

VALORISATION PAR LE PORC CHARCUTIER DE CO-PRODUITS D'INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES DU SUD DE LA FRANCE : FARINE DE MAÏSERIE, REMOULAGE DEMI-BLANC, FARINE BASSE DE RIZ

J. CASTAING (1), J. ALBAR (2), J.F. SERIN (3)

(1) A.G.P.M., Service Utilisations Animales - route de Pau, 64121 Montardon

(2) I.T.P., Pôle Techniques d'Élevage - 34 bd de la Gare, 31500 Toulouse

(3) AIRFAF - Chambre d'Agriculture du Lot, BP 199, 430 av. Jean Jaurès, 46004 Cahors

avec la participation technique de J.G. Cazaux et R. Coudure (1)

et la participation financière de l'OFIVAL et de l'A.N.D.A.

Comparativement à un aliment témoin contenant 72 % de céréale (2/3 maïs - 1/3 blé), des aliments dans lesquels 25 % de farine de maïserie ou de remoulage demi-blanc ou de farine basse de riz ont été introduits conduisent à des performances identiques jusqu'à 60 kg et inférieures de 60 kg à l'abattage. Sur l'ensemble de la durée d'engraissement, l'indice de consommation d'aliment augmente en moyenne de 3 à 6 %.

Cependant, l'indice de consommation énergétique est seulement dégradé avec la farine basse de riz. Ainsi, les hypothèses de valeurs énergétiques de la farine de maïserie de 3800 kcal E.D./kg M.S. et du remoulage demi-blanc de 3450 kcal E.D./kg M.S. sont confirmées. Compte tenu des résultats, la valeur énergétique de la farine basse de riz serait de 3500 kcal E.D./kg M.S. pour le lot étudié.

Le rendement carcasse est inférieur avec les trois co-produits. La composition de la carcasse n'est pas significativement modifiée. Le profil en acides gras des gras de bardière, et en particulier le taux d'acide linoléique (C18:2, 10,4 %), est favorable aux animaux recevant l'aliment témoin. Il n'évolue que très légèrement avec l'utilisation de 25 % de farine de maïserie ou de remoulage demi-blanc. Avec 25 % de farine basse de riz la teneur en acide linoléique augmente trop fortement.

The use of feed by-products from Southern France : corn meal, wheat middlings and rice shorts meal.

Diets containing 25% corn meal, wheat middlings or rice shorts were compared, in growing finishing pigs, to a control diet based on 72 % cereals (2/3 corn, 1/3 wheat). During the growing period (up to 60 kg live weight) performances were similar in the four treatments, whereas during the finishing period better results were obtained with the control diet. On average, feed conversion ratio was increased by 3 to 6% in the experimental groups compared to control. However, energy efficiency decreased only with rice shorts. Thus, the initial estimates of the energy contents of corn meal (3800 kcal DE/kg DM) and wheat middlings (3450 kcal DE/kg DM) were confirmed. According to the results, the energy value of the rice shorts used in the experiment should be around 3500 kcal DE/kg DM. Carcass yield at slaughter was lower in the animals receiving by-products, but carcass composition was not significantly modified. The pattern of backfat fatty acids, particularly for linoleic acid (C18:2, 10.4 %), was more favourable in control animals. It was only slightly affected with 25 % of corn meal or wheat middlings but it increased significantly with 25% of rice shorts meal.

INTRODUCTION

Le souhait de réduire le coût alimentaire du kilo de croît chez le porc charcutier conduit les éleveurs à faire appel à des co-produits agro-industriels disponibles localement, notamment dans le cadre de la fabrication d'aliment à la ferme.

Cette étude, réalisée dans le cadre d'AIRFAF Sud-Ouest par le Service Utilisations Animales de l'A.G.P.M., avec la collaboration de l'I.T.P., avait pour but de mettre en comparaison trois produits disponibles dans les régions du Sud de la France.

Maïseries, minoteries, rizeries produisent, à partir des céréales, des farines destinées à l'alimentation humaine. Les sous-produits ou co-produits sont destinés à l'alimentation animale. De par la présence de toutes les enveloppes des grains, ces derniers se caractérisent en particulier par leur teneur en cellulose brute (dosage Weende) qui conditionne leur valeur d'utilisation.

Les maïseries ou semouleries françaises transforment 420 000 tonnes de maïs avec une production d'environ 40 % de co-produits (diverses farines, brisures, germes, enveloppes), soit 170 000 tonnes de farine de maïserie destinées à l'alimentation animale.

L'industrie de la meunerie en France traite annuellement 6,5 à 7 millions de tonnes de blé. Les farines premières produites ont pour destination l'alimentation humaine et représentent 75-77 % des quantités de blé traitées. Le complément comprend les issues de meunerie utilisées pour l'alimentation animale. Les issues de blé représentent environ 1 650 000 tonnes.

La farine basse de riz est un mélange de triage de farines fines et des résidus de germes. Elle représente 12 % des 120 000 tonnes de riz français traité annuellement, soit environ 14 000 tonnes. La farine basse de riz par l'effet de voûtage provoque des difficultés au cours du stockage et de la manutention.

Les essais portant sur la valeur d'utilisation des issues de meunerie font ressortir l'effet de la cellulose sur l'augmentation du niveau de consommation d'aliment. Ainsi, BOUARD et LEUILLET (1975) obtiennent avec l'utilisation de 20 % de son en alimentation à volonté une augmentation de la consommation sans modification de la vitesse de croissance et de la carcasse. LE DIVIDICH et al. (1976) signalent qu'une incorporation de son fin jusqu'à 45 % semble sans conséquence sur les performances du porc en période de finition. En fait ces résultats paraissent liés à la meilleure utilisation des substances cellulosiques à mesure que le poids vif augmente. Plus récemment, MOREAU et al. (1992) ont conduit une enquête sur l'emploi de co-produits de l'industrie du blé disponibles dans le Nord de la France. Concernant l'utilisation de ceux de l'amidonnerie de blé, il se dégage des performances similaires sans affectation des caractéristiques de la carcasse. Par contre, il n'y a pas de travaux récents sur l'emploi des issues de meuneries.

Les co-produits des industries du maïs, comme les corn-gluten-feed ou les corn-distillers, ont fait l'objet d'études. Dans un mémoire regroupant cinq monographies de produits de substitution des céréales, V. LECANTE (1988) n'observe pas de limite nutritionnelle à l'emploi de ces co-produits du maïs. CASTAING et al. (1990) signalent, en relation avec la teneur en cellulose, une diminution du rendement carcasse. La composition des carcasses et la qualité de viande ne sont pas affectées. Par contre, concernant les co-produits de semoulerie il y a peu ou pas de références. Il n'y a pas de référence en ce qui concerne la farine basse de riz.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Présentation de l'essai

Le but de cet essai est d'étudier la farine de maïserie, le remoulage demi-blanc ou la farine basse de riz au taux de 25 % dans les aliments pour porcs charcutiers (tableau 1). Ce taux correspond à une livraison de 25 tonnes sur une durée de stockage de 3 à 4 mois pour l'engraissement d'une bande de 450 porcs.

Tableau 1 - Schéma expérimental

Traitements	1	2	3	4
Co-produits utilisés	-	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz
Taux d'incorporation (%)	0	25	25	25

1.2. Co-produits

La farine de maïserie (tableau 2) se caractérise par une teneur en matière sèche de 878 g/kg. Elle est peu cellulosique (54 g/kg M.S.) et un peu plus riche en matière grasse (56 g/kg M.S.) qu'un maïs. Elle présente une teneur en M.A.T. de 104 g/kg M.S.. La concentration énergétique est estimée à 3800 kcal d'E.D./kg M.S. et à 2935 kcal d'E.N./kg M.S. (Énergie Nette 19).

Le remoulage demi-blanc a une teneur en matière sèche élevée (885 g/kg). Il est peu cellulosique (61 g/kg M.S.) et

contient peu de matière grasse (33 g/kg M.S.). Par contre sa teneur en M.A.T. est élevée (178 g/kg M.S.). Sa concentration énergétique est estimée respectivement à 3450 et 2425 kcal/kg M.S. d'Énergie Digestible et d'Énergie Nette (E.N. 19).

La farine basse de riz présente une teneur élevée en matière sèche (919 g/kg). Elle est cellulosique (105 g/kg M.S.) mais surtout très riche en matière grasse (252 g/kg M.S.). Sa teneur en amidon est faible (171 g/kg M.S.). La concentration énergétique est estimée à 3730 kcal/kg M.S. d'Énergie Digestible et à 2885 kcal/kg M.S. d'Énergie Nette (E.N. 19).

La teneur en acide linoléique de la farine de maïserie (tableau 2) est de 33,3 g/kg de M.S., légèrement supérieure à celle du maïs

(22,1). Celle du remoulage demi-blanc est plus faible (19,9) alors que celle de la farine basse de riz est très élevée (96,0).

Tableau 2 - Caractéristiques chimiques des matières premières (exprimées en g ou en kcal/kg par kg de matière sèche)

Co-produits utilisés	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz
Matière sèche	878	885	919
Matière azotée totale	104	178	167
Lysine (calculée)	2,9	6,7	6,9
Cellulose brute (Weende)	54	61	105
Matière grasse	56	33	252
Amidon	598	407	171
Énergie Digestible (1)	3800	3450	3730
Énergie Nette (E.N. 19) (2)	2935	2425	2885
Acides gras saturés			
Acide myristique C14:0	0,06	0,07	0,50
Acide palmitique C16:0	6,2	5,5	41,6
Acide stéarique C18:0	0,8	0,2	2,8
Acides gras insaturés			
Acide oléique C18:1	13,8	4,9	103,3
Acide linoléique C18:2	33,3	19,9	96,0
Acide linoléique C18:3	0,7	1,9	3,8

(1) Tables I.T.P. - I.T.C.F. - A.G.P.M., 1993

(2) E.N. 19 = 0,663 E.D. - 0,93 M.A.T. + 2,28 M.G. - 1,33 C.B. + 0,76 Amidon (NOBLET et al., 1989)

Tableau 3 - Composition des aliments expérimentaux

Traitements	1	2	3	4
Co-produits utilisés	-	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz
Composition (%)				
Maïs	48,0	31,4	34,0	33,6
Blé	24,0	15,7	17,0	16,8
Tourteau de soja «48»	24,5	24,4	20,5	21,1
Farine de maïserie	-	25,0	-	-
Remoulage demi-blanc	-	-	25,0	-
Farine basse de riz	-	-	-	25,0
A.M.V.	3,5	3,5	3,5	3,5
Caractéristiques (g/kg à 870 g M.S.)				
Cellulose brute (Weende)	28	35	35	44
Matière grasse	23	32	25	77
Amidon	486	442	435	386
Matières minérales	52	54	56	71
Matière azotée totale	177	178	174	174
Énergie (kcal à 870 g M.S.)				
Énergie Digestible (additivité)	3292	3280	3205	3299
Énergie Digestible (E.D. 33)	3244	3230	3169	3223
Énergie Nette (E.N. 19)	2392	2354	2276	2375
Acides gras				
Acide palmitique C16:0	2,42	3,33	2,78	10,45
Acide oléique C18:1	4,84	7,06	5,07	25,78
Acide linoléique C18:2	11,41	16,44	12,80	27,71
Acide linoléique C18:3	0,42	0,44	0,61	1,07

1.3. Aliments expérimentaux

Les aliments expérimentaux (tableau 3) sont formulés sur la base de 2,7 g de lysine/Mcal d'Énergie Digestible. Ils ont été fabriqués par l'unité de fabrique de l'A.G.P.M..

La farine de maïserie est une farine très grossière puisque 57 % des particules présentent une taille supérieure à 1,0 mm. Par contre le remoulage demi-blanc et la farine basse de riz se présentent sous forme de farine très fine. En conséquence, seule la farine de maïserie a été rebroyée. Le remoulage demi-blanc et la farine basse de riz ont été introduits directement dans la mélangeuse.

La teneur en cellulose des aliments augmente avec les trois co-produits, respectivement 35 et 44 g contre 28 g. La teneur en amidon diminue, respectivement 442, 435 et 386 g. La teneur en matière grasse n'augmente que peu avec la farine de maïserie (32 g) et le remoulage demi-blanc (25 g). Par contre, avec la farine basse de riz, elle augmente fortement, pour atteindre 77 g. La teneur en matière minérale n'augmente qu'avec la farine basse de riz.

L'expression de la valeur en énergie digestible à l'aide de l'équation 33 (INRA, 1984), à partir des caractéristiques chimiques, conduit à la même hiérarchie des valeurs que celles calculées par additivité, respectivement 3244, 3230 et 3223 kcal pour le témoin, la farine de maïserie et la farine de riz. Elle est inférieure de 2,3 % avec le remoulage demi-blanc (3169 kcal). Exprimée en E.N., la farine de maïserie apparaît avec ce mode d'expression légèrement inférieure (- 1,6 %) : 2354 kcal contre 2392 avec le témoin et 2375 avec la farine basse de riz.

Les compositions en acides gras des aliments, témoin, «farine de maïserie» et «remoulage demi-blanc» sont comparables. Leur teneur en acide linoléique C18:2, de 13,1 et 18,9 g/kg, est voisine de la norme couramment avancée de 16 g/kg. Avec la farine de riz cette teneur est beaucoup plus élevée (31,9 g/kg).

1.4. Déroulement de l'essai et contrôles effectués

L'essai a été réalisé de juin à octobre 1993. Il a été conduit avec 96 porcs issus d'une seule bande de 24 truies (Large White - Landrace x verrat terminal Large White - Piétrain) du troupeau expérimental de l'A.G.P.M.. Le bâtiment expéri-

mental est constitué de quatre rangées de 24 logettes. Les animaux sont nourris individuellement sur la base d'un rationnement énergétique journalier en fonction du poids vif avec un plafond à 60 kg pour les mâles castrés (7800 kcal d'E.D./j) et à 80 kg pour les femelles (8800 kcal E.D./jour). Ils sont pesés individuellement tous les 14 jours et la veille de l'abattage. A l'abattoir, le poids, la composition et la qualité de la carcasse sont contrôlés pour chaque individu. Un morceau de gras de bardière de chaque porc est prélevé. Un échantillon représentatif (5 porcs proches de la moyenne pour chaque traitement) est ensuite constitué pour détermination du profil en acides gras. La coloration des muscles long vaste et fessier superficiel des jambons est mesurée à l'aide du chromamètre Minolta CR 300.

2. RÉSULTATS

L'unité expérimentale est le porc pour toutes les performances, croissance, consommation, indice de consommation et performances d'abattage. Le traitement statistique des variables mesurées est effectué à l'A.G.P.M. à l'aide du logiciel STATITCF. En l'absence d'interaction entre le sexe et les régimes alimentaires, que ce soit pour les performances d'élevage ou d'abattage, le commentaire des résultats porte sur la moyenne des deux sexes.

Les consommations journalières et les indices de consommation sont exprimés pour des aliments à 870 g de matière sèche.

2.1. Période de croissance (du début essai à 60 kg)

Le poids moyen des porcelets en début d'engraissement est de 24,6 kg en moyenne (24,4 pour les mâles castrés et 24,8 pour les femelles).

Avec l'aliment contenant le remoulage demi-blanc, la consommation est supérieure de 3,3 %, comme le prévoyait le plan de rationnement (1,90 kg/porc/jour contre 1,84 kg/jour). La croissance est légèrement supérieure avec la farine de maïserie (801 g/j contre 785-789 g/j). Cette différence n'est pas significative. L'indice de consommation augmente de 3,4 % avec 25 % de remoulage demi-blanc (2,43) en relation avec une plus faible concentration énergétique de cet aliment. Il est respectivement de 2,35, 2,32 et 2,35 avec les autres aliments.

Tableau 4 - Performances d'élevage pendant la période de croissance

Traitements	1	2	3	4	CV (%) (1)	Probabilité sous HO (2)
Co-produits utilisés	-	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz		
Consommation/jour/porc (kg)	1,84 b	1,85 b	1,90 a	1,84 b	1,2	**
Durée (jours)	45	44	45	45	5,1	NS
Vitesse de croissance (g)	785	801	785	789	4,8	NS
Indice de consommation	2,35 ab	2,32 a	2,43 b	2,35 ab	5,6	0,03

(1) C.V. : Coefficient de variation résiduel en %

(2) Ho : Hypothèse d'égalité des moyennes. Les valeurs affectées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil P = 0,05 (NS : non significatif à P > 0,20)

2.2. Période de finition (de 60 kg à l'abattage)

Les porcs ont été abattus à un poids moyen de 107,8 kg pour les femelles et 105,9 kg pour les mâles castrés.

La consommation d'aliment pendant la période de finition avec le remoulage demi-blanc est supérieure de 3,2 % (2,61 kg/j) pour respecter le même apport journalier d'énergie. Elle est de 2,57 kg/jour avec la farine basse de riz en

relation avec l'humidité réelle contrôlée. Avec les trois co-produits, au seuil $P = 0,11$, les performances de croissance sont inférieures de 4,4 % au témoin mais identiques entre elles, respectivement 747, 750 et 743 g/jour contre 781 g/jour.

Le meilleur indice de consommation est obtenue avec le régime témoin (3,26). Il augmente significativement de 5,5 % avec la farine de maïserie (3,44), de 7,7 % avec le remoulage demi-blanc (3,51) et de 7,0 % avec la farine basse de riz (3,49).

Tableau 5 - Performances d'élevage pendant la période de finition

Traitements	1	2	3	4	C.V. (%) (1)	Probabilité sous Ho (2)
Co-produits utilisés	-	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz		
Consommation/jour/porc (kg)	2,52 d	2,53 c	2,61 a	2,57 b	0,7	**
Durée (jours)	62	63	62	63	5,7	NS
Vitesse de croissance (g)	781	747	750	743	7,9	0,11
Indice de consommation	3,26 a	3,44 b	3,51 b	3,49 b	8,2	*

(1) (2) Cf tableau 4

2.3. Période totale de l'engraissement

Avec l'aliment témoin, la consommation moyenne est de 2,23 kg/j, la croissance de 781 g/j et l'indice de consommation de 2,87.

Avec 25 % de farine de maïserie, pour un même niveau de consommation (2,25 kg), les performances obtenues ne sont pas statistiquement différentes du témoin bien que légèrement plus faibles. La vitesse de croissance est de 768 g (- 1,7 %) et l'indice de consommation est de 2,95 (+ 2,8 %).

Avec 25 % de remoulage demi-blanc, le niveau de consommation d'aliment est plus élevé (2,31 kg/porc/jour) en raison de la concentration énergétique plus faible de cet aliment. La

vitesse de croissance, inférieure de 2,3 %, n'est pas statistiquement différente du témoin (763 g), mais l'indice de consommation, de 5,9 % (3,04), est significativement pénalisé par rapport au témoin.

Avec 25 % de farine basse de riz, les animaux ont consommé en moyenne 2,26 kg d'aliment par jour. Les performances sont plus faibles que celles obtenues avec le régime témoin, mais ces différences ne sont pas statistiquement significatives. La vitesse de croissance est de 761 g (- 2,6 %) et l'indice de consommation est de 2,99 (+ 4,2 %).

L'indice de conversion énergétique n'est pas significativement différent entre traitements. Il est malgré tout supérieur de 3,3 % avec la farine de riz (7,10 contre 6,87 Mcal E.N./kg).

Tableau 6 - Performances d'élevage sur la durée totale de l'engraissement

Traitements	1	2	3	4	C.V. (%) (1)	Probabilité sous Ho (2)		
Co-produits utilisés	-	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz		F1 x F2	F1 sexe	F2 régime
Consommation/jour/porc (kg)	2,23 b	2,25 b	2,31 a	2,26 b	0,8	NS	**	**
Durée (jours)	107	107	108	108	4,5	NS	**	NS
Vitesse de croissance (g/j)	781	768	763	761	5,9	NS	**	NS
Indice de consommation	2,87 b	2,95 ab	3,04 a	2,99 b	6,3	NS	0,06	0,02
Indice de conversion énergétique (E.N.)	6,87	6,94	6,92	7,10	6,3	NS	0,06	NS

(1) (2) Cf tableau 4

2.4. Rendement et composition de la carcasse

Le rendement (carcasse froide / poids vif veille) est en

moyenne de 78,8 % chez les animaux recevant le régime témoin. Il diminue significativement avec les autres aliments en relation avec des teneurs en cellulose brute plus élevées

des aliments contenant les co-produits. Il est respectivement de 78,4 et 78,2 % avec la farine de maïserie et la farine

basse de riz. Il n'est que de 77,9 % avec le remoulage demi-blanc.

Tableau 7 - Caractéristiques des carcasses

Traitements	1	2	3	4	CV (%) (1)	Probabilité sous HO (2)
Co-produits utilisés	-	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz		
Poids carcasse froide (kg)	83,9 a	82,5 ab	81,9 b	82,5 ab	2,8	0,03
Rendement carcasse (%)	78,8 a	78,4 b	77,9 c	78,2 bc	0,8	**
% muscle F,O,M, (3)	55,0	55,4	55,6	54,7	4,0	NS
Gras X2 (mm)	17,8	16,9	17,0	18,0	14,5	NS
Gras X4 (mm)	16,5	16,1	14,9	16,2	14,3	0,10
Muscle X5 (mm)	55,6	55,5	53,9	54,0	8,5	NS

(1) (2) Cf tableau 4

(3) Mesuré au Fat'O'Meater : $Y = 57,399 - 0,33 (X2) - 0,441 (X4) + 0,193 (X5)$

La composition de la carcasse n'est pas statistiquement différente selon le co-produit utilisé. Il apparaît une tendance au seuil $P=0,10$ d'une moindre adiposité avec le remoulage demi-blanc contrôlé au niveau de X4. Le pourcentage de muscle mesuré au Fat'O'Meater est de 55,0 % chez les animaux recevant l'aliment témoin. Avec la farine de maïserie et le remoulage demi-blanc, le pourcentage de muscle est légèrement supérieur, respectivement 55,4 % et 55,6 %. En fait avec la farine de maïserie les carcasses ont moins de gras de couverture (X2 et X4) pour une même épaisseur de longe (X5). Avec le remoulage demi-blanc, les carcasses sont également moins grasses mais l'épaisseur de longe est inférieure à celle rencontrée avec l'aliment témoin où la farine de maïserie (53,9 mm contre 55,6 et 55,5 mm). Avec la farine basse de riz, le pourcentage de muscle est légèrement plus faible (54,7 %). L'épaisseur du gras de couverture est proche de celle observée avec le régime témoin, mais l'épaisseur de longe est plus faible (54,0 mm contre 55,6 mm avec le régime témoin).

2.5. Qualité de la viande

Les quatre aliments n'entraînent aucune différence significative pour le pH ultime mesuré sur les muscles adducteur et demi-membraneux. Cependant avec le témoin on observe une plus forte proportion de carcasses avec un pH compris entre 5,7 et 6,0. La coloration des muscles long vaste et fessier superficiel des jambons ressort moins rosée et plus pâle avec la farine basse de riz comparativement au témoin. La coloration est intermédiaire avec la farine de maïserie ou le remoulage demi-blanc. Les gras de bardière de l'aliment témoin et contenant la farine de maïserie apparaissent d'un blanc plus clair.

2.6. Composition des gras de bardière

La composition en acides gras du tissu adipeux (tableau 8) dépend du co-produit utilisé. Chez les porcs recevant l'aliment témoin ou l'aliment contenant la farine de maïserie ou le remoulage demi-blanc, les gras de bardière sont plus riches en acides gras saturés. Il en est de même avec la teneur en

mono-insaturés, respectivement 44,6, 42,9 et 43,0 % contre 40,8 % chez les porcs recevant l'aliment avec la farine basse de riz. A l'inverse, ils sont moins riches en acides gras polyinsaturés, respectivement 10,9, 14,5 et 13,7 % contre 25,7 %. Il s'agit principalement de l'acide linoléique C18:2. Les indices de qualité révèlent très nettement ces différences. Ainsi le rapport insaturés/saturés et l'indice d'iode sont nettement supérieurs pour la farine basse de riz.

3. DISCUSSION - CONCLUSION

Par rapport à un aliment témoin simple (2/3 maïs, 1/3 blé et tourteau de soja), la comparaison de trois aliments, chacun renfermant un co-produit, de la farine de maïserie ou du remoulage demi-blanc ou de la farine basse de riz, au taux de 25 %, a permis de tirer les conclusions suivantes.

L'application d'un plan de rationnement basé sur des apports énergétiques journaliers comparables a permis les mêmes gains de poids en période de croissance. Seul l'indice de consommation augmente avec l'aliment contenant le remoulage demi-blanc (+ 3,4 %) en relation avec une plus faible concentration énergétique de ce régime. Par contre, en finition, la vitesse de croissance des porcs charcutiers est inférieure avec l'incorporation de chacun des trois co-produits ($P = 0,11$).

Sur l'ensemble de la période expérimentale le régime témoin conduit aux meilleures performances. Avec les régimes étudiés, la croissance est légèrement inférieure (- 2 %, différence non significative). Elle est identique pour les trois co-produits (761, 763 et 768 g). L'indice de consommation augmente avec la farine de maïserie (+ 3 %), la farine basse de riz (+ 4 %) mais surtout avec le remoulage demi-blanc (+ 6 %).

À l'abattage le rendement carcasse diminue quel que soit le co-produit étudié (- 0,4 à 0,6 point avec la farine de maïserie et la farine basse de riz et - 0,9 point avec le remoulage demi-blanc). Cette diminution du rendement est à relier à des teneurs plus élevées en cellulose brute.

Tableau 8 - Composition en acides gras des gras de bardière

Traitements	1	2	3	4
Co-produits utilisés	-	Farine de maïserie	Remoulage demi-blanc	Farine basse de riz
Acides gras saturés (%)				
Acide caprique C10:0	0,1	0,1	0,1	-
Acide laurique C12:0	0,1	0,1	0,1	0,1
Acide myristique C14:0	1,4	1,3	1,2	1,0
C15:0	-	-	0,1	0,1
Acide palmitique C16:0	25,6	24,2	24,0	20,2
Acide margarique C17:0	0,4	0,5	0,5	0,3
Acide stéarique C18:0	15,4	14,6	15,0	10,1
Acides gras insaturés (%)				
Acide palmitoléique C16:1	2,8	2,5	2,6	1,8
C17:1	0,4	0,5	0,5	0,2
Acide oléique C18:1	41,4	39,9	39,9	38,8
Acide linoléique C18:2	10,4	13,9	13,0	24,7
Acide linoléique C18:3	0,5	0,6	0,7	1,0
C20 totaux	1,5	1,7	2,2	1,8
Somme A.G. saturés (1)	43,0	40,8	41,0	31,8
Somme A.G. monoinsaturés (2)	44,6	42,9	43,0	40,8
Somme A.G. polyinsaturés (3)	10,9	14,5	13,7	25,7
Somme A.G. insaturés	55,5	57,4	56,7	66,5
Insaturés / saturés	1,29	1,41	1,38	2,09
Indice d'iode (4)	58,8	63,6	62,9	81,8

(1) Somme des A.G. saturés = C10:0 + C12:0 + C14:0 + C15:0 + C16:0 + C17:0 + C18:0

(2) Somme des A.G. monoinsaturés = C16:1 + C17:1 + C18:1

(3) Somme des A.G. polyinsaturés = C18:2 + C18:3

(4) Indice d'iode : calculé selon la formule (A.O.C.S.) : $(\% \text{ C16:1} \times 0,95) + (\% \text{ C18:1} \times 0,86) + (\% \text{ C18:2} \times 1,732) + (\% \text{ C18:3} \times 2,616)$

La présence de ces co-produits entraîne de légères modifications non significatives du pourcentage de muscle. Les carcasses des animaux recevant la farine de maïserie et le remoulage demi-blanc ont une épaisseur plus faible de gras de couverture. Avec le remoulage l'épaisseur de longe est également plus faible. Avec la farine basse de riz l'épaisseur de gras est comparable au témoin mais l'épaisseur de longe est plus faible. L'introduction de ces matières premières n'engendre pas de différences importantes sur le pH du muscle du jambon bien que l'on observe une tendance à des viandes avec un pH légèrement plus élevé. Les muscles apparaissent moins rosés et plus pâles avec la farine basse de riz. Les gras de bardière sont plus clairs avec le témoin et la farine de maïserie.

La composition en acide gras de gras de bardière confirment qu'un aliment à base de maïs, de blé et de tourteau de soja convient bien pour l'alimentation des porcs. Le profil en acides gras, en particulier en acide linoléique (10,4 %), est en accord avec les résultats antérieurs (CASTAING, 1990 ; CASTAING et al., 1995). Par contre, l'incorporation de co-produits, tels que la farine basse de riz au taux de 25 % modifie les caractéristiques du tissu adipeux. La teneur en acide stéarique de 10,1 % est inférieure au seuil de 12 % signalé par GIRARD et al., 1988. De plus le seuil de 15 %

d'acide linoléique donné par HOUBEN et KROL (1983) ou de 12 % donné par PRABUCKI (1978) cités par GIRARD et al. (1988) est ici largement dépassée (24,7 %), augmentant ainsi le taux d'acides gras oxydables responsables des risques de rancissement. L'incorporation de 25 % de farine de maïserie ou de 25 % de remoulage demi-blanc entraîne une augmentation des acides gras polyinsaturés dans des proportions faibles. Les teneurs en acide linoléique sont plus élevées que le régime témoin mais ne dépassent pas les seuils de risque. De ce fait, ces teneurs sont à rapprocher des teneurs des aliments. Avec le remoulage demi-blanc la teneur en C18:2 est comparable au témoin. Avec la farine de maïserie (18,9 g/kg) elle reste malgré tout proche de la norme de 16 g/kg couramment avancée. Par contre, avec la farine basse de riz, elle est très élevée.

Les valeurs énergétiques retenues (E.D.) pour cette étude se sont vérifiées correctes pour la farine de maïserie (3800 kcal E.D./kg M.S.) et le remoulage demi-blanc (3450 kcal E.D./kg M.S.) compte tenu des indices de consommation énergétiques qui ne sont pas significativement différents.

Pour la farine basse de riz, le bilan alimentaire conduit à une valeur énergétique voisine de 3150 kcal E.D./kg M.S.. Cette valeur est faible compte tenu des caractéristiques chimiques,

en particulier de la teneur en matière grasse. La détermination par les équations de prédiction E.D. 33 (INRA 1984) prenant en compte les composants de l'aliment ou E.D. 18 (INRA 1989) prenant en compte les caractéristiques chimiques de la matière première et leur C.U.D. (Tables Hollandaises) fournit des valeurs, nettement supérieures, de 3500 ou 3930 kcal E.D./kg M.S.. Quoiqu'il en soit, la valeur de 3730 kcal E.D./kg M.S. retenue dans cette étude est surestimée et, à défaut, la valeur de 3500 kcal E.D./kg M.S. pourrait être proposée. Des mesures de digestibilité seraient nécessaires pour préciser cette valeur.

En pratique, un taux d'incorporation de 25 % de farine de maïserie ou de remoulage demi-blanc peut s'envisager sans problème. Avec la farine basse de riz, la prise en compte de

la teneur en matière grasse, selon les lots et la conséquence sur les apports en acide linoléique, conduit à limiter le taux d'incorporation à 10 - 15 %.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Société CASTELMAIS à Casteljaloux (47), la Minoterie LAULAN à Casteljaloux (47) et la Société DELTA CÉRÉALES à Marseille (13) pour la fourniture des co-produits de leur industrie.

AIRFAF tient à remercier l'A.G.P.M., l'OFIVAL, l'A.N.D.A., le GIE Porcin en Midi-Pyrénées et l'INPAQ en région Aquitaine pour le financement de l'étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUARD J.P., LEUILLET M., 1975. Journées Rech. Porcine en France, 7, 93-98.
- CASTAING J., 1990. Symposium Qualité des Céréales Toulouse. Ed. ITCF, 95p.
- CASTAING J., COUDURE R., FÉKÉTÉ J., GROSJEAN F., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 159-166.
- CASTAING J., CAZETTE J.Ph., COUDURE R., PEYHORGUE A., 1995. Journées Rech. Porcine en France, 27, (sous presse).
- GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 255-278.
- INRA, 1989. Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc. INRA éd., Paris, 106 p.
- LECANTE V., 1988. Valorisation des produits de substitution des céréales en alimentation animale. Non publié. (Mémoire D.A.A., Chaire de Zootechnie INA Paris-Grignon).
- LE DIVIDICH J., CANOPE I., HEDREVILLE F., DESPOIS E., 1976. Journées Rech. Porcine en France, 8, 25-28.
- MOREAU R., QUÉMÉRÉ P., CARLIER J.C., 1992. Journées Rech. Porcine en France, 24, 143-150.
- Tables Hollandaises, 1994. Veevoedertabel. C.U.B. éd., Lelystad.