

Utilisation du lupin bleu (*Lupinus angustifolius*) et du lupin blanc (*Lupinus albus*) par les porcelets en post sevrage

Katell CHERRIÈRE (1), Julien ALBAR (2), Jean NOBLET (3), Fabien SKIBA (4), Robert GRANIER (5), Corinne PEYRONNET (1)

(1) UNIP, 12, avenue George V, 75008 Paris

(2) ITP, 34, bd de la Gare, 31500 Toulouse

(3) INRA-UMRVP, 35590 St Gilles

(4) ARVALIS - Institut du Végétal, Pouligne, 41100 Villerable

(5) avec la collaboration technique des personnels ITP

de la Station d'Expérimentation Nationale Porcine, Les Cabrières, 12200 Villefranche de Rouergue

Utilisation du lupin bleu et du lupin blanc en post-sevrage

Cette expérimentation a pour objet d'étudier les limites d'emploi de différents lupins - bleu et blanc - dans les aliments de 2^e âge chez le porcelet de 12 à 25 kg. Elle comprend 3 essais, dans lesquels 4 taux d'incorporation de lupin ont été comparés et porte sur un total de 1032 animaux. Le premier essai concerne un lupin blanc (variété Arès) aux taux de 0, 5, 10, et 15 %, le deuxième un lupin bleu (variété Boltensia) aux mêmes taux. Dans le troisième, la variété de lupin bleu Bora a été testée à des taux plus élevés : 0, 10, 20, et 30 %. Les 4 aliments d'un même essai étaient iso-énergétiques et iso-acides aminés digestibles. Dans l'essai 2, les performances des animaux sont comparables pour les 4 traitements. Une baisse significative des consommations journalières n'a été constatée que dans l'essai 3, pour les taux de 20 et 30 % de lupin, en relation probablement avec des teneurs plus élevées de ce lupin en alcaloïdes. Les croissances sont significativement plus faibles pour le taux de 15 % dans l'essai 1 et quel que soit le taux dans l'essai 3, en relation directe avec les baisses de consommation. Pour les 9 aliments contenant du lupin, l'indice de consommation n'est dégradé qu'une seule fois de façon significative (au taux de 15 % de lupin blanc dans l'essai 1) ; cette dégradation pourrait être liée à la teneur plus élevée en alpha-galactosides. En conclusion, malgré les résultats favorables obtenus avec le lupin bleu Boltensia, il semble préférable de limiter le lupin au taux de 10 % dans les aliments de post-sevrage du porcelet.

Utilisation of white and blue lupins in weaned piglet diets

A series of experiments were conducted in order to define the maximum level of inclusion of white and blue lupins in weaned piglet diets. A total of 1032 weaned piglets (12-25 kg) were used in three experiments with four lupin inclusion rates :

- trial 1 : white Ares lupin, 0 - 5 - 10 - 15 %
- trial 2 : blue Boltensia lupin, 0 - 5 - 10 - 15 %
- trial 3 : blue Bora lupin, 0 - 10 - 20 - 30 %.

Within each trial, the diets were formulated to be iso-energetic and to contain the same levels of digestible amino acids. In trial 2, no significant differences in performance were observed between diets (daily feed intake (DFI), average daily gain (ADG) and food conversion ratio (FCR)).

In trial 3, DFI was significantly lower at lupin inclusion rates of 20 and 30 % compared to the control, probably due to the higher alkaloid concentrations seen in this lupin.

ADG was significantly lower with 15 % lupin in trial 1, and with all levels of lupin inclusion in trial 3, this appeared to be linked to lower DFI. Globally, FCR deteriorated significantly only once, with the 15 % white lupin Ares diet compared to the control. This was probably due to higher α -galactoside concentrations in the lupin diet compared to the control .

In conclusion, despite the positive results obtained with Blue Boltensia lupin (trial 2), it is recommended to limit the rate of inclusion of lupin to < 10 % in weaned piglet diets.

INTRODUCTION

Le lupin est une matière première attractive pour l'alimentation animale du fait de sa richesse en protéines et en lipides. Malgré ces atouts nutritionnels, le lupin est resté une source de protéines relativement confidentielle en Europe. La campagne 2000/2001 fait apparaître une utilisation de 300 000 tonnes de lupin dans l'UE en alimentation animale. Il existe de nombreuses espèces de lupins. Seules trois d'entre elles sont couramment cultivées et bénéficient d'un soutien européen: le lupin blanc (*Lupinus albus*), le lupin bleu ou à feuilles étroites (*Lupinus angustifolius*), le lupin jaune (*Lupinus luteus*). Tous sont des lupins doux à très faibles teneurs en alcaloïdes (moins de 5 % de grains amers). La production française est actuellement composée exclusivement de lupins blancs, mais la majeure partie de la production mondiale est composée de lupins bleus.

Les travaux réalisés sur l'utilisation du lupin par les porcs charcutiers présentent des résultats relativement homogènes. On constate, à partir de 10% d'incorporation de lupin blanc (*Lupinus albus*) en complément de blé (GROSJEAN, 1984), d'orge (BOURDON et PEREZ, 1983) ou de maïs (CASTAING et al., 1982), une dégradation des performances de croissance liée à une baisse de l'ingéré qui s'accompagne parfois de flatulences (BOURDON et al., 1980). Cette dégradation des croissances s'accroît lorsque l'incorporation de lupin augmente. Ce même phénomène a également été observé avec le lupin bleu (*Lupinus angustifolius*) mais à des taux d'incorporation très élevés (37 %, selon PEARSON et CARR, 1977).

En revanche, les résultats obtenus sur porcelets sont plus hétérogènes et ils concernent essentiellement le lupin blanc. CASTAING et al. (1982) observent une diminution de la consommation quasi linéaire, qui atteint 15 % lorsque le lupin blanc est incorporé à 10 %. Ce résultat est confirmé par QUEMERE et al. (1984). Mais, dans un second essai, QUEMERE et al. (1984) constatent des consommations et des vitesses de croissance égales, voire supérieures, à des taux de 3 % et 6 % de lupin blanc. A partir de 9 %, l'auteur note une baisse de consommation mais sur l'ensemble de l'essai, les performances et la consommation sont similaires à celles du lot témoin. Ces résultats sont confirmés par McNIVEN et CASTELL (1995) qui observent un effet positif de l'incorporation de 5 % de lupin blanc sur la croissance. Quant au lupin bleu, les études concordent sur le fait qu'il peut constituer la seule source de protéines d'un aliment porcelet en complément des céréales, ceux-ci pouvant tolérer un apport de 40 % de lupin bleu (BARNETT et BATTERHAM, 1981). Les divergences de résultats, entre deux lots de lupins blancs ou entre lupins blancs et bleus ont souvent été imputées à des teneurs en alcaloïdes différentes, bien qu'il ne soit pas avéré que les blancs soient plus riches en alcaloïdes que les bleus (GRDC, 1997).

Nous nous sommes donc proposés d'étudier, dans une expérimentation sur porcelets, les limites d'emploi de différents lupins, et ceci dans des aliments équilibrés en acides aminés en particulier, ce qui n'était pas toujours le cas dans les essais plus anciens.

1. MATÉRIELS ET METHODES

La présente expérimentation concerne l'utilisation de différents types de lupin sur porcelets en post-sevrage au cours de la phase 2^{ème} âge (12 – 25 kg). Le lupin blanc a été fourni par la coopérative CANA (Ancenis 44), les deux lupins bleus par la société SAATZUCHT STEINACH GmbH (Allemagne). Au cours d'un premier essai, 4 taux (0, 5, 10, et 15 %) de lupin blanc de variété Arès ont été comparés. Ces mêmes taux ont été retenus dans un deuxième essai pour la variété de lupin bleu Boltensia. Enfin, la variété de lupin bleu Bora a fait l'objet du troisième essai à des taux plus élevés (0, 10, 20, 30 %), compte tenu des résultats obtenus dans le deuxième essai. Ces trois essais ont été réalisés à la station ITP de Villefranche de Rouergue, de Novembre 2000 à Avril 2002. Ils ont porté sur un total de 1032 porcelets.

1.1. Schéma expérimental

Chacun des 3 essais comprend 4 traitements correspondant à 4 taux d'incorporation de lupin. Pour la mise en place de l'essai, des groupes de 4 animaux ont été constitués, chaque groupe étant constitué de porcelets homogènes quant à leur poids vif et leur sexe. Les essais 1 et 2 ont porté sur 84 groupes et l'essai 3 sur 90 groupes, soit 336 animaux pour les essais 1 et 2 et 360 animaux pour l'essai 3. Les porcs d'un groupe sont répartis sur 4 cases différentes affectées elles-mêmes à 4 traitements différents. A l'intérieur d'une case, tous les animaux sont du même sexe. De plus, leur poids moyen à la mise en lots (lourds, moyens et légers) a été pris en compte pour le regroupement des animaux par case de façon à avoir des cases d'animaux homogènes sur la base du poids vif. En définitive et sur la base de 14 ou 15 porcelets par case, on dispose de 6 cases par traitement, à raison de 3 cases de mâles castrés et 3 cases de femelles et avec pour chaque sexe, une case de lourds, une case de moyens et une case de légers.

Les résultats présentés portent sur toute la période de post-sevrage, phase aliment 1^{er} âge compris, bien que les aliments expérimentaux n'aient été distribués que sur la phase de 2^{ème} âge, soit à partir d'un poids moyen voisin de 12 kg. La durée totale de l'essai a été de 35 jours pour tous les animaux de l'essai 2 ; par contre, pour les deux autres essais, la période expérimentale a été prolongée de 7 jours pour les animaux n'atteignant pas le poids de 25 kg à la date initialement prévue de fin d'essai.

1.2. Matières premières et aliments expérimentaux

1.2.1. Formulation des aliments (tableaux 1, 2 et 3)

Les 3 céréales de base sont présentes dans les 3 essais : le blé au taux de 25 % dans tous les traitements, le maïs également à taux constant voisin de 22 % ; enfin l'orge, au taux de 18-19 % dans le lot témoin, diminue avec l'augmentation du taux de lupin. Le tourteau de soja, au taux de 26 – 28 % dans l'aliment témoin, diminue également dans les autres traitements avec l'augmentation du taux de lupin. Un complément d'acides aminés industriels, identique pour les 4 traitements d'un même essai, est apporté dans tous les ali-

Tableau 1 - Caractéristiques des aliments de l'essai 1 :
LUPIN BLANC ARES

Traitements (% lupin)	0 %	5 %	10 %	15 %
Formules (/1000)				
Blé	250	250	250	250
Maïs	224	224	224	224
Orge	190	155	125	95
T. soja 48	260	245	225	205
LUPIN	0	50	100	150
Aliment minéral	45	45	45	45
Acides aminés*	31	31	31	31
Valeurs de formulation, g/kg				
Matières azotées totales	195	201	204	207
Matières grasses	24	27	30	33
Cellulose brute	31	35	39	42
Lysine totale	12,4	12,6	12,6	12,6
Lysine digestible	11,4	11,5	11,5	11,5
Energie Nette, MJ/kg	9,33	9,31	9,30	9,29
Résultats d'analyse, g/kg				
Matières azotées totales	192	200,5	204	211
Matières grasses	19	22	24	28
Cellulose brute	33	36	37	39
Lysine totale	12,0	12,1	12,0	12,2

* Les apports de ce complément en acides aminés en g/kg sont : lysine (50 %) : 7,0 ; méthionine (20 %) : 8,0 ; thréonine (10 %) : 15,5 ; tryptophane (100 %) : 0,4

ments expérimentaux. Un complément minéral est incorporé dans tous les aliments au taux de 4,5 %. La substitution du lupin à l'orge et au tourteau de soja a été réalisée selon les proportions suivantes : 10 kg de lupin pour 6 kg d'orge + 4 kg de tourteau de soja dans les essais 1 et 3, 10 kg de lupin pour 7 kg d'orge + 3 kg de tourteau de soja dans l'essai 2. Tous les aliments ont été distribués en farine, à sec au nourrisseur et à volonté.

Les différents aliments d'un même essai sont formulés de telle façon qu'ils soient iso-énergétiques et iso-acides aminés digestibles. Les rapports lysine digestible/énergie, et les rapports des autres acides aminés/lysine sont identiques pour les 4 traitements d'un même essai. Ils respectent dans tous les cas les minima méthionine/lysine 30 %, méthionine+cystine/lysine 60 %, thréonine/lysine 65 %, tryptophane/lysine 19 %.

1.2.2. Analyses des lupins et des aliments

Les trois lots de lupin des trois essais ont été analysés pour leurs teneurs en matière sèche, matières minérales, matières azotées totales (MAT), cellulose brute, matières grasses et lysine. Les analyses ont été réalisées au laboratoire d'INZO (UCAAB). Les lupins ont également été caractérisés pour leurs teneurs en alcaloïdes et en alpha-galactosides (raffinose, stachyose, verbascose) au laboratoire de l'INIA (Instituto Nacional de Investigación y tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid).

Tableau 2 - Caractéristiques des aliments de l'essai 2 :
LUPIN BLEU BOLTENSIA

Traitements (% lupin)	0 %	5 %	10 %	15 %
Formules (/1000)				
Blé	250	250	250	250
Maïs	217	217	217	217
Orge	190	155	120	85
T. soja 48	260	245	230	215
LUPIN	0	50	100	150
Aliment minéral	45	45	45	45
Acides aminés*	38	38	38	38
Valeurs de formulation, g/kg				
Matières azotées totales	197	199	202	205
Matières grasses	23	25	26	27
Cellulose brute	31	36	42	47
Lysine totale	13,1	13,1	13,2	13,3
Lysine digestible	12,0	12,1	12,1	12,2
Energie Nette ENg4 MJ/kg	9,30	9,23	9,16	9,08
Résultats d'analyse, g/kg				
Matières azotées totales	197	193	199	204
Matières grasses	18	20	22	23
Cellulose brute	27	33	36	35
Lysine totale	13,0	12,9	13,1	13,0

* Les apports de ce complément en acides aminés en g/kg sont : lysine (50 %) : 8,6 ; méthionine (20 %) : 9,0 ; thréonine (10 %) : 20 ; tryptophane (100 %) : 0,4

Tableau 3 - Caractéristiques des aliments de l'essai 3 :
LUPIN BLEU BORA

Traitements (% lupin)	0 %	10 %	20 %	30 %
Formules (/1000)				
Blé	250	250	250	250
Maïs	208,4	208,4	208,4	208,4
Orge	180	120	60	0
T. soja 48	280	240	200	160
LUPIN	0	100	200	300
Aliment minéral	45	45	45	45
Acides aminés*	36,6	36,6	36,6	36,6
Valeurs de formulation, g/kg				
Matières azotées totales	204	210	216	222
Matières grasses	23	26	29	32
Cellulose brute	31	40	48	56
Lysine totale	13,3	13,3	13,3	13,3
Lysine digestible	12,3	12,2	12,2	12,1
Energie Nette MJ/kg	9,28	9,24	9,20	9,16
Résultats d'analyse, g/kg				
Matières azotées totales	197,5	204	206	217
Matières grasses	16	20	23	26
Cellulose brute	36	50	64	63
Lysine totale	13,1	13,0	12,9	12,9

* Les apports de ce complément en acides aminés en g/kg sont : lysine (50 %) : 8,0 ; méthionine (20 %) : 9,0 ; thréonine (10 %) : 19 ; tryptophane (100 %) : 0,6

Les résultats d'analyses des matières premières ont été pris en compte pour l'établissement des formules.

Les aliments ont fait l'objet d'analyses pour leur teneur en MAT, lysine totale, matières grasses, cellulose brute. La valeur énergie nette a été calculée par additivité à partir des valeurs (Eng4) des Tables.

1.3. Analyse des données

L'analyse statistique des performances (consommation journalière, gain moyen quotidien, indice de consommation) a été réalisée selon la méthode d'analyse de variance pour un dispositif en blocs complets (4 cases), l'unité expérimentale étant la case, y compris pour le paramètre «gain moyen quotidien». Le modèle prenant en compte les traitements et les blocs, et les tests de STUDENT et de NEWMAN-KEULS ont été utilisés pour la comparaison des moyennes. L'homogénéité des porcelets selon les traitements a été calculée en considérant les coefficients de variation des gains moyens quotidiens au sein de chaque case, coefficients soumis à la même analyse de variance que les autres paramètres.

2. RÉSULTATS (TABLEAU 4)

2.1. Résultats d'analyse

2.1.1. Analyses des lupins utilisés (tableau 5)

Conformément à ce qui est observé et rapporté dans les tables, le lupin blanc, comparé aux deux lupins bleus, est plus riche en protéines (355 g/kg MS vs. 299 g/kg et 348 g/kg), plus riche en matières grasses (96 g/kg vs. 51 g/kg et 56 g/kg) et moins riche en cellulose brute (120 g/kg vs. 152 g/kg et 143 g/kg).

La teneur en alcaloïdes totaux permet de distinguer nettement le lupin blanc (140 mg/kg MS) des deux lupins bleus, respectivement 620 mg/kg MS et 1070 mg/kg MS. Bien que la teneur en alcaloïdes des lupins bleus soit élevée, ils sont bien considérés comme appartenant à la classe des lupins doux. La teneur en alpha-galactosides totaux du lupin blanc est supérieure à celles des deux lupins bleus étudiés, essentiellement du fait d'une teneur plus élevée en stachyose, les teneurs en raffinose et verbascose étant peu différentes d'un lupin à l'autre.

2.1.2. Analyse des aliments (tableaux 1, 2, 3)

On constate le plus souvent une très bonne cohérence entre les valeurs formulées et les valeurs analysées pour les aliments des trois essais. Cependant dans les aliments à 20 et 30 % de lupin de l'essai 3, les taux de cellulose brute s'avèrent élevés pour des aliments porcelets.

2.2. Performances zootechniques

Les performances zootechniques (gains moyens quotidiens, indices de consommation) des lots témoin sont meilleures dans l'essai 2 que dans les essais 1 et 3. Dans l'essai 2, la durée moyenne d'essai (35 jours, phase 1^{er} âge comprise)

est identique pour tous les traitements ; les poids en fin d'essai sont aussi identiques (proches de 24 kg). Dans les essais 1 et 3, les porcelets les plus lourds ont été retirés 7 jours avant la fin de l'essai. Les durées moyennes sont alors différentes selon les traitements : de façon non significative dans le 1^{er} essai, mais de façon très significative dans le 3^{ème}, avec une durée croissante avec l'augmentation du taux de lupin (41 jours pour le témoin et 47,3 jours pour le taux de 30 %). Dans ces deux essais, seuls les poids de fin d'essai des traitements avec les taux de lupin les plus élevés (15 % pour l'essai 1, et 30 % pour l'essai 3) sont significativement plus faibles que les poids des autres traitements.

2.2.1. Consommations journalières

L'incorporation de lupin n'entraîne une baisse significative des consommations que dans le 3^{ème} essai (lupin bleu Bora) et aux taux de 20 et 30 % (respectivement de 11 et 17 % comparé au témoin). Dans les deux autres essais, aucune baisse significative n'est constatée ; cependant, bien que non significative, le traitement avec 15 % de lupin blanc présente des baisses de consommation de 4 % comparé au témoin. Pour les autres traitements, c'est-à-dire avec des taux de 5 et 10 %, quel que soit le type de lupin, les consommations sont identiques à celles du témoin. Elles sont dans ce cas de l'ordre de 750 g par jour dans les essais 1 et 3, légèrement plus faibles (705 g) dans l'essai 2, compte tenu d'une durée d'essai sensiblement inférieure.

2.2.2. Croissances

Par rapport aux témoins, les croissances sont identiques dans l'essai 2 (type bleu variété Boltensia) quel que soit le taux de lupin. Par contre, elles sont significativement plus faibles (-11 %) pour le taux de 15 % de lupin blanc Ares (1^{er} essai) et quels que soient les taux (10, 20 et 30 %) dans le cas du lupin bleu Bora (3^{ème} essai). Dans ce dernier essai, la chute de GMQ atteint 21 % pour le taux de 30 %. Dans les essais 1 et 3, on constate une chute progressive (significative ou non) des croissances avec l'augmentation du taux de lupin. Pour les lots témoins (0 % lupin) et les taux à 5 et 10 %, quel que soit le type de lupin, les croissances sont proches de 450 g par jour.

2.2.3. Indices de consommation

Dans l'essai 2, aucune différence significative n'est constatée entre les indices de consommation des différents traitements (indices de consommation compris entre 1,57 pour le témoin et 1,51 pour le traitement avec 15 % de lupin bleu Boltensia). Dans le 1^{er} essai (lupin blanc), l'IC se dégrade de façon progressive avec l'augmentation du taux de lupin, mais cette dégradation n'est significative qu'au taux de 15 %. Dans le 3^{ème} essai, les IC des 3 traitements avec lupin (10, 20 et 30 %) sont améliorés par rapport au témoin, mais seul le traitement à 20 % l'est de façon significative (1,57 contre 1,71).

2.2.4. Homogénéité des croissances selon les traitements

Au-delà des performances moyennes par traitement, la prise en compte des coefficients de variation des GMQ selon les

Tableau 4 - Résultats zootechniques

ESSAI n° 1		Lupin blanc ARES					
Traitement		L0	L5	L10	L15	CVR⁽²⁾	Sign.⁽¹⁾
Poids départ	kg	7,92	7,92	7,90	7,90	0,5	NS
Poids fin	kg	25,5 ^a	25,6 ^a	25,0 ^a	24,0 ^b	2,3	***
Durée totale	jours	38,9	39,3	39,4	39,8	7,0	NS
Consommation journalière	g/j	753	765	749	724	3,2	NS
Gain moyen quotidien	g/j	455^a	452^a	437^a	406^b	3,5	***
Indice de consommation	kg/kg	1,66^a	1,70^a	1,72^a	1,79^b	2,8	**
CV Gain moyen quotidien	%	12,0	12,2	12,1	14,9	19,5	NS
ESSAI n° 2		Lupin bleu BOLTENSIA					
Traitement		L0	L5	L10	L15	CVR⁽²⁾	Sign.⁽¹⁾
Poids départ	kg	8,07	8,05	8,07	8,03	0,4	NS
Poids fin	kg	24,1	24,4	24,2	24,4	1,7	NS
Durée totale	jours	35	35	35	35		
Consommation journalière	g/j	705	705	704	692	2,9	NS
Gain moyen quotidien	g/j	454	464	456	464	2,5	NS
Indice de consommation	kg/kg	1,57	1,53	1,54	1,51	3,5	NS
CV Gain moyen quotidien	%	12,6	11,5	11,0	11,1	20,0	NS
ESSAI n° 3		Lupin bleu BORA				CVR⁽²⁾	Sign.⁽¹⁾
Traitement		L0	L10	L20	L30		
Poids départ	kg	7,73	7,73	7,73	7,73	0,4	NS
Poids fin	kg	27,1 ^a	27,2 ^a	26,6 ^a	25,4 ^b	2,7	**
Durée totale	jours	41,0 ^a	43,5 ^b	45,1 ^c	47,3 ^d	2,6	***
Consommation journalière	g/j	750^a	742^a	670^b	622^b	7,2	**
Gain moyen quotidien	g/j	473^a	450^b	421^c	375^d	3,8	***
Indice de consommation	kg/kg	1,71^a	1,64^{ab}	1,57^b	1,63^{ab}	4,6	*
CV Gain moyen quotidien	%	14,5	12,6	17,0	17,5	19,6	*

⁽¹⁾ Probabilité sous H₀ = hypothèse d'égalité des moyennes des traitements

Rejet de H₀ pour P<0,05 (risque alpha = 5 %)

Degré de signification : * (P<0,05) ; ** (P<0,01) ; *** (P<0,001) ; NS (P >0,05)

⁽²⁾ Coefficient de variation résiduel (%)

Tableau 5 - Caractéristiques analytiques du lupin blanc et bleu

	Lupin blanc ARES		Lupin bleu BOLTENSIA		Lupin bleu BORA		Lupin blanc Tb.INRA-AFZ		Lupin bleu Tb.INRA-AFZ	
	g/kg brut	g/kg MS	g/kg brut	g/kg MS	g/kg brut	g/kg MS	g/kg brut	g/kg MS	g/kg brut	g/kg MS
Humidité	122		115,6		123,1		114		98	
Matières minérales	33	38	32	36	29	33	35	40	34	38
Mat. Azotées totales	321	365,6	264,5	299,2	305,0	347,8	341	385	307	340
Cellulose brute	120	137	151	171	126	143	114	129	149	165
Matières grasses	84	96	45	51	49	56	84	95	53	59
Lysine totale	14,3	16,3	12,7	14,4	13,9	15,8	16,6	18,7	15,4	17,1
Alphagalactosides	mg/g MS		mg/g MS		mg/g MS		mg/g MS		mg/g MS	
Sucrose	29,0 +/- 1,03		26,5 +/- 1,4		25,2 +/- 0,94					
Raffinose	8,2 +/- 0,31		7,5 +/- 0,38		8,1 +/- 0,10					
Stachyose	66,0 +/- 2,64		45,7 +/- 2,77		39,7 +/- 2,07					
Verbascose	11,2 +/- 0,94		19,5 +/- 0,45		23,1 +/- 0,49					
Total α-galactosides	85,4 +/- 2,8		72,8 +/- 4,7		70,9 +/- 0,37		71,7*		44,7*	
Alcaloïdes	mg/kg MS		mg/kg MS		mg/kg MS		mg/kg MS		mg/kg MS	
Angustifoline	8		100		83					
5,6 dehidrolupanine	5		21							
Lupanine	90		440		930					
11,12 dehidromultiflorine	17				3					
Multiflorine	30		3		5					
13-OHlupanine	27		57		17					
Total alcaloïdes	140 +/- 20		620 +/- 20		1070 +/- 30		100*		200*	

* sources : GRDC (Grain research and development corporation, Australia)

traitements permet d'apprécier l'effet éventuel du taux de lupin sur l'hétérogénéité des animaux. Aucune incidence n'est constatée dans l'essai 2 ; par contre pour les traitements extrêmes de l'essai 1 (taux 15 %) et de l'essai 3 (taux 20 et 30 %), on constate une moindre homogénéité des croissances, qui est significative dans l'essai 3. Aux taux de 5 et 10 % de lupin, les coefficients de variation sont comparables à ceux du témoin.

3. DISCUSSION

Les caractéristiques du lupin blanc utilisé dans l'essai 1 sont sensiblement inférieures en matières azotées et supérieures en cellulose à celles publiées dans les tables INRA-AFZ (2002). Le lupin bleu utilisé lors de l'essai 2 (variété BOLTENSIA) se révèle également faible en protéines, relativement aux valeurs habituelles de cette espèce (299 g/kg MS vs. 340 g/kg MS). La teneur en matières grasses est également inférieure aux valeurs observées (51 g/kg vs. 59 g/kg) (Tables INRA-AFZ, 2002). Le lupin bleu utilisé lors de l'essai 3 (variété BORA) est conforme aux valeurs publiées.

L'introduction de lupin à des taux modérés de 10 % n'a pas eu de répercussion négative sur les consommations journalières. Par contre, au-delà, l'incidence est variable selon les essais : 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 % (-11 %) et au taux de 30 % (-17 %). Concernant les risques de chute des consommations, le taux de 15 % paraît donc être un seuil limite à ne pas dépasser pour les porcelets en 2^{ème} âge, voir même peut-être moins pour certaines variétés. Les dosages réalisés sur les alcaloïdes permettent d'expliquer les baisses de consommation observées dans l'essai 3 avec la variété Bora, dont les teneurs en alcaloïdes sont élevées par rapport aux deux autres lupins et par rapport aux données publiées dans les tables. Il convient donc de relativiser l'avantage du lupin bleu, parfois signalé (NOBLET et al. 1998) et de moduler les conclusions notamment en fonction des variétés employées. Les rapports tryptophane digestible/lysine digestible sont plus élevés dans les traitements témoin et à faible taux de lupin (20 à 22 % selon les cas), plus faibles dans les traitements à taux élevés de lupin mais toujours supérieurs ou égaux à 19 %, sauf dans un seul cas (essai 2, 15 % lupin) où ce rapport est de 18,5 %. Le taux de tryptophane ne semble donc pas pouvoir être mis en cause pour expliquer les chutes de consommation.

Cette baisse de consommation constatée pour les taux élevés de lupin se répercute directement sur les croissances. Elles chutent de façon progressive dans les essais 1 et 3, dès le taux de 10 % de lupin. La baisse atteint 11 et 21 % par rapport au témoin pour les taux de 20 et 30 % avec la variété de lupin bleu Bora. L'indice de consommation est rarement pénalisé par l'introduction du lupin. Sur les 9 traitements avec lupin que comprend cette expérimentation, l'indice de consommation, comparé aux traitements témoin, n'est dégradé qu'une seule fois de façon significative (+ 4 %), soit dans le traitement à 15 % de lupin blanc Arès.

L'augmentation du taux de cellulose dans les aliments, liée au lupin, est compensée par une augmentation conjointe du taux de matières grasses, tous les aliments d'un même essai ayant une valeur énergétique calculée sensiblement identique. Il est alors logique que les IC obtenus soient très proches. Cela confirme la bonne valorisation du lupin sur la base des valeurs énergétiques retenues lors de la formulation des différents régimes.

La dégradation des performances se limite surtout aux croissances en relation directe avec la baisse de consommation dans le cas de taux élevés de lupin. Il s'agit donc uniquement d'un problème d'appétence liée au lupin. Ce même constat avait été réalisé avec du lupin doux Kalina (blanc) par CASTAING et al. (1982) et QUEMERE et al. (1984), à savoir une forte chute des consommations dès le taux de 10 % de lupin, entraînant une forte baisse des croissances ; par contre l'IC n'était pas dégradé, il était même sensiblement amélioré par l'introduction de lupin. Dans un autre essai, QUEMERE et al. (1984), aux taux de 3, 6, et 9 %, n'avaient pas constaté de baisse de consommation, et donc de croissances.

La dégradation significative de l'indice de consommation observée au taux de 15 % de lupin blanc indique par contre une moindre valorisation de la matière première à ce taux. En effet, dans ce cas, la baisse de croissance n'est pas seulement liée à la baisse de consommation. Les profils en alpha-galactosides des variétés blanches et bleues utilisées dans ces essais se différencient bien. D'une part, la teneur en alpha-galactosides totaux du lupin blanc est supérieure à celles des deux lupins bleus et, d'autre part, le lupin blanc enregistre une teneur en stachyose plus élevée que les lupins bleus, en valeur absolue et relativement aux autres alpha-galactosides. La bibliographie fait état d'une grande variabilité des teneurs en alpha-galactosides des graines de lupins, mais la teneur relative des différents alpha-galactosides resterait relativement constante, avec une prédominance plus forte du stachyose dans les graines de lupins blancs (CERNING-BEROARD et FILIATRE-VEREL, 1980). Les profils d'alpha-galactosides mesurés dans cet essai sont donc conformes à ceux observés dans la bibliographie. Or, des travaux réalisés sur le soja, qui doivent pouvoir s'étendre aux autres légumineuses, ont mis en évidence une relation entre la teneur en stachyose et verbascose et les phénomènes de flatulence, le raffinose semblant avoir peu d'effet. La dégradation des performances mesurée au taux de 15 % de lupin blanc pourrait donc avoir pour origine la teneur en stachyose du lupin blanc et non sa teneur en alcaloïdes, comme parfois suggéré dans les essais cités en bibliographie.

CONCLUSION

Si nous nous en tenons aux seuls résultats obtenus avec le lupin bleu Boltensia, l'utilisation de lupin bleu à des taux de 15 % en post-sevrage, et par extrapolation en engraissement pourrait être envisagée. En pratique, une certaine prudence s'impose, compte tenu des résultats obtenus avec la variété Bora et de la variabilité de la teneur en alcaloïdes. Des taux maximaux de 10 % paraissent pour l'ins-

tant préférables au regard des performances. Ce même taux de 10 % paraît pouvoir être accepté en post-sevrage aussi pour le lupin blanc, compte tenu des résultats du premier essai. 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.

L'incorporation de lupin dans les aliments porcs ne peut cependant être uniquement basée sur les niveaux de performances obtenus. Selon le contexte de l'exploitation (assolement, rendements,..) et de l'élevage (porcs lourds, production biologique,...), le lupin peut présenter un intérêt même à des taux supérieurs à 10 %, malgré une diminution sensible des performances.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARNETT C.W., BATTERHAM E.S., 1981, *An. Feed Sci. and Technol.*, 6, 27-33
- BOURDON D., PEREZ J.M., CALMES R., 1980, *Journées Rech. Porcine en France*, 12, 245-263.
- CASTAING J., COUDURE R., FEKETE J., GROSJEAN F., LEUILLET M., 1982, *Journées Rech. Porcine en France*, 14, 301-317.
- CERNING-BEROARD J., FILIATRE-VEREL A., 1980, *Lebensm. Unters-Forsch*, 171, 281-285.
- GRDC, 1997, *The chemical composition and nutritive value of Australian pulses.*
- GROSJEAN F., 1984, *Perspectives Agricoles*, 77, 11-14.
- INRA-AFZ, 2002, *Tables de composition et de valeurs nutritives des matières premières destinées aux animaux d'élevage.* SAUVANT D., PEREZ J.M., TRAN G., G.Eds. INRA Editions, Versailles, 304p.
- ITP, ITCF, ADAESO, UNIP, CETIOM, Edition 2002, *Tables d'alimentation pour les porcs*
- LACASSAGNE L., 1984, *Actes Congrès international du lupin*, 3, 422-452.
- McNIVEN M.A. et CASTELL A.G., 1995, *An. Feed Sci. and Technol.*, 52, 333-338.
- NOBLET J., MANCUSO M., BOURDON D., VAN BARNEVELD R., 1998, *Journées Rech. Porcine en France*, 30, 239-243.
- PEARSON G. et CARR J.R., 1977, *An. Feed Sci. and Technol.*, 2, 49-58.
- QUEMERE P., FEKETE J., LEUILLET M., WILLEQUET F., 1984, *Journées Rech. Porcine en France*, 16, 409-414.
- UNIP, 2002, *rapport statistique.*

