

COMPARAISON DES POIS D'HIVER ET DE PRINTEMPS DANS DES ALIMENTS POUR PORC CHARCUTIER PRESENTES EN FARINE OU EN GRANULES

F. GROSJEAN (1), D. BOURDON (2), Véronique THEILLAUD-RICCA (3), J. CASTAING (4), E. BEAGUE (5)

(1) I.T.C.F., 8 Avenue du Président Wilson - 75116 PARIS

(2) I.N.R.A., Station de Recherches Porcines, ST-GILLES - 35590 L'HERMITAGE

(3) Sanders SA, 17 Quai de l'Industrie - 91200 ATHIS-MONS

(4) A.G.P.M., 122 Boulevard Tourasse - 64000 PAU

(5) U.N.I.P., 12 Avenue George V - 75008 PARIS

INTRODUCTION

La culture du pois s'est considérablement développée ces dernières années en France puisqu'elle est passée de 34.000 ha en 1979 à 274.000 ha en 1986 à 472.000 ha en 1988. Les deux tiers de la production (estimée à 2,35 millions de tonnes en 1988) sont utilisés dans l'alimentation porcine européenne. Les variétés cultivées sont principalement de type printemps dans les régions au nord de la Loire, et de type hiver au sud. Jusqu'en 1986 les variétés de printemps représentaient 97% de la production mais le développement des variétés d'hiver semble (au vu des potentialités agronomiques) pouvoir s'accroître. Lors des campagnes 1986-1987 et 1987-1988, la progression des types hiver a été plus forte que celle des types printemps puisque les surfaces semées en hiver atteignaient 5 et 8% des surfaces totales. Or les variétés d'hiver présentent une composition différente de celle des variétés de printemps avec notamment plus de cellulose, moins d'amidon et plus de facteurs antitrypsiques (VALDEBOUZE et al., 1980, VALDEBOUZE et GABORIT, 1985).

Au cours de deux essais antérieurs, nous avons déjà comparé la valeur d'utilisation de pois de variétés d'hiver et de printemps. Dans la première comparaison (CASTAING et LEUILLET, 1981) deux régimes contenant 28 et 30% de pois de printemps (variétés «Amino» et «Finale» à 3,7 et 3,3 unités de trypsine inhibée/mg MS) donnaient d'aussi bonnes performances que le régime témoin sans pois. En revanche, le régime contenant 26% de pois d'hiver (variété «Frimas» à 12,9 U.T.I./mg MS) pénalisait les performances de croissance des animaux principalement en démarrage puisque l'indice de consommation était augmenté de 6% entre 27 et 60 kg et de 5% sur l'ensemble de la durée d'engraissement. Dans la deuxième comparaison (GROSJEAN et al., 1986), le régime à 30% de pois de printemps (variété «Amino» à 4,4 U.T.I./mg MS) était aussi performant que le régime témoin. L'indice de consommation des porcs nourris avec des régimes à 29-28% de pois d'hiver (variétés «Vendevil» et «Frisson» à 6,5 et 10,9 U.T.I./mg MS) était supérieur de 6,7 et 9% à celui des animaux témoins en période de croissance et de 3,1 et 5,6% sur l'ensemble de l'essai. Ces deux essais étaient concordants et suggéraient une action des facteurs antitrypsiques des pois d'hiver du fait de la liaison entre l'amplitude de la dégradation

des performances et l'activité antitrypsique des variétés de pois.

Cependant, comme ces essais étaient conduits avec des aliments à base de maïs, on pouvait suspecter un effet d'une subcarence en tryptophane des régimes à forte teneur en pois (PEREZ et BOURDON, 1982) bien que ces régimes aient été isotryptophane. De plus, les régimes de ces essais ont été formulés en prenant une valeur énergétique identique pour tous les pois. Or de l'ensemble des mesures de digestibilité réalisées par l'INRA avec 13 pois d'hiver et 6 pois de printemps, il ressort qu'en moyenne le pois d'hiver est légèrement moins énergétique que le pois de printemps (3850 contre 3960 kcal/kg MS). Cette différence énergétique pourrait expliquer une partie de la différence de croissance observée entre les régimes hiver et printemps des deux essais.

En revanche, la moindre digestibilité de la fraction azotée des 13 pois d'hiver (82,0%) comparativement à celle des 6 pois de printemps (86,5%), en accord avec les travaux de LETERME et al. (1988), renforce l'hypothèse d'une action néfaste des facteurs antitrypsiques du pois d'hiver.

C'est pourquoi nous avons voulu préciser l'effet strict des facteurs antinutritionnels du pois d'hiver à défaut de pouvoir les extraire et les ajouter dans les aliments expérimentaux. Nous avons procédé à trois essais de comparaison de régimes contenant 0 ou 30% de pois d'hiver ou 30% de pois de printemps. Ces régimes ont été formulés en tenant compte de l'énergie réelle des lots de pois utilisés (mesurée au cours d'un essai préliminaire de digestibilité sur porc en croissance) et en s'assurant de l'apport non limitant en acides aminés secondaires. De plus, dans deux essais et dans l'essai de digestibilité, les aliments ont été présentés en farine et en granulé de façon à voir si la granulation - par son action thermique - a un effet sur les facteurs antinutritionnels.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Présentation des essais (tableau 1)

L'essai de digestibilité - métabolisme azoté (essai D) a été

réalisé à la Station de Recherche sur l'Élevage des Porcs de l'INRA à St-Gilles (35). Cet essai a permis de déterminer la teneur en énergie digestible ainsi que la digestibilité et le bilan de la fraction azotée d'un pois d'hiver «Frisson» et d'un pois de printemps «Finale» introduits à 0 ou 40% dans des régimes à base de blé-tourteau de soja-CMV et présentés en farine ou en granulé.

Le premier essai zootechnique (essai Z1) a été réalisé à la Station de Recherche sur l'Élevage des Porcs de l'INRA à St-Gilles (35). Un régime à base de blé soja a été comparé à un régime blé-soja-30% de pois d'hiver et à un régime blé-soja-30% de pois de printemps. Chaque aliment était présenté en farine et en granulé, et distribué à sec.

TABLEAU 1
PRESENTATION DES ESSAIS : TAUX DE POIS DES REGIMES

	Essai D	Essai Z1	Essai Z2	Essai Z3
Type d'essai Réalisation	digestibilité INRA	zootechnique INRA	zootechnique ITCF-AGPM	zootechnique SANDERS
Aliment témoin farine	0	0	0	-
Aliment témoin granulé	0	0	-	-
Aliment farine avec «Frisson»	40	30	30	27 *
Aliment granulé avec «Frisson»	40	30	-	27 *
Aliment farine avec «Finale»	40	30	30	27
Aliment granulé avec «Finale»	40	30	-	27

* Lot "Frisson" différent de celui utilisé dans les essais D, Z1 et Z2.

Le deuxième essai zootechnique (Z2) a été réalisé à la Station Expérimentale ITCF-AGPM de Pau Montardon (64). Il était semblable à l'essai Z1 mais ne comportait que des régimes en farine humide.

Le troisième essai zootechnique (Z3) a été réalisé à la Station expérimentale de SANDERS à Souches (72). Il comparait le pois d'hiver et le pois de printemps incorporés à 27%. Chaque aliment était présenté en farine sèche et en granulé.

1.2. Caractéristiques des pois utilisés (tableau 2)

TABLEAU 2
CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES MOYENNES
DES POIS UTILISES (/kg M.S.)

Lot de pois Essai	«Frisson» D, Z1, Z2	«Frisson» Z3	«Finale» D, Z1, Z2, Z3
M.A.T. (g)	250	265	255
Cellulose brute (g)	69	-	50
Amidon (Ewers) (g)	500	512	547
Matières grasses (g)	13	11	12
Activité antitrypsique (x10 ⁶ U.T.I.)	9,8	7,8	4,1
Energie brute (kcal)	4364	-	4439

Les pois d'hiver provenaient de deux lots produits dans le Lauragais et achetés à la coopérative CAL de Castelnauudary (11). Le lot de pois d'hiver utilisé dans les essais D, Z1 et Z2 a été récolté en 1986 et est vraisemblablement pour la plus grande part de variété «Frisson». Le lot de pois d'hiver utilisé dans l'essai Z3 a été récolté en 1987.

Pour tous les essais, un seul lot de pois de printemps a été

utilisé. Il a été cultivé en Beauce en 1986 et a été acheté à la Coopérative SCAEL (28).

La composition chimique des pois a été analysée dans chaque essai. Les activités antitrypsiques ont toutes été mesurées au CRCB par la méthode AOCS.

1.3. Les animaux et leur conduite (tableau 3)

Dans l'essai D, pour chaque régime, 4 mâles castrés Large White sont utilisés dans des cages à métabolisme. Les animaux reçoivent les aliments expérimentaux pendant une période préexpérimentale de 7 jours au début de laquelle ils pèsent 40,6 kg et sont âgés de 104 j en moyenne. Les mesures de digestibilité ne commencent qu'à l'issue de cette période et vont durer pendant 10 jours. Pendant ces dix jours, les porcs passent de 45,8 à 51,6 kg en moyenne.

Dans l'essai Z1, 60 mâles castrés et 60 femelles Large White sont conduits dans des loges individuelles sur sol paillé (10 mâles castrés et 10 femelles par régime). Dans l'essai Z2, 36 mâles castrés et 36 femelles Large White sont utilisés dans des loges individuelles non paillées (12 mâles castrés et 12 femelles par régime). Dans l'essai Z3, pour chaque régime, il y a 21 mâles castrés et 15 femelles France Hybrides répartis en 6 loges sur sol nu (1 loge de 3 mâles castrés avec 3 femelles, 3 loges de 6 mâles castrés et 2 loges de 6 femelles).

1.4. Les aliments et leur distribution (tableaux 3,4,5,6,7)

Les aliments de l'essai de digestibilité, élaborés à partir des matières premières broyées avec une grille de 3 mm, sont présentés sous forme de farine ou de granulé de 4 mm de diamètre. Ils sont distribués aux animaux humidifiés à l'auge, rationnés, et en deux repas par jour, afin d'éviter les refus.

Dans les essais Z1 et Z2, les aliments sont composés de blé, de tourteau de soja, de CMV et de pois éventuellement. Ils sont formulés en prenant pour les pois les valeurs énergétiques

trouvées à la suite de l'essai D, et pour les autres matières premières, les valeurs énergétiques habituellement retenues. Dans ces deux essais, les porcs sont rationnés individuellement selon un plan de rationnement progressif (fonction du poids des animaux) et plafonnés. Le plafond de rationnement dans l'essai Z1 est de 2,9 kg par jour à partir de 76 kg quel que soit le sexe des animaux. Dans l'essai Z2, le plafond de rationnement est respectivement de 8400 et 9400 kcal d'énergie digestible ingérée journalièrement pour les mâles castrés à partir de 60 kg de poids vif et les femelles à partir de 80 kg. Les aliments de l'essai Z1 sont distribués à sec à l'auge, à raison d'un seul repas par jour alloué le matin. Les aliments granulés sont obtenus par granulation à la vapeur avec une

filière de 4,5 mm de diamètre. Dans l'essai Z2, les aliments sont distribués en 13 repas par semaine, en farine humidifiée à l'auge au moment des repas.

Dans l'essai Z3, les aliments sont formulés avec de nombreuses matières premières comme dans les aliments commerciaux. L'énergie des pois est estimée identique pour tous les régimes. Les aliments sont distribués selon un plan de rationnement progressif en croissance et plafonné à 2,8 kg en finition, à raison de 13 fois par semaine. Ils sont présentés au sol, soit en farine sèche, soit en granulés. Ces derniers sont obtenus par passage dans une filière de 4,5 mm de diamètre et utilisation de vapeur.

TABLEAU 3
MODALITES EXPERIMENTALES

	Essai D	Essai Z1	Essai Z2	Essai Z3
Type d'essai Réalisation	digestibilité INRA	zootecnique INRA	zootecnique ITCF-AGPM	zootecnique SANDERS
Type d'animal Nombre d'animaux/régime Nombre d'animaux/loge	LW 4 MC 1	LW 10 MC et 10 F 1	LW 12 MC et 12 F 1	Hybride 21 MC et 15 F 6
Base de l'aliment Mode de granulation Présentation de la farine Distribution de l'aliment	Blé-Soja-CMV vapeur humidifiée à l'auge individuelle rationnée	Blé-Soja-CMV vapeur en sec à l'auge individuelle rationnée	Blé-Soja-CMV - humidifiée à l'auge individuelle rationnée	Aliment complexe vapeur en sec au sol collective rationnée

TABLEAU 4
COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES DES REGIMES DE L'ESSAI D

Régime Présentation de l'aliment	1 Farine	2 Granulé	3 Farine	4 Granulé	5 Farine	6 Granulé
Composition (%)						
Pois d'hiver «Frisson»	-		40,0		-	
Pois de printemps «Finale»	-		-		40,0	
Mélange de base (BS = 82% blé - 18% t. soja 48.5)	93,0		53,0		53,0	
Mélange minéral	3,0		3,0		3,0	
Prémélange vitaminique sur support BS	4,0		4,0		4,0	
Caractéristiques / kg M.S.						
Matières minérales(g)	49,2	55,0	53,1	58,4	60,2	58,3
M.A.T. (g)	209,7	203,4	222,1	222,8	225,9	224,6
Energie brute (kcal)	4366	4320	4329	4304	4317	4319

TABEAU 5
COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES DES REGIMES DE L'ESSAI Z1

Régime Présentation de l'aliment	1 Farine	2 Granulé	3 Farine	4 Granulé	5 Farine	6 Granulé
Composition (%)						
Pois d'hiver «Frisson»	-		30,00			-
Pois de printemps «Finale»	-		-			30,00
Blé	70,15		54,15			55,15
T. Soja 48.5	21,00		7,00			6,00
Mélange minéral	3,85		3,85			3,85
Prémélange (oligoéléments vitamines sur blé)	5,00		5,00			5,00
Caractéristiques /kg brut						
M.A.T. analysée (g)	190	197	170	178	168	173
Lysine (g)	8,5		8,5			8,5
Méthionine + cystine (g)	6,4		5,4			5,4
Thréonine (g)	6,3		5,7			5,7
Tryptophane (g)	2,3		1,8			1,7
E.D. (kcal/kg frais estimé)	3200		3170	3185	3150	3180
Activité antitrypsique (x10 ⁶ U.T.I.)			3,2	2,7	1,3	1,2

TABEAU 6
COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES
DES REGIMES DE L'ESSAI Z2

Régime Présentation de l'aliment	1 Farine	2 Farine	3 Farine
Composition (%)			
Pois d'hiver «Frisson»	-	30,0	-
Pois de printemps «Finale»	-	-	30,0
Blé	75,0	60,9	60,9
T. Soja	21,4	5,5	5,5
CMV	3,6	3,6	3,6
Caractéristiques à 870 g de M.S./kg			
M.A.T. (g)	198	174	174
Lysine (g)	8,84	8,73	8,68
Méthionine + Cystine (g)	6,89	5,61	5,62
Thréonine (g)	6,80	5,98	5,96
Tryptophane (g)	2,45	1,80	1,81
E.D. (kcal)	3230	3180	3160

1.5. Traitement des données

Dans chaque essai, les résultats de chaque critère ont fait l'objet d'une analyse de variance. Pour les essais zootechniques, chaque analyse de variance a été suivie par le test des contrastes pour caractériser l'effet des facteurs (présence de pois, variété de pois, granulation) ainsi que l'interaction entre ces facteurs.

2. RESULTATS

2.1. Essai de digestibilité - métabolisme azoté (tableaux 8,9)

Globalement, les coefficients d'utilisation apparents de la

TABEAU 7
COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES
DES REGIMES DE L'ESSAI Z3

Régime Présentation "aliment"	1 Farine	2 Granulé	3 Farine	4 Granulé
Composition (%)				
Pois d'hiver	27,00		-	
Pois de printemps	-		27,00	
Blé	34,10		34,10	
Manioc	14,00		14,00	
T. Tournesol métré	7,00		7,00	
Graisse animale	0,50		0,50	
F. Viande 55D	4,00		4,00	
T. Soja 48 Brésil	5,00		5,00	
Mélasse Betterave	6,00		6,00	
CMV*	2,40		2,40	
Caractéristiques à 870 g de M.S./kg				
M.A.T. (g)	176	176	175	175
Lysine (g)	9,04	9,04	8,98	9,09
Méthionine + cystine (g)	6,03	6,04	5,97	6,07
Thréonine (g)	6,07	6,08	6,03	6,11
Tryptophane (g)	1,63	1,63	1,62	1,64
Activité antitrypsique (x10 ⁶ U.T.I.) sur frais	2,5	2,4	1,6	1,7

* Apport de méthionine: 0,06%

matière sèche, de la matière organique et de l'énergie ne diffèrent pas significativement, quel que soit le régime. Cepen-

dant une légère amélioration des C.U.D. de la matière organique et de l'énergie des régimes est constatée avec la granulation sans toutefois que les différences observées soient significatives; en outre, cet effet de la granulation semble plus marqué avec les régimes contenant le pois «Finale».

S'agissant de l'utilisation de l'azote, il n'y a pas de différences significatives d'utilisation digestive et de rétention selon le régime.

Les valeurs d'énergie digestible des pois «Frisson» et «Finale» en farine sont proches (3752 contre 3737 kcal ED/kg M.S.). Après granulation de l'aliment, l'énergie des deux pois est estimée plus forte (3800 et 3949 kcal ED/kg M.S. respectivement pour «Frisson» et «Finale»); mais l'augmentation d'énergie digestible par la granulation est moins grande pour le pois «Frisson» que pour le pois «Finale» (respectivement de 1,3% contre 6%).

TABLEAU 8
DIGESTIBILITE DES REGIMES DE L'ESSAI D

Régime	Témoïn		Pois «Frisson»		Pois «Finale»		CVR	Probabilité
	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé		
Présentation							%	sous Ho
UTILISATION DE L'ENERGIE								
C.U.D.a Matière sèche	86,9	86,9	86,4	86,2	86,5	87,4	1,4	NS
C.U.D.a Matière organique	88,8	88,9	88,2	88,2	88,4	89,5	1,4	NS
C.U.D.a Energie	86,4	86,8	85,7	86,1	85,7	87,4	1,5	NS
E.D. kcal/kg M.S.	3772 ± 19	3748 ± 37	3710 ± 26	3705 ± 21	3700 ± 35	3775 ± 11		
UTILISATION DE L'AZOTE								
C.U.D.a Azote	86,9	85,9	84,3	84,3	83,9	85,6	2,7	NS
C.R.N.	42,8	43,4	43,2	42,0	42,4	45,2	10,8	NS
C.U.P.N.	37,2	37,2	35,4	35,5	35,6	38,8	10,1	NS
N retenu en g/j	19,8	19,0	19,9	20,0	20,3	21,8	10,2	NS

Seuls les résultats de 3 animaux sur 4 sont retenus dans le régime 3.

TABLEAU 9
VALEUR NUTRITIVE DES POIS (MOYENNE ET ECART TYPE)

Pois	"Frisson"		"Finale"	
	Farine	Granulé	Farine	Granulé
Présentation de l'aliment				
Energie digestible (kcal/kg M.S.)	3752 ± 92	3800 ± 53	3737 ± 91	3949 ± 29
C.U.D.a de l'énergie (%)	(3) 86,0 ± 2,1	87,1 ± 1,2	84,2 ± 2,0	89,0 ± 0,7
C.U.D.a de l'azote (%)	(3) 86,9 ± 3,4	88,3 ± 1,4	84,8 ± 1,59	87,56 ± 1,4

(3) 3 valeurs sur 4 ont été retenues pour le calcul de la valeur moyenne.

2.2. Essai Z1 (tableau 10)

Il n'apparaît pas d'interaction significative entre les facteurs étudiés sur les principaux critères zootechniques.

2.2.1. Résultats de croissance

2.2.1.1. Effet du type de pois

L'effet type de pois est hautement significatif puisque la détérioration des performances apparaît plus marquée avec les régimes à base de pois «Frisson» qu'avec les régimes à base de pois «Finale». Relativement aux résultats des régimes témoins, la vitesse de croissance est ralentie respectivement

de 11,3 et de 2,7 % en moyenne. La moindre consommation des régimes à base de pois «Frisson» (en moyenne de 2 %) explique en partie les moindres vitesses de croissance des animaux. Avec les régimes contenant du pois «Finale», les performances ne sont inférieures à celles des régimes témoins qu'avec la farine alors qu'elles sont égales avec le granulé.

Durant la phase de finition, avec les régimes à base de pois, et indépendamment du mode de présentation du régime et du type de pois, les porcs réalisent des performances de croissance et d'efficacité alimentaire qui se révèlent significativement ($p < 0.05$) supérieures de 3,3 % en moyenne à celles des

porcs alimentés avec les régimes témoins.

Sur la période totale d'engraissement, les performances de croissance et d'efficacité alimentaire sont aussi favorables avec les régimes à 30 % de pois «Finale» que celles réalisées avec les régimes témoins blé + soja, et ce quel que soit le mode

de présentation du régime. En revanche, on observe une légère détérioration des performances (4 % pour le G.M.Q., 2 % pour l'I.C.) avec les régimes à base de pois «Frisson»; la différence étant moins importante avec les régimes granulés (3 % pour le G.M.Q., et 1 % pour l'I.C.).

TABLEAU 10
PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ABATTAGE DE L'ESSAI Z1

Régime	Témoin		Pois "Frisson"		Pois "Finale"		CVR	Probabilité (1)			
	Présentation	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine		Granulé	%	P	V
PERIODE DE CROISSANCE (de 30,1 kg à 59,8 kg)											
Consommation (kg/j)	1,94	1,94	1,89	1,89	1,93	1,93	3,1	NS	*	NS	NS
Gain de poids (g/j)	674	737	589	663	641	733	8,0	**	**	**	**
Indice de consom.	2,89	2,64	3,24	2,87	3,03	2,65	7,3	**	**	**	**
PERIODE DE FINITION (de 59,8 kg à 100,2 kg)											
Consommation (kg/j)	2,73	2,70	2,70	2,67	2,69	2,70	1,1	**	*	**	**
Gain de poids (g/j)	766	816	785	849	790	848	7,6	*	NS	**	**
Indice de consom.	3,57	3,32	3,47	3,15	3,43	3,19	7,4	**	NS	**	**
PERIODE TOTALE											
Consommation (kg/j)	2,37	2,34	2,31	2,29	2,33	2,34	2,6	**	**	**	**
Gain de poids (g/j)	721	781	687	757	717	794	6,0	NS	**	**	**
Indice de consom.	3,28	3,00	3,37	3,03	3,26	2,96	6,3	NS	*	**	**
RESULTATS D'ABATTAGE											
Rendement de carcasse (%)	80,5	80,4	79,3	80,3	79,9	80,7	1,5	NS	**	**	**
Epaisseur de lard latéral (mm)	21,0	20,9	20,0	21,3	22,0	21,5	13,1	NS	NS	NS	NS
% de muscle FOMD	49,7	49,5	50,3	49,5	49,2	49,3	4,1	NS	NS	NS	NS

(1) Probabilité de l'hypothèse d'égalité des moyennes nulle
 P = effet de la présence de pois
 V = effet de la variété de pois
 F/G = effet de la granulation (comparaison farine / granulés)

NS= non significatif
 * = p<0,1
 ** = p<0,05
 *** = p<0,01

2.2.1.2. Effet de la granulation des régimes

Les porcs alimentés avec les régimes présentés sous forme de granulés, extériorisent des performances de croissance et d'efficacité alimentaire significativement ($p < 0.01$) améliorées, comparativement à celles de leurs homologues recevant les mêmes régimes sous forme de farine. L'effet bénéfique dû à la granulation est nettement plus marqué durant la phase initiale de croissance (de 30 à 60 kg de poids vif) (+ 12 % en moyenne), alors qu'il n'atteint que 7 % au cours de la phase de finition (de 60 à 100 kg de poids vif); sur la période totale d'engraissement, l'accroissement moyen des performances est de 9,7 % après granulation. En outre, bien que l'interaction (effet granulation x nature du régime) ne soit pas significative, l'effet améliorateur de la granulation, au niveau des performances, apparaît légèrement supérieur avec les régimes pois, tant en croissance (+ 4 % pour le GMQ, - 3 % pour l'I.C.) que sur l'ensemble de la période d'engraissement avec un accroissement supplémentaire des performances de 2 % en moyenne. Mais

l'effet bénéfique est de même importance que le régime renferme du pois «Frisson» ou «Finale».

2.2.2. Résultats d'abattage

Le rendement de carcasse est réduit avec les régimes contenant du pois lorsqu'ils sont présentés en farine : respectivement de 0,6 point et 1,2 point avec les régimes «Finale» et «Frisson» en farine par rapport au résultat du régime témoin en farine. La granulation améliore le rendement de carcasse des animaux nourris avec les régimes contenant du pois (de 0,9 point), alors qu'elle n'a aucun effet sur le rendement des animaux témoins.

L'adiposité des carcasses n'est pas affectée par le régime alimentaire. En effet, ni le type de pois, ni la granulation ne changent l'épaisseur de lard latéral (mesurée au niveau de la dernière côte), ni le pourcentage de muscle des carcasses.

TABLEAU 11
PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ABATTAGE DE L'ESSAI Z2

Régime	Témoïn	Pois "Frisson"	Pois "Finale"	CVR %	Probabilité (1)	
					P	V
PERIODE DE CROISSANCE (de 25,2 kg à 60 kg)						
Consommation (kg/j)	1,82	1,84	1,84	1,8	**	NS
Gain de poids (g/j)	749	721	750	6,8	NS	**
Indice de consommation	2,44	2,57	2,47	6,8	*	**
PERIODE DE FINITION (de 60 kg à 103,6 kg)						
Consommation (kg/j)	2,47	2,50	2,52	1,4	***	NS
Gain de poids (g/j)	738	768	75	8,5	NS	NS
Indice de consommation	3,37	3,27	3,36	8,3	NS	NS
PERIODE TOTALE						
Consommation (kg/j)	2,18	2,19	2,22	1,6	**	**
Gain de poids (g/j)	741	744	753	6,6	NS	NS
Indice de consommation	2,95	2,96	2,96	6,6	NS	NS
RESULTATS D'ABATTAGE						
Rendement de carcasse (%)	77,0	77,4	77,2	1,5	NS	NS
Epaisseur de lard dorsal R+D/2 (mm)	23,5	23,1	23,7	17,0	NS	NS
% de muscle Naveau	49,6	50,5	49,7	7,2	NS	NS

N.B. Les consommations d'aliment et les indices de consommation sont exprimés pour des aliments à 87% M.S.

(1) Probabilité de l'hypothèse d'égalité des moyennes nulle
P= effet de la présence de pois
V= effet de la variété de pois

NS= non significatif

* = p<0,1

**= p<0,05

*** = p<0,01

2.3. Essai Z2 (tableau 11)

2.3.1. Résultats de croissance

En période de croissance (de 25 à 60 kg), les 3 régimes sont bien consommés. Les consommations des régimes contenant du pois sont très légèrement plus fortes (de 1,1%) que celle du régime témoin en relation avec le plan de rationnement appliqué. La vitesse de croissance moyenne permise avec le régime contenant du pois Frisson est inférieure à celles obtenues avec les deux autres régimes (3,9%). L'indice de consommation du régime «Frisson» est dégradé de 5,3 et 4% par rapport aux indices des 2 autres régimes.

En période de finition (de 60 à 103 kg), les consommations plus fortes avec les régimes contenant du pois s'expliquent par le plan de rationnement. Les vitesses de croissance ont tendance à être plus élevées avec les régimes contenant du pois, notamment avec celui contenant le pois «Frisson».

Il en résulte que sur l'ensemble de la période d'engraissement de 25 à 103 kg de poids vif, les trois régimes se révèlent aussi performants les uns que les autres.

2.3.2. Résultats d'abattage

Le rendement de carcasse n'apparaît pas affecté par la présence de pois, ni par la variété de pois. Il en est de même pour l'adiposité des carcasses au vu de l'épaisseur moyenne de lard dorsal et du pourcentage de muscle estimé par la méthode de Naveau et al.(1979) ou au Fat-O-Meat'er.

2.4. Essai Z3 (tableau 12)

Remarques préliminaires:

En période de croissance, les animaux ont eu des déjections assez molles, mais il n'a pas été mis en évidence d'effet significatif des régimes sur la consistance des fécès. D'autre part, les animaux ont dû être abattus assez légers pour des raisons de disponibilité en pois.

2.4.1. Résultats de croissance

Quelle que soit la période d'élevage, on n'observe pas d'interaction significative de l'effet granulation et du type de pois.

2.4.1.1. Effet du type de pois

En période de croissance (de 25 kg au 55^e jour d'engraissement), aucun effet significatif entre pois «Finale» et pois «Frisson» n'est observé. Cependant les régimes contenant du pois de printemps ont tendance à être plus performants (2% de plus de croissance et 2% de moins en indice de consommation) que les régimes avec pois d'hiver et ce, quelle que soit la forme de présentation de l'aliment (farine ou granulé).

En période de finition (du 55^e jour d'essai à la date du premier abattage), et sur l'ensemble de la période d'engraissement (de 25 kg au dernier abattage), il n'y a pas d'effet significatif dû à la variété de pois.

2.4.1.2. Effet de la granulation des régimes

En période de croissance, la présentation de l'aliment a un effet très significatif sur le gain moyen quotidien et l'indice de consommation ; en effet, les porcs consommant les aliments granulés ont des performances supérieures (de 4,5% soit + 30 g de gain moyen quotidien et - 0,11 point d'indice de consommation) à ceux consommant l'aliment sous forme de farine.

En période de finition, les différences de performances selon le mode de présentation des régimes s'estompent et ne sont

plus significatives.

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, il n'y a pas d'effet significatif dû à la variété de pois. L'effet positif ($p < 0,01$) de la granulation atteint 3,3% sur la vitesse de croissance et 3,9% sur l'indice de consommation.

2.4.2. Résultats d'abattage

La variété de pois et le mode de présentation des régimes n'influencent nullement les résultats de rendement de carcasse et de composition corporelle.

TABLEAU 12
PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ABATTAGE DE L'ESSAI Z3

Régime Présentation	Pois "Frisson"		Pois "Finale"		CVR %	Probabilité (1)	
	Farine	Granulé	Farine	Granulé		V	G
PERIODE DE CROISSANCE (de 25,7 kg au 55e jour)							
Poids à j 55 (kg)	62,4	64,0	63,0	64,8			
Consommation (kg/j)	1,71	1,71	1,71	1,71			
Gain de poids (g/j)	667	697	681	711	2,2	NS	**
Indice de consommation	2,56	2,45	2,51	2,40	2,4	NS	**
PERIODE DE FINITION (de j 55 au 1er abattage à j 94)							
Poids à j 94 (kg)	90,1	92,1	90,5	92,4			
Consommation (kg/j)	2,53	2,53	2,53	2,53			
Gain de poids (g/j)	710	719	705	709	4,3	NS	NS
Indice de consommation	3,56	3,52	3,59	3,56	4,1	NS	NS
PERIODE TOTALE							
Durée de l'essai (j)	106	104	105	104			
Poids final (kg)	98,6	100,0	99,7	100,8			
Consommation (kg/j)	2,1	2,10	2,11	2,11			
Gain de poids (g/j)	688	718	704	721	2,7	NS	***
Indice de consommation	3,07	2,93	3,00	2,92	3,0	NS	***
RESULTATS D'ABATTAGE							
Rendement de carcasse (%)	77,6	77,8	77,3	77,9		NS	NS
Epaisseur de lard (mm) FOM	15,3	15,1	15,5	15,9		NS	NS
% muscle FOM	56,5	56,6	56,2	56,4		NS	NS

DISCUSSION - CONCLUSION

Les caractéristiques de composition chimique des lots de pois utilisés sont assez proches de celles rencontrées habituellement. L'activité antitrypsique du lot «Frisson» des essais D, Z1 et Z2 n'est pas des plus élevées; celle du lot «Frisson» de l'essai Z3 est carrément faible pour cette variété.

L'activité antitrypsique des pois se retrouve proportionnellement dans les aliments. Dans les essais Z1 et Z3, les aliments farine contenant le pois «Frisson» ont une activité respective de 3,2 et 2,5 U.T.I./mg et ceux contenant le pois «Finale» une activité de 1,3 et 1,6 U.T.I./mg. La granulation de l'aliment avec pois d'hiver «Frisson» réduit un peu l'activité antitrypsique dans le cas de l'essai Z1 (2,7 contre 3,2 U.T.I. soit 16%) par

contre elle est sans effet dans le cas de l'essai Z3 (2,4 contre 2,5 U.T.I./mg). La granulation est également sans effet sur l'activité antitrypsique des aliments contenant le pois de printemps «Finale», et ce, dans les deux essais.

L'essai de digestibilité situe l'énergie digestible des lots de pois «Frisson» et «Finale» en farine à 3752 et 3737 kcal/kg M.S. Ces valeurs sont parmi les plus faibles jamais trouvées par l'INRA avec des pois protéagineux français (BOURDON et al., 1977; BOURDON et PEREZ, 1982; BOURDON, 1988-travaux non publiés). De plus, la similitude des teneurs en énergie des 2 lots étudiés contraste avec le fait que les variétés d'hiver sont en moyenne légèrement moins énergétiques que les variétés

de printemps. Le résultat trouvé ici peut s'expliquer par la variabilité à l'intérieur de chaque type de pois hiver et printemps. Après granulation de l'aliment, les pois présentent une teneur en énergie digestible légèrement accrue (3800 kcal/kg M.S., soit +1,3% pour «Frisson» et 3949 kcal/kg M.S. soit +6,0% pour «Finale»). L'augmentation plus forte pour «Finale» que pour «Frisson» pourrait s'expliquer par le taux d'amidon plus élevé dans la variété de printemps que dans la variété d'hiver, et sur lequel la granulation peut avoir un effet bénéfique.

La digestibilité de la fraction azotée des régimes ne diffère pas significativement d'un régime à un autre. Il en est de même pour les critères de rétention azotée du fait que les régimes sont tous largement pourvus en matières azotées et/ou en acides aminés.

La digestibilité de l'azote du pois «Finale» en farine (84,8%) est inférieure à celle du pois «Frisson» en farine (86,9%). Ce résultat est contraire à la moyenne des essais réalisés par l'INRA qui fait apparaître une digestibilité de l'azote des pois de printemps légèrement supérieure (de 3%) à celle des pois d'hiver (BOURDON, 1988 travaux non publiés). Cependant les résultats de digestibilité de l'azote doivent être exploités avec prudence dans la mesure où il s'agit de digestibilité fécale et non de digestibilité iléale. La granulation améliore la digestibilité de l'azote des deux pois.

En période de croissance des essais zootechniques, le régime en farine avec pois d'hiver «Frisson» est moins performant que le régime en farine avec pois de printemps «Finale». Cependant l'écart de performances entre ces deux régimes diffère selon les essais: 6,5% sur l'indice de consommation dans l'essai Z1, 4% dans l'essai Z2, et 2% non significatifs dans l'essai Z3. Ces écarts rappellent ceux trouvés par CASTAING et LEUILLET (1981) et par GROSJEAN et al. (1986) lors de comparaison de variétés de pois dans des régimes à base de maïs. En outre, le régime en farine avec 30% de pois de printemps est aussi performant que le régime témoin dans l'essai Z2, ce qui est en accord avec un résultat antérieur (GROSJEAN et CASTAING, 1983b). Par contre, la moins bonne performance du régime en farine avec pois de printemps de l'essai Z1 est surprenante. Cette différence de réponse selon l'essai peut s'expliquer par la différence de mode de présentation de l'aliment: farine sèche dans l'essai 1 et farine humidifiée dans l'essai 2. Enfin la granulation permet d'améliorer l'efficacité alimentaire des régimes contenant du pois, mais elle n'a pas d'effet plus marqué sur les régimes avec «Frisson» ou avec «Finale». Ceci est à relier à la similitude d'effet de la granulation sur la digestibilité des régimes ou sur la teneur en facteurs antitrypsiques. Il subsiste donc un écart de 8,3% entre les indices de consommation des régimes granulés à base de pois «Frisson» et «Finale», alors que l'indice du régime granulé «Finale» est aussi bon que celui du régime témoin granulé.

En période de finition, dans les trois essais, que ce soit avec les aliments en farine ou en granulés, les régimes avec pois «Frisson» sont aussi performants que les régimes avec pois «Finale». Dans l'essai Z1, les régimes avec pois sont plus performants que les régimes témoins. De même, dans l'essai Z2, le régime avec pois «Frisson» est le plus performant des 3 régimes. Dans les deux essais Z1 et Z2, on peut donc conclure à un phénomène de croissance compensatrice. Ce phénomène a souvent été observé dans les essais ITCF-AGPM lorsque les animaux ont peiné en période de croissance, et que les apports nutritionnels de finition sont

excédentaires par rapport aux besoins.

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, les écarts de vitesse de croissance et d'indice de consommation entre régimes sont réduits du fait du phénomène de croissance compensatrice observé en période de finition. Seul l'essai Z1 met en évidence des différences entre les régimes avec pois d'hiver et ceux avec pois de printemps.

Enfin l'effet améliorateur de la granulation sur les résultats de croissance sont significatifs dans les essais Z1 et Z3. Mais l'amplitude de la réponse diffère selon l'essai, en liaison probablement avec la composition différente des régimes. Ainsi l'amélioration de l'indice de consommation est de 9,7% dans l'essai Z1 et seulement 3,5% dans l'essai Z3. En outre, dans l'essai Z1, il y a absence significative d'interaction entre la présence de pois et la granulation sur les performances de croissance, ce qui avait déjà été observée par GROSJEAN et CASTAING (1983a). Cependant les régimes à base de maïs-pois étaient certainement limités en tryptophane et empêchaient de conclure quant à l'effet de la granulation sur la valeur alimentaire du pois. Dans notre étude présente, les apports en tryptophane des régimes sont très satisfaisants et on peut juger de l'effet propre de la granulation. Celle-ci se révèle peu importante. Elle contraste avec une cuisson plus forte comme l'extrusion qui améliore la valeur alimentaire du pois d'hiver «Frimas» (BERTRAND et al., 1982; GROSJEAN et CASTAING 1983a). Mais dans ces deux essais, il y a lieu de remarquer que c'est le pois seul et non l'aliment qui avait été extrudé, et que l'extrusion avait pratiquement fait disparaître les facteurs antitrypsiques (10,5 U.T.I./mg M.S. pour le pois cru contre 0,3 U.T.I./mg M.S. pour le pois extrudé). On peut donc penser que la granulation n'échauffe pas assez le cœur du granulé. On peut penser aussi, puisque les régimes alimentaires de GROSJEAN et CASTAING (1983a) étaient à base de maïs, qu'une légère carence en tryptophane associée à des facteurs antitrypsiques a une répercussion sur la croissance des animaux beaucoup plus marquée qu'une carence en tryptophane seule. On peut penser aussi que l'extrusion ne joue pas que sur la dénaturation des protéines à action antinutritionnelle mais aussi sur l'amidon (CHAMP et DE-LORT-LAVAL, 1987).

Alors se pose le problème du rôle exact des facteurs antitrypsiques du pois dans l'alimentation du porc. Dans l'étude présente, la similitude de digestibilité de la fraction azotée entre les variétés Frisson et Finale fait penser que ces facteurs antitrypsiques ne jouent pas. Cependant cette conclusion doit être modulée du fait que cette digestibilité fécale peut masquer une éventuelle différence de digestibilité iléale. En outre, les résultats de digestibilité de la fraction azotée des régimes farine et granulé sont proches, ce qui peut être lié à la faible incidence de la granulation sur l'activité antitrypsique des régimes. Le seul argument en faveur d'une éventuelle action néfaste des facteurs antitrypsiques du pois d'hiver réside dans les baisses de performances enregistrées en période de croissance avec les régimes contenant ce type de pois dans les essais Z1 et Z2. Cependant, dans cette hypothèse, on peut penser que l'effet des facteurs antitrypsiques est faible en période de croissance du fait que les apports azotés des régimes sont loin d'être limitants, et qu'il est nul en période de finition du fait que les apports azotés sont très supérieurs aux besoins des animaux. Cela pose le problème de l'évaluation des apports et du besoin en acides aminés soufrés et en tryptophane alors que ces acides aminés sont délicats à doser.

En résumé, de cette série d'essais comparant l'utilisation à

taux élevé d'un pois «Frisson» à un pois «Finale» dans des conditions non limitantes d'apport azoté, et en ayant pris soin d'évaluer l'énergie digestible des pois, le pois d'hiver «Frisson» conduit à des performances très légèrement inférieures à celles du pois «Finale» en période de croissance, alors que sur l'ensemble de l'engraissement, les performances sont proches. Ces différences enregistrées en période de croissance ne sont pas expliquées. L'effet des facteurs antitryptiques - tout comme leur non effet - n'est pas démontré. Sur un plan pratique, les résultats rapportés ici nous incitent à relever la limite d'incorporation du pois d'hiver dans les for-

mules. A la lumière de ces essais, et pour tenir compte d'autres critères de formulation, comme la variabilité de l'énergie du pois d'hiver, nous proposons de porter cette limite à 20-25% dans les aliments porcs charcutiers.

REMERCIEMENTS

à Messieurs J.P. Melcion et F. de Monredon ainsi qu'au personnel technique de la fabrique d'aliments expérimentaux du Laboratoire de Technologie Appliquée à la Nutrition (INRA Centre de Nantes) pour l'élaboration des régimes de l'essai de digestibilité.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND D., DELORT LAVAL J., MELCION J.P., VALDEBOUZE P., 1982. *Sci. Aliments*, **2** (H.S. II), 197-202.
- BOURDON D., PEREZ J.M., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 261-266.
- BOURDON D., JUNG Janine, PEREZ J.M., 1977. *Journées Rech. Porcine en France*, **6**, 265-269.
- CASTAING J., LEUILLET M., 1981. *Journées Rech. Porcine en France*, **13**, 151-162.
- CHAMP M., DELORT LAVAL J., 1987. In : *Cuisson Extrusion. Les Colloques de l'INRA n° 41*, 209-222.
- GROSJEAN F., CASTAING J., 1983a. *Journées Rech. Porcine en France*, **15**, 335-346.
- GROSJEAN F., CASTAING J., 1983b. *Journées Rech. Porcine en France*, **15**, 347-360.
- GROSJEAN F., CASTAING J., GATEL F., 1986. *Journées Rech. Porcine en France*, **18**, 47-56.
- LETERME P., BECKERS Y., THEWIS A., 1988. In : ANF workshop. TNO-ILOB. Agric. University Wageningen. The Netherlands. Poster 21
- PEREZ J.M., BOURDON D., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 283-296.
- VALDEBOUZE P., GABORIT T., 1985. *Revue de l'Alimentation Animale*, **11**, 45-47.
- VALDEBOUZE P., BERGERON E., GABORIT T., DELORT LAVAL J., 1980. *Can. J. of Plant Science*, **60** (2), 695-701.