

A 8413

## INTÉRÊT DE L'ASSOCIATION POIS DE PRINTEMPS ET TRYPTOPHANE DE SYNTHÈSE POUR REMPLACER LA TOTALITÉ DU TOURTEAU DE SOJA DANS UNE FORMULE PORC ENGRAISSEMENT

M. PALISSE-ROUSSEL, L. JACQUOT, Y. MAURY

SANDERS S.A. - 17, quai de l'Industrie - 91260 ATHIS-MONS

avec la collaboration de la Société MITSUI et MITSUI TOATSU

### INTRODUCTION

De nombreuses études montrent l'intérêt du pois dans l'alimentation du porc charcutier (BOURDON *et al.*, 1973 ; BOURDON et PEREZ, 1976 ; CASTAING *et al.*, 1981 ; PEREZ et BOURDON, 1982 ; GROSJEAN et CASTAING, 1983) et du porcelet (BOUARD *et al.*, 1980 ; BERTRAND *et al.*, 1980 ; QUEMERE *et al.*, 1982).

Les auteurs s'accordent à reconnaître que le pois de printemps, nettement moins riche en facteurs antitrypsiques que le pois d'hiver, est bien valorisé par les animaux et peut être incorporé en quantités significatives dans les formules. Cependant, les essais de remplacement total du tourteau de soja par du pois se sont toujours traduits par une baisse des performances zootechniques que ce soit en pois d'hiver (PEREZ et BOURDON, 1982) ou en pois de printemps (GROSJEAN et CASTAING, 1983b). En revanche, le maintien d'une petite proportion de tourteau de soja dans des régimes très riches en pois de printemps permet l'obtention d'une croissance et d'un indice de consommation identique au témoin (CASTAING *et al.*, 1981 ; GROSJEAN et CASTAING, 1983b).

L'intérêt de la supplémentation en Tryptophane de synthèse des formules à base de pois d'hiver (PEREZ et BOURDON, 1982 ; GROSJEAN et CASTAING, 1983a) laisse penser que l'efficacité de la petite quantité de tourteau de soja maintenue dans les régimes est due à un apport en cet acide aminé indispensable.

Compte tenu de l'effort d'un nombre important de fabricants pour produire un Tryptophane de synthèse et/ou de fermentation à prix abordable, nous avons voulu vérifier l'intérêt d'une supplémentation en L Tryptophane d'une formule à base de pois de printemps et ne contenant plus de tourteau de soja.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1 – Animaux et schéma expérimental

L'essai s'est déroulé de juin à septembre 1983. Les animaux utilisés proviennent du troupeau Naisseur-Engraisseur du Centre Expérimental de Saint-Symphorien : 100 truies « France-Hybrides », conduites en quatre bandes de 25 truies avec un sevrage toutes les cinq semaines.

Les porcelets, dont le poids moyen au début de l'essai était de 25,2 kg sont répartis, à raison de quatre animaux de même sexe par loge, en quatre traitements comportant chacun quatre répétitions de femelles et trois de mâles castrés. Le schéma expérimental est détaillé dans le tableau n° 1.

**TABLEAU 1**  
SCHÉMA EXPÉRIMENTAL

Traitements	1	2	3	4
Type d'aliments	Témoin Soja	Poids protéagineux : 37 %		
L Tryptophane ajouté %	–	–	0,03	0,06
Nombre d'animaux	28	28	28	28
Nombre de répétitions	7	7	7	7

### 2 – Caractéristiques des matières premières

La composition du blé, maïs et tourteau de soja utilisés figure au bas du tableau 3.

Le pois protéagineux testé dans cet essai est un pois de printemps (récolte 1982) à graines vertes et lisses (tableau n° 2).

**TABLEAU 2**  
COMPOSITION CHIMIQUE DU POIS PROTÉAGINEUX ÉTUDIÉ

Matière sèche %	Pois protéagineux (1982)	
	87,3	
<b>Composition en % de matière sèche :</b>		
Protéines brutes %	24,6	
Matières grasses %	1,7	
Cellulose brute %	4,9	
Matières minérales %	3,4	
Phosphore %	0,48	
Calcium %	0,21	
Constituants glucidiques (1) %	59,0	
N.D.F. %	10,5	
A.D.F. %	6,9	
Energie brute Kcal	4 232	
Activité antitrypsique TUI/mg (2)	2,3	

(1) Amidon et alpha-glucosides

(2) méthode A.O.C.S. – BA. 12-75

### 3 – Composition des régimes

Le détail des formules et des caractéristiques de chacun des traitements est indiqué dans le tableau 3.

Les régimes sont établis sur les mêmes bases pour la concentration énergétique et les niveaux de lysine et d'acides aminés soufrés.

**TABLEAU 3**  
COMPOSITION DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX

Traitements	Témoin	37 % Pois 0 % Tryptophane	37 % Pois 0,03 % Tryptophane	37 % Pois 0,06 % Tryptophane				
Blé (1)	23	7,3	6,3	6,3				
Mais (2)	50	50	50	50				
Tourteau de Soja (3)	23,5	–	–	–				
Pois protéagineux (4)	–	37	37	37				
Adjuvant Lysine-Méthionine(5)	–	2,2	2,2	2,2				
Mélange minéral (6)	3	3	3	3				
Mélange vitaminique (7)	0,5	0,5	0,5	0,5				
Adjuvant L Tryptophane (8)	–	–	0,5	1				
<b>Résultats analytiques (en % sur brut)</b>								
Matière sèche %	88,65	87,9	88,0	88,0				
Protéines brutes %	18,6	13,6	13,7	13,9				
Matières grasses %	3,1	2,8	2,9	2,8				
Cellulose brute %	2,7	2,8	2,7	2,7				
Matières minérales %	5,1	4,5	4,7	4,5				
Phosphore %	0,70	0,64	0,66	0,64 –				
Calcium %	1,05	1,03	1,10	1,05				
Amidon %	45,7	52,6	52,7	53,1				
N.D.F. %	9,1	8,6	8,0	8,2				
A.D.F. %	3,4	4,1	3,5	3,3				
Energie brute Kcal/kg	3 790	3 720	3 740	3 740				
Energie digest. Kcal/kg (9)	3 310	3 280	3 260	3 260				
	<b>Calculs</b>	<b>Analys.</b>	<b>Calculs</b>	<b>Analys.</b>	<b>Calculs</b>	<b>Analys.</b>	<b>Calculs</b>	<b>Analys.</b>
Lysine %	0,86	0,84	0,86	0,85	0,86	0,85	0,86	0,79
Méthionine %	0,28	0,24	0,35	0,32	0,35	0,33	0,35	0,30
Tryptophane %	0,21	0,21	0,12	0,12	0,15	0,14	0,18	0,16

(1) Blé : M.S. 87,8 %, M.A.T. 10,5 %, M.G. 2,0 %, C.B. 2,1 %, M.M. 1,5 %, Amidon 58,4 %, Sucres 3,2 %

(2) Mais : M.S. 86,1 %, M.A.T. 8,9 %, M.G. 4,3 % C.B. 2,0 %, M.M. 1,2 %, Amidon 62,2 %, Sucres 2,1 %

(3) T. Soja : M.S. 88,4 % M.A.T. 46,2 %, M.G. 2,8 %, C.B. 6,5 %

(4) Voir composition tableau n° 2

(5) Composition : Lysine 8,2 % - Méthionine 8,2 % (support blé)

(6) Bicalcique 1,5 %, Carbonate 1 %, Sel 0,5 %

(7) Vitamines - Oligo-éléments - Avoparcine : 20 ppm

(8) Composition : L Tryptophane 6 % (support blé)

(9) Valeurs estimées d'après les travaux de l'I.N.R.A. :

Mais : 3 400 Kcal/kg brut,

Blé : 3 380 Kcal/kg brut,

T. Soja : 3 540 Kcal/kg brut,

Pois : 3 400 Kcal/kg brut

### 4 – Méthode de distribution

Les régimes sont distribués à l'auge, sous forme granulée (4,5 mm), en 14 repas par semaine, selon le plan de rationnement suivant (tableau 4).

**TABLEAU 4**  
**PLAN DE DISTRIBUTION**

<b>Semaines Age</b>	<b>Ration/jour kg*</b>	<b>Cumul kg</b>
1 <sup>er</sup> jour	0,8	
2 <sup>e</sup> jour	1	
3 <sup>e</sup> jour	1,2	
4 <sup>e</sup> au 7 <sup>e</sup> jour	1,3	8,2
2 <sup>e</sup> semaine	1,4	18
3 <sup>e</sup> semaine	1,6	29,2
4 <sup>e</sup> semaine	1,7	41,1
5 <sup>e</sup> semaine	1,85	54
6 <sup>e</sup> semaine	2,05	68,4
7 <sup>e</sup> semaine	2,15	83,5
8 <sup>e</sup> semaine	2,30	100
9 <sup>e</sup> semaine	2,40	116,4
10 <sup>e</sup> semaine	2,50	133,9
11 <sup>e</sup> à 15 <sup>e</sup> semaine	2,60	232,6

\* kg d'aliment frais à 88,0 % de matière sèche

## 5 – Analyse statistique

Les résultats moyens par répétition ont été soumis à une analyse de variance à deux facteurs (traitement/sexe), la séparation des moyennes étant effectuée par la méthode de la plus petite différence significative.

La valeur du F a été recalculée pour chacun des sexes par une analyse de variance simple (facteur traitement).

Les résultats individuels ont été retenus pour le traitement statistique des données du rendement et de composition de carcasse.

Une femelle du traitement 2 et un mâle du traitement 4 ont été éliminés des calculs pour croissance insuffisante.

## RÉSULTATS

### 1 – PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

#### PÉRIODE DE CROISSANCE (25 - 65 kg)

Au cours de la période de croissance, le traitement 2 (non supplémenté en Tryptophane) est moins bien consommé. Cet effet globalement de l'ordre de 4 %, est dû quasi essentiellement aux femelles dont les quantités ingérées sont réduites de 100 g par jour, pendant les premiers 56 jours.

La croissance des mâles et des femelles du lot 2, est réduite fortement ce qui conduit, malgré la baisse de consommation des animaux de ce traitement, à une dégradation hautement significative de l'indice de consommation.

Les performances zootechniques des deux lots supplémentés en L Tryptophane sont bonnes en valeur absolue, mais légèrement inférieures à celles du témoin (non significatif - Tableau 5).

**TABLEAU 5**  
RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES, PÉRIODE DE CROISSANCE (25 - 65 kg)

Traitements (Durée : 56 j.)	Témoïn	37 % Pois 0 % Tryptophane	37 % Pois 0,03 % Tryptophane	37 % Pois 0,06 % Tryptophane	F. Fisher/Signification stat.		
					Traitement	Sexe	Inter Trait./Sexe
<b>Consommation/j - kg</b>	1 697A	1 630B	1 706A	1 702A	5,2**	8,4**	3,3*
Mâles castrés	1 711	1 698	1 711	1 711	2,2 NS		
Femelles	1 688A	1 584B	1 702A	1 697A	6,0**		
<b>Gain moyen/j - g</b>	724A	616B	697A	710A	10,2**	0,1 NS	0,5 NS
Mâles castrés	723A	641B	696A	705A	9,6**		
Femelles	725A	600B	697A	714A	6,0**		
<b>Indice de consommation</b>	2,35A	2,64B	2,45A	2,40A	11,0**	0,4 NS	0,1 NS
Mâles castrés	2,37A	2,65B	2,46A	2,43A	9,2**		
Femelles	2,33a	2,64b	2,44a	2,38a	5,4*		

**PÉRIODE DE FINITION (65 kg - abattage)**

Le comportement des femelles du traitement non supplémenté (lot 2) est identique à celui de la première période : baisse importante de la quantité ingérée (-11 %), chute de la croissance moyenne quotidienne (-13 %) et dégradation (non significative) de l'indice de consommation. En revanche, chez les mâles castrés, les résultats sont voisins de ceux du témoin.

Les deux régimes supplémentés entraînent des croissances légèrement supérieures à celles des porcs du traitement 1 (croissance compensatrice), ce qui conduit à des indices de consommation significativement meilleurs (tableau 6).

**TABLEAU 6**  
RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES, PÉRIODE DE FINITION (65 kg A L'ABATTAGE)

<b>Consommation/j - kg</b>	2 539	2 366	2 527	2 543	13,3**	58,5**	9,2**
Mâles castrés	2 591	2 568	2 591	2 592	1,1 NS		
Femelles	2 504A	2 231B	2 485A	2 511A	16,6**		
<b>Gain moyen/j - g</b>	800ABa	749Ab	837Ba	843Ba	8,1**	4,4*	2,6 NS
Mâles castrés	798	804	845	845	1,6 NS		
Femelles	802A	697B	832A	841A	9,6**		
<b>Indice de consommation</b>	3,17ab	3,20a	3,02b	3,02b	3,7*	1,7 NS	0,3 NS
Mâles castrés	3,25	3,19	3,06	3,07	1,5 NS		
Femelles	3,12	3,20	2,99	2,99	2,7 NS		

**PÉRIODE GLOBALE (25 kg - abattage)**

Le remplacement de la totalité du tourteau de soja par 37 % de pois protéagineux se traduit globalement par une chute significative ( $P < 0,01$ ) des performances zootechniques des femelles, alors qu'il n'entraîne qu'une dégradation faible de la croissance (non significativement différente de celle du témoin), et une augmentation sensible de l'indice de consommation chez les mâles castrés.

La supplémentation en Tryptophane permet de combler totalement le retard du traitement 2 et ceci dès le premier taux d'incorporation (0,03 %) (tableau 7).

**TABLEAU 7**  
RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES, PÉRIODE GLOBALE

<b>Nombre d'animaux</b>	28	27	28	27			
Mâles castrés	12	12	12	11			
Femelles	16	15	16	16			
<b>Poids initial - kg</b>	25,16	25,10	25,16	25,17			
Mâles castrés	25,64	25,64	25,63	25,69			
Femelles	24,8	24,67	24,81	24,81			
<b>Poids final - kg</b>	103,56	100,52	103,35	103,90			
Mâles castrés	104,17	102,42	102,91	103,14			
Femelles	103,10	99,00	103,69	104,43			
<b>Durée - j.</b>	103,3	111	102,8	102,3			
Mâles castrés	103,7	106,8	101,3	101,1			
Femelles	103,0	114,4	103,9	103,1			
<b>Consommation/ porc/j - g</b>	2 084A	1 997B	2 080A	2 083A	9,3**	47,9**	10,4**
Mâles castrés	2 116	2 112	2 105	2 104	2,3 NS		
Femelles	2 060A	1 911B	2 063A	2 069A	16,5**		
<b>Gain moyen/j - g</b>	759A	679B	761A	770A	14,0**	2,1 NS	2,5 NS
Mâles castrés	757	719	763	766	3,6 PSS		
Femelles	760A	650B	759A	772A	12,9**		
<b>Indice de consommation</b>	2,75A	2,94B	2,73A	2,71A	7,2**	1,7 NS	0,2 NS
Mâles castrés	2,79	2,94	2,76	2,75	3,1 NS		
Femelles	2,71a	2,94b	2,72a	2,68a	4,6*		

\*\* Signification statistique  $P < 0,01$   
\* Signification statistique  $P < 0,05$

NS Nom Significatif  
PSS Proche du seuil de signification 5 %

## 2 - RÉSULTATS D'ABATTAGE

Les découpes ont été effectuées sur environ la moitié des carcasses de chacun des traitements. L'introduction de 37 % de pois en remplacement de l'association tourteau de soja + blé, ne modifie ni le rendement de carcasse, ni la composition corporelle des animaux.

L'effet sexe demeure prépondérant sur la quasi-totalité des critères, les femelles présentant dans tous les lots des carcasses moins grasses et plus musclées que celles des mâles castrés.

## DISCUSSION - CONCLUSION

La substitution totale du tourteau de soja par du pois dans cet essai, a permis de confirmer les résultats obtenus précédemment par PEREZ et BOURDON, (1982) et GROSJEAN et CASTAING, (1983b) : baisse significative des consommations des femelles et dégradation des performances de croissance et de l'indice de consommation. Cependant, les différences entre le lot témoin et le lot « Pois non supplémenté », sont beaucoup plus faibles en valeur absolue que celles observées par les Chercheurs de l'I.N.R.A. en 1982. L'utilisation d'un pois de printemps contenant peu de facteur antinutritionnels, à la différence des pois d'hiver testés par PEREZ et BOURDON, est un des facteurs explicatifs de ces résultats. Nous retrouvons des valeurs voisines de celles déterminées par l'I.T.C.F. et l'A.G.P.M. (en 1983), avec des détériorations des performances importantes dans les deux sexes en période de croissance et limitées à la croissance des femelles en période de finition. Sur l'ensemble de l'engraissement, malgré les bons résultats en valeur absolue, la substitution totale du tourteau de soja par du pois de printemps, conduit à une dégradation nette et significative des performances zootechniques.

**TABEAU 8**  
RÉSULTATS DE COMPOSITION DE CARCASSE

Traitements	Témoïn	37 % Pois 0 % Tryptophane	37 % Pois 0,03 % Tryptophane	37 % Pois 0,06 % Tryptophane	F. Fisher/Signification stat.		
					Traitement	Sexe	Inter Trait./Sexe
<b>Rendement %</b>							
% pds carcasse/ pds vif	(1) 78,1	79,4	79,0	78,8	2,7 NS	0,5 NS	0,4 NS
Mâles castrés	78,3	79,3	78,8	78,5			
Femelles	78,0	79,6	79,1	79,1			
<b>Epaisseur lard - mm</b>	(2)						
Mâles castrés	27,4	26,8	27,8	26,9	0,9 NS	10,7**	0,8 NS
Femelles	22,9	23,8	25,7	25,9			
<b>Rapport Longe/ bardière (%)</b>	(4)	2,56	2,85	2,86	0,6 NS	4,7**	0,5 NS
Mâles castrés	2,52	2,58	2,51	2,86			
Femelles	2,64	3,24	3,09	2,91			
<b>Longe</b>	(4)	27,6	28,4	27,8	0,7 NS	8,2**	0,1 NS
Mâles castrés	27,1	27,4	26,9	27,7			
Femelles	28,6	29,4	28,3	28,6			
<b>Jambon</b>	(4)	23,2	22,4	23,4	1,4 NS	3,9*PSS(3)	1,2 NS
Mâles castrés	22,7	22,2	22,7	19,2			
Femelles	24,0	22,8	23,8	22,8			
<b>Bardière</b>	(4)	11,4	10,5	9,9	1,0 NS	0,9 NS	1 NS
Mâles castrés	11,1	11,3	10,9	10,5			
Femelles	12,2	9,5	9,2	10,2			
<b>Poitrine-hachage</b>	(4)	26,0	25,3	25,6	2,8 NS	3,5 NS	1,4 NS
Mâles castrés	25,7	25,3	25,6	25,6			
Femelles	26,6	25,2	25,6	26,6			
<b>Panne</b>	(4)	2,5	2,4	2,4	1,2 NS	5,4*	2,7 NS
Mâles castrés	2,5	2,7	2,8	2,1			
Femelles	2,5	1,9	2,2	2,2			

\*\* Signification statistique  $P < 0,01$

\* Signification statistique  $P < 0,05$

NS Non Significatif

(1) % Poids carcasse chaud  $\times 97,3\%$  / Poids vif

(2) Moyenne de deux mesures :  $(D + R) / 2$

(3) PSS Proche du Seuil de Signification

(4) Découpe parisienne, résultats en % du poids de carcasse

La supplémentation en L Tryptophane de synthèse, pour atteindre 0,15 et 0,18 pour cent du total des régimes respectivement pour les traitements 3 et 4, permet d'améliorer très nettement les résultats de croissance et d'efficacité alimentaire. Dès le taux d'incorporation de 0,03 % de L-Tryptophane, le niveau de consommation des animaux retrouve celui du témoin, ce qui confirme le rôle essentiel de cet acide aminé sur le comportement alimentaire comme l'avaient déjà signalé HENRY et PASTUSZEWSKA, 1976 et plus récemment LOUGNON, 1981, sur porcelets. Globalement sur la période totale d'engraissement, les traitements supplémentés en Tryptophane permettent aussi bien chez les mâles que chez les femelles, l'obtention de performances identiques à celles du témoin (consommation, gain moyen et indice de consommation). Ces résultats vont dans le même sens que ceux déterminés par PEREZ et BOURDON, 1982, avec du pois protéagineux d'hiver supplémenté par 0,05 pour cent de Tryptophane. Cependant, dans ce dernier cas, le rattrapage des performances du témoin n'est pas intégral puisqu'il subsiste un écart d'environ 6 pour cent pour le croît journalier et l'efficacité alimentaire (différence non significative) cet écart moyen est d'ailleurs dû presque en totalité aux performances des animaux femelles (-11 % sur le gain moyen.)

Les recommandations habituelles pour le Tryptophane dans les formules porcs engraissement, sont généralement comprises entre 12 et 19 % de l'apport de la lysine (A.R.C. 1981 ; BAKER, 1980 ; INRA, 1978 ; RUSSEL *et al.*, 1983). Elles dépendent du niveau énergétique du régime et du potentiel de croissance des animaux, mais aussi de la disponibilité du Tryptophane des matières premières utilisées. Le taux de Tryptophane du traitement 2 représente 15 % de l'apport de lysine, ce qui est insuffisant dans cet essai pour couvrir les besoins des animaux en période de démarrage. En revanche, cet apport semble convenir pour la période de finition (65 - 102 kg), puisque les performances de croissance sont équivalentes ou supérieures à celles du témoin (croissance compensatrice). L'incorporation de Tryptophane de synthèse dans les formules (traitements 3 et 4) pour atteindre des rapports sur lysine de 17 et 21 % permet, dès le premier taux, d'accroître significativement les performances zootechniques en période de croissance.

Cependant, le retard, important à 28 jours (figures 1 et 2) demeure vers 65 kg à un niveau inversement proportionnel au pourcentage de L Tryptophane incorporé, mais non significativement différent du témoin. Cette croissance plus faible en démarrage des lots supplémentés peut-elle s'expliquer par un apport insuffisant de Tryptophane, par la présence d'un autre facteur limitant (Thréonine) ou bien par une teneur insuffisante en matières azotées totales (acides aminés non indispensables) ? Un essai récent de RUSSEL *et al.*, 1983, situe l'apport optimum en Tryptophane et Thréonine chez le porcelet de 25 kg respectivement à 0,17 % et 0,65 % d'un régime maïs-soja formulé à 12 % de protéines. Le calcul de l'apport en Thréonine des traitements 3 et 4 sur les bases des tables N.R.C. (1979), donne une valeur de 0,57 pour cent, ce qui semblerait donc insuffisant. Si l'on retient la teneur en thréonine du pois publiée par BOURDON et PEREZ (1976), le déficit serait plus important (0,53) et probablement accru par la faible disponibilité de la thréonine du maïs. En revanche, dans ce même essai, une supplémentation adaptée du régime à 12 % de protéines brutes permet aux animaux d'atteindre les performances des porcelets témoins, ce qui laisse supposer que les taux de 13,5 % de matières azotées des traitements 3 et 4 sont suffisants.

FIGURE 1

INDICES DE CONSOMMATIONS CUMULÉS DEPUIS LE DÉBUT DE L'ENGRASSEMENT

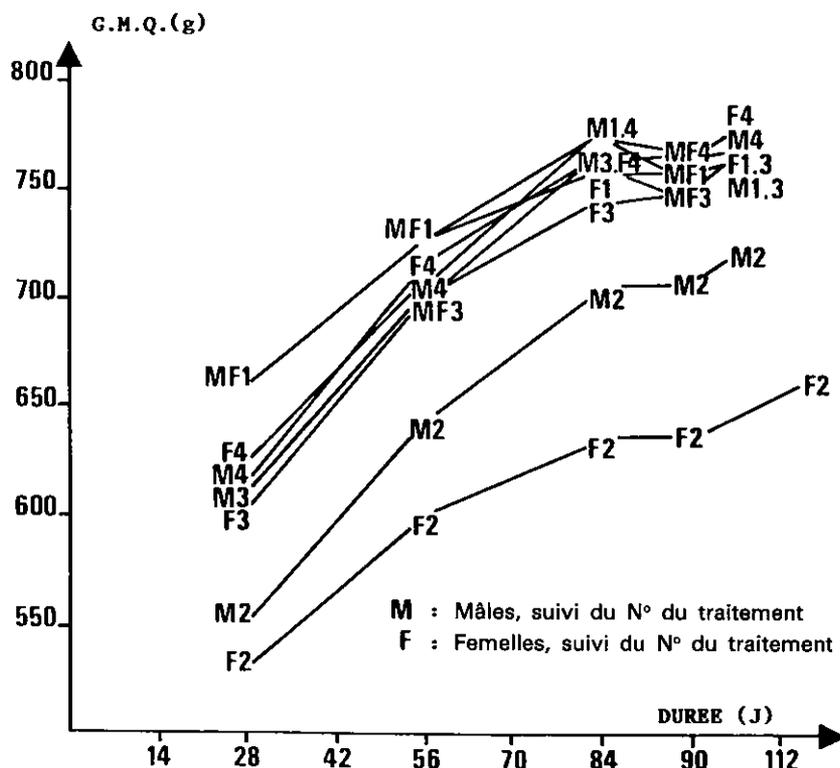
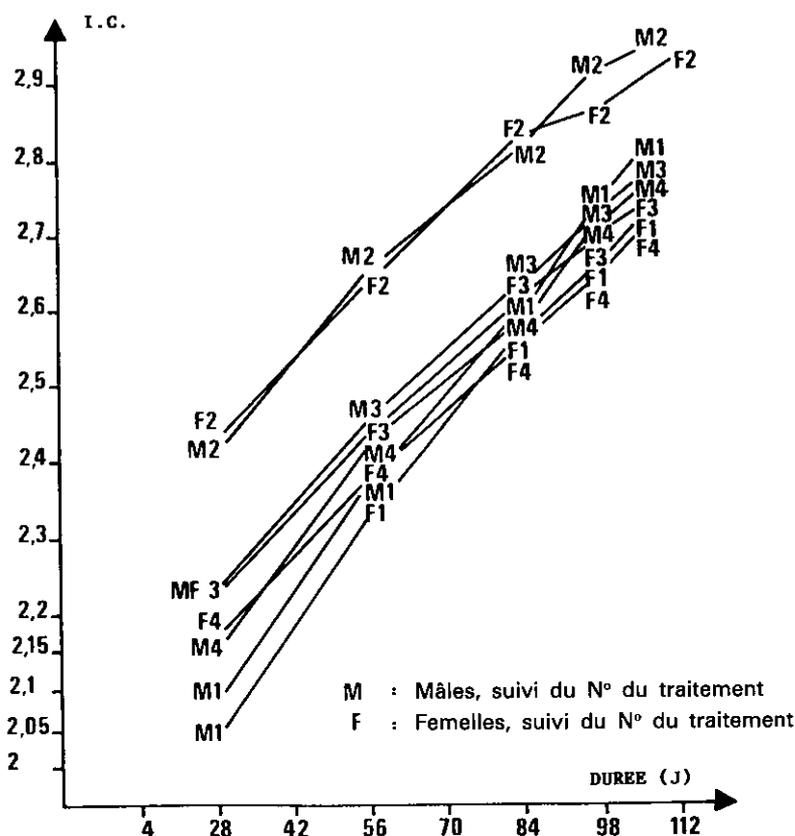


FIGURE 2

GAINS MOYENS QUOTIDIENS CUMULÉS DEPUIS LE DÉBUT DE L'ENGRAISSEMENT



En finition, ces deux traitements entraînent une amélioration de l'efficacité alimentaire. Celle-ci peut être reliée aux faibles taux protéiques des formules, la fraction non azotée, substitutive des matières azotées, ayant un meilleur rendement pour la formation des dépôts de gras (HENRY, 1977).

Les résultats de composition corporelle ne montrent aucune différence entre les traitements et ceci malgré les faibles taux azotés des traitements 2, 3 et 4. La carence en Tryptophane du lot 2 n'a pas d'influence sur le pourcentage du muscle, ce qui confirme les résultats de GROSJEAN et CASTAING, 1983 a (et permettrait de ne retenir que les performances zootechniques pour fixer une recommandation en Tryptophane). Du fait de l'excellent indice de consommation pour l'ensemble des traitements, l'apport en lysine par kg de gain de poids s'est trouvé relativement limité. Ceci peut expliquer la légère adiposité des carcasses.

En définitive, ces données confirment qu'un faible apport en Tryptophane de synthèse, permet de valoriser le pois de printemps comme source unique d'apport protéique dans une formule porc engraissement à base de maïs et blé.

#### BIBLIOGRAPHIE

- A.R.C., 1981. Commonwealth Agricult. Bureaux, Farnham Royal, Slough SL2 3BN, England.
- BAKER D.H., 1980. Feedstuffs, August 11, 27-30.
- BERTAND G., PEREZ J.M., QUEMERE P., 1980. Journées Rech. Porcine en France, 12, 215-226.
- BOUARD J.P., CASTAING J., FEKETE J., LEUILLET M., MERLE F., 1980. Journées Rech. Porcine en France 12, 203-214.
- BOURDON D., HENRY Y., 1973. Journées Rech. Porcine en France, 5, 115-121.

- BOURDON D., PEREZ J.M., 1976. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 61-68.
- BOURDON D., PEREZ., 1982. Journées Rech. Porcine en France, **14**, 261-266.
- CASTAING J., LEUILLET M., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 151-162.
- DUEE P.H., SEVE B., 1978. Journées Rech. Porcine en France, **10**, 167-208.
- 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.
- HENRY Y., PASTUSZEWSKA B., 1976. Ann. Zootechn., **25** (1), 143-148.
- HENRY Y. 1977. Journées Rech. Porcine en France **9**, 259-264.
- LOUGNON J., 1981. Journées Rech. Porcine en France **13**, 95-102.
- N.R.C., 1979. Nutrients Requirements of domestic animals, n° 2. Nutrients Requirements of swine. Eighth Revised Ed. National Academy of Sciences, National Research Council - Washington, DC.
- PEREZ J.M., BOURDON D., 1982. Journées Rech. Porcine en France **14**, 283-296.
- QUEMERE P., FEKETE J., LEUILLET M., 1982. Journées Rech. Porcine en France **14**, 267-282.
- RUSSEL L.E., CROMWELL G.L., STAHLY T.S., 1983. J. Anim. Sci., **56**, 1115-1123