

Effet du rythme de distribution et de la forme de présentation d'un régime paille-concentré (à 2 niveaux d'apport azoté) sur l'aminocidémie chez le poney

L Cabrera *, JL Tisserand

Unité associée de recherches zootechniques INRA-ENESAD, BP 1607, 21036 Dijon cedex, France

(Reçu le 2 novembre 1993 ; accepté le 1^{er} juin 1994)

Résumé — L'effet du mode de distribution de régimes à base de paille mélassée et d'un concentré composé de maïs grain et de tourteau de soja sur l'aminocidémie plasmatique est étudié chez le poney Shetland au cours de 2 essais. Dans le premier essai la distribution simultanée du fourrage et du concentré (R1) et la distribution du concentré 2 h après le repas de fourrage (R2) sont comparées. Dans le deuxième essai le dispositif précédent (R1a – R2a) est répété et complété en ajoutant la distribution de la ration sous forme agglomérée (R1b). Deux niveaux d'apport azoté sont comparés : le besoin d'entretien (essai 2) et 1,6 fois le besoin d'entretien (essai 1). Dans l'essai 1, les aminocidémies journalières moyennes, exprimées en acides aminés totaux, essentiels et non essentiels, sont plus élevées lorsque la distribution est dissociée (R2) ; mais ces différences sont uniquement significatives pour les acides aminés essentiels (802 contre 632 $\mu\text{mol/l}$). Il en est de même, dans l'essai 2, pour R2a par rapport à R1a et R1b. Dans ce cas, les différences ne sont significatives que pour les acides aminés non essentiels (1 886 contre 1 617 et 1 637 $\mu\text{mol/l}$). Le niveau des apports azotés n'a pas d'effet sur l'aminocidémie, mais les pics observés apparaissent plus précocement lorsque le niveau des apports azotés de la ration est proche de l'entretien (T + 3 pour l'entretien contre T + 6 pour le niveau 1,6 fois les besoins d'entretien). Les concentrations plasmatiques moyennes journalières en acides aminés essentiels, avec le niveau azoté 1,0, dans le cas du régime R1a, sont légèrement inférieures, mais non significatives, par rapport au régime 1,6 ; en revanche celles des acides aminés non essentiels sont plus élevées chez les poneys de l'essai 2, dont le régime est carencé en énergie (–20%). Dans cette étude l'apport du concentré azoté après la distribution du fourrage grossier semble augmenter l'aminocidémie, sans doute en favorisant la rétention dans l'estomac puis sa digestion dans l'intestin grêle.

poney / nutrition / acide aminé sanguin

* Boursière du CNPq (Brésil)

Summary — Influence of feeding roughage and concentrate (maize and soybean meal) simultaneously or consecutively on levels of plasma free amino acids in ponies. During this study the effects were assessed of diets based on molassed straw and a maize and soybean meal concentrate on concentrations of plasma free amino acids (PFAA) in Shetland ponies. In a first experiment (E1), simultaneous distribution of roughage and concentrate (R1) was compared to a diet in which concentrate was fed 2 h after roughage (R2). The nitrogen content of R1 and R2 was 1.6 times that required for maintenance. A second experiment (E2) was a repetition of E1 in which the nitrogen content of the diets (R1a and R2a) was 1.0 times that required for maintenance and to which a third diet (R1b) was added (pelleted concentrate and roughage fed simultaneously, nitrogen content 1.0 times that required for maintenance). The energy content of all diets was identical, but as only 80% of the straw was consumed in E2, energy consumption was 20% less than in E1. In E1, feeding concentrate 2 h after roughage (R2) led to significantly higher daily average concentrations of essential amino acids (802 $\mu\text{mol/l}$) than feeding concentrate and roughage simultaneously (R1: 632 $\mu\text{mol/l}$). In E2, feeding concentrate 2 h after roughage (R2a) led to significantly higher daily average concentrations of non-essential amino acids (1 886 $\mu\text{mol/l}$) than feeding concentrate and roughage simultaneously (R1a: 1 617 and R1b: 1 637 $\mu\text{mol/l}$). Nitrogen content of the diets did not effect concentrations of PFAA, but the peaks observed appeared earlier when the content was close to the daily requirement (peak at T + 3 h) than when 1.6 times the daily requirement was fed (peak at T + 6 h). Daily average concentrations of essential amino acids were similar in E1 and E2 with diet R1-R1a. However, daily average concentrations of non-essential amino acids were higher in E2, probably because of the 20% lower intake of energy than in E1. Feeding concentrate 2 h after roughage leads to higher concentrations of PFAA compared to a similar diet in which concentrate and roughage are fed simultaneously, probably because digestibility is improved or because passage through the small intestine is improved.

ponies / nutrition / plasma amino acid

INTRODUCTION

Chez les Équidés, comme chez les autres espèces d'animaux domestiques, l'azote tient une place prépondérante dans l'alimentation. L'apport de matières azotées dépend d'une part de leur teneur dans l'aliment et de leur composition en acides aminés et d'autre part de leur digestibilité et de sa localisation dans l'intestin grêle ou dans le gros intestin (Reitnour *et al*, 1970 ; Slade et Robinson, 1970 ; Hintz *et al*, 1971 ; Ott *et al*, 1981).

Chez les Équidés, la digestion des protéines alimentaires a lieu principalement dans l'intestin grêle et concerne les 2 tiers des protéines globalement digestibles dans le tube digestif (Wolter, 1984 ; Potter *et al*, 1992). Néanmoins, cette proportion varie avec la nature de l'aliment ; ainsi, Glade (1983) montre que seulement 20%, en moyenne, de l'azote d'un régime foin plus

grain (maïs-avoine) disparaissent précœcalement. Potter *et al* (1992), utilisant un régime composé de 50% de fourrage grossier et 50% de concentré, observent que 50 à 70% de la fraction protéique de la ration sont digérés dans l'intestin grêle.

La fraction des protéines alimentaires qui échappe à la digestion enzymatique dans l'intestin grêle ainsi que la fraction endogène sont dégradées par la population microbienne du gros intestin en acides aminés, peptides et surtout en ammoniac réutilisés partiellement pour la synthèse de protéines microbiennes (Slade *et al*, 1971 ; Jarrige et Tisserand, 1984 ; Schubert, 1992). Cette digestion azotée cœcale est d'autant plus importante que le régime est riche en fourrages grossiers (Gibbs *et al*, 1988).

Dans la mesure où chez les Équidés le volume de l'estomac est réduit et que le pyllore, durant la mastication, reste ouvert, seule la dernière partie du repas séjourne

dans l'estomac. Le profit que l'animal pourrait tirer de l'apport de concentré dépend donc du moment de sa distribution. Il est logique, dans ces conditions, de privilégier la rétention du concentré azoté. C'est pourquoi nous avons étudié l'effet de 2 rythmes de distribution et de la forme de présentation du régime sur l'aminocidémie plasmatique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ce travail repose sur 2 essais indépendants, avec 2 rations de taux azotés différents. Il est réalisé sur des poneys adultes mâles entiers de race Shetland. Leurs besoins nutritionnels sont calculés par référence aux recommandations françaises en énergie (0,038 UFC/kg P^{0,75}) et en azote (2,8 g MADC/kg P^{0,75}) pour les chevaux (Martin-Rosset, 1990). Les animaux sont adaptés aux régimes expérimentaux pendant une période de 14 j avant une journée de mesures ; durant cette période, ils sont maintenus en box puis ils sont mis à l'attache dans des stalles au cours de la journée de mesures afin d'éviter toute consommation de paille de litière. De l'eau de boisson et des pierres à sel sont mises à leur disposition.

Les rations sont composées de paille de blé hachée additionnée de 10% de mélasse de betterave, et d'un concentré à base de maïs grain et de tourteau de soja 44, dont la composition chimique est donnée dans le tableau I.

Essai 1

Le premier essai comporte 2 périodes expérimentales successives afin de tester 2 rythmes différents de distribution sous forme grossière d'un régime : R1 : paille et concentré distribués ensemble, en 2 repas (8 h et 17 h) ; R2 : concentré distribué 2 h après retrait du fourrage (soit 8 h et 16 h pour le fourrage et 10 h et 18 h pour le concentré). Cet essai réalisé sur 9 poneys pesant en moyenne 193 ± 24 kg, en début d'expérience.

Les poneys reçoivent une ration journalière composée de 2 746 g de paille mélassée ; 654 g de maïs grain et 438 g de tourteau de soja et contenant 104,9 g de MAT par kg de MS. Cette ration est calculée pour couvrir les besoins d'entretien en énergie, mais le niveau azoté couvre 1,6 fois le besoin d'entretien. Le tableau II, qui rend compte des rations réellement ingérées, montre que le niveau nutritionnel des rations est en accord avec notre objectif (couverture des besoins énergétiques d'entretien, apport azoté = 1,6 fois l'entretien).

Essai 2

Dans le deuxième essai, l'étude des 2 rythmes de distribution de la ration précédente (R1a et R2a) est répétée et une période supplémentaire est ajoutée pour mesurer l'effet du même régime dis-

Tableau I. Composition chimique des aliments.

Aliments	MS (% brut)	Cendres (% MS)	CB (% MS)	MAT (% MS)
<i>Essai 1</i>				
Paille blé mélassée	93,8	6,8	38,5	4,7
Tourteau de soja 44	96,3	6,9	7,4	45,8
Maïs grain	94,4	1,1	3,1	10,5
<i>Essai 2</i>				
Paille blé mélassée	94,2	7,9	42,0	3,4
Tourteau de soja 44	91,0	7,3	5,6	52,0
Maïs grain	94,0	1,4	2,7	10,7
Régime aggloméré	90,4	5,5	24,9	9,0

Tableau II. Niveau énergétique et azoté des rations consommées.

Rations	Poids vif (kg)	UFC ^a	MADC ^b (g/j/al)	Niveau énergétique	Niveau azoté
<i>Essai 1</i>					
R1	193 ± 24	1,97	236	1,00	1,63
R2	194 ± 24	1,82	233	0,92	1,59
<i>Essai 2</i>					
R1a	162 ± 21	1,43	132	0,83	1,04
R1b	160 ± 21	1,43	130	0,83	1,03
R2a	161 ± 21	1,37	131	0,80	1,04

^a Unité fourragère cheval ; ^b Matière azotée digestive cheval (système INRA, 1990).

tribué sous forme agglomérée (R1b) également à 8 h et 17 h. Pour chacune de ces 3 trois périodes successives, 6 poneys pesant en moyenne 162 ± 21 kg sont utilisés.

Les rations journalières sont distribuées à raison de 1 833 g de paille mélassée ; 677 g de maïs grain et 189 g de tourteau de soja et apportent 85,3 g de MAT par kg de MS. Elles sont calculées pour satisfaire les besoins d'entretien en azote et en énergie. Compte tenu des refus de paille mélassée enregistrés, les niveaux énergétique et azoté (Apport total/Besoin d'entretien : tableau II), le niveau énergétique des régimes

est plus faible (0,8 de l'entretien). Il en résulte pour les animaux une perte légère de poids, comme le montre le tableau III.

Les mesures

L'acidoaminémie plasmatique est le paramètre qui a été mesuré au cours de ces essais. Une seule journée de mesures par régime s'avère suffisante comme le montrent les travaux de Reitnour et Salsbury (1975), Russel *et al* (1986) ; des répétitions n'ont pas, en effet, mis en évidence de différences significatives d'un jour à

Tableau III. Variation de poids (kg) des animaux au début et en fin d'essai.

Poney n°	Essai 1		Poney n°	Essai 2	
	Poids initial	Poids final		Poids initial	Poids final
1	171	173	10	132	129
2	177	181	11	140	144
3	204	204	12	167	163
4	243	243	13	183	187
5	198	199	14	164	159
6	186	186	15	183	176
7	190	194	—	—	—
8	206	212	—	—	—
9	159	160	—	—	—
Moyenne	193 ± 24	194 ± 24	Moyenne	162 ± 21	160 ± 21

l'autre (Johnson, 1972 ; Johnson et Hart, 1974 ; Ott *et al*, 1981).

Les prélèvements de sang sont effectués, au cours d'une journée pour chaque période, au niveau de la veine jugulaire à l'aide de tubes vacutainer (EDTA) de 5 ml. Quatre prélèvements sont réalisés, le premier à jeun à 8 h, juste avant le repas, et les autres sont ensuite effectués toutes les 3 h : 11 h, 14 h, 17 h (soit T , $T + 3$, $T + 6$ et $T + 9$). Les échantillons sont centrifugés immédiatement, décantés rapidement et le plasma est conservé congelé à -20°C jusqu'à l'analyse.

Les analyses

Un ml de plasma décongelé subit une défécation des protéines à l'aide d'une solution d'acide sulfalicylique à 35% (100 ml) suivi d'une centrifugation et d'une dilution finale (500 μl de surnageant plus 410 ml de tampon Li-S Beckman).

Le dosage des acides aminés portant sur 50 μl de dilution finale (soit 12,5 μl de plasma) est effectué par chromatographie en phase liquide, à l'aide d'un autoanalyseur d'acides aminés Beckman (modèle 6.300).

Les résultats font l'objet d'un traitement statistique par analyse de variance à 3 facteurs (animal, heure, régime) avec plan équilibré (Lebart *et al*, 1982).

RÉSULTATS

Cinétique de l'acidoaminémie

Les valeurs moyennes de l'acidoaminémie sont données dans le tableau IV et sont illustrées par la figure 1 (pour l'essai 1) et la figure 2 (pour l'essai 2).

Essai 1

Par rapport à la distribution simultanée (R1), la concentration plasmatique en AA est plus élevée lorsque la distribution des aliments de la ration est dissociée (R2) pour les (+11%) acides aminés totaux, (+27%) essentiels et (+4%) non essentiels. Ces dif-

férences sont uniquement significatives pour les acides aminés essentiels.

Pour R1, l'acidoaminémie totale s'accroît en moyenne de 19% ($P < 0,05$) à $T + 3$ et $T + 6$ par rapport à l'état à jeun. À $T + 9$ l'acidoaminémie est de nouveau comparable à celle mesurée à l'état à jeun (tableau IV). En revanche, pour R2 (concentré distribué 2 h après le fourrage), l'accroissement de l'acidoaminémie par rapport à T , observée à $T + 3$ (+24%) s'amplifie à $T + 6$ (+42%), pour atteindre 3 050 μmol puis diminue à $T + 9$ de 20% par rapport à $T + 6$. À $T + 9$ l'acidoaminémie reste plus élevée (de +13%) qu'à T (contrairement à ce qui est observé pour R1). L'acidoaminémie totale pour les temps $T + 6$ et $T + 9$ est significativement supérieure ($P < 0,05$) de +20% pour R2 et 19% pour R1.

La cinétique des acides aminés essentiels est très semblable à celle des acides aminés totaux, mais le rapport des acides aminés R2/R1 est plus élevé pour les acides aminés essentiels que pour les acides aminés totaux. Par ailleurs, les concentrations en acides aminés essentiels sont également significativement plus élevées ($P < 0,05$) que pour R1 à $T + 6$ et $T + 9$ (+40% et 39% respectivement).

La concentration moyenne des acides aminés non essentiels ne présente aucune différence significative entre les régimes.

Essai 2

Dans cette deuxième étude nous retrouvons, pour le régime dissocié (R2a), des valeurs moyennes journalières supérieures pour les acides aminés totaux (+18%), essentiels (+25%) et non essentiels (+17%) par rapport au régime R1a ; seule la différence concernant les acides aminés non essentiels est statistiquement significative. En revanche, les résultats du régime aggloméré (R1b) sont intermédiaires à ceux des 2 autres régimes.

Tableau IV. Moyenne des acides aminés (AA) totaux, essentiels et non essentiels ($\mu\text{mol/l}$).

	T (8 h)	T + 3 (11 h)	T + 6 (14 h)	T + 9 (17 h)	Moyenne journalière
Essai I (n = 9)					
<i>AA totaux</i>					
R1	2087 \pm 406 ^a	2580 \pm 382 ^a	2548 \pm 286 ^a	2043 \pm 345 ^a	2314 \pm 289 ^a
R2	2148 \pm 254 ^a	2664 \pm 377 ^a	3050 \pm 430 ^b	2433 \pm 228 ^b	2574 \pm 381 ^a
<i>AA essentiels</i>					
R1	556 \pm 140 ^a	729 \pm 191 ^a	711 \pm 117 ^a	531 \pm 100 ^a	632 \pm 103 ^a
R2	625 \pm 130 ^a	852 \pm 171 ^a	994 \pm 167 ^b	738 \pm 68 ^b	802 \pm 158 ^b
<i>AA non essentiels</i>					
R1	1322 \pm 257 ^a	1609 \pm 195 ^a	1594 \pm 171 ^a	1305 \pm 234 ^a	1458 \pm 167 ^a
R2	1290 \pm 154 ^a	1561 \pm 227 ^a	1755 \pm 271 ^a	1453 \pm 170 ^a	1515 \pm 115 ^a
Essai II (n = 6)					
<i>AA totaux</i>					
R1a	1929 \pm 169 ^a	2679 \pm 339 ^{ab}	2188 \pm 269 ^a	1953 \pm 251 ^a	2187 \pm 348 ^a
R1b	2108 \pm 404 ^{ab}	2542 \pm 162 ^a	2161 \pm 229 ^a	2233 \pm 206 ^b	2261 \pm 194 ^a
R2a	2179 \pm 141 ^b	2965 \pm 169 ^b	2627 \pm 228 ^b	2527 \pm 249 ^b	2574 \pm 324 ^a
<i>AA essentiels</i>					
R1a	492 \pm 74 ^a	766 \pm 139 ^{ab}	536 \pm 62 ^a	488 \pm 85 ^a	570 \pm 132 ^a
R1b	574 \pm 105 ^a	721 \pm 55 ^a	596 \pm 73 ^{ab}	606 \pm 71 ^b	624 \pm 66 ^a
R2a	561 \pm 36 ^a	860 \pm 56 ^b	684 \pm 82 ^b	648 \pm 75 ^b	688 \pm 126 ^a
<i>AA non essentiels</i>					
R1a	1438 \pm 115 ^a	1913 \pm 212 ^{ab}	1652 \pm 209 ^a	1465 \pm 183 ^a	1617 \pm 219 ^a
R1b	1534 \pm 302 ^{ab}	1821 \pm 113 ^a	1565 \pm 158 ^a	1627 \pm 142 ^a	1637 \pm 129 ^a
R2a	1618 \pm 140 ^b	2105 \pm 125 ^b	1943 \pm 152 ^b	1879 \pm 180 ^b	1886 \pm 203 ^b

Dans une colonne donnée, pour chaque catégorie d'acides aminés, les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au seuil de 5%.

Pour R1a l'aminocidémie totale chute à T + 6. L'agglomération de la ration totale (R1b) ne modifie pas l'évolution de l'aminocidémie totale. Quant à R2a, nous observons la valeur la plus élevée à T + 3. Entre les 3 régimes, R2a donne des valeurs de l'aminocidémie totale plus élevées quel que soit le point de cinétique

considéré et les différences sont significatives ($P < 0,05$) à T + 6 et T + 9 par rapport à R1a et à T + 3 et T + 6 par rapport à R1b.

Pour les acides aminés essentiels, les valeurs les plus élevées apparaissent à T + 3. Il y a des différences significatives entre les régimes R1a et R2a à T + 6 et T + 9.

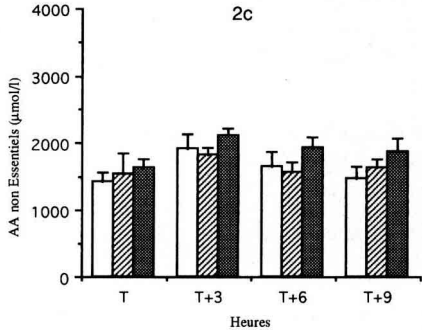
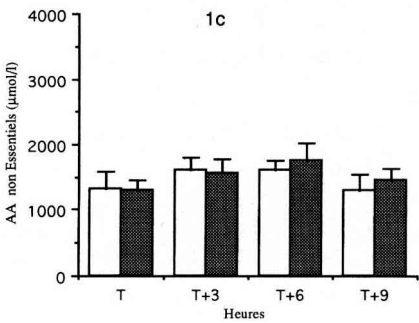
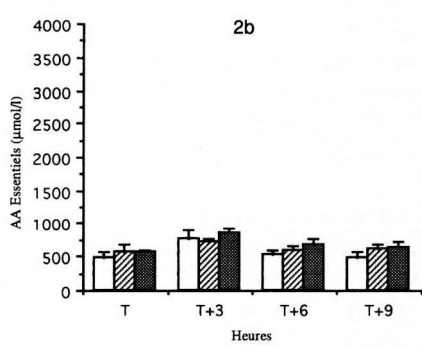
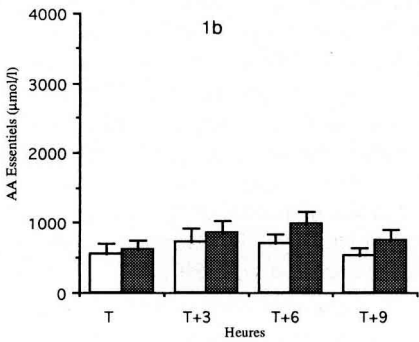
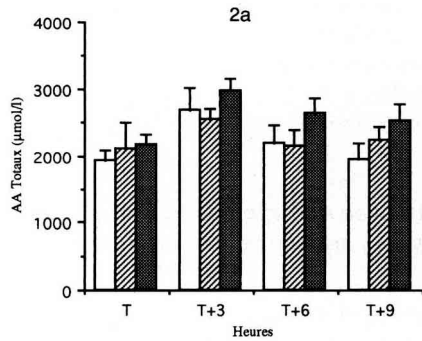
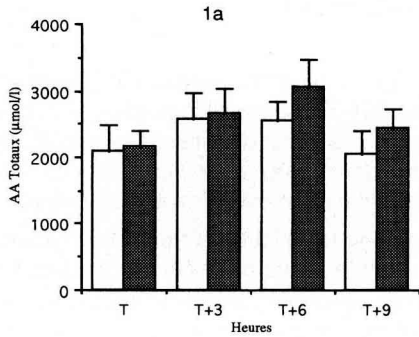


Fig 1. Cinétique des acides aminés (AA) totaux, essentiels et non essentiels : Essai 1. **1a.** Cinétique des acides aminés totaux ($n = 9$). **1b.** Cinétique des acides aminés essentiels ($n = 9$). **1c.** Cinétique des acides aminés non essentiels ($n = 9$). T : à jeun ; $T + 3$ à $T + 9$: prélèvement post-prandiaux. □ R1 ; ■ R2.

Fig 2. Cinétique des acides aminés (AA) totaux, essentiels et non essentiels : Essai 2. **2a.** Cinétique des acides aminés totaux ($n = 6$). **2b.** Cinétique des acides aminés essentiels ($n = 6$). **2c.** Cinétique des acides aminés non essentiels ($n = 6$). T : à jeun ; $T + 3$ à $T + 9$: prélèvement post-prandiaux. □ R1a ; ▨ R1b ; ■ R2a.

En ce qui concerne les acides aminés non essentiels, nous constatons des différences significatives entre les régimes R1a et R2a à $T + 6$ et $T + 9$. Il en est de même entre les régimes R1b et R2a à $T + 3$.

Analyse statistique suivant les 3 facteurs : animal, heures et régime

Les résultats des analyses statistiques sont résumés dans le tableau V.

Pour les acides aminés totaux, essentiels et non essentiels, il existe des différences entre animaux.

S'il y a toujours des différences entre les heures pour les essais 1 et 2, il n'en est pas de même pour l'interaction heure x animal, ce qui signifie une même évolution dans le temps pour tous les individus.

Le régime a un effet significatif sauf pour les acides aminés non essentiels dans l'essai 1.

L'interaction régime x animal n'est pas significative pour les acides aminés totaux, essentiels et non essentiels. En revanche, l'interaction régime x heure est significative pour les acides aminés totaux et essentiels, montrant ainsi que l'évolution dans le temps dépend du régime.

DISCUSSION

Si l'aminocidémie au niveau du sang périphérique est susceptible d'apporter un biais pour l'évaluation de l'absorption des acides aminés, elle n'en reste pas moins un reflet valable de la nutrition azotée de l'animal.

Cette technique est très utilisée par différents auteurs pour étudier les besoins azotés des différentes espèces animales notamment chez le monogastrique non herbivore (Ohshima *et al*, 1981 ; Ohshima *et al*, 1982), chez le préruminant (Patureau-Mirand *et al*, 1974 ; Patureau-Mirand *et al*, 1977 ; Guilloteau *et al*, 1980), chez le Ruminant adulte (Lallès *et al*, 1990 ; Chamberlain *et al*, 1992) ou encore chez le cheval pour étudier le rôle de l'exercice physique sur l'aminocidémie (Russel *et al*, 1986) ou plus classiquement pour étudier l'absorption intestinale de l'azote (Johnson, 1972 ; Johnson et Hart, 1974 ; Reitnour et Salsbury, 1975 ; Gibbs *et al*, 1988).

Nos résultats montrent que, lorsque le niveau azoté de la ration est de 1,6 fois l'entretien (essai 1), l'aminocidémie à jeun ne varie pas sous l'effet du mode de distribution du régime (fourrage et concentré associés ou dissociés). En revanche, pour l'essai 2 où le niveau azoté correspond au

Tableau V. Analyse de la variance des concentrations plasmatiques en acides aminés à 3 facteurs : animal, heure, régime.

Acides aminés	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
	A	A	H	H	H x A	H x A	R	R	R x A	R x A	R x H	R x H
Totaux	*	*	*	*	NS	NS	*	*	NS	NS	*	NS
Essentiels	*	*	*	*	NS	NS	*	*	NS	NS	*	NS
Non essentiels	*	*	*	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

A = animal ; H = heure ; R = régime ; * significatif au seuil 5% ; E = essai.

besoin d'entretien, le régime dissocié entraîne à jeun une aminoacidémie totale significativement plus élevée que la forme associée, ce qui indiquerait un meilleur état nutritionnel des sujets expérimentés. Par ailleurs, le niveau azoté de la ration ne modifie pas la valeur moyenne journalière de l'acidoaminémie totale lorsque la ration est dissociée, elle est donc identique pour l'essai 1 et pour l'essai 2 (2 574 contre 2 574 $\mu\text{mol/l}$).

Les résultats relatifs aux acides aminés essentiels montrent que les sujets recevant les régimes faiblement azotés présentent une aminoacidémie moyenne journalière de 14% inférieure à celle des régimes de l'essai 1 sans que cette différence soit toutefois significative. La concentration moyenne journalière en acides aminés non essentiels des animaux de l'essai 2 est significativement plus élevée ($P < 0,05$). Ces tendances opposées expliquent que les acidoaminémies totales des animaux lors des essais 1 et 2 soient identiques.

La présence de quantités d'acides aminés non essentiels plus élevées dans le sang des sujets consommant la ration faiblement azotée pourrait résulter d'une mobilisation plus intense des protéines tissulaires à des fins énergétiques : l'énergie apportée par les régimes de l'essai 2 ne couvre que 80% des besoins d'entretien et nous avons constaté, dans le sang des sujets de l'essai 2, une augmentation de la teneur en alanine, un des acides aminés qui témoigne de l'azote libéré par les tissus (Jarrige et Tisserand, 1984).

La distribution dissociée assure en outre une meilleure persistance de l'acidoaminémie totale comparativement au régime associé ou encore au régime aggloméré. Dans ce cas, comme celui de Russel *et al* (1986), l'acidoaminémie est un bon témoin de la digestion des protéines notamment dans l'intestin grêle. L'effet d'un apport dissocié est d'autant plus net et durable que le niveau d'apport azoté est élevé.

Si le niveau d'apports en azote des régimes pour un même mode de distribution influe peu sur l'acidoaminémie moyenne journalière, le pic de concentration des acides aminés dans le sang apparaît plus précocement à $T + 3$ pour la ration faiblement dosée en azote (essai 2) contre $T + 6$ pour le régime plus azoté, comme le montrent les figures 1 et 2. Ces résultats sont en accord avec ceux de Johnson et Hart (1974) qui, expérimentant sur des chevaux adultes maintenus à l'entretien, indiquent un pic d'acidoaminémie à 2 910 $\mu\text{mol/l}$, 2 h après le repas, contre 2 965 $\mu\text{mol/l}$ dans notre essai.

La distribution de la ration sous forme agglomérée modifie le taux sérique des acides aminés essentiels. C'est pourquoi dans une deuxième série d'essais nous nous proposons d'étudier les effets d'aliments distribués sous forme agglomérée.

CONCLUSION

L'apport du concentré riche en azote 2 h après la distribution du fourrage grossier produit chez le poney une aminoacidémie totale significativement plus élevée que lorsque ces 2 composants de la ration sont offerts ensemble ; cela peut être lié à une meilleure rétention du concentré dans l'estomac favorisant ainsi sa digestion dans l'intestin grêle.

Ce mode de distribution dissocié semblerait surtout approprié lorsque le niveau azoté de la ration est proche de l'entretien puisque l'acidoaminémie, alors enregistrée, est comparable à celle des régimes présentant un niveau azoté supérieur de 60%.

RÉFÉRENCES

- Chamberlain DG, Choung JJ, Robertson S (1992) Protein nutrition of dairy cows receiving grass silage diets: effects of feeding a protein supplement of

- unbalanced amino acid composition. *J Sci Food Agric* 60, 425-430
- 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
- Glade MJ (1983) Nitrogen partitioning along the equine digestive tract. *J Anim Sci* 57, 943-953
- Guilloteau P, Patureau-Mirand P, Toullec R, Prugnaud J (1980) Digestion of milk protein and methanol-grown bacteria protein in the preruminant calf. II. Amino acid composition of ileal digesta and faeces and blood levels of free amino acids. *Reprod Nutr Dev* 20 (3A), 615-629
- Hintz HF, Hogue DE, Walker EF, Lowe JE, Schryver HF (1971) Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage grain rations. *J Anim Sci* 32, 245-248
- Jarrige R, Tisserand JL (1984) Métabolisme, besoins et alimentation azotés du cheval. In : *Le cheval* (R Jarrige, W Martin-Rosset, eds), INRA, Paris, 275-302
- Johnson RJ (1972) Studies on the utilization of nitrogen by the horse. *Feedstuffs* 44 (24), 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
- Lallès JP, Toullec R, Patureau-Mirand P, Poncet C (1990) Changes in ruminal and intestinal digestion during and after weaning in dairy calves fed concentrate diets containing pea or soya bean meal. II. Amino acid composition and flow of duodenal and ileal digesta, and blood levels of free amino acids. *Livest Prod Sci* 24, 143-159
- Lebart L, Morineau M, Fenelon JP (1982) *Traitement des données statistiques*. Dunod, Paris, 510 p
- Martin-Rosset W (1990) *L'alimentation des chevaux*. INRA, Paris, 232 p
- Ohshima M, Tamai M, Ueda H (1981) Supplementary effects of leaf protein concentrate and amino acid concentrations in barley bran on nutritive value and plasma amino acid concentrations in growing pigs. *Nutr Rep Intern* 24, 1233-1240
- Ohshima M, Yamada N, Ueda H (1982) Some factors affecting plasma free amino acid concentrations in growing pigs fed a barley bran diet. *Nutr Rep Intern* 25, 1-6
- Ott EA, Asquith RL, Feaster JP (1981) Lysine supplementation of diets for yearling horses. *J Anim Sci* 53, 1496-1503
- Patureau-Mirand P, Toullec R, Paruelle JL (1974) Influence de la nature des matières azotées des aliments d'allaitement sur l'acidoacidémie du veau préruminant. *Ann Zootech* 23, 343-358
- Patureau-Mirand P, Thériez M, Prugnaud J, Pion R (1977) Influence du taux protéique et de la composition en acides aminés de l'aliment d'allaitement sur l'acidoacidémie de l'agneau préruminant. *Ann Zootech* 26, 315-328
- Potter GD, Gibbs PG, Haley RG, Klendsho JC (1992) Digestion of protein in the small and large intestines of equines fed mixed diets. *1st Europäische Konferenz über die ernährung des pferdes*, Pferdeheilkunde, 140-143
- Reitnour CM, Salsbury R (1975) Effect of oral or caecal administration of protein supplements on equine plasma amino acids. *Br Vet J* 131, 466-473
- Reitnour CM, Baker JP, Mitchell JRGE, Little CO, Kratzer DD (1970) Amino acids in equine caecal content, caecal bacteria and serum. *J Anim Sci* 100, 349-354
- Russel MA, Rodiek AV, Lawrence LM (1986) Effect of meal schedules and fasting on selected plasma free amino acids in horses. *J Anim Sci* 63, 1428-1431
- Slade LM, Robinson DW (1970) Nitrogen metabolism in non ruminant herbivores. II. Comparative aspects of protein digestion. *J Anim Sci* 30, 761
- Slade LM, Bishop R, Morris JG, Robinson DW (1971) Digestion and absorption of ¹⁵N-labelled microbial protein in the large intestine of the horse. *Br Vet J* 127, 11-12
- Schubert R (1992) Verwertung von ¹⁵N-harnstoff für die intestinale synthese von bakterienprotein und für die milchbildung. *1st Europäische Konferenz über die ernährung des pferdes*, Pferdeheilkunde, 137-139
- Wolter R (1984) La digestion chez le cheval. In : *Le cheval* (R Jarrige, W Martin-Rosset, eds), INRA, Paris, 189-208