

A 8211

VALEUR ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉE, CHEZ LE PORC, D'UN TOURTEAU DE COLZA FRANÇAIS A FAIBLE TENEUR EN GLUCOSINOLATES ET DÉPELLICULÉ

Comparaison avec un tourteau de colza commercial normal

D. BOURDON (1), Pascale QUÉRÉ (2) (**), J.J. BAUDET (3) (*)

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

(2) Université de Rennes - U.E.R. Sciences Biologiques - Laboratoire de Physiologie des Régulations — 35000 RENNES

(3) C.E.T.I.O.M. - Services d'Études et Recherches - Section Technologie — Rue Monge — 33600 PESSAC

INTRODUCTION

Le tourteau de colza constitue une source de protéines bien équilibrées en acides aminés indispensables, relativement aux besoins du porc (PION, 1971 ; JUNG, 1976 ; DUEE, 1980). Mais il renferme différents composés toxiques dérivés des glucosinolates : I.T.C. - V.T.O., Nitriles, dont l'action néfaste est bien connue chez le porc, espèce particulièrement sensible. En outre la teneur élevée en cellulose (11 à 16 p.cent) réduit sa digestibilité et sa valeur énergétique. Dans ces conditions, le taux d'introduction d'un tourteau de colza commercial normal se limite à 5-10 % dans les aliments pour le porc à l'engrais.

Nous avons pu montrer que le tourteau de colza est susceptible d'améliorations de sa valeur alimentaire par voie génétique (réduction de la teneur en glucosinolates) et/ou technologique (réduction de la teneur en constituants membranaires par dépéliculage des graines avant trituration) (BOURDON et BAUDET, 1979).

En outre les résultats d'une récente expérience en lots sur porc à l'engrais (BOURDON et al., 1981) nous ont permis de mettre en évidence les possibilités d'utilisation accrue de ces nouveaux types de tourteaux de colza Zérothio français normal et dépéliculé, soit 20 % au sein d'un régime à base de maïs contre 10 % pour un tourteau de colza commercial normal. Si les résultats obtenus sont encourageants, il est toutefois nécessaire de mieux définir pour le porc, la valeur alimentaire de ces nouveaux tourteaux de colza afin de préciser leurs conditions d'utilisation et l'intérêt économique éventuel de tels produits, compte tenu du faible nombre de références disponibles.

C'est pourquoi nous avons réalisé une expérience de digestibilité chez le porc en finition en vue d'estimer la valeur énergétique et azotée de 3 types de tourteaux de colza utilisés dans l'expérience en lots :

- un tourteau de colza commercial normal ;
- un tourteau de colza Zérothio français normal ;
- un tourteau de colza Zérothio français normal dépéliculé (1).

(1) Les 2 tourteaux de Colza Zérothio Français normal et dépéliculé sont issus du même lot de graines de colza.

* Avec la collaboration technique de Annick BLANCHARD, Y. LEBRETON, R. LEVREL, A. ROGER et Louise TOULLEC.

** Stagiaire de D.E.A.

I – MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. – Nature et références des matières premières

La composition du maïs et des différents tourteaux est rapportée au tableau 1.

TABLEAU 1
COMPOSITION CHIMIQUE DES MATIÈRES PREMIÈRES

MATIÈRE PREMIÈRE	MAÏS A 868	TOURTEAUX DE COLZA		
		COMMERCIAL	ZÉROTHIO FRANÇAIS	
			NORMAL	DÉPELLICULÉ
Composition %				
– matière sèche	88,30	90,00	89,55	90,17
% matière sèche				
– matières azotées (N x 6,25)	11,46	38,97	37,91	42,12
– matières grasses	3,18	2,7	2,46	7,23
– cendres	2,31	7,46	7,51	7,51
– Cellulose brute	2,81	12,18	15,41	6,94
Facteurs antinutritionnels teneurs exprimées en mg/g de matière sèche délipidée				
– I.T.C.	–	2,22	0,85	1,48
– V.T.O.	–	5,18	1,58	2,38

Les résultats d'analyse chimique exprimés en pourcentage de la matière sèche font ressortir l'accroissement de la teneur en protéines du tourteau Zérothio français dépelliculé (42,12 %) et la réduction de moitié environ de la teneur en cellulose brute (6,94 %), par rapport au tourteau Zérothio normal, dont les teneurs en protéines et en cellulose brute sont respectivement de 37,91 et 15,41.

En outre le taux de lipides résiduels du tourteau Zérothio dépelliculé reste plus élevé (7,23 %), que celui des deux autres types de tourteaux (2,7 % pour le commercial normal et 2,46 % pour le Zérothio normal).

Les teneurs en facteurs toxiques (I.T.C. - V.T.O.) exprimées en mg/g de matière sèche délipidée apparaissent également plus importantes pour le tourteau Zérothio dépelliculé (1,48 mg d'I.T.C. et 2,38 mg de V.T.O.) que pour le tourteau Zérothio normal (0,85 mg d'I.T.C. et 1,58 mg de V.T.O.) du fait de la concentration des glucosinolates au niveau de l'amande, en raison de l'absence de téguments.

La composition en acides aminés des tourteaux, a été déterminée par chromatographie sur colonne échangeuse d'ions, par DUEE, 1980, dans les conditions analytiques décrites par PION et FAUCONNEAU (1966), les acides aminés soufrés étant oxydés au préalable par l'acide performique.

Les teneurs en acides aminés des tourteaux de colza sont comparés à celle d'un tourteau de soja 50 pris comme référence. Les résultats sont mentionnés au tableau 2.

TABEAU 2
COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DES TOURTEAUX DE COLZA (DUEE P.H., 1980) *
ET D'UN TOURTEAU DE SOJA 50 DE RÉFÉRENCE (JUNG, 1976) – (en pourcentage de la matière sèche)

TYPE DE TOURTEAU	TOURTEAUX DE COLZA			TOURTEAU DE SOJA 50
	COMMERCIAL NORMAL	ZÉROTHIO FRANÇAIS NORMAL	ZÉROTHIO FRANÇAIS DÉPÉLICULÉ	
- Acide aspartique	3,00	2,77	3,29	5,81
- Thréonine	1,72	1,61	1,82	2,02
- Serine	1,74	1,65	1,86	2,57
- Acide glutamique	7,01	6,78	8,35	9,18
- Proline	2,55	2,35	2,83	2,85
- Glycine	2,18	2,01	2,18	2,18
- Alanine	1,94	1,89	2,27	2,26
- Valine	2,38	2,17	2,51	2,57
- Isoleucine	1,77	1,68	1,92	2,54
- Leucine	2,85	2,73	3,28	3,86
- Tyrosine	1,45	1,36	1,60	1,94
- Phenylalanine	1,70	1,56	1,90	2,62
- Lysine	2,24	1,98	2,46	3,16
- Histidine	0,97	1,02	1,11	1,43
- Arginine	2,38	2,39	2,85	3,65
- Méthionine	0,77	0,81	0,87	1,02
- Cystine	0,95	0,89	1,07	0,78
- Matière sèche sur produit broyé	93,88	92,94	93,76	-

* Après rebroyage et hydrolyses pendant 24 h et 48 h + oxydation performique pour les acides aminés soufrés.

2) Composition des régimes

Le régime témoin, correspondant au lot 1, renferme 95 % de maïs seul, simplement supplémenté en minéraux-vitamines.

TABEAU 3
COMPOSITION DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX

RÉGIME *	MAÏS SEUL	T. COLZA COMMERCIAL NORMAL	T. COLZA OTHIO FRANÇAIS NORMAL	T. COLZA OTHIO FRANÇAIS DÉPÉLICULÉ
LOT	1	2	3	4
Composition %				
- Maïs	91	81	71	71
- T. colza commercial normal	-	10	-	-
- T. colza Othio français normal	-	-	20	-
- T. colza Othio français dépelliculé	-	-	-	20
- Mélange minéral (1)	5	5	5	5
- Prémélange vitaminique (2) à base de maïs	4	4	4	4
TOTAL	100	100	100	100
Résultats d'analyse				
- Matière sèche %	88,40	88,55	88,62	88,52
% matière sèche				
- Matières azotées	10,79	13,27	15,59	16,51
- Cendres	6,46	5,96	6,79	6,81
- A.D.F.	3,65	5,25	8,56	5,28
- Cellulose brute	2,66	3,48	4,35	3,56
- Énergie brute Kcal/kg M.S.	4.185	4.242	4.283	4.325

* Régimes présentés sous forme de farine

(1) Mélange minéral : Quantité en g pour 100 kg aliment.

Phosphate bicalcique hydraté : 2.500 ; Craie broyée : 1.822,8 ; Sel marin : 500 ; Sulfate de zinc : 61,0 ; Sulfate de Fer : 83,0 ; Sulfate de Manganese : 23,48 ; Sulfate de cuivre : 8,8 ; Iodure de potassium : 0,08 ; Sélénite de sodium : 0,04 ; Sulfate de cobalt : 0,8 ;

(2) Prémélange vitaminique à base de maïs : Quantité en g pour 100 g d'aliment.

Vitamine A (500 000 UI/g) : 1,0 ; Vitamine D₃ (100 000 UI/g) : 1,0 ; Vitamine K₃ (25 %) : 0,8 ; Vitamine B₂ : 0,4 ; Acide nicotinique : 2,0 ; Pantothénate de calcium : 1,0 ; Concentrat de vitamine B₁₂ (500 mg/kg) : 4,0 ; Concentrat de biotine (10 g/kg) : 1,3 ; Concentrat de choline (50 %) : 103,0 ; Maïs : 3.885,5 ;

Pour les régimes expérimentaux, le tourteau de colza commercial est introduit au taux de 10 % alors que les tourteaux Zérothio français normal et dépelliculé le sont à un taux double (20 %), en remplacement d'une fraction équipondérale de maïs. Les régimes dont la composition est rapportée au tableau 3 sont présentés sous forme de farine.

3. – Animaux - schéma expérimental

16 porcs mâles castrés de race LARGE WHITE, d'un poids vif moyen initial de 59,8 kg et de 121 jours d'âge moyen sont répartis selon un schéma en blocs complets randomisés qui est le suivant :

- Lot 1 - Régime témoin (RB) maïs seul,
- Lot 2 - RB + 10 % de tourteau de colza commercial normal,
- Lot 3 - RB + 20 % de tourteau de colza Zérothio français normal,
- Lot 4 - RB + 20 % de tourteau de colza Zérothio français dépelliculé.

MODE DE CONDUITE DE L'EXPÉRIENCE

Après une période d'accoutumance aux cages à métabolisme de 8 à 10 jours, les animaux subissent une période de précollecte de 7 jours durant laquelle ils reçoivent leurs régimes expérimentaux et sont ensuite soumis à une période de collecte de 10 jours consécutifs où l'on procède ensuite à la collecte journalière des fèces et des urines.

Ils sont alimentés à raison de 2 repas par jour sous forme humide et reçoivent en outre un repas d'eau seule en fin de matinée.

Les animaux sont pesés individuellement en début et fin de chacune des périodes. Les quantités réelles d'aliment ingéré sont déterminées journallement avec détermination de la matière sèche des refus éventuels.

La détermination de la valeur énergétique et azotée des tourteaux est calculée par différence selon la méthode de substitution après mesure de digestibilité directe selon une technique déjà écrite, (BOURDON et HENRY, 1973).

II – RÉSULTATS - DISCUSSION

a) Croissance - consommation

Compte tenu de la brièveté de la période expérimentale de collecte (10 jours) les résultats de croissance - consommation présentés au tableau 4 ne le sont qu'à titre indicatif. Les régimes simplifiés à base de maïs, renfermant 10 à 20 % de tourteau de colza, comme seule source de protéines complémentaires, non rééquilibrées en protéines et/ou en acides aminés sont distribués en humide dans le cas de la présente expérience. A cet égard, il est bon de signaler que les régimes renfermant 20 % de tourteau de colza Zérothio français normal et dépelliculé ont été assez mal consommés (refus fréquents et importants) durant les 7 premiers jours de distribution correspondant à la période de précollecte. En revanche, durant la période de collecte de 10 jours, après accoutumance des animaux aux régimes, ils furent bien acceptés. Nous n'avons pas rencontré les mêmes difficultés au cours de l'expérience précédente en lots (BOURDON et al., 1981), réalisée avec des régimes équilibrés renfermant les mêmes tourteaux introduits à taux identique. La différence essentielle réside dans le fait que les régimes étaient présentés sous forme de granulés, distribués à sec. Il est possible d'émettre l'hypothèse d'une interaction entre l'acceptabilité d'un régime renfermant un tourteau de colza détoxifié à taux élevé 20 % et le mode de présentation du régime, la forme humide en soupe étant moins bien acceptée que le granulé à sec.

liaison avec l'accroissement de la teneur en cellulose brute des régimes. Toutefois cette diminution n'atteint le seuil de signification statistique ($P < 0,01$) qu'avec l'introduction de 20 % de tourteau de colza Zérothio français normal (lot 3), en raison d'un accroissement de la teneur en cellulose brute du régime 4,35 % contre 2,66 % dans le régime témoin lot 1 maïs seul.

2) UTILISATION DE L'AZOTE

Sur le plan de la digestibilité de l'azote, c'est le régime renfermant 20 % de tourteau de colza Zérothio français dépêliculé (lot 4) qui est significativement le mieux utilisé (valeur de C.U.D.a N de 84,45 %, différant des autres valeurs au seuil ($P < 0,05$)). Le régime renfermant 20 % de tourteau de colza Zérothio français normal (lot 3), avec une valeur de C.U.D.a N de 80,38 % est un peu moins bien utilisé, alors que le régime renfermant seulement 10 % de tourteau de colza commercial normal fournit le C.U.D.a N le plus faible 79,6 %, sans relation directe avec le taux de cellulose brute du régime. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus chez le rat par VERMOREL et al., 1977, 1978 et ceux de BOURDON et BAUDET, 1979 relatifs au porc en croissance, avec des produits similaires. En effet, la réduction de la teneur en constituants membranaires par dépêliculage, provoque en outre la disparition d'une grande partie des tanins, phénomènes conjoints qui améliorent significativement la digestibilité de la fraction protéique du tourteau de colza non seulement partiellement détoxifié mais également dépêliculé.

L'augmentation hautement significative de la quantité d'azote retenu en g/j respectivement 9,42 g et 9,53 g dans lots 3 et 4 par rapport au lot 1 témoin à base de maïs seul (5,14) est également supérieure à celle du lot 2 (7,46). Elle est en relation directe avec la teneur en protéines des régimes soit respectivement 15,6 et 16,5 % pour les régimes 3 et 4 contre 13,3 % et 10,8 % pour les régimes 1 et 2. En revanche les coefficients de rétention (C.R.N.) et d'utilisation pratique (C.U.D. N), de l'azote ont des valeurs similaires quel que soit le régime. Ces valeurs sont faibles étant donné que ces régimes de type simplifié pour des raisons expérimentales, ne sont pas rééquilibrés ni en azote, ni en acides aminés.

c) Valeur énergétique et azotée des différents types de tourteaux de colza.

Les résultats obtenus pour le maïs et les tourteaux de colza sont figurés au tableau 5.

TABLEAU 5
VALEUR ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉE DU MAÏS (A868)
ET DES TOURTEAUX DE COLZA COMMERCIAL NORMAL, ZÉROTHIO FRANÇAIS NORMAL OU DÉPÊLICULÉ

MATIÈRE PREMIÈRE	MAÏS (A 868)	T. COLZA COMMERCIAL NORMAL	T. COLZA OTHIO FRANÇAIS NORMAL	T. COLZA OTHIO FRANÇAIS DÉPÊLICULÉ
Composition %				
- Matière sèche	88,30	90,00	89,55	90,17
- Cendres % M.S.	2,31	7,46	7,51	7,59
- Matières azotées (N x 6,25) % M.S.	11,46	38,97	37,91	42,12
- Matières grasses % M.S.	3,18	2,70	2,46	7,23
- Cellulose brute % M.S.	2,81	12,18	15,41	6,94
Valeur énergétique				
- Énergie brute (Kcal/kg M.S.)	4.466	4.630	4.664	4.900
- Énergie digestible (Kcal/kg M.S.)	3.887	3.569	3.462	4.181
	± 18 (0,9) *	± 272 (15,2)	± 58 (3,3)	± 15,2 (7,3)
- C.U.D.a Énergie	87,03	77,08	74,23	85,33
Digestibilité de l'azote				
- C.U.D.a azote	80,93	76,12	79,72	88,15
	± 1,10 (2,7)	± 4,07 (10,7)	± 1,00 (2,5)	± 2,11 (4,8)

* ± S \bar{x} Écart type de la moyenne (coefficient de variation).

VALEUR ÉNERGÉTIQUE

1. – Valeur E.D.a du maïs

A partir des résultats bruts de digestibilité, obtenus par mesure directe chez le porc en finition, avec le régime simplifié à base de maïs seul simplement supplémenté en minéraux et vitamines (lot 1), il est possible de calculer la valeur en E.D.a du maïs qui s'élève à 3887 Kcal/kg de matière sèche. La valeur en énergie digestible apparente de ce maïs inférieure de 2 % à la valeur standard en énergie digestible (3.950 Kcal/kg de matière sèche), habituellement retenue est explicable par la présence d'impuretés dans le lot de maïs utilisé (teneur en cellulose brute légèrement plus élevée).

2. – Valeur E.D.a des 3 types de tourteaux de colza

Le calcul des valeurs en énergie digestible apparente (E.D.a) des 3 types de tourteaux de colza est réalisable après mesure directe de digestibilité des régimes 2, 3 et 4 renfermant respectivement 10 % de tourteau de colza commercial normal, 20 % de tourteau de colza Zérothio français normal et 20 p. cent de tourteau de colza Zérothio français dépelliculé. A partir de la valeur en énergie digestible apparente (E.D.a), trouvée pour le maïs, par différence, selon la méthode de substitution, les résultats d'énergie digestible et les coefficients d'utilisation digestive de l'énergie correspondant pour les 3 types de tourteaux de colza commercial normal, Zérothio français normal et dépelliculé sont respectivement de 3569 ; 77,08 – 2462 ; 74,23 – 4181 ; 85,33.

Pour des teneurs en cellulose brute et en lipides résiduels voisines de celles du tourteau de colza commercial étudié (de 12,18 et 2,7 % de la matière sèche, respectivement), les valeurs citées dans les tables alimentaires pour le porc exprimées en énergie digestible, en Kcal par kg de matière sèche sont légèrement inférieures à celle de 3569 trouvées dans notre étude : 3328 (N.R.C., 1973), 3310 et 3328 (Atlas N.A.S., 1971), 3133 (A.E.C., 1978). En revanche, MAY et BELL (1971) estiment à 3255 et 3435 Kcal E.D./kg M.S., les valeurs en énergie digestible d'un tourteau de colza normal, renfermant 14,18 % de cellulose brute et 2,16 % de matières grasses et BAYLEY et HILL (1975) à 3670 et 3470 Kcal l'énergie digestible de tourteaux à 10,3 et 15,4 de cellulose brute et à 4,4 et 2,6 % de matières grasses respectivement.

Le tourteau de colza Zérothio français normal (15,41 % de cellulose brute et 2,46 % de matières grasses) présente une valeur en énergie digestible de 3462/kg de M.S. voisine, de celles indiquées par MAY et BELL (1971) et BAYLEY et HILL (1975) pour un tourteau de colza normal de composition identique, ou de celles d'un tourteau à faible teneur en glucosinolates BRONOWSKY ou traité selon le procédé STARON (BORGIDA et TOLLIER, 1976) : cette valeur est néanmoins nettement inférieure à celle de 3828 déterminée par BOURDON et BAUDET (1979) pour un tourteau de colza Zérothio français de type pression un peu moins riche en cellulose brute (13,6 %) et renfermant une teneur double en matières grasses résiduelles (5,8 %).

L'amélioration apportée par la réduction de la teneur en thioglucosides sur le contenu énergétique du tourteau de colza, constatée par BOURDON et BAUDET (1979), n'est pas mise en évidence dans cette expérience. Le calcul de l'énergie digestible du tourteau Zérothio français (incorporé dans les régimes au taux de 12 et 24 %) et du tourteau Primor normal à forte teneur en glucosinolates (incorporé au taux de 8 et 16 %) mettait en évidence une augmentation de 30 % de celle-ci et de 28 % du C.U.D.a de l'énergie, pour des teneurs en cellulose et en lipides des tourteaux semblables. Les résultats obtenus dans la présente expérience apparaissent plus conformes à ceux de VERMOREL et al. (1977-1978) qui n'avait pas constaté chez le rat d'effet particulier de la réduction de la teneur en glucosinolates sur l'utilisation digestive de l'énergie du tourteau de colza.

Le point le plus important est l'accroissement de l'utilisation digestive de l'énergie du tourteau de colza Zérothio français après dépelliculage, soit environ 20 %, (4181 Kcal/kg de matière sèche) contre 3462 Kcal/kg de matière sèche pour le tourteau de colza Zérothio normal, parallèlement à une réduction de 8,47 points du taux de cellulose brute. Cette amélioration de la

teneur en énergie digestible du produit apparaît supérieure aux 16 % mis en évidence par BOURDON et BAUDET (1979) pour une réduction de teneur en cellulose brute moindre 5,32 points. En outre, il faut noter la teneur élevée en lipides résiduels 7,23 % du tourteau de colza Zérothio français dépelliculé utilisée dans cette expérience, en regard de la teneur du tourteau de colza Zérothio français normal qui est seulement de 2,46 % ce qui accroît d'autant l'écart de valeur en énergie digestible entre les deux tourteaux.

Néanmoins, les valeurs en énergie digestible déterminées dans la présente expérience pour le tourteau de colza Zérothio français normal 3462 Kcal/kg M.S. est proche de celle que nous avons estimée par calcul pour le même type de tourteau 3500 Kcal/kg M.S., BOURDON et BAUDET (1979) en dépit de teneurs en cellulose et en lipides légèrement plus élevées (15,41 % et 2,46 %, contre 13 % et 1 % respectivement). De même pour le tourteau de colza Zérothio français dépelliculé, si l'on corrige la valeur en énergie digestible obtenue 4181 Kcal/kg de M.S. de 60 Kcal par point de lipide supplémentaire par rapport au même type de tourteau ramené à 1 % de lipides environ, on arrive à une valeur de 3807 Kcal/kg de matière sèche voisine de celle que nous avons estimée par calcul 3750 Kcal/kg de matière sèche pour le même type de tourteau à teneur légèrement plus élevée en cellulose brute 9 % contre 6,94 % dans la présente expérience.

La seule valeur en énergie digestible qui apparaît nettement plus élevée est celle déterminée pour le tourteau de colza commercial normal 3569 Kcal/kg de matière sèche seulement explicable par le faible niveau d'incorporation de ce type de tourteau dans le régime, 10 % contre 20 % pour les tourteaux Zérothio français normal et dépelliculé. En effet nous nous sommes volontairement placés à des taux d'utilisation équivalents à ceux utilisés dans l'expérience en lots (BOURDON et al., 1981).

VALEUR AZOTÉE - DIGESTIBILITÉ DE L'AZOTE

Les valeurs estimées du C.U.D. a des matières azotées, déterminées à l'issue de cet essai sont de 76,12 % pour le tourteau de colza commercial normal, de 79,72 % pour le tourteau de colza Zérothio français normal et 88,15 % pour le Zérothio français dépelliculé. L'amélioration significative du C.U.D. a de l'azote enregistré avec les tourteaux de colza à faible teneur en glucosinolates et dépelliculé respectivement de 5 % et 16 % par rapport au tourteau de colza commercial normal confirme les observations antérieures de VERMOREL et al., 1977, 1978 chez le rat et de BOURDON et BAUDET, 1979 chez le porc en croissance. Les valeurs observées sont en accord avec les résultats obtenus chez le porc avec des tourteaux de colza à faible teneur en glucosinolates (DELORT-LAVAL et BORGIDA, 1971 ; BORGIDA et TOLLIER, 1976 ; BORGIDA VIROBEN, 1976 ; SALO, 1980).

CONCLUSION

Compte-tenu des progrès réalisés, dans l'amélioration génétique du colza au plan agronomique (obtention de variétés à faible teneur en glucosinolates), et dans le traitement technologique, on obtient :

- un tourteau mieux accepté par le porc,
- un tourteau dont la valeur nutritionnelle est améliorée de façon importante.

Nous confirmons dans cette étude, par détermination de la valeur énergétique et azotée de ces nouveaux types de tourteaux de colza, leurs possibilités accrues d'utilisation chez le porc à l'engrais comme nous l'avons montré dans une récente étude (BOURDON et al., 1981).

REMERCIEMENTS :

A Messieurs B. GIBOULOT, H. ROY et au personnel de la Fabrique des mélanges alimentaires expérimentaux de la Minière (I.N.R.A. Guyancourt) pour la collecte des matières premières et la fabrication des régimes expérimentaux.

Ce travail a reçu le soutien de la Direction à la Recherche Scientifique et Technique (Convention n° 79 7 0366).

BIBLIOGRAPHIE

- A.E.C., 1978. Tables d'Alimentation Animale. Énergie, acides aminés, vitamines, minéraux. Document n° 4. COMMENTRY, FRANCE.
- BAYLEY H.S., HILL D.C., 1975. J. Anim. Sci., **55**, 223-232.
- BAYLEY H.S., SUMMERS J.D., 1975. Can. J. Anim. Sci., **55**, 441-450.
- BAYLEY H.S., CHO C.Y., SUMMERS J.D., 1969. Can. J. Anim. Sci., **49**, 367-373.
- BELL J.M., 1975. Can. J. Anim. Sci., **55**, 61-70.
- BORGIDA L.P., TOLLIER M.T., 1976. Ann. Zootech. **25** (4), 471-483.
- BORGIDA L.P., VIROBEN G., 1976. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 81-86.
- BOURDON D., BAUDET J.J., 1979. Journées Rech. Porcine en France, **11**, 283-290.
- BOURDON D., HENRY Y., 1973. Journées Rech. Porcine en France, **5**, 105-114.
- BOURDON D., PEREZ J.M., BAUDET J.J., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 163-178.
- DELORT-LAVAL J., BORGIDA L.P., 1971. Journées Rech. Porcine en France, **3**, 105-108.
- DUÉE P.H., 1980. Communication personnelle - Résultats non publiés.
- HENRY Y., BOURDON D., 1973. Journées Rech. Porcine en France, **5**, 71-80.
- JUNG J., 1976. Communication personnelle. Résultats non publiés.
- JUST A., JORGENSEN H., FERNANDEZ J., 1979. The digestibility, ME and NE content of individual feedstuffs for pigs. Communication personnelle.
- MAY R.W., BELL J.M., 1971. Can. J. Anim. Sci., **51**, 271-278.
- N.A.S., 1971. Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds, Committee on feed composition Research Branch, Depart. of Agric., Washington, 772 p.
- N.R.C., 1973. Nutrient requirement of domestic animals, n° 2, Nutrient requirements of swine. Publ. National Academy of Science. National Research Council, Washington D.C.
- PION R., 1971. Ind. Alim. Anim., **6**, 29-36.
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966. Les acides animés des protéines alimentaires. Méthodes de dosage et résultats obtenus. Cahier n° 6 Amino. Acides peptides, protéines, 157-175, A.E.C. éd. Commenry.
- QUERE Pascale, 1981. Contribution à l'étude de la valeur nutritive de nouveaux types de tourteaux de colza pour le porc à l'engrais : Influence de la diminution de la teneur en glucosinolates et du dépelliculage. Rapport D.E.A. - U.E.R. Sciences Biologiques - Laboratoire de Physiologie des régulations. Université de Rennes, 43 pages.
- SABEN H.S., BOWLAND J.P., HARDIN R.T., 1971. Can. J. Anim. Sci., **51**, 419-425.
- SABEN H.S., BOWLAND J.P., HARDIN R.T., 1971. Can. J. Anim. Sci., **51**, 427-432.
- SALO M.L., 1980. J. Sci. Agr. Sco. Finland, **52**, 45-49.
- VERMOREL M., FAYET J.C. 1977. Bull. Tech. C.R.V.Z. Theix, I.N.R.A., **28**, 5-8.
- VERMOREL M., FAYET J.C., BAUDET J.J., 1978. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., **18**, (6) 1393-1412.