A7909

## UTILISATION DIGESTIVE DES ACIDES AMINES CHEZ LE PORC COMPARAISON DE DEUX METHODES D'ETUDE DANS LE CAS DU BLE ET DE L'ORGE

A. RERAT (1), P.H. DUEE (2), D. BOURDON (2), Régine CALMES (2)\*

(1) I.N.R.A. - Laboratoire de Physiologie de la Nutrition - 78350 Jouy-en-Josas (2) I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs - 78350 Jouy-en-Josas

L'estimation de la valeur nutritive d'une protéine est facilitée si, outre sa composition en acides aminés, on peut apprécier son degré d'utilisation au niveau intestinal. Il s'agit alors de définir une méthodologie adéquate permettant de préciser les quantités réellement absorbées des différents acides aminés. La mesure des quantités disparues par différence entre les quantités ingérées et excrétées dans les fèces (méthode de KUIKEN et LYMAN, 1948) peut permettre d'établir un bilan apparent d'utilisation digestive des différentes acides aminés, bilan qui n'est cependant pas à l'abri des critiques. On sait, en effet, que certains nutriments peuvent être catabolisés ou modifiés par la microflore bactérienne, (RERAT, 1978) ou au moment de leur absorption dans la paroi intestinale. De plus, un apport endogène d'acides aminés se superpose à l'apport alimentaire (sécrétions digestives, desquamations intestinales, synthèses microbiennes), provoquant ainsi, d'une façon plus ou moins importante, une dilution des acides aminés d'origine alimentaire.

On conçoit donc l'insuffisance de la méthode d'analyse fécale pour déterminer l'utilisation digestive des acides aminés ingérés. Compte tenu du fait que l'absorption des acides aminés se situe dans l'intestin grêle, une autre méthode propose d'estimer la digestibilité intestinale, en mesurant les résidus de la digestion à l'extrémité aborale de l'intestin grêle. ON retiendra cependant que si les contenus alimentaires à ce niveau ne sont que peu remaniés par la flore bactérienne, ils sont cependant tributaires de l'apport endogène d'acides aminés. C'est pourquoi, pour définir les besoins en acides aminés, il apparaît plus opportun de quantifier l'absorption des acides aminés à partir de leur apparition au niveau de la veine porte. En outre, cette technique permet d'étudier la cinétique de l'absorption, information inaccessible par la méthode des bilans.

Dans cette optique, l'expérience présente a pour but de comparer deux méthodes permettant d'estimer l'utilisation digestive des acides aminés ingérés : l'analyse fécale et le bilan d'absorption au niveau portal. L'étude porte sur deux céréales, classiquement incorporées dans les rations pour porcs et différant très nettement quant à l'utilisation digestive des matières azotées : le blé et l'orge.

## **DISPOSITIF EXPERIMENTAL**

Huit porcs mâles castrés de race Large White, d'un poids moyen de 49 kg, placés en cages de digestibilité sont soumis pendant 10 jours à un régime identique permettant ainsi l'accoutumance aux conditions de collectes. A la suite de cette période préexpérimentale, ils sont répartis en deux groupes et reçoivent alors leur régime propre. Après une semaine d'adaptation, les collectes de fèces et d'urine sont réalisées pendant 10 jours. Afin d'éviter leur altération, les fèces sont prélevées 3 fois par jour et conservées à une température d'environ — 15°C; l'urine est collectée quotidiennement et conservée en milieu acide.

Les caractéristiques des régimes expérimentaux découlent directement de la composition des matières premières utilisées (blé ou orge) introduites au taux de 97 p. 100 dans la ration. Le complément est constitué par un mélange minéral et vitaminique. Le niveau alimentaire moyen pendant la période des collectes est de 1438 g de matière sèche par jour. Ainsi, les différences de consommation en nutriments (acides aminés, énergie, cellulose) entre les deux groupes d'animaux reflètent la différence de composition des deux céréales : la consommation journalière en protéines est de 206 grammes dans le cas du blé contre 161 grammes dans le cas de l'orge ; l'énergie digestive ingérée étant respectivement de 5274 et 4856 Kcal par jour pour le blé et l'orge.

Cette méthode d'analyse fécale permet l'estimation de l'utilisation digestive apparente des divers acides aminés. Elle est complétée par le calcul de l'utilisation digestive réelle des acides aminés, en tenant compte d'un niveau d'excrétion fécale endogène. Celui-ci est mesuré sur 6 porcs consommant, pendant 6 jours, un régime dépourvu de protéines, mais un niveau d'indigestible comparable à celui des céréales, et distribué selon un niveau alimentaire quotidien de 976 grammes (PASTUSZEWSKA et al., 1974).

<sup>\*</sup> avec la collaboration technique de G. DUCHASTEL, J.P. HAUTDUCOEUR, R. LEVREL

Enfin, les résultats de bilans sont confrontés aux coefficients d'absorption après 8 h. des différents acides aminés, calculés dans le cas d'un niveau de consommation protéique de 100 grammes (de blé ou d'orge). Ces données ont été obtenues dans des conditions expérimentales identiques (poids des animaux, composition des régimes) et découlent d'une expérience permettant de mesurer, au niveau de la veine porte, les quantités d'acides aminés absorbés pendant 8 heures après un repas, compte tenu des différences porto-artérielles et du débit de sang dans la veine porte selon la formule :

$$q = (Cp - Ca) D dt$$

où q représente la quantité absorbée, Cp et Ca les concentrations de l'acide aminé étudié dans le sang porte et le sang artériel, le débit de sang dans la veine porte et dt la durée de la période d'épreuve (RERAT et ai., 1978). Les présentes études portent sur 7 repas expérimentaux pour chaque céréale.

## **RESULTATS:**

Les données rapportées dans le tableau 1 et concernant l'utilisation digestive et métabolique des matières azotées soulignent que, dans le cas de l'orge, le coefficient d'utilisation digestive apparent est réduit de près de 12 points, du fait de l'excrétion accrue d'azote fécal (+ 55 p. 100 par rapport au blé) et malgré un ingéré azoté plus faible (KEYS et de BARTHE, 1974). Il faut remarquer également que le niveau de rétention azotée est comparable dans les deux lots ; ceci est à rapprocher d'un niveau de croissance identique durant le passage en cages (335 g par jour), croissance relativement faible, conséquence d'un niveau alimentaire bas et de la seule présence des céréales dans la ration.

1 — La digestibilité apparente des acides aminés des deux céréales a été calculée à partir des analyses en aminoacides des régimes d'une part et des fèces récoltées pendant 10 jours et sur 4 animaux par lot d'autre part (tableau 2). Il ressort de la comparaison des compositions fécales que des différences apparaissent essentiellement pour l'acide glutamique, la proline, les acides aminés ramifiés et la lysine, dont les teneurs sont plus élevées dans le cas de l'orge.

Pour ce qui concerne les acides aminés indispensables, on constatera (tableau 3) que les digestibilités apparentes de l'histidine et de l'arginine sont plus élevées dans chaque lot que les valeurs obtenues pour l'azote : l'écart observé entre les digestibilités apparentes de ces acides aminés et de l'azote est d'environ 4 points. Certains autres acides aminés indispensables ont d'autre part, une digestibilité apparente plus faible que la valeur moyenne obtenue pour l'azote. C'est le cas, principalement, de la lysine dont la digestibilité apparente est réduite de 12 à 14 points, par rapport à celle des matières azotées. De la même façon, la digestibilité apparente de la thréonine est dépréciée (de 8 à 11 points). Seules, les valeurs de digestibilité apparente de la leucine et de la phénylalanine sont relativement proches de la valeur correspondante pour les matières azotées.

Dans le groupe des acides aminés non indispensables, l'alanine et, à un moindre degré, l'acide aspartique, ont une digestibilité apparente plus faible que la valeur moyenne obtenue pour l'azote : l'écart des digestibilités, pour l'alanine, varie de 10 à 15 points. Dans ce groupe, ce sont l'acide glutamique et la proline qui ont la digestibilité apparente la plus élevée.

TABLEAU 1
RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES DE BILANS

RÉGIME	BLÉ	ORGE	PROTÉIPRIVE (1)	
Utilisation digestive de l'azote				
Azote ingéré (g/jour)	33,0	25,8	_	
Azote fécal (g/jour)	4,0 ± 0,5 (2)	$6,2 \pm 0,4$	1,1	
CUDa de l'azote (%)	88,0 ± 1,7	76,1 ± 1,7	_	
Utilisation métabolique de l'azote				
Azote urinaire (g/jour)	19,5 ± 0,6	10,1 ± 0,5	1,9	
Azote retenu (g/jour)	9,5 ± 0,4	9,5 ± 0,2	-	
Cœfficient de rétention de l'azote (%)	32,8 ± 1,1	48,7 ± 1,6	-	

<sup>(1)</sup> d'après PASTUSZEWSKA et al. (1974)

<sup>(2)</sup> Valeur moyenne suivie de l'écart-type de la moyenne.

TABLEAU 2

COMPOSITION EN ACIDES AMINES DES ALIMENTS ET DES FÉCÈS
(en g.p. 16 g N)

	RÉGIME « BLÉ »		RÉGIME « ORGE »		REGIME PROTEIPRIVE	
	Aliment	Fèces	Aliment	Fèces	Fèces	
Asp .	4,9	8,6	5,8	9,15	9,15	
Thr	2,7	4,45	3,15	4,65	4,8	
Ser	4,15	4,0	3,8	4,1	3,95	
Glu	26,65	9,45	20,4	12,55	10,5	
Pro	9,35	3,55	10,0	5,4	3,3	
Gly	3,6	4,8	3,85	4,8	4,65	
Ala	3,25	5,95	3,9	6,25	6,2	
Val	4,1	5,4	4,9	5,8	5,2	
Heu	3,45	4,35	3,55	4,85	4,75	
Leu	6,3	6,45	6,65	6,95	6,55	
Tyr	2,8	3,8	3,0	4,1	4,05	
Phe	4,4	4,05	4,75	4,75	4,25	
His	2,35	1,5	2,15	1,75	1,7	
Lys	2,8	5,4.	3,8	6,05	6,25	
Arg	4,7	3,6	5,0	4,0	3,75	
Cys	2,3	1,85	2,2	1,65	1,95	
Met	1,5	2,10	1,6	2,25	2,05	
Matières azotées (N×6,25) % Mat. sèche	14,45	13,55	11,1	12,9	15,5	

TABLEAU 3
DIGESTIBILITÉ APPARENTE ET RÉELLE DES ACIDES AMINÉS

	DIGESTIBILITÉ APPARENTE			DIGESTIBILITÉ RÉELLE		DIGESTIBILITÉ RÉELLE p. 100 du CUD <sub>r</sub> N	
	Blé	Orge	Blé	Orge	Blé	Orge	
Acide aspartique	78,7	62,3	87,4	72,0	94,2	87,5	
Sérine	88,45	74,4	92,9	80,8	100,3	98,3	
Acide glutamique	95,7	85,4	97,6	88,6	105,3	107,8	
Proline	95,4	87,1	97,1	89,1	104,8	108,5	
Glycine	83,75	70,4	89,9	77,9	97,0	94,7	
Alanine	77,75	61,5	86,7	71,2	93,4	86,6	
Thréonine	80,05	65,0	88,5	74,4	95,4	90,4	
Valine	83,95	71,7	89,8	78,1	96,9	95,0	
Cystine	90,3	82,5	94,2	87,8	101,7	106,8	
Méthionine	82,85	67,2	89,3	75,1	96,3	91,3	
Isoleucine	84,65	67,6	91,2	76,0	98,4	92,4	
Leucine	87,6	75,15	92,4	81,1	99,7	98,6	
Tyrosine	83,3	67,5	90,3	75,9	97,3	92,3	
Phénylalanine	88,85	76,3	93,4	81,8	100,8	99,6	
Lysine	76,2	61,95	86,6	71,9	93,3	87,4	
Histidine	92,15	80.8	95,7	85,8	103,3	104,5	
Arginine	90,75	80,95	94,5	85,6	102,0	104,2	
Matières azotées	88,0	76,1	92,7	82,2	100	100	

2 — Le calcul des digestibilités réelles des différents acides aminés prend en compte la valeur de l'azote métabolique et sa composition en acides aminés, déterminées par PASTUSZEWSKA et al. (1974), soit une excrétion endogène d'azote de 109 mg pour 100 g de matière sèche ingérée. Une présentation des écarts entre les digestibilités des différents acides aminés et celle de l'azote en pourcentage de la digestibilité réelle de l'azote a, d'autre part, été réalisée (tableau 3). Les conclusions tirées antérieurement, tant en ce qui concerne les acides aminés indispensables que les acides aminés non indispensables, sont maintenues quand on considère non plus la digestibilité apparente mais la digestibilité réelle des acides aminés. Les digestibilités réelles de l'histidine, de l'arginine, de l'acide glutamique et de la proline sont plus élevées que celles des matières azotées, contrairement à celles de la lysine, la thréonine, l'alanine et l'acide aspartique.

# 3 — Absorption apparente des acides aminés (RERAT et al., 1978).

La digestion du blé est plus rapide que celle de l'orge (tableau 4) : huit heures après le repas, les quantités absorbées sont plus élevées dans le cas du blé que dans celui de l'orge (respectivement 56 p. 100 et 43 p. 100 des acides aminés ingérés). Pour les deux céréales, on peut noter une absorption plus rapide de l'histidine, des acides aminés aromatiques et de la méthionine ; à l'inverse, on constate une apparition plus lente de l'arginine et de cystine dans l'organisme, et de façon moins marquée de la lysine. En ce qui concerne les acides aminés non essentiels, il faut souligner la récupération très partielle de la glutamine et de l'acide glutamique et l'apparition rapide et très élevée d'alanine et de glycocolle. Dans le même tableau 4, ont été rapportés les résultats de digestibilité déterminés précédemment. Il ressort de cette comparaison que les résultats des deux méthodologies convergent, mettant en évidence une digestion plus complète des protéines de blé par rapport à celles d'orge. Cépendant un certain nombre de divergences existent entre les résultats fournis par les deux méthodes. Il faut tout d'abord noter que, pour tous les acides aminés essentiels et certains non essentiels, les coefficients d'absorption apparents sont plus faibles que les coefficients de digestibilité en raison de la durée relativement courte de la période d'absorption étudiée (8 heures), mais l'écart moyen entre les deux coefficients est beaucoup plus marqué dans le cas de l'orge (38 p. 100) que dans celui du blé (22 p. 100), ce qui signifie que non seulement la digestion de l'orge est moins efficace que celle du blé, mais également qu'elle se fait relativement plus lentement. Les divergences les plus notables entre les deux méthodes portent sur l'histidine, la tyrosine et

TABLEAU 4
UTILISATION DIGESTIVE DES ACIDES AMINÉS ET QUANTITÉS ABSORBÉES (1)

	Ī	BLÉ		ORGE		
	C,U.D. (%)	Coefficient d'absorption %	C.U.D. (%)	Cæfficient d'absorption %		
Matières azotées	88,0	60,1	76,1	39,5		
Thréonine	80,05	72,7	65,0	42,2		
Valine	83,95	72,3	71,7	42,6		
Cystine	90,3	28,8	82,5	20,4		
Méthionine	82,85	81,2	67,2	46,7		
Isoleucine	84,65	74,6	67,6	47,0		
Leucine	87,6	65,5	75,15	43,6		
Tyrosine	83,3	78,7	67,5	60,6		
Phenylatanine	88,85	75,3	76.3	48,0		
Lysine	76,2	58,2	61,95	39,5		
Histidine	92,15	90,2	80,8	71,4		
Arginine	90,75	32,2	80,95	28,2		
Acide aspartique + asparagine	78,7	51,2	62,3	37,7		
Sérine	88,45	82,1	74,4	46,5		
Acide glutamique + glutamine	95,7	17,9	85,4	7,0		
Proline	95,4	55,6	87,1	28,9		
Glycine	83,75	107,7	70,4	64,6		
Alanine	77,75	273,4	61,5	171,8		

<sup>(1)</sup> Quantités calculées pour une durée de 8 heures après un repas correspondant à 100 g de protéines.

la méthionine (cas du blé) dont les quantités apparues dans l'organisme sont relativement plus élevées par rapport aux quantités disparues du tube digestif que celles des autres acides aminés : à l'inverse, les quantités de cystine et d'arginine absorbées par rapport aux quantités disparues sont beaucoup plus faibles que celles trouvées pour les autres acides aminés. Parmi les acides aminés non essentiels, on peut constater l'apparition excessive d'alanine et de glycocolle vis-à-vis de la disparition intestinale ; à l'inverse, seule une très faible fraction de l'acide glutamique (ou de la glutamine) disparue de l'intestin est retrouvée dans la veine porte.

#### **DISCUSSION ET CONCLUSIONS:**

Un certain nombre de points doivent être soulignés qui ressortent de l'analyse des deux méthodologies appliquées en vue de déterminer l'utilisation digestive des acides aminés du blé et de l'orge et de leur comparaison.

La méthode des bilans met en évidence une moins bonne digestibilité apparente de quelques acides aminés, la lysine en particulier, ce qui confirme les données antérieures de DAMMERS (1964), EGGUM (1973), HACKL et POPPE (1973), SAUER et al. (1974), rassemblés par PEREZ, BOURDON et HENRY (1978). On peut remarquer qu'après correction des excrétions fécales d'acides aminés par une estimation de l'azote endogène (PASTUSZEWSKA et al., 1974), les écarts entre les coefficients de digestibilité des différents acides aminés et celui de l'azote sont, en grande partie, maintenus. On note, quand même, un apport endogène en lysine important.

Ceci souligne l'insuffisance de la méthode de détermination consistant à estimer l'azote endogène lié à la consommation d'un régime protéiprive et à l'appliquer dans le cas d'un régime contenant des protéines. On sait, par ailleurs, que les pertes azotées fécales dépendent non seulement des caractéristiques des protéines alimentaires mais également des autres constituants de la ration (glucides membranaires, nature de l'amidon) comme cela a été rappelé dans la revue récente de RERAT (1978).

Les résultats fournis par la méthode d'absorption doivent également être considérés avec précaution. On rappellera que la durée d'observation est limitée (8 heures après le repas) et que cette méthode est apparente car elle englobe les transformations métaboliques existant dans la paroi intestinale.

C'est probablement ce qui expliquerait les divergences soulignées précédemment : réaction de transamination entre l'acide glutamique (ou la glutamine) et l'alanine ; entrée de l'arginine dans le cycle de l'urée ; réaction entre les deux acides aminés soufrés ; synthèse de l'histidine à partir de l'ansérine sanguine.

Actuellement, et malgré certaines concordances (on notera qu'à travers les deux méthodologies, il semblerait que la lysine soit moins bien digérée ou absorbée), il est prématuré de conclure sur l'opportunité de l'une ou l'autre des deux méthodes, d'autant plus que l'expérience est ponctuelle et ne concerne que deux céréales.

En tout état de cause, ces résultats préliminaires montrent l'intérêt de cumuler les observations à différents sites de l'intestin afin de mieux préciser l'utilisation digestive des acides aminés ingérés, compte tenu des remaniements importants existant tout au long du tractus intestinal.

### REMERCIEMENTS:

A Monsieur GIBOULOT et au personnel technique de la Fabrique de Mélanges Alimentaires Expérimentaux de la Minière (I.N.R.A.) pour la fabrication des régimes.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DAMMERS J., 1964. Thèse. Université de LOUVAIN.
- EGGUM B.O., 1973. 406, Beretning fra forogslaboratoriet Udgivet of Statens Husdyrbrugsudvalg Kobenhavn

- HACKL W., POPPE S., 1973. Arch. Tierenähr, 23, 783
- KEYS J.E., Jr., de BARTHE J.V., 1974. J. Anim. Sci., 39, 57
- KUIKEN K.A., LYMAN C.M., 1948. J. Nutr., 36, 359
- PASTUSZEWSKA B., DUEE P.H., HENRY Y., BOURDON D., JUNG J., 1974.Ann. Zootech., 23, 537
- PEREZ J.M., BOURDON D., HENRY Y., 1978. Bull. Tech. Inf., 331, 335-361
- RERAT A., 1978. J. Anim. Sci., 46, 1808
- RERAT A., VAISSADE P., VAUGELADE P., ROBIN P., ROBIN D., 1978. 29° Journ. Fédération Européenne de Zootechnie, STOCKHOLM
- SAUER W.C., GIOVANNETTI P.M., STOTHERS S.C., 1974. Can. J. Anim. Sci., 54, 97.