

J.M. PEREZ¹, G. BORIES²,
A. AUMAITRE³,
B. BARRIER-GUILLOT⁴,
A. DELAVEAU⁵, L. GUEGUEN⁶,
M. LARBIER⁷, D. SAUVANT⁸

¹ INRA Département Elevage et Nutrition des Animaux, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex

² INRA Laboratoire de Recherches sur les Xénobiotiques, 180 chemin de Tournefeuille, BP 3, 31931 Toulouse cedex 9

³ INRA Unité Mixte de Recherches sur le Veau et le Porc, 35590 Saint-Gilles

⁴ ITCF, Station expérimentale, 91720 Boigneville

⁵ Institut de l'Elevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12

⁶ INRA Laboratoire de Nutrition et Sécurité Alimentaire, 78352 Jouy-en-Josas cedex

⁷ INRA Station de Recherches Avicoles, BP 1, 37380 Nouzilly

⁸ INA PG Département des Sciences Animales, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris cedex 05

Courriel : perez@toulouse.inra.fr

Conséquences en élevage et pour le consommateur du remplacement des farines et des graisses animales⁽¹⁾

L'emploi des farines animales (à l'exception des farines de poissons et leurs dérivés sous certaines conditions) et de la majorité des graisses animales est désormais interdit dans l'alimentation de toutes les espèces animales

(Arrêtés des 14 novembre 2000 et 13 février 2001). Les différentes matières premières susceptibles de les remplacer n'ont pas les mêmes propriétés technologiques pour la fabrication des aliments composés ni les mêmes valeurs nutritionnelles que les farines et graisses animales. Par ailleurs, leur utilisation n'est pas sans conséquence sur l'environnement et la qualité des produits animaux. Enfin, leur traçabilité n'est pas toujours satisfaisante : des contaminations chimiques ou biologiques sont possibles, augmentant les risques sanitaires pour l'animal mais aussi pour le consommateur humain.

Résumé

Différents points d'impact des mesures de suspension des farines et graisses animales ont été identifiés. En matière de technologie des aliments, les répercussions prévisibles sont liées au retrait des graisses animales avec un risque de plus grande friabilité des granulés et des difficultés d'incorporation de quantités importantes de graisses. Au plan nutritionnel, s'il existe des solutions techniques pour remplacer les farines et les graisses animales, on peut cependant prévoir des difficultés d'utilisation de certaines matières premières (tourteau de soja à taux plus élevés, huile de palme, huiles de récupération...), des perturbations de la consommation d'aliments, voire des baisses de performances (volailles surtout) et une surexcrétion d'eau (dinde, poule pondeuse) avec ses conséquences sanitaires. L'impact sur la qualité des produits animaux provient essentiellement du remplacement des graisses animales par des matières grasses d'origine végétale le plus souvent insaturées qui peut se traduire par des défauts de présentation des carcasses et une moins bonne conservation des produits animaux plus sensibles à l'oxydation. Concernant la sécurité alimentaire pour le consommateur, on peut s'attendre à un accroissement des risques potentiels d'ordre chimique (contaminants, mycotoxines et autres substances toxiques produites par les plantes) et biologique (bactéries pathogènes) associés à l'importation de matières premières de provenances multiples, souvent mal contrôlées et dépourvues de traçabilité. Certains de ces risques sont cependant encadrés par des réglementations spécifiques de l'Union Européenne. On peut s'attendre également à des difficultés de traçabilité pour les filières fonctionnant avec des signes officiels de qualité ou des certifications, en regard de l'importation de matières premières standard et OGM non différencierées. En revanche, il n'y a pas de risques identifiés associés aux plantes OGM ayant à ce jour reçu une autorisation de commercialisation. Enfin en matière d'environnement, il faut prévoir un arrêt du recyclage (phosphates « cachés » des farines de viande et d'os) et des prélèvements accrus sur des ressources non renouvelables (phosphates minéraux), ainsi que des risques de rejets plus importants de phosphore (biodisponibilité plus faible du phosphore végétal) et d'éléments traces métalliques (absents des farines animales) provenant des phosphates minéraux.

(1) Cet article a été préparé à partir d'un rapport rédigé par les mêmes auteurs au sein d'un groupe de travail du comité d'experts spécialisé Alimentation animale de l'AFSSA suite à la saisine des ministres chargés de la Santé, de l'Agriculture et de la Consommation (31 octobre 2000) relative à « l'évaluation des risques sanitaires liés au maintien de l'utilisation des protéines animales transformées dans l'alimentation des porcs, des volailles et des poissons ».

1 / Intérêt des farines et des graisses animales en alimentation animale

Rappelons que le terme « farines animales » regroupe à la fois les farines de viande, d'os, de viande osseuse, de sang et ses dérivés (poudre de plasma), de plumes, de volailles, de corne et de sabot, ainsi que les farines de poisson et ses dérivés (hydrolysats et autolysats de poisson). En dépit de leurs différences de composition, les farines animales ont comme caractéristiques communes d'être relativement concentrées en énergie, bien pourvues en protéines et surtout riches en macro-éléments minéraux (calcium et phosphore).

Les graisses animales sont composées de graisses de fonte (suif, saindoux), de graisses issues de la transformation des farines (de viande et d'os, de volailles, de plumes et de poissons), de graisses issues de la transformation des os destinés à la production de gélatine. Les graisses animales ont une très grande valeur énergétique et possèdent des propriétés lubrifiantes recherchées sur le plan technologique pour la fabrication des aliments composés. Leur richesse en acides gras saturés a en outre un effet favorable sur la qualité (tenue, couleur, conservation) des gras des carcasses.

En 1999, dernière année pleine avant les mesures de suspension des farines et graisses animales, les quantités consommées en France (sources : SCEES, SIFCO, SNIA-SYN-COPAC) ont été de :

- 400 000 tonnes de farines de viande et d'os (FVO) dont essentiellement 300 000 tonnes dans les aliments des volailles (taux moyen d'incorporation : 3 %) et 80 000 tonnes dans les aliments des porcs (taux moyen : 1 %).

- 270 000 tonnes de graisses animales dont essentiellement 130 000 tonnes dans les aliments des volailles (taux moyen d'incorporation : 1,5 %), 80 000 tonnes dans les aliments des porcs (taux moyen : 1 %) et 60 000 tonnes dans les aliments d'allaitement (taux 15-20 %, surtout sous forme de suif).

A ces quantités, il convient d'ajouter 85 000 tonnes de farines de poisson utilisées principalement dans les aliments des poissons (63 000 tonnes, taux moyen 50 %) et dans les aliments des porcelets (17 000 tonnes, taux moyen 2 %).

De plus, les FVO contiennent une quantité importante de phosphate « caché ». Ainsi, leur utilisation représentait un recyclage de l'ordre de 100 000 tonnes d'équivalent phosphate bicalcique.

2 / Etat actuel de la réglementation en France

Les dispositions réglementaires concernant l'emploi des dérivés d'origine animale dans l'alimentation des animaux d'élevage sont résumées dans le tableau 1.

Précisons en outre que dans le cadre des signes officiels de qualité (AOC/volailles de Bresse, labels, agriculture biologique et certifications de conformité des produits, pour les volailles ; labels et agriculture biologique pour les porcs) les cahiers des charges excluaient déjà les FVO et les graisses animales.

3 / Conséquences sur la technologie de fabrication des aliments

Suite aux nouvelles dispositions réglementaires, le principal problème en terme de technologie des aliments concerne la suppression des graisses animales. Leurs propriétés lubrifiantes permettent en effet de diminuer les coûts de fabrication des aliments composés (diminution du coût énergétique, moindre usure du matériel ...). L'addition de graisse améliore en particulier le rendement des presses lors de l'agglomération des aliments, même si elle a tendance à augmenter la friabilité des granulés au-delà d'un taux d'incorporation de 4 à 5 %. L'interdiction d'utiliser des graisses animales issues de la transformation des farines et des os constitue un handicap à l'incorporation de fortes doses de matières grasses dans les aliments. En effet, leur remplacement par des huiles végétales (le plus souvent insaturées) augmente fortement la friabilité des granulés. En outre, lorsque l'on cherche à accroître l'incorporation de matières grasses par pulvérisation d'huile sur les granulés, la situation est aggravée lorsque l'aliment contient déjà des huiles insaturées. Ces inconvénients sont surtout importants dans le cas des aliments pour volailles qui peuvent renfermer 7 % et plus de graisses ajoutées. Les conséquences technologiques sont moindres pour les aliments destinés aux porcs, car ils sont en moyenne moins riches en graisses et présentés souvent en farine.

4 / Conséquences nutritionnelles pour l'animal

4.1 / Nutrition énergétique et azotée

a / Chez les volailles

Remplacement des farines animales

Parmi les farines animales, ce sont surtout des FVO qui étaient utilisées en alimentation avicole. Les farines de poisson n'entraient pratiquement plus dans les formules alimentaires des volailles, en raison de leur prix trop élevé et des répercussions éventuelles sur la qualité organoleptique des viandes et des oeufs.

Les FVO étaient incorporées aux aliments destinés aux volailles pour leur apport en protéines, en énergie, ainsi que leur richesse en minéraux de haute valeur nutritionnelle, qualitativement et quantitativement très supérieure à celle des matières premières végétales (voir paragraphe nutrition minérale).

Tableau 1. Utilisation des dérivés d'origine animale dans l'alimentation des animaux d'élevage : état actuel de la réglementation en France

	Interdits ou suspendus	Autorisés
Farines de viande, d'os, de viande osseuse, de sang	bovins : 24/07/90 bovins : 26/09/90 (sauf farines de volailles) ruminants : 20/12/94 (sauf farines de volailles) ruminants : 08/07/96 toutes espèces : 14/11/00	
Farines de plumes	ruminants : 08/07/96 toutes espèces : 14/11/00	
Farines de déchets de couvoir	ruminants : 20/12/94 toutes espèces : 14/11/00	
Ovoproducts	ruminants : 08/07/96	réautorisation toutes espèces : 14/11/00
Protéines issues du lait et des produits laitiers		toutes espèces
Farines et hydrolysats de poisson, crustacés et coquillages	ruminants : 08/07/96 toutes espèces terrestres : 14/11/00	réautorisation monogastriques (porcs et volailles) : 13/02/01
Gélatine de couenne de porc et de peau de poisson (pour enrobage)		toutes espèces : 14/11/00
Gélatine d'os	toutes espèces : 14/11/00	
Phosphate bicalcique dérivé d'os	ruminants : 24/08/01	autres espèces : 24/08/01
Graisses d'os de ruminants (production de gélatine)	toutes espèces : 14/11/00	
Graisses de toutes les farines animales (sauf farines de poisson)	toutes espèces : 14/11/00	
Graisses de farines de poisson	toutes espèces (sauf poissons) : 14/11/00	réautorisation monogastriques : 24/08/01
Huiles de poissons	ruminants : 08/07/96	autres espèces : 14/11/00
Graisse de parage de ruminants avant fente de la carcasse et avec traitement thermique obligatoire		toutes espèces : 24/08/01
Autres graisses de ruminants, graisses de volailles	toutes espèces : 14/11/00	
Cretons de viande	bovins : 26/09/90 ruminants : 20/12/94 toutes espèces : 14/11/00	
Saindoux		toutes espèces : 24/08/01

La teneur en protéines des FVO varie de 40 % (farines de viande osseuse) à 60 % (farines de viande 60 maigre), et à cet égard les tourteaux de soja (42-48 % de protéines) et le gluten de maïs (environ 60 % de protéines) peuvent leur être substitués. Les FVO ont des teneurs élevées en acides aminés (AA), mais toutefois inférieures à celles du tourteau de soja, en particulier pour les AA limitants dans l'alimentation des volailles. Ainsi, elles renferment 15 % de moins de lysine et 20 % de moins d'acides aminés soufrés par point de protéines et sont très pauvres en tryptophane (50 % de moins). Cet inconvénient est accentué par le fait que la digestibilité des acides aminés d'origine animale varie selon la nature du produit initial et les conditions de cuisson.

Le taux de matières grasses des FVO conditionne fortement leur valeur énergétique. Ainsi, la teneur en énergie métabolisable des FVO "maigres" (2500 à 2800 kcal/kg) est du même ordre de grandeur que celle du tourteau de soja, alors que celle des FVO "grasses" est plus élevée.

L'impact du retrait des produits animaux dépend du taux d'incorporation dans la formule de départ et par conséquent du type d'animal considéré et de son stade physiologique ; le taux d'incorporation des farines animales était important pour les volailles de type chair, particulièrement au démarrage en raison d'un besoin élevé en protéines, et pour les poules pondeuses en raison d'un besoin élevé en calcium.

Remplacement des graisses animales

Les graisses animales se caractérisent par une teneur élevée en acides gras saturés (de 40 à 50 %) et une faible concentration en acide linoléique (de 2 à 8 %) sauf pour les graisses de volailles (18 %). Les graisses animales ont une valeur énergétique inférieure à celle des huiles végétales, mais sont néanmoins nettement plus énergétiques que les graines oléagineuses. Ainsi, elles étaient utilisées essentiellement dans les aliments destinés aux animaux pour lesquels une concentration énergétique très élevée était recherchée (cas du poulet en finition).

La substitution des graisses animales concerne donc principalement les volailles de type chair qui reçoivent des aliments granulés de haute valeur énergétique. Ces graisses animales peuvent être remplacées par des matières grasses d'origine végétale sous forme d'huiles ou de graines traitées d'oléagineux (soja et colza principalement). Cependant, cette substitution ne peut être que partielle en raison des répercussions possibles du degré d'insaturation des matières grasses végétales sur la technologie des aliments et la qualité des carcasses.

Des graisses végétales naturellement saturées (palme, coprah) peuvent servir de matières grasses de substitution pour pallier les inconvénients des huiles végétales insaturées. La valeur nutritionnelle de ces huiles est cependant mal connue chez les volailles et nécessiterait d'être évaluée. Ces produits importés de pays tropicaux présentent en outre l'inconvénient de ne pas avoir une traçabilité satisfaisante.

b / Chez le Porc

Remplacement des farines animales

Ce sont surtout des FVO qui étaient utilisées dans l'alimentation porcine, en particulier pour leur richesse en matières minérales. Les farines de poisson n'entraient pas dans la composition des aliments du porc à l'engrais. Le taux d'incorporation des FVO était en moyenne de 1 %, et pouvait atteindre exceptionnellement 5 % dans la ration du porc en croissance ou des reproducteurs. Ce faible taux d'incorporation s'explique par des contraintes nutritionnelles en formulation (acides aminés digestibles, énergie nette, phosphore) moins favorables à l'incorporation des FVO que dans les aliments pour volailles. Sur le plan strictement nutritionnel, le remplacement des farines de viande ne pose pas de problèmes pour l'alimentation porcine notamment en terme de fourniture de protéines et d'acides aminés. Il existe des solutions techniques de remplacement faisant surtout appel aux oléo-protéagineux (tourteau de soja et pois principalement).

En fait, l'intérêt principal des FVO en alimentation porcine résidait dans leur richesse en phosphore (qui est l'élément minéral le plus coûteux des formules) et dans sa bonne biodisponibilité (voir paragraphe Nutrition minérale). Néanmoins, la tendance générale depuis plusieurs années était d'abaisser les apports alimentaires en azote et en phosphore pour réduire les rejets dans l'environnement, ce qui limitait déjà l'incorporation des FVO dans les aliments destinés aux porcins.

Remplacement des graisses animales

L'intérêt des matières grasses animales pour le porc réside dans leur très grande valeur énergétique (près de 3 fois celle du blé), permettant de complémer des aliments de faible concentration énergétique (matières premières riches en fibres ...) et d'augmenter la quantité d'énergie ingérée chez la truie en lactation.

A défaut de graisses animales, l'accroissement de valeur énergétique des aliments peut être obtenu par l'addition d'huiles végétales (soja, colza) dont la concentration énergétique est au moins égale, mais dont la richesse en acides gras insaturés est susceptible d'entraîner des problèmes de qualité des produits animaux (oxydation, gras mous ; cf § 6.1).

Les aliments pour le porcelet

Les farines de poisson constituent une source essentielle de protéines pour le porcelet (aliments premier âge et deuxième âge). Les FVO étaient occasionnellement incorporées dans l'aliment 2ème âge bien que leur faible digestibilité et leur qualité microbiologique parfois médiocre aient conduit à recommander leur exclusion de l'ensemble des aliments pour porcelet (INRA 1989). Les matières grasses animales introduites dans ces aliments étaient principalement du suif, du saindoux (en quantité très faible) et des graisses issues de la transformation des farines animales.

Il convient de distinguer deux types d'aliment en fonction de l'âge du porcelet.

L'aliment premier âge (de 2 semaines à 5 semaines d'âge) contient 22 % de protéines brutes et de 5 à 8 % de lipides ; il se substitue au lait de truie et est distribué sous forme de granulés. Il doit contenir des matières premières hautement digestibles ; c'est pour cette raison que les concentrés de protéines solubles et les farines de poisson (1 à 5 %), ainsi que les protéines de plasma déshydratées (issues des bovins et porcins) étaient utilisées. Parmi les sources de protéines végétales, seul le tourteau de soja peut être incorporé dans l'aliment du porcelet 1er âge, mais à condition de ne pas dépasser le taux de 20 % (INRA 1989), car ses protéines sont peu digestibles chez le porcelet. Le remplacement total des protéines d'origine animale par des protéines d'origine végétale apparaît donc très difficile au cours de cette période, à moins de retarder l'âge au sevrage.

L'incorporation de graisses dans l'aliment était quantitativement importante (3 à 6 %). Au moins la moitié de l'apport était constitué de graisses animales de fusion ou de cuisson de bonne qualité (peu oxydées, à bas taux d'acidité), qui facilitent la granulation et constituent une excellente source d'énergie. La substitution totale des graisses animales par des graisses d'origine végétale est possible avec les mêmes inconvénients que ceux évoqués plus haut (friabilité des granulés ...) à moins de faire appel à des huiles végétales saturées mais qui présentent des défauts en termes de traçabilité et de sécurité sanitaire (cf § 6.2).

Les aliments de deuxième âge (de 6 semaines à 10 semaines d'âge) contiennent de 19 à 20 % de protéines brutes et 3,5 à 4,5 % de lipides. Ils pouvaient être composés de plusieurs sources de protéines : des FVO, mais en quantité très limitée (1 à 2 %), moins de 1 % de farine de poisson, du tourteau de

Supprimer les farines animales de l'alimentation des porcs nécessite de supplémenter leurs rations par des phosphates minéraux prélevés sur des ressources non renouvelables.

soja, du tourteau de colza à taux réduit (1 à 2 % en raison de la présence de facteurs antinutritionnels et de constituants pariétaux), des acides aminés de synthèse (afin de réduire le taux de protéines brutes). Des graisses animales étaient ajoutées en faible quantité (1 à 2 % de graisses de cuisson). Le recours exclusif au tourteau de soja et au poïs ainsi qu'aux huiles végétales présente les mêmes inconvénients que précédemment : friabilité des granulés, faible digestibilité, et nécessité d'ajouter du phosphate minéral et du carbonate de calcium dans la ration.

c / Chez les ruminants et préruminants

Les graisses animales étaient très peu utilisées dans l'alimentation des bovins, ovins et caprins adultes. Leur emploi se limitait principalement à certaines capsules d'enrobage des vitamines. Actuellement, les enrobages sont réalisés à l'aide de gélatines issues soit du porc, soit de la peau de poisson.

En revanche, des quantités importantes de graisses animales étaient incorporées dans les aliments d'allaitement pour les veaux, les agneaux et les chevreaux préruminants. Mais, seuls les suifs de « 1^{er} jus » (40 000 t) ou raffinés (18 000 t) et le saindoux (en quantité très faible, estimée à 100 t) étaient utilisés pour le réengraissement des lactoemplacateurs. Ils peuvent être remplacés par des huiles de colza hydrogénées, des huiles de palme et de coprah.

d / Chez le Lapin

Les farines animales étaient marginalement utilisées car elles présentent peu d'intérêt nutritionnel pour le lapin qui a des besoins élevés en fibres végétales pour assurer un fonctionnement digestif normal. Depuis 1998, le développement de l'entérocolite épidézootique entraîne un accroissement des contraintes en matière de teneur minimale en fibres des rations et diminue encore davantage l'intérêt de l'utilisation des farines animales.

En revanche, les graisses étaient couramment utilisées (de 0,5 à 1,5 % de graisses animales ou végétales) pour accroître la concentration énergétique et, par suite, l'efficacité des aliments riches en fibres, en particulier chez le lapin en croissance intensive. Elles étaient également introduites dans les aliments des reproductrices en raison de leur effet positif immédiat sur la production laitière, même si les effets sur la longévité des lapines seraient plutôt défavorables. Les graisses animales ne sont pas strictement indispensables et peuvent être facilement remplacées par des huiles végétales. L'apport de graisses est d'ailleurs souvent réalisé par l'incorporation de graines entières oléagineuses (soja, colza, tournesol) qui présentent l'avantage d'apporter à la fois des fibres et des lipides.

Le lapereau ne reçoit pas de lactoemplacateurs et n'est donc pas soumis aux problèmes de substitution des graisses animales.

e / Chez les équins

Les farines animales n'étaient pas utilisées dans l'alimentation du cheval de sport, mais seulement incorporées marginalement en élevage du cheval de boucherie. Des graisses n'étaient incorporées que dans des aliments très particuliers (aliment d'effort pour la compétition) et étaient le plus souvent d'origine végétale.

f / Chez les poissons

Les poissons et les animaux aquatiques ont un besoin élevé en protéines et en acides gras polyinsaturés de la série $\omega 3$. Les farines animales issues d'animaux terrestres présentent les inconvénients d'être trop riches en minéraux, déséquilibrées en acides aminés et à teneur élevée en lipides saturés ; elles étaient de fait peu utilisées. De plus, dès 1996, les fabricants français d'aliments pour poissons se sont volontairement engagés à ne plus utiliser les FVO dans les aliments piscicoles, alors que ces pratiques restent admises outre-Atlantique et en Asie. Les pays de l'Union Européenne, en dehors de la France, ont pu continuer à utiliser des farines de viande après 1996.

Les graisses d'animaux d'origine terrestre ne sont pas en adéquation avec les besoins en acides gras des poissons et des animaux aquatiques, et l'huile de poisson constitue la source principale d'acides gras polyinsaturés de la série $\omega 3$.

Le rapport « Alimentation animale et sécurité sanitaire des aliments » (Afssa 2000, p. 146) indique des risques potentiels d'origine microbiologique et toxicologique pour les farines de poisson. Des saisines de l'Afssa sont en cours d'instruction sur le traitement des farines de poisson contaminées par les salmonelles et sur la contamination des poissons par des dioxines et des polychlorobiphényles (PCB).

Dès lors que les farines et huiles de poisson ne sont pas interdites dans l'alimentation des poissons, la question de l'utilisation des farines et graisses animales provenant d'animaux terrestres ne se pose pas.

4.2 / Nutrition minérale

Les FVO sont particulièrement riches en calcium et en phosphore qui se trouvent principalement sous la forme d'hydroxyapatite et ont une bonne biodisponibilité. Rapportées à la matière sèche, leurs teneurs en calcium et phosphore varient respectivement de 5 à 12 % et de 2,5 à 6 % en fonction de la proportion d'os et en fonction inverse du taux protéique (de 45 à 70 %). Les teneurs en calcium et phosphore ont eu tendance à augmenter suite à l'arrêté du 10 novembre 1996, la quantité de parties molles entrant dans la fabrication des FVO ayant diminué. Les FVO contiennent aussi du sodium (0,6 à 0,9 %), du potassium (0,4 à 0,6 %), du magnésium (0,15 à 0,20 %) et des quantités non négligeables de fer (400 à

500 ppm) et de zinc (80 à 120 ppm). La farine de viande dite osseuse et la farine d'os sont très riches en calcium (respectivement 14 et 17 %) et en phosphore (resp. 6,5 et 8 %).

Le remplacement total du phosphore des FVO par des phosphates minéraux et du phosphore d'origine végétale, et celui du calcium par du carbonate et des phosphates de calcium sont possibles du point de vue nutritionnel. Néanmoins chez les monogastriques, notamment chez les volailles, la biodisponibilité du phosphore des graines oléo-protéagineuses est plus faible que celle du phosphore des FVO, du fait de la présence dans les graines de phytates seulement hydrolysables par des phytases, enzymes absentes chez les monogastriques. Il est cependant possible d'améliorer la biodisponibilité du phosphore végétal par l'addition de phytases microbienues.

Environ 225 000 tonnes de phosphates minéraux sont annuellement utilisés en France en alimentation animale. Il s'agit principalement de phosphates bicalciques hydratés (130 000 tonnes dont 30 000 tonnes de phosphate précipité d'os), de phosphates monobicalciques (50 000 tonnes), de phosphates monocalciques (30 000 tonnes) et de divers phosphates mixtes dont un phosphate de calcium, magnésium et sodium.

L'augmentation de la demande en phosphates, compte tenu du phosphore apporté par les sources protéiques de substitution, serait de l'ordre de 70 000 tonnes d'équivalent phosphate bicalcique par an (phosphate bicalcique précipité d'os exclu).

5 / Conséquences zootechniques et sanitaires en élevage

Le retrait des produits animaux de l'alimentation animale est encore trop récent pour pouvoir juger pleinement de ses conséquences sur les élevages. Des observations de terrain commencent à être rapportées notamment en aviculture (Bouvarel et Aubert 2001), mais qui demanderaient toutefois à être vérifiées. Elles figurent à titre indicatif dans la mesure où elles corroborent les hypothèses avancées sur des bases scientifiques. Il apparaît raisonnable d'envisager des changements concernant :

- les caractéristiques physiques des aliments (friabilité et dureté des granulés, couleur ...), susceptibles de modifier leur appétence et par conséquent le comportement alimentaire des animaux. Depuis la suspension des farines et des graisses animales il a été rapporté par les opérateurs (conseil scientifique de l'ITAVI du 16 janvier 2001) une diminution des performances zootechniques des dindes nourries avec des aliments sans produits animaux ;

- la consommation d'eau (augmentée chez les volailles), notamment du fait de l'introduction massive du tourteau de soja (jusqu'à

50 % chez le dindonneau) entraînant un apport excessif en potassium et conséquemment une surexcrétion d'eau. Il peut en résulter l'apparition de fientes plus liquides (poules pondeuses) et une dégradation des litières pour les animaux élevés au sol, avec toutes les conséquences zootechniques ou sanitaires qui pourraient en découler (conditions d'ambiance du bâtiment, développement d'organismes pathogènes, problèmes locomoteurs ...);

- l'équilibre nutritionnel de l'aliment avec pour conséquences un changement de la flore digestive et un risque augmenté d'affections digestives de type diarrhéique au moins transitoire. L'observation d'une utilisation accrue d'oxyde de zinc ou de sulfate de cuivre en production porcine doit cependant être interprétée avec prudence car elle est concomitante de l'exclusion récente de quatre antibiotiques (bacitracine, spiramycine, tylosine, virginiamycine) et de deux facteurs de croissance (carbadox et olaquindox).

6 / Conséquences pour le consommateur

6.1 / Qualité des produits animaux

Toutes les espèces de mammifères après le sevrage, ainsi que les volailles, reçoivent des régimes alimentaires contenant une proportion modérée (<10 %) de matières grasses constitutives des matières premières ou ajoutées. Cependant, les animaux monogastriques et les ruminants diffèrent par un ensemble de mécanismes physiologiques, particulièrement au plan métabolique, de sorte que l'impact du retrait des matières grasses animales d'origine terrestre aura des conséquences différentes chez ces deux catégories d'animaux.

a / Les animaux monogastriques

Les porcs et les volailles, mais également les lapins et les équins, assimilent les matières grasses sans modification majeure des proportions des différents acides gras présents dans l'aliment. Les matières grasses alimentaires ont donc une influence très forte sur la composition en acides gras des réserves adipeuses et des produits (œufs ...). Cet aspect est particulièrement important à prendre en considération dans la filière porcine pour la charcuterie sèche qui est très sensible à la qualité des graisses ajoutées.

La complémentation de la ration des monogastriques avec des matières grasses d'origine animale contribuait à l'obtention de gras de dépôt des carcasses de bonne qualité, c'est-à-dire relativement durs à la température ambiante, de couleur plus blanche et moins sensibles au rancissement. En l'absence de matières grasses animales, on peut penser que les principales matières premières utilisables en remplacement seront essentiellement des produits du palmier (palme, palmiste, coprah) riches en acides gras saturés. L'emploi de matières grasses végétales riches

en acides gras essentiels polyinsaturés présente les inconvénients déjà signalés en terme de qualité des gras de dépôt (oxydation, carcasses huileuses). En cas d'apport massif de graisses insaturées dans l'alimentation des monogastriques, il conviendra d'être vigilant sur les éventuelles répercussions sur la conservation des viandes. Afin d'éviter l'oxydation des acides gras de surface, qui confèrent un mauvais goût à la viande, il sera nécessaire d'ajouter davantage d'antioxydants dans la ration.

En revanche, une teneur élevée en ces lipides insaturés dans les produits d'origine animale est plutôt considérée comme favorable du point de vue nutritionnel pour l'Homme.

b / Les animaux ruminants

Les ruminants présentent la particularité digestive de posséder un vaste réservoir, le rumen, dans lequel les aliments ingérés fermentent en milieu fortement réducteur. Les acides gras insaturés qui constituent la majorité des acides gras naturellement présents dans les fourrages ou apportés par les concentrés alimentaires, subissent une hydrogénéation intense et sont transformés en un mélange d'acides gras dans lequel les acides saturés à 16 et 18 atomes de carbone dominent largement. Les acides gras absorbés et fixés par le ruminant sont donc très saturés, quelle que soit la source alimentaire de lipides, et procurent une graisse translucide et dure. Dès lors, la suppression de l'apport de matières grasses relativement saturées d'origine animale n'a que peu d'incidence sur la composition en acides gras majeurs des matières grasses du lait et des carcasses ; seules les teneurs en acides gras mineurs (*trans*, conjugués, polyinsaturés ...) sont modifiées par l'emploi d'huiles végétales. Toutefois, l'apport supplémentaire d'huiles insaturées ne doit pas excéder 2-3 % environ de la matière sèche ingérée sous peine d'entraîner des perturbations néfastes des fermentations dans le rumen.

6.2 / Sécurité alimentaire

Le remplacement des farines et graisses animales par des matières premières (oléoprotéagineux, matières grasses, matières minérales) d'origine métropolitaine ou plus largement européennes, ne pose pas davantage de problèmes que ceux auxquels l'approvisionnement actuel est confronté du fait de l'application d'un ensemble de dispositions réglementaires et de contrôles. Il en va différemment des matières premières importées en Europe, dont les conditions de production, de récolte, de conservation et de transport ne sont pas forcément soumises à des exigences et des contrôles aussi rigoureux et qui, dès lors, sont susceptibles de présenter des risques chimiques et biologiques potentiels. Le rapport « Alimentation animale et sécurité sanitaire des aliments » (Afssa 2000) identifie les risques mycotoxiques à différents niveaux de la chaîne alimentaire animale (développement au champ ou lors de la conservation).

a / Risques chimiques

Les importations de graisses végétales (huiles de palme, de coprah) en provenance de pays en voie de développement s'appuient sur des productions industrielles, mais également sur des collectes locales très dispersées de faibles quantités, ne pouvant offrir ni une traçabilité satisfaisante, ni des garanties en terme de qualité sanitaire. Une fois entrés sur le territoire européen, ces produits d'importation sont mélangés avec d'autres huiles (afin d'obtenir un mélange fluide à température ordinaire) dans des conditions qui paraissent insuffisamment contrôlées (non agrément des opérateurs). On peut s'attendre également à une utilisation accrue d'huiles alimentaires recyclées (huiles de friture ...) actuellement autorisées en France et en Europe, mais dont les normes qualitatives et les conditions de traçabilité ne sont pas encore définitivement établies (réglementation européenne en cours).

Par ailleurs, l'augmentation de la demande en phosphates peut favoriser l'introduction de phosphates de mauvaise biodisponibilité (comme certains phosphates naturels ou le phosphate alumino-ferro-calcique) ou de phosphates contenant des éléments indésirables (fluor, cadmium, arsenic), dont les teneurs maximales autorisées sont cependant fixées par la directive 1999/29/CE du Conseil du 22 avril 1999 (transcrite en droit français par l'arrêté du 12 janvier 2001) et auxquelles ils devront se conformer. D'un point de vue plus général, cette directive fixe les tolérances en matière de contaminants dans les matières premières destinées à l'alimentation animale. Celles-ci s'appliquent évidemment aux nouvelles sources d'approvisionnement, ce qui constitue une garantie ultime dans la mesure où des contrôles rigoureux pourront être opérés.

b / Risques biologiques

Le rapport de l'AFSSA (*op. cit.*) identifie les risques liés à des contaminations bactériennes des aliments pouvant avoir des conséquences pour la santé animale (Salmonelles, Listeria) mais également pour l'Homme consommateur des denrées animales contaminées.

Le retrait des farines animales contribuera à accroître la dépendance de la France en terme d'approvisionnement en protéines végétales (essentiellement le soja et, dans une moindre mesure, le colza et le gluten de maïs) et pose le problème de l'apport de produits issus de plantes génétiquement modifiées dans l'alimentation animale et humaine.

Les quantités supplémentaires de tourteau de soja nécessaires au remplacement des farines de viande s'élèvent pour la France entre 400 000 et 700 000 tonnes selon les différentes estimations (CEREOPA 2000, SNIA-SYNCOPAC Comm. Pers. 2001). Actuellement 95 % de l'approvisionnement de l'Europe provient du Brésil, de l'Argentine et des Etats-Unis. Seul le soja génétiquement modifié tolé-

Remplacer les graisses animales par des graisses végétales insaturées est plutôt favorable au plan nutritionnel pour le consommateur de viandes de porc et de volailles, mais rend ces viandes plus sensibles au rancissement.

Certains produits végétaux utilisés pour remplacer les farines ou les graisses animales proviennent de pays qui n'offrent pas toujours des garanties de qualité sanitaire et une traçabilité suffisantes.

rant au glyphosate est autorisé à l'importation en Europe (y compris en France) en vue d'une transformation industrielle pour l'alimentation humaine et animale (décision de la Commission européenne du 3 avril 1996). Aux Etats-Unis, trois sojas génétiquement modifiés sont autorisés (dont celui résistant au glyphosate) et on estime à 45 % de la récolte (pourcentage en augmentation constante chaque année) la surface plantée en OGM dans ce pays. On considère qu'en l'an 2000 la quasi-totalité (95 %) du soja cultivé en Argentine était issu de plantes OGM en vue de la lutte contre le *Datura ferox*. La situation au Brésil est beaucoup moins claire car ce pays n'a pas officiellement autorisé la culture de soja OGM. Toutefois l'étendue de l'offre brésilienne en produits (tourteaux surtout) sans OGM laisse planer un doute sur le respect absolu de la législation dans ce pays.

Pour les autres sources de protéines végétales de substitution, il existe des lignées génétiquement modifiées de colza (sept au Canada et aux Etats-Unis dont une autorisée à l'importation en Europe et en France) et de maïs (trois autorisées à l'importation et à la culture en Europe, et une quatrième à la seule importation), susceptibles de fournir des co-produits (gluten de maïs, corn gluten feed).

Sur le plan de l'évaluation des risques pour le consommateur humain des produits dérivés de ces plantes, les OGM sont soumis à une procédure d'autorisation de mise sur le marché au niveau national et européen. Des procédures analogues existent dans les pays exportateurs, souvent calquées sur les exigences de la FDA américaine. Elles consistent dans l'expertise indépendante des données fournies par le pétitionnaire sur la base d'exigences minimales. S'il n'existe pas encore de Directive européenne dite «novel feeds» qui couvre spécifiquement l'évaluation des risques pour l'animal d'élevage et le consommateur des denrées animales, cet aspect important a été pris en compte dans l'évaluation globale des plantes actuellement autorisées. Les données relatives à l'équivalence en substance (analogie de composition globale), le transfert de gènes marqueurs de résistance aux antibiotiques aux bactéries animales, la genèse de substances toxiques par les plantes (et la conséquence éventuelle au travers de l'animal) et l'allergénicité des protéines issues des gènes d'intérêt additionnels, sont scrupuleusement vérifiées avant de délivrer une autorisation de dissémination aux Etats-Unis et en Europe. A l'heure actuelle, l'approche standard d'évaluation des risques utilisée pour s'assurer de l'innocuité des composants alimentaires, appliquée au cas par cas aux OGM soumis au processus d'homologation, n'a révélé aucun risque appréciable pour l'animal d'élevage et le consommateur des produits (OCDE 2000, Comité scientifique des Plantes de la Commission Européenne 2000, AFSSA 2001, Aumaître 2002).

Indépendamment, plusieurs études comparant des variétés habituellement cultivées de soja (Hammond *et al* 1996), de maïs et de betterave (Flachowsky *et al* 2000) et leurs équivalents génétiquement modifiés (gène de

résistance à un herbicide ou gène de toxine Bt) ont montré l'absence de différence significative sur les performances zootechniques des poulets, des porcs, des ruminants et des poissons. Aucun transfert de fragments d'ADN étranger introduit dans les plantes n'a été mis en évidence dans les produits (tissus, lait, œufs) provenant d'animaux recevant des aliments contenant des plantes OGM.

En ce qui concerne les filières de production animale labellisées ou spécifiques, mettant en avant l'exclusion de toute utilisation d'OGM, des problèmes difficiles de traçabilité resteront à résoudre quant aux produits importés, au moins jusqu'à la mise en place de filières de production, de collecte et de transport parfaitement identifiées et sécurisées.

7 / Conséquences environnementales

7.1 / Déjections animales

Une augmentation de la consommation d'eau est observée chez les volailles à cycle long (poules pondeuses, dindes) nourries avec des aliments sans farines animales avec pour conséquences des fientes plus molles. Dans le cas des poules pondeuses, la surrexcrétion d'eau a une incidence directe sur le préséchage des fientes (durée et conditions de stockage, qualité du produit final). Dans le cas des animaux élevés sur paille, la moindre consistance des fientes aboutit à une litière humide, siège d'abondantes fermentations avec des dégagements importants d'ammoniac. Ces observations - si elles se confirmaient - iraient à l'encontre des textes européens visant la maîtrise des émissions d'ammoniac (Protocole de Göteborg, signé en décembre 1999) qui prévoient d'ici 2010 une réduction des émissions françaises d'ammoniac de 4 % par rapport à 1990.

7.2 / Rejets d'éléments minéraux

Le remplacement des FVO riches en phosphore hautement disponible par des végétaux moins riches en phosphore de plus faible biodisponibilité, rend nécessaire l'ajout d'un complément de phosphore minéral. Cela revient à remplacer une fraction importante des 100 000 tonnes annuelles d'équivalent phosphate bicalcique préalablement recyclées, et maintenant éliminées avec les FVO, par du phosphate minéral provenant de gisements non renouvelables extérieurs à l'Union européenne (surtout Maroc, Tunisie).

L'ajout direct de phosphore minéral, et particulièrement des phosphates mono et bicalcique à forte biodisponibilité, permet un ajustement plus précis de l'apport aux besoins, et contribue à diminuer les rejets de phosphore dans les déjections. Toutefois, la fraction faiblement disponible du phosphore phytique apporté par les végétaux utilisés en substitution des FVO constitue une source de pollution importante de l'environnement lors de l'épandage des lisiers. Le recours aux phytases microbiennes actuellement disponibles,

voire dans l'avenir à des plantes génétiquement modifiées à teneur réduite en P phytique (ex. du maïs : Spencer *et al* 2000), devrait permettre de limiter cette incidence négative.

A ces risques de pollution de l'environnement concernant le phosphore, en partie compensés par la possibilité d'un meilleur ajustement des apports en phosphore et l'utilisation de phytases, viennent s'ajouter des risques de rejets plus importants d'éléments traces métalliques (absents des farines animales) provenant des phosphates minéraux.

Conclusion

Il est probable que les mesures de suspension des farines et des graisses animales dans l'alimentation des animaux de rente auront un impact technique, organisationnel et économique important sur les productions animales, notamment en terme d'approvisionnement en matières premières et de formulation des aliments (composition et coût). Les répercussions de ces mesures sont multiples, immédiates pour certaines, transitoires pour d'autres, et il y aura également des effets induits différés.

Un suivi de la situation à partir d'informations précises en provenance du terrain, mais également de contrôles opérés essentiellement sur les produits importés (matières premières et co-produits) en vue de garantir la sécurité de la chaîne alimentaire.

taire, devrait permettre d'évaluer plus précisément, dans un délai relativement court, l'impact réel de ces mesures de suspension dans les différents champs identifiés, à l'exception de l'appréciation des répercussions environnementales éventuelles qui requerra un délai plus important.

Les conséquences de nature économique et éthique n'ont pas été traitées dans le cadre de cette étude. Cette dimension ne saurait cependant être occultée dans la mesure où une réorganisation des approvisionnements qualitatifs et quantitatifs en matières premières de substitution, à l'échelle nationale et aussi européenne, devrait s'accompagner de répercussions importantes chez les pays fournisseurs, notamment les pays en voie de développement. La demande accrue en certaines matières premières peut avoir des répercussions négatives en termes de concurrence avec les cultures vivrières locales, de prélèvement sur les ressources non renouvelables et d'impact sur des conditions environnementales fragiles.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier M. Dochez (SYNCOPAC), C. Dunoyer (SNIA), M.H. Loulergue (AFSSA), S. Kaushik (INRA), G. Le Pottier (CIDEF), C. Thomas (DGCCRF), M. Trémolières (Trouw Nutrition) et S. Valentin (AFSSA) pour leur aide dans la réalisation de cette étude.

Références

- AFSSA, 2000. Rapport « Alimentation animale et sécurité sanitaire des aliments », juillet 2000, 258 p.
- AFSSA, 2001. Les risques sanitaires liés aux différents usages des farines et graisses d'origine animale et aux conditions de leur traitement et de leur utilisation, avril 2001, 98 p. + annexes
- Aumaitre A., 2002. Les aliments issus de plantes génétiquement modifiées : équivalence, efficacité et sécurité chez les animaux de ferme. INRA Prod. Anim, 15, 97-108.
- Bouvarel I., Aubert C., 2001. Le point sur les formules végétales. Sciences et Techniques avicoles, n° 37 (octobre 2001), 6 p.
- CEREOPA, 2000. Evaluation des conséquences de l'arrêt des incorporations de produits d'origine animale dans les formules d'aliments composés. <http://www.feedbase.com>
- Comité Scientifique des Plantes (DG SANCO, CE), 2000. <http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scp/outcome-en.html>
- Flachowsky G., Aulrich K., Böhme M., Daenicke R., 2000. GMO in animal nutrition : results of experiments in our Institute. Proceedings of the 6th International Feed Production Conference, Piacenza, 27-28 november.
- Hammond B.G., Vicini J.L., Hartnell G.F., Naylor M.W., Knight C.D., Robinson E.H., Fuchs R.L., Padgette S.R., 1996. The feeding value of soybeans fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. J. Nutr., 126, 717-727.
- INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. 2^{ème} édition. INRA Editions, Paris, 282 p.
- OCDE, 2000. GM Food Safety, Facts, Uncertainties and Assessment. OCDE Conference on the scientific and health aspects of genetically modified foods. Edinburgh, 28 february-1st march.
- Spencer J.D., Allee G.L., Sauber T.E., 2000. Phosphorus bioavailability and digestibility of normal and genetically modified low-phytate corn for pigs. J. Anim. Sci., 78, 675-681.

Abstract

Consequences of the replacement of meat and bone meals and fats of animal origin on farm animals and for human consumers.

Different consequences of the suspension of the use of meat and bone meals and fats of animal origin have been identified. In terms of food technology, the predictable implications are related to the withdrawal of animal fats with a risk of greater brittleness of the pellet

and difficulty of incorporating large amounts of fats. From the nutritional point of view, even though technical solutions exist for the substitution of meat and bone meals and fats of animal origin, one must expect difficulties in the use of some raw materials (soybean meal at high level, palm oil, recycled oils ...), altered consumption of the feeds, a possible decrease in performance (in particular with poultry) and an over-excretion of water (tur-

keys, laying hens) with sanitary consequences. The impact on the quality of the animal products comes essentially from the replacement of animal fats by vegetable oils which are the most often unsaturated and may cause faulty presentation of the carcasses and a poorer conservation, since the products are more sensitive to oxidation. For the consumer and in terms of food safety point, there may be higher potential chemical (contaminants, mycotoxins and other toxic substances produced by plants) and biological (pathogenic bacteria) risks associated with importing raw materials from different origins which are often poorly inspected and are not traceable. Some of these risks are covered by specific regulations of the European Union. There may also be traceability difficulties for those sectors which use official signs of quality or certifications, concerning the importing of non-differentiated raw

materials (standard or GMO). There are not, however, identified risks associated with the GMO that have currently been authorised for commercialisation. Finally, concerning the environment, recycling must be stopped ('hidden phosphates' in meat and bone meal) and there must be an increased sampling of the non-renewable resources (mineral phosphates). In addition, there may be an increased rejection of phosphorus (lower bioavailability of plant phosphorus) and traces of metals (not present in meat meals) which come from mineral phosphates.

PEREZ J.M., BORIES G., AUMAITRE A., BARRIER-GUILLOT B., DELAVEAU A., GUEGUEN L., LARBIER M., SAUVANT D., 2002. Conséquences en élevage et pour le consommateur du remplacement des farines et des graisses animales. INRA Prod. Anim., 15, 87-96.