

A7608

UTILISATION DE LA FEVEROLE PAR LE PORC EN CROISSANCE-FINITION APRES SUPPLEMENTATION EN TRYPTOPHANE.

Y. HENRY, D. BOURDON, P.H. DUEE et Janine JUNG *

*I.N.R.A. - Station de recherche sur l'élevage des Porcs
C.N.R.Z. - 78350 Jouy-en-Josas.*

INTRODUCTION

Les travaux réalisés sur l'utilisation de la graine de féverole par le porc en croissance, en remplacement du tourteau de soja, ont conduit pour la plupart à recommander un taux d'incorporation dans le régime aux environs de 15 p. 100, si l'on veut éviter le risque d'une dépression sensible du gain pondéral et surtout de l'efficacité alimentaire (HENRY et BOURDON, 1972 ; LEUILLET et BOUARD, 1973). Une des causes de cette diminution des performances dans le cas d'un remplacement massif du tourteau de soja par la féverole pourrait être un déséquilibre en acides aminés et plus particulièrement une déficience en tryptophane (PASTUSZEWSKA et al., 1974). Il est à craindre d'ailleurs que l'association du maïs à la féverole dans le régime du Porc accentue le caractère limitant de cet acide aminé.

Le but de ce travail est, justement, de déterminer dans quelle mesure une supplémentation en tryptophane d'un régime à base de maïs, complétement par la féverole, améliore les performances zootechniques des animaux. Compte tenu du rôle du tryptophane comme précurseur de la niacine, l'effet de la supplémentation est étudié en présence ou non de la vitamine, à la suite des observations déjà faites sur le Poulet par GUILLAUME (1973).

MATERIEL ET METHODES

Deux expériences sont réalisées sur des porcs de race LARGE WHITE pendant la période de croissance et de finition jusqu'au stade d'abattage à 100 kg de poids vif.

Expérience A

Dans un essai préliminaire, 48 porcelets, d'un poids vif moyen initial de 25,1 kg à 85 jours d'âge moyen, sont répartis en 2 lots comprenant chacun quatre groupes de 6 animaux, dont deux groupes de femelles et deux de mâles castrés.

- le lot 1 reçoit un régime à 16 p. 100 de matières azotées renfermant 30 p. 100 de féverole de variété PAVANE ,
- le lot 2 est soumis au même type de régime supplétementé en L. tryptophane à raison de 0,03 p. 100.

En dehors des 30 p. 100 de féverole (85,5 p. 100 de matière sèche, 27,6 p. 100 de matières azotées et 8,0 p. 100 de cellulose brute), les régimes renferment 62 p. 100 de maïs (84,5 p. 100 de matière sèche et 9,4 p. 100 de matières azotées), 5 p. 100 de tourteau de soja (87,1 p. 100 de matière sèche, 45,7 p. 100 de matières azotées) et 3 p. 100 de mélange minéral et vitaminique (HENRY et BOURDON, 1973). Ils sont présentés sous forme de granulés de 5 mm de diamètre et distribués à volonté, les animaux disposant, par ailleurs, d'eau à discrétion.

* Avec la collaboration technique de G. CONSEIL, G. ESNAULT, Chantal BLONDEL et Michèle SEREZAT.

Les porcs sont élevés en loges collectives, par groupes de 6. Ils sont pesés tous les 14 jours. A 100 ± 2 kg, ils sont abattus et les carcasses sont découpées selon la technique parisienne.

Expérience B

(tableau 1)

Dans un deuxième essai, 84 porcelets d'un poids moyen initial de 21,4 kg à 74 jours d'âge, sont répartis en 7 lots de 6 femelles et 6 mâles castrés selon la méthode des blocs complets équilibrés.

Il s'agit de vérifier l'intérêt d'une supplémentation d'un régime maïs-féverole par le tryptophane :

- dans le cas d'une substitution partielle (lots 2 et 3) ou quasi totale (lots 4 et 5) du tourteau de soja, correspondant aux taux respectifs de 15 et 30 p. 100 de féverole de variété ASCOTT.
- en l'absence de niacine supplémentaire (lots 6 et 7), au taux d'incorporation de féverole le plus élevé, soit 30 p. 100.

TABLEAU 1
COMPOSITION DES REGIMES EXPERIMENTAUX (%). EXPERIENCE B.

| PERIODE | CROISSANCE | | | FINITION | | |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|-------------------------|---------------------|------------------|-------------------------|
| | TEMOIN MAIS-SOJA | FEVEROLE 15 % | FEVEROLE 30 % (2) | TEMOIN MAIS-SOJA | FEVEROLE 15 % | FEVEROLE 30 % (2) |
| LOT | 1 | 2-3 (1) | 4-5-6-7 | 1 | 2-3 | 4-5-6-7 |
| Maïs (3) | 75 | 68 | 60,5 | 82 | 71,5 | 64 |
| Tourteau de soja 50 (4) . . . | 19 | 11 | 3,5 | 12 | 7,5 | — |
| Féverole (5) | — | 15 | 30 | — | 15 | 30 |
| Mélasse | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Mélange minéral (6) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Mélange vitaminique (6) . . . | + | + | + | + | + | + |
| Résultats d'analyse (%) | | | | | | |
| M. sèche | 87,8 | 88,2 | 88,8 | 87,5 | 87,3 | 87,8 |
| M. azotées (% frais) | 16,3 | 16,2 | 15,5 | 14,4 | 14,4 | 14,3 |
| Cellulose brute " | 2,4 | 3,1 | 4,15 | 2,35 | 2,9 | 4,1 |
| ED, kcal/kg (7) | 3435 | 3380 | 3340 | 3440 | 3325 | 3320 |
| Acides aminés indispensables | | | | | | |
| Arginine | 1,04 | 1,13 | 1,19 | 0,83 | 1,03 | 1,07 |
| Histidine | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,37 | 0,40 | 0,41 |
| Isoleucine | 0,75 | 0,74 | 0,68 | 0,61 | 0,64 | 0,62 |
| Leucine | 1,74 | 1,48 | 1,53 | 1,46 | 1,45 | 1,39 |
| Lysine | 0,75 | 0,82 | 0,80 | 0,59 | 0,72 | 0,71 |
| Méthionine + Cystine | 0,63 | 0,60 | 0,51 | 0,56 | 0,52 | 0,45 |
| Phénylalanine + Tyrosine . . . | 1,55 | 1,48 | 1,36 | 1,33 | 1,34 | 1,26 |
| Thréonine | 0,61 | 0,65 | 0,58 | 0,53 | 0,55 | 0,53 |
| Tryptophane | 0,18 | 0,16 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,11 |
| Valine | 0,84 | 0,83 | 0,76 | 0,71 | 0,74 | 0,72 |

(1) Lot 3 : + 0,02 % L-tryptophane.

(2) Lot 5 : + 0,03 % L-tryptophane en croissance et 0,02 en finition ; lot 6 : sans niacine ; lot 7 : sans niacine + 0,03 % L-tryptophane en croissance et 0,02 en finition.

(3) 89,3 % mat. sèche et 9,3 % mat. azotées.

(4) 90,0 % mat. sèche et 51,6 % mat. azotées.

(5) 86,5 % mat. sèche, 25,5 % mat. azotées et 7,0 % de cellulose brute. Ac. aminés indispensables, en g/16 gN : arginine, 9,65 ; histidine, 2,65 ; isoleucine, 4,55 ; leucine, 7,35 ; lysine, 6,45 ; méthionine + cystine, 2,2 ; phénylalanine + tyrosine, 7,45 ; valine, 4,85.

(6) HENRY et BOURDON (1971). Ac. nicotinique : 10 mg/kg d'aliment sauf dans les lots 6 et 7.

(7) Valeur estimée, pour le régime témoin, à partir de la teneur en énergie brute et du coefficient d'utilisation digestive (CUD) de l'énergie, lui-même calculé à partir du taux de cellulose brute (HENRY, 1971). Pour les régimes 2 et 4 (à base de féverole), le CUD de l'énergie est corrigé en fonction du taux de cellulose, sur la base de - 1,2 point pour 1 p. cent d'augmentation de ce dernier (HENRY et BOURDON, 1973).

Les régimes, dont la composition est rapportée dans le tableau 1, sont présentés sous forme de granulés de 5 mm de diamètre. Ils sont distribués suivant un plan d'alimentation en fonction du poids vif (tableau 2) à raison de deux repas par jour et sur la base d'un même apport d'énergie digestible, compte tenu des résultats de digestibilité enregistrés antérieurement (HENRY et BOURDON, 1973). Par ailleurs, les animaux disposent d'eau à volonté

TABEAU 2
PLAN DE RATIONNEMENT – EXPERIENCE B.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|---------|
| Poids vif kg | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 et + |
| Quantité d'aliment kg/j (1) | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,55 | 1,7 | 1,85 | 2,0 | 2,15 | 2,3 | 2,45 | 2,6 | 2,65 | 2,7 | 2,75 | 2,8 |

(1) Régime témoin maïs-soja.

Pour les régimes à 15 et 30 p. 100 de féverole les quantités d'aliment sont augmentées respectivement de 1,5 et 3 p. 100, sur la base de 3 300 et 3 250 kcal ED/kg contre 3 350 pour le régime témoin.

Les animaux, élevés en loges individuelles, sont pesés une fois par semaine. A 50 kg de poids vif, alors qu'ils reçoivent encore le régime "croissance", un prélèvement de sang est effectué au niveau de la veine cave inférieure sur 3 mâles castrés et 3 femelles par lot, dans des conditions déjà décrites (HENRY et al., 1976). Sur ces échantillons, on procède à la détermination des concentrations en acides aminés libres, des teneurs en urée et en hémoglobine.

A 100 ± 2 kg, les porcs sont abattus et leurs carcasses sont découpées suivant la technique parisienne.

La composition en acides aminés de la féverole et des régimes est déterminée, après hydrolyse acide par chromatographie sur colonne échangeuse d'ions, tandis que le tryptophane est dosé après hydrolyse par la baryte et séparation sur Séphadex (PION et al., 1971).

Sur le plan de l'interprétation statistique des résultats, l'analyse de variance a été complétée par la recherche des contrastes significatifs suivant la méthode S de SCHEFFE (1967).

RESULTATS

Expérience A

(Tableaux 3 et 4)

Les teneurs en matières azotées dosées dans les régimes 1 et 2, sont respectivement de 16,8 et 16,9 p. 100, pour des taux moyens de 88,6 p. 100 de matière sèche et 4,55 p. 100 de cellulose brute.

Au cours de la première phase de croissance (de 25 à 60 kg), la supplémentation en tryptophane du régime à 30. p. 100 de féverole, entraîne une amélioration significative de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire (tableau 3). Cet effet bénéfique sur les performances moyennes de l'ensemble des animaux n'apparaît plus durant la période de finition (de 60 à 100 kg), ni sur la période expérimentale totale. Remarquons cependant que cette absence de réponse au-delà de 60 kg de poids vif, s'explique par une détérioration des performances chez les mâles castrés du lot supplémenté, alors que chez les femelles la supplémentation en tryptophane se révèle bénéfique jusqu'au stade d'abattage.

L'examen des résultats de composition corporelle (tableau 4) fait apparaître une diminution de l'état d'engraissement dans le lot supplémenté (pourcentage de longe et rapport longe/bardière plus élevés, pourcentage de bardière moindre). Ce résultat s'observe aussi bien chez les mâles castrés que chez les femelles.

TABLEAU 3

RESULTATS GENERAUX DE L'EXPERIENCE A : CROISSANCE ET CONSOMMATION

| PERIODE | 25 - 60 kg | | 60 - 100 kg (2) | | Totale (3) | |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | 1 Fév. | 2 Fév. + trypt. | 1 Fév. | 2 Fév. + trypt. | 1 Fév. | 2 Fév. + trypt. |
| Croissance - Consommation | | | | | | |
| Gain moyen/j (g) | 509 ** (3,9) (1) | 570 | 746 NS (59,6) | 678 | 615 NS (26,0) | 619 |
| Consommation moyenne/j (kg) | 1,93 NS (0,02) | 1,93 | 2,69 NS (0,09) | 2,50 | 2,27 NS (0,03) | 2,21 |
| Indice de consommation | 3,78 * (0,06) | 3,38 | 3,90 NS (0,15) | 3,95 | 3,84 NS (0,10) | 3,67 |

(1) Chiffres entre parenthèses : écart-type de la moyenne entre groupes.
Seuils de signification : ** : 0,01 ; * : 0,05 ; NS : effet non significatif.

| | FEMELLES | | MALES CASTRES | |
|-------------------------------|----------|-------|---------------|-------|
| | LOT 1 | LOT 2 | LOT 1 | LOT 2 |
| (2) Gain/j | 701 | 731 | 792 | 624 |
| Consomm./j | 2,54 | 2,55 | 2,83 | 2,44 |
| Indice consommation | 3,81 | 3,72 | 3,99 | 4,17 |
| (3) Gain/j | 597 | 641 | 634 | 597 |
| Consomm./j | 2,19 | 2,21 | 2,34 | 2,21 |
| Indice consommation | 3,75 | 3,52 | 3,93 | 3,81 |

TABLEAU 4

RESULTATS GENERAUX DE L'EXPERIENCE A :
COMPOSITION CORPORELLE

| CRITERE | RENDEMENT (1) | p. 100 POIDS NET | | | | LONGE/ BARDIERE | EPAISSEUR LARD DORSAL, mm |
|-------------------------------------|------------------|------------------|-------|----------|-------|--------------------|---------------------------------|
| | | JAMBON | LONGE | BARDIERE | PANNE | | |
| LOT 1 : Féverole | 72,3 | 20,9 | 27,9 | 16,9 | 3,04 | 1,72 | 29,5 |
| LOT 2 : Féverole +tryptophane | 73,1 | 21,3 | 30,0 | 15,6 | 2,88 | 1,94 | 28,0 |
| Signification statistique | NS | NS | ** | * | NS | * | NS |
| $S_{\bar{x}}$ (2) | 0,36 | 0,17 | 0,39 | 0,42 | 0,13 | 0,08 | 1,05 |

(1) Poids net p. 100 poids vif (carcasse sans tête et avec pieds, après un ressuage de 24 h.).
(2) Ecart-type de la moyenne entre animaux. Seuils de signification : voir tableau 3.

| | |
|---------------------|-------------------|
| Expérience B | (Tableaux 5 et 6) |
|---------------------|-------------------|

1. - Influence du taux de féverole (lots 1, 2 et 4)

Au cours de la phase de croissance (de 20 à 50 kg), l'augmentation du taux d'incorporation de féverole (15 et 30 p. 100) dans la ration, provoque, par rapport au lot témoin, une dépression de la vitesse de croissance, nettement plus accentuée chez les mâles castrés que chez les femelles, soit respectivement - 15 et - 4 p. 100 au taux de 30 p. 100. Corrélativement, le taux d'accroissement de l'indice de consommation, pour une incorporation de 30 p. 100 de féverole, est de 20 p. 100 chez les mâles castrés contre 6 p. 100 chez les femelles. L'introduction d'un taux intermédiaire de féverole (15 p. 100) se traduit en moyenne par une diminution de la vitesse de croissance de 4 p. 100 et par une augmentation de l'indice de consommation de 6 p. 100.

En finition (de 50 à 100 kg), l'effet dépressif de la féverole sur les performances de croissance semble atténué et du même ordre de grandeur chez les femelles et les mâles castrés ; le gain moyen journalier est réduit de 2 et 6 p. 100 respectivement aux taux de 15 et 30 p. 100, tandis que l'indice de consommation s'accroît de 3 et 9 p. 100.

Sur la période totale d'engraissement, l'effet dépressif est plus accentué chez les mâles castrés que chez les femelles. Globalement, après introduction de 15 et 30 p. 100 de féverole dans la ration, on observe une diminution de la vitesse de croissance de l'ordre de 3 et 8 p. 100, parallèlement à un accroissement de l'indice de consommation de 4 et 10 p. 100.

Les résultats de composition corporelle reflètent l'évolution particulière du profil de croissance dans les deux sexes. Ainsi, les mâles castrés, dont la croissance est ralentie pendant la phase initiale au taux de féverole le plus élevé, fournissent des carcasses plus grasses (diminution du rapport longe/bardière), alors que les carcasses des femelles paraissent plus maigres à la suite de l'introduction de 15 et 30 p. 100 de féverole dans la ration.

2. - Influence d'une supplémentation en tryptophane (lots 3 et 5).

Les résultats de dosage du tryptophane dans les lots 1, 2 et 4 non supplémentés mettent en évidence une diminution de la teneur en cet acide aminé à mesure que croît le pourcentage de féverole, soit respectivement 0,18 - 0,16 et 0,13 en croissance, 0,14-0,14 et 0,11 en finition.

Au taux de 30 p. 100 de féverole, la supplémentation en tryptophane (lot 5) procure une amélioration de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire de l'ordre de 6 à 7 p. 100 dans les deux sexes, aussi bien durant la période de finition qu'au cours de la phase initiale de croissance. Ces résultats sont obtenus avec des régimes d'une teneur en tryptophane de 0,16 p. 100 en croissance et 0,14 p. 100 en finition. Les performances réalisées diffèrent assez peu de celles obtenues avec le régime témoin maïs-tourteau de soja, mais sont supérieures à celles procurées par le régime à 15 p. 100 de féverole sans supplémentation en tryptophane (lot 2). Le gain moyen journalier sur l'ensemble de l'expérience est de 605 g contre 616 dans le lot témoin (soit moins de 2 p. 100 d'écart), alors que l'indice de consommation (3,22 contre 3,12) diffère de 3 p. 100 seulement. Cette influence favorable de la supplémentation en tryptophane sur les performances de croissance s'accompagne d'une réduction sensible de l'état d'engraissement des animaux à l'abattage, même par rapport au lot témoin : c'est précisément dans le lot 5 (30 p. 100 de féverole + tryptophane) que le rapport longe/bardière est le plus élevé (2,14 contre 1,83 dans le lot témoin).

L'apport de tryptophane supplémentaire dans le régime à 15 p. 100 de féverole (lot 3) est limité à la première phase de croissance (0,02 p. 100 en plus des 0,16 p. 100 dosés dans la ration non supplémentée). Au cours de cette période, on observe tout au plus, chez les femelles, un léger effet favorable mais non significatif (de l'ordre de 2 p. 100 sur la vitesse de croissance et l'indice de consommation). Par contre, les mâles castrés ne semblent réagir en aucune façon, bien que recevant le même régime que ceux du lot 2 durant la phase de finition (de 50 à 100 kg) ; ils réalisent une meilleure croissance avec un indice de consommation réduit, ces résultats ne semblant pas liés à l'apport de tryptophane. Il en résulte, sur l'ensemble de l'expérience, une amélioration des performances de croissance (gain moyen journalier, indice de consommation) d'environ 3 p. 100 au lieu de 6 à 7 p. 100 avec 30 p. 100 de féverole ; mais il est vraisemblable qu'une partie seulement de cet effet observé au taux de 15 p. 100 de féverole soit à mettre au bénéfice du tryptophane, compte tenu de l'absence de supplémentation en finition. Ceci explique l'absence de différence significative au niveau de la composition corporelle.

TABLEAU 5
RESULTATS MOYENS DE CROISSANCE ET DE CONSOMMATION PAR PERIODE
EXPERIENCE B.

| LOT | T é m o i n maïs-soja 1 | Féverole 15 % | | Féverole 30 % | | Féverole 30 % sans niacine | | SIGNIFICATION STATISTIQUE $S_{\bar{x}}$ (1) | |
|--|-------------------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-------------------------------|---------------|---|------------------|
| | | - 2 | + trypt. 3 | - 4 | + trypt. 5 | - 6 | + trypt. 7 | | |
| Période 20-50 kg (2) Gain moy./j, g | MC | 529 | 502 | 506 | 450 | 482 | 419 | 447 | 10,2 (7,4)** (3) |
| | F | 498 | 485 | 497 | 480 | 510 | 432 | 487 | |
| Consom./j, kg | MC | 1,32 | 1,36 | 1,35 | 1,34 | 1,35 | 1,27 | 1,33 | |
| | F | 1,33 | 1,34 | 1,34 | 1,36 | 1,35 | 1,31 | 1,37 | |
| Ind.consom. | MC | 2,50 | 2,71 | 2,68 | 2,99 | 2,81 | 3,05 | 2,97 | 0,05 (6,1)** (4) |
| | F | 2,67 | 2,77 | 2,71 | 2,84 | 2,65 | 3,05 | 2,82 | |
| Période 50-100 kg Gain moy./j, g | MC | 716 | 688 | 744 | 675 | 709 | 570 | 693 | 16,2 (8,3)** (5) |
| | F | 681 | 680 | 690 | 631 | 679 | 609 | 667 | |
| Consom./j, kg | MC | 2,42 | 2,44 | 2,44 | 2,53 | 2,51 | 2,31 | 2,47 | |
| | F | 2,37 | 2,40 | 2,43 | 2,34 | 2,37 | 2,31 | 2,44 | |
| Ind. consom. | MC | 3,39 | 3,55 | 3,29 | 3,76 | 3,54 | 4,06 | 3,56 | 0,02 (7,9)** (5) |
| | F | 3,51 | 3,56 | 3,53 | 3,76 | 3,50 | 3,89 | 3,68 | |

(1) $S_{\bar{x}}$: écart-type de la moyenne ; entre parenthèses, coefficient de variation.

** : seuil 0,01 (effet global des traitements).

(2) MC : Mâles castrés ; F : Femelles.

(3) Contrastes significatifs (au seuil 0,10) : taux de féverole, tryptophane à 30 % de féverole, présence ou absence de niacine.

(4) Contrastes significatifs : taux de féverole (seuil 0,05), tryptophane à 30 % de féverole (seuil 0,10).

(5) Contraste significatif (seuil 0,05) : tryptophane à 30 % de féverole.

TABLEAU 6
RESULTATS GLOBAUX DE CROISSANCE, CONSOMMATION ET COMPOSITION CORPORELLE.
EXPERIENCE B.

| LOT | Témoin maïs-soja 1 | Féverole 15 % | | Féverole 30 % | | Féverole 30 % sans niacine | | SIGNIFICATION STATISTIQUE $S_{\bar{x}}$ (1) |
|---------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-------------------------------|---------------|---|
| | | - 2 | + trypt. 3 | - 4 | + trypt. 5 | - 6 | + trypt. 7 | |
| Gain moy./j, g | 616 | 600 | 618 | 566 | 605 | 518 | 584 | 9,6 (5,7) ** (3) |
| Consomm./j, kg | 1,91 | 1,96 | 1,94 | 1,94 | 1,95 | 1,87 | 1,96 | — |
| Ind. consom. | 3,12 | 3,26 | 3,14 | 3,45 | 3,22 | 3,63 | 3,36 | 0,06 (6,2) ** (4) |
| Composition corporelle : | | | | | | | | |
| % poids net (2) | | | | | | | | |
| Jambon | 22,3 | 21,9 | 21,9 | 21,3 | 21,9 | 21,8 | 21,8 | 0,22 (3,6) |
| Longe | 29,1 | 28,9 | 30,0 | 29,1 | 30,5 | 28,8 | 28,3 | 0,43 (5,5) * |
| Bardière | 16,0 | 16,2 | 16,0 | 16,6 | 14,8 | 16,0 | 16,8 | 0,50 (10,7) |
| Panne | 3,1 | 3,0 | 2,8 | 3,5 | 2,7 | 2,9 | 3,3 | 0,16 (17,8)** (5) |
| Longe/bardière | 1,83 | 1,81 | 1,89 | 1,80 | 2,14 | 1,85 | 1,70 | 0,08 (15,2) * |
| Ep. lard dorsal, mm | 28,1 | 26,1 | 28,8 | 27,2 | 24,9 | 26,4 | 27,4 | 1,13 (14,5) |

(1) $S_{\bar{x}}$: écart-type de la moyenne (12 animaux/lot) ; entre parenthèses, coefficient de variation. Seuils de signification (effet global des traitements) : ** : 0,01 ; * : 0,05.

(2) Poids moy. à l'abattage : 99,5 kg (207 jours d'âge) ; rendement des carcasses, sans tête et avec pieds, après un ressuage de 24 h : 76,7 %.

(3) Contrastes significatifs : taux de féverole (seuil 0,05), tryptophane à 30 % de féverole (seuil 0,05), présence ou absence de niacine (seuil 0,10).

(4) Contrastes significatifs (seuil 0,05) : taux de féverole, tryptophane à 30 % de féverole.

(5) Contraste significatif (seuil 0,10) : tryptophane.

(6) (rein + dos) / 2.

3. - Interaction tryptophane - niacine (lots 6 et 7)

La suppression de la niacine dans le mélange vitaminique du lot à 30 p. 100 de féverole, non supplémenté en tryptophane (lot 6), a pour effet d'entraîner une détérioration très nette du gain moyen journalier et de l'indice de consommation, durant la période totale d'engraissement dans les deux sexes. Par rapport au lot 4 et sur l'ensemble de la croissance, cet effet dépressif représente plus de 8 p. 100 pour la vitesse de croissance et plus de 5 p. 100 pour l'indice de consommation. Notons en outre que les seuls cas de mortalité (2) ou de morbidité (1) se sont produits dans le lot 6. Par contre, il a suffi de procéder à un apport supplémentaire de tryptophane, en l'absence de niacine (lot 7), pour constater une restauration des performances de croissance à un niveau assez proche de celui enregistré dans le lot 5, normalement pourvu en niacine et supplémenté en tryptophane.

4. - Evolution des paramètres sanguins en fonction de la nature du régime.

Les prélèvements de sang effectués, à 50 kg de poids vif, sur trois animaux par lot et par sexe, 6 heures après le repas du matin, avaient pour but, l'étude des concentrations en hémoglobine et en urée d'une part, des acides aminés libres d'autre part, en fonction de la nature des régimes expérimentaux.

En ce qui concerne les teneurs en hémoglobine du sang, peu de différences ont été mises en évidence suivant le sexe ou la nature du régime, hormis les valeurs des porcs du lot 6 (30 p. 100 de féverole, sans apport supplémentaire de niacine) : une carence induite en niacine diminuant les teneurs en hémoglobine du sang de 26 p. 100 en moyenne.

L'urémie est relativement constante en fonction de la nature du régime. Tout au plus, on peut signaler un ensemble de valeurs légèrement plus élevées pour les porcs femelles (en moyenne : 0,35 g par litre) par rapport aux mâles castrés (0,28 g par litre).

L'analyse des concentrations en acides aminés libres du sang est réalisée après regroupement des échantillons par lot et par sexe. La part des acides aminés indispensables et semi-indispensables (cystine, tyrosine) dans l'ensemble des composés dosés est légèrement plus importante chez les porcs femelles (40,0 contre 39,0 p. 100). Le profil des acides aminés indispensables est peu différent dans les deux sexes, mise à part une augmentation de la teneur en valine chez les mâles castrés. Les concentrations en certains acides aminés non indispensables, comme la sérine, la proline ou la glycine, sont également plus élevées dans le sang des porcs mâles castrés (augmentation moyenne de 16 p. 100). Les résultats présentés dans le tableau 7 sont une moyenne des concentrations obtenues chez les mâles castrés et chez les femelles.

TABLEAU 7

CONCENTRATIONS EN ACIDES AMINES LIBRES DU SANG SUIVANT LA NATURE DU REGIME.
EXPERIENCE B (en mg pour 100 g de sang frais) : RESULTATS à 50 kg de POIDS VIF.

| LOT | TEMOIN MAIS-SOJA | FEVEROLE 15 % | | FEVEROLE 30 % | | FEVEROLE 30 % SANS NIACINE | |
|------------------|---------------------|------------------|-------|------------------|------|-------------------------------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Ornithine | 3,11 | 2,91 | 2,82 | 2,50 | 3,02 | 2,55 | 3,99 |
| Lysine | 2,95 | 3,33 | 3,27 | 3,24 | 3,96 | 3,76 | 4,37 |
| Histidine | 1,65 | 1,59 | 1,56 | 1,40 | 1,75 | 1,35 | 1,73 |
| Arginine | 0,86 | 1,06 | 1,00 | 0,72 | 1,33 | 0,32 | 0,93 |
| Acide aspartique | 1,28 | 1,40 | 1,06 | 1,12 | 1,37 | 1,26 | 1,30 |
| Thréonine | 2,43 | 2,03 | 2,06 | 1,68 | 2,10 | 1,39 | 1,94 |
| Sérine | 3,09 | 2,55 | 2,52 | 2,24 | 2,51 | 1,65 | 2,80 |
| Asparagine | 1,00 | 1,18 | — (1) | 0,52 | 0,56 | 0,47 | 0,95 |
| Acide glutamique | 2,17 | 3,22 | 3,58 | 3,36 | 3,73 | 3,36 | 4,11 |
| Glutamine | 3,62 | 3,84 | 4,48 | 2,95 | 3,14 | 2,93 | 3,12 |
| Proline | 5,84 | 5,27 | 5,51 | 4,06 | 4,91 | 4,23 | 4,65 |
| Glycine | 8,57 | 8,21 | 8,25 | 6,55 | 7,88 | 6,47 | 8,28 |
| Alanine | 5,44 | 4,90 | 5,47 | 4,01 | 5,55 | 4,29 | 4,83 |
| Citrulline | 2,24 | 1,91 | 2,20 | 1,38 | 1,80 | 1,56 | 1,71 |
| Valine | 3,35 | 3,14 | 3,15 | 2,69 | 3,04 | 2,14 | 3,17 |
| Cystine | 0,46 | 0,52 | 0,63 | 0,66 | 0,72 | 0,72 | 0,95 |
| Méthionine | 0,60 | 0,72 | 0,73 | 0,52 | 0,60 | 0,70 | 0,70 |
| Isoleucine | 1,71 | 1,77 | 1,85 | 1,50 | 1,80 | 1,59 | 1,89 |
| Leucine | 3,96 | 4,02 | 4,01 | 3,28 | 3,91 | 3,14 | 4,17 |
| Tyrosine | 2,46 | 2,61 | 2,70 | 2,04 | 2,44 | 1,87 | 2,55 |
| Phénylalanine | 1,90 | 1,74 | 1,86 | 1,41 | 1,70 | 1,63 | 1,80 |

(1) traces non déterminables.

TABLEAU 8

PROFIL DES ACIDES AMINÉS INDISPENSABLES SUIVANT LA NATURE DU RÉGIME
(en p. 100 DES ACIDES AMINÉS INDISPENSABLES)

| LOT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Somme des acides aminés indispensables et semi-indispensables (Σ AAI) | 22,33 | 22,56 | 22,85 | 19,17 | 23,36 | 18,62 | 24,22 |
| en p. 100 de la somme des composés dosés (Σ AA) | 38,0 | 38,9 | 38,9 | 40,0 | 40,4 | 39,5 | 40,7 |
| en p. 100 de Σ AAI | | | | | | | |
| - Lysine | 13,2 | 14,8 | 14,3 | 16,9 | 16,9 | 20,2 | 18,0 |
| - Thréonine | 10,9 | 9,0 | 9,0 | 8,8 | 9,0 | 7,5 | 8,0 |
| - Ac. am. soufrés | 4,7 | 5,5 | 5,9 | 6,2 | 5,6 | 7,6 | 6,8 |
| - Valine | 15,0 | 13,9 | 13,8 | 14,0 | 13,0 | 11,5 | 13,1 |
| - Leucine | 17,7 | 17,8 | 17,6 | 17,1 | 16,7 | 16,9 | 17,2 |

● La présence de féverole dans la ration, à 2 taux d'introduction en remplacement du tourteau de soja, a pour effet d'accroître la part des acides aminés indispensables, par rapport à l'ensemble des composés dosés (tableau 8) : $\frac{\Sigma \text{AAI}}{\Sigma \text{AA}} \times 100$ augmente de 38,0 à 40,2 p. 100 quand le taux de féverole dans la ration passe de 0 à 30 p. 100. Parallèlement, le groupe des acides aminés indispensables s'enrichit surtout en lysine et en acides aminés soufrés aux dépens de la thréonine et de la valine. Les concentrations des autres acides aminés indispensables ne sont pas modifiées à la suite de l'introduction de féverole dans la ration.

Dans le groupe des acides aminés non indispensables, seules la sérine et la proline ont tendance à diminuer, au contraire de l'acide glutamique et de l'alanine, quand augmente le pourcentage de féverole dans le régime : cette évolution est à rapprocher de la composition en acides aminés des matières premières considérées (maïs, féverole, tourteau de soja).

● A 15 p. 100 de féverole dans la ration, la supplémentation du régime en tryptophane ne modifie, dans le groupe des acides aminés indispensables, que la lysine qui diminue faiblement, en valeur absolue (tableau 7) ou par rapport à l'ensemble des acides aminés indispensables (tableau 8). Cette diminution est d'ailleurs plus prononcée chez les mâles castrés que chez les femelles. De la même façon, la supplémentation en tryptophane accroît les teneurs sanguines en certains acides aminés non indispensables (acide glutamique, proline, alanine).

A 30 p. 100 de féverole dans la ration, l'ensemble des composés dosés, acides aminés indispensables ou non, est plus élevé après supplémentation du régime en tryptophane. Cette tendance se retrouve également quand le régime ne contient pas de complément en niacine. Le profil des acides aminés indispensables (tableau 8) n'est que peu modifié après supplémentation. Toutefois, il s'avère qu'elle induit une diminution sensible de la lysine chez les femelles.

● La carence partielle en niacine, qui accentue le déficit en tryptophane du régime (lot 6), a pour principal effet d'accroître les teneurs relatives en lysine libre de sang chez les mâles castrés comme chez les femelles : par rapport au témoin, cette augmentation s'établit, en moyenne, à 53 p. 100.

Un apport supplémentaire de tryptophane réduit partiellement cette accumulation relative de lysine (tableau 8).

En résumé, l'introduction de féverole supplémentée ou non en tryptophane ne modifie que très peu les valeurs des paramètres sanguins étudiés. Ce n'est que dans le cas d'une carence partielle en niacine que le taux d'hémoglobine baisse d'une façon importante. En ce qui concerne les acides aminés libres, il s'avère que la valeur relative de la lysine par rapport aux autres acides aminés indispensables $\frac{\text{lysine} \times 100}{\Sigma \text{AAI}}$ représente,

dans les conditions de l'expérience, un bon témoin de l'état nutritionnel des animaux : son augmentation traduit une mauvaise utilisation des acides aminés alimentaires pour la synthèse protéique, donc une diminution de croissance.

DISCUSSION

Les résultats de la présente étude confirment nos observations antérieures (HENRY et BOURDON, 1973), qui ont permis de conclure à la possibilité d'introduire 15 p. 100 de féverole entière dans la ration du porc en croissance-finition, en remplacement de la moitié des protéines de soja complémentaires. Cette substitution partielle du tourteau de soja par la féverole se traduit dans le cas présent par une légère diminution de la vitesse de croissance (- 3 %) et un accroissement correspondant de l'indice de consommation (+ 4 p. 100), expliqué en partie par une diminution de la valeur énergétique du régime en présence de féverole (- 2,5 p. 100 par rapport au témoin maïs-tourteau de soja).

Si l'on compare, dans l'expérience B, les performances enregistrées sur les femelles et sur les mâles castrés, on peut s'étonner du comportement particulier de ces derniers qui réagissent plus défavorablement à l'augmentation du taux de féverole durant la première phase de croissance. Ils présentent par ailleurs une détérioration de la qualité de leurs carcasses. Ces effets s'expliquent par la sévérité du plan de rationnement suivi au cours de cette période, auquel les castrats sont plus sensibles.

L'intérêt de la présente étude a été surtout de montrer que l'un des facteurs limitants de l'utilisation de la féverole à dose massive par le porc en croissance, en complément des céréales, réside dans le risque d'apparition d'une déficience en tryptophane. Ce risque est d'autant plus prononcé que le taux d'introduction de féverole est plus élevé et que la céréale elle-même est plus pauvre en tryptophane, ce qui est le cas du maïs vis-à-vis de l'orge et du blé. Il semble par ailleurs que la teneur en tryptophane des protéines de féverole soit en relation inverse avec le pourcentage en protéines de la graine.

L'influence favorable d'une supplémentation en tryptophane, que nous avons déjà eu l'occasion de mettre en évidence chez le porc en croissance (HENRY et PASTUSZEWSKA, 1976), s'est ainsi exercée à partir d'une concentration de 0,13 p. 100 en croissance et 0,11 en finition, c'est-à-dire à des taux correspondant aux normes proposées par le N.R.C. (1973). Ces recommandations paraissent sous-estimées si l'on en juge par les travaux réalisés récemment dans notre laboratoire (données non publiées), montrant que le besoin en tryptophane du porcelet après sevrage, entre 15 et 40 kg de poids vif, est de l'ordre de 0,15 p. 100 d'une ration à base de protéines de hareng de Norvège et contenant 0,06 p. 100 de L. tryptophane sous forme libre, donc parfaitement disponible. Dans le cas présent, les régimes supplémentés à 30 p. 100 de féverole renferment 0,16 p. 100 en croissance et 0,13 en finition. En présence de 15 p. 100 de féverole, le taux de 0,18 p. 100 de tryptophane pendant la phase initiale de la croissance semble entraîner une légère amélioration des performances chez les femelles, ce qui incite à s'interroger sur la disponibilité du tryptophane et de la niacine dans la graine de féverole. De plus, compte tenu de la différence de réponse selon le sexe, on est tenté de conclure à un besoin en tryptophane plus élevé chez la femelle que chez le mâle castré, comme pour les autres acides aminés indispensables (HENRY et al., 1974).

L'absence de réponse des porcs de l'expérience A, durant la phase de finition, à une supplémentation en tryptophane n'a rien de surprenant. En effet, le taux azoté est maintenu à un niveau élevé durant la totalité de la période d'engraissement et les animaux sont nourris à volonté.

Un point important à noter est l'influence favorable d'une supplémentation en tryptophane du régime à 30 p. 100 de féverole sur les caractéristiques finales des carcasses à l'abattage. Il est bon de préciser à ce sujet que l'introduction de la féverole dans la ration a pour conséquence d'atténuer l'effet propre du maïs sur le dépôt de lipides, tant par l'activité lipogénique de la fraction amyliacée que par l'importance des acides gras polyinsaturés, et ceci d'autant plus que le tryptophane permet une meilleure utilisation des protéines alimentaires pour la formation des tissus maigres.

Sur le plan pratique, il apparaît possible de corriger le déficit en tryptophane d'un régime à base de féverole par un ajustement de la teneur en cet acide aminé, grâce à un apport complémentaire de tourteau de soja. C'est ce qui est réalisé dans une étude de BOURDON et PEREZ (1976), portant sur l'incorporation de 30 p. 100 de féverole ou de pois, dont les protéines sont également déficientes en tryptophane. Les performances obtenues dans ces conditions sont comparables à celles observées avec un régime témoin à base de

tourteau de soja seul. On peut envisager par ailleurs d'associer à la féverole une source azotée naturellement bien pourvue en tryptophane : c'est le cas notamment des protéines de feuilles et de luzerne en particulier, mais, compte tenu des risques d'interférence au niveau des autres constituants (cellulose, pigments...), des essais complémentaires sont nécessaires pour apprécier l'intérêt de ce type de complémentation pour le porc.

EN CONCLUSION, la supplémentation de la féverole par le tryptophane, dans le régime du porc en croissance, contribue à lever de façon très notable certaines contraintes liées à son taux d'incorporation dans la ration. Il est ainsi possible d'envisager un remplacement total des protéines de soja complémentaires par celles de féverole, essentiellement en période de finition, correspondant à un taux d'introduction de 30 p. 100 au lieu de 15 p. 100, initialement recommandé, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des traitements particuliers comme le décortiquage ou les traitements thermiques, hormis la granulation. L'utilisation de tels régimes à taux élevé de féverole, à condition d'être correctement équilibrés en tryptophane, permet, en dehors de l'amélioration de la croissance et de l'efficacité alimentaire, d'obtenir des porcs à faible état d'engraissement dans les conditions habituelles du rationnement.

REMERCIEMENTS

A M.R. PION, Laboratoire d'Etude du Métabolisme Azoté, C.R.V.Z., THEIX, 63110 BEAUMONT, qui a bien voulu assurer le dosage du tryptophane dans les aliments,
au personnel de la F.A.M.E., I.N.R.A., LA MINIERE 78000 - GUYANCOURT pour la fabrication des régimes.

BIBLIOGRAPHIE

- BOURDON D., PEREZ J.M., 1976 - Utilisation comparée du pois et de la féverole par le Porc en croissance. Journées Rech. Porcine en France, INRA-ITP éd. Paris (sous presse).
- HENRY Y., 1971 - Essai de prévision de la valeur en énergie digestible des aliments pour le porc, à partir de leurs teneurs en constituants membranaires. Journées Rech. Porcine en France, 57-64, INRA-ITP éd., Paris.
- HENRY Y., BOURDON D., 1972 - Essai de remplacement du tourteau de soja par la féverole dans l'alimentation du porc en croissance-finition. Journées Rech. Porcine en France 175-183, INRA-ITP éd., Paris.
- HENRY Y., BOURDON D., 1973 - Utilisation digestive de l'énergie et des matières azotées de la féverole sous forme entière ou décortiquée, en comparaison avec le tourteau de soja. Journées Rech. Porcine en France, 105-114, INRA-ITP éd., Paris.
- HENRY Y., DUEE P.H., RERAT A., 1976 - Isoleucine requirement of the growing pig and leucine-isoleucine interrelationship. J. Anim. Sci. (in press).
- HENRY Y., PASTUSZEWSKA B., 1976 - Conséquences d'une déficience d'un régime en tryptophane chez le Porc sur le niveau d'ingestion et les performances de croissance, Ann. Zootech. 25 (sous presse).
- LEUILLET M., BOUARD J.P., 1973 - Etude de la féverole associée au blé dans l'alimentation du Porc en croissance-finition. Journées Rech. Porcine en France, 123-127, INRA-ITP éd., Paris.
- N.R.C. 1973 - Nutrient requirements of swine, Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council, Washington D.C.
- PASTUSZEWSKA B., DUEE P.H. HENRY Y., BOURDON D., JUNG J., 1974 - Utilisation de la féverole entière et décortiquée par le Porc en croissance : digestibilité et disponibilité des acides aminés. Ann. Zootech., 23, 537-554.
- PION R., PRUGNAUD J., HENRY Y., RERAT A., 1971. Influence de la teneur en thréonine du régime sur l'aminocidémie libre du porc en croissance. Xème Congrès Internat. Zootech., Versailles.
- SCHEFFE H., 1967 - The analysis of variance, p. 66-72, WILEY ed., Londres.