

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 142 (2000)

**Heft:** 10

**Artikel:** Etude comparative de trois modes de rationnement pour les chevaux du train de l'armée suisse

**Autor:** Riond, J.-L. / Leoni, S. / Wanner, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-593575>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Etude comparative de trois modes de rationnement pour les chevaux du train de l'armée suisse

J.-L. Riond, S. Leoni, M. Wanner

Institut de l'Alimentation Animale, Université de Zurich

## Résumé

Trois modes de rationnement ont été comparés chez 36 chevaux âgés de 4 à 6 ans, de la race des Franches-Montagnes, au cours de l'école de recrue de St-Lutzisteig (GR) du printemps 1992. Les chevaux ont été séparés en 3 groupes: un groupe ration traditionnelle avoine-foin (AF), un groupe bouchons-foin (BF), et un groupe aliment complet (AC). Une analyse des fourrages et des aliments concentrés a été effectuée et la consommation, le comportement alimentaire ainsi que la digestibilité ont été étudiés. Tous les chevaux ont reçu une ration journalière couvrant les besoins d'un travail moyen et distribuée en trois portions: AF = 8 kg de foin et 3 kg d'avoine, BF = 8 kg de foin et 3 kg de bouchons et AC = 10 kg d'aliment complet. Pour les 3 types de rationnement, l'apport en matière azotée digestible chez le cheval dépassait la valeur de référence pour les besoins d'un cheval de 600 kg accomplissant un travail moyen. La teneur en calcium dépassait la norme de 32 g par jour (g/j) dans les 3 régimes alimentaires. Les 3 rations contenaient trop peu de sodium (AF: 1,2 g/j; BF: 7,3 g/j; AC: 9,6 g/j) et trop de potassium (AF: 140,3 g/j; BF 153,0 g/j; AC: 167,5 g/j) sans conséquences pour les paramètres sanguins. En trois repas de 60 minutes, les chevaux du groupe AF ont ingéré 82% de leur ration quotidienne, les chevaux du groupe BF 89%, et les chevaux du groupe AC 92%. L'aliment complet a été ingéré plus rapidement que le foin. Le nombre de mastications par minute était inférieur pour l'aliment complet en comparaison avec le foin. Pour l'avoine et les bouchons, les temps d'ingestion étaient semblables. Par contre, le nombre des mouvements de mâchoire par minute était inférieur pour les bouchons. La digestibilité des nutriments n'a pas été influencée par le mode d'alimentation. En conclusion, ces résultats démontrent que les 3 types d'affouragement étudiés sont adéquats pour le cheval du train de l'armée suisse s'il sont complétés par du sodium. Bien que les deux modes BF et AC aient l'avantage de corriger les surplus et les déficiences en nutriments et de fournir un apport plus proche des besoins du cheval, le mode BF a été introduit en 1994 pour des raisons pratiques.

**Mots clefs:** alimentation – cheval – comportement alimentaire – digestibilité

## Comparative study of three feeding methods for the draught horses of the swiss army

Three feeding methods were compared in 36 4- to 6-year-old Franche-Montagne horses during the military school of St-Luzisteig (GR) of Spring 1992. The horses were separated into 3 groups: a group with the traditional oats-hay ration (OH), a group with a pelleted feed and hay ration (PFH), and a group with the complete diet (CD). Feed analyses were performed and food consumption, eating behavior and digestibility were studied. The horses received their daily amount of feed in 3 portions covering the requirements for a medium work: OH = 8 kg hay and 3 kg oats, PFH = 8 kg hay and 3 kg pelleted feed and CD = 10 kg of the complete diet. For the 3 rations, the amount of digestible crude protein for horses was higher than the reference value for the requirement of a 600 kg horse with a medium work. In the 3 diets, the calcium content was higher than the required 32 g per day (g/d). Not enough sodium (OH: 1,2 g/d; PFH: 7,3 g/d; CD: 9,6 g/d) and too much potassium (OH: 140,3 g/d; PFH 153,0 g/d; CD: 167,5 g/d) were present in the diets, both without consequences for the blood parameters. In 3 meals of 60 minutes, the horses of the group OH, PFH and CD ingested 82%, 89% and 92%, respectively, of the daily ration. The complete diet was ingested more quickly than the hay. The number of mastications per minute was smaller for the complete diet than for the hay. Ingestion times were similar for oats and pelleted feed. However, the number of mastications per minute was smaller for the pelleted feed. The digestibility of nutrients was not influenced by the method of feeding. In conclusion, these results demonstrate that the 3 types of ration studied here are adequate for the swiss army horses if sodium is added to the diet. However, despite the fact that both PFH and CD correct excessive supply or deficiencies of nutrients and despite the fact that these two feeding methods offer nutrients in amounts that are closer to the requirements of the horse, the method PFH was introduced in 1994.

**Key words:** nutrition – horse – eating behavior – digestibility



## Introduction

Le nombre des chevaux du train de l'armée suisse en tous temps mobilisables est de 2980 au 1er janvier 2000 (Eberle, 1999). La grande majorité des chevaux sont de la race Franches-Montagnes. Le mulet et le Haflinger sont représentés en nombre limité. Aussi bien pour les chevaux de selle que pour les chevaux de bât, un affouragement ajusté à l'effort est crucial pour une utilisation optimale de l'animal. Depuis quelques décennies, de nombreux progrès ont été réalisés dans le domaine de l'alimentation du cheval (Harris, 1998) et il s'est avéré impératif d'appliquer ces connaissances à la situation des chevaux de l'armée suisse. De plus, la technique d'alimentation devait être examinée, améliorée et adaptée aux conditions de travail. Les aliments industriels ont l'avantage de pouvoir être formulés pour compléter les régimes à base de fourrages longs et de céréales afin de couvrir les besoins en nutriments du cheval (Wolter, 1999). En 1989, après un calcul basé sur des valeurs moyennes pour le foin et l'avoine et après une comparaison avec les besoins d'un cheval de 600 kg de poids vif effectuant un travail d'intensité moyenne (Meyer, 1995), il a été constaté que le régime habituel des chevaux du train consistant en 12 kg de foin et 2 kg d'avoine était trop riche en énergie digestible chez le cheval (EDC, tableau 1) et surtout trop riche en matières azotées digestibles chez le cheval (MADC). Afin de corriger le surplus en EDC et en MADC et pour prévenir une déficience éventuelle d'un ou plusieurs nutriments, un aliment complémentaire sous forme de bouchons a été introduit en 1990 pour remplacer l'avoine. Ce bouchon a été amélioré en 1991 pour compléter le régime basé sur l'avoine et le foin et plus tard pour remplacer les céréales tout en couvrant les besoins en EDC, en MADC et en sels minéraux. Une autre forme de ra-

tionnement, l'aliment complet (AC) qui peut à lui seul assurer la couverture de tous les besoins nutritifs du cheval et qui peut être présenté entre autres sous forme de briquettes, permet de simplifier la distribution et de réduire le volume pour le stockage et le transport (Ahlsvede, 1977). D'autre part, le rationnement est plus précis, le gaspillage est évité et le comportement des chevaux n'est pas altéré.

Ce travail avait pour but de déterminer dans le terrain lequel de trois types de rationnement (système traditionnel à base de foin et d'avoine, de foin et de bouchons de concentré, briquettes d'aliment complet) est le plus approprié pour les chevaux du train de l'armée suisse.

## Animaux, Matériel et Méthodes

### Chevaux, plan d'essai et rationnement

Trente-six hongres et juments âgés de 4 à 6 ans et de la race des Franches-Montagnes ont été examinés au cours de l'école de recrue du printemps 1992 à la caserne de St-Lutzisteig dans les Grisons (Leoni, 1994). La formation de 3 groupes de 12 chevaux s'est effectuée sur le principe du hasard: groupe avoine et foin (AF); groupe bouchons (bouchons 94 pour l'armée, commercialisés plus tard sous le nom Hyponafitness 889, UFA AG, 3360 Herzogenbuchsee, BE, Suisse) et foin (BF); groupe aliment complet (AC; Cavallino Spécial, Cavallino AG, 8820 Wädenswil, ZH, Suisse). L'essai s'est déroulé pendant une période de 12 semaines. De la 1<sup>re</sup> à la 8<sup>e</sup> semaine (période en caserne), les chevaux étaient attachés en écurie. De la 9<sup>e</sup> à la 10<sup>e</sup> semaine, les chevaux étaient stationnés en bivouac et de la 10<sup>e</sup> à la 12<sup>e</sup> semaine, ils étaient dans une écurie de campagne recouverte d'un toit en plastique. Tous les chevaux ont reçu une ration journalière couvrant les besoins d'un travail moyen, distribuée en trois portions inégales à 6 h 00, 12 h 00 et 18 h 00 et consistant en 8 kg de foin et 3 kg d'avoine pour le groupe AF, 8 kg de foin et 3 kg de bouchons pour le groupe BF et 10 kg de briquettes pour le groupe AC. A 12 h 00, les chevaux n'ont pas reçu de foin et la quantité d'AC était plus restreinte. Chaque cheval a reçu 4 kg de paille par jour pour sa litière. Le foin et la paille utilisés étaient de qualité moyenne. Les chevaux du groupe AF ont reçu un complément de 20 g de sel de cuisine par jour. La composition en matière première et la composition chimique des aliments fabriqués sont indiquées dans les tableaux 2 et 3 selon la déclaration du producteur. Pour l'avoine et le foin, les valeurs d'EDC ont été calculées à partir des résultats d'analyse de l'aliment et à l'aide de l'équation de Vuignier et Daccord (1990):

Tableau 1: Liste des abréviations utilisées.

AF	=	avoine-foin
AC	=	aliment complet
AMID	=	amidon
BF	=	bouchons-foin
Ca	=	calcium
CB	=	cellulose brute
EB	=	énergie brute
EDC	=	énergie digestible chez le cheval
ENA	=	extractif non azoté
K	=	potassium
MADC	=	matière azotée digestible chez le cheval
MAT	=	matière azotée totale
Mg	=	magnésium
MG	=	matière grasse
MM	=	matière minérale
MO	=	matière organique
MS	=	matière sèche
Na	=	sodium
P	=	phosphore



Tableau 2: Composition des aliments fabriqués (information des producteurs).

bouchons de 9–10 mm de diamètre et 10–15 mm de long	briquettes dimensions: 7×7×3 à 7 cm
45% d'avoine 22% de paille traitée à la soude 9,4% d'orge 7,3% d'enveloppes de céréales 4% d'amidon de blé 4% de mélasse 3% de résidus de carottes 2% de tourteau de lin 1% de graines de tournesol 0,9% de carbonate de chaux 0,9% de DCP 38/40 0,5% de prémix 30 (vitamines et oligo-éléments)	60 % de foin 32 % d'aliment concentré – 39% d'avoine blanche (min. 55kg/hl) – 36% de maïs partiellement concassé – 25% de farine de lin, minéraux, oligo-éléments et vitamines – 8% de mélasse

Tableau 3: Composition chimique des aliments fabriqués (information des producteurs; g/kg de matière brute).

nutriments	unité	bouchons	aliment complet
MAT	g/kg MS	85	110
MADC	g/kg MS	56	75
MG	g/kg MS	25	28
CB	g/kg MS	176	170–190
Ca	g/kg MS	7,1	4
P	g/kg MS	4	2,5
Mg	g/kg MS	4	2
K	g/kg MS	7,3	6
Na	g/kg MS	3,3	7
EDC	MJ/kg MS	9,5	9,6

## Digestibilité

La digestibilité apparente a été déterminée par la méthode classique pendant trois jours de la 5<sup>e</sup> semaine chez 24 chevaux. Les valeurs pour les trois jours des nutriments ingérés et excrétés ont été additionnées avant d'effectuer le calcul. Afin d'éviter des restes après chaque repas, la ration de foin a été diminuée à 6 kg par jour et celle de la paille à disposition dans les crèches à 3 kg par jour. Les chevaux ont été habitués à ce régime pendant 3 jours avant le début de l'essai qui s'est déroulé sur de la tourbe.

foin:  $EDC_{MO} = 18,82 + 0,010 \times MAT_{MO} - (0,027 \times CB_{MO})$

avoine:  $EDC_{MS} = 16,95 - 0,039 \times CB_{MS}$

ou MO est la matière organique, MAT la matière azotée totale, CB la cellulose brute et MS la matière sèche. Selon cette formule, le foin contenait 8,1 et l'avoine 11,1 MJ d'EDC par kg de MS.

## Consommation et comportement alimentaire

Durant 3 jours lors de la 3<sup>e</sup> semaine d'essai (neuf repas consécutifs), la quantité d'aliment consommée individuellement pendant une période de 45 minutes pour le foin, 15 minutes pour l'avoine et les bouchons et 60 minutes pour l'AC a été examinée chez 22 chevaux. Ces temps correspondent à une halte d'affouragement de 60 minutes dans le terrain. La consommation d'eau, la consommation de paille (5 kg à disposition dans la crèche pour chaque cheval pendant 24 heures: 2 kg pendant la nuit et 1,5 kg entre les autres repas), le temps nécessaire pour ingérer 1 kg d'aliment, le nombre de mastications par minute et le nombre de mastications par kg d'aliment ont également été mesurés. Les chevaux ont été abreuvés au moyen de seaux. Chaque cheval pouvait boire à volonté pendant et après l'affouragement. Durant cette phase de l'essai, la litière était composée de tourbe.

## Analyses de la ration et du lactate dans le plasma

La MS, la MO, la MAT, la matière grasse (MG), l'amidon (AMID), l'extractif non azoté (ENA), la CB, et la matière minérale (MM) ont été quantifiés à la 1<sup>re</sup>, la 3<sup>e</sup>, la 7<sup>e</sup> et la 11<sup>e</sup> semaine de l'essai dans les nutriments et les fèces par l'analyse de Weende (Kirchgessner, 1992). L'énergie brute (EB) a été mesurée au moyen d'un calorimètre (Leco AC 200). Les minéraux sodium (Na), potassium (K) et magnésium (Mg) des aliments ont été déterminés par absorption atomique (Perkin Elmer). Des méthodes colorimétriques automatisées (Autoanalyser Skalar SAN+) ont été utilisées pour le calcium (Ca; méthode: potassium oxytartrate d'antimoine) et le phosphore (P; méthode: molybdate d'ammonium) dans les aliments. Les concentrations plasmi-ques de Na et K ont été mesurées au moyen d'un photomètre à flamme (Instrumentation Laboratory, Milan, Italie). La détermination du lactate dans le plasma a été effectuée par un analyseur automatisé (Cobas Mira, Hoffmann-La Roche) au moyen d'une méthode enzymatique (Boehringer Mannheim, Allemagne) dont le produit NADH a été quantifié par colorimétrie. Le sang a été récolté des veines jugulaires au moyen de tubes sous vide d'air contenant du fluorure de sodium (Vacutainer, Becton Dickinson). Les prises de sang ont été effectuées avant, immédiatement après et trois heures après



no worms, no bots,

no worries!

keine Würmer, keine Magendasseln,

keine Sorgen!

pas de vers, pas de gastérophiles,

pas de soucis!

**Composition :** Ivermectinum 18.7 mg, Excipients ad Pastam pour 1 g. Chaque applicateur unique contient 6.42 g d'Eqvalan et délivre 120 mg d'Ivermectine. **Dosage/Application :** Eqvalan est utilisé oralement à la dose recommandée de 200 g d'Ivermectine par kilo de poids vif.

**Délai de retrait :** Viande et abats : 14 jours.

**Zusammensetzung :** Ivermectinum 18.7 mg, Excipients ad Pastam pro 1 g. Jeder Einmal-Applikator enthält 6.42 g Eqvalan und gibt 120 mg Ivermectin ab. **Dosierung/Anwendung :** Eqvalan wird oral in der empfohlenen Dosierung von 200 g Ivermectin pro Kilogramm Körpergewicht appliziert. **Absetzfrist :** Fleisch und Organe : 14 Tagen.

OICM/IKS N 46101

# Eqvalan<sup>\*</sup>

pâte / Paste  
(ivermectine)

Le premier vermifuge complet  
Das erste umfassende Wurmmittel



\*® Merial

Produit par/Hersteller : Merck Sharp & Dohme - NL

Distribué par/Vertrieb durch :

biokema

BIOKEMA SA, 1023 Crissier-Lausanne, tél. 021/ 633 31 31, fax 021/ 633 31 00

[www.biokema.ch](http://www.biokema.ch)



un effort intense au cours de la 7<sup>e</sup> (parcours ascendant de 2200 m avec une dénivellation de 385 m) et de la 11<sup>e</sup> semaine (parcours ascendant de 4500 m avec une dénivellation de 500 m).

### Analyse statistique

Les effets des 3 types de nourriture sur les différents paramètres ont été testés par analyse de variance simple suivie de tests t de Student pour groupes non appariés si une différence entre groupes était identifiée (Programme GraphPAD InSTAT, version 1.11a, 1990). Des tests paramétriques ont été utilisés parce qu'il a été assumé que la distribution de chaque variable était normale. Le seuil de signification a été fixé à  $p < 0,05$ .

## Résultats

### Analyses des aliments et apport en nutriments

La comparaison des résultats d'analyse des aliments (tableau 4; moyennes et écart-types des valeurs obtenues à la 1<sup>re</sup>, 3<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup> semaine) avec les déclarations des fabricants (tableau 3) a révélé parfois des différences considérables pour les quantités de MG, MAT, Na, K, Ca, Mg et P. Au cours des 12 semaines de l'essai, la qualité du foin, de l'avoine et de la paille, dont la valeur nutritive correspondait à des valeurs de référence standard, sont restées constantes.

Les résultats d'analyse des fourrages ont permis d'établir l'apport journalier des différents nutriments pour chaque groupe puisque les rations ont toujours été complètement ingérées (tableau 5). Le calcul de l'apport journalier n'a pas tenu compte de la paille dont la distribution et la consommation étaient impossibles à contrôler de manière précise pendant tout l'essai.

Tableau 4: Composition chimique et teneur en énergie des composants des rations (par composant 4 échantillons prélevés lors de la 1<sup>re</sup>, 3<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> semaine; moyenne  $\pm$  écart-type).

paramètre	unité	foin	avoine	paille	bouchons	aliment complet
MS	%	88,1 $\pm$ 0,8	89,3 $\pm$ 0,7	87,8 $\pm$ 1,6	87,9 $\pm$ 0,2	86,6 $\pm$ 0,4
MO	g/kg MS	921 $\pm$ 4,2	972 $\pm$ 1	946 $\pm$ 9	930 $\pm$ 1	918 $\pm$ 8
MAT	g/kg MS	86 $\pm$ 6,2	107 $\pm$ 14	34 $\pm$ 4,7	111 $\pm$ 3	105 $\pm$ 7
MG	g/kg MS	—	58,8 $\pm$ 5,4	—	32,4 $\pm$ 1,0	20,3 $\pm$ 2,3
CB	g/kg MS	332 $\pm$ 19	116 $\pm$ 6	468 $\pm$ 10	199 $\pm$ 2	224 $\pm$ 10
AMID	g/kg MS	—	455 $\pm$ 12	—	278 $\pm$ 5	107 $\pm$ 26
ENA	g/kg MS	502 $\pm$ 10	690 $\pm$ 7	444 $\pm$ 8	588 $\pm$ 4	568 $\pm$ 18
Ca	g/kg MS	8,05 $\pm$ 1,21	0,63 $\pm$ 0,10	3,74 $\pm$ 0,36	9,08 $\pm$ 0,45	9,16 $\pm$ 0,65
P	g/kg MS	2,10 $\pm$ 0,19	3,14 $\pm$ 0,65	0,85 $\pm$ 0,21	5,16 $\pm$ 0,19	2,86 $\pm$ 0,38
Mg	g/kg MS	1,61 $\pm$ 0,14	1,11 $\pm$ 0,13	0,50 $\pm$ 0,07	1,71 $\pm$ 0,12	1,89 $\pm$ 0,11
K	g/kg MS	18,1 $\pm$ 2,7	4,2 $\pm$ 0,9	15,5 $\pm$ 5,9	9,13 $\pm$ 0,94	19,35 $\pm$ 1,38
Na	g/kg MS	0,13 $\pm$ 0,05	0,12 $\pm$ 0,05	0,11 $\pm$ 0,03	2,45 $\pm$ 0,26	1,11 $\pm$ 0,11
EB <sup>1</sup>	MJ/kg MS	17,7 $\pm$ 0,4	19,8 $\pm$ 0,1	18,3 $\pm$ 0,3	18,8 $\pm$ 0,2	17,6 $\pm$ 0,3
EDC <sup>2</sup>	MJ/kg MS	9,2 $\pm$ 0,5	12,4 $\pm$ 0,2	—	—	—

<sup>1</sup> = analysé par calorimétrie; <sup>2</sup> = calculé par l'équation de régression de Vuignier et Daccord (1990)

Tableau 5: Apport journalier moyen des nutriments et de l'énergie pendant tout l'essai (paille non comprise).

nutriments	unité	AF	BF	AC	besoin <sup>1</sup> selon Meyer, 1995	<sup>1</sup> par jour pour un cheval de 600 kg et un travail moyen
MS	g/j	9715	9675	8657	—	
MO	g/j	9102	8951	7945	—	
MAT	g/j	905	910	908	—	
	%MS	9,3	9,4	10,5	10,4 <sup>2</sup>	
MADC <sup>3</sup>	g/j	623	604	598	455–545	
MG	g/j	334	262	176	—	
	%MS	3,4	2,7	2,0	→ 15	
CB	g/j	2737	2951	1943	—	
	%MS	28,2	30,5	22,4	16–22	
AMID	g/j	1220	734	923	—	
ENA	g/j	5386	5089	4917	—	
Ca	g/j	51,9	74,2	79,3	32	
P	g/j	23,8	29,0	24,8	18	
Na	g/j	1,2 <sup>4</sup>	7,3	9,6	43	
K	g/j	140,3	153,0	167,5	48	
Mg	g/j	13,5	15,0	16,4	13	
EB	MJ/j	177,7	174,2	152,7	—	
EDC <sup>3</sup>	MJ/j	122	109	100	91–109	

<sup>2</sup> National Research Council (1989) pour un travail moyen  
<sup>3</sup> d'après les digestibilités expérimentales de cet essai avec environ 2 kg de paille par jour  
<sup>4</sup> sans les 20 g donnés en plus de la ration



## Consommation et comportement alimentaire

En 45 minutes, les chevaux ne pouvaient pas ingérer une ration complète (tableau 6). Par contre, la quantité d'avoine ou de bouchons ingérée en 15 minutes dépassait la ration habituelle de 1 kg. Au cours de 3 repas de 60 minutes, les chevaux du groupe AF ont ingéré, sans compter la paille, 82% de leur ration quotidienne en EB, les chevaux du groupe BF 89%, et les chevaux du groupe AC 92%. La quantité de paille consommée ne différait pas entre les groupes. Les chevaux du groupe BF ont bu significativement plus que ceux du groupe AF.

Un kg de foin a été ingéré en 9 minutes de plus que 1 kg d'AC ( $p = 0,03$ ; tableau 7). Le nombre de mouvements de mastication par minute était significativement inférieur de 8 mouvements pour l'aliment unique. Pour l'avoine et les bouchons, les temps d'ingestion étaient semblables. Par contre, le nombre des mouvements de mâchoire par minute était moins élevé pour les bouchons.

## Digestibilité

Aucun effet significatif sur la digestibilité de la ration complète n'a été observé parmi les groupes pour les paramètres analysés la MS, la MO, la MAT, la CB, la MM, et l'EB (tableau 8).

Tableau 8: Digestibilité des nutriments (%), moyenne  $\pm$  écart-type).

Groupe		MS	MO	MAT	CB	MM	EB
AF	(n=6)	68,2 $\pm$ 5,0	69,8 $\pm$ 5,0	68,8 $\pm$ 5,8	59,0 $\pm$ 7,0	47,9 $\pm$ 9,0	68,6 $\pm$ 4,6
BF	(n=8)	63,0 $\pm$ 3,6	63,9 $\pm$ 3,6	66,3 $\pm$ 3,2	51,8 $\pm$ 5,4	51,2 $\pm$ 4,1	62,7 $\pm$ 3,7
AC	(n=7)	66,7 $\pm$ 6,0	68,2 $\pm$ 5,8	65,9 $\pm$ 7,2	54,6 $\pm$ 8,6	49,8 $\pm$ 8,5	65,5 $\pm$ 6,3

## Lactate

Avant l'effort, tous les chevaux avaient un taux de lactate qui se situait en-dessous de 0,9 mmol/l qui est selon Schmidl (1981) la limite supérieure de l'intervalle de référence pour les chevaux au repos (tableau 9). Bien que trois animaux du groupe AF aient atteint un taux de lactate supérieur ou égal à 3,0 mmol/l (3,0 mmol/l, 3,7 mmol/l et 5,1 mmol/l), les moyennes sont restées inférieures à 2 mmol/l après les exercices. Lors du premier travail (semaine 7), l'augmentation du taux de lactate pendant l'effort était plus importante pour le groupe AF que, dans l'ordre décroissant, pour le groupe BF et le groupe AC. Trois heures après l'effort, seule la lactatémie des chevaux du traitement BF a diminué de manière significative. Lors du second travail (semaine 11), la hausse des valeurs d'acide lactique après l'effort n'était pas significative pour les chevaux AF, dû à des écart-types importants. Après la phase de récupération, aucun taux sanguin d'acide lactique n'a diminué de façon significative.

Tableau 6: Consommation d'aliments et d'eau mesurée en MS par repas et par jour en temps limité avec valeurs en énergie brute (moyenne de 9 valeurs  $\pm$  écart-type, jour de repos, 13 °C dans l'écurie).

aliments ou énergie	unité	AF (n = 6)	BF (n = 8)	AC
foin	g/45 min	1389 $\pm$ 395	1571 $\pm$ 432	—
avoine	g/15 min	1218 $\pm$ 117	—	—
bouchons	g/15 min	—	1265 $\pm$ 44	—
AC	g/60 min	—	—	2681 $\pm$ 530
paille	g/jour	1911 $\pm$ 1020	2124 $\pm$ 1542	2013 $\pm$ 621
EB	MJ/60 min	49 $\pm$ 9	52 $\pm$ 8	47 $\pm$ 9
EB	MJ/jour	147 $\pm$ 27	156 $\pm$ 24	141 $\pm$ 27
EB <sup>1</sup>	MJ/jour	178	174	153
eau	litres	23,7 $\pm$ 4,3 <sup>a</sup>	31,9 $\pm$ 6,1 <sup>a</sup>	26,4 $\pm$ 5,1

<sup>1</sup> ration complète sans limite de temps; <sup>a</sup> les mêmes lettres dans le même rang indiquent une différence significative,  $p < 0,05$ .

Tableau 7: Temps d'ingestion et nombre de mastications (moyenne  $\pm$  écart-type).

Aliments		minutes/ kg	mastications/ min	mastications/ kg
foin	(n=13)	31,7 $\pm$ 11,3 <sup>a</sup>	76,7 $\pm$ 8,0 <sup>a</sup>	2214 $\pm$ 745 <sup>a</sup>
AC	(n=8)	23,2 $\pm$ 7,5 <sup>a</sup>	69,1 $\pm$ 4,6 <sup>a</sup>	1443 $\pm$ 516 <sup>a</sup>
avoine	(n=7)	12,2 $\pm$ 0,7	84,6 $\pm$ 3,9 <sup>b</sup>	1027 $\pm$ 47 <sup>b</sup>
bouchons	(n=8)	9,6 $\pm$ 2,6	75,5 $\pm$ 5,9 <sup>b</sup>	716 $\pm$ 185 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> différence significative dans une même colonne,  $p < 0,05$

## Discussion

### Analyse des aliments et apport en nutriments

Les différences qui sont apparues après comparaison des résultats d'analyse des aliments avec les déclarations des fabricants sont dues au fait que la qualité des composants inclus pour la préparation des

Tableau 9: Concentrations plasmiqes du lactate lors de deux efforts différents (mmol/l; moyenne  $\pm$  écart-type).

groupe	semaine	A	B	C
AF (n=12)	7	0,86 $\pm$ 0,34 <sup>ab</sup>	1,75 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>	1,57 $\pm$ 1,16 <sup>b</sup>
	11	0,95 $\pm$ 0,21	1,44 $\pm$ 1,19	1,24 $\pm$ 0,84
BF (n=12)	7	0,72 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	1,38 $\pm$ 0,38 <sup>ab</sup>	0,95 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>
	11	0,67 $\pm$ 0,26 <sup>ab</sup>	1,09 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	1,07 $\pm$ 0,17 <sup>b</sup>
AC (n=12)	7	0,79 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	1,25 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup>	0,98 $\pm$ 0,26
	11	0,79 $\pm$ 0,18 <sup>ab</sup>	1,62 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>	1,51 $\pm$ 0,90 <sup>b</sup>

A = avant l'effort

B = immédiatement après l'effort

C = 3 h après l'effort

<sup>a,b</sup> les mêmes lettres minuscules dans un rang indiquent une différence significative,  $p < 0,05$



produits varie fortement selon leur origine et que les fabricants ne font pas des contrôles réguliers de la composition de leurs aliments.

Pour les 3 types de rationnement, l'apport en MADC, qui a été calculé avec les digestibilités expérimentales de cet essai comprenant une ingestion d'environ 2 kg de paille par jour, dépassait la valeur de référence pour les besoins d'un cheval de 600 kg effectuant un travail moyen (Meyer, 1995; tableau 5). Par contre, la quantité de MAT était légèrement en-dessous de la valeur recommandée par le National Research Council de 1989. Le paramètre MADC est donc mieux adapté que le paramètre MAT pour juger de l'apport en matière azotée. Une légère surcharge en MADC dans la ration telle quelle est observée dans les groupes AF, BF et AC n'a pas d'effets néfastes sur le métabolisme (Meyer, 1987; Hintz and Cyambaluk, 1994). L'apport journalier en CB était un peu trop élevé pour les rations à base de foin et était conforme au besoin pour le groupe AC. Le contenu élevé en CB des rations AF et BF est légèrement supérieur à la norme, probablement dû à une coupe relativement tardive de l'herbe. Cette quantité légèrement plus élevée de CB est tolérable puisque les besoins en EDC ont été couverts (Meyer, 1995). La teneur en Ca dépassait le besoin de 32 g/j dans les trois régimes. La surcharge en calcium est soit excrétée dans les fèces principalement mais aussi dans l'urine en moins grande quantité ou incorporée dans l'os. Bien que la quantité de Na ingérée était 7 à 9 fois supérieure dans les aliments fabriqués que dans la ration traditionnelle (1,2 g/j), elle était encore très loin du besoin de 43 g/j pour un travail moyen (Meyer, 1995). L'addition de 20 g de sel de cuisine par jour et par animal du groupe AF a porté l'ingestion du Na à 9,1 g/j. Le K se trouvait en trop grande quantité dans les 3 rations. La surcharge en K est éliminée avant tout dans l'urine. Les concentrations plasmi-ques de Na et K sont restées dans l'intervalle de référence pendant tout l'essai et n'ont pas montré de tendance à la hausse ou à la baisse. Les besoins en Mg et P étaient couverts par les trois régimes alimentaires.

### Consommation et comportement alimentaire

Contrairement à d'autres espèces où la vision de l'aliment est importante, la mastication est un signal nécessaire chez le cheval pour le déclenchement de la salivation qui est essentielle à une bonne digestion (Albro Haupt, 1990). La quantité de salive produite atteint 40–90 ml/min et est proportionnelle au temps pendant lequel l'aliment est mâché permettant ainsi aux sucs gastriques de mieux pénétrer le bol alimentaire (Meyer, 1995). Dans une autre étude conduite à l'aide de télémetrie où l'AC

sous forme de briquettes n'a pas été testé, le nombre de mastications par minute et le temps nécessaire pour ingérer un kilo d'aliment étaient similaires aux valeurs de notre étude (Meyer et al. en 1975). Ahlswede (1977) a observé un temps du même ordre de grandeur pour l'ingestion de 1 kg d'AC sous forme de briquettes. Pour l'AC, le nombre de mastications par minute et par kg se trouve à mi-chemin entre le foin et l'avoine parce que sa structure est intermédiaire. L'ingestion d'un kilo d'AC ne contenant pas de foin structuré se fait en 10 minutes (Güldenhaupt, 1979). Dans notre étude, 1 kg d'AC a été ingéré en  $23 \pm 7$  minutes parce qu'il contenait 60% de foin structuré. En contraste avec l'étude de Schatzmann et Straub (1973) utilisant des bouchons ou des granulés, la consommation de paille n'était pas augmentée chez les animaux du groupe AC de notre essai. Dans une autre étude utilisant des chevaux de sport, après une phase d'adaptation de 1 mois pendant laquelle le régime habituel a progressivement été remplacé, l'ingestion d'AC sous forme de granulés n'était pas accompagnée par une augmentation de la consommation de paille (Wolter et al., 1971).

### Digestibilité des rations

Il y a beaucoup de similitudes dans la composition chimique des différentes rations utilisées dans cette étude. Par conséquent, aucun effet significatif sur la digestibilité de la ration complète n'a été observé pour les six paramètres analysés (MS, MO, MAT, CB, MM, EB). Les conditions de cette expérience sont celles de la réalité, puisque l'expérience juge de la qualité nutritionnelle de chacune des rations entière avec paille, ce qui est rarement le cas dans la littérature. Dans les articles cités, soit il est question d'un seul aliment accompagné d'une quantité variable de paille qui influence la digestibilité de la ration (Güldenhaupt, 1979), soit de plusieurs fourrages composés (par exemple bouchons industriels) fournis sans autres aliments (Schultze, 1987), soit encore de calculs séparés pour la digestibilité de chaque composante de la ration (Meyer, 1995). Chez 4 poneys Shetland, la digestibilité d'un AC sous forme de briquettes était significativement supérieure à une ration combinée foin-concentré (Ahlswede, 1977). Toutefois, les conditions n'étaient pas comparables à celles de l'essai présenté ici: il y avait seulement 2 groupes de 2 poneys Shetland chez lesquels les essais ont été répétés 3 fois, seulement 46% de foin finement hâchés dans les briquettes et la ration ne contenait pas de paille. L'AC utilisé par Ahlswede contenait donc nettement moins de fibres que la ration du groupe AC de notre étude qui incluait la paille, ce qui explique la meilleure digestibilité observée par Ahlswede



(MO:  $70,9 \pm 2,0\%$  chez Ahlswede et  $68,2 \pm 5,8\%$  dans cet essai; MAT:  $81,6 \pm 5,5$  chez Ahlswede et  $65,9 \pm 7,2\%$  dans cet essai). La digestibilité ne diffère pas entre races de chevaux et aucune corrélation existe entre la digestibilité et la quantité d'aliment ingérée (Martin-Rosset, 1990). Dans un essai avec un AC très semblable à celui utilisé dans cette expérience, la digestibilité de la MO était moins élevée ( $52 \pm 1\%$ ) et celle de la MAT plus importante ( $72 \pm 1\%$ ; Parkins et al., 1982).

### Lactate

La production de lactate dépend de l'intensité de l'effort (Lindner et al., 1992; Barrey et Valette, 1993) et du niveau d'entraînement du cheval (Thornton et al., 1983). Les résultats de cet essai démontrent que lors du premier travail (semaine 7) les chevaux du groupe AF, nourris avec plus d'amidon, avaient une lactatémie supérieure à celle des autres animaux (tableau 9). De plus, pendant les deux journées de travail, les moyennes des taux plasmatiques de lactate du groupe BF qui a reçu une quantité d'amidon par jour moins importante étaient moins élevées que dans les groupes AF et AC dans 5 cas sur 6. La relation entre la lactatémie pendant l'effort et la quantité d'amidon ingérée semble donc être confirmée (Pagan et al., 1987). Etant donné que l'apport de graisse dans la ration permettrait d'épargner le glucose et le glycogène musculaire (Martin-Rosset, 1990; Potter et al., 1992), il est permis de suggérer que la performance des chevaux de train pourraient être améliorée en augmentant le pourcentage de lipides dans les rations. Cependant, la graisse n'a pas d'effet si elle n'a pas été ingérée assez longtemps et si les chevaux ne sont pas entraînés suffisamment puisque un cheval peu entraîné a son seuil d'anaérobiose plus bas et va donc plus vite brûler ses réserves de glycogène en produisant du lactate (Vermorel et al., 1984). Les chevaux du groupe AF ont ingéré plus de MG que les autres bien qu'ils aient produit plus d'acide lactique que les groupes BF et AC et de ce fait ne semble pas avoir épargné le glycogène. Il est permis de suggérer que cette observation est liée à l'importante quantité d'amidon consommé par le groupe AF en relation avec la faible différence d'ingestion de MG entre les groupes. D'autre part, même dans des conditions normales de rationnement, la production d'acide lactique dans l'estomac peut être plus intense que dans le caecum (Wolter et Chaabouni, 1979), ce qui pourrait expliquer en partie la lactatémie plus importante dans le groupe AF.

### Conclusion

Les trois modes de rationnement étudiés chez les chevaux du train de l'armée suisse sont potentiellement adéquats pour leurs conditions de travail s'ils sont complétés par du sodium. Bien que tous les deux modes BF et AC aient l'avantage de corriger les surplus et les déficiences et de fournir un apport en nutriments plus proche des besoins du cheval, le mode BF a été introduit en 1994 pour des raisons pratiques.

### Remerciements

Cette publication est une version retravaillée et raccourcie de la dissertation de S. Leoni pour l'obtention du titre de Dr med. vet. Les analyses de laboratoire ont été effectuées à la Station Fédérale de Recherches sur la Production Animale, Posieux, Suisse et dans l'Institut de l'Alimentation Animale de l'Université de Zurich par M<sup>me</sup> Barbara Schneider. Les commentaires sur le texte de M. Luzius Adank du Service Vétérinaire de l'Armée ont été hautement appréciés.

### Littérature

- Ahlswede L. (1977): Untersuchungen über Pferdealleinfutter in Form von Briquets; Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 132–135.
- Albro Hout K. (1990): Ingestive behavior; Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 2, 319–337.
- Barrey E., Valette J.P. (1993): Exercise-related parameters of horses competing in show jumping events ranging from a regional to an international level. Ann. Zootech. 42, 89–98.
- Eberle J. (1999): Communication personnelle, Service Vétérinaire de l'Armée, Thoune, Suisse.
- Güldenhaupt V. (1979): Vertäglichkeit und Verdaulichkeit eines Alleinfutters für Pferde in Kombination mit Stroh; Vet. Med. Diss., Hannover, Deutschland.
- Harris P.A. (1998): Developments in equine nutrition: Comparing the beginning and the end of this century. J. Nutr. 128: 2698 S.–2703 S.
- Hintz H.F., Cymbaluk N.F. (1994): Nutrition of the horse. Annu. Rev. Nutr. 14, 243–267.
- Kirchgessner M. (1992): Zusammensetzung von Nahrung und Tier. In: Tierernährung, 8. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt, Deutschland, 19–24.
- Leoni S. (1994): Etude comparative sur trois modes de rationnement pour les chevaux du train dans l'armée suisse. Thèse de médecine-vétérinaire, Université de Zurich, Suisse.
- Lindner A., Von Wittke P., Schmald M., Kusserow J., Sommer H. (1992): Maximal lactate concentrations in horses after exercise of different duration and intensity. J. Eq. Vet. Sci. 12, 36–39.
- Martin-Rosset W. (1990): L'alimentation des chevaux. Inra, Paris, France.



### Untersuchung dreier Fütterungsmethoden bei den Pferden des Trains der Schweizer Armee

Drei Fütterungsmethoden wurden bei 36 4 bis 6 Jahre alten Freiberger Pferden während der Rekrutenschule von St-Lutzisteig im Frühling 1992 untersucht. Die Pferde wurden 3 Gruppen zugeteilt: eine Gruppe mit der traditionellen Fütterung mit Heu und Hafer (HH), eine Gruppe mit Würfeln und Heu (WH) und eine Gruppe mit einem Alleinfutter (AF). Eine Analyse der Futtermittel wurde durchgeführt und die aufgenommene Menge, das Fressverhalten und die Verdaulichkeit wurden untersucht. Alle Pferde erhielten eine an eine durchschnittliche mittlere Leistung angepasste tägliche Ration, die auf drei Portionen aufgeteilt war: HH = 8 kg Heu und 3 kg Hafer, WH = 8 kg Heu und 3 kg Würfel und AF = 10 kg Alleinfutter. Für alle 3 Fütterungsgruppen übertraf die Zufuhr mit verdaulichem Rohprotein den Referenzwert für den Bedarf eines Pferdes von 600 kg mit einer mittleren Leistung. Die Ca-Aufnahme war bei allen drei Rationen höher als der Referenzwert von 32 g pro Tag (g/T). Die drei Rationen enthielten zu wenig Natrium (HH: 1,2 g/T; WH: 7,3 g/T; AF: 9,6 g/T) und zuviel Kalium (HH: 140 g/T; WH: 153 g/T; AF: 167,5 g/T), allerdings ohne Konsequenzen für die Blutparameter. In den 3 Mahlzeiten von jeweils 60 Minuten haben die Pferde der Gruppe HH 85%, die Pferde der Gruppe WH 89% und die Pferde der Gruppe AF 92% der täglichen Ration aufgenommen. Das Alleinfutter wurde schneller als das Heu aufgenommen. Die Zahl der Kaubewegungen pro Minute war kleiner als das Alleinfutter im Vergleich zum Heu. Im Falle des Hafers und der Würfel unterschieden sich die Einnahmezeiten nicht, jedoch war die Zahl der Kaubewegungen pro Minute kleiner für die Fütterung mit Würfeln. Die Verdaulichkeit der Nährstoffe wurde nicht von der Form der Verabreichung beeinflusst. Diese Ergebnisse zeigen, dass alle 3 Fütterungsmethoden angemessen für die Trainpferde der schweizerischen Armee sind, wenn die Ration mit Natrium ergänzt wird. Obwohl die zwei Fütterungsmethoden Würfel-Heu bzw. Alleinfutter den Vorteil haben, einen Nährstoff-Überschuss bzw. -Mangel korrigieren zu können und somit eine bedarfsgerechte Zufuhr von Nährstoffen zu gewährleisten, wurde die Methode WH im Jahr 1994 aus praktischen Gründen eingeführt.

### Studio su tre metodi d'alimentazione nei cavalli del treno dell'esercito svizzero

Tre metodi di alimentazione sono stati paragonati in 36 cavalli d'età compresa fra i 4 ed i 6 anni della razza Franche-Montagne durante la scuola reclute di St-Lutzisteig (GR) nella primavera del 1992. I cavalli furono suddivisi in 3 gruppi: un gruppo ricevette la razione tradizionale avena-fieno (AF), un gruppo i cubetti-fieno (CF) e un gruppo l'alimento completo (AC). Venne effettuata un'analisi degli alimenti e furono studiati il consumo, il comportamento durante i pasti e la digeribilità. I cavalli ricevettero una razione distribuita in 3 porzioni per le esigenze di un lavoro medio: AF = 8 kg di fieno e 3 kg di avena, CF = 8 kg di fieno e 3 kg di cubetti, AC = 10 kg d'alimento completo. Per i 3 tipi di razione, l'ammontare della materia azotata digeribile per il cavallo era maggiore del valore di riferimento per le esigenze di un cavallo di 600 kg che realizza un lavoro medio. Il contenuto di calcio era più alto della norma di 32 g per giorno (g/g) nei 3 regimi alimentari. Le 3 razioni contenevano troppo poco sodio (AF: 1,2 g/g; CF: 7,3 g/g; AC: 9,6 g/g) e troppo potassio (AF: 140,3 g/g, CF: 153,0 g/g, AC: 167,5 g/g) senza conseguenze per i parametri del sangue. In tre pasti, i cavalli del gruppo FA hanno ingerito 82% della razione quotidiana, i cavalli del gruppo CF 89% ed i cavalli del gruppo AC 92%. L'alimento completo era ingerito più rapidamente del fieno. Il numero di masticazioni per minuto era inferiore per l'alimento completo in confronto al fieno. I tempi d'ingestione erano simili per l'avena e i cubetti, nonostante che il numero di masticazioni per minuto fosse inferiore per i cubetti rispetto all'avena. La digeribilità dei mangimi non era influenzata dalla forma dell'alimento ingerito. In conclusione, questi risultati dimostrano che i 3 tipi d'alimentazione studiati si adattano bene per i cavalli del treno dell'esercito svizzero se sono completati con sodio. Nonostante i due modi d'alimentazione cubetti-avena e alimento completo abbiano ambedue il vantaggio di correggere le eccedenze e le deficienze in elementi nutritivi e siano più idonei alle esigenze del cavallo, il metodo cubetti-fieno è stato introdotto nell'esercito nel 1994 per ragioni pratiche.



Meyer H. (1987): Fütterung von Vielseitigkeits- und Distanzpferde. Der praktische Tierarzt 2, 16–28.

Meyer H. (1995): Pferdefütterung. 3., aktualisierte Auflage. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Deutschland.

Meyer H., Ahlswede L., Reinhardt H.J. (1975): Untersuchungen über Fressdauer, Kaufrequenz und Futterzerkleinerung beim Pferd; Dtsch. Tierärztl. Wsch. 82, 54–58.

National Research Council (NRC) (1989): Nutrient requirements of domestic animals; Nb 6. Nutrient requirements of horses. 4th and 5th revised edition. National Academy of Sciences, Washington D.C., USA.

Pagan J.D., Essén-Gustavsson B., Lindholm A., Thornton J. (1987): The effect of dietary energy source on exercise performance in standardbred horses. In: Gillespie J.R., Robinson N.E. (eds.), Equine Exercise Physiology. ICEEP Publications, Davis, CA, USA, 686–700.

Parkins J.J., Snow D.H., Adams S. (1982): The apparent digestibility of «complete diet» cubes given to thoroughbred horses and the use of chromic oxide as an inert faecal marker. Br. Vet. J. 138, 350–355.

Potter G.D., Hughes S.L., Julen T.R., Swinney D.L. (1992): A review of research on digestion and utilization of fat by the equine. Pferdeheilkunde, Sonderausgabe, 1. Europäische Konferenz über die Ernährung des Pferdes, 119–123.

Schatzman U., Straub R. (1973): Erfahrungen mit der heulosen Pferdefütterung; Schweiz. Kavallerist, Mai, 30.

Schmidl M. (1981): Laboruntersuchungen für die Diagnose und Verlaufskontrolle in der Veterinärmedizin. 2. Auflage, Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Deutschland.

Schulze K. (1987): Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Energiebewertung von Mischfuttermitteln für Pferde. Vet. Med. Diss. Hannover, Deutschland.

Thornton J., Essén-Gustavsson B., Lindholm A., Mc Miken D., Persson S. (1983): Effect of training and detraining on oxygen uptake, cardiac output, blood gas tension, pH and lactate concentrations during and after exercise in the horse. In: Snow D.H., Persson S.G.B., Rose R.J., Equine exercise physiology, Granta Editions, Cambridge, UK, 470–486.

Vermorel M., Jarrige R., Martin-Rosset W. (1984): Métabolisme et besoins énergétiques du cheval. Le système UFC. In: Jarrige R., Martin-Rosset W., ed.. Le cheval, reproduction, sélection, alimentation, exploitation. INRA, Paris, France, 239–276.

Vuignier R., Daccord R. (1990): Mise au point d'une équation de régression pour estimer la valeur énergétique des aliments concentrés pour chevaux sur la base de leurs teneurs en matière azotée et en cellulose brute; Rapport, Station Fédérale de Recherche sur la Production Animale, Posieux, Suisse.

Wolter R. (1999): Alimentation du cheval, 2<sup>e</sup> édition. Editions France Agricole, Paris, France.

Wolter R., Chaabouni A. (1979): Etude de la digestion de l'amidon chez le cheval par l'analyse du contenu digestif après abattage. Rev. Méd. Vét. 130, 1345–1357.

Wolter R., Moraillon R., Toulat B. (1971): Aliments complets pour chevaux: nouveaux essais; Rec. Méd. Vét. 6, 565–576.

## Adresse de correspondance

Dr J.-L. Riond  
Institut de l'Alimentation Animale  
Université de Zurich  
Winterthurerstrasse 260  
CH-8057 Zurich, Suisse

Enregistrement du manuscrit: 22 novembre 1999

Accepté sous cette forme: 10 avril 2000

**DIANA  
VETERA**  
ZÜRICH FRANKFURT LINDAU

**eMAIL INBEGRIFFEN\***  
\*SOFTWARE-INSTALLATION DIANA INKL. GRATIS INTERNET-STARTERKIT

SEMIR AG | Veterinärinformatik | Gutstrasse 3 | CH-8055 Zürich | Telefon 01 450 5454 | Telefax 01 450 5445 | www.diana.ch | office@diana.ch