

A 8006

LE LUPIN (*LUPINUS ALBUS L.*) DANS L'ALIMENTATION DU PORC VALEUR ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉE ET CONDITIONS D'UTILISATION

D. BOURDON, J.M. PEREZ et Régine CALMES*

I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs 78350 JOUY-EN-JOSAS

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années diverses études ont été conduites sur l'utilisation des protéagineux, principalement le Pois et la Féverole, chez le porc. Leurs conditions d'utilisation ainsi que leur valeur nutritionnelle sont maintenant bien précisées pour cette espèce animale. En revanche, peu d'études sont réalisées sur le Lupin qui peut également constituer a priori une source de protéines complémentaires de choix pour le porc. Par sa richesse en protéines (30 à 50 % du poids frais), selon l'espèce et la variété, associée à un contenu énergétique élevé compte tenu d'une teneur en lipides importante (6 à 10 %), le Lupin peut être un excellent complément protéique des céréales, en dépit toutefois d'une teneur en cellulose brute élevée (12 à 15 %) et à la seule condition que le matériel végétal retenu soit de type "DOUX" exempt d'alcaloïdes.

Certains auteurs ont tenté de caractériser les différentes espèces ou variétés de Lupins (BAILEY et al., 1974 ; RUIZ et al., 1977 ; PEARSON et CARR, 1977) ; d'autres se sont plus particulièrement intéressés à certaines de ses fractions chimiques :

- Protéines (HOVE et al., 1977 ; GUNDEL J., 1977 ; PEREZ-HERNANDEZ, 1978) ;
- Constituants membranaires, cellulose (BAILEY et al., 1974 ; TAVERNER, 1975) ;
- Alcaloïdes (TANNOUS, 1968 ; RUIZ, 1977-1978 ; GUILLAUME et al., 1979).

De nombreux travaux traitent de la composition du Lupin, de sa valeur alimentaire (GLADSTONE, 1972) et de son utilisation essentiellement chez les Monogastriques :

- Le rat (DIAZ, 1968 ; TANNOUS, 1968 ; BAILEY et al., 1974 ; RUIZ et al., 1977) ;
- Le poulet (PEREZ CUESTA et TIRADO SERRANO, 1966a, 1966b ; PEREZ CUESTA et al., 1973 ; KORELESKI et al., 1974 ; SHETAMA, 1974 ; PEREZ CUESTA et TIRADO SERRANO, 1978 ; PEREZ CUESTA et PEREZ HERNANDEZ, 1978 ; PEREZ HERNANDEZ, 1978 ; GUILLAUME et al., 1979).
- Le veau (RECCIUS, 1970).
- Le lapin (FLORES, 1970).
- Mais également chez le porc (FLORENCE, 1965 ; KRACHT et al., 1973 ; CARR et PEARSON, 1974 ; WILKE, 1974 ; BALKOWSKI et al., 1975 ; GUNDEL et BABINSZKY, 1975 ; TAVERNER, 1975 ; PEARSON et CARR, 1976 ; FAGAN, 1977 ; PEARSON et CARR, 1977 ; RUIZ et al., 1977).

Les types de Lupins utilisés dans la plupart des études sont soit le Lupin jaune (*Lupinus luteus L.*) à petites graines, le mieux connu, ou bien le Lupin blanc doux et amer (*Lupinus Albus L.*) à grosses graines et plus rarement le Lupin bleu amer (*Lupinus Angustifolius L.*) ou le Lupin changeant, généralement amer (*Lupinus Mutabilis L.*). Pour les études réalisées chez le porc, le type de Lupin utilisé le plus fréquemment est le Lupin blanc (*Lupinus Albus L.*) généra-

* Avec la collaboration technique de : A. LAPANOUSE, J.P. HAUTDUCEOEUR, Jany PEINIAU, Catherine DUCHATEAU, Chantal BLONDEL, J.P. PRIGENT, R. LEVREL, G. DUCHASTEL, C. GAUDIN et J. GAUDIN et J. BAUDET.

lement doux ou à degré d'amertume réduit (KRACHT et al., 1973 ; GUNDEL et BABINSZKY, 1975 ; RUIZ et al., 1977), parfois le Lupin bleu (*Lupinus Angustifolius L.*) de type doux ou plus ou moins amer (CARR et PEARSON, 1974 ; TAVERNER, 1975 ; PEARSON et CARR, 1973 ; PEARSON et CARR, 1976 ; PEARSON et CARR, 1977) mais également le Lupin jaune (*Lupinus luteus L.*) (WILKE, 1974).

A l'heure actuelle, le Lupin blanc (*Lupinus Albus L.*) à grosses graines, de type doux est très productif et procure de bons rendements selon les données de LENOBLE (40 à 50 qx/ha). Dans ces conditions nous pensons que d'un point de vue strictement nutritionnel et agronomique, ce type de Lupin blanc doux, exempt d'alcaloïdes peut présenter un certain intérêt à court ou moyen terme, sans pour autant hypothéquer l'avenir possible du Lupin changeant (*Lupinus Mutabilis L.*), alors que le Lupin bleu (*Lupinus Angustifolius L.*) à teneur élevée en cellulose présente moins d'intérêt au plan nutritionnel. Il en est de même du Lupin jaune (*Lupinus Luteus L.*) qui bien qu'acceptable au plan nutritionnel (ce qui est déjà connu), est nettement moins productif.

Chez le porc, l'utilisation du Lupin comme source azotée complémentaire, en substitution partielle ou totale des sources azotées classiques (tourteau de soja, farine animales), conduit parfois à de bons résultats, mais le plus souvent les performances sont abaissées. Plusieurs causes ont été invoquées pour expliquer les mauvaises performances :

- Utilisation de lupins amers renfermant des alcaloïdes.
- Déficience de la fraction azotée du lupin en certains acides aminés indispensables (lysine, méthionine).
- Teneur élevée en cellulose du lupin (12 à 15 %), ce qui diminue d'autant l'utilisation digestive du produit et notamment de sa fraction énergétique.
- Taux d'introduction du lupin au sein du régime trop élevé.

C'est pourquoi, à l'examen des travaux déjà réalisés, il est permis de penser à l'existence de facteurs limitants, autres que ceux précités, pour une utilisation correcte du lupin chez le porc (notamment à taux élevé) :

- Déficience ou indisponibilité en tryptophane (très près du facteur limitant primaire, la lysine dans le cas du lupin) freinant l'utilisation métabolique de la fraction azotée comme nous l'avons mis en évidence avec les autres légumineuses, la Féverole et le Pois (HENRY et al., 1976 ; PEREZ et BOURDON, 1979).
- Fraction glucidique riche en α galactosides des graines et incidences sur les performances.

Ainsi il nous a paru intéressant et original de réaliser, dès 1977-1978, compte tenu des données déjà disponibles, deux expériences préliminaires en vue de vérifier les hypothèses émises :

- Une expérience de digestibilité et d'étude du bilan azoté en vue d'estimer la valeur énergétique et azotée de deux types de lupin blanc chez le porc en croissance : l'un partiellement amer (12 % de graines amères) renfermant des alcaloïdes, de variété "LUBLANC" ; l'autre doux exempt d'alcaloïdes, de variété "KALINA".

- Une expérience en lot en vue de définir un taux optimum d'introduction de lupin doux de variété "KALINA", utilisable dans le régime pour le porc en croissance-finition, non seulement en remplacement partiel ou total du tourteau de soja mais encore en association avec un concentré de protéines de luzerne (PX₁) complémentaire du lupin au plan azoté qualitatif.

**DÉTERMINATION DE LA VALEUR ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉE DU LUPIN
POUR LE PORC EN CROISSANCE**

I - ÉTUDE DE DIGESTIBILITÉ ET MÉTABOLISME AZOTÉ

1. Caractéristiques des matières premières étudiées :

Deux variétés de lupins blancs (*Lupinus Albus*) sont testées : le "LUBLANC", partiellement amer (12 % des graines) renfermant des alcaloïdes, récolté en 1976, et le "KALINA" totalement doux exempt d'alcaloïdes, récolté en 1977. Un certain nombre d'analyses sont réalisées en vue de caractériser les deux types de lupin retenus pour cette étude.

La nature et les références des matières premières sont rapportées dans les tableaux 1 et 2.

TABEAU 1
CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES DES DEUX VARIÉTÉS DE LUPIN

TYPE DE LUPIN	LUBLANC 12 % amer Récolte 1976	KALINA doux Récolte 1977
Matière sèche %	87,93	89,26
Composition % Mat. Sèche :		
Matières minérales	4,09	4,06
Matières azotées (N x 6,25)	48,01	51,12
Constituants glucidiques :		
- Amidon	0,3	0,3
- Sucre alcoolosolubles (exprimés en stachyose)	12,50	10,80
- Saccharose	1,9	1,4
- Raffinose	1,1	0,9
- Stachyose	8,4	6,8
- Cellulose Weende	9,6	14,8
- Pentosanes (exprimés en xylose)	10,0	6,6
- NDF	—	22,05
- ADF	—	17,46
- Lignine	—	0,72

TABLEAU 2
COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DES LUPINS
 (en % de la Matière sèche) (1)

TYPE DE LUPIN	LUBLANC 12 % amer Récolte 1976	KALINA doux Récolte 1977	KALINA doux Récolte 1978
— Acide aspartique	4,27	4,05	4,29
— Thréonine	1,50	1,44	1,52
— Serine	2,11	1,95	2,07
— Acide glutamique	8,27	7,45	8,72
— Proline	1,69	1,56	1,67
— Glycine	1,63	1,58	1,62
— Alanine	1,37	1,35	1,35
— Valine	1,78	1,77	1,78
— Isoleucine	1,86	1,82	1,91
— Leucine	2,92	2,87	3,03
— Tyrosine	2,12	1,96	2,10
— Phénylalanine	1,55	1,48	1,58
— Histidine	0,92	0,96	0,94
— Lysine	1,93	1,96	1,98
— Arginine	4,96	4,30	4,59
— Methionine	0,31	0,34	0,32
— Cystine	0,59	0,58	0,61
— Tryptophane	0,32	0,36	0,33

(1) Dosages effectués par chromatographie sur colonne.

2. Mode de conduite de l'expérience

• Composition des régimes expérimentaux

Les deux types de lupins blancs, "LUBLANC" et "KALINA" sont introduits au taux de 40 % dans un régime de type semi-synthétique à base d'amidon de maïs, le lupin constituant la seule source de protéines du régime. Les régimes simplifiés amidon de maïs, lupin, sont simplement supplémentés en minéraux et vitamines.

• Animaux - Schéma expérimental

Dix porcs mâles castrés de race LARGE WHITE, issus du troupeau expérimental de la Minière, de la Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs, de 29,1 kg de poids vif et 91 jours d'âge sont répartis en cinq couples homogènes du point de vue âge et poids vif, selon le schéma expérimental suivant :

- Lot 1 : Lupin blanc "LUBLANC"
- Lot 2 : Lupin blanc "KALINA"

• Mode de conduite des animaux

De 25 kg de poids vif à 29,1 kg de poids vif, durant 8 à 10 jours, les dix porcs sont placés en cage à métabolisme et reçoivent tous un régime identique distribué sous forme humide à raison de trois repas par jour. Cette période permet aux animaux de s'accoutumer en cage à métabolisme.

TABLEAU 3
COMPOSITION DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX

LOT OU RÉGIME (*) TYPE DE LUPIN	1 LUBLANC 12 % amer	2 KALINA doux
Composition % :		
- Lupin blanc "LUBLANC" 12 % amer	40	—
- Lupin blanc "KALINA" doux	—	40
- Amidon de maïs	55,5	55,5
- Mélange minéral (1)	3,5	3,5
- Prémélange vitaminique à base d'amidon de maïs (2)	1,0	1,0
Résultat d'analyse :		
- Mat. sèche %	89,17	89,70
- Cendres % MS	5,57	5,12
- Matières azotées % MS	17,73	20,50
- Énergie brute Kcal/kg MS	4.269	4.363

(*) Régimes semi synthétiques présentés sous forme de farine.

(1) Qté en g pour 100 kg d'aliment :

- Phosphate bicalcique, 1,900 ; Craie broyée, 724,97 ; Sel marin, 250 ; Sulfate de Magnésie, 150 ; Chlorure de Potassium, 400 ; Sulfate de Fer, 7 H₂O, 40 ; Sulfate de Magnésie, H₂O, 16 ; Sulfate de Cuivre, 5H₂O, 4 ; Sulfate de Zinc, 15 ; Iodure de Potassium, 0,03.

(2) Prémélange vitaminique. Sur support d'amidon de maïs 1 kg qsp dont en g pour 100 kg d'aliment. Vitamine A (50.000), 10 ; Vitamine D₃ (100.000UI/g), 1 ; Vitamine E (250 UI/g), 16 ; Vitamine K, 0,44 ; Thiamine (B₁), 0,22 ; Riboflavine (B₂), 0,62 ; Pyridoxine (B₆), 0,26 ; Acide folique, 0,16 ; Acide para-aminobenzoïque, 4,4 ; Concentrat Vit. B₁₂ (100 mg/kg), 33 ; Inositol, 40 ; Biotine, 0,012 ; Pantothénate de calcium, 2,00 ; Concentrat de choline 25 %, 520 ; Niacine, 2,2 ; Amidon de maïs, 369,688.

A l'issue de cette période, au poids vif moyen de 29,1 kg et à un âge moyen de 91 jours, les dix porcs sont répartis en cinq couples homogènes du point de vue âge et poids vif et soumis durant sept jours à une période de précollecte afin de les accoutumer à leurs régimes expérimentaux respectifs. Ils les reçoivent en alimentation égalisée à raison de trois repas par jour sous forme humide, l'eau étant fournie à volonté au cours d'une distribution supplémentaire. Après cette semaine d'adaptation, la collecte des urines et de fécès est réalisée, durant une période expérimentale de collecte d'une durée de dix jours. La quantité d'aliment fournie égalisée d'un lot à l'autre est constante durant les dix jours. Les conditions d'entretien et d'alimentation des animaux sont identiques à la période de la précollecte.

II - RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Étude de digestibilité - Métabolisme azoté

Le lupin est la seule source de protéines, incorporée au taux de 40 % dans un régime de type semi-synthétique à base d'amidon de maïs, simplement supplémenté en minéraux et vitamines. Par ailleurs les protéines du lupin ne sont pas rééquilibrées par addition d'acides aminés de synthèse.

Les régimes renfermant un pourcentage élevé de lupin (40 %) sont mal consommés, quel que soit le type de lupin blanc, doux ou amer. Ainsi, en cours de collecte durant une période de dix jours, la quantité moyenne d'aliment ingérée journallement, avec le régime à base de lupin blanc à 12 % d'amer le "LUBLANC" renfermant des alcaloïdes, est seulement de

511 g de matière sèche, elle augmente de 45 %, soit 743 g de matière sèche avec le régime à base de lupin blanc doux "KALINA". Néanmoins, on est loin d'atteindre le niveau de consommation normal, obtenu dans nos conditions expérimentales soit 1.160 g de matière sèche ingérée par jour pour des animaux de 28,8 kg de poids vif. Plusieurs facteurs sont à incriminer, capables d'expliquer ces faibles consommations, non seulement la présence d'alcaloïdes avec le "LUBLANC" mais également dans les deux cas, que le lupin soit amer ou doux, la présence de glucides facilement fermentescibles (α galactosides) en quantité importante dans la graine de lupin. Ils engendrent chez l'animal de la flatulence et un état de satiété rapide après ingestion d'une faible quantité d'aliment. Un facteur explicatif à retenir également est non seulement la déficience des protéines du lupin en lysine, facteur limitant primaire, mais également en tryptophane, facteur limitant secondaire à taux élevé.

L'incidence d'un déficit prononcé en tryptophane du régime sur la réduction du niveau d'ingestion d'aliment chez le porc a été démontrée par HENRY et al. 1976 ; MONTGOMERY et al., 1977. Nous avons pu récemment confirmer cet effet spectaculaire sur la consommation du porc à l'engrais en utilisant des régimes à base de maïs, renfermant 40 % de Pois supplémentés ou non en tryptophane (PEREZ et BOURDON, 1979).

TABLEAU 4
RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE DIGESTIBILITÉ
— Durée de la période de collecte, 10 jours
— Nombre d'animaux par lot n = 5 mâles castrés
— Poids vif moyen en cours de collecte 29,8 kg \pm 0,48 (5.3)

LOT OU RÉGIME TYPE DE LUPIN	1 LUBLANC 12 % amer Récolte 1976	2 KALINA doux Récolte 1977	MOYENNE	SIGNIFICATION STATISTIQUE S \bar{x} () 1
Qté de M.S. consommée, j, g	511	743	627	—
Utilisation de l'Énergie :				
— CUDa Mat. Sèche	92,24	90,03	91,13	0,64 (1,6)NS
— CUDa Mat. Organique	93,45	91,61	92,53	0,54 (1,3)NS
— CUDa Énergie	90,93	89,72	90,32	0,48 (1,2)NS
Valeur Énergétique du régime (*)				
— ED Kcal/kg Frais	3.460 \pm 13 (0,9)	3.514 \pm 29 (1,8)	—	—
— ED Kcal/kg Mat. Sèche	3.880 \pm 15 (0,9)	3.917 \pm 32 (1,8)	—	—
— ED Kcal/kg de Mat. Organique	4.108 \pm 16 (0,9)	4.128 \pm 34 (1,8)	—	—
Utilisation de l'azote				
— CUDa Azote	86,45	85,45	85,95	0,60 (1,56)NS
— N retenu en g/jour	6,65	13,10	9,87	1,47 (33,2) NS
— CRN	54,24	62,93	58,58	3,82 (14,6)NS
— CUPN	47,83	53,79	50,81	2,21 (9,7)NS

(*) \pm S \bar{x} : Écart type de la moyenne. Entre parenthèses : coefficient de variation.

2. Utilisation de l'énergie

Les résultats de digestibilité des régimes rapportés au tableau n° 4, font apparaître l'excellente utilisation de la fraction énergétique, 90,3 % de CUDa de l'énergie en moyenne

pour les deux régimes à 40 % de lupin. Par mesure directe et calcul par différence (la valeur ED de l'amidon de maïs étant estimée à 4.000 Kcal par kg de matière sèche) il est possible d'estimer la valeur en énergie digestible des deux types de lupin :

— Soit pour le lupin blanc "LUBLANC" à 12 % d'amer renfermant des alcaloïdes : 4.170 Kcal d'ED/kg de matière sèche correspondant à un CUDa de l'énergie de 83,5 %.

— Et pour le lupin blanc doux "KALINA" 4.229 Kcal ED/kg de matière sèche correspondant à un CUDa de l'énergie de 83,5 %.

Ces valeurs sont très proches de celles estimées par TAVERNER (1975) : 4.130 Kcal ED par kg de matière sèche pour un lupin doux de type *Lupinus angustifolius* L. de variété UNIWHITE.

— Pour le lupin, en dépit d'une teneur en cellulose brute importante (9 à 15 %), la valeur en énergie digestible est élevée (4.170 Kcal à 4.229 Kcal d'énergie digestible par kg de matière sèche). Ceci confirme, la bonne digestibilité de la fraction des constituants membranaires des téguments de la graine de lupin, estimée par TAVERNER (1975) à 66,1 %. La digestibilité de la fraction cellulose brute du lupin est élevée du fait de la faible teneur en lignine, élément le plus indigestible de cette fraction, selon les données fournies par BAILEY et al. (1974).

3. Utilisation de l'azote

Dans nos conditions expérimentales, avec un régime à 40 % de lupin blanc amer de variété "LUBLANC" renfermant des alcaloïdes et pour le doux "KALINA", le lupin constituant la seule source azotée du régime, le CUDa de l'azote obtenu par mesure directe est respectivement de 86,5 % et 85,5 %.

En résumé. Pour le lupin blanc à 12 % d'amer renfermant des alcaloïdes de variété "LUBLANC", la valeur en énergie digestible est estimée à 4.170 Kcal ED/Kg de matière sèche, correspondant à un CUDa de l'énergie de 83,5 %.

TABLEAU 5
VALEUR ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉ DU LUPIN BLANC (LUPINUS ALBUS L.) POUR LE PORC EN CROISSANCE

TYPE DE LUPIN	LUBLANC 12 % amer R. 76	KALINA doux R. 77	T. SOJA 50
Composition %			
— Matière Sèche %	87,93	89,26	87,3
— % Mat. Sèche :			
Matières minérales	4,09	4,06	6,70
Matières azotées (N x 6,25)	48,01	51,12	51,9
Cellulose Weende	—	14,8	6,9
Valeur énergétique			
— Énergie brute, Kcal/kg MS	4.993	5.068	4.726
— Énergie digestible, Kcal/kg MS	4.170 (*) ± 38,7 (2,1)	4.229 ± 81,0 (4,3)	4.000
CUDa Énergie	83,52 ± 0,78 (2,1)	83,45 ± 1,60 (4,3)	84,64
Digestibilité de l'Azote			
— CUDa Azote	86,45 ± 0,35 (0,9)	85,45 ± 0,68 (1,8)	89,00

(*) ± SX : Ecart type de la moyenne. Entre parenthèses : coefficient de variation.

Pour le lupin blanc doux exempt d'alcaloïdes de variété "KALINA", la valeur en énergie digestible est estimée à 4.229 Kcal ED/Kg de matière sèche correspondant à un CUDA de l'énergie de 83,5 %.

Pour le "LUBLANC" partiellement amer et le "KALINA" doux, les coefficients de digestibilité de l'azote sont respectivement de 86,5 et de 85,5 %.

Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 5 et comparés aux valeurs obtenues chez le porc pour un tourteau de soja 50, selon la même technique (PASTUSZEWSKA et al., 1974). Il apparaît ainsi que la valeur en énergie digestible du lupin (4.199 Kcal/kg de matière sèche) est en moyenne de 5 % supérieure à celle du tourteau de soja 50 (4.000 Kcal/kg de matière sèche), compte tenu d'une teneur en lipides plus élevée (6 à 8 %) et en dépit d'une teneur en cellulose brute nettement plus importante (14 à 15 % contre 6,9 %).

En revanche, la digestibilité de l'azote du lupin (86 %) est inférieure d'environ 3 % à celle du tourteau de soja (89 %).

UTILISATION DU LUPIN DOUX BLANC PAR LE PORC EN CROISSANCE-FINITION

Chez le porc en croissance-finition entre 25 et 100 kg de poids vif, une expérience en lot a été réalisée parallèlement à l'étude de digestibilité précédente. Le but de cet essai était de définir les possibilités d'utilisation d'un lupin doux blanc (*Lupinus Albus L.*) de variété "KALINA" en remplacement partiel ou total du tourteau de soja, seul ou en association avec un concentré de protéines de luzerne (PX₁) comme source de protéine complémentaire, au sein d'un régime à base de blé.

I - MODALITÉS EXPÉRIMENTALES

1. Animaux

Soixante porcelets de race LARGE WHITE, issus du troupeau expérimental de la station de Recherches sur l'Élevage des Porcs, d'un poids vif moyen initial de 24,8 kg et d'un âge moyen initial de 82 jours, sont répartis selon un schéma en blocs complets randomisés comportant cinq lots de douze animaux (six mâles castrés et six femelles). Au sein de chaque lot, les animaux reçoivent un régime unique pendant toute la période d'engraissement, excepté pour le lot 4.

2. Schéma expérimental

Les cinq lots correspondent aux régimes suivants :

- lot 1 : régime blé - 20 % tourteau de soja,
- lot 2 : régime blé - 10 % tourteau de soja + 15 % lupin,
- lot 3 : régime blé - 30 % lupin,
- lot 4 : { régime blé - 30 % lupin + antibiotique de 25 à 80 kg de poids vif,
régime blé - 30 % lupin de 80 à 100 kg de poids vif,
- lot 5 : régime blé - 10 % lupin + 10 % concentré de protéines de luzerne (PX₁).

3. Régimes

Les régimes, dont la composition est rapportée dans le tableau n° 6, ont été calculés de façon à équilibrer les teneurs en lysine et en tryptophane, permettant de couvrir les besoins du porc en croissance, tout en préservant toutes les chances du lupin. En effet les protéines du lupin sont particulièrement déficientes en lysine et en tryptophane comparées à celles du tourteau de soja, c'est pourquoi en vue de limiter ces déficiences, dans cette étude préliminaire nous avons :

— d'une part, retenu le blé comme céréale de base du régime, étant donné sa richesse en matières azotées, en lysine et tryptophane, supérieure à celle du maïs,

— d'autre part, en remplacement partiel du tourteau de soja (10 %) le lupin est introduit au taux de 15 % (lot 2) et en remplacement total du tourteau de soja (soit 20 %) le lupin est introduit soit au taux de 30 % seul (lot 3) ou avec antibiotique (lot 4), soit simplement au taux de 10 % associé à 10 % de concentré de protéines de luzerne "Le PX₁" (lot 5). Ces trois derniers régimes sont par ailleurs supplémentés en lysine industrielle. Le "PX₁", concentré de protéines de luzerne est retenu comme source de protéines complémentaires à associer au lupin étant donné la richesse de ses protéines en tryptophane et en lysine, celles du lupin étant particulièrement déficientes en ces acides aminés.

TABLEAU 6
COMPOSITION DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX (1)

RÉGIME	TÉMOIN	RÉGIMES A BASE DE LUPIN			
	1 20 % T. Soja	2 15 % Lupin + 10 % T. Soja	3 30 % Lupin + Lysine	4 30 % Lupin + Lysine + Antibiotique	5 10 % Lupin + Lysine + 10 % Px1
Composition %					
— Blé	74	69	64	64	74
— T. Soja 50	20	10	—	—	—
— Lupin KALINA R 78	—	15	30	30	10
— Px1	—	—	—	—	10
— Mélasse	3	3	3	3	3
— Mélange Minéral (2)	3	3	3	3	3
— Mélanges Vitaminiques + acides aminés (3) + antibiotiques					
MVA ₁	+	+	—	—	—
MVA ₂	—	—	+	—	+
MVA ₃	—	—	—	+	—
Résultats d'analyse					
— Matière sèche %	90,04	90,07	90,36	90,26	90,27
% Matière sèche :					
— Matières Minérales	6,32	5,51	5,16	5,45	6,54
— Matières azotées	19,62	22,14	22,54	22,80	19,28
— Énergie brute Kcal/kg MS	4.237	4.344	4.419	4.412	4.386
Teneurs estimées					
— Energ. digest., Kcal/kg frais	3.260	3.340	3.370	3.370	3.270
— Acides aminés % frais					
— Lysine	0,83	0,78	0,84	0,84	0,81
— Méthionine + cystine	0,59	0,56	0,52	0,52	0,55
— Thréonine	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60
— Tryptophane	0,22	0,19	0,17	0,17	0,23

(1) Régimes présentés sous forme de granulés de 5 mm - mouture sur grille de 3 mm.

(2) Voir tableau n° 6-2.

(3) Voir tableau n° 6-3.

TABLEAU 6-1
COMPOSITION DU MÉLANGE MINÉRAL

Quantité en kg pour 100 kg de régime	
Phosphate bicalcique	1,4
Craie broyée	1,0
Sel marin	0,5
Mélange oligoéléments n° 3	0,1
TOTAL	3,0

TABLEAU 6-2
COMPOSITION DU MÉLANGE OLIGOÉLÉMENTS N° 3

Quantité en grammes pour 1.000 grammes	
Iodure de potassium	0,3
Sulfate de cuivre	40,0
Sulfate de zinc	150,0
Sulfate de manganèse	160,0
Sulfate de fer	400,0
Craie broyée	249,7
TOTAL	1.000

TABLEAU 6-3
COMPOSITION DES PRÉMÉLANGES VITAMINES - ACIDES AMINÉS ET/OU ANTIBIOTIQUES A BASE DE BLÉ

TYPE DE PRÉMÉLANGE RÉGIMES	MVA ₁	MVA ₂	MVA ₃
	1 et 2	3 et 4	4
Concentr. vit. A (50.000 UI/g)	8	8	8
Concentr. vit. D3 (100.000 UI/g)	0,4	0,4	0,4
Riboflavine	0,2	0,2	0,2
Panthoténate de calcium	0,5	0,5	0,5
Acide Nicotinique	1,0	1,0	1,0
Concentr. de choline 25 %	40,0	40,0	40,0
Concentr. vit. B12	10,0	10,0	10,0
L lysine HCl commerciale Eurolysine (78,84 % de pureté)	—	130,0	130,0
Antibiotique (prémélange spiramycine) 20 g/kg	—	—	100,0
Blé	3.939,9	3.939,9	3.939,9
	<u>4.000</u>	<u>4.000</u>	<u>4.000</u>

TABLEAU 6-4
PLAN DE RATIONNEMENT

POIDS VIF (kg)	QTÉ D'ALIMENT (kg/l)	POIDS VIF (kg)	QTÉ D'ALIMENT (kg/l)	POIDS VIF (kg)	QTÉ D'ALIMENT (kg/l)
20-24	1-2	40-44	2-0	60-64	2-5
24-28	1-4	44-48	2-1	64-68	2-6
28-32	1-6	48-52	2-2	68-72	2-7
32-36	1-8	52-56	2-3	72-76	2-8
36-40	1-9	56-60	2-4	76-100	2-9

(*) Pour mâles castrés et femelles - Changement hebdomadaire après pesée des animaux.

Nous avons utilisé dans cet essai un lupin blanc doux de variété "KALINA" récolté en 1978 à teneur élevée en protéines (51,1 % de la matière sèche), un blé à teneur moyenne en protéines (13,8 % de la matière sèche), un excellent tourteau de soja de type 50 (55,4 % de protéines/Mat. sèche et 3,3 % de cellulose brute/Mat. sèche) et un concentré de Protéines de luzerne "PX1" à 54,8 % de protéines par rapport à la matière sèche.

TABLEAU 7
COMPOSITION DES MATIÈRES PREMIÈRES

NATURE ET RÉFÉRENCE	TOURTEAU DE SOJA 50	LUPIN BLANC DOUX R. 78 KALINA	PX1	BLÉ A713	GRAINE DE LIN
— Matière sèche %	89,5	90,3	89,9	86,9	92,94
Composition % MS					
— Matières Minérales	7,31	3,76	15,16	1,93	3,81
— Matières Azotées	55,37	51,10	54,75	13,80	26,60
— Cellulose brute Weende	3,3	13,84	—	2,5	—
— Énergie brute, Kcal/kg MS	4.693	5.064	5.137	4.426	6.503
— Énergie Digestible/kg MS	4.000	4.229	3.735	3.863	—
Teneurs en Acides Aminés % Matière sèche					
— Lysine	3,35	1,98	3,29	0,36	—
— Méthionine	0,73	0,32	1,13	0,19	—
— Cystine	0,88	0,61	0,57	0,36	—
— Thréonine	2,12	1,52	2,62	0,36	—
— Tryptophane	0,72	0,33	1,29	0,14	—
	(2)	(1)	(1)	(2)	

(1) Résultats des dosages

(2) Données estimées (HENRY, PION et RERAT, 1974).

Les animaux sont élevés en loges individuelles munies d'abreuvoir automatique, en l'absence de litière. Durant une période de huit à dix jours, ils reçoivent tous en quantité limitée selon le plan de rationnement rapporté au tableau 6-4 le régime témoin lot 1, à raison d'une seule distribution journalière. Cette période permet aux animaux de s'adapter à leurs nouvelles conditions d'environnement.

A l'issue de cette période la mise en lot des animaux est réalisée au poids vif moyen de 24,8 kg à un âge moyen de 82 jours. Ils reçoivent selon les mêmes modalités que durant la période précédente, l'aliment correspondant au lot auquel ils sont affectés sous forme de granulés de 5 mm.

Pour l'ensemble des lots l'aliment est unique de 24,8 kg de poids vif à 100 kg de poids vif, excepté pour le lot 4 où le régime supplémenté en antibiotique est remplacé par le régime 3 lorsque les animaux atteignent le poids vif moyen de 80 kg (retrait de l'antibiotique trois à quatre semaines avant abattage).

La consommation d'aliment est contrôlée quotidiennement. Les porcs sont pesés chaque semaine et sont abattus au poids vif moyen de 99,1 kg à 197 jours d'âge.

II - RÉSULTATS ET DISCUSSION

Une remarque importante s'impose au préalable. En début d'expérience dans les lots 3 et 4, au taux le plus élevé de lupin (30 %), trois animaux (deux dans le lot 3 et un dans le lot 4), sont morts, dans les 24 heures après ingestion de leurs régimes expérimentaux, de flatulence accompagnée de météorisation et blocage du transit. Afin de remédier à ce phénomène dû vraisemblablement à la quantité importante d' α galactosides présente dans la graine de lupin (et remplacement des animaux morts), les porcs des lots 3 et 4 recevaient en plus de leur ration journalière 7 g par jour de graine de lin jusqu'à 44 jours, et 10,5 g de 44 jours jusqu'à l'abattage afin d'éviter la météorisation et accélérer le transit.

1. Croissance consommation : voir tableaux 8 et 9.

TABEAU 8
RÉSULTATS MOYENS DE CROISSANCE-CONSOMMATION (1)

RÉGIME	TÉMOIN	RÉGIMES A BASE DE LUPIN				MOYENNE	SIGNIFICATION STATISTIQUE (2) Sx ()
	1 20 % T. Soja	2 15 % lupin + 10 % T. soja	3 30 % + lysine	4 30 % lupin + lysine + antibiot.	5 10 % lupin + lysine + 10% Px1		
Période de croissance (de 25 à 60 kg)							
Gain moyen journalier (g)	665 A	650 A	576 B	578 B	681 A	630	** 15,3 (8,4)
Mâles castrés	671	650	623	646	708	660	
Femelles	659	651	529	510	655	601	
Consommation (kg frais/j)	1,82 A	1,83 A	1,69 B	1,73 B	1,81 A	1,78	** 0,02 (3,9)
Mâles castrés	1,81	1,85	1,71	1,75	1,80	1,78	
Femelles	1,83	1,81	1,67	1,72	1,82	1,77	
Indice de consommation kg frais/kg gain	2,74 AB a	2,84 AB b	2,96 AB b	3,08 B b	2,66 A a	2,86	** 0,08 (10,1)
Mâles castrés	2,69	2,87	2,76	2,71	2,54	2,71	
Femelles	2,79	2,81	3,17	3,45	2,78	3,00	
Période de finition (de 60 à 100 kg)							
Gain moyen journalier (g)	755 a	684 abc	619c	641 bc	733 ab	686	* 28,9 (14,6)
Mâles castrés	812	653	608	691	715	696	
Femelles	698	715	630	591	751	677	
Consommation (kg frais/j)	2,61 A	2,55 AB	2,39 B	2,50 B	2,62 A	2,53	** 0,04 (6,1)
Mâles castrés	2,76	2,63	2,46	2,57	2,68	2,62	
Femelles	2,47	2,48	2,32	2,43	2,57	2,45	
Indice de consommation kg frais/kg gain	3,51 a	3,80 ab	3,90 ab	4,00 b	3,64 ab	3,77	(0,10) 0,13 (11,7)
Mâles castrés	3,46	4,12	4,08	3,78	3,82	3,85	
Femelles	3,57	3,49	3,72	4,22	3,47	3,69	

(1) Nombre d'animaux par lot n = 12 (6 mâles castrés et 6 femelles)

	Poids moyen, kg	Age moyen, j
Début d'expérience	24,7	82
Fin de période de croissance	59,6	138
Fin d'expérience	99,1	197

(2) Sx Ecart type de la moyenne - Entre parenthèses coefficient de variation.

** Différence significative entre moyennes des traitements au seuil $P < 0,01$.

* Différence significative entre moyennes des traitements au seuil $P < 0,05$.

(0,10) Différence significative entre moyennes des traitements au seuil $P < 0,10$

Les valeurs indicées avec une lettre majuscule différente sont significativement discriminées au seuil $P < 0,01$.

Les valeurs indicées avec une lettre minuscule différente, sont significativement discriminées au seuil $P < 0,05$ et avec une minuscule cerclée au seuil $P < 0,10$.

TABEAU 9
RÉSULTATS MOYENS DE CROISSANCE-CONSOMMATION (1)

RÉGIME	TÉMOIN	RÉGIMES A BASE DE LUPIN					MOYENNE	SIGNIFICATION STATISTIQUE (2) S \bar{x} ()
	1 20 % T. Soja	2 15 % lupin + 10 % T. soja	3 30 % + lysine	4 30 % lupin + lysine + antibiot.	5 10 % lupin + lysine + 10% Px1			
Gain moyen journalier (g)	710 _A	690 _A	595 _B	609 _B	707 _A	662	** 20,1 (10,5)	
Mâles castrés	742	648	614	670	712	677		
Femelles	678	731	576	549	702	647		
Consommation (kg frais/j)	2,23 _{AB}	2,29 _A	2,06 _C	2,12 _{BC}	2,22 _{AB}	2,18	** 0,03 (5,1)	
Mâles castrés	2,30	2,26	2,13	2,18	2,24	2,22		
Femelles	2,16	2,32	1,99	2,06	2,20	2,15		
Indice de consommation kg frais/kg gain	3,15 _a	3,34 _{ab}	3,47 _{ab}	3,55 _b	3,15 _a	3,34	* 0,09 (9,0)	
Mâles castrés	3,11	3,51	3,48	3,27	3,16	3,31		
Femelles	3,20	3,17	3,47	3,84	3,15	3,37		

(1) Période totale d'engrais 60-100 kg de poids vif.
Nombre d'animaux par lot n = 12 (6 mâles castrés et 6 femelles)

	Poids vif moyen, kg	Age moyen, j
Début d'expérience	24,7	82
Fin d'expérience	99,1	197

(2) S \bar{x} Ecart type de la moyenne. Entre parenthèses coefficient de variation.
** Différence significative entre moyennes des traitements au seuil P < 0,01.
* Différence significative entre moyennes des traitements au seuil P < 0,05.

Les valeurs indicées avec une lettre majuscule différente, sont significativement discriminées au seuil P < 0,01.
Les valeurs indicées avec une lettre minuscule différente, sont significativement discriminées au seuil P < 0,05.

• **Influence du taux de lupin :** Le taux de 30 % utilisé dans cette expérience, même avec du lupin doux associé au blé comme céréale, au sein du régime semble limite, en accord avec les résultats de la littérature (TAVERNER 1975 ; GUNDEL, 1973, 1974). Par contre avec un régime à base d'orge, le porc semble plus tolérant à l'introduction de lupin jusqu'à un taux de 37 % et même 47 % (PEARSON et CARR, 1973, 1976 et 1977).

Dans les expériences de PEARSON et CARR (1973, 1976, 1977), le lupin associé à l'orge entraîne néanmoins, même à un faible taux 12 %, des performances de croissance et de consommation, nettement inférieures à celles que nous avons enregistrées dans la présente étude. Toutefois le type de lupin utilisé, était différent (lupinus angustifolius L.) et non (lupinus albus L.) comme dans notre expérience, ce qui explique en partie la divergence des résultats obtenus.

Les résultats zootechniques pour les périodes de croissance (25-60 kg de poids vif) et de finition (60-100 kg de poids vif), sont rapportés au tableau 8, ceux relatifs à la période totale d'engraissement 25-100 kg de poids vif au tableau 9.

A l'examen des résultats, il apparaît nettement une diminution du gain de poids journalier durant la phase de croissance quand le taux de lupin dans le régime s'accroît : 650 g/j avec 15 % de lupin contre 576 g/j à 30 % soit une réduction de 11,4 % (différence significative au seuil de 1 %). Par contre l'introduction de lupin au taux de 15 % avec 10 % de tourteau de soja ou même 10 % de lupin associé aux protéines de luzerne (10 % de PX₁) + lysine permet d'atteindre 651 g de GMQ, comparé à 681 g/j en moyenne, pour les animaux recevant le régime témoin (blé + 20 % de tourteau de soja). Cette évolution des gains de poids est explicable par une réduction hautement significative de la consommation 1,72 kg/j à 30 % de lupin contre 1,80 kg par jour dans les autres lots (témoin, 10 et 15 % de lupin), soit une diminution de 5 %

de l'ingéré moyen journalier. Ce phénomène semble essentiellement dû à un ballonnement sensible des porcs, apparaissant rapidement au cours de la période post-prandiale, qui occasionne une nette réduction d'appétit et du transit au taux le plus élevé du lupin.

Il en résulte au taux le plus élevé du lupin (30 %), une détérioration hautement significative de l'indice de consommation surtout marquée dans le lot 4 (30 % de lupin + antibiotique) ; 3,08 d'indice de consommation contre 2,74 pour les animaux soumis au régime témoin blé-soja, soit un accroissement de 12 %. Par ailleurs au seuil de signification de 5 %, l'efficacité alimentaire semble légèrement déprimée jusqu'au taux de 15 % de lupin dans le régime (lot 2, 3 et 4), en revanche 10 % de lupin dans le régime associé à 10 % de protéines de luzerne (PX₁), supplémentés en lysine, permettent l'obtention d'une efficacité alimentaire qui est aussi bonne (2,66 d'IC) que celle enregistrée dans le lot témoin sans lupin renfermant 20 % de tourteau de soja (2,79 d'I.C.). Il est à noter que la dégradation des performances est essentiellement marquée sur le gain moyen journalier et l'indice de consommation et pas seulement explicable par une réduction de la consommation. Ce phénomène est par ailleurs plus sensible chez les porcs femelles qui sont effectivement plus sensibles à un déficit éventuel en tryptophane, possible dans les régimes, renfermant le taux le plus élevé de lupin (30 %), bien que préalablement supplémentés en lysine de synthèse.

Les mêmes phénomènes (significatifs seulement au seuil de 5 %), bien que moins sensibles, sont également observés durant la phase de **finition** de 60 à 100 kg de poids vif, avec il est vrai, un bon niveau de performances : en moyenne 686 g/j de gain moyen journalier, 2,45 kg de consommation journalière et 3,77 d'indice de consommation. Donc en phase de finition de 60 à 100 kg de poids vif, les porcs sont nettement plus tolérants à un taux élevé de lupin (30 %) comme l'a déjà montré GUNDEL (1973 ; 1974) avec 26 % de lupin associé dans un régime simplifié à base de blé ou dans un régime mixte blé et maïs.

Il en résulte, au cours de la **période totale d'engraissement** (de 25 à 100 kg de poids vif), une diminution hautement significative des performances de croissance 602 g/j pour les lots 3 et 4 à 30 % de lupin, même correctement supplémenté en lysine. En revanche avec 15 % de lupin seulement dans le régime ou 10 % de lupin associé à 10 % de protéines de luzerne (PX₁), + lysine les résultats de croissance obtenus sont équivalents à ceux réalisés par les animaux soumis au régime témoin blé-T. Soja 20 %, soit respectivement 690 g/j, 707 g/j et 710 g/j.

Le lot à 30 % de lupin, en l'absence de supplémentation en antibiotique semble le moins bien consommé. L'efficacité alimentaire est détériorée (effet significatif au seuil P 0,05) seulement au taux de 30 % dans le régime, bien qu'il existe un effet lupin global dès l'introduction de 15 % dans le régime. Mais l'association de 10 % de lupin et 10 % de concentré de protéines de luzerne (PX₁) supplémenté en lysine de synthèse introduite dans un régime à base de blé, se révèle équivalente à 20 % de tourteau de soja : 707 g/j et 3,15 d'indice contre 710 g/j et 3,20 d'indice de consommation.

Il est important de noter que dans nos conditions expérimentales les performances moyennes obtenues globalement, en dépit d'ennuis sanitaires courants avec des animaux de type conventionnel, sont bonnes : 662 g/j de gain moyen journalier, 2,18 de consommation moyenne et 3,37 d'indice de consommation.

• Influence de la supplémentation en antibiotique d'un régime à taux élevé de lupin (30 %)

Parallèlement à la distribution de graine de lin sous forme entière, selon les modalités précisées antérieurement, l'addition d'antibiotique (spiramycine à 20 ppm) dans un régime à 30 % de lupin, jusqu'au poids vif de 80 kg, ne permet pas d'éviter les phénomènes de flatulence dus vraisemblablement à la richesse en α -galactosides de la graine de lupin. Nous ne retrouvons pas chez le porc l'effet bénéfique des antibiotiques observé chez le poulet avec la féverole par GOATCHER et MC GINNIS, 1972 et GUILLAUME, 1974. Le seul effet marqué dans notre étude est une légère augmentation de la consommation.

Les performances zootechniques obtenues au cours de cette première approche expérimentale, permettent de conclure que : le lupin blanc doux peut être introduit dans un régime pour porc à l'engrais à base de blé, sans effet néfaste au taux de 10 % et même 15 % en remplacement partiel du tourteau de soja. Mais la meilleure solution est incontestablement d'associer 10 % de lupin à 10 % de protéines de luzerne (PX₁) supplémenté en lysine, en remplacement total du tourteau de soja dans un régime à base de blé, conduisant ainsi à une économie de 20 points de tourteau de soja.

2. Composition corporelle

Les résultats sont rapportés au tableau 10

TABLEAU 10
RÉSULTATS DE COMPOSITION CORPORELLE

RÉGIME	RÉGIMES A BASE DE LUPIN					MOYENNE	SIGNIFICATION STATISTIQUE (2) S \bar{x} ()
	1 20 % T. Soja	2 15 % lupin + 10 % T. soja	3 30 % lupin + lysine	4 30 % lupin + lysine + antibiot.	5 10 % lupin + lysine + 10% Px1		
Rendement	80,4 _A	79,3 _A	76,7 _B	77,3 _B	79,5 _A	78,6	** 0,48 (2,1)
Poids net carcasse avec tête % poids vif							
Mâles	80,5	79,7	76,2	76,4	79,2	78,5	
Femelles	80,2	78,8	76,7	78,2	78,7	78,7	
% poids net							NS
Jambon	23,2	22,8	23,8	23,7	23,5	23,4	0,32 (4,8)
Mâles castrés	23,0	22,5	23,1	23,4	23,5	23,1	
Femelles	23,5	23,2	24,5	23,9	23,6	23,7	
Longe	32,7	32,3	33,2	32,3	33,0	32,7	NS 0,42 (4,5)
Mâles castrés	31,8	31,0	31,7	31,2	32,1	31,6	
Femelles	33,6	33,6	34,6	33,5	34,0	33,9	
Bardière	13,4 _{ab}	14,5 _b	11,1 _a	11,6 _a	12,3 _{ab}	12,6	0,69 (18,9)
Mâles castrés	14,4	16,2	12,7	12,7	13,8	13,9	
Femelles	12,4	12,7	9,5	10,5	10,9	11,2	
Panne	2,3	2,5	2,2	2,2	2,0	2,2	NS 0,15 (22,7)
Mâles castrés	2,5	3,0	2,5	2,6	2,1	2,5	
Femelles	2,0	2,0	1,9	1,8	2,0	1,9	
Epaisseur de lard R + D mm	22,2 _A	19,0 _{AB}	15,9 _B	17,7 _B	18,8 _{AB}	18,7	** 1,16 (25,4)
Mâles castrés	25,2	21,5	20,0	21,5	21,8	22,0	
Femelles	19,2	16,5	11,9	13,9	15,9	15,5	
Rapport Longe/Bardière	2,48	2,41	3,22	2,97	2,80	2,78	0,18 (23,0)
Mâles castrés	2,24	1,99	2,58	2,56	2,37	2,35	
Femelles	2,72	2,84	3,87	3,38	3,23	3,21	
Classement des carcasses selon la grille de classement commercial C.E.E.							
MALES II	1	1	2	1	2		
CASTRÉS III	4	3	1	3	3		
IV	1	2	2	1	1		
Total	6	6	5	5	6		
FEMELLES II	3	4	3	6	3		
III	3	2	3	—	3		
IV	—	—	—	—	—		
Total	6	6	6	6	6		
TOTAL	12	12	11 (3)	11 (3)	12		

(1) Nombre d'animaux par lot n = 12 (6 mâles castrés et 6 femelles).

Poids vif moyen à l'abattage : 99,1 kg.

Age moyen à l'abattage : 197 jours.

(2) S \bar{x} Ecart type de la moyenne. Entre parenthèses coefficient de variation.

** Différence entre traitements significative au seuil P < 0,01.

* Différence entre traitements significative au seuil P < 0,05

NS Non significatif.

(3) Deux porcs ont été éliminés de l'expérience. Voir tableau 11. Bilan sanitaire.

• **Incidence sur le rendement en carcasse**

En accord avec les données de PEARSON et CARR, 1976, on observe une diminution du rendement, lorsque le taux de lupin introduit dans le régime s'accroît : 80,4 pour le lot 1 témoin sans lupin, 79,5 avec 10 % de lupin, 79,3 avec 15 % de lupin et 77 avec 30 % de lupin.

Cette réduction du rendement, déjà sensible au taux de 10 % dans le régime, s'accroît avec 15 %, mais n'atteint en fait le seuil de signification statistique ($P < 0,01$) qu'au taux d'introduction le plus élevé (30 % de lupin dans le régime). Dans notre étude, la diminution du rendement est de 0,08 à 0,11 % pour 1 % de lupin incorporé dans le régime, soit une valeur proche de 0,08 %, estimée par PEARSON et CARR en 1976 avec des taux de lupin de 12-24 et 37 % dans un régime à base d'orge (contre 10, 15 et 30 % avec un régime à base de blé dans la présente étude).

• **État d'adiposité - qualité des carcasses**

Les porcs soumis aux régimes renfermant le taux le plus élevé de lupin (30 %), lots 3 et 4, fournissent des carcasses de meilleure qualité et présentent un état d'adiposité significativement réduit en comparaison des porcs soumis au régime témoin : le rapport Longe/Bardière est significativement amélioré (respectivement 3,22 et 2,97 dans les lots 3 et 4, 2,48 dans le lot 1).

L'amélioration sensible de la qualité des carcasses des porcs recevant le régime à 30 % de lupin est due essentiellement à la réduction du niveau d'ingestion d'aliment relativement au régime témoin (tableau 9). Dans ces conditions l'ingéré énergétique est plus faible, les porcs déposent moins de gras avec un régime à 30 % de lupin comparés à ceux recevant le régime témoin Blé-T. Soja.

Dans le tableau 10 figure le classement commercial des carcasses selon la grille officielle CEE. Les effets observés sur les pourcentages de pièces de découpe, se répercutent au niveau de la classification des carcasses, essentiellement chez les porcs femelles qui fournissent des carcasses de meilleure qualité que les mâles castrés.

TABLEAU 11
BILAN SANITAIRE

TYPE D'AFFECTION	NOMBRE DE TRAITEMENTS *			NOMBRE DE CAS DE RHINITE
	DIARRHÉE		PNEUMONIE	
	TYPE DIVERS	HÉMORRAGIQUE		
Lot ou régime Lot 1 - Témoin T. Soja 20 %	1		2	4
Lot 2 - Lupin 15 % T. Soja 10 %	1	2		3
Lot 3 - Lupin 30 % + lysine	2	1	1	2
Lot 4 - Lupin 30 % + lysine + antibiotique	2	3	2	5
Lot 5 - Lupin 10 % + lysine + PX ₁ 10 %	3	1		4

* 1 traitement pour cas de diarrhée ou pneumonie correspond à trois interventions journalières successives.

* Nombre de cas de rhinite = rhinite déclarée ou apparente.

3. Bilan sanitaire

En cours d'expérience, dans nos conditions expérimentales, avec des porcs de type conventionnel, des incidents sanitaires ont été enregistrés : cas de diarrhées, pneumonie. En outre certains animaux ont eu à souffrir de rhinite à des degrés très divers.

Deux porcs ont été éliminés de l'expérience durant la période de finition : 1 mâle castré du lot 3 victime d'un équasillage a été abattu en urgence à 62 kg de poids vif - 1 mâle castré du lot 4 atteint de pneumonie et d'une rhinite déclarée a été éliminé à 66 kg de poids vif. Le pourcentage d'élimination est de 3,3 % de l'effectif de départ.

Les incidents sanitaires enregistrés sont mentionnés dans le tableau 11.

Il est évident que ces ennuis sanitaires dont les animaux ont eu à souffrir ont entraîné une réduction sensible du niveau des performances, qui aurait été nettement amélioré en l'absence de ces incidents.

CONCLUSION

L'expérience de digestibilité-métabolisme azoté nous a permis d'estimer la valeur en énergie digestible apparente et la digestibilité de l'azote de deux types de lupin blanc (*lupinus albus L.*) pour le porc :

— Pour le lupin blanc de variété "LUBLANC" à 12 % d'amer renfermant des alcaloïdes la valeur en énergie digestible s'élève à 4.170 Kcal d'ED_a/Kg de matière sèche, correspondant à un CUDa de l'énergie de 83,5 %, la valeur correspondante du CUDa de l'azote est de 86,5 %.

— Pour le lupin blanc doux de variété "KALINA", la valeur en énergie digestible s'élève à 4.229 Kcal/kg de matière sèche correspondant à un CUDa de l'énergie de 83,5 %. La valeur correspondante de CUDa de l'azote est de 85,5 %.

La teneur en alcaloïdes n'a aucune incidence sur la valeur énergétique et azotée du lupin. En revanche le lupin amer est moins bien consommé par le porc que le lupin doux. De plus, que le lupin soit doux ou amer, introduit, comme seule source de protéines, à 40 % dans le régime, il est mal consommé par le porc en raison probablement d'un déficit prononcé en lysine et tryptophane.

Les valeurs en énergie digestible estimées pour le lupin blanc, 4.170 Kcal/kg M.S. et 4.229 Kcal/kg de M.S. sont similaires à celle rapportée par TAVERNER, 1975 : 4.130 Kcal/kg de M.S. pour un lupin doux de type différent (*lupinus angustifolius L.*) de variété "UNIWHITE".

L'expérience en lots, nous permet de fixer provisoirement, au sein d'un régime à base de blé pour le porc à l'engrais, le taux optimal de lupin blanc doux à 10-15 % en remplacement partiel du tourteau de soja. Dans ces conditions les performances de croissance et de consommation sont maintenues.

L'association de 10 % de lupin blanc doux et de 10 % de protéines de luzerne (PX₁) supplémentées en lysine au sein d'un régime à base de blé, permet d'assurer le remplacement total de la fraction tourteau de soja, sans modification des performances et constitue ainsi une solution originale, pour la couverture des besoins azotés du porc en croissance. Cette étude ne constitue qu'une première approche expérimentale et d'autres expériences sont nécessaires en vue de mieux préciser l'utilisation possible du lupin comme source de protéines complémentaires chez le porc à l'engrais.

REMERCIEMENTS

A M. Monsieur M. LENOBLE de la station d'amélioration des Plantes fourragères (INRA 86600 LUSIGNAN) pour la fourniture des lupins.

A Messieurs B. GIBOULOT, H. ROY et au personnel de la fabrique des Mélanges Alimentaires Expérimentaux de la Minière (INRA 78000 GUYANCOURT) pour la fabrication des régimes expérimentaux.

A Monsieur J. BAUDET. Laboratoire d'étude des protéines (INRA - CNRA 78000 VERSAILLES) pour le dosage du tryptophane.

A Madame C. MERCIER -GREENWOOD et Monsieur B. QUEMENER. Laboratoire de Biochimie des aliments (Section glucides). Centre de Recherches Agro-Alimentaires (INRA - chemin de la Géraudière 44072 NANTES) pour les analyses de la fraction glucidique.

A Madame Marie-Claude COLLIN pour la frappe du mémoire.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILEY R.W., MILLS S.E., HOVE E.L. (1974) - J. Sci. Food. Agric. 25 (8) 955-962.
- BALKOWSKI I.I., ZYAN'KOU A.S., LAS'MAKOVA S.I. (1975) - Vestsi Akademii Navuk, 3, 106-108, 142-143.
- CARR J.R., PEARSON G. (1974) - Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 34-95.
- CASTILLO (1965) - Arches. Venez. Nutr. 15, 87-93.
- DIAZ (1968) - Tesis U. Austral. de Valdivia. Chili.
- ECHARDT W.R., FELDHEIM W. (1974) - Z. Lebensmittel unters. Forsch. 155 (2) 92-93.
- FAGAN V.J. (1977) - Tasmanian Journal of Agriculture. 48 (1) 3-6.
- FLORENCE W.G.S. (1965) - S. Afr. J. Agric. Sc. 8, 661-672.
- FLORES (1970) - Valdivia Arch. Med. II 22-25.
- GLADSTONES J.S. (1970) - S. Fld. Crop Abstr. 23. 123-147.
- GLADSTONES J.S. (1972) - J. Agric. West. Austral. 11 (2) 26-32.
- GOATCHER W.D., Mc GINNIS J. (1972) - Poult Sci, 51, 440-443.
- GUILLAUME J. (1974) - Proc. XV world Poultry Congr. New Orléans, August, 74, 616-617.
- GUILLAUME J., CHENIEUX J.C., RIDEAU M. (1979) - Nutr. Rep. Int. 20 (1) 57-65.
- GUNDEL J., BABINSZKY L. (1976) - 27th Annual Meeting EAAP. Zürich (Switzerland) 23 and 26th August 1976.
- GUNDEL J., VOTISKY E., SZENTMIHALYI S. (1977) - Vth International Symposium on Amino Acids. February 21-26. Budapest. Hungary.
- HANSEN R.P. and CZOCHANSKA Z. (1974) - J. Sci. Food. Agric. 25, 409-415.
- HENRY Y., PASTUSZEWSKA B. (1976) - Ann. Zootech. 1976, 25 (1) 143-148.
- HENRY Y., PION R., RERAT A. (1974) - 25th Annual Meeting EAAP. COPENHAGEN DENMARK, August 19-21.
- HOVE E.L. (1974) - J. Sci Food Agric. 25 (7) 851-859.
- KORELESKI J., RYS R., KUCHTA M (1974) - Acta. Agr. silv. Zootech. 14 (2) 57-70.
- KRACHT W., SCHRODER H., BENNEWITZ D., WUNSCHJE J., BOCK H.D. (1973) - Arch. Tierer Nähr 23 (9-10) 801-812.

- MONTGOMERY G.W., FLUX D.S., CARR J.R. (1977) - *Physiology and Behaviour* **20** 693-698.
- PEARSON G., CARR J.R. (1973) - Management Advisory Committee Report, September 1973.
- PEARSON G., CARR J.R. (1976) - *Anim. Feed Sci. and Tech.* **1** (4) 631-634.
- PEARSON G., CARR J.R. (1977) - *Anim. Feed Sci. and Techn.* **2** (1) 49-58.
- PEREZ J.M., BOURDON D. (1979) - Données non publiées.
- PEREZ CUESTA M., TIRADO-SERRANO J. (1966a) - *Proc. Wld. Congr. Anim. Feeding Madrid* **2** 503-513.
- PEREZ CUESTA M., TIRADO-SERRANO J. (1966b) - *Proc. Wld Congr. anim. Feeding Madrid* **2** 515-521.
- PEREZ CUESTA M., TIRADO-SERRANO J. (1978) - XVI World's Poultry Cong. Rio de Janeiro 552-557.
- PEREZ CUESTA M., PEREZ HERNANDEZ M. (1978) - XVI World's Poultry Cong. Rio de Janeiro 545-549.
- PEREZ CUESTA M., TIRADO-SERRANO J., CONRADO MARTINEZ M., JODRAL GUTTIERREZ A. (1973) - *Archos. Zootecnia* **22** (85) 3-29
- PEREZ HERNANDEZ M. (1978) - XVI World's Poultry Cong. Rio de Janeiro 521-525.
- RECCIUS (1970) - Tesis austral. de Chile. Fac. Medicina Veterinaria Instituto de Zootecnia Valdivia. Chili.
- RUIZ L.P. (1977) - *N.Z. Journ. of Agricultural Research* **20**, 51.
- RUIZ L.P. JR, WHITE S.F., HOVE E.L. (1977) - *Anim. Feed Sc. and Techn.* **2** (1) 59-56.
- RUIZ L.P. JR (1978) - *Journ. of Agricultural Research* **21** 241-242.
- SMETAMA P. (1974) - Proceedings of the Australian Poultry science convention The wld Poultry Sci. Association 89-84.
- TANNOUS et al. (1968) - *J. Nutr.* **94**, 161-165.
- TAVERNER M.R. (1975) - *Anim. Prod.* **20** (3) 413-420.
- WILKE J.R.G. (1974) - *Agricultura Tecnica* **34** (3) 158-160.