. The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals. Part III. Small intestinal digestibility as measured by in vitro or mobile bag techniques. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 110 (1/4): 145-157

**Rédaction** : Valérie Heuzé et Gilles Tran (AFZ : Association Française de Zootechnie) - Benoît Rouillé (Institut de l'Élevage)  
**Conception** : Marie-Catherine Leclerc (Institut de l'Élevage) - **Mise en page** : Corinne Maignet (Institut de l'Élevage)  
**Sources** : AFZ et Feedipedia ([www.feedipedia.org](http://www.feedipedia.org)) - **Crédit photo** : DR - **Réf IE** : 0016 302 007 - Mai 2016