

Effet de la nature de la source azotée alimentaire sur l'aminocidémie chez le poney

L Cabrera ¹, L Leclère ², JL Tisserand ^{2*}

¹ Universidade Estadual de Londrina UEL, Parana, Cx P 6001, 86051-970 Londrina, Brésil ;

² Unité associée de recherches zootechniques, Enesad-Inra, BP 1607, 21036 Dijon cedex, France

(Reçu le 2 août 1994 ; accepté le 14 juin 1996)

Summary — Influence of food nitrogen source on levels of plasma free amino acids in ponies.

During this study, the effects on concentrations of plasma free amino acids (PFAA) in ponies were assessed in five diets, each containing a different source of nitrogen. A 3 x 3 latin square design was used with nine adult male Shetland ponies (average weight 201 ± 19 kg). In a first experiment (E1), the ponies were fed a diet of molassed straw and maize, in quantities corresponding to maintenance levels, complemented by horse bean meal (R1), soya bean meal (R2) or fish meal (R3). In a second experiment (E2), the complements were rapeseed meal (R4), soya bean meal (R5; identical to R2) or cotton meal (R6). Samples of jugular blood were taken at 0800 hours (T), 1000 hours (T+2), 1200 hours (T+4), 1400 hours (T+6), and 1600 hours (T+8) for determination of PFAA. In E1, R1 (horse bean) led to nonsignificantly higher average daily concentrations of PFAA than R2 (soya bean meal) (+7%) and R3 (fish meal) (+4%). Peak values were reached at T+2 with R1 and R2. With R2, the peak was followed by a sharp decline from T+4 onwards, whereas with R1, the decline was not observed until T+8. With R3, the peak occurred later, at T+4, but showed less variation. Daily average concentrations of lysine were higher with R1 and R3 than R2. However, concentrations of methionine were higher with R3 than with both R1 and R2. In E2, R5 (soya bean meal) contained larger quantities of nitrogen; average daily concentrations were higher than in E1 (2 773 and 2 480 µmol/L respectively). Peak values were reached at T+2 for each of the diets R4, R5 and R6. Daily average concentrations of lysine were higher with R4 (rapeseed meal) and R5 than with R6 (cotton meal). Concentrations of methionine were higher with R4 than both R5 and R6. For the quantity of MADCi/kg P^{0.75}, as cotton meal and rapeseed meal are respectively, good sources of methionine and lysine, fish meal would make up a good source of both. Horse bean meal is low in methionine. Soya bean meal is a middle nitrogenous source for lysine and methionine compared with other nitrogenous sources.

ponies / source of nitrogen / feed / plasma amino acid

* Correspondance et tirés à part

Fax : (33) 03 80 77 25 84 ; courriel : jean.louis.tisserand@enesad.inra.fr

Résumé — Nous avons étudié l'effet de la nature de cinq sources azotées alimentaires sur l'aminoacidémie de neuf poneys adultes mâles entiers de race Shetland, pesant en moyenne 201 ± 19 kg. Les poneys sont répartis aléatoirement par groupe de trois selon un dispositif en carré latin 3×3 en mesures répétées. Les poneys sont alimentés au niveau de l'entretien et reçoivent deux fois par jour, dans un premier essai, une ration complètement agglomérée à base de paille mélassée et de maïs, comprenant de la féverole de printemps (R1), du tourteau de soja (R2) ou de la farine de poisson (R3). Dans un deuxième essai, les poneys reçoivent la même ration, comprenant du tourteau de colza (R4), du tourteau de soja (R5) ou du tourteau de coton (R6). Des prises de sang sont effectuées au niveau de la veine jugulaire à 8 heures (t) juste avant le repas, puis à 10 heures (t+2), 12 heures (t+4), 14 heures (t+6), 16 heures (t+8) afin de doser les acides aminés plasmatiques. Les résultats de l'essai 1 montrent qu'avec R1 (féverole) les taux plasmatiques moyens d'AAT des prélèvements t à t+8 sont supérieurs de 7 % à ceux de R2 (tourteau de soja) et de 3 % à ceux de R3 (farine de poisson), mais ces différences ne sont pas significatives. Avec R1 et R2, le pic d'aminoacidémie se situe à t+2 ; il est suivi d'une chute dès t+4 pour R2 et seulement à t+8 avec R1. Avec R3, l'aminoacidémie a un pic plus tardif (à t+4) et est moins variable. Pour les concentrations en lysine, les régimes farine de poisson et féverole de printemps sont supérieurs au régime tourteau de soja. Pour les concentrations en méthionine, seul le régime farine de poisson est supérieur aux deux autres. Dans l'essai 2, le pic d'aminoacidémie plasmatique se produit à t+2 pour tous les régimes. Pour les concentrations en lysine, les régimes tourteau de colza (76 ± 20 $\mu\text{mol/L}$) et tourteau de soja (73 ± 19 $\mu\text{mol/L}$) sont significativement supérieurs au régime tourteau de coton (52 ± 17 $\mu\text{mol/L}$). Mais pour les concentrations en méthionine, le régime tourteau de colza (43 ± 4 $\mu\text{mol/L}$) est significativement supérieur aux autres régimes (36 ± 4 et 36 ± 4 $\mu\text{mol/L}$ respectivement). À même quantité de MADCI/kg $P^{0.75}$, tandis que le tourteau de coton et celui de colza sont respectivement de bonnes sources de méthionine et de lysine, la farine de poisson constituerait une bonne source pour ces deux acides aminés. La féverole apporte peu de méthionine tandis que le tourteau de soja constituerait une source azotée de compromis pour la lysine et la méthionine en comparaison des autres sources azotées étudiées.

poneys / source azotée / nutrition / acide aminé plasmatique

INTRODUCTION

Chez les équidés comme chez les autres espèces d'animaux domestiques, l'azote tient une place prépondérante dans l'alimentation (Jarrige et Tisserand, 1984).

La digestibilité apparente (CUDa) des aliments au niveau du tube digestif permet de différencier partiellement, d'une part, les foin des concentrés pour la fourniture d'acides aminés (AA) (cf revue Meyer, 1983 ; Martin-Rosset et al, 1984) ; d'autre part, les céréales des tourteaux (Slade et al, 1970 ; Reitnour et Treece, 1971 ; Nelson et Tyznik, 1971 ; Hintz et Schryver, 1972 ; Reitnour et Salsbury, 1976 ; Jarrige et Tisserand, 1984 ; Toppliff et Freeman, 1990 ; Potter et al, 1992).

La valeur azotée des aliments dépend aussi de la digestibilité réelle (CUDr) et de la proportion des matières azotées digérées dans l'intestin grêle et le gros intestin. La part de l'azote digéré dans l'intestin grêle est prépondérante pour les aliments.

L'aminoacidémie peut traduire l'absorption des AA selon la source azotée et la teneur en azote du régime. Ainsi, de nombreux auteurs (Hintz et al, 1971 ; Johnson 1972a et b ; Johnson et Hart, 1974 ; Reitnour et Salsbury, 1975 ; Gibbs et al, 1988 ; Cabrera et Tisserand, 1995) ont utilisé cette méthode chez les équidés.

Ce travail a pour objectif de comparer, sur la base de l'aminoacidémie mesurée chez le poney, cinq matières premières : féverole de printemps ; tourteau de soja ; farine de poisson ; tourteau de colza et tourteau de coton.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ces aliments sont comparés au cours de deux essais indépendants. Le tourteau de soja est utilisé comme témoin dans les deux essais. Au cours du premier essai, la féverole de printemps (R1), le tourteau de soja (R2) et la farine de poisson (R3) sont comparés, tandis qu'au cours du deuxième essai sont étudiés le tourteau de colza (R4), le tourteau de soja (R5) et le tourteau de coton (R6).

Neuf poneys adultes mâles entiers de race Shetland, âgés de 9 ans et pesant en moyenne 201 ± 19 kg sont utilisés. Les poneys sont répartis aléatoirement par groupe de trois selon un dispositif en carré latin 3×3 en mesures répétées. Leurs besoins d'entretien sont calculés à partir des recommandations Inra en énergie ($0,038$ UFC/kg $P^{0,75}$) et en azote ($2,8$ g MADC/kg $P^{0,75}$) établies pour les chevaux (Martin-Rosset et al, 1994). La valeur énergétique et azotée des matières premières exprimées respectivement en UFC et MADC, selon les systèmes Inra ont été soit extraites des tables Inra (1990) soit calculées à l'aide des équations de prédiction proposées par Martin-Rosset et al (1994).

Chaque essai comporte trois périodes expérimentales correspondant à l'étude de trois sources azotées. Les animaux sont maintenus en box et sont adaptés aux régimes expérimentaux pendant une période de 14 jours. De l'eau et des pierres à sel sont mises à leur disposition. À la fin de cette période, les animaux sont mis à l'attache dans des stalles afin d'éviter toute consommation de paille de litière au cours d'une journée de mesure de la concentration plasmatique en AA.

Les aliments (paille mélassée, maïs et les différentes sources azotées) sont distribués sous forme d'aliments complets agglomérés. La composition des régimes et les quantités ingérées sont donnés dans le tableau I, leur composition chimique dans le tableau II. Les régimes étaient isoénergétiques et isoazotés.

Les animaux sont alimentés deux fois par jour, à 8 heures et à 16 heures.

Mesures et analyse

L'aminoacidémie plasmatique a été mesurée au niveau du sang jugulaire selon la méthode présentée précédemment (Cabrera et Tisserand, 1995).

Tableau I. Rations utilisées : composition des aliments complets agglomérés (%) et quantités distribuées.

Composants (%)	Essai I			Essai II		
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Paille de blé	57	58	59,8	57	58	54,3
Mélasse de betterave	10	10	10	10	10	10
Maïs	20,3	25	25	25	25	26
Tourteau de soja (44%)	—	7	—	—	7	—
Féverole	12,7	—	—	—	—	—
Farine de poisson	—	—	5,2	—	—	—
Tourteau de colza	—	—	—	8	—	—
Tourteau de coton	—	—	—	—	—	9,7
Quantités distribuées (kg MS/jour/mmol)	3,29	3,28	3,27	3,37	3,36	3,40

Tableau II. Composition chimique des régimes.

Régime distribué	MS (% brut)	MM (% MS)	CB (% MS)	MAT (%MS)	Lysine (%)	Méthionine (%)
<i>Essai I</i>						
R1 : féverole	91,3	5,3	26,1	10,2	0,29	0,07
R2 : tourteau de soja	91,2	5,1	26,3	10,1	0,29	0,12
R3 : farine poisson	90,9	5,3	25,0	10,9	0,32	0,15
<i>Essai II</i>						
R4 : tourteau de colza	88,7	5,1	26,6	10,5	0,26	0,13
R5 : tourteau de soja	88,4	5,2	25,2	11,3	0,28	0,09
R6 : tourteau de coton	89,4	9,7	26,5	10,5	0,23	0,10

MS : matière sèche ; MM : matières minérales ; CB : cellulose brute ; MAT : matières azotées totales.

Cinq prélèvements de sang ont été effectués ; le premier à jeun à 8 heures, juste avant le repas, puis toutes les deux heures, soit à : 10, 12, 14 et 16 heures, avant la distribution du deuxième repas ; soit t, t+2, t+4, t+6 et t+8.

Traitement statistique des résultats

Les données sont traitées statistiquement par une procédure d'analyse de variance (au moyen du logiciel Sas, 1988). Les variables expliquées sont les teneurs en acides aminés des cinq prélèvements effectués au cours de la journée, traités séparément (t, t+2, t+4, t+6, t+8), et leur teneur moyenne pour les cinq prélèvements (t à t+8).

Le modèle usuel pour ce dispositif expérimental (Winer, 1971) s'écrit :

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + t_{l(i)} + b_j + g_k + c_k + e_{ijkl}$$

avec Y : variable expliquée ; i : groupe ; j : régime ; k : période ; $l_{(i)}$: poney l du groupe i ; a_i : effet du groupe i ; $t_{l(i)}$: effet du poney l emboîté dans l'effet du groupe i , terme considéré comme erreur pour tester l'effet d'hétérogénéité des groupes ; b_j : effet du régime j ; g_k : effet de la période k ; c_{jk} : interaction régime x période ; e_{ijkl} : erreur pour les effets régime, période, interaction.

En supposant que les corrélations entre les mesures effectuées sur le même animal aux trois périodes sont indépendantes du temps, le tableau d'analyse de variance associé à ce modèle permet d'effectuer les tests de Fisher sur l'existence de différences entre les effets des régimes, des périodes ou sur l'existence d'une interaction régime x période à un niveau fixé de 95 %.

RÉSULTATS

Les quantités consommées ainsi que le niveau azoté et énergétique des régimes, compte tenu des refus enregistrés au cours des essais, sont présentés dans le tableau III.

Variation des concentrations plasmatiques en AA totaux (AAT), essentiels (AAE) et non essentiels (AANE)

Les variations de la concentration plasmatique en AAT, en AAE et en AANE mesurées au cours de la journée (t, t+2, t+4, t+6, t+8) dans les essais 1 et 2 sont illustrées par les figures 1 et 2.

Lorsque la concentration plasmatique est considérée seulement à t+2 (pic des AA) il n'y a pas de différence significative quel que soit son mode d'expression (tableau IV).

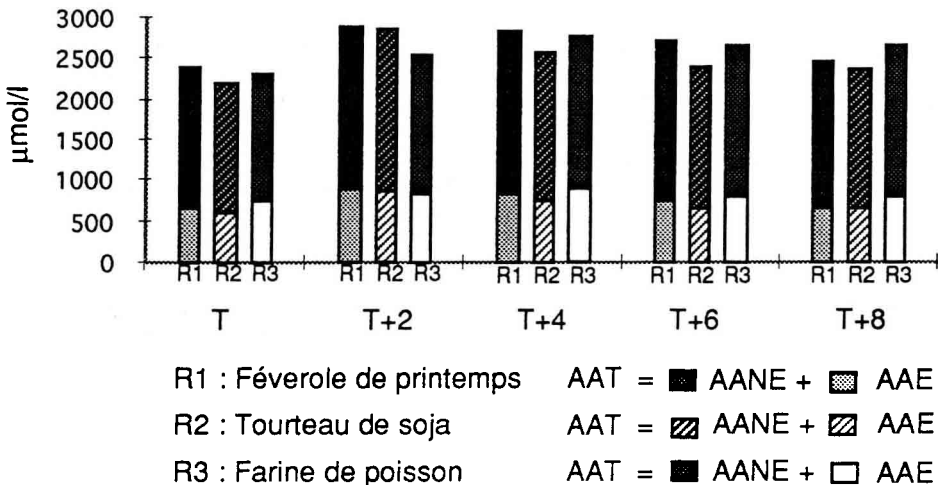
Tableau III. Niveau énergétique et azoté permis par les rations consommées.

Rations	Poids (kg P ^{0,75})	QI (kg MS)	UFC (/animal/jour)	MADC (g/jour/animal)	Niveau (1) énergétique	Niveau (1) azoté
Essai I						
R1	52,9 ± 3,6	3,2 ± 0,3	2,4 ± 0,2	188 ± 15	1,19 ± 0,1	1,27 ± 0,1
R2	54,0 ± 3,9	3,2 ± 0,3	2,3 ± 0,2	183 ± 19	1,14 ± 0,1	1,21 ± 0,1
R3	54,3 ± 4,0	2,7 ± 1,0	2,1 ± 0,7	177 ± 57	1,02 ± 0,4	1,16 ± 0,4
Essai II						
R4	56,8 ± 5,1	3,2 ± 0,4	2,3 ± 0,3	195 ± 25	1,08 ± 0,1	1,22 ± 0,1
R5	55,5 ± 3,0	3,3 ± 0,3	2,5 ± 0,2	222 ± 17	1,17 ± 0,1	1,43 ± 0,1
R6	54,4 ± 4,4	3,3 ± 0,4	2,2 ± 0,3	199 ± 24	1,06 ± 0,1	1,30 ± 0,1

QI : quantité ingérée (MS) ; UFC = unité fourragère cheval ; MADC : matières azotées digestibles cheval (systèmes INRA in Martin-Rosset et al, 1994). R1 = féverole de printemps ; R2 = tourteau de soja ; R3 = farine de poisson ; R4 = tourteau de colza ; R5 = tourteau de soja ; R6 = tourteau de coton. Niveau (1) : apport total/kgP^{0,75}/besoin d'entretien/kg P^{0,75}.

Au cours de l'essai 1, le pic de concentration en AAT, dans le cas de R1 et R2 est observé à t+2 (+ 21,2 %/t pour R1, $p < 0,05$; + 30,5 %/t pour R2, $p < 0,05$) ; celui-ci est suivi d'une chute à partir de t+4 pour R2 et seulement à t+8 pour R1. Le pic d'aminocidémie est plus tardif dans le cas de R3 ; il se produit à t+4 (+ 19,1 %/t, $p < 0,05$) et la diminution de la concentration est très faible à t+8.

La variabilité de la concentration en AAT moyenne est plus faible pour R3 : le coefficient de variabilité est de 6,5 % contre 10,3 et 8,5 % respectivement pour R1 et pour R2. Cette moindre variabilité de l'aminocidémie de R3 est encore plus nette pour les AAE : 6,4 versus 13,2 et 14,3 %. Dans le cas des AAENE, les coefficients de variabilité sont comparables pour les trois régimes (R1 : 7,0, R2 : 8,7 et R3 : 7,0 %).

**Fig 1.** Évolution de la concentration en AA au cours de l'essai 1.

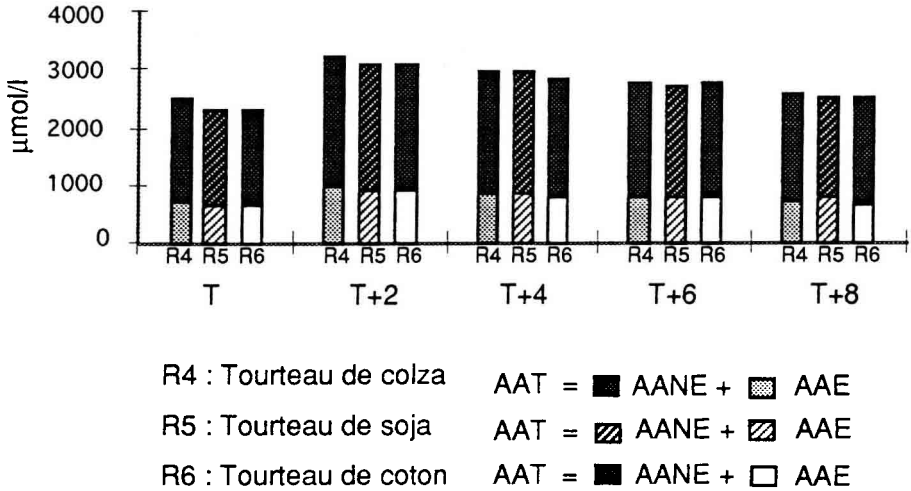


Fig 2. Évolution de la concentration en AA au cours de l'essai 2.

Au cours de l'essai 2, le pic d'acidoaminé plasmatique se produit à t+2 pour les trois régimes (la différence t+2/T est significative pour les trois régimes, elle s'établit respectivement à 30,5, 33,0 et 34,9 % pour R4, R5 et pour R6). Puis l'acidoaminé diminue assez régulièrement à partir de t+4.

La variabilité de la concentration plasmatique est comparable pour chaque catégorie d'AA. Elle varie de 10 à 11 % pour les AAT, 13 à 14 % pour les AAE et de 7 à 9 % pour les AANE.

Les concentrations moyennes en AA calculées entre t et t+8 pour chaque régime ne sont pas significativement différentes entre les régimes au sein d'un même essai, sauf pour la farine de poisson (R3) dans l'essai 1 où la concentration en AANE du régime R3 est significativement inférieure à celle du régime féverole (R1).

En revanche, la moyenne postprandiale (t+2 à t+8) des AAE plasmatiques est plus élevée dans le cas d'une part du régime R3 (farine de poisson) comparativement à R1 (féverole) et R2 (tourteau de soja). D'autre part la concentration en AAE du régime R6 est plus faible que celle observée pour R4 et R5 (tableau IV). La diffé-

rence en AAE est confirmée lorsque la concentration plasmatique en AAE est exprimée par 100 g de MADC ingérées ou par 100 g de MADC ingérées/kg P^{0.75}.

La lysine et la méthionine

La lysine

La variabilité de la concentration plasmatique journalière en lysine est plus faible chez les poneys du régime R3 : 10,7 % au cours de la cinétique, contre 24,7 et 28,6 % respectivement pour R1 et pour R2.

Dans l'essai 2 cette variabilité se situe à 32,7 % pour R6 ; 26 % pour R5 et 26,3 % pour R4.

Dans l'essai 1 où la quantité de lysine ingérée est comparable pour les trois régimes, les moyennes des concentrations en lysine des cinq prélèvements (t à t+8) de R3 (farine de poisson) et R1 (féverole) sont significativement supérieures à celle de R2 (tourteau de soja) respectivement de + 47,6 et 28,5 %. La moyenne de la concentration de R3 calculée entre t+2 et t+8 reste significativement supérieure à celle de R2.

Tableau IV. Concentrations moyennes de l'aminocidémie (µmol/L).

	Moyenne t à t+8	Mpp t+2 à t+8	Mpp/100 g MADCI	Mpp/100 g MADCI/kg p _{0,75}	Moyenne t+2	Moyenne t+2/100 g MADCI	Moyenne t+2/ 100 g MADCI /kg p _{0,75}
AA totaux							
R1 (féverole)	2659 ± 226 ^a	2756 ± 195 ^a	1450 ± 104 ^a	27,4 ± 2,0 ^a	2898 ± 816 ^a	1541 ± 434 ^a	29,1 ± 8,2 ^a
R2 (t soja)	2480 ± 225 ^a	2551 ± 232 ^a	1394 ± 127 ^a	25,8 ± 2,3 ^a	2869 ± 743 ^a	1568 ± 406 ^a	29,0 ± 7,5 ^a
R3 (poisson)	2586 ± 168 ^a	2653 ± 89 ^a	1499 ± 50 ^a	27,6 ± 0,9 ^a	2542 ± 469 ^a	1456 ± 265 ^a	26,4 ± 4,9 ^a
R4 (t colza)	2805 ± 292 ^a	2885 ± 264 ^a	1479 ± 244 ^a	26,0 ± 4,3 ^a	3239 ± 407 ^a	1661 ± 377 ^a	29,2 ± 6,6 ^a
R5 (t soja)	2773 ± 290 ^a	2886 ± 162 ^a	1300 ± 138 ^a	23,4 ± 2,5 ^a	3086 ± 382 ^a	1391 ± 326 ^a	25,0 ± 5,9 ^a
R6 (t coton)	2679 ± 297 ^a	2781 ± 216 ^a	1397 ± 204 ^a	25,7 ± 3,7 ^a	3056 ± 457 ^a	1536 ± 431 ^a	28,2 ± 7,9 ^a
AA E							
R1 (féverole)	766 ± 101 ^a	791 ± 99 ^a	421 ± 53 ^{ab}	7,9 ± 1,0 ^{ab}	907 ± 274 ^a	482 ± 146 ^a	9,1 ± 2,7 ^a
R2 (t soja)	706 ± 102 ^a	729 ± 101 ^a	398 ± 55 ^a	7,38 ± 1,0 ^a	865 ± 256 ^a	473 ± 140 ^a	8,7 ± 2,6 ^a
R3 (poisson)	823 ± 53 ^a	842 ± 36 ^a	476 ± 20 ^b	8,76 ± 0,4 ^b	836 ± 228 ^a	472 ± 129 ^a	8,7 ± 2,4 ^a
R4 (t colza)	816 ± 122 ^a	841 ± 126 ^a	431 ± 117 ^a	7,6 ± 2,0 ^a	1006 ± 143 ^a	516 ± 132 ^a	9,1 ± 2,3 ^a
R5 (t soja)	805 ± 108 ^a	840 ± 85 ^a	378 ± 73 ^a	6,8 ± 2,1 ^{,3a}	948 ± 153 ^a	427 ± 131 ^a	7,7 ± 2,4 ^a
R6 (t coton)	749 ± 105 ^a	778 ± 95 ^a	396 ± 90 ^a	7,3 ± 1,7 ^a	903 ± 292 ^a	454 ± 275 ^a	8,3 ± 5,1 ^a
AA NE							
R1 (féverole)	1892 ± 132 ^a	1935 ± 104 ^a	1029 ± 55 ^a	19,46 ± 1,0 ^a	1991 ± 550 ^a	1059 ± 293 ^a	20 ± 5,5 ^a
R2 (t soja)	1774 ± 155 ^{ab}	1821 ± 132 ^b	995 ± 72 ^a	18,43 ± 1,3 ^a	2004 ± 510 ^a	1095 ± 279 ^a	20 ± 5,2 ^a
R3 (poisson)	1763 ± 123 ^a	1810 ± 72 ^b	1023 ± 41 ^a	18,83 ± 0,7 ^a	1705 ± 283 ^a	963 ± 160 ^a	18 ± 2,9 ^a
R4 (t colza)	1989 ± 174 ^a	2045 ± 140 ^a	1049 ± 130 ^a	18,5 ± 2,3 ^a	2233 ± 291 ^a	1145 ± 269 ^a	20,2 ± 4,7 ^a
R5 (t soja)	1968 ± 187 ^a	2046 ± 78 ^a	922 ± 67 ^a	16,6 ± 1,2 ^a	2137 ± 232 ^a	963 ± 198 ^a	17,3 ± 3,6 ^a
R6 (t coton)	1930 ± 195 ^a	2003 ± 121 ^a	1006 ± 114 ^a	18,5 ± 2,1 ^a	2153 ± 311 ^a	1082 ± 293 ^a	19,9 ± 5,4 ^a

Dans une même colonne, pour chaque catégorie d'AA, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au seuil de 5%. Mpp : Moyenne postprandiale ; MADCI : matières azotées digestibles cheval ingérées.

Dans l'essai 2, les sujets de R4 (tourteau de colza) et de R5 (tourteau de soja) présentent des concentrations en lysine significativement supérieures respectivement de 46,1 et 40,4 % à R6 (tourteau de coton), mais les quantités ingérées journalières de lysine sont inférieures dans le régime R6. La moyenne de la concentration de R6 calculée entre t+2 et t+8 est également inférieure à celle de R4 et R5 (tableau V).

À t+2 les concentrations en lysine sont, dans l'essai 1, comparables entre les trois régimes ; mais R3 est significativement supérieur à R2 lorsque la concentration moyenne postprandiale (Mpp) est exprimée par 100 mmol de lysine ingérée ou par kg $P^{0,75}$.

Dans l'essai 2, les concentrations plasmatiques de R5, R6 de t à t+8, t+2 et postprandiale sont significativement inférieures à celles de R4 (tourteau de colza). Les différences ne sont pas significatives lorsque les concentrations plasmatiques en lysine sont exprimées par 100 mmol de lysine ingérée et par 100 mmol de lysine/kg $P^{0,75}$.

La méthionine

Les concentrations plasmatiques en méthionine mesurées de t à t+8, à t+2 et de t+2 à t+8 varient dans le même sens que la quantité de méthionine ingérée. Ainsi dans l'essai 1 la concentration de méthionine de R3 est supérieure à celle de R2 qui est elle-même supérieure à celle de R1. Dans l'essai 2 la concentration de méthionine de R4 est supérieure à celles de R5 et de R6. En revanche, exprimée en Mpp/100 mmol de méthionine ingérée et en Mpp/100 mmol de méthionine ingérée/kg $P^{0,75}$, la concentration plasmatique en méthionine est d'autant plus faible que la consommation de méthionine est élevée (tableau V).

La variabilité journalière de la concentration plasmatique en méthionine de l'ensemble des régimes est faible (9,7 ; 10,3 ; 11,1 ; 9,3 ; 11,1 et 16 %, respectivement pour R2, R3, R4, R5, R6 et pour R1).

DISCUSSION

La mesure de l'acidoaminémie a été utilisée chez différentes espèces zootechniques pour étudier l'utilisation digestive des sources de protéines (Cabrera, 1995).

Nos résultats montrent qu'à l'exception du régime tourteau de soja (R2) pour lequel la concentration en AAE est inférieure à celle du régime farine de poisson (R3) entre 2 et 8 heures après le repas, les concentrations en AAT, AAE et AANE ne sont pas significativement différentes entre les régimes.

Par ailleurs, à même quantité de lysine ingérée pour 100 mmol de lysine et par kilo de poids métabolique, la concentration moyenne postprandiale en lysine du régime R3 est supérieure à celle de R1 et surtout à celle du R2.

Les différences de digestibilité apparentes de l'azote calculée à partir de la valeur moyenne de digestibilité obtenue par Reitnour et Treece (1971), Reitnour et Salsbury (1972), Prior et al (1974), Tisserand et al (1991), respectivement de $78,8 \pm 8,9$ pour le tourteau de soja et $74,8 \pm 7$ pour la farine de poisson, n'expliquent pas seules les différences de concentrations entre ces régimes.

Mais, étant donné d'une part que les quantités d'aliments digérées dans la partie précœcale de l'appareil digestif du cheval dépendent de la nature de ces aliments (Potter et al, 1992) et d'autre part que les acides aminés sont absorbés essentiellement dans l'intestin grêle, la farine de poisson pourrait être mieux digérée dans cette partie du tube digestif.

Par ailleurs, il est probable que pour une même quantité de MADC ingérée, celle produite par la farine de poisson soit plus riche en AAE notamment en lysine et en méthionine. Les données des tableaux I et V montrent que 5,2 % de farine de poisson apportent autant de lysine dans R3 que 12,7 ; 8 et 9,7 % de tourteau de soja, de colza ou de coton et autant, sinon plus de méthionine. Il est connu en effet que le rapport AAE/AANE est plus élevé pour les protéines d'origine animale.

Tableau V. Concentrations moyennes de la concentration plasmatique en lysine et en méthionine ($\mu\text{mol/L}$).

	Quantité ingérée (mmol/jour/al)	Moyenne t à t+8	Mpp t+2 à t+8	Moyenne t+2	Mpp/100 mmol de Lysine ou Méti ingérées	Mpp/100 mmol de Lysine ou Méti /kg P _{0,75}
Lysine						
R1 (féverole)	70,4 ± 6 ^a	81 ± 20 ^a	83 ± 19 ^{ab}	111 ± 11 ^a	119 ± 27 ^{ab}	2,2 ± 0,5 ^a
R2 (t soja)	69,8 ± 7 ^a	63 ± 18 ^b	65 ± 18 ^a	93 ± 11 ^a	92 ± 25 ^a	1,7 ± 0,5 ^b
R3 (poisson)	66,8 ± 21 ^a	93 ± 10 ^a	96 ± 8 ^b	100 ± 11 ^a	143 ± 13 ^b	2,6 ± 0,2 ^a
R4 (t colza)	64,8 ± 7 ^a	76 ± 20 ^a	77 ± 23 ^a	108 ± 4 ^a	120 ± 35 ^a	2,1 ± 0,6 ^a
R5 (t soja)	70,3 ± 5 ^a	73 ± 19 ^a	76 ± 20 ^a	103 ± 3 ^a	108 ± 29 ^a	1,9 ± 0,5 ^a
R6 (t coton)	58,7 ± 7 ^b	52 ± 17 ^b	51 ± 19 ^b	79 ± 3 ^b	87 ± 33 ^a	1,6 ± 0,6 ^a
Méthionine						
R1 (féverole)	17,6 ± 1 ^a	25 ± 4 ^a	25 ± 3 ^a	30 ± 4 ^a	141 ± 19 ^a	2,7 ± 0,3 ^a
R2 (t soja)	27,9 ± 3 ^b	31 ± 3 ^b	31 ± 3 ^b	35 ± 4 ^b	113 ± 9 ^b	2,1 ± 0,2 ^b
R3 (poisson)	30,4 ± 10 ^b	39 ± 4 ^c	41 ± 1 ^c	39 ± 4 ^b	134 ± 4 ^c	2,5 ± 0,1 ^a
R4 (t colza)	32,4 ± 3 ^a	43 ± 4 ^a	44 ± 4 ^a	49 ± 1 ^a	136 ± 12 ^a	2,4 ± 0,2 ^a
R5 (t soja)	22,2 ± 2 ^b	36 ± 4 ^b	37 ± 5 ^b	43 ± 1 ^b	167 ± 20 ^b	3,0 ± 0,4 ^b
R6 (t coton)	25,7 ± 3 ^b	36 ± 4 ^b	37 ± 4 ^b	42 ± 1 ^b	144 ± 15 ^{ab}	2,6 ± 0,3 ^{ab}

Mpp = Moyenne postprandiale ; Lysine = Lysine ingérée ; Méti = méthionine ingérée. Dans une même colonne, pour chaque catégorie d'AA, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au seuil de 5%.

Dans l'essai 2, pour les 2 AAE, la lysine et la méthionine, nous observons un rapport direct entre les quantités ingérées et leur concentration dans le sang (tableau V). Ainsi, les sujets du R6 (tourteau de coton) qui consomment une quantité plus faible de lysine (le tourteau de coton est pauvre en lysine) présentent une concentration plasmatique plus faible comparativement à R4 et à R5. A contrario, le tourteau de colza (riche en méthionine) génère une aminoacidémie plus élevée.

Il faut cependant rappeler que l'aminocidémie mesurée à un moment donné est la résultante entre le prélèvement réalisé par l'animal pour satisfaire ses besoins en acides aminés et l'approvisionnement du sang d'une part par l'absorption intestinale et d'autre part par la protéolyse musculaire (Rérat, 1971).

Dans ces conditions, l'état physiologique de l'animal (notamment son âge) joue un rôle primordial sur le niveau de l'aminocidémie mesuré. Les poneys que nous avons utilisés étant adultes, nos résultats permettent de considérer sur la base des AAT que les cinq sources de protéines testées présenteraient des valeurs nutritionnelles comparables.

Ces résultats rejoignent ceux de Reitnour et Salsbury (1975) pour le tourteau de soja et la farine de poisson et ceux de Potter et al (1992) pour le tourteau de coton.

Néanmoins, il semble que chez le cheval la farine de poisson soit une bonne source de lysine et de méthionine, ainsi que le tourteau de colza pour ce dernier acide aminé. Le tourteau de coton et la féverole seraient respectivement des sources moins favorables en lysine et en méthionine.

CONCLUSION

Les cinq sources azotées testées (féverole, farine de poisson, tourteau de soja, de colza, de coton) sont de valeur azotée comparable lorsqu'on compare l'aminocidémie moyenne totale de cinq prélèvements calculés de t à t+8, ou de t+2 à t+8, et exprimées par 100 mmol de MADCi ou encore par 100 mmol de MADCi et par kg P^{0.75}.

À même quantité de MADCi/kg P^{0.75} la farine de poisson serait une bonne source de lysine et de méthionine, tandis que le tourteau de coton et de colza des sources de méthionine et de lysine respectivement. La féverole apporte peu de méthionine. Le tourteau de soja constituerait une source azotée de compromis pour la lysine et la méthionine en comparaison des autres sources azotées étudiées.

RÉFÉRENCES

- Cabrera L (1995) Contribution à l'étude de l'utilisation de l'azote alimentaire chez *Equus caballus* : effet de la source azotée, du mode de distribution et de la forme de présentation du régime sur l'aminocidémie et sur l'urémie. Thèse doctorat, université de Bourgogne. Dijon, 145 p
- Cabrera L, Tisserand JL (1995) Effet du rythme de distribution associé à deux taux azotés d'un même régime sur l'aminocidémie chez le poney. *Ann Zootech* 44, 105-114
- Gibbs PG, Potter GD, Shelling GJ, Kreider ZL, Boyd CL (1988) Digestion of hay protein in different segments of the equine digestive tract. *J Anim Sci* 66, 400-406
- Hintz HF, Schryver HF, Lowe JE (1971) Comparison of a blend of milk products and linseed meal as protein supplements for young growing horses. *J Anim Sci* 33, 1274-1277
- Hintz HF, Schryver HF (1972) Nitrogen utilization in ponies. *J Anim Sci* 34, 592-595
- Jarrige R, Tisserand JL (1984) Métabolisme, besoins et alimentation azotés du cheval. In : *Le cheval* (Jarrige R, Martin-Rosset W, eds), Inra Éditions, Paris, 275-302
- Johnson RJ (1972a) Studies on the utilization of nitrogen by the horse. Part I: Conversion of diammonium phosphate to amino acids in the equine cecum. *Feedstuffs* 44, 36
- Johnson RJ (1972b) Studies on the utilization of nitrogen by the horse. Part II: Dietary urea and biuret. *Feedstuffs* 44, 36
- Johnson RJ, Hart JW (1974) Influence of feeding and fasting on plasma free amino acids in the equine. *J Anim Sci* 38, 790-794
- Martin-Rosset W, Andrieu J, Vermorel M, Dulphy JP (1984) Valeur nutritive des aliments pour le cheval. In : *Le cheval* (Jarrige R, Martin-Rosset W, eds), Inra Éditions, Paris, 209-238

- Martin-Rosset W, Vermorel M, Dureau M, Tisserand JL, Andrieu J (1994) The ranch horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy and protein. *Livest Prod Sci* 40, 37-56
- Meyer H (1983) Protein metabolism and protein requirements in horses. In : *IV^e Symposium Int Métabolisme et Nutrition Azotés*, 5-9 septembre 1983, Clermont-Ferrand, France, 343-364
- Nelson D, Tyznik W (1971) Protein and nonprotein nitrogen utilization in the horse. *J Anim Sci* 32, 68-73
- Potter GD, Gibbs PG, Haley RG, Klendsho JC (1992) Digestion of protein in the small and large intestines of equines fed mixed diets. *Ist Europäische Konferenz über die ernährung des pferdes*. Pferdeheilkunde, Hanover, 140-143
- Prior RL, Hintz HF, Lowe JE, Visek WJ (1974) Urea recycling and metabolism of ponies. *J Anim Sci* 38, 565-571
- Reitnour CM, Treece JM (1971) Relationship of nitrogen source to certain blood components and nitrogen balance in the equine. *J Anim Sci* 32, 487-490
- Reitnour CM, Salsbury RL (1972) Digestion and utilization of cecally infused protein by the equine. *J Anim Sci* 35, 1190-1193
- Reitnour CM, Salsbury RL (1975) Effect of oral or cecal administration of protein supplements on equine plasma amino acids. *Br Vet J* 131, 466-473
- Reitnour CM, Salsbury RL (1976) Utilization of proteins by the equine species. *Am J Vet Res* 37, 1065-1067
- Rérat A (1971) La valeur biologique des protéines : quelques acquisitions récentes. *Ann Zootech* 20, 193-246
- Slade LM, Robinson DW, Casey KE (1970) Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. I. The influence of nonprotein nitrogen and protein quality on the nitrogen retention of adult mares. *J Anim Sci* 30, 753-760
- Tisserand JL, Faurie F, Toure M (1991) A comparative study of donkey and pony digestive physiology. In : *Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Development*, 3-6 septembre 1990, Université d'Édimbourg, Royaume-Uni, 67-72
- Topliff DR, Freeman DW (1990) Plasma glucose concentrations and digestibility of dry matter, energy and crude protein in mature geldings fed wheat and oat-based diets. *Equi Vet Sci* 10, 121-124
- Sas (1988) *SAS/Stat User's Guide*, SAS Institute Inc, Cary, NC, États-Unis, 1028 p
- Winer BJ (1971) *Statistical Principles in Experimental Design*. McGraw-Hill, New York, NY, États-Unis, 907 p