



Oléo-protéagineux : quels taux d'incorporation en post-sevrage et engraissement ?*



*Cet article a fait l'objet d'une présentation au 55^{ème} congrès de la Fédération Européenne de Zootechnie en septembre 2004.

Depuis plusieurs années, des limites d'utilisation - pour chaque matière première et pour chaque stade physiologique - sont conseillées par les instituts techniques dans les Tables d'alimentation pour le porc. Ces limites concernent en particulier les valeurs maximales et reposent essentiellement sur les performances zootechniques optimales observées lors d'essais.

Les limites d'incorporation des matières premières sont variables selon les formulateurs d'aliments porcs, en relation avec leur expérience personnelle et les pratiques du groupe auquel ils sont rattachés (CHERRIERE et RAULT, 2000 ; PRESSEDA, 2001).

Des programmes expérimentaux sur l'incidence des niveaux d'incorporation des matières premières sont menés depuis de nombreuses années par les différents organismes français de recherche, et ceci dans des aliments équilibrés en acides aminés, ce qui n'était pas toujours le cas dans les essais les plus anciens. En ce qui concerne l'Institut Technique du Porc, les travaux effectués à la station de Villefranche de Rouergue ont porté en particulier sur l'utilisation des oléagineux et des protéagineux dans les aliments de post-sevrage et d'engraissement. Cet article présente la contribution de ces essais à l'élaboration des Tables d'incorporation.

L'utilisation de graines entières oléagineuses, de pois et de tourteau de colza en alimentation porcine favorise la réduction du déficit européen en protéines et permet fréquemment une réduction du coût alimentaire, mais les préconisations d'incorporation sont restées longtemps limitées en raison de leur teneur en

cellulose, de leur profil en acides aminés, de la présence auparavant élevée en facteurs anti-nutritionnels. Le développement du recours au lupin (mais aussi à la féverole non présentée dans cet article) justifie des travaux, en cours ou à venir, destinés à améliorer les connaissances sur ces deux sources de protéines.

Matériels et méthodes

Entre 1990 et 2002, 11 essais de post sevrage et 7 essais d'engraissement correspondant à un nombre total de 3947 porcelets et 1022 porcs charcutiers ont été effectués dans le cadre de 9 études sur l'incorporation des oléo-protéagineux. Les porcs sont issus de truies croisées (LW x LD) et de verrats P76.

Dans les essais de post-sevrage, quatre traitements sont comparés correspondant, dans l'aliment 2^{ème} âge, à quatre taux d'incorporation ou à différents lots d'une même matière première, ou encore à quatre formules utilisant différentes matières premières.

Les essais post-sevrage ont eu lieu dans un même bâtiment avec des effectifs moyens de 360 porcelets (336 à 384), répartis en 24 cases de 15 porcelets (14 à 16), soit 6 cases par trai-

Résumé

Le taux maximum d'incorporation des oléagineux, du tourteau de colza et des protéagineux en remplacement du tourteau de soja dans des régimes à base de blé a été étudié à la station ITP de Villefranche de Rouergue lors de plusieurs essais sur porcelets et porcs charcutiers. Le tourteau de colza et le pois protéagineux peuvent être utilisés respectivement à 15 et 35 % en 2^{ème} âge, à 18 et 40 % en engraissement. Leur association permet de réduire le tourteau de soja à 2 % puis 0 % dans des aliments croissance puis finition, contenant respectivement 32 % et 35 % de pois, 15 et 18 % de tourteau de colza. Des taux maximums de 10 % de lupin blanc ou bleu en 2^{ème} âge apparaissent prudents. Les apports dans l'aliment 2^{ème} âge de 7 % de graines entières de colza ou de tournesol, ou de 15 % de graines de soja extrudées donnent des performances comparables à celles obtenues avec 3 % d'huile de colza. L'emploi en engraissement de 8 % de graines de tournesol oléique ne dégrade pas la qualité des gras de carcasse comme cela est le cas dès 4 % avec le tournesol conventionnel.

Eric ROYER
Jacques CHAUVEL
Valérie COURBOULAY
Robert GRANIER
Julien ALBAR



En post-sevrage l'incorporation de 7 % de graines de tournesol permet des performances équivalentes à celles obtenues avec le traitement à 3 % d'huile de colza.



Graines de tournesol

Les variétés oléiques de tournesol ont une teneur en acide linoléique près de 10 fois plus faible que les graines classiques. Ce tournesol peut être utilisé sans risque d'effet négatif sur la qualité des gras à un taux de 8 %.

tement. La mise en lots est effectuée au sevrage (28 jours).

Les performances mesurées portent sur la durée totale de post sevrage soit de 7,5 à 26 kg mais les aliments expérimentaux ne sont distribués qu'après la consommation moyenne de 6 kg d'aliment 1^{er} âge par porcelet, ajustée selon le poids au sevrage. La durée totale de post sevrage est de 5 à 6 semaines. Les performances des animaux témoins sont comprises entre 447 et 529 g de GMQ, et entre 1,4 et 1,7 d'IC.

En engraissement, deux à quatre traitements sont comparés sur l'ensemble de la période de croissance-finition. Les effectifs sont de 128 à 160 porcs charcutiers, répartis en 20 à 24 cases de 5 à 6 porcs, à l'exception de 2 essais plus anciens où les animaux sont répartis en 8 à 10 cases de 15 à 16 porcs. Les poids moyens des animaux sont compris entre 24 et 28 kg en début d'essai et entre 104 et 110 kg en fin d'essai. Les performances des animaux témoins sont comprises entre 726 et 886 g en GMQ, et entre 2,51 et 2,91 en IC.

Les pesées individuelles des animaux, les consommations d'aliment et d'eau, les relevés de température, les troubles sanitaires, les notations de fèces, les performances d'abattage sont enregistrées. L'analyse de variance est effectuée à l'aide des logiciels STAT-ITCF ou SAS.

Les aliments expérimentaux sont réalisés dans l'unité de fabrication de la station ITP de Villefranche depuis 1997 mais étaient fabriqués auparavant dans une usine extérieure. Dans chaque essai, l'incorporation de la matière première testée est effectuée en remplacement des ingrédients de base : blé, orge et tourteau de soja. Les ali-

ments d'un même essai sont formulés sur les mêmes bases nutritionnelles et sont iso-énergétiques, iso-azotés et iso acides aminés digestibles. Les formules respectent un taux de lysine digestible identique par MJ d'énergie nette conforme aux recommandations habituelles en France pour les stades 2^{ème} âge, croissance et finition. Les minima méthionine, méthionine + cystine, thréonine et tryptophane par rapport à la lysine sont respectés.

Les aliments sont apportés, selon les essais, en granulés ou farine en post sevrage, et en farine, soupe, farine humidifiée ou granulés en engraissement. Ils sont distribués à volonté en post-sevrage, et selon un plan d'alimentation en engraissement.

Résultats et discussion

Les résultats des essais figurent aux tableaux 1 et 2, et présentent les performances des animaux des traitements expérimentaux en indice de celles des animaux témoins (base 100). Les recommandations d'incorporation obtenues à partir des essais figurent au tableau 3.

La graine de tournesol

Elle ne renferme aucun facteur anti-nutritionnel. Par contre, sa teneur en cellulose, 2 à 3 fois plus élevée que celle des autres graines d'oléagineux, peut expliquer le faible nombre de publications concernant son utilisation par le porcelet **en post-sevrage**. Les essais réalisés à Villefranche avec 2 lots de graines différents montrent que l'incorporation de 7 % de graines de tournesol permet des performances équivalentes à celles obtenues avec le traitement à 3 % d'huile de colza (ALBAR et al, 1998

– Exp. 11-12-13). Par contre, les teneurs de l'un des lots de graines inférieures en protéines et en matières grasses aux valeurs des Tables retenues en formulation, expliquent une dégradation significative de l'IC (+3%) dans l'essai 12.

En **engraissement**, nous avons constaté que 4 % de graines de tournesol dans un régime à base de blé ne modifient pas les performances (COURBOULAY et MASSABIE, 1994 – Exp. 17), en accord avec les résultats de HARTMAN et al (1985) et ØSTERBALLE et al (1990) pour des taux respectivement de 10 % dans un aliment maïs-soja et 12 % dans un aliment orge-soja. Par contre, un tel taux entraîne une forte augmentation de la teneur en acide linoléique des gras de bardière (21 % des acides gras totaux contre 14 % avec le régime témoin), dépassant les recommandations habituelles de 15 % au-delà desquelles peuvent apparaître des défauts technologiques lors de la fabrication de produits secs. Développées principalement pour leurs débouchés industriels, les variétés oléiques de tournesol ont une plus faible teneur en acide linoléique que les graines classiques (environ 30-50 g contre 275 g/kg) et une plus forte en acide oléique (280 g contre 90 g/kg). Un essai de Villefranche montre que ce tournesol peut être utilisé sans risque d'effet négatif sur la qualité des gras à un taux de 8 % (ALBAR et al, 2000 – Exp. 18).

La graine de soja

La bibliographie indique une bonne valorisation par les porcelets en post-sevrage des graines de soja dont les facteurs anti-trypsiques ont été détruits par un traitement thermique (AUMAITRE et BOURDON, 1982 ; BURNHAM et al., 2000 ; BERTOL et al., 2001).



Tableau 1 : Influence du taux d'incorporation des protéagineux et du tourteau de colza sur les performances des porcelets et porcs charcutiers

Essai	Produit	Taux %	Poids (kg)	Animaux nb/trait	Traitement en indice du témoin ⁽¹⁾				Formule et [présentation]	Commentaire	Auteurs
					CMJ	GMQ	IC	Muscle			
1	Pois	25	24-105	32	100	99	101	103	blé, tourteau soja [farine]		Albar et al, 1992
		25	24-105	32	101	100	101	97			
2	Pois	25	25-105	32	101	100	103	98	blé, tourteau soja [granulés]		
		25	25-105	32	103	101	101	101			
3	Pois	(35)	8-26	90	99	106***	94***		blé, pois, tourteau soja [farine]	Ø médian 610 µm ⁽²⁾	Albar et al, 2000
4	Lupin blanc Ares	5	8-25	84	102	99	102		blé, maïs, orge, tourteau soja [farine]		Cherrière et al, 2003
		10	8-25	84	99	96	104				
		15	8-25	84	96	89***	108**				
5	Lupin bleu Boltensia	5	8-24	84	100	102	97				
		10	8-24	84	100	100	98				
		15	8-24	84	98	102	96				
6	Lupin bleu Bora	10	8-27	90	99	95***	96				
		20	8-27	90	89**	89***	92*				
		30	8-27	90	83**	79***	95				
7	Tourteau colza	5	8-25	96	101	102	98		blé, tourteau soja, pois (15%), mélasse canne, huile [granulés]		Albar et al, 2001
		10	8-25	96	99	101	97				
		15	8-25	96	98	99	97				
8	Tourteau colza	6	27-105	40	99	100	99	100	blé, tourteau soja, pois (27%), son, mélasse canne, huile [granulés]	2 % T soja en croissance, 0 % en finition pour régime 18 % T colza	
		12	27-105	40	99	101	98	102			
		18	33-103	40	99	99	100	102			
9	Pois + Tourteau	32/15	29-107	72	101	100	101		blé, (orge & tourteau soja pour témoin seulement)	Pois/ Tcolza 35 /18 % après	Albar, non publié
10	colza	32/15		72	100	97	103		[soupe]	65 kg	

⁽¹⁾ performances du groupe témoin = 100 ; CMJ, GMQ, IC, muscle ; * (p<0,05), ** (p<0,01), *** (p<0,001) moyennes significativement différentes du témoin.

⁽²⁾ diamètre médian de l'aliment témoin = 1020 µm

Lors de nos 3 essais, des porcelets ont reçu des aliments 2^{ème} âge contenant 15 % de graines de soja bien extrudées (activité antitrypsique de 3,4 UTI /mg) ou de qualité d'extrusion insuffisante (13,5 et 14,5 UTI/mg) en remplacement de tourteau de soja et d'huile de colza (ALBAR et al, 1998 – Exp. 11-12-13). Un gain de poids et un indice de consommation équivalents à ceux des porcelets témoins ont été obtenus. Lors d'une étude

supplémentaire (ROYER et al, 2003 – Essais 14-15-16), douze lots commerciaux de graines ayant subi trois types de traitement : toastage simple (3 lots), toastage floconnage (3 lots) et extrusion (6 lots) ont été comparés au taux de 15 % dans l'aliment 2^{ème} âge. Trois lots de graines extrudées, utilisés dans des essais différents, ont présenté des activités antitrypsiques supérieures à 6 UTI/mg (15,2 ; 10,2 et 8,9 UTI/mg), dont deux provenant

d'une même usine de traitement. Mais cette teneur plus élevée ne s'est traduite par de moindres performances que pour le 2^{ème} lot utilisé dans l'essai 15.

L'activité antitrypsique est l'un des critères les plus utiles pour évaluer la qualité d'un lot de graines. Mais compte tenu de la variabilité des graines et des usines, le type de traitement thermique n'est pas en lui-même un élément de différen-

L'activité antitrypsique est l'un des critères les plus utiles pour évaluer la qualité d'un lot de graines de soja.



Tableau 2 : Influence du taux d'incorporation des graines d'oléagineux sur les performances des porcelets et porcs charcutiers

Essai	Produit*	Taux %	Poids (kg)	Animaux nb/trait	Traitement en indice du témoin ⁽¹⁾				Formule et Présentation	Commentaire	Auteurs	
					CMJ	GMQ	IC	Muscle				
11	Tournesol	7	8-26,5	90	100	101	99		blé, orge, tourteau soja, pois, (huile colza) [farine]	pauvre MG pauvre MG, 60% non broyées 13,5 UTI/mg+	Albar et al, 1998	
	Colza	7	8-26,5	90	108**	97*	89**					
	Soja Ext.	15	8-26,5	90	99	101	98					
12	Tournesol	7	8-26,5	90	99	97	103*			pauvre MG pauvre MG, 15% non broyées 14,5 UTI/mg		
	Colza	7	8-26,5	90	99	94***	105***					
	Soja Ext.	15	8-26,5	90	99	99	100					
13	Tournesol	7	8-26,5	90	101	100	102			bon broyage 3,4 UTI/mg		
	Colza	7	8-26,5	90	103	100	101					
	Soja Ext.	15	8-26,5	90	100	99	101					
14	Soja ToF.	(15)	7,4-25	90	105	103	102		blé, tourteau soja, [farine]	usine B, lot 1 ; 3,5 UTI/mg usine D, lot 1 ; 3,5 UTI/mg usine E, lot 1 ; 15,2 UTI/mg	Royer et al, 2003	
	Soja Ext.	(15)	7,4-25	90	100	101	99					
	Soja Ext.	(15)	7,4-25	90	103	100	103					
15	Soja ToF.	(15)	7,4-25	90	101	101	100		témoin = 15% graine soja toastée de l'usine A ; 3 lots de respectivement 3,0 ; 5,6 ; 3,0 UTI/mg	usine B, lot 2 ; 3,2 UTI/mg usine D, lot 2 ; 2,6 UTI/mg usine E, lot 2 ; 10,2 UTI/mg		
	Soja Ext.	(15)	7,4-25	90	100	101	99					
	Soja Ext.	(15)	7,4-25	90	96	94**	102					
16	Soja ToF.	(15)	7,7-27	90	99	102	96		de respectivement 3,0 ; 5,6 ; 3,0 UTI/mg	usine C ; 4,2 UTI/mg usine F ; 9,0 UTI/mg usine G ; 5,6 UTI/mg		
	Soja Ext.	(15)	7,7-27	90	98	102	96					
	Soja Ext.	(15)	7,7-27	90	99	102	96					
17	Tournesol	4	23-104	32	100	103	97	99	blé, (orge), pois, tourteau soja, tourteau colza, mélasse [granulés]	C 18-2 = 21,1 % ⁽²⁾	Courboulay et Massabie, 1994	
	Tournesol	4	24-107	47	100	100	100	101				
18	Tournesol	4	25-110	40	100	102	98	100	blé, (orge), pois (20%), tourteau soja [farine humidifiée]	C18-2 = 15,5 % ⁽²⁾ C18-2 = 8,4% C18-2 = 8,5 %	Albar et al, 2000	
	Tournesol oléique	4	25-110	40	100	101	99	101				
	Tournesol oléique	8	25-110	40	100	102	98	101				

*Ext. = extrudée ToF. = toastée floconnée ⁽¹⁾ voir tableau 1 ⁽²⁾ acide linoléique (% des acides gras identifiés dans la bardière)

ciation. Cependant, AUMAITRE (1985, cité par BOURDON, 1990) observe de meilleures performances de porcelets de 21 jours recevant 25 % de graines de soja à 5,0 UTI/mg soumises à une double extrusion, qu'avec des graines à 8,2 UTI/mg après une simple extrusion. L'incidence de la qualité de traite-

ment semble ainsi plus forte lorsque les porcelets sont plus jeunes et lorsque les graines sont incorporées à taux plus élevés. Cependant, compte tenu de leur coût élevé, les graines de soja ne sont apportées que dans les aliments porcelets et parfois truies, à des taux inférieurs à 15 %.

Enfin, les faibles écarts d'indice de consommation de l'essai de Villefranche sont cohérents avec les valeurs énergétiques indiquées par les tables (NRC, 1998; INRA-AFZ, 2002) pour les différentes graines de soja bien qu'une meilleure valeur énergétique soit parfois attribuée aux graines extru-



Tableau 3 : Limites d'incorporation des oléagineux, protéagineux et tourteaux ⁽¹⁾

	1 ^{er} âge	2 ^{ème} âge	Porc charcutier	Cochette	Truie gestante	Truie allaitante
Pois	0	30	nl	nl	nl	nl
Féverole	0	15	15	10	10	10
Lupin blanc	0	10	5			
Lupin bleu	0	10	10			
Graine colza	0	7	5	5	5	5
Graine tournesol	0	7	4	5	8	8
Graine soja traitée	10	15	10	10	10	10
T. colza	0	10	15	10	10	10
T. tournesol métró	0	0	5	5	10	5
T. soja	20	nl	nl	nl	nl	nl

(1) Les limites pour les cochettes et les truies sont indiquées ici à titre informatif.

nl : non limité

Adapté des Tables d'alimentation pour les porcs 2002, ITP et al. (ed), Paris

dées (MARTY et CHAVEZ, 1993 ; BARBOSA et al, 1999a ; KIM et al, 2000a, 2000b).

La graine de colza

Les variétés à très faibles teneurs en glucosinolates permettent l'emploi des graines de colza entières en alimentation porcine mais celui-ci est limité par les contraintes de broyage et parfois par crainte de problèmes d'innapétence. Peu d'études existent sur leur utilisation, et les auteurs limitent souvent leur emploi à des taux d'incorporation de l'ordre de 10 % chez le porcelet (BUREAU et EVRARD, 1993). Une maîtrise parfaite des conditions de broyage est la principale exigence selon BOURDON (1990), qui rapporte l'équivalence sur les performances et les valeurs de digestibilité entre des régimes contenant des taux élevés de graines de colza, ou de graines de soja extrudées, ou à base de tourteau de soja et de graisses, en accord avec REIS DE SOUZA et al. (1990).

Lors des deux premiers essais à Villefranche (ALBAR et al, 1998 – Exp. 11-12) au taux de 7 % de graines de colza dans l'aliment porcelet 2^{ème} âge, la mesure *in vitro* de la disponibilité de la matière grasse des aliments

indique une mauvaise qualité de broyage correspondant à 60 % puis 15 % de graines non correctement broyées. Ces aliments distribués en farine sont à l'origine, dans l'essai 11, d'une augmentation de la consommation journalière de 8 % et d'une dégradation de l'IC de 10%, puis dans l'essai 12 d'une dégradation de l'IC de 5 %. Le broyage d'un mélange de graines de colza et d'orge réalisé lors de l'essai 13, conjugué à une meilleure qualité de ces graines, a permis d'atteindre des performances comparables à celles des autres traitements. La valeur énergétique des graines de colza, inférieure de 9 % aux valeurs de formulation, peut expliquer aussi en partie les moindres performances obtenues dans les 2 premiers essais, alors que les teneurs en matières grasses ont été plus conformes à celles des tables lors de l'essai 13.

Les mesures de digestibilité effectuées ultérieurement par SKIBA et al (1999, 2002) montrent la supériorité de l'aplatissage des graines entières seules par cylindres lisses en contact, sur le broyage par marteaux dans le cas d'une présentation en farine, mais également que la granulation compense les différences de broyage et maximise la valeur nutritionnelle des graines.

Le lupin

L'introduction de lupin à des taux modérés de 10 % dans l'aliment 2^{ème} âge n'a pas de répercussion négative sur les consommations journalières des porcelets (CHERRIERE et al, 2003 – Exp. 4-5-6). Au-delà, l'incidence est variable selon les variétés : pas d'incidence à 15 % avec le lupin bleu Boltensia, légère incidence non significative pour le même taux avec le lupin blanc Arès, incidence très marquée pour le lupin bleu Bora au taux de 20 % (baisse de consommation de 11 %) et au taux de 30 % (baisse de 17 %).

Les dosages d'alcaloïdes permettent d'expliquer les baisses de consommation observées avec la variété bleue Bora, dont les teneurs en alcaloïdes sont élevées par rapport aux deux autres lupins et par rapport aux tables. Il convient donc de relativiser l'avantage du lupin bleu déjà signalé.

La baisse de consommation pour les taux élevés de lupin se répercute directement sur les croissances, sans pénalisation de l'indice de consommation. Il s'agit donc uniquement d'un problème d'appétence lié au lupin, en accord avec les constats de CASTAING et al. (1982) et QUEMERE et al.

La granulation compense les différences de broyage et maximise la valeur nutritionnelle des graines de colza.



L'introduction de 10 % de lupin dans l'aliment 2^{ème} âge n'a pas de répercussion négative sur les consommations des porcelets.



Le pois associé au maïs nécessite une complémentation en acides aminés, en particulier en tryptophane.

L'association pois tourteau de colza est à rechercher compte tenu de leur complémentarité en acides aminés.



Graines de pois

En engraissement, des taux de 25 à 45 % de pois peuvent être utilisés, quelle que soit la présentation.

Les essais montrent les possibilités de suppression de la totalité du tourteau de soja en engraissement remplacé par l'association pois - tourteau de colza.

(1984) avec du lupin doux Kalina (blanc).

La dégradation significative de l'indice de consommation observée au taux de 15 % de lupin blanc Arès indique que pour cette matière première, la baisse de croissance n'est pas seulement liée à la baisse de consommation et pourrait s'expliquer, en accord avec la bibliographie (CERNING-BEROARD et FILIATRE-VEREL, 1980), par la teneur plus élevée en alpha-galactosides totaux du lupin blanc et une teneur en stachyose plus élevée relativement aux autres alpha-galactosides. Or, d'autres travaux ont relié les phénomènes de flatulence aux teneurs en stachyose et verbascose, le raffinose ayant peu d'effet.

En pratique, une certaine prudence s'impose concernant les risques de chute des consommations.

Des taux maxima de 10 % de lupin bleu en post-sevrage, et par extrapolation en engraissement paraissent pour l'instant préférables compte tenu de la variabilité de la teneur en alcaloïdes. Cependant nos résultats avec Boltensia confirment ceux obtenus avec Gungurru (NOBLET et al., 1998) et Sonet (RICHTER et al., 2003) et montrent que des taux de 15 % peuvent être envisagés pour ces variétés de lupins bleus.

Le taux de 10 % paraît pouvoir être accepté en post-sevrage pour le lupin blanc. Par contre, il ne peut pour l'instant être conseillé en engraissement sans expérimentation complémentaire, compte tenu de risques de flatulence plus importants sur le porc charcutier.

Le pois

Riche en lysine mais pauvre en acides aminés soufrés, thréonine

et en tryptophane, le pois lorsqu'il est associé au maïs nécessite une complémentation en acides aminés (CASTAING et al., 1993). L'association pois-tourteau de colza est à rechercher compte tenu de leur complémentarité en acides aminés (ALBAR et al., 2001).

Dans les aliments d'engraissement, l'incorporation du pois n'est pas limitée. Des taux de 25 à 45 % peuvent être utilisés quelle que soit la présentation (GATEL et al., 1989, QUEMERE, 1990 ; ALBAR et al., 1992). Il a été montré que des aliments 2^{ème} âge comportant 30 à 40 % de pois et équilibrés en acides aminés permettent des performances identiques à celles d'aliments témoins (GROSJEAN F., 1991 ; VAN CAUWENBERGHE et al., 1997 ; GROSJEAN et al., 1997).

L'essai réalisé à Villefranche lors d'une étude sur l'influence de la granulométrie sur les performances a montré qu'une mouture fine (0,61 mm) améliore significativement la croissance et l'IC de porcelets alimentés en 2^{ème} âge avec 35% de pois par rapport à une mouture moyenne (0,75) ou grossière (1,02 mm) (ALBAR et al., 2000 – Exp. 3). Un micro-broyage du pois (0,03 mm) entraîne une augmentation d'au moins 10 points de la digestibilité par rapport à du pois broyé à la grille de 2,5 mm (HESS et al., 1998) mais cette amélioration connaît certainement une limite (CREVIEU 1999).

Le pois ne semble pas responsable des problèmes d'inappétence parfois évoqués : la réaction à la présentation d'un nouvel aliment avec une teneur élevée en pois est variable et devient équivalente au témoin après 4 jours de distribution (GATEL et GROSJEAN, 1986 ; ITCF, 1992). En fait, ceux-ci peuvent s'expliquer par une modifi-

cation du comportement alimentaire (réduction de la vitesse d'ingestion) lors des transitions, sans conséquence sur la consommation et la croissance globales mais qu'il convient de prendre en compte dans les cas de forte compétition entre animaux (MATHE et al., 2003). Enfin, le non-respect des équilibres en tryptophane dans les régimes peut effectivement expliquer certains problèmes d'inappétence rencontrés.

Le tourteau de colza

Lors de deux essais en post-sevrage et en engraissement (ALBAR et al., 2001 – Exp. 7-8), l'introduction croissante dans les aliments de tourteau de colza issus de graines de type «00», à faibles teneurs en glucosinolates (12,4 et 10,4 $\mu\text{mol/g}$) et en acide érucique a été étudiée. Des taux de 15 % en post-sevrage et 18 % en engraissement n'ont eu aucune incidence significative sur la consommation journalière, les croissances, les indices de consommation. Aucun effet d'inappétence, couramment évoqué, ne s'est manifesté.

Dans les deux essais, les aliments, à base de blé, de pois et de tourteau de soja, ont été formulés en énergie nette et en acides aminés digestibles pour tenir compte de la moindre digestibilité des acides aminés du colza comparée au soja. Suite à ces résultats, le taux limite maximum de 5 %, proposé dans les tables d'alimentation ITP-ITCF-AGPM 1998, a été revu à la hausse au niveau de 10 %. Le taux maximum acceptable de 15 % en engraissement, identique aux recommandations danoises (Landsvalget for svin, 1996), a été confirmé.

Ces résultats ont été confirmés par deux essais d'engraissement comparant des formules croissance et



finition à base de blé, pois et tourteau de colza à des régimes blé, orge, tourteau de soja (données non publiées, Exp. 9-10). Ces essais montrent les possibilités de suppression de la totalité du tourteau de soja en engraissement, remplacé par l'association pois - tourteau de colza.

Malgré la bonne qualité des tourteaux disponibles dans l'Union européenne, l'image de cette matière première reste négative auprès des fabricants (PRESSEDA, 2001). Il est donc important de maintenir les efforts de réduction de la teneur en glucosinolates indépendamment des exigences liées aux aides de la PAC. Le groupe de travail réuni lors du 11^{ème} Congrès du colza en juillet 2003 à Copenhague recommande ainsi de réduire la teneur maximale en glucosinolates des graines de 18 μ moles/g actuellement à 15 voire même 8 μ moles/g dans le futur, mais également d'indiquer les caractéristiques qualitatives des tourteaux lors de leur commercialisation (RÖBBELEN et FRAUEN, 2003).

Conclusion

Les essais réalisés ont permis de proposer de nouvelles limites d'incorporation pour les principales matières premières alternatives riches en protéines et en énergie.

Pour un même apport de matières grasses dans l'aliment, on peut obtenir des performances équivalentes avec les différentes graines

d'oléagineux, en tenant compte de leurs teneurs respectives en huile. Les graines de tournesol et de colza présentent l'avantage de l'utilisation directe sans traitement thermique industriel préalable. Leur emploi dans les aliments 2^{ème} âge a été validé expérimentalement au taux de 7 % mais peut être envisagé au taux de 10 % pour des graines de colza correctement broyées. En engraissement leur incorporation est gérée par la contrainte en acide linoléique (1,7 % /MS maximum dans l'aliment) et sera fonction de l'association avec les autres matières premières du régime. Elle sera le plus souvent inférieure à 5 %, mais peut atteindre 8 à 10 % dans le cas des graines de tournesol de type oléique. Les graines de soja entières nécessitent un traitement thermique de bonne qualité, mais leur coût souvent élevé limite leur emploi aux seuls aliments porcelets et parfois truies à des teneurs inférieures à 15 %.

Les taux d'incorporation des protéagineux dépendent de leurs teneurs en facteurs anti-nutritionnels. L'amélioration des variétés a permis de réduire la teneur en facteurs anti-trypsiques du pois et d'obtenir des résultats satisfaisants au taux de 30 % dans les aliments 2^{ème} âge et sans autre limite dans les aliments d'engraissement que l'intérêt économique et le respect de l'équilibre en acides aminés. Il en est différemment pour le lupin. Des taux maxima de 10 % de lupin bleu peuvent être envisagés dans

les aliments de post sevrage et d'engraissement, voire plus pour certaines variétés. En lupin blanc, des taux de 10 % apparaissent possibles en post-sevrage mais semblent devoir être exclus en engraissement. Les possibilités d'incorporation des féveroles sont l'objet d'études en cours.

L'association de plusieurs protéagineux (pois, féverole, lupin) dans la même formule conduit généralement à imposer un taux limite pour le total des matières premières de cette famille. La définition de ces taux nécessite des études complémentaires.

Enfin, la réduction de la teneur en glucosinolates du colza a permis d'introduire des taux plus élevés de tourteau de colza dans les aliments porc, et de lever la méfiance manifestée par rapport à cette matière première. Les profils en acides aminés du pois et du tourteau de colza apparaissent complémentaires et l'association de ces deux matières premières permet de réduire le recours au tourteau de soja.

Les limites maximales d'incorporation étant connues, le choix final et le taux d'incorporation des matières premières dépendent des objectifs de formulation (énergie nette la moins chère, équilibrée en acides aminés digestibles) mais doit également tenir compte des contraintes d'approvisionnement et de stockage, ainsi que de la conservation et de la qualité de ces matières premières. ■

Les graines de tournesol et de colza présentent l'avantage de l'utilisation directe, sans traitement thermique industriel préalable.

Les graines de soja entières nécessitent un traitement thermique de bonne qualité, mais leur coût, souvent élevé, limite leur emploi aux seuls aliments porcelets et parfois truies à des teneurs inférieures à 15 %.

Le choix final des matières premières doit tenir compte des objectifs de formulation.

Contacts :

eric.royer@itp.asso.fr

Références bibliographiques disponibles sur simple demande auprès des auteurs.