



Le point sur les formules végétales

BOUVAREL Isabelle ⁽¹⁾ et AUBERT Claude ⁽²⁾

(1) ITAVI – 28 rue du Rocher – 75008 PARIS

(2) ITAVI – Zoopôle Beaucemaine – BP 37 - 22440 PLOUFRAGAN

RESUME

L'interdiction des produits animaux dans l'alimentation des monogastriques le 14 novembre 2000 a modifié considérablement la formulation des aliments destinés aux volailles de type standard. Les conséquences possibles sont multiples : augmentation du coût de l'aliment, baisses de consommation, dégradation de la litière, détérioration de la présentation des carcasses et augmentation des rejets dans l'environnement. Les modifications engendrées par une utilisation plus importante de matières premières végétales sont ainsi passées en revue.

SUMMARY

The 14th November 2000 suspension of animal product utilisation in monogastric feeds greatly affected poultry feed formulation. Possible effects of this suspension are numerous : increase of poultry feed prices, decrease of feed consumption, litter degradation, damage on carcass appearance, increase of environmental pollution. This article inspects the modifications generated by a higher use of vegetal ingredients in poultry feeds.

L'interdiction des produits animaux en alimentation animale, déjà en vigueur pour les Ruminants, a été étendue aux autres espèces, et notamment pour la volaille, le 14 novembre 2000. Cette suspension concerne uniquement les productions standard car les matières premières d'origine animale étaient déjà interdites pour les productions biologique et sous label, et généralement proscrites pour les productions certifiées.

Cette interdiction a des conséquences sur l'emploi des matières premières, qui engendrent une augmentation du coût de l'aliment, mais également souvent une dégradation des performances zootechniques, surtout chez les volailles à cycle long, une modification de la qualité des produits et des rejets plus importants dans l'environnement.

En effet, bien qu'aujourd'hui nous ne disposons pas de données chiffrées, il est observé par les opéra-

teurs que les volailles, et notamment la dinde, le canard et la pintade, nourries avec des aliments sans produits animaux, présentent des performances zootechniques inférieures, dues à des baisses de la consommation alimentaire et de l'efficacité alimentaire, qui engendrent un poids à l'abattage insuffisant et un indice de consommation plus élevé. Il est observé également une augmentation de la consommation en eau, avec pour conséquence une moindre tenue de la litière pour les animaux élevés au sol. La qualité des carcasses est sensiblement détériorée par l'emploi plus important de matières grasses désaturées.

1. Le contexte réglementaire

La suspension de l'emploi des farines et des graisses animales pour toute espèce a été décidée le

14 novembre 2000 en France, puis étendue au niveau de l'Union Européenne (sauf pour les graisses). Compte-tenu de ces nouvelles dispositions réglementaires, les dérivés d'origine animale qui restent à ce jour autorisés en alimentation avicole en France, sont les suivants (Tableau 1) :

- les protéines laitières et les ovo-produits ;
- les farines, hydrolysats et huiles de poissons ;
- le phosphate bicalcique dérivé d'os ;
- les graisses de fondoir (suif, saindoux, graisses de volaille).

2. Quels étaient les intérêts nutritionnels des co-produits animaux ?

Pour les aliments destinés à la volaille, les co-produits animaux les plus employés étaient les farines de viande et les graisses (bovozol, ski-

Tableau 1 : *Dérivés d'origine animale en alimentation des volailles - Etat de la réglementation actuelle en France*

Dérivés animaux	Suspendus	Autorisés
Protéines animales, dont volailles	14/11/00 à l'exception de :	Lait, protéines laitières, ovoproduits, protéines de poissons
Protéines de sang	14/11/00	
Farines de poissons		13/02/01
Hydrolysats de poissons		13/02/01
Farines de déchets de couvoirs ¹	14/11/00	
Gélatine d'os	14/11/00	
Gélatine de couenne de porc et de peaux de poissons		14/11/00 (enrobage)
Phosphate bicalcique dérivés d'os		
Farines de plumes	14/11/00	
Graisses d'os (filère gélatine)	14/11/00	
Graisses de cuisson (filère farine)	14/11/00	
Cretons de viande	14/11/00	
Graisses de fondoirs		
Huiles de poissons		14/11/00
Graisses de cuisson de volailles	14/11/00	
Suifs et saindoux		

¹ Œufs non fécondés, œufs avec mortalité embryonnaire, poussins morts, coquilles d'œufs (D'après Afssa, 2001)

nol, graisses à 15 % d'acidité). Les taux d'incorporation maximum étaient de l'ordre de 7 % pour les farines de viande et de 3-4 % pour les graisses. D'après l'enquête du SCEES, les taux d'incorporation des farines de viande étaient en 1997 de l'ordre de 4,0 % et des graisses de 1,9 %.

Les farines de viande ou concentrés de protéines carnés (CPC), possédaient une teneur en matière azotée voisine de celle du tourteau de soja et avaient pour atout leur richesse en matières minérales (phosphore, calcium).

Plusieurs catégories distinctes étaient rencontrées selon leur taux de matière azotée, compris généralement entre 50 % et 60 %. Il existaient également des qualités "grasses" ou "dégraissées" selon leur teneur en graisse. A noter que depuis 1996, l'exclusion des cadavres d'animaux et matériaux à risque avait conduit à une baisse des teneurs en protéines des produits disponibles sur le marché, en relation avec une augmentation conjointe de la teneur en matières minérales (calcium, phosphore). Les farines "50 grasse" constituaient une part importante des disponibilités en France.

Les farines de viande offraient des apports en acides aminés plus faibles que le tourteau de soja, avec 10 % de moins de lysine et 20 % de moins d'acides aminés soufrés par point de protéines. De plus, elles étaient très pauvres en tryptophane

(- 50 %). Cet inconvénient était accentué par le fait que la digestibilité des acides aminés était généralement plus faible et variait selon les conditions de cuisson et la nature du produit initial.

En revanche, la teneur en phosphore des farines animales était 30 fois plus importante que celle du tourteau de soja et sa disponibilité était de l'ordre de 80 % contre 20-30 % pour le soja.

L'incorporation de cette matière première s'expliquait par le coût attractif du phosphore, comme celui de l'énergie et des protéines apportées.

Néanmoins, la présence d'une fraction importante de minéraux limitait le seuil d'utilisation des farines de viande pour les volailles. Au-delà de 10% de taux d'incorporation, il existe une diminution des performances chez les animaux en croissance et l'on observe une diminution de la digestibilité des graisses et des protéines qui conduit à une réduction de la valeur énergétique (Lessire *et al.*, 1985).

Concernant **les corps gras animaux**, les "graisses animales" constituaient le principal produit disponible sur le marché et utilisé en alimentation animale, essentiellement pour augmenter le niveau énergétique des formules. Aujourd'hui, les graisses de fondoir (suif, saindoux, graisses de volaille) restent encore autorisées, mais leur prix

élevé limite leur utilisation.

Outre leur intérêt nutritionnel, les graisses constituent un facteur favorable pour la fabrication d'aliments composés. La production de granulés bénéficie de leurs propriétés liantes/lubrifiantes (Melcion, 1995). L'utilisation de graisses quelque soit leur origine, animale ou végétale, améliore le rendement des presses, mais diminue la dureté des granulés et en augmente la friabilité.

3. Par quoi sont remplacés les co-produits animaux ?

Le retrait des produits animaux des formules modifie l'emploi des matières premières. En effet, le soja, sous forme de tourteau et de graine, est beaucoup plus utilisé, ainsi que les huiles végétales et le phosphore minéral. Pour la dinde, le soja peut potentiellement être incorporé à hauteur de 50 % dans l'aliment ! D'autres matières premières protéiques, telles que le pois, le colza, le tournesol et le gluten de maïs, peuvent voir leur taux d'incorporation accru. Ces produits possèdent des caractéristiques variables qui conditionnent fortement leur possibilité d'incorporation (Tableau 2).

■ 3.1. Fraction protéique

3.1.1. Les protéagineux

La féverole bénéficie d'une valeur énergétique et protéique satisfaisante. Ses protéines sont riches en lysine mais assez pauvres en acides aminés soufrés et en tryptophane.

Le lupin doux est riche en protéines mais son profil en acides aminés est médiocre, relativement déficient en lysine, méthionine et tryptophane.

Ces matières premières sont toutefois peu disponibles sur le marché.

Les disponibilités en pois sont plus abondantes en France. Cette matière première a une teneur en protéines inférieure à celle de la féverole. Ses protéines sont assez déficientes en acides aminés soufrés et en tryptophane mais assurent un apport intéressant en lysine.

3.1.2. Les graines oléagineuses

Les graines oléagineuses ont une valeur énergétique élevée, particu-

Tableau 2 : *Comparaison des principales caractéristiques des oléoprotéagineux et farines animales (sur sec) (d'après LARBIER et LECLERCQ, 1991)*

	Energie métabolisable (kcal/kg)	Protéines brutes (%)	Lysine (%)	Méthionine + cystine (%)	Calcium (%)	Phosphore disponible (%)	Potassium (%)
Protéagineux, graines oléagineuses et tourteaux							
Féverole	2600	29,1	1,83	0,58	0,13	0,17	1,38
Lupin doux	2700	40,0	1,93	0,92	0,21	0,009	1,03
Pois	2750	23,6	1,69	0,64	0,09	0,16	1,28
Graine de soja	3820	41,6	2,64	1,29	0,28	0,12	1,68
Tourteau de soja 50	2670	54,5	3,47	1,63	0,31	0,11	2,50
Graine de colza	4460	21,7	1,21	1,07	0,33	0,11	0,75
Tourteau de colza	1875	38,6	2,20	1,81	0,84	0,25	1,40
Tourteau de tournesol	1600	33,5	1,22	1,43	0,39	0,17	1,22
Gluten maïs	4010	68,5	1,11	3,23	0,02	0,13	0,03
Farines animales							
Farine de viande (60M)	2690	64,5	3,72	1,49	7,58	2,9	0,40
Farine de viande (55G)	3020	57,8	3,03	1,33	8,28	3,23	0,44

lièrement celle de colza du fait de la présence d'une quantité importante d'huile. La graine de soja est à la fois riche en protéines et est très bien équilibrée (sauf en acides aminés soufrés). La graine de colza a une teneur en protéines moyenne. Comme pour le soja, les limites d'incorporation sont surtout d'ordre technologique, liées à la teneur en huile (Larbiér et Leclercq, 1991).

3.1.3. Les tourteaux

Parmi les oléoprotéagineux, seul le tourteau de soja présente des caractéristiques les plus proches des farines de viande en ce qui concerne les teneurs en protéines totales et en lysine. Il possède des valeurs très inférieures en calcium et phosphore, et est 6 fois plus riche en potassium.

Le tourteau de colza mérite d'être pris en compte pour son profil protéique et son apport en minéraux mais se situe aussi très en deçà des co-produits animaux pour ces critères. Il présente néanmoins une énergie métabolisable relativement faible et des facteurs antinutritionnels. Le tourteau de tournesol constitue une bonne source de protéines, toutefois déficiente en lysine mais très riche en acides aminés soufrés. Sa valeur énergétique médiocre limite son incorporation.

3.1.4. Sous-produits de céréales

Le gluten 60, gluten de maïs le plus répandu, est une matière première à la fois riche en protéines en énergie métabolisable et en pigments xanthophylles. Le seul défaut du gluten est le déséquilibre de ses protéines en acides aminés : déficience en lysine et tryptophane, excès de leucine.

De plus, les protéagineux et oléoprotéagineux renferment des facteurs antinutritionnels, substances qui interfèrent avec la digestibilité, l'absorption et l'utilisation des nutriments. De ce fait, ces substances peuvent compromettre les performances de production et parfois même la santé des animaux qui les consomment.

Les facteurs antinutritionnels, tels que les facteurs antitrypsiques et les lectines, présents dans les légumineuses (soja, pois, féverole), peuvent être détruits par traitements technologiques (Lacassagne, 1988 ; Blum et Salichon, 1992 ; Huisman, 1992 ; Ferket et Middelton, 1999). Les glucosinolates, principal facteur antinutritionnel du colza ou les α -galactosides (lupin), ne peuvent être détruits par cette voie.

A l'avenir, la sélection variétale semble être un axe à privilégier pour le soja (soja 0 trypsinique). Pour

le colza, un volet intéressant à explorer serait de chercher à mieux comprendre l'influence de l'intervention des glucosinolates sur l'écosystème bactérien intestinal, la question étant de savoir comment moduler le métabolisme bactérien des glucosinolates in vivo.

La teneur en eau élevée des excréta observée avec les formules végétales peut s'expliquer par des apports importants de minéraux (potassium du soja ou calcium du colza), ou par la présence de polysaccharides non amylacés des végétaux. La balance électrolytique, d'une part, et la viscosité des matières premières d'autre part, doivent donc être pris en considération.

Les connaissances actuelles sur la microflore digestive du poulet sont encore très limitées. L'influence des matières premières sur l'orientation de la flore intestinale (composition, activité), si elle était mieux connue pourrait peut-être permettre de mieux optimiser l'utilisation des matières premières végétales.

De plus, le retrait des matières premières animales induit des modifications des caractéristiques physiques de l'aliment, et notamment de la couleur (moins brune), susceptibles de jouer sur le comportement alimentaire des animaux.

■ 3.2. Fraction matière grasse

Des huiles végétales sont utilisées telles quelles, ou sous forme de graines oléagineuses (soja, colza, tournesol). Leur substitution pose toutefois plusieurs problèmes du fait de leur richesse en acides gras désaturés :

- sur le plan technologique, une utilisation plus importante d'huile végétale entraîne une moins bonne tenue de l'aliment composé granulé,
- sur la qualité des produits animaux dont la graisse devient plus fluide,
- pour l'alimentation humaine, le produit devient moins appétissant, conséquence de la remarque précédente. Il présente une tendance plus importante à l'oxydation mais qui peut être compensée par un apport plus important en vitamine E.

C'est pourquoi les « graisses végétales » comme les huiles de palme sont de plus en plus utilisées. Elles présentent un prix attractif, une bonne disponibilité sur le marché européen et une richesse en acides gras saturés favorable à une bonne qualité de carcasse, mais ont pour inconvénient d'être très mal tracées.

La nature des lipides alimentaires influence en effet la composition lipidique des tissus et conditionne en partie leur qualité (Pinchasov et Nir, 1992). L'utilisation d'huiles végétales et de graines oléagineuses dans l'alimentation des volailles conduit à des tissus adipeux très insaturés et des lipides fluides. Cette trop grande fluidité nuit à la qualité des carcasses (aspect huileux de la

carcasse et des morceaux de découpe, lésions cutanées marquées, défauts de plumaison,...) (Caudron et al, 1993).

La forte insaturation des lipides alimentaires conduit à des lipides intramusculaires très insaturés qui sont vulnérables à l'oxydation entraînant des défauts de flaveur et une mauvaise conservation des produits.

Des travaux récents chez le poulet ont montré que la mise en réserve du 18:2n-6 et du 18:3n-3 dans les triglycérides et les phospholipides des muscles est directement proportionnelle au taux de ces acides gras dans les lipides alimentaires. Des équations de prédiction permettent d'estimer la teneur en 18:2n-6 et en 18:3 n-3 des lipides des muscles en fonction de celle des lipides alimentaires (Viau et al, 1999 ; Gandemer et al, 1999 : PRO-GRAMME ACTA/ICTA Lipides et qualité du poulet de chair 1998 - 2000).

L'augmentation des acides gras polyinsaturés de la série n-3 dans les lipides intramusculaires a peu d'impact sur leur sensibilité à l'oxydation chez le poulet. Les quantités de sr-TBA et de volatils formés sont modérés même après cuisson. Les composés volatils majeurs de la viande de poulet cuit proviennent de l'oxydation des acides gras de la série n-6, l'hexanal représentant les 2/3. Un apport croissant de 18:3 n-3 induit seulement une augmentation du 1-penten 3-ol. Les analyses pratiquées n'ont pas révélé de défauts de flaveur (Viau et al, 2001). L'emploi de régimes à teneur élevée en acide linoléique (7 % des acides

gras totaux) peut donc être pratiqué chez le poulet.

4. Les conséquences environnementales

■ 4.1. Impact sur les litières

Dans le cas des animaux élevés sur paille ou copeaux, la moindre consistance des fientes aboutit à une litière sale, humide, siège de fermentations abondantes contribuant à des dégagements importants d'ammoniac. L'ammoniac intervient en effet sur la qualité de l'ambiance à l'intérieur des bâtiments bien sûr, mais aussi sur l'environnement d'une manière générale. Alors que dans le même temps, la maîtrise des émissions d'ammoniac est apparue comme l'un des enjeux majeurs liés à l'agriculture d'élevage en Europe et que le protocole de Göteborg, signé au niveau européen en décembre 1999 prévoit d'ici 2010 une réduction des émissions françaises d'ammoniac de 4 % par rapport à 1990.

Pour tenter de limiter cet impact sur la mauvaise tenue des litières, l'eau de boisson est parfois suppléementée, notamment avec des produits à base de sulfate de cuivre, produit intervenant en fait comme régulateur de la flore intestinale. Dans ces conditions, il est possible d'obtenir des fumiers dont la teneur en cuivre est trop importante, les rendant parfois incompatibles avec les cahiers des charges des structures commercialisant des fumiers ou produits dérivés tels que les composts.

Tableau 3 : *Composition des corps gras animaux, des huiles et des céréales (d'après LARBIER et LECLERCQ, 1991)*

	Graisse animale	Huile de maïs	Huile de soja	Huile de colza	Huile de palme*	Maïs	Blé
EB (kcal/kg)	9370	9400	9400	9400	?	4490	4395
EMAn (kcal/kg)							
Adulte	8530	9250	9250	9250	?	3780	3470
Jeune	8450	9200	9200	9200		3780	3370
Indice d'iode	60	110	130	115	51-54		
Acides gras saturés (%)	40	13	14	7	#50		
Acides linoléiques (%)	8	59	56	22	9-12	2.5	1.0

1.0 * (Karleskind, 1992)

■ 4.2. Impact sur les rejets azotés et phosphorés

Afin de limiter les coûts de production, certains fabricants envisagent de réduire les apports de protéines et de phosphore (et/ou d'utiliser des phytases), à condition toutefois que les performances zootechniques ne soient pas trop perturbées.

Une telle éventualité serait bien évidemment bénéfique pour l'environnement, dans la mesure où l'efficacité alimentaire n'est pas trop dégradée, et permettrait de mieux s'adapter aux nouvelles réglementations. En effet, la mise en œuvre du 2^e programme d'action dans les zones vulnérables au titre de la « Directive nitrates » et la mise en œuvre des actions renforcées dans les zones d'excédent structurel lié à l'élevage vont donner lieu à des changements de pratique : d'une manière générale, les apports d'azote ne devront pas dépasser 170 kg par hectare et localement, il pourra être exigé que les apports de phosphore soient raisonnés pour tendre vers l'équilibre de la fertilisation.

Il importe également de mettre à jour nos référentiels de composition des déjections, en tenant compte de ces nouvelles données, et ce d'autant plus qu'existe le projet de taxer les excédents d'azote. Les

principales espèces concernées seraient : les poulets, dindes, pintades, canards et poules pondeuses.

■ 4.3. Problème particulier du phosphore

Le phosphore joue un rôle majeur dans la structure du squelette ainsi qu'au niveau de nombreuses fonctions cellulaires chez l'animal. Les graines de végétaux apportent une quantité notable de phosphore mais celui-ci est pour 50 à 70 % sous forme phytique, forme non assimilable par les oiseaux qui ne possèdent pas de phytase intestinale capable d'hydrolyser le phosphore phytique. Le phosphore indigestible est ainsi rejeté et contribue à la dégradation de l'environnement par eutrophisation des eaux de surface, en particulier dans les régions à fortes concentrations en élevage. Les formulations 100 % végétale risquent d'accentuer cet impact sur l'environnement.

Une voie permettant de diminuer les rejets en phosphore est le recours à une supplémentation en phytase microbienne, autorisant une réduction de l'apport en phosphore minéral dans les aliments. L'emploi de ces phytases est autorisé dans l'alimentation animale pour toutes les espèces du genre *Gallus*.

Le CORPEN considère que la voie alimentaire peut être un moyen de

réduire les rejets phosphorés et avoir ainsi pour conséquence la réduction des surfaces d'épandage nécessaires, à effectifs d'animaux et à niveaux de performances constants. Concrètement, il s'agit d'utiliser des aliments à teneur en phosphore abaissée. Pour conserver des niveaux de performances identiques, ces aliments doivent contenir des matières premières dont le phosphore est hautement digestible et/ou des phytases microbiennes. A condition de conserver le même niveau de phosphore digestible, il n'y aura pas d'incidence sur les performances zootechniques et sur la qualité des produits.

Le CORPEN admet donc que, dans l'état actuel de nos connaissances, une diminution de 0,1 % en valeur absolue, de la teneur en phosphore de l'aliment, par rapport à la teneur utilisée pour le calcul des références, se traduira par une diminution moyenne de 20 % des rejets phosphorés.

Conclusion

Le retrait des co-produits animaux des formules alimentaires provoque une forte utilisation du soja, d'où une dépendance protéique accrue et l'exacerbation des problèmes liés à l'utilisation des OGM. De plus, les fabricants ont recours de plus en plus à l'huile de palme, qui présente un prix attractif, une bonne disponibilité sur le marché européen et une richesse en acides gras saturés favorable à une bonne qualité de carcasse, mais qui a pour inconvénient d'être très mal tracée et dont on connaît mal la valeur nutritionnelle chez les oiseaux.

Au niveau de l'animal, les substitutions dues au retrait des produits animaux ont de multiples effets : modification des apports en acides aminés secondaires, augmentation des apports en potassium avec le soja, présence de facteurs antinutritionnels chez les légumineuses, modification du profil en acides gras, mauvaise tenue du granulé. De plus, le retrait des co-produits animaux induit des modifications des caractéristiques physiques de l'aliment : couleur, friabilité et dureté,

Tableau 4 : Rejets de P_2O_5 dans le cas de l'utilisation d'un aliment dont la teneur en phosphore total est standard

	Teneur en P de l'aliment (% du PB)	P ₂ O ₅ rejeté (en g/animal)		
		Dans le bâtiment	Sur le parcours	Total
Poulette	0,67	80	0	80
Poule pondeuse	0,60	500	0	500
PP Plein Air	0,60	400	100	500
Poule repro	0,60	500	0	500

Source : CORPEN

Tableau 4 : Rejets de P_2O_5 dans le cas de l'utilisation d'un aliment dont la teneur en phosphore total est standard

	Teneur en P de l'aliment (% du PB)	P ₂ O ₅ rejeté (en g/animal)		
		Dans le bâtiment	Sur le parcours	Total
Poulette	0,557	64	0	64
Poule pondeuse	0,50	400	0	400
PP Plein Air	0,50	320	80	400
Poule repro	0,50	400	0	400

Source : CORPEN

susceptibles de jouer sur le comportement alimentaire des animaux. Ainsi, bien que de nombreuses références existent sur l'utilisation des matières premières végétales, il n'est pas aisé de quantifier l'influence respective de chacun des facteurs évoqués, afin d'apporter des solutions correctives. Une étude des choix alimentaires permettrait dans un premier temps d'appréhender les causes

éventuelles du manque d'appétence des aliments entièrement végétaux. Un programme de recherche piloté par l'ITAVI, unissant l'INRA, différents instituts techniques et les principales firmes services, a ainsi débuté en janvier 2001 sur ce thème.

Les conséquences environnementales ne sont pas encore bien claires. Une attention particulière doit être portée par les opérateurs sur ce

point, d'autant que la réglementation liée à l'utilisation des déjections animales est en train de se renforcer (limitation des apports azotés et - de plus en plus souvent - des apports phosphorés). Or la baisse des performances zootechniques, notamment l'augmentation de l'indice de consommation, risque d'annuler les efforts qui auront été faits en matière de formulation.

Références bibliographiques

Afssa, 2001. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments en date du 7 avril 2001. Réponse à la saisine du 31 octobre 2000 : Les risques sanitaires liés aux différents usages des farines et graisses d'origine animale et aux conditions de leur traitement et de leur élimination - Avril 2001.

Blum J.C. et Y. Salichon. 1992. Le problème des facteurs antinutritionnels chez les volailles. Conférence avicole WPSA - SIMAVIP, cahier n°8.

Caudron I, Castaing J., Magnin M., Lessire M., Barrier-Guillot B., Bureau J., Zwick J.L., Messager B., 1993. Influence de l'incorporation de différentes matières grasses dans l'aliment sur la qualité des carcasses de poulets de chair. 11th European Symposium on the Quality of Poultry Meat, 93-102.

Ferket P.R. et Middleton T, 1999. Antinutrients in Feedstuffs. Poultry International, March, 46-55.

Gandemer G, Viau M., Maillard N., Lessire M., Juin H., 1999. Lipides alimentaires et qualité de la viande de poulet : influence de l'apport de quantité croissante d'acide linoléique (18:3n-3). JRA, 23-25 mars, 403-406.

Huisman J, 1992. Antinutritional factors in poultry feeds and their management. 8th European Symposium on Poultry Nutrition, 42-59.

Karleskind A., 1992. Manuel des Corps Gras. Vol. 1 Chap. 8 : 683-694. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris (FRA).

Lacassagne L., 1988. Alimentation des volailles : substituts au tourteau de soja. Inra Prod. Anim., 1 (1), 47-57.

Larbier M. et B. Leclercq, 1991. Nutrition et alimentation des volailles. Ed INRA.

Lessire M., Leclercq B., Conan L., Hallouis J.M. A methodological study of the relationship between the metabolisable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. Poultry Science, 64:1721-1728.

Lessire M., 1995. Qualité des viandes de volaille : le rôle des matières grasses alimentaires. INRA Prod. Anim., 8(5), 335-340.

Melcion J.P., 1995. Emploi de liants pour le pressage des aliments des animaux : aspects technologiques et nutritionnels. INRA Production Animales, 8(2) 83-96.

Paillotin G, 2000. L'agriculture raisonnée. Rapport au Ministre de l'Agriculture et de la Pêche, Février.

Rapport ACTA-ANDA, 2000. Conséquences d'un retrait éventuel des farines et graisses animales.

Pinchasov Y. et I. Nir, 1992. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance, fat deposition and carcass fatty acid composition in broiler chicken. Poultry Sc., 71, 1504-1512.

Viau M., Gandemer G, Meunier F., Lessire M., Juin H., 1999. Lipides alimentaires et qualité de la viande de poulet : influence de l'apport de quantité croissante d'acide linoléique (18:2n-2). JRA, 23-25 mars, 359-362.

Viau M., Juin H., Métro B., Le Borgne C., Meynier A., Bouvarel I., 2001. Lipides alimentaires et qualité de la viande de poulet : influence de l'apport 18:3n-3 des lipides alimentaires sur la stabilité à l'oxydation d muscle Pectoralis Major. JRA, 27-29 mars, 265-268.