1990. JOURNÉES RECH. PORCINE EN FRANCE, **22**, 215 - 222.

MESURE, CHEZ LE PORC, DE L'EXCRÉTION D'ACIDES AMINÉS D'ORIGINE ENDOGÈNE, AU NIVEAU ILÉAL, SELON DEUX MÉTHODES

G. MARISCAL-LANDIN, Y. LEBRETON, B. SEVE

INRA, Station de Recherches Porcines Saint-Gilles, 35590 L'HERMITAGE

avec la collaboration technique de G. CONSEIL et R. VILBOUX pour la fabrication des régimes expérimentaux et de J.P. PRIGENT pour les soins aux animaux

Sept porcs Large White mâles castrés ont été préparés chirurgicalement en anastomose iléo-rectale prévalvulaire dans le but d'effectuer une estimation de l'excrétion d'acides aminés d'origine endogène selon 2 méthodes : 1/ Evaluation des quantités excrétées après ingestion d'un régime protéiprive 2/ Extrapolation à ingéré azoté nul des quantités d'acides aminés excrétées après ingestion de régimes à taux croissants de protéines (5,5, 11 et 16,5%). Ces régimes renferment du sucre (5%) de la cellulose de papier (4%), des matières grasses (4%) et des taux variables d'amidon de maïs et d'isolat de protéines de soja. Les porcs reçoivent successivement au moins 2 des 4 régimes, chacun au cours d'une période de deux semaines. Les collectes sont effectuées quotidiennement à partir du 5ème jour de manière à tester plusieurs combinaisons de durées d'adaptation/collectes (4/3, 5/2, 5/3, 9/3 et 9/5 j/j). La durée des collectes de jus iléaux influence peu la précision des résultats. L'allongement de 4 ou 5 à 9 jours de la durée d'adaptation tend à augmenter la variabilité des données. La combinaison adaptation/collecte 4/3 donne les meilleurs résultats. L'estimation des quantités d'azote ou d'acides aminés d'origine endogène varie selon la méthode utilisée. D'une manière générale les valeurs trouvées tendent à être plus élevées avec le régime protéiprive qu'avec l'extrapolation à ingéré nul. Ceci est vérifié dans le cas de l'azote total et de 13 parmi les 16 acides aminés dosés qui fournissent 50 à 55% de l'azote total. Toutefois, la corrélation entre les mesures effectuées selon les deux méthodes est très élevée (0.991 pour 13 acides aminés et 0,976 pour 16 acides aminés). Par suite, les profils de digestibilités vraies des acides aminés de l'isolat de protéines de soja calculées en utilisant ces deux séries de données sont très comparables.

Measurement of the excretion of endogenous amino-acids in the ileal digesta of pigs according to two methods

Seven barrows of the Large White breed were surgically prepared in ileo-rectal anastomosis in order to compare two methods for the assessment of endogenous nitrogen and amino acids in the ileal digesta : 1/ Measurements of excretion when feeding a protein free diet. 2/ Extrapolation of excreted amino acids to zero intake when feeding increasing dietary levels of protein (5.5, 11 and 16.5%). Diets contained sucrose (5%) cellulose (4%) and fat (4%) with varying amounts of cornstarch and isolated soybean protein. Pigs were fed in turn at least 2 among the 4 diets, each for a period of 2 weeks. Ileal digesta were collected daily from the 5th day in order to compare several combination of adaptation/collection periods (4/3, 5/2; 5/3, 9/3 and 9/5 d/d). Duration of collections did not greatly affect the accuracy of the results. Increasing the adaptation period from 4 or 5 to 9 days tended to elevate data variability. Four days of adaptation to the new diet and 3 days of collections gave the best results. The two methods under study gave different estimates of endogenous nitrogen and amino acids. Data from the protein free diet were higher than data obtained by extrapolation to zero nitrogen intake. This was true of total nitrogen and 13 among 16 analysed amino acids which contributed 50 to 55% of total N. However there was a high correlation between the 2 series of data (0.991 with 13 amino acids, 0.976 with 16 amino acids). Hence, calculation of true digestibility according the 2 methods gave very similar patterns of variation between amino acids.

INTRODUCTION

La disponibilité des acides aminés des matières premières protéiques est le facteur le plus discriminant de leurs valeurs nutritionnelles respectives. Elle peut être estimée à partir de la digestibilité et plus précisément de l'absorbabilité dans l'intestin grêle, qui représente la quantité d'acides aminés mise à la disposition de l'organisme pour la synthèse protéique. En effet plusieur auteurs (TANKSLEY et KNABE, 1984 ; SAUER et OZYMEK, 1986) s'accordent pour estimer que la valeur de la digestibilité iléale est plus fiable que celle de la digestibilité fécale proposée antérieurement (KUIKEN et LYMAN, 1948 ; cités par ZEBROWSKA, 1978). Cette opinion s'appuie notamment sur le fait que les protéines déposées sont mieux corrélées avec la digestibilité iléale qu'avec la digestibilité fécale (JUST et al., 1985 ; DIERICK et al., 1988).

Toutefois les valeurs obtenues sont des valeurs de digestibilité apparente, calculées à partir de l'excrétion totale d'azote ou d'acides aminés y compris l'azote d'origine endogène. On admet que l'excrétion azotée d'origine endogène est proportionnelle à la quantité de matière sèche ingérée et indépendante de la quantité d'azote ingérée. Ainsi, les valeurs de digestibilité apparente varient avec le taux de protéines alimentaires (EGGUM et al., 1986). Il convient donc de les corriger et ceci peut être fait en mesurant l'azote endogène et en calculant une digestibilité vraie. Il existe plusieurs méthodes pour mesurer l'azote endogène : Utilisation des régimes protéiprives (ADEOLA et al., 1986 ; GREEN et al., 1987) ; Utilisation des régimes à taux croissants de protéines en extrapolant les quantités excrétées à consommation azotée nulle (TAVERNER, 1981 ; KIENER et MARISCAL, 1989) ; Utilisation des isotopes «lourds» de l'azote (de LANGE et al., 1989b), qui permet de marquer les protéines intestinales et d'évaluer directement les excrétions d'origine endogène.

Cependant l'excrétion d'azote d'origine endogène a sa problématique particulière, car elle peut être affectée par la composition de l'aliment consommé (SAUER et OZYMEK, 1986 ; De LANGE et al., 1989a) et notamment sa teneur en fibres. Néanmoins, on peut faire l'hypothèse d'un excrété endogène basal, caractéristique des régimes à teneur moyenne en cellulose et en matières grasses. Avant d'engager un programme expérimental de mesure de la digestibilité iléale des acides aminés dans un certain nombre de matières premières, nous avons tenté d'évaluer cet endogène basal en appliquant simultanément la méthode du régime protéiprive et celle de l'extrapolation de l'excrété azoté à ingéré protéique nul. Les régimes sont standardisés du point de vue de leur teneur en fibres et en matière grasse. La protéine de référence choisie est celle d'un isolat protéique de soja. En même temps, nous avons cherché à connaître l'incidence de la durée des périodes de collectes des excrétats iléaux sur la précision des résultats.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sept porcs mâles castrés de race Large White ont été sélectionnés à 35 kg P.V. et préparés en anastomose iléo-rectale termino-terminale prévalvulaire (LAPLACE et al., 1985 ; GREEN et al., 1987). Trois semaines après ils reçoivent les 4 régimes expérimentaux (1, 2, 3, 4 ; voir tableau 1), chacun pendant deux semaines. Il était initialement prévu de distribuer chacun des régimes expérimentaux successivement à 4 porcs selon un schéma expérimental en carré latin.

TABLEAU 1
COMPOSITION ET ANALYSE DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX

Régime	1	2	3	4
Taux de protéines	0	5,5	11,0	16,5
Amidon de Maïs	82,6	76,7	70,8	64,9
Huile de Maïs	3,3	3,2	3,2	3,2
Cellulose de papier				
Alpha Rochette «0»	4,2	4,1	4,0	3,9
Sucre cristallisé	5,0	5,0	5,0	5,0
Isolat protéines de soja	0,0	6,2	12,4	18,6
Minéraux				
Phosphate bicalcique	2,9	2,8	2,7	2,6
Craie broyée	0,4	0,5	0,5	0,6
Sulfate de Magnésium	0,2	0,2	0,1	0,1
Chlorure de Sodium	0,5	0,4	0,3	0,3
Mélange Oligo-élémentsVitamines(1)(2)	1,0	1,0	1,0	1,0
Régime	1	2	3	4
Contrôle analytique				
Matière sèche	87,70	88,05	88,55	89,20
Azote	0,07	0,93	1,66	2,64
Cendres	4,40	4,43	4,48	4,52
Cellulose	3,60	3,19	3,05	3,35
NDF	4,60	5,10	4,98	6,21
ADF	4,16	4,16	3,65	3,70

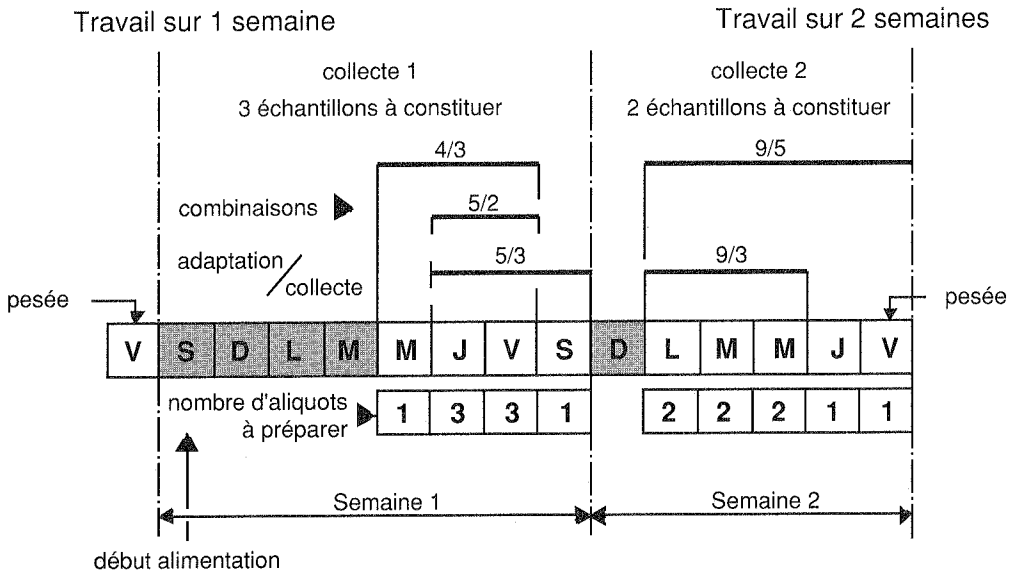
(1) Mélangé à l'aliment, donne par kg d'aliment : 100 mg Fe, 100 mg Zn, 20 mg Cu, 40 mg Mn, 2 mg Co, 1 mg I ; 10 000 UI de vitamine A ; 2 000 UI de vitamine D ; 20 UI de vitamine E ; 1 mg vitamine K ; 2 mg thiamine ; 10 mg de riboflavine ; 20 mg de pantothénate de calcium ; 10 mg de pyridoxine ; 30 mg de niacine ; 40 mg d'acide ascorbique ; 0,2 mg de biotine ; 0,05 mg de vitamine B12 ; 800 mg de choline ; 50 mg de carbadox.

(2) Les porcs reçoivent en plus par jour 10 g d'un mélange minéral complémentaire renfermant 5 g de bicarbonate de sodium ; 4,3 g de chlorure de sodium ; 0,40 g de chlorure de potassium et 0,30 g de chlorure de magnésium hexahydraté et 1 g de supplément vitaminique contenant : vitamine A 22 000 UI ; vitamine E 25 UI ; vitamine K 24 mg ; chlorydrate de thiamine 5 mg ; riboflavine 5 mg ; pyridoxine 4 mg ; acide nicotinique 25 mg ; acide ascorbique 50 mg ; acide folique 1 mg ; vitamine B12 0,03 mg ; biotine 0,18 mg ; pantothénate de calcium 12,5 mg.

1.1. Conduite de l'expérience

Au cours d'une période post-opératoire les porcs reçoivent un régime standard de croissance. Les quantités d'aliment distribuées sont augmentées progressivement, jusqu'à ce que l'on atteigne un niveau de consommation normal. L'eau est distribuée ad libitum et pour tenir compte de l'absence de réabsorption dans le gros intestin, les animaux reçoivent dès le lendemain de l'opération, et aussi longtemps qu'ils sont utilisés, une complémentation additionnelle en vitamines et en oligoéléments (tableau 1). La distribution du premier repas expérimental est effectuée le samedi ainsi que les changements d'aliment (voir figure 1). La durée minimale d'adaptation après le début de l'expérience ou chaque changement d'aliment est de 4 jours. Les porcs reçoivent 1 repas par jour quantitativement proportionné au poids métabolique (80 g/kg$^{0.75}$). La distribution est effectuée en soupe (2 parties d'eau pour une partie d'aliment). Les refus sont prélevés à la fin de la matinée et leurs teneurs en matière sèche sont déterminées.

FIGURE 1
CALENDRIER RESPECTÉ LORS DE LA DISTRIBUTION DE CHAQUE RÉGIME EXPÉRIMENTAL POUR LA CONSTITUTION DES DIVERSES COMBINAISONS ADAPTATION/COLLECTES (J//J)



1.2. Collectes des excrétats iléaux et analyses

Elles commencent le mercredi et se poursuivent quotidiennement à l'exception du dimanche, jusqu'au vendredi de la semaine suivante. La collecte des jus iléaux, effectuée chaque jour sur acide (500 ml H2S04 3%), est homogénéisée et des fractions aliquotes sont prélevées pour constituer des échantillons représentatifs des combinaisons de durée adaptation/collectes étudiées, 3 à la première semaine (4/3, 5/2, 5/3) et 2 à la deuxième semaine (9/3, 9/5) (figure 1).

On détermine sur les matières premières et les régimes les teneurs en matière sèche, cendres, azote, cellulose brute, ADF, NDF, selon les techniques proposées par VAN SOEST (1963) et VAN SOEST et WINE (1967), modifiées par GIGER et al. (1979). On détermine la teneur en matière sèche des différents échantillons de jus iléaux constitués (4/3, 5/2, 5/3, 9/3, 9/5), ces échantillons sont lyophilisés. On mesure la teneur de ces lyophilisats en azote par la méthode Kjeldahl. Les acides aminés sont dosés sur les échantillons lyophilisés qui donnent le plus faible coefficient de variation de l'excrétion azotée (combinaison 4/3).

2. RÉSULTATS

L'expérience a commencé avec 5 porcs, soit un animal supplémentaire par rapport à l'effectif prévu, mais pendant son déroulement 3 porcs ont dû être éliminés suite à l'apparition d'ulcère dans la région gastro-oesophagienne (cardia). Ils ont été remplacés par des animaux nouvellement opérés. Le schéma initialement prévu a donc été modifié et les données portent finalement sur 7 animaux au lieu de 4. L'analyse statistique a été effectuée en utilisant le logiciel SAS, procédure GLM, applicable aux schémas expérimentaux non orthogonaux.

TABLEAU 2
INFLUENCE DES DURÉES D'ADAPTATION OU DE COLLECTES SUR LES CORRÉLATIONS ENTRE INGÉRÉ ET EXCRÉTÉ ET LES ÉCARTS AUX RÉGRESSIONS CORRESPONDANTES.

Combinaison adaptation/collecte (j/j)	R2	C.V.(1)
4/3	0,92	8,90
5/2	0,90	9,98
5/3	0,90	9,57
9/3	0,73	14,9
9/5	0,79	13,28

(1) Coefficient de variation calculé à partir des écarts à la régression.

En ce qui concerne l'étude des durées de collecte les équations de régression (tableau 2) de l'excrété sur l'ingéré azoté montrent que la moindre variabilité est obtenue avec la combinaison 4/3 (4 jours d'adaptation, 3 jours de collecte). De plus, les combinaisons de la première semaine 4/3, 5/2, 5/3 ont permis d'obtenir une meilleure corrélation entre excrété et ingéré et une moindre variabilité de données que celles de la deuxième semaine 9/3, 9/5. La combinaison 4/3 a été utilisée

pour estimer l'excrétion d'azote endogène et les calculs des coefficients d'utilisation digestive (CUD) apparente et vraie de l'azote et des acides aminés de l'isolat de protéines de soja.

L'estimation de l'excrétion endogène d'azote ou d'acides aminés varie selon la méthode utilisée (tableau 3). Des valeurs plus grandes sont obtenues lorsqu'on utilise le régime protéiprive

TABLEAU 3
EXCRÉTION D'ACIDES AMINÉS D'ORIGINE ENDOGÈNE (mg/kg^{0,75}), CALCULÉE SELON DIFFÉRENTES MÉTHODES.

	Protéiprive	Extrapolation à ingéré nul	
		Sans protéiprive(1)	Avec protéiprive(2)
LysineA	23,7 ± 5,5	26,6 ± 9,9	24,5 ± 5,4
HistidineA	12,0 ± 1,7	11,8 ± 2,9	11,6 ± 1,6
ArginineA	24,7 ± 3,7	23,0 ± 5,3	23,9 ± 3,0
Ac. aspartiqueAB	47,8 ± 5,5	35,3 ± 12,9	42,6 ± 7,0
ThréonineAB	40,0 ± 4,3	27,2 ± 6,7	34,8 ± 4,0
SérineAB	35,7 ± 3,5	27,3 ± 5,9	32,3 ± 3,4
Acide glutamiqueAB	54,8 ± 7,3	47,8 ± 12,7	51,3 ± 7,0
GlycineAB	53,9 ± 2,6	47,0 ± 8,2	51,0 ± 4,4
AlanineAB	27,5 ± 3,6	19,5 ± 8,0	23,2 ± 4,4
ValineAB	27,9 ± 4,7	23,3 ± 8,1	25,5 ± 4,5
IsoleucineAB	20,0 ± 3,5	14,4 ± 5,8	17,7 ± 3,3
LeucineAB	35,3 ± 6,4	23,8 ± 9,4	29,7 ± 5,5
Tyrosine	12,9 ± 2,7	4,5 ± 4,4	9,3 ± 2,9
PhénylalanineAB	18,8 ± 3,7	13,7 ± 4,8	16,4 ± 2,9
Cystine	10,8 ± 1,3	6,3 ± 2,4	8,6 ± 1,4
Méthionine	5,0 ± 1,0	4,0 ± 2,6	4,1 ± 1,3
Azote	127,9 ± 8,0	94,0 ± 20,4	112,8 ± 11,4
AA13(3)	422,0 ± 54,5	354,2 ± 97,3	390,3 ± 54,0
AA10(4)	361,6 ± 43,9	289,6 ± 80,4	329,1 ± 44,7

(1) Le régime protéiprive est exclu du calcul de la droite de régression extrapolée.
(2) Le régime protéiprive est inclus dans le calcul.
(3) Somme des 13 acides aminés indiqués par l'exposant A. La tyrosine et les acides aminés soufrés sont exclus de ce calcul, la comparaison des excrétions estimées à partir du régime protéiprive à celles estimées par extrapolation pouvant être biaisée par des données manquantes.
(4) Somme des 10 acides aminés indiqués par l'exposant B, ne comportant pas les acides aminés basiques.

que lorsqu'on extrapole à ingéré nul les excrétés correspondant aux trois régimes à teneurs variables en protéines ; ceci est vérifié pour l'azote et la plupart des acides aminés à l'exception des basiques (lysine, histidine et arginine). Des valeurs intermédiaires sont calculées lorsqu'on intègre le régime protéiprive dans la régression utilisée pour l'extrapolation. La quantité d'azote incluse dans les acides aminés (sans

TABLEAU 4
PROPORTION DE L'AZOTE ENDOGÈNE TOTAL EN PROVENANCE DES ACIDES AMINÉS DOSÉS (AA).

Méthode	Protéiprive		Extrapolation à ingéré nul	
N des AA	63,4 (1)	49,5 (2)	52,1 (1)	55,4 (2)
N Total	127,9	100,0	94,0	100,0

(1) en mg/kg^{0,75}
(2) en % de l'azote total

la proline et le tryptophane), ne représente qu'une partie relativement réduite de l'azote total excrété (tableau 4). Les acides aminés dont les concentrations sont les plus grandes dans l'excrétion d'origine endogène sont : acide glutamique, glycine, acide aspartique et thréonine.

En ce qui concerne les valeurs de digestibilité, on observe que le CUD apparent augmente avec le taux de protéine du régime (tableau 5) ; cet effet disparaît quand on calcule le CUD vrai. Si l'excrété endogène est estimé à partir des résultats du régime protéiprive, le calcul de la digestibilité vraie effectué dans le cas du régime à 15% de protéines donne des valeurs sensiblement plus élevées que celui effectué à partir de la pente de variation de l'excrété en fonction de l'ingéré. Ceci est particulièrement vrai pour les 10 acides aminés dont l'excrété endogène apparaissait surestimé avec le régime protéiprive, alors que les valeurs obtenues selon les deux méthodes sont très proches pour les 3 acides aminés basiques (tableau 6).

3. DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent que la longueur de la période de collecte n'a pas une forte influence sur la précision des résultats, estimée aussi bien par les coefficients de corrélation entre excrété et ingéré que par les écarts aux régressions. En

TABLEAU 5
DIGESTIBILITÉ APPARENTE DE L'AZOTE ET DES ACIDES AMINÉS DE L'ISOLAT DE PROTÉINES DE SOJA.

Taux de protéines de l'aliment	5.5	11	16.5	Contraste(1)
N	77,0 ± 1,3	82,1 ± 1,2	85,2 ± 0,7	***
Lysine	**86,1 ± 2,3**	**86,0 ± 1,1**	**90,3 ± 0,7**	*
Histidine	**84,4 ± 1,5**	**87,1 ± 0,9**	**90,9 ± 0,6**	***
Arginine	**90,1 ± 1,2**	**98,1 ± 0,5**	**94,2 ± 0,2**	***
Acide aspartique	85,6 ± 1,5	85,8 ± 1,0	89,0 ± 0,6	**
Thréonine	**71,3 ± 2,5**	**74,7 ± 1,9**	**79,6 ± 0,6**	**
Sérine	81,4 ± 1,5	83,7 ± 1,2	87,5 ± 0,4	***
Acide glutamique	90,2 ± 1,0	91,4 ± 0,6	93,4 ± 0,3	**
Glycine	67,1 ± 2,8	74,7 ± 2,2	81,8 ± 0,8	***
Alanine	79,3 ± 2,8	77,8 ± 1,4	83,5 ± 0,8	
Valine	**80,4 ± 2,4**	**80,7 ± 1,4**	**85,5 ± 0,6**	**
Isoleucine	**85,3 ± 1,7**	**85,5 ± 0,9**	**88,5 ± 0,5**	*
Leucine	**85,3 ± 1,6**	**84,5 ± 0,9**	**87,9 ± 0,5**	
Tyrosine	**83,1 ± 3,4**	**85,8 ± 1,0**	**86,6 ± 0,8**	
Phénylalanine	**88,6 ± 1,4**	**87,9 ± 0,7**	**90,7 ± 0,4**	
Cystine	**70,1 ± 2,0**	**71,5 ± 2,5**	**75,0 ± 1,0**	
Méthionine	**85,4 ± 2,5**	**85,5 ± 1,0**	**88,2 ± 1,0**	
AA13(2)	84,7 ± 1,6	85,8 ± 0,9	89,2 ± 0,4	**
AA10(3)	84,1 ± 1,6	85,1 ± 0,9	88,5 ± 0,5	**

(1) Effet linéaire * (P<0,1) ; ** (P<0,05) ; *** (P<0,005)
(2) (3) voir notes (3) et (4) du tableau 3.

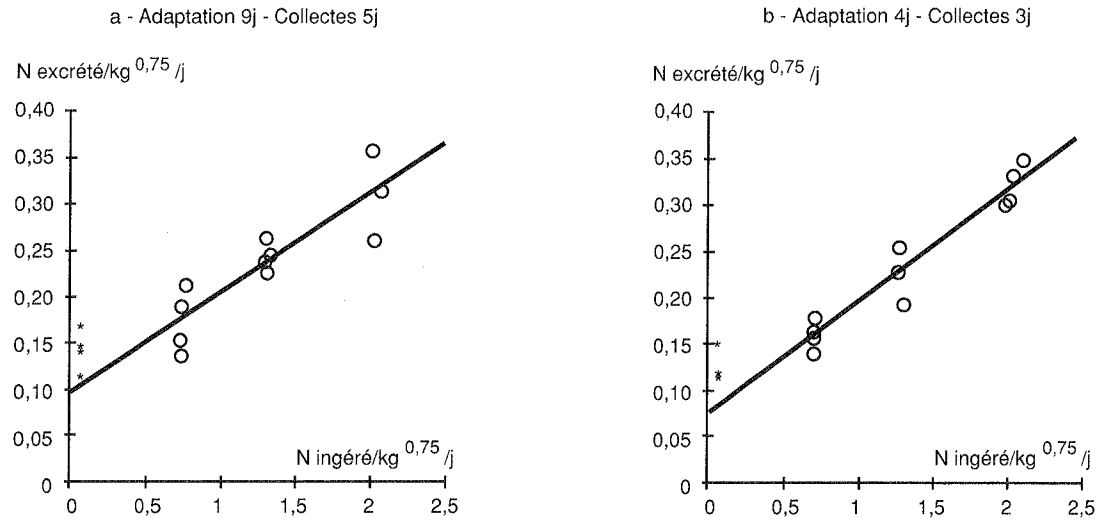
TABLEAU 6
DIGESTIBILITÉ VRAIE DES PROTÉINES D'ISOLAT DE SOJA ESTIMÉE SELON DIFFÉRENTES MÉTHODES

Calculé avec :	endogène protéiprive (1)	endogène extrapolation sans protéiprive	endogène extrapolation avec protéiprive
Lysine	**93,1 ± 0,7**	**92,9 ± 1,6**	**92,5 ± 1,0**
Histidine	**94,2 ± 0,6**	**93,8 ± 1,1**	**93,2 ± 0,7**
Arginine	**96,5 ± 0,3**	**96,4 ± 0,7**	**96,5 ± 0,4**
Acide aspartique	92,0 ± 0,6	90,1 ± 1,3	92,7 ± 0,9
Thréonine	**86,9 ± 0,6**	**83,3 ± 1,9**	**85,2 ± 1,3**
Sérine	92,3 ± 0,4	90,0 ± 1,2	91,0 ± 0,8
Acide glutamique	95,4 ± 0,3	94,6 ± 0,7	94,7 ± 0,5
Glycine	91,3 ± 0,8	89,1 ± 2,2	90,1 ± 1,3
Alanine	88,2 ± 0,8	84,5 ± 2,2	85,4 ± 1,4
Valine	**89,5 ± 0,7**	**87,7 ± 1,8**	**88,1 ± 1,1**
Isoleucine	**91,4 ± 0,6**	**89,8 ± 1,2**	**90,4 ± 0,8**
Leucine	**91,1 ± 0,5**	**89,1 ± 1,3**	**89,8 ± 0,8**
Tyrosine	**90,4 ± 0,8**	**91,6 ± 1,3**	**92,7 ± 0,9**
Phénylalanine	**93,3 ± 0,4**	**92,1 ± 1,0**	**92,6 ± 0,7**
Cystine	**82,1 ± 1,0**	**78,7 ± 2,4**	**80,8 ± 1,5**
Méthionine	**91,2 ± 1,1**	**90,5 ± 2,1**	**90,6 ± 1,2**
N	91,4 ± 0,8	89,6 ± 1,4	90,8 ± 0,9

(1) Valeurs des CUD calculées dans le cas du régime à 16,5% de protéines.

d'autres termes, pour chaque durée d'adaptation au régime (4-5 jours ou 9 jours), l'amélioration due à l'allongement de la durée des collectes (2 à 3 jours ou 3 à 5 jours respectivement) est très faible. En revanche l'allongement de la période d'adaptation, de 4 ou 5 jours à 9 jours, tendrait à augmenter en même temps la variabilité et le niveau de l'excrétion azotée, plus spécialement chez les animaux qui consomment le régime à 5% de protéine (figure 2). Celui-ci est très déséquilibré en acides aminés, puisqu'il apporte seulement 43, 39 et 27.5% des besoins en lysine, thréonine et acides aminés soufrés respectivement (INRA, 1984). La réponse de l'excrétion azotée à l'ingestion de ce régime, à savoir une augmentation attribuable aux pertes endogènes, serait similaire à celle que nous avons observée dans le cas du régime protéiprive mais plus longue à se mettre en place.

FIGURE 2
VARIATION DES QUANTITÉS D'AZOTE EXCRÉTÉES
DANS LES DIGESTA ILÉAUX EN FONCTION DE L'AZOTE INGÉRÉ (g/kg ^{0,75})



Selon De LANGE et al. (1989b), ce serait bien le déséquilibre nutritionnel qui serait en cause dans le type de réponse décrit ci-dessus. Leurs résultats, montrent que la proline constitue la plus grande part de l'excédent d'excrétion azotée occasionné par l'ingestion d'un régime protéiprive. La synthèse de cet acide aminé non essentiel interviendrait lors de la mise en place, par suite de la carence en arginine, d'une voie de formation de l'urée dans laquelle le précurseur de l'ornithine serait le glutamate (ROGERS et PHANG, 1981). L'extrapolation à ingéré azoté nul est une manière de réduire l'influence éventuelle du déséquilibre nutritionnel dans l'estimation de l'excrétion azotée d'origine endogène. Dans ces conditions, à la différence de celles réalisées par De LANGE et al. (1989b), nous constatons que l'excédent d'endogène entraîné par l'ingestion d'un régime protéiprive s'explique à 40% par l'azote de 16 acides aminés, ne comprenant pas la proline, alors que ces acides aminés ne représentent qu'environ 50% à 55% de l'azote total. La fraction de l'azote endogène excrétée sous forme d'urée n'est certainement pas négligeable (RERAT et BURACEWSKA, 1986). Quel rôle joue-t-elle dans les 60% de l'azote endogène excédentaire non expliqués par les acides aminés dosés ?. D'après les données de THACKER et al. (1982), la quantité d'urée excrétée dans l'intestin serait relativement constante en valeur absolue, si bien que l'azote endogène perdu sous cette forme devrait être sensiblement le même, déterminé par extrapolation à ingéré nul ou après l'ingestion d'un régime protéiprive. Aucune donnée ne permet de spéculer sur la contribution éventuelle des sucres aminés qui abondent dans les sécrétions digestives associées à la desquamation de la muqueuse intestinale (SPIRO, 1970, cité par COMBE et al., 1980). En définitive, le dosage de la proline devrait confirmer qu'elle joue une rôle important, quoique non exclusif, dans la surestimation de l'excrétion azotée endogène entraînée lors de l'ingestion d'un régime protéiprive. Cette excrétion supplémentaire de proline, résultant vraisemblablement d'une déviation métabolique, s'ajoute à celle constitutive de protéines caractéristiques des sécrétions digestives, également riches en acides aminés les plus abondants dans les pertes endogènes tels que l'acide glutamique, la glycine et la thréonine (SAUER et OZYMEK, 1986).

Les différences entre les valeurs estimées des quantités d'acides aminés excrétés d'origine endogène selon la méthode sont de caractère systématique. En fait, les corrélations calculées entre les deux séries de données sont très élevées (0,991 sans les acides aminés basiques et 0.976 avec). Le choix de l'une ou de l'autre pour le calcul de la digestibilité vraie affecte finalement très peu le profil des résultats et donc les comparaisons entre matières premières. Lorsqu'on compare les données présentes de digestibilité des acides aminés de l'isolat de protéine de soja à celles publiées antérieurement, on constate que les profils de variation sont remarquablement semblables sauf pour deux acides aminés, la thréonine et surtout la cystine. Les valeurs que nous avons déterminées sont relativement plus faibles que celles trouvées par WILSON et LEIBHOLZ (1981) et WALKER et al. (1986). Ce sont aussi les acides aminés pour lesquels les différences trouvées entre les deux modes de mesures sont les plus importantes. Il est donc possible que les valeurs de digestibilité vraie soient moins fiables dans ces deux cas, du fait d'une variabilité plus grande des excrétions endogènes de cystine et de thréonine selon les conditions expérimentales. Lorsqu'on exprime les résultats d'excrétion endogène des acides aminés en mg par kg de matière sèche ingérée, la comparaison des résultats obtenus selon la méthode du régime protéiprive aux données bibliographiques revues par WÜNSCHE et al. (1987), ne fait

pas apparaître de grande différence (tableau 7). Une corrélation de 0,93 existe entre les deux séries de valeurs et, en l'absence de dosage de la proline, le plus gros écart est constaté dans le cas de l'excrétion endogène de glycine.

TABLEAU 7
COMPARAISON AUX DONNÉES DE LA LITTÉRATURE = EXCRÉTION D'ACIDES AMINÉS D'ORIGINE ENDOGÈNE EN MG/KG DE MATIÈRE SÈCHE INGÉRÉE.

	Protéiprive	Extrapolation(1)	Valeurs revues par WÜNSCHE et al. (1987)
	Données présentes		
Lysine	**338**	**381**	**378 ± 128**
Histidine	**171**	**168**	**179 ± 75**
Arginine	**353**	**329**	**441 ± 122**
Acide aspartique	683	504	780 ± 222
Thréonine	**571**	**388**	**508 ± 89**
Sérine	510	390	468 ± 109
Acide glutamique	782	683	829 ± 159
Proline	-	-	2510 ± 1879
Glycine	770	671	1183 ± 566
Alanine	393	279	510 ± 127
Valine	**398**	**333**	**400 ± 99**
Isoleucine	**286**	**206**	**243 ± 80**
Leucine	**504**	**339**	**496 ± 178**
Tyrosine	**184**	**71**	**253 ± 110**
Phénylalanine	**269**	**195**	**321 ± 80**
Cystine	**154**	**90**	**205 ± 103**
Méthionine	**72**	**56**	**104 ± 44**
N total	**1828**	**1343**	**2219 ± 344**

(1) sans le régime protéiprive

CONCLUSION

Les présents résultats permettent de tirer quelques conclusions d'ordre méthodologique quant à la technique de mesure de la digestibilité iléale des acides aminés par anastomose iléo-rectale prévalvulaire. En ce qui concerne les durées de périodes de mesure, la combinaison 4 jours d'adaptation/3 jours de récolte donne les résultats les plus précis et les plus cohérents. L'allongement de la durée d'adaptation au régime apparaît inutile, car elle augmente la variabilité des données, probablement en réponse aux déséquilibres nutritionnels entraînés par certains régimes. En définitive, la méthode de mesure de l'endogène par extrapolation à ingéré nul devrait permettre de minimiser les risques de surestimation aussi bien au niveau de l'endogène lui-même que des valeurs de digestibilité vraie des acides aminés. Toutefois, l'utilisation des données protéiprives ne modifie en rien le profil des variations de cette digestibilité, d'un acide aminé à l'autre, pour une matière première donnée.

REMERCIEMENTS

Ce travail a reçu le soutien financier de la Société DUQUESNE PURINA.

Nous remercions Monsieur VAN EYS, Directeur des Recherches dans cette Société ainsi que Monsieur RADISSON, Directeur des Recherches et du Développement chez RALSTON PURINA EUROPE, et Madame EUDAIMON, de la Société EUROLYSINE, pour le dosage des acides aminés .

Nous remercions aussi Jacky CHEVALIER pour l'illustration du texte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADEOLA O., YOUNG L.G., Mc MILLAN E.G., MORAN E.T. Jr., 1986. J. Anim. Sci., 63, 1862.
- COMBE E., PATUREAU-MIRAND P., BAYLE G., PION R., 1980. Reprod. Nutr. Dévelop. 20 (5B), 1707.
- DIERICK N.A., VERVAEKE I., DECUYPERE J., VAN DER HEYDE H., HENDERICKX H., 1988. Rostock N-Reihe, 37, 1S, 50.
- EGGUM B.O., BEAMES R.M., BACH KNUDSEN K.E., 1986. Br. J. Nutr., 56, 429.
- GIGER S., SAUVANT D., DORLEANS M., MORAND-FEHR P., 1979. 30 th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Harrogate, England, 23-26, July 1979.
- GREEN S., BERTRAND S.L., DURON M.J.C., MAILLARD R.A.,

1987. J. Sci. Food Agric. 40, 11.
- INRA, 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volaille. INRA éd., Paris, 282 p.
- JUST A., JORGENSEN H., FERNANDEZ J.A., 1985. Livest. Prod. Sci., 12, 145.
- KIENER T., MARISCAL LANDIN G., 1989. Journées Rech. porcine en France, 21, 23.
- DE LANGE C.F.M., SAUER W.C., MOSENTHIN R., SOUFFRANT W.B., 1989a. J. Anim. Sci., 67, 746.
- DE LANGE C.F.M., SAUER W.C., SOUFFRANT W.B., 1989b. J. Anim. Sci., 67, 755.
- LAPLACE J. P., DARCY-VRILLON B., PICARD M., 1985. Journées Rech. Porcine en France, 17, 353.
- RERAT A., BURACZEWSKA L;, 1986. Arch. Anim. Nutr. Berlin, 36, 252.
- ROGERS Q.R., PHANG J.M., 1985. J. Nutr., 115, 146.
- SAUER W.C., OZIMEK L., 1986. Livest. Prod. Sci., 15, 367.
- TANKSLEY T.D. Jr., KNABE D.A., 1984. In: W. Haresing and D.J.A. Cole (Ed.) Recent Advances in Animal Nutrition : Butterworths London: 75-95.
- TAVERNER M.R., HUME I.D., FARRELL D.J., 1981. Br. J. Nutr., 46, 149.
- THACKER P.A., BOWLAND J.P., MILLIGAN L.P., WELTZIEN E., 1982. J. Anim. Sci., 62, 1193.
- VAN SOEST P.J., 1963. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 46, 829.
- VAN SOEST P.J., WINE R..H., 1967. J. Assoc. Off Anal. Chem. 50, 50.
- WALKER W.R., MAXWELL C.V., OWENS F.N., BUCHANAN D.S., 1986. J. Anim. Sci., 63, 513.
- WILSON R.H., LEIBHOLZ J., 1981. Br. J. Nutr. 45, 347.
- WÜNSCHE J., HERRMANN U., MEINL M., HENNIG U., KRELENBRING F., ZWIERZ P., 1987. Arch. Anim. Nutr. Berlin. 37, 745.
- ZEBROWSKA T., 1978. Feedstuffs. Déc. 25, 50 (53), 15-17, 43-44.