

Influence de la variété et du microbroyage sur la digestibilité iléale de l'azote et des acides aminés de pois

Digestibilité réelle de l'azote et pertes endogènes spécifiques.

V. HESS (1), J.N. THIBAUT (1), G. DUC (2), J.P. MELCION (3), J. VAN EYS (4), B. SÈVE (1)

(1) I.N.R.A., Station de Recherches Porcines - 35590 Saint Gilles.

(2) I.N.R.A., Station de Génétique et d'Amélioration des Plantes de Dijon - 17, rue Sully, 21034 Dijon Cedex.

(3) I.N.R.A., Laboratoire de Technologie Appliquée à la Nutrition - rue de la Géraudière, 44072 Nantes Cedex 03.

(4) RALSTON PURINA - 1, place Charles de Gaulle, 78056 Saint Quentin en Yvelines Cedex.

avec la collaboration technique de Y. Lebreton (1), F. Le Gouevéc (1) et C. Jau (4).

Influence de la variété et du microbroyage sur la digestibilité iléale de l'azote et des acides aminés de pois. Digestibilité réelle de l'azote et pertes endogènes spécifiques.

L'une des limites de l'emploi de certaines matières premières est la méconnaissance de l'importance des pertes d'azotées spécifiques à la fin de l'iléum. Quatre variétés de pois (*Pisum sativum*) marquées à l'azote ^{15}N (Solara, Madria, Amino et Eiffel) et l'effet d'un microbroyage ont été testés sur des porcs anastomosés en croissance dans deux essais par la méthode de la dilution isotopique avec marquage de l'aliment. Les pertes azotées d'origines endogènes, basales et spécifiques de l'aliment, ont été mesurées au niveau iléal. Les digestibilités apparente (CUDa), vraie (CUDv) et réelle (CUDr) ont été calculées. Dans le premier essai, il apparaît des différences significatives de CUDa et CUDv mais pas de CUDr et de pertes azotées endogènes spécifiques (2,38 et 3,43 g/kg de MSI) entre les variétés Solara et Amino. Dans le deuxième essai, les CUDa et CUDv de Solara et Eiffel sont identiques et ceux de Madria plus faibles. Le CUDr met en évidence une digestibilité statistiquement plus faible de la variété Madria comparée à Eiffel, Solara étant intermédiaire. Les pertes azotées endogènes spécifiques de Solara (2,41 g/kg de MSI) ne sont pas différentes des pertes basales (1,87 g/kg de MSI) à la différence des pertes spécifiques de Eiffel (2,88 g/kg de MSI) et Madria (3,75 g/kg de MSI). Le microbroyage améliore la digestibilité réelle de presque 10 points sans influencer les pertes endogènes.

Influence of variety and micro-grinding on pea nitrogen and amino acids ileal digestibility. Real nitrogen digestibility and specific endogenous losses.

One of the limit in the utilisation of some feedstuffs is the unknown amounts of ileal specific endogenous losses. Four ^{15}N labelled pea cultivars (*Pisum sativum*) (Solara, Madria, Amino and Eiffel) and the effect of micro-grinding were tested with ileo-rectal anastomosis growing pigs in two experiments. The N basal and specific losses were determined. The apparent (CUDa), true (CUDv) and real (CUDr) digestibility were calculated. In experiment one, CUDa and CUDv differed significantly but not the endogenous losses (2,38 and 3,48 g/kg of DMI) between Solara and Amino. In the second experiment, CUDa and CUDv were identical between Solara and Eiffel and lower for Madria. The highest CUDr was measured for Eiffel but without any statistical significance with Solara. The specific endogenous losses of Solara (2,41 g/kg of DMI) did not statistically differ from the basal endogenous losses (1,87 g/kg of DMI) in contrast with Eiffel (2,88 g/kg of DMI) and Madria (3,75 g/kg of DMI). The micro-grinding enhanced the real digestibility by about 10 points without any influence on the endogenous losses.

INTRODUCTION.

L'Europe est fortement dépendante des sources azotées d'origine étrangère pour ses productions animales et notamment porcine. Une meilleure caractérisation des ressources locales peut permettre l'amélioration de cette situation. Le pois protéagineux (*Pisum sativum*) constitue une bonne source mixte d'azote et d'énergie pour le porc dont l'emploi peut être facilité par la correction des déficits en tryptophane et en acides aminés soufrés au moyen d'acides aminés de synthèse.

La digestion de l'aliment s'accompagne de sécrétions d'N dans la lumière intestinale. 75% de cet N est réabsorbé le reste étant perdu par l'animal (SOUFFRANT et al, 1986). La mesure directe de l'N iléal permet de déterminer la digestibilité apparente. Apparente car la différence entre l'N provenant de l'animal de l'N alimentaire indigestible n'est pas faite. Afin d'estimer cette fraction endogène présente dans les digesta, la méthode classique consiste en l'utilisation d'un régime protéoprive. La correction de l'azote iléal par cette fraction endogène dite basale permet de calculer la digestibilité vraie aussi appelée digestibilité standardisée. Les pertes endogènes basales sont mesurées dans des conditions alimentaires particulières: absence d'azote, absence de facteurs antinutritionnels, taux faible de fibres. Cependant, un aliment peut, du fait de sa composition, provoquer soit une hypersécrétion soit perturber la réabsorption des sécrétions endogènes et conduire à des pertes endogènes iléales spécifiques (SÈVE et HENRY, 1996). La prise en compte des pertes endogènes spécifiques permet le calcul de la digestibilité réelle.

La technique de détermination des pertes endogènes totales la plus prometteuse est la méthode de la dilution isotopique (SOUFFRANT, 1991). Les données publiées ont été obtenues généralement par marquage de l'animal (HUISMAN et al, 1992). Toutefois, le marquage de l'aliment constitue une alternative crédible (LETERME et al, 1996).

Deux essais ont été réalisés dans lesquelles différentes variétés de pois ont été testées afin d'observer les variations des pertes azotées endogènes spécifiques et de calculer de la digestibilité iléale réelle de l'azote sur des porcs en croissance. La méthode de la dilution isotopique a été utilisée avec des aliments marqués à l'azote ^{15}N .

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Obtention des pois et traitement technologique.

Quatre variétés de pois Amino, Solara, Madria et Eiffel ont été cultivées durant la saison 1995-1996 en Côte d'Or (INRA Dijon). Dans chaque cas, une parcelle a reçu de l'engrais marqué à ^{15}N (nitrate d'ammonium doublement marqué 11,5% d'enrichissement; Cambridge Isotope Labs., Inc., Andover, Massachusetts) au lieu de nitrate d'ammonium standard.

Les pois ont été broyés à l'aide d'un broyeur à marteau sur une grille de 2,4 mm. Afin de tester l'influence de la granulométrie sur les pertes endogènes et la digestibilité, un lot de 55 kg de pois Solara non marqué a été micro-broyé (broyeur ALPINE 160 UPZ) en 3 étapes (1: rotor à marteau (7.800 min⁻¹, grille 2 mm), doseur index 300; 2: rotor à palettes (14.250 min⁻¹), doseur index 75; 3: rotor à broche (18.095 min⁻¹), doseur index 40) (INRA, Nantes). Un lot de 15 kg de pois marqué a été broyé dans les mêmes conditions. Le diamètre médian d₅₀ était de 24,9 mm.

1.2. Plan expérimental

Onze régimes ont été préparés (tableau 1). Un régime protéoprive et 5 régimes azotés avec les différentes variétés de pois non marquées comme unique source azotée. Les régimes Solara et Solara microbroyé sont identiques. Des régimes marqués à l' ^{15}N ont été réalisés suivant la même formule que les régimes non marqués avec une substitution de 0,3 % d'oxyde de chrome à l'amidon de maïs.

Tous les animaux ont subi une anastomose iléo-rectale termino-terminale à 35 kg de poids vif (LAPLACE et al 1994). Lors du premier essai, 3 porcs ont reçu successivement 3 régimes en carré latin: le régime protéoprive et 2 régimes monoazotés (Amino et Solara). Un deuxième essai a été réalisé en utilisant un schéma expérimental en carré latin 5x5 où quatre régimes monoazotés ont été testés (Solara, Solara microbroyé, Eiffel et Madria) plus le régime protéoprive.

Le niveau d'alimentation des animaux est fixé à 80 g de matière sèche ingérée par kilo de poids métabolique (poids vif $^{0.75}$) représentant un apport énergétique de 2.5 fois l'entretien. Les aliments sont servis sous forme de soupe deux fois par jour. Les animaux sont pesés une fois par semaine en début de période. Après 4 jours d'adaptation, des collectes complètes ont été effectuées sur deux jours (les 5 et 6ème jours de la période) au lieu des 3 jours habituels sauf pour le régime protéoprive. Les jus iléaux sont collectés dans des bacs avec de l'acide sulfurique à 5 % deux fois par jour au moment des repas.

Le matin du 7ème jour, les animaux reçoivent un repas d'épreuve doublement marqué au chrome et au ^{15}N représentant une demi ration quotidienne. La seconde moitié de la ration est distribuée à 15h30 et n'est pas marquée. Les digesta ont été collectés toutes les heures de 10 à 17 heures puis à 08h30 le lendemain dans des sachets de plastique sans acide. Ils sont immédiatement pesés et congelés.

1.3. Analyses.

Tous les échantillons sont lyophilisés. L'N est déterminé par la méthode de Dumas (Leco FP 428, St Joseph, Missouri, USA) et les matières sèches par dessiccation à l'étuve à 103°C. Les échantillons des collectes fractionnées sont analysés pour le chrome par colorimétrie à la diphenylcarbazide après oxydation nitroperchlorique (PONCET et RAYSSIGUIER 1980), et pour le ^{15}N total à l'aide d'un analyseur élémentaire (Carlo Erba, NA 1500) couplé à un spectromètre de masse isotopique (Micromass, Optima).

Tableau 1 - Composition centésimale des régimes.

	Protéoprive	Solara	Eiffel	Madria	Amino	Solara microbroyé
Composition (%)						
Pois	0	78,37	78,84	84,4	86,72	73,59
Amidon de maïs	79,42	10,14	9,7	4,4	2,21	14,92
Cellulose de bois	5	0	0	0	0	0
Huile	3	1,75	1,74	1,65	1,61	1,75
Sucre	5	3,35	3,34	3,23	3,17	3,35
KCl	0,27	0	0	0	0	0
NaCl	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Bicarbonate de Na	1,46	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
MgCl	0,33	0	0	0	0	0
Phosphate monocalcique	2,03	0,76	0,75	0,66	0,62	0,76
CaCO ₃	1,57	1,91	1,91	1,94	1,95	1,91
Méthionine	0	0,29	0,29	0,28	0,28	0,29
Tryphophane	0	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08
OVA (1)	1	1	1	1	1	1
Vit Shunt (2)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Analyses						
MS	89,37	89,34	88,38	88,32	89,13	89,42
N	0,07	2,42	2,43	2,40	2,42	2,42
ED (kcal/kg) (3)	3114	3218	3217	3209	3207	3218
Enrichissement (APE)						
Régimes normaux	-	0,0017	0,0013	0,0008	0,0010	0,0013
Régimes marqués (4)		0,7327	0,6733	0,8139	0,8483	0,7287

(1) g par kilo de prémélange: Vitamines: A, 1; D3, 0,2; E, 4; K3, 0,8; B1, 0,2; B2, 0,5; PP, 1,5; B6, 0,1; B8, 1; B9, 0,1; B12, 0,2; choline, 80; pantothénate de Ca, 1; Fe, 7,98; Cu, 1, Mn, 4,34; Zn, 10,2; Co, 0,01; I, 0,02; Se, 0,015.

(2) mg par kilo de prémélange: Vitamines: A, 44; E, 50; K, 24; B1, 5; B2, 5; B6, 4; B8 1%, 8,75; B9, 1; B12, 25; C, 50; PP, 25.

(3) Selon les tables INRA (1989).

(4) Régimes obtenus par substitution de pois non marqué par des pois marqué à l'¹⁵N et par substitution à l'amidon de maïs de 0,3 % de chrome.

Les acides aminés sont séparés sur colonne échangeuse d'ion (analyseur Biotronik LC 5000) après une hydrolyse acide (HCl 6N) de 23 heures. Un facteur de correction de 1,06 est appliqué pour la valine, l'isoleucine et la sérine. Les acides aminés soufrés sont stabilisés grâce à une oxydation performique avant une hydrolyse acide (HCl 6N) de 18 heures. Le tryptophane est dosé par HPLC après une hydrolyse alcaline de 20 heures à 110°C dans la baryte (1,66 mol/l).

1.4. Calculs.

Trois à quatre heures après l'ingestion du repas marqué, les concentrations des digesta en chrome et leur enrichissement en ¹⁵N atteignent un plateau. Le résultat est utilisé pour le calcul de la concentration des digesta en N indigestible et en N endogène (LETERME et al, 1996).

$$\% \text{ N endogène} = 100 - (100 \times \text{Edigesta}/\text{Erégime})$$

où Edigesta Erégime sont l'enrichissement de l'azote ¹⁵N exprimés en APE (Atom Percent Excess) respectivement dans les digesta et le régime.

Ces résultats peuvent être exprimés par unité de matière sèche ingérée grâce aux données de chrome des aliments et des digesta.

$$\text{N endogène totale par kg de MSI :} \\ e_f = \% \text{ N endogène} \times \text{Nd} \times \text{Crmsi}/\text{Crd}$$

où Nd: est la quantité totale d'azote dans l'échantillon de digesta considéré, Crmsi est la quantité de chrome dans un kg de matière sèche d'aliment et Crd est la quantité totale de chrome dans l'échantillon de digesta considéré.

Ainsi on peut calculer les différents coefficients de digestibilité.

$$\text{coefficient de digestibilité apparente (collectes totales):} \\ \text{CUDa} = (I - E)/I$$

$$\text{coefficient de digestibilité apparente (collectes sériées):} \\ \text{CUDa} = (I - \text{Ne} \times \text{Cri}/\text{Cre})/I$$

$$\text{coefficient de digestibilité standardisée:} \\ \text{CUDv} = (I - (E - e_b))/I$$

$$\text{coefficient de digestibilité réelle: } \text{CUDr} = (I - (E - e_f))/I$$

où I: quantité d'N ingérée par kg de MSI, E: quantité d'N excrétée par kg de MSI, eb: quantité d'N excrétée lors de l'ingestion d'un kg de régime protéoprive.

Les résultats sont analysés par analyse de variance avec la procédure GLM (SAS 1989) en tenant compte des effets animal et régime lors de l'essai 1 et animal, période et régime pour l'essai 2. Si l'effet du régime est significatif, les moyennes sont comparées deux à deux (test de Student).

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION.

Nous avons essayé de cultiver simultanément les pois marqués et non marqués (mêmes champs, climat...). A priori la seule source de variation est l'enrichissement de l'engrais apporté en ^{15}N . Cette rigueur semble primordiale car les résultats pour une variété donnée en terme de composition peuvent varier d'une région à l'autre, d'une année à l'autre (BACON et al, 1995) et faire varier le coefficient de digestibilité des acides aminés (CANIBE et EGGUM, 1997).

Tableau 2 - Coefficient de digestibilité apparente (CUDa), standardisée ou vraie (CUDv) et réelle (CUDr) de l'azote des variétés Solara et Amino lors de l'essai 1.

	Solara	Amino	RSD
Sur deux jours de collecte:			
CUDa	71,3a	66,1b	2,1
CUDv (1)	78,6a	73,4b	2,1
Repas d'épreuve avec le chrome et le ^{15}N:			
CUDa	71,8	68,3	2,6
CUDr (2)	81,0	77,7	2,3

$n = 6$

(1) Digestibilité corrigée de l'endogène basal obtenu avec le régime protéoprive.

(2) Digestibilité corrigée de l'endogène spécifique obtenu avec le régime marqué.

Les moyennes auxquelles sont attribuées des indices différents sont significativement différentes entre elles ($P < 0,1$).

Tableau 3 - Digestibilité apparente (CUDa) et standardisée ou vraie (CUDv) des acides aminés sur deux jours de collecte des variétés Solara et Amino lors de l'essai 1.

	CUDa		RSD	CUDv		RSD
	Solara	Amino		Solara	Amino	
Acides aminés essentiels						
Arginine	87,3a	83,6b	1,4	89,8a	86,1b	1,4
Histidine	83,8a	78,2b	0,4	87,4a	82,1b	0,4
Lysine	82,7a	77,9b	1,6	85,6a	80,8b	1,6
Phénylanine	72,9	71,3	2,5	77,0	75,0	2,5
Leucine	73,9	70,4	2,6	79,0	75,1	2,6
Isoleucine	72,7	67,2	2,2	78,2	72,6	2,9
Valine	72,2	67,2	3,4	77,7	72,4	3,4
Méthionine	89,6a	84,5b	1,4	91,8a	86,7b	1,4
Thréonine	71,5	62,4	4,0	79,6	70,9	4,0
Tryptophane	70,9	70,9	4,2	75,4	74,9	4,2
Acides aminés non essentiels						
Acide aspartique	79,6	73,5	2,6	83,2	77,1	2,6
Acide glutamique	82,9	77,5	4,1	85,9	80,6	4,0
Sérine	74,0	67,8	4,0	79,9	73,6	4,0
Glycine	69,2	63,5	5,0	78,8	73,0	5,0
Alanine	70,5	61,7	5,7	76,0	67,2	5,7
Cystine	61,1	53,9	5,7	68,5	61,6	8,8
Tyrosine	74,5	72,9	4,6	80,1	78,1	4,6
Proline	71,3	67,9	3,5	80,1	75,8	3,5

$n=6$

Les moyennes auxquelles sont attribuées des indices différents sont significativement différentes entre elles ($P < 0,1$).

Les digestibilités apparente et vraie de l'N et des acides aminés essentiels, lysine, arginine, histidine et méthionine, du pois Solara sont significativement supérieures à celles du pois Amino ($P < 0,1$) (tableaux 2 et 3). Cette différence s'exprime lors de collectes totales sur deux jours. Lorsque le calcul de la digestibilité apparente est effectué avec les collectes sériées, on obtient le même résultat, mais la différence n'est pas statistiquement significative du fait de l'augmentation de l'écart type (tableau 2).

Il n'y a pas de différence significative entre les CUDa de l'azote et des acides aminés obtenus lors des collectes totales ou lors des collectes sériées (données non présentées). Déterminées à l'aide de la dilution isotopique, les pertes endogènes d'azote exprimées par kilo de matière sèche d'aliment ingéré mesuré avec un régime à base de pois sont supérieures à celles obtenues avec un régime protéoprive (tableau 4). Le pois stimule donc les pertes endogènes iléales. Cependant, compte tenu de l'effectif réduit, aucune différence statistique n'a pu être mise en évidence entre les

Tableau 4 - Quantité d'azote endogène iléal (g/kg de MSI) obtenu avec le régime protéoprive (collecte sur trois jours) ou les différentes variétés de pois (repas d'épreuve) lors des essais 1 et 2.

	Essai 1 (1)	Essai 2 (2)
PF	1,98	1,87a
Solara	2,38	2,41ab
Amino	3,43	
Madria		3,75c
Sol Micro		2,53ab
Eiffel		2,88b
RSD	0,90	0,56

(1) $n=9$

(2) $n=20$

Dans chaque colonne, les moyennes auxquelles sont attribuées des indices différents sont significativement différentes entre elles ($P < 0,05$).

deux variétés de pois, ou entre les pertes endogènes basales (régime protéoprive) et totales. Ces résultats suggèrent l'existence de pertes endogènes spécifiques (totales - basales) du pois Amino sans que l'on puisse démontrer qu'elles sont supérieures à celles du pois Solara. Toutefois la prise en compte de ces pertes dans le calcul de la digestibilité réelle supprime la différence observée entre les deux pois confirmant des résultats antérieurs (HUISMAN et al, 1992).

Les digestibilités apparente et vraie de l'azote et des acides aminés des variétés Solara et Eiffel sont statistiquement identiques (tableaux 5, 6 et 7). La variété Madria se démarque fortement des 2 autres variétés par une digestibilité plus faible ($P < 0,05$). Comme dans l'essai 1, les coefficients d'utilisation digestive apparente ne sont pas statistiquement différents entre les collectes sériées et les collectes totales. Les trois variétés de pois induisent des pertes endogènes iléales supérieures aux pertes basales (tableau 4). La variété Madria induit les pertes endogènes les plus importantes. Celles-ci représentent deux fois les pertes endogènes basales. Celles induites par les variétés Eiffel et Madria sont statistiquement plus importantes que les pertes endogènes basales ($P < 0,05$). Les pertes endogènes induites par la variété Solara ne sont différentes ni des pertes endogènes basales ni de celles induites par la variété Eiffel. D'un point de vue métabolique, La variété de pois la plus neutre pour l'animal serait donc Solara suivi de Eiffel puis Madria. La digestibilité réelle de la variété Madria est la plus faible suivie de Solara puis Eiffel (tableau 5). La différence entre Madria et Eiffel est statistiquement significative ($P < 0,05$). Bien que les différences entre les variétés Solara et Eiffel ne soient pas significatives une tendance s'affirme. Ces deux variétés ont la même digestibilité apparente ($P = 0,85$). En ce qui concerne la digestibilité réelle ($P = 0,50$) et les pertes endogènes d'N ($P = 0,22$), celles de Eiffel tendent à être plus importantes. Cet exemple montre tout l'intérêt du marquage isotopique qui permet de discriminer finement deux variétés. Par ailleurs, ces résultats confirment des données antérieures concernant l'excellente digestibilité de la variété Solara (JONDREVILLE et al, 1992) et les fortes variations de CUDa entre différentes variétés de pois (HUISMAN et al, 1992).

Tableau 5 - Digestibilité apparente (CUDa), standardisée ou vraie (CUDv) et réelle (CUDr) de l'azote des variétés Solara, Madria et Eiffel, et du pois Solara microbroyé.

	Solara	Madria	Sol Micro	Eiffel	RSD
Sur deux jours de collecte:					
CUDa	68,5a	60,1b	82,6c	68,1a	3,2
CUDv (1)	75,4a	67,0b	89,7c	74,8a	2,3
Repas d'épreuve avec le chrome et le ¹⁵N:					
CUDa	72,5a	62,4b	80,1c	72,7a	5,0
CUDr (2)	81,3ba	76,5b	90,1c	83,2a	4,3

$n=20$

(1) Digestibilité corrigée d'un endogène basal obtenu avec le régime protéoprive.

(2) Digestibilité corrigée de l'endogène spécifique obtenu avec le régime marqué.

Les moyennes auxquelles sont attribuées des indices différents sont significativement différentes entre elles ($P < 0,05$).

Tableau 6 - Digestibilité apparente (CUDa) des acides aminés sur deux jours de collecte des variétés Solara, Madria et Eiffel, et du pois Solara microbroyé lors de l'essai 2.

	Solara	Madria	Sol Micro	Eiffel	RSD
Acides aminés essentiels					
Arginine	84,5a	82,0b	92,3c	82,6ab	1,5
Histidine	81,5a	76,2b	87,1c	76,7ab	1,8
Lysine	79,4a	73,9b	89,8c	78,8a	1,7
Phénylalanine	70,8a	65,5b	83,8c	69,8a	2,3
Leucine	71,1a	65,2b	83,0c	71,5a	1,8
Isoleucine	69,9a	65,1b	83,3c	70,2a	1,8
Valine	67,6a	62,5b	81,1c	67,8a	2,1
Méthionine	88,5a	86,7b	93,9c	88,2a	1,0
Thréonine	66,9a	58,5b	78,2c	64,6a	2,6
Tryptophane	68,5a	64,9a	82,3b	67,8a	2,7
Acides aminés non essentiels					
Acide aspartique	76,4a	69,4b	85,8c	75,9a	2,1
Acide glutamique	78,2a	72,6b	88,9c	77,7a	2,3
Sérine	71,6a	65,2b	81,6c	71,5a	2,5
Glycine	67,3a	61,0b	81,2c	65,8a	3,0
Alanine	69,1a	59,8b	80,4c	67,6a	2,7
Cystine	55,5a	48,9b	74,2c	51,1ab	3,5
Tyrosine	72,5a	66,1b	85,1c	70,6a	2,3
Proline	65,7a	59,1b	81,8c	67,3a	2,5

n=20

Les moyennes auxquelles sont attribuées des indices différents sont significativement différentes entre elles ($P < 0.05$).

Tableau 7 - Digestibilité standardisée ou vraie (CUDv) des acides aminés sur deux jours de collecte des variétés Solara, Madria et Eiffel, et du pois Solara microbroyé lors de l'essai 2.

	Solara	Madria	Sol Micro	Eiffel	RSD
Acides aminés essentiels					
Arginine	86,9a	84,4b	94,8c	85,4ab	1,5
Histidine	85,0a	80,0b	91,5c	81,2b	1,8
Lysine	82,0a	76,6b	92,6c	81,5a	1,7
Phénylalanine	74,8a	69,5b	88,2c	73,9a	2,3
Leucine	75,7a	69,9b	88,2c	76,0a	1,8
Isoleucine	75,0a	70,0b	88,6c	75,2a	1,8
Valine	72,8a	67,7b	86,6c	73,1a	2,1
Méthionine	90,5a	88,6b	96,0c	90,3a	1,0
Thréonine	74,7a	66,7b	87,3c	73,1a	2,6
Tryptophane	75,4a	71,5a	90,0b	75,0a	2,7
Acides aminés non essentiels					
Acide aspartique	79,7a	72,9b	89,7c	79,3a	2,1
Acide glutamique	81,0a	75,5b	92,2c	80,6a	2,3
Sérine	77,4a	71,1b	88,4c	77,3a	2,5
Glycine	76,7a	70,2b	91,6c	75,5a	3,0
Alanine	74,9a	65,5b	86,9c	73,5a	2,7
Cystine	63,2a	56,5b	82,2c	59,9ba	3,6
Tyrosine	78,9a	72,7b	91,8c	77,7a	2,3
Proline	79,0a	72,4b	95,5c	80,2a	2,5

n=20

Les moyennes auxquelles sont attribuées des indices différents sont significativement différentes entre elles ($P < 0,5$).

On considère parfois que les protéines de pois sont très digestibles mais provoquent des variations importantes de pertes endogènes spécifiques importantes ce qui baisse son CUDa (HUISMAN et al, 1992). Avec une différence de digestibilité réelle de 17 points entre Madria et Eiffel, nos résultats montrent qu'ils n'en est pas toujours ainsi. Certaines variétés provoquent effectivement des pertes endogènes spécifiques plus importantes que d'autres (Madria vs Solara). Lorsqu'une même digestibilité standardisée est obtenue au prix d'une stimulation des pertes endogènes, celles-ci entraînent une augmentation des pertes urinaires et une diminution de la rétention d'azote digestible (GRALA et al, 1997).

Le microbroyage a amélioré de près de 10 points la digestibilité apparente et vraie de l'azote et des acides aminés de la variété Solara (tableaux 5, 6 et 7). Cependant, le microbroyage n'a pas d'effet sur les pertes endogènes (tableau 4). Une première explication serait l'absence d'effet du microbroyage sur le ou les facteur(s) induisant des pertes endogènes chez le porc. Il est possible aussi que cet effet n'appa-

raisse pas lorsque les pertes endogènes spécifiques sont faibles comme dans le cas du pois Solara.

CONCLUSION.

En moyenne, tous les régimes à base de pois induisent une perte endogène d'N supérieure à celle obtenue avec le régime protéoprive. Cependant, certaines variétés sont neutres (Solara) tandis que d'autres perturbent beaucoup plus l'animal (Madria). La variété Madria se distingue des deux autres à la fois par sa digestibilité réelle faible et l'importance des pertes endogènes spécifiques qu'elle induit. Le microbroyage améliore de façon spectaculaire la digestibilité réelle des protéines de pois.

REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans le soutien financier de RALSTON-PURINA FRANCE, de l'INRA (AIP ALIMAN) et de l'Union Européenne (Projet FAIR3-CT96-1922 AMINOPIG).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- BACON, J.R. LAMBERT N., ARTHUR A.E., DUCHENE C., 1995. *J. Sci. Food Agric.* 67, 101-108.
- CANIBE N., EGGUM B.O., 1997. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64, 293-310.
- GRALA W., VERSTEGEN, M.W.A., VAN LEEUWEN P., HUISMAN J., JANSMAN A.J.M., TAMMINGA S., 1997. *Livest. Prod. Sci.* 48, 143-155.
- HUISMAN J., HEINZ TH., VAN DER POEL A.F.B., VAN LEEUWEN P., SOUFFRANT W.B. VERSTEGEN M.W.A., 1992. *Brit. J. Nutr.* 68, 101-110.
- JONDREVILLE C. GROSJEAN F., BURON G., PEYRONNET C., BENEYTOU J.L., 1992. *J. Anim. Physiol. a. Animal. Nutr.* 68, 113-122.
- LAPLACE J.P., SOUFFRANT W.B., HENNIG U., CHABEAUTI E., FÉVRIER C., 1994. *Livest. Prod. Sci.* 40, 313-328.
- LETERME P., THÉWIS A., FRANCOIS E., VAN LEEUWEN P. WATHELET B., HUISMAN J., 1996. *J. Nutr.* 126, 2188-2198.
- SÈVE B., HENRY Y., 1996. In: VII symposium on protein metabolism and nutrition. Vale de Santarém (POR), Estação zootécnica nacional (Ed), EAAP Publ. 81, 59-82.
- SOUFFRANT W.B., 1991. In: Digestive physiology in pigs. Verstegen M.W.A., Huisman J., den Hartog L.A. (Eds), Pudoc Wageningen, 147-166.
- SOUFFRANT W.B., DARCY-VRILLON B., CORRING T., LAPLACE J.P., KÖHLER R., GEBHARDT G., RÉRAT A., 1986. *Arch. Anim. Nutr.* 36, 269-275.
- PONCET C., RAYSSIGUIER Y., 1980. *J. Anim. Sci.* 51, 180-185.