

A 8210

ESSAI DE REMPLACEMENT TOTAL DU TOURTEAU DE SOJA DANS LE RÉGIME DU PORC EN CROISSANCE : UTILISATION DU POIS SUPPLÉMENTÉ EN TRYPTOPHANE OU ASSOCIÉ A UN CONCENTRÉ DE PROTÉINES DE LUZERNE

J.M. PEREZ, D. BOURDON ()*

I.N.R.A. — Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs - Centre de Rennes-St-Gilles — 35590 L'HERMITAGE

INTRODUCTION

De nombreuses études ont été réalisées en France ces dernières années par l'I.N.R.A. et l'I.T.C.F. (PEREZ, 1981), pour situer les limites d'emploi du pois protéagineux dans les aliments destinés aux porcins. Ces travaux ont montré en particulier, que l'utilisation du pois à taux élevé (30 % et plus) conduisait le plus souvent à des performances inférieures à celles enregistrées avec les régimes témoin céréales-tourteau de soja. La réponse des animaux dépendant d'ailleurs de plusieurs facteurs (stade physiologique, taux et type de pois, nature de la céréale ...), comme cela a été analysé dans des revues récentes pour le porc à l'engrais (PEREZ, LEUILLET et BOURDON, 1979) et le porcelet (LEUILLET et PEREZ, 1980).

Parmi les causes invoquées, pour expliquer les retards de croissance observés avec des régimes renfermant des taux élevés de pois, nous avons émis l'hypothèse d'une déficience en tryptophane, particulièrement lorsque le pois est associé au maïs. Par analogie aux travaux réalisés avec la féverole (HENRY et al., 1976), une première expérience avait montré les possibilités d'utiliser le pois à forte dose (30 %) dans la ration du porc à l'engrais, à condition de conserver suffisamment de tourteau de soja pour maintenir un taux optimal de tryptophane dans le régime (BOURDON et PEREZ, 1976).

Il convenait donc de vérifier cette hypothèse avec du tryptophane de synthèse, connaissant par ailleurs l'inefficacité des supplémentations en méthionine de ce type de régime (I.T.C.F. — A.G.P.M., 1976). En outre, compte tenu du prix prohibitif du tryptophane sous forme synthétique, il nous a paru intéressant de tester parallèlement des régimes, dépourvus également de tourteau de soja, et renfermant en association avec le pois une source naturelle de tryptophane.

Ainsi, deux essais successifs ont été réalisés par l'I.N.R.A. sur ce thème en 1978-79.

I — PREMIER ESSAI (I.N.R.A., 1978)

A — Objectif de l'essai

Ce premier essai avait pour objectif d'étudier les possibilités d'utilisation du pois protéagineux à taux élevé (40 %) comme seule source de protéines complémentaires au sein d'un régime simplifié à base de maïs, chez le porc en croissance-finition.

Compte tenu du risque de déficit primaire en tryptophane pour ce type d'association maïs-pois, nous avons envisagé de tester l'efficacité d'une supplémentation en cet acide aminé sous forme synthétique. Ce risque de déficit, relativement aux besoins du porc, étant surtout marqué durant la **phase de croissance** (de 25 à 60 kg de poids vif), nous avons comparé, au cours

(*) avec la collaboration technique de C. GAUDIN, J.P. HAUTDUCŒUR, A. LAPANOUSE et J.P. PRIGENT.

essentiels. En ce qui concerne le tryptophane, les valeurs effectivement mesurées indiquent des écarts importants entre le régime témoin (0,23 %) et les aliments à base de pois non supplémenté (0,12 %). L'aliment « croissance » du lot 3 supplémenté renferme 0,14 % de tryptophane (résultat du dosage) au lieu de 0,15 % (valeur attendue).

TABEAU 2
COMPOSITION DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX
(Essai I, I.N.R.A. 1978)

RÉGIMES	1 TÉMOIN	2 40 % POIS	3 40 % POIS	
			CROISSANCE	FINITION
Composition centésimale				
Mais (1)	74	54	54	54
Tourteau de soja 50 (2)	20	-	-	-
Pois Frisson (3)	-	40	40	40
Mélasses	3	3	3	3
Minéraux, vitamines (4)	3	3	3	3
L. Tryptophane	-	-	0,03	-
Résultats d'analyse % produit brut				
Matière sèche	88,8	88,9	87,8	88,2
Cendres	5,2	4,7	4,7	4,6
Matières azotées totales	17,5	15,5	15,2	14,7
L. tryptophane (5)	0,23	0,12	0,14	0,12
Énergie brute, Kcal	3878	3819	3795	3770
Teneurs estimées % produit brut				
Lysine	0,82	0,85	0,85	0,85
Méthionine + cystine	0,59	0,48	0,48	0,48
Thréonine	0,64	0,56	0,56	0,56
Énergie digestible, Kcal	3360	3340	3340	3340

(1) Maïs : MS 88,0 %, Cendres 1,4 %, MAT 9,4 %, EB 3 917 Kcal

(2) Tourteau de soja : MS 88,0 %, Cendres 6,4 %, MAT 49,1 %, EB 4 182 Kcal

(3) Composition du pois, voir tableau 1

(4) Phosphate bicalcique 1,4 ; craie broyée 1,0 ; sel 0,5 ; oligo-éléments et vitamines 0,1

(5) Dosage effectué par J. BAUDET, INRA-CNRA Versailles

3) ANIMAUX ET SCHÉMA EXPÉRIMENTAL

48 porcelets de race Large White (24 mâles castrés et 24 femelles) issus du troupeau expérimental de l'I.N.R.A. - La Minière, d'un poids vif moyen initial de 25,4 kg et d'un âge moyen de 75 jours, sont répartis selon un schéma en blocs complets randomisés comportant 3 lots de 16 animaux soit 8 blocs de mâles castrés et 8 blocs de femelles.

Le schéma expérimental est le suivant :

Lot 1 : Régime témoin maïs (74 %) t. soja 50 (20 %) de 25 à 100 kg de poids vif.

Lot 2 : Régime maïs (54 %) pois (40 %) de 25 à 60 kg de poids vif.

Lot 3 : { Régime maïs (54 %) pois (40 %) supplémenté par 0,03 % de L - Tryptophane en période de croissance de 25 à 60 kg de poids vif.
Régime maïs (54 %) pois (40 %) en période de finition de 60 à 100 kg de poids vif.

4) MODE DE CONDUITE DE L'EXPÉRIENCE

Les animaux sont élevés, en l'absence de litière, dans des loges individuelles munies d'abreuvoir automatique. L'aliment présenté sous forme de granulés de 5 mm, est distribué à raison d'un seul repas par jour, suivant un plan de rationnement libéral fonction du poids vif et identique pour les mâles castrés et les femelles (tableau 3). La consommation d'aliment est contrôlée quotidiennement. Les porcs sont pesés chaque semaine et son abattus au poids vif moyen de 97,1 kg à 177 jours d'âge. Une demi-carcasse est découpée suivant la technique parisienne.

TABLEAU 3
PLAN DE RATIONNEMENT (*)

POIDS VIF (kg)	QUANTITÉ D'ALIMENT FRAIS kg/j	POIDS VIF (kg)	QUANTITÉ D'ALIMENT FRAIS kg/j	POIDS VIF (kg)	QUANTITÉ D'ALIMENT FRAIS kg/j
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.

Remarque importante : les animaux du lot 2, recevant durant la phase de croissance le régime maïs-pois non supplémenté se sont avérés incapables d'atteindre un niveau minimum de performances (phénomène surtout marqué chez les porcs femelles), et de ce fait ont été éliminés de l'essai dès 60 kg de poids vif, contrairement à ce qui avait été prévu initialement au protocole. Par la suite, seuls, les porcs des lots 1 et 3 sont maintenus durant la phase de finition jusqu'à 100 kg de poids vif.

C - Résultats de l'essai 1

1) CONSOMMATION D'ALIMENT

TABLEAU 4
RÉSULTATS DE L'ESSAI 1 (I.N.R.A., 1978)
(Période de croissance)

(nombre d'animaux par régime n = 16 (1))

	Poids vif moyen, kg	Âge moyen, j
Début d'expérience	25,3	75
Fin période de croissance	59,0	138

RÉGIMES	1 TÉMOIN	2 40% POIS	3 40% POIS + Trypto. (2)	SIGNIFICATION STATISTIQUE \bar{S}_x (CV) (3)
Consommation / j, kg	1,84 A	1,51 B	1,77 A	0,05 (11,1) T**
- mâles castrés	1,87	1,53	1,81	
- femelles	1,82	1,50	1,74	
Gain moyen / j, g	715 A	408 B	597 C	22,2 (15,5) T**
- mâles castrés	705	439	599	
- femelles	725	377	595	
Indice consommation	2,58 A	4,15 B	2,98 A	0,22 (27,5) T**
- mâles castrés	2,65	3,94	3,03	
- femelles	2,51	4,37	2,94	

(1) 2 porcs femelles ont été éliminés de l'essai à 39 et 43 kg de poids vif respectivement dans les lots 1 et 3.

(2) Supplémentation du régime 3 par 0,03 % de L tryptophane uniquement pendant la période de croissance (25-60 kg de poids vif).

(3) \bar{S}_x Écart type de la moyenne. Entre parenthèses coefficient de variation.

T : effet traitement - S : effet sexe - SxT : interaction sexe x traitement

Significatifs au seuil :

+ P < 0,10 - * P < 0,05 - ** P < 0,01

Les chiffres suivis d'une même lettre majuscule (minuscule) ne sont pas significativement différents au seuil P < 0,01 (P < 0,05).

Au cours de la **période de croissance**, (tableau 4) on note une réduction hautement significative (- 18 %) de la quantité d'aliment ingéré (1,51 kg/j) par les porcs du lot 2 recevant le régime pois non rééquilibré en tryptophane comparativement aux animaux du lot témoin (tableau 4). En revanche, pour le régime 3 à base de pois supplémenté en L - tryptophane (0,03 %), le niveau de consommation est pratiquement restauré (1,77 contre 1,84 kg/j), soit un écart de 4 % seulement par rapport au lot témoin (différence non significative).

Durant la **période de finition** (tableau 5), la consommation moyenne journalière enregistrée dans le lot 3 (2,63 kg/j), ne diffère pas significativement de celle du lot témoin (2,68 kg/j), en l'absence de supplémentation en tryptophane au cours de cette période.

Néanmoins, sur la **période totale** d'engraissement, les porcs du lot 3 accusent une réduction significative (- 4 %, $P < 0,05$) de leur consommation alimentaire par rapport aux animaux du lot témoin (2,16 contre 2,25 kg/j).

TABLEAU 5
RÉSULTATS DE L'ESSAI 1 (I.N.R.A., 1978)
(Période de finition et période totale d'engraissement)
Nombre d'animaux par régime n = 15 (1)

	Poids vif moyen, kg	Age moyen, j	
- début période de finition	59,8	129	
- fin d'expérience	97,1	177	

RÉGIMES	1 TÉMOIN	3 40 % POIS + Trypto. (2)	SIGNIFICATION STATISTIQUE \bar{Sx} (CV) (1)
PÉRIODE DE FINITION de 60 à 100 kg			
Consommation/j, kg	2,68	2,63	0,05 (7,3) NS
- mâles castrés	2,80	2,72	
- femelles	2,57	2,54	
Gain moyen/j, g	831 A	706 B	25,2 (13,1) T**
- mâles castrés	847	760	
- femelles	816	652	
Indice consommation	3,25 A	3,77 B	0,10 (11,2) T**
- mâles castrés	3,32	3,59	
- femelles	3,18	3,95	
PÉRIODE TOTALE de 25 à 100 kg			
Consommation/j, kg	2,25 a	2,16 b	0,02 (4,4) T*
- mâles castrés	2,31	2,24	
- femelles	2,20	2,09	
Gain moyen/j, g	770 A	645 B	14,5 (8,2) T**
- mâles castrés	771	674	
- femelles	770	617	
Indice consommation	2,93 A	3,36 B	0,05 (7,0) T**
- mâles castrés	3,00	3,32	
- femelles	2,86	3,41	

(1) voir tableau 4

(2) Supplémentation du régime 3 par 0,03 % de L. Tryptophane uniquement pendant la période de croissance (25-60 kg poids vif).

2) CROISSANCE ET EFFICACITE ALIMENTAIRE

Au cours de la **période de croissance**, (tableau 4) les performances des porcs du lot 2 sont détériorées dans des proportions considérables par rapport à celles du lot témoin : - 43 % pour le gain de poids (408 g/j) et + 61 % pour l'indice de consommation (4,15). La supplémentation en tryptophane (lot 3) ne permet pas la restauration complète des performances en comparaison des excellents résultats obtenus dans le lot témoin (715 g/j et 2,58 d'indice). Ainsi la vitesse de croissance du lot 3 est réduite de 16 % (597 g/j, $P < 0,01$) et l'indice de consommation est accru de 15 % (2,98 contre 2,58), bien que ce dernier écart ne soit pas significatif.

Durant la période de finition (tableau 5) les différences enregistrées au cours de la phase initiale de croissance entre le régime témoin et le régime 3 se maintiennent avec la même amplitude. Une supplémentation prolongée en tryptophane de ce régime maïs-pois au cours de la période de finition aurait sans doute atténué les écarts de performances entre les deux lots.

3) RÉSULTATS DE COMPOSITION CORPORELLE

Seuls les porcs des lots 1 (témoin) et 3 (régime supplémenté en tryptophane en croissance) ont été abattus au stade habituel. Si l'on se réfère aux résultats de découpe des carcasses (tableau 6), les porcs du lot 3 apparaissent légèrement plus gras que ceux du lot témoin (pourcentage plus élevé de bardière et de panne), bien que le rapport longe/bardière, qui synthétise les caractéristiques de composition corporelle, ne soit pas significativement différent entre les deux lots.

TABLEAU 6
RÉSULTATS DE COMPOSITION CORPORELLE
(Essai 1, I.N.R.A. 1978)

Nombre d'animaux par lot n = 15 (1)

Poids vif moyen à l'abattage 97,1 kg

Age moyen à l'abattage 177 jours

RÉGIME	1 TÉMOIN	3 40 % POIS + Trypto.	MOYENNE (2) MC F		SIGNIFICATION STATISTIQUE S \bar{x} (CV) (1)		
Rendement %	79,9	80,5	80,2	80,2	0,43	(2,1)	NS
% poids net							
– jambon	23,0	22,5	22,0	23,5	0,30	(5,3)	NS
– longe	31,3	30,3	29,5	32,1	0,43	(5,5)	NS
– bardière	13,6a	14,8b	16,4	12,0	0,39	(11,1)	T*
– panne	2,2A	2,8B	2,9	2,1	0,12	(19,1)	T**
Ep. lard moy., mm	21,3	23,6	25,7	19,1	0,79	(14,1)	NS
Rapport longe/bardière	2,35	2,16	1,83	2,68	0,08	(13,9)	NS

(1) Voir Tableau 4

(2) MC : Mâles castrés
F : Femelles

II – DEUXIÈME ESSAI (I.N.R.A., 1979)

A – Objectif de l'essai

Le premier essai réalisé en 1978, a montré les effets spectaculaires d'une supplémentation en tryptophane au cours de la période de croissance sur l'efficacité d'un régime maïs-pois, sans toutefois compenser totalement les écarts de performances avec le régime témoin maïs-tourteau de soja. Dans ce deuxième essai, nous avons voulu confirmer ces premiers résultats en utilisant cette fois une dose plus importante de tryptophane de synthèse (0,05 % du régime) et en prolongeant cette supplémentation, durant la phase de finition. Compte tenu du prix élevé de cet acide aminé sous forme synthétique, nous avons aussi testé parallèlement, des régimes à taux élevés de pois rééquilibrés par une source naturelle de tryptophane, en l'occurrence un concentré de protéines de luzerne (PX₁). Tous les régimes expérimentaux, hormis l'aliment témoin, sont dépourvus de tourteau de soja.

B – Matériel et méthodes

1) SCHÉMA EXPÉRIMENTAL

60 porcelets de race Large-White, issus du troupeau expérimental de l'I.N.R.A. – La Minière (Yvelines), d'un poids vif moyen initial de 28 kg et âgés en moyenne de 83 jours, sont répartis en 5 lots de 12 animaux (6 mâles castrés et 6 femelles) selon un schéma en blocs complets randomisés. Au sein de chaque lot, les animaux reçoivent un régime unique pendant toute la période d'engraissement (de 30 à 100 kg de poids vif).

Les cinq lots correspondent aux régimes suivants :

- Lot 1 : Régime témoin, maïs-tourteau de soja.
- Lot 2 : Régime maïs – 40 % pois.
- Lot 3 : Régime maïs – 40 % pois + 0,05 % tryptophane
- Lot 4 : Régime maïs – 40 % pois – 5 % PX₁
- Lot 5 : Régime maïs – 30 % pois – 10 % PX₁

2) MODE DE CONDUITE DE L'EXPÉRIENCE

Les modalités expérimentales de cet essai sont identiques à celles observées dans le premier essai. En particulier, les animaux ont été soumis au même plan d'alimentation (voir tableau 3).

3) CARACTÉRISTIQUES DES MATIÈRES PREMIÈRES

La composition du pois est présentée dans le tableau 7 et celle des autres matières premières (maïs, tourteau de soja, PX₁) au bas du tableau 8. Dans cet essai, nous avons utilisé un pois protéagineux d'hiver appartenant à la variété FRISSON (création I.N.R.A.) et récolté en 1977 dans les Yvelines.

TABLEAU 7
COMPOSITION CHIMIQUE DU POIS UTILISÉ DANS L'ESSAI 2

	POIS FRISSON Récolte 77
Matière sèche	87,1
Composition % matière sèche :	
Matières azotées totales	25,1
Tryptophane (1)	0,24
Cellulose brute	7,6
A.D.F.	9,3
N.D.F.	17,3
Lignine	0,3

(1) Dosage effectué par J. BAUDET, INRA-CNRA Versailles

4) FORMULATION ET COMPOSITION DES RÉGIMES

Les régimes, dont la composition est rapportée dans le tableau 8 ont été calculés de manière à respecter dans tous les lots une concentration identique en énergie digestible (3,3 Mcal) et un apport suffisant d'acides aminés indispensables, notamment en tryptophane (sauf dans le lot 2 carencé). Les valeurs énergétiques des régimes ont été estimées en retenant les valeurs de 4050 Kcal (E.D./kg M.S.) pour le tourteau de soja, 3950 Kcal pour le maïs, et 3735 Kcal pour le PX₁. Pour le calcul des teneurs en acides aminés des régimes, nous avons tenu

compte des résultats d'analyse des matières premières. En particulier pour le tryptophane nous avons utilisé les valeurs mesurées sur le pois (0,208 %) et le PX₁ (1,16 %) et nous avons retenu les teneurs de 0,65 et 1,35 en pourcentage des protéines (ou g/16 gN) respectivement pour le maïs et le tourteau de soja. Les teneurs en tryptophane des différents régimes ainsi estimées permettent de couvrir le besoin en cet acide aminé (18-19 % du besoin en lysine d'après HENRY, 1980), sauf dans le lot 2 non supplémenté. Les taux d'acides aminés soufrés sont un peu faibles dans les lots 2 et 3 (0,45 %) mais sont proches des recommandations (0,42 à 0,50 % selon la phase d'engraissement), de telle sorte que nous n'avons pas jugé indispensable d'effectuer une supplémentation en D.L. méthionine. Les teneurs en thréonine sont convenables dans tous les lots.

TABLEAU 8
COMPOSITION DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX – (Essai 2, I.N.R.A. 1979)

RÉGIMES	1 TÉMOIN	2 40 % POIS	3 40 % POIS +Trypto.	4 40 % POIS +5 % PX1	5 30 % POIS + 10 % PX1
Composition centésimale					
Maïs (1)	74	54	54	49	54
Tourteau de soja (2)	20	-	-	-	-
Pois Frisson (3)	-	40	40	40	30
PX 1 (4)	-	-	-	5	10
Mélasses	3	3	3	3	3
Minéraux, vitamines (5)	3	3	3	3	3
L. tryptophane	-	-	0,05	-	-
Résultats d'analyse % Produit brut					
Matière sèche	88,1	87,9	87,8	87,8	88,4
Cendres	5,3	4,7	4,6	5,3	5,5
Matières azotées totales	17,1	13,4	13,5	15,6	16,6
Énergie brute, Kcal	3 835	3 780	3 756	3 783	3 806
Teneurs estimées % Produit brut (6)					
Lysine	0,79	0,79	0,79	0,92	0,92
Méthionine + Cystine	0,58	0,45	0,45	0,50	0,55
Thrénine	0,61	0,53	0,53	0,63	0,67
Tryptophane	0,17	0,12	0,17	0,17	0,21
Énergie digestible, Kcal	3 310	3 290	3 290	3 290	3 290

(1) Maïs : MS 86,2 % ; cendres 1,1 % ; MAT 9,2 % ; cellulose brute 1,9 % ; matières grasses 3,2 %.

(2) Tourteau de soja : MS 88,0 % ; cendres 6,8 % ; MAT 47,3 % ; cellulose brute 4,0 %.

(3) Composition : voir tableau 7.

(4) PX 1 : MS 89,9 % ; cendres 13,6 % ; MAT 49,2 % ; lysine 2,96 % ; méthionine + cystine 1,53 % ; Thrénine 2,36 % ; Tryptophane 1,16 % ; ED 3 358 Kcal.

(5) Phosphate bicalcique 1,4 % ; craie broyée 1,0 % ; sel 0,5 % ; oligo-éléments et vitamines 0,1 %.

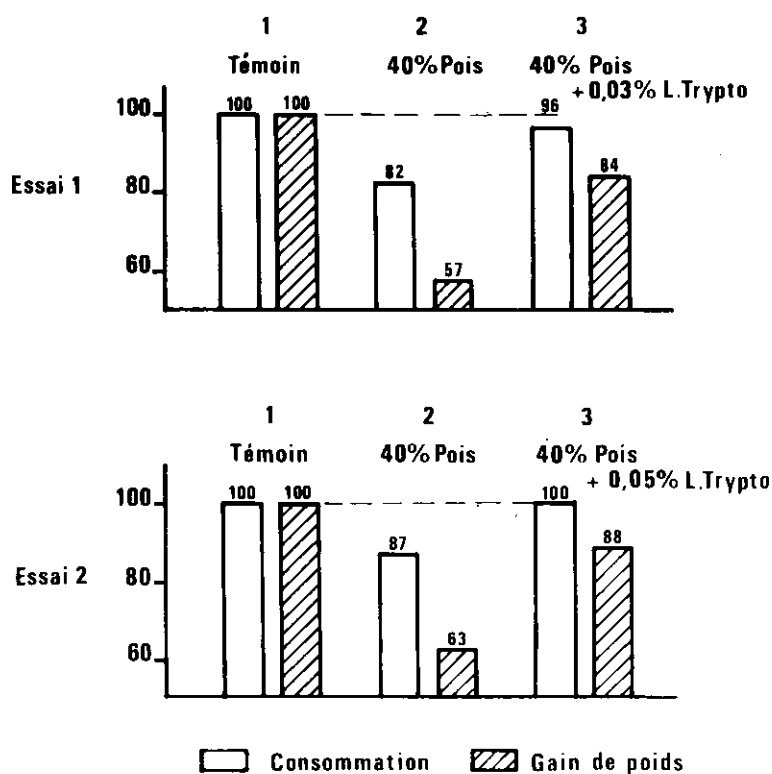
(6) Estimation d'après l'analyse des matières premières.

C – Résultats de l'essai 2

1) PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES (tableaux 9 et 10)

Au cours de la **période de croissance** (de 28 à 60 kg) l'introduction de 40 % de pois, comme seul complément azoté d'un aliment à base de maïs (lot 2), s'est traduit, comme dans l'essai précédent (voir figure 1), par une réduction très forte de la vitesse de croissance des animaux (- 37 %), accompagnée d'une baisse notable de l'ingestion d'aliment (- 13 %) et d'une détérioration importante de l'indice de consommation (+ 40 %) comparativement au lot témoin (différences hautement significatives). La supplémentation en tryptophane du régime maïs-pois (lot 3) au taux de 0,05 %, permet de restaurer complètement la consommation des animaux au niveau du lot témoin, mais il subsiste des écarts avec le lot 1 pour le croît journalier (-12 %,

FIGURE 1
EFFICACITÉ DES SUPPLÉMENTATIONS EN TRYPTOPHANE SUR LA CONSOMMATION D'ALIMENT
ET LE GAIN DE POIDS AU COURS DE LA PÉRIODE DE CROISSANCE
ESSAIS 1 et 2 (performances exprimées en pourcentage du lot témoin sans pois).



$P < 0,05$ et l'indice de consommation (+ 14 %, $P < 0,01$). Au cours de cette période, l'association de 40 % de pois avec 5 % de PX₁ (lot 4) ou de 30 % de pois avec 10 % de PX₁ (lot 5), conduit dans les deux cas à des performances inférieures au lot témoin et identiques à celles enregistrées avec le régime 3 rééquilibré en tryptophane.

Durant la **phase de finition**, il convient de distinguer, comme l'illustre la figure 2, la réponse des femelles de celle des **mâles castrés**. Pour ces derniers, l'utilisation du régime 2 (maïs-pois non supplémenté) a des répercussions modérées sur les performances, contrairement à ce que l'on observe au cours de la période de croissance. L'ingestion alimentaire et la vitesse de croissance ne sont réduites que faiblement et dans les mêmes proportions (- 6 %), de sorte que l'indice de consommation n'est pas modifié par rapport au lot témoin. La supplémentation en tryptophane (lot 3), comme les associations pois-PX₁, (lots 4 et 5), aboutissent pour les castrats à des performances identiques à celles obtenues avec le régime maïs-tourteau de soja. En revanche pour les **femelles**, le régime 2 non supplémenté en tryptophane provoque, comme en période de croissance, une chute sensible de la consommation (- 14 %) et du gain de poids (- 28 %), alors que l'indice de consommation est accru de près de 20 % (interactions significatives sexe x traitement). Le réajustement de la ration en tryptophane (lots 3, 4 et 5) entraîne dans tous les cas une restauration de l'ingestion alimentaire, mais la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire demeurent inférieures à celles du lot témoin avec les régimes 3 et 4.

TABLEAU 9
RÉSULTATS DE L'ESSAI 2 (I.N.R.A., 1979)
(Périodes de croissance et de finition)

Nombre d'animaux par régime n = 12 (1)

	Poids vif moyen, kg	Age moyen, j
- début période de finition	28,0	83
- fin de croissance	59,7	142
- fin d'expérience	98,0	193

RÉGIMES	1 TÉMOIN	2 40 % POIS	3 40 % POIS + Trypto.	4 40 % POIS + 5 % PX1	5 30 % POIS + 10 % PX1	SIGNIFICATION STATISTIQUE S \bar{x} (CV) (2)
PÉRIODE DE CROISSANCE 28-60 kg de POIDS VIF						
Consommation/j, kg	1,87 A	1,62 B	1,88 A	1,86 A	1,89 A	0,03 (5,5) T**
- mâles castrés	1,87	1,63	1,87	1,88	1,87	
- femelles	1,88	1,61	1,89	1,84	1,91	
Gain moyen/j, g	651 Aa	412 Bb	570 Ac	576 Ac	584 Ac	18,8 (11,6) T**
- mâles castrés	635	421	568	593	564	
- femelles	668	403	572	559	605	
Indice consommation	2,89 A	4,03 B	3,31 C	3,24 C	3,27 C	0,09 (9,8) T**
- mâles castrés	2,96	3,99	3,32	3,18	3,33	
- femelles	2,82	4,08	3,31	3,31	3,21	
PÉRIODE DE FINITION 60-98 kg de POIDS VIF						
Consommation/j, kg	2,65 a	2,39 b	2,65 a	2,61 a	2,69 a	0,07 (8,8) T* S x T**
- mâles castrés	2,70	2,55	2,67	2,60	2,74	
- femelles	2,60	2,24	2,63	2,63	2,64	
Gain moyen/j, g	791 a	656 b	775 a	754 a	797 a	30,8 (14,1) T* S x T**
- mâles castrés	771	724	794	754	785	
- femelles	812	587	757	755	810	
Indice consommation	3,38	3,70	3,48	3,50	3,39	0,10 (10,4)
- mâles castrés	3,52	3,53	3,38	3,48	3,51	
- femelles	3,24	3,87	3,59	3,53	3,28	

(1) 1 mâle castré du lot 3 a été éliminé en début de période de finition.

(2) voir tableau 4.

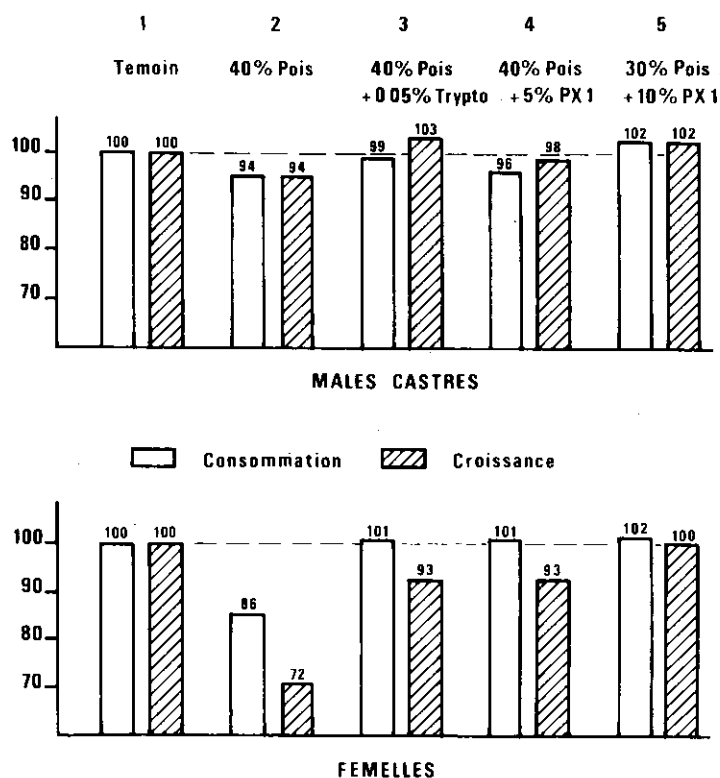
TABLEAU 10
RÉSULTATS DE L'ESSAI 2 (I.N.R.A., 1979)
(période totale)

RÉGIMES	1 TÉMOIN	2 40 % POIS	3 40 % POIS + Trypto.	4 40 % POIS + 5 % PX1	5 30 % POIS + 10 % PX1	SIGNIFICATION STATISTIQUE S \bar{x} (CV) (1)
Consommation/j, kg	2,25 A	1,98 B	2,25 A	2,22 A	2,26 A	0,05 (8,6) T**
- mâles castrés	2,27	1,99	2,26	2,22	2,28	
- femelles	2,24	1,97	2,25	2,23	2,25	
Gain moyen/j, g	718 A	505 B	672 A	659 A	682 A	22,0 (11,8) T** S x T**
- mâles castrés	699	527	686	669	667	
- femelles	737	483	657	650	698	
Indice consommation	3,15 A	3,87 B	3,38 A	3,39 A	3,34 A	0,08 (8,3) T**
- mâles castrés	3,26	3,78	3,31	3,34	3,43	
- femelles	3,04	3,97	3,45	3,44	3,25	

(1) Voir tableau 4.

Globalement sur la **période totale** d'engraissement (tableau 10), l'incorporation de 40 % de pois en l'absence de supplément de tryptophane (lot 2) provoque une baisse hautement significative ($P < 0,01$) du gain journalier (-30 %), associée à une réduction de la consommation (-12 %) et de l'efficacité alimentaire (-23 %). L'effet de la carence en tryptophane demeure plus marquée chez les femelles que chez les castrats (interaction sexe x traitement significative pour le gain de poids). La supplémentation en tryptophane (lot 3) permet un rattrapage total de la consommation d'aliment, mais le croît journalier reste inférieur à celui du lot témoin (-6 %) et l'efficacité alimentaire est réduite dans les mêmes proportions. L'association du pois avec un concentré de protéines de luzerne (lots 4 et 5) procure des performances équivalentes à celles du régime 3 supplémenté en tryptophane, mais qui demeurent inférieures à celles du lot témoin.

FIGURE 2
UTILISATION DU POIS SUPPLÉMENTÉ EN TRYPTOPHANE OU ASSOCIÉ AU PX1,
AU COURS DE LA PÉRIODE DE FINITION
ESSAI 2 (performances exprimées en pourcentage du lot témoin sans pois)



2) RÉSULTATS DE COMPOSITION CORPORELLE (tableau 11)

Les caractéristiques de composition corporelle sont très voisines entre les différents traitements. Tout au plus, on observe des carcasses légèrement plus grasses dans le lot 2.

TABLEAU 11
RÉSULTATS DE COMPOSITION CORPORELLE
(Essai 2, I.N.R.A., 1979)

RÉGIMES	1 TÉMOIN	2 40 % POIS	3 40 % POIS + Trypto.	4 40 % POIS + 5 % PX1	5 30 % POIS + 10 % PX1	MOYENNE (1)		SIGNIFICATION STATISTIQUE S \bar{x} (CV) (2)
						MC	F	
Rendement %	80,5	80,0	81,2	80,8	80,5	80,8	80,4	0,50 (2,1)
% Poids net :								
- jambon	23,2	22,9	22,8	23,0	23,3	22,4	23,6	0,36 (5,4) S*
- longe	31,9	31,9	31,5	32,0	32,0	31,5	32,2	0,60 (6,5)
- bardière	13,8	14,9	14,7	14,0	12,9	15,3	12,8	0,71 (17,5) S**
- panne	2,2	2,5	2,4	2,4	2,0	2,6	2,1	0,13 (19,6) T+
Ép. lard moy., mm	22,1a	21,5a	25,8b	22,1a	20,0a	24,6	20,0	1,2 (18,7) S**T*
Rapport longe/bardière ...	2,34	2,35	2,23	2,50	2,53	2,11	2,68	0,18 (26,1) S*

(1) MC : Mâles castrés - F : Femelles

(2) Voir tableau 4.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'utilisation du pois à taux élevé (40 %) comme seul complément azoté d'un régime à base de maïs, provoque une détérioration des performances, surtout marquée au cours de la période de croissance et de même ampleur dans les deux essais, comme l'illustre la figure 1. En particulier la **consommation** des animaux est fortement réduite, alors qu'une supplémentation en tryptophane des régimes maïs-pois permet de restaurer de manière quasi complète le niveau d'ingestion alimentaire, surtout dans l'essai 2 où le taux de supplémentation est supérieur (0,05 % contre 0,03 % dans l'essai 1). Cet effet spectaculaire d'une carence en tryptophane sur l'appétit des animaux rejoint les observations d'HENRY et PASTUSZEWSKA (1976) utilisant un régime semi-purifié à base de tourteau d'arachide, d'amidon et de gluten de maïs. Nos résultats sont également confirmés par les données obtenues chez le jeune porcelet par LOUGNON (1981) et par SEVE et al. (1978) avec d'autres types de régimes. D'après MONTGOMERY et al. (1978), une déficience en tryptophane de l'aliment aurait des répercussions sur le comportement alimentaire du porc, et la chute de consommation enregistrée résulterait principalement d'une réduction de la vitesse d'ingestion de l'aliment.

Si la correction du déficit en tryptophane permet dans notre étude de rétablir un niveau normal de consommation quelle que soit la période, et d'améliorer considérablement les performances, elle n'est cependant pas suffisante pour assurer **des gains de poids et une efficacité alimentaire** équivalents à ceux du lot témoin. Cela est particulièrement net au cours de la phase initiale de croissance dans les deux essais. Néanmoins, les écarts s'atténuent en finition lorsque l'aliment maïs-pois est encore supplémentation en tryptophane (cas de l'essai 2). A cet égard, il est intéressant de souligner l'interaction significative entre le traitement alimentaire et le sexe des animaux, puisqu'au cours de cette période, et contrairement aux porcs femelles, les performances des castrats recevant le régime maïs-pois supplémentation ne diffèrent pas significativement de celles du lot témoin (figure 2). Cette différence de réponse selon le type sexuel traduit une plus grande sensibilité des porcs femelles aux déséquilibres en acides aminés et correspond probablement à un besoin supérieur en tryptophane chez les femelles, comme on le constate pour d'autres

acides aminés au cours de la période de finition. Il convient de remarquer que l'influence favorable des suppléments en tryptophane s'est exercée dans les deux essais à partir d'une concentration dans les régimes de 0,12 %, c'est-à-dire à un taux correspondant aux recommandations du N.R.C. (1979), qui paraissent ainsi sous-estimées.

Les résultats de ces deux essais démontrent clairement le rôle essentiel joué par le **tryptophane comme facteur limitant primaire des régimes** renfermant des **taux élevés de pois**. Plusieurs résultats expérimentaux vont également dans le même sens. Ainsi, en supplémentant en tryptophane (0,05 %) des régimes à base de maïs contenant 36 % de pois Frimas, l'I.T.C.F. (données non publiées) obtient des performances proches de celles enregistrées avec le régime témoin maïs-tourteau de soja (écart seulement de 3 %). De la même façon, les interactions significatives pois x nature de la céréale (blé ou maïs) observées chez le jeune porcelet pour un même taux d'incorporation de pois dans le régime (BERTRAND, PEREZ et QUEMERE, 1980), suggèrent aussi l'existence de déséquilibres en acides aminés. De fait, les mauvais résultats obtenus dans cette étude en associant le pois à taux élevé (30 %) et le maïs, céréale particulièrement déficiente en tryptophane, font penser, comme chez le porc en croissance, à une déficience ou une indisponibilité en cet acide aminé.

Néanmoins, en dehors du tryptophane, il existe probablement d'autres facteurs limitant l'incorporation du pois à forte dose dans la ration. En effet, avec des régimes convenablement rééquilibrés en tryptophane, il subsiste des écarts de performances au bénéfice de l'aliment témoin, qui varient de 2 à 6 % selon les études précédemment citées et nos propres résultats. Ces écarts peuvent certainement s'expliquer par la présence de **facteurs antinutritionnels** dans la graine de pois (inhibiteurs trypsiques et/ou hémagglutinines), dont on situe mieux maintenant l'importance et les causes de variations (VALDEBOUZE et al., 1980). D'ailleurs, des résultats expérimentaux récents obtenus chez le porc charcutier (CASTAING et LEUILLET, 1981) et le porcelet (QUEMERE et al., 1982) militent en faveur de l'utilisation massive de pois protéagineux de printemps, qui renferment moins de facteurs antitrypsiques que leurs homologues d'hiver.

En définitive, l'ensemble des données expérimentales montrent qu'il est possible d'obtenir des performances convenables chez le porc à l'engrais, en utilisant des taux élevés de pois protéagineux, même de variété d'hiver, à condition de veiller à l'équilibre en tryptophane des régimes. Nous avons déjà montré il y a quelques années (BOURDON et PEREZ, 1976), les possibilités d'incorporer de fortes doses de pois d'hiver frimas (30 %) dans le régime du porc en croissance, lorsqu'on ajuste la teneur en tryptophane, par un apport supplémentaire de tourteau de soja. Selon le même principe, une solution originale, testée dans le deuxième essai, consiste à associer le pois à une source naturelle de tryptophane d'origine métropolitaine, en l'occurrence un concentré de protéines de luzerne (PX1), dont on avait défini par ailleurs les conditions d'utilisation (BOURDON et al., 1980a). Ces combinaisons ont permis de rééquilibrer la ration et d'obtenir des résultats identiques à ceux du régime maïs-pois supplémenté en tryptophane. La combinaison la plus favorable semble être l'association 30 % de pois + 10 % PX1, qui assure des performances équivalentes à celles du régime témoin (maïs-t. soja) au cours de la période de finition. De la même façon, nous avons déjà enregistré des résultats encourageants avec l'association blé-lupin-PX1 (BOURDON et al., 1980b). Toutes ces données démontrent que sur le plan nutritionnel, on est en mesure actuellement de proposer des régimes pour le porc totalement dépourvus de tourteau de soja. Ces solutions extrêmes peuvent conduire à de légères baisses de performances, que les conditions économiques peuvent rendre acceptables.

REMERCIEMENTS

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

A Monsieur J. BAUDET, Laboratoire des Protéines (INRA-CNRA, VERSAILLES), pour le dosage du tryptophane.

A Monsieur B. QUEMENER, Laboratoire de Biochimie des Aliments (INRA, NANTES) pour le dosage des glucides.

A Mademoiselle P. VALDEBOUZE, Laboratoire de Technologie des Aliments des Animaux (INRA, NANTES) pour le dosage des facteurs antitryptiques.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND G., PEREZ J.M., QUEMERE P., 1980. Journées Rech. Porcine en France, **12**, 215-226.
- BOURDON D., PEREZ J.M., 1976. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 61-69.
- BOURDON D., PEREZ J.M., HENRY Y., CALMES R., 1980a. Journées Rech. Porcine en France, **12**, 227-245.
- BOURDON D., PEREZ J.M., CALMES R., 1980b. Journées Rech. Porcine en France, **12**, 245-265.
- CASTAING J., LEUILLET M., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 151-162.
- HENRY Y., PASTUSZEWSKA B., 1976. Ann. Zootech., **25**, 143-148.
- HENRY Y., BOURDON D., DUEE P.H., JUNG J., 1976. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 51-60.
- HENRY Y., 1980. Protein and amino acid requirements of growing pigs. 3rd E.A.A.P. Symp. on Protein Metabolism and Nutrition. In H.S. OSLAGE, K. ROHR éd., E.A.A.P. Pub. n° 27, **2**, 634-655, Braunschweig, Germany.
- I.T.C.F. - A.G.P.M., 1976. Compte rendu d'essai, Montardon A9.
- I.T.C.F. - A.G.P.M., 1980. Compte rendu d'essai, C.M.A. 15.
- LEUILLET M., PEREZ J.M. 1980. Les industries de l'Alimentation Animale, (332), 11-22.
- LOUGNON J., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 95-102.
- MONTGOMERY G.W., FLUX D.S., CARR J.R., 1978. Physiol. Behav., **20**, 693-698.
- N.R.C., 1979. Nutrient requirements of domestic animals n° 2. Nutrient requirements of swine, 8th ed., 52 p., Nat. Acad. Sci., Washington D.C.
- PEREZ J.M., LEUILLET M., BOURDON D., 1979. Perspectives Agricoles, **27**, 19-25.
- PEREZ J.M., 1981. Cultivar, (141), 83-85.
- QUEMERE P., FEKETE J., LEUILLET M., 1982. Journées Rech. Porcine en France, **14**, (sous presse).
- SEVE B., AUMAITRE A., JAUBERT P., TORD P., 1978. Ann. Zootech., **27**, 423-437.
- VALDEBOUZE P., BERGERON E., GABORIT T., DELORT-LAVAL J., 1980. Can. J. Plant. Sci., **60**, 695-701.