

INFLUENCE DU MODE DE PRÉSENTATION DU FOURRAGE SUR LA VITESSE DU TRANSIT DIGESTIF CHEZ LE PONEY

R. WOLTER, Andrée DURIX et J.-C. LETOURNEAU

*Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation, I. N. R. A.,
École nationale vétérinaire de Lyon,
69337 Lyon Cedex 1*

RÉSUMÉ

Six poneys, de 170 kg environ, sont rationnés à 4 ou 5 kg par jour et maintenus dans des cages à digestibilité munies d'un dispositif automatique de récolte des fèces, en vue de la mesure de la durée moyenne du transit digestif. Celle-ci est respectivement de 37 h, 26 h et 31 h pour un même foin de pré, présenté sous forme longue, broyée ou condensée (c'est-à-dire broyée, puis granulée). Cependant, l'excrétion fécale se prolonge sur 60 à 72 h au total. Les variations individuelles sont très importantes avec le foin long, mais elles sont quelque peu atténuées par le conditionnement du fourrage.

INTRODUCTION

Les effets de la présentation de la ration sur la vitesse du transit digestif, et secondairement sur la digestibilité et l'appétit, ont été particulièrement étudiés chez les polygastriques. Par contre, chez les monogastriques, les travaux, moins nombreux, concernent surtout le Porc, parfois les volailles, mais beaucoup plus rarement les équidés.

Chez le Cheval, ALEXANDER (1946) aborde les études du transit digestif en employant comme marqueur des particules de carbone ; il conclut que leur excrétion complète requiert 47 heures, alors que OLSSON *et al.* (1949) estiment la durée totale du transit à 72 heures. Chez le Poney, HAENLEIN *et al.* (1966) mettent en évidence, grâce au marquage à l'oxyde de chrome, que le foin de luzerne long, broyé ou aggloméré, est totalement excrété en 48 h. De nouveau, chez le Cheval, HINTZ et LOY (1966) montrent également que 100 p. 100 des particules plastiques colorées ajoutées au régime — que celui-ci soit moulu ou granulé — sont retrouvées dans les fèces en

84 heures, bien que la granulation entraîne l'élimination de 61 p. 100 des particules en 27 heures au lieu de 29 p. 100 dans le cas d'une farine. De même, VAN DER NOOT *et al.* (1967) déterminent qu'avec une ration à base de foin (marqué à l'oxyde de chrome), l'excrétion fécale est maximale en 36 à 48 h, mais ne s'annule qu'après 96 h.

En raison de l'imprécision qui subsiste à propos de la vitesse du transit digestif chez les équidés et de l'influence de la présentation de la ration, nous avons mesuré chez des poneys les temps moyens de rétention dans le tube digestif d'un même foin, distribué sous forme longue, broyée ou condensée (c'est-à-dire broyée, puis agglomérée). Parallèlement, nous avons étudié les variations de la digestibilité, et cet aspect fera l'objet d'un second compte rendu.

I. — CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

L'essai a été conduit sur six poneys mâles âgés de deux à cinq ans, dont les poids moyens sont de 164 kg au début de l'expérimentation et de 174 kg à la fin. Les animaux sont placés dans des cages à métabolisme dont deux sont munies d'un dispositif automatique de récolte des fèces, auquel nous avons consacré une précédente note (LETOURNEAU *et al.*, 1974). L'eau de boisson est laissée en libre disposition.

Pour mesurer la vitesse du transit digestif, nous avons choisi la méthode dite des « particules colorées ». A cet effet, des échantillons de chaque présentation de foin ont été colorés en vert intense par trempage pendant quatre heures dans une solution de vert brillant maintenue à ébullition. Ils sont ensuite séchés à l'étuve. Cette coloration verte résiste parfaitement aux actions digestives et assure un excellent contraste des particules marquées parmi les matières fécales à la différence du rouge soudan essayé dans la phase préliminaire.

L'aliment est constitué par un foin de graminées, présenté sous les trois formes, longue, broyée et granulée. Ne disposant pas de moyens de préparation de nos aliments, nous avons dû utiliser un lot de fourrage du commerce. Le broyage des deux tiers du lot a été réalisé dans un broyeur muni d'une grille (trous de 1,5 mm) et la granulation après broyage a été effectuée dans une presse à filières Roussel (diamètre des filières : 9,5 mm). Malheureusement, les compositions sont fluctuantes comme le révèle le tableau I.

TABLEAU I

Composition du foin sous les trois différentes présentations (en p. 100)

	Matière sèche	Cellulose brute de Weende	Matières azotées totales (N × 6,25)
Foin long	90,21	31,19	5,46
Foin broyé	91,19	34,96	7,06
Foin granulé	92,66	33,70	6,79

Pour chaque présentation d'aliment, les poneys sont soumis à une période d'adaptation de deux semaines pendant laquelle ils reçoivent leur nourriture à volonté, de manière à estimer leur consommation volontaire, puis, pendant une semaine, les animaux sont rationnés à 5 kg, ou 4 kg si leur ingestion volontaire est inférieure à 5 kg/al/j. La ration est distribuée chaque jour en deux fois, à 8 h et 17 h.

Le 22^e jour, 300 g de foin coloré sont distribués à 16 h et le reliquat est retiré à 16 h 30. Ce

moment sert de référence ($t = 0$) dans le calcul ultérieur du temps de rétention dans le tube digestif. Les fèces sont alors récoltées toutes les quatre heures, jusqu'à excrétion totale des particules (84 à 96 h). Après homogénéisation, un aliquote de 10 p. 100 de chaque prélèvement est utilisé pour déterminer la teneur en matière sèche. Des échantillons de 2 g de fèces fraîches sont mis à macérer dans une solution d'ammoniums quaternaires, puis lavés à l'eau sur un filtre muni d'une gaze fine. Celle-ci est étendue sur une plaque de verre quadrillée afin de faciliter le comptage systématique de toutes les particules vertes résiduelles. Par rapport à la somme totale des particules dénombrées au cours de l'essai, il est possible de calculer les pourcentages de celles qui sont retrouvées à chaque prélèvement. Ces résultats permettent de construire la courbe d'élimination cumulée. La durée du transit digestif (ou temps de rétention moyen) est exprimée par la moyenne des temps nécessaires pour l'élimination de 5, 10, 15, ... 95 p. 100 des particules selon la méthode de CASTLE (1956).

II. — RÉSULTATS

Le tableau 2 récapitule les pourcentages cumulés des particules éliminées dans des intervalles de 12 h, pour chacun des six poneys, ainsi que leurs moyennes, et leurs écarts-types.

TABLEAU 2

*Pourcentages cumulés de particules éliminées
(moyennes- écarts - types)*

	Temps (heures)	Poneys						Moyennes	Écarts- types
		1	2	3	4	5	6		
Foin long	0								
	12	0	0	0	0	0	0		
	24	31,7	10,0	1,2	2,7	4,2	28,3	13,0	± 13,5
	36	81,5	65,2	56,5	19,2	41,7	43,7	51,3	± 21,3
	48	98,3	94	87,5	65	85	94,8	87,4	± 9,8
	60	99,9	99,2	97,7	90,7	97,2	99,1	97,3	± 1,9
	72	100	100	100	97,5	99,9	100	99,5	± 3,4
	84				98,8	100		100	
Foin broyé	0								
	12	12,8	0	0	0	0	5,8	3,1	± 5,3
	24	71,8	21,2	25,5	42,2	44,8	87,2	48,7	± 26,8
	36	96,0	54,8	80	88,3	87,5	97,0	83,7	± 15,7
	48	99,6	99,7	96,0	98,5	98,2	100	98,6	± 1,5
	60	100	99,0	100	99,2	99,5	100	99,6	
	72		100		100	100		100	
	84								
Foin granulé	0								
	12	0	0	0	0	1,7	9,3	1,7	± 3,7
	24	25,5	49,5	23,5	21,2	16,2	39,2	29,2	± 12,6
	36	68,5	88,0	83,2	68,7	47,1	71,0	71,0	± 14,4
	48	88,8	92,5	96,0	88,9	83,2	94,8	90,7	± 5,4
	60	97	96,7	99,1	97,7	92,5	97,0	96,6	± 2,2
	72	100	100	100	100	99,0	100	99,8	± 0,5
	84					100			

A partir de ces résultats, nous avons établi, pour chaque forme d'aliment, les courbes représentées sur la figure 1.

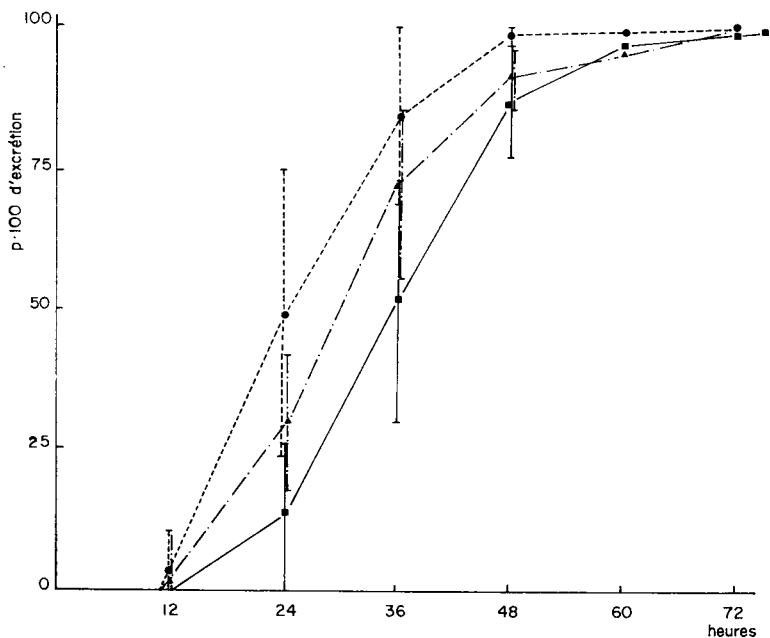


FIG. 1. — Courbes d'élimination fécale, après ingestion au temps 0, pour un foain sous forme longue, broyée ou granulée (moyennes de 6 poneys)

■ — Foain long
● — Foain broyéd
▲ — Foain granulé

Grâce aux courbes individuelles, nous avons déterminé les temps moyens de rétention qui sont rapportés au tableau 3. Une analyse de variance fait apparaître une différence significative ($P < 0,05$) entre les trois moyennes des temps de rétention.

TABLEAU 3

Temps moyens de rétention digestive chez le Poney (en heures et en minutes)

	Poneys						Moyennes
	1	2	3	4	5	6	
Foain long	20 h 12'	33 h 51'	36 h 21'	44 h 55'	38 h 09'	39 h 34'	36 h 50'
Foain broyéd	23 h	31 h 43'	29 h 45'	25 h 53'	25 h 48'	19 h 07'	25 h 52'
Foain granulé	31 h 25'	26 h 02'	30 h 06'	32 h 25'	37 h 18'	30 h 07'	31 h 13'

III. — DISCUSSION

En ce qui concerne les durées totales du transit digestif, l'examen du tableau 2 montre que 60 heures sont nécessaires avec le foin broyé, au lieu de 72 heures avec le foin long comme avec le foin granulé. Remarquons que les écarts-types sont relativement élevés, ce qui souligne l'importance de l'individualité chez les équidés. Par ailleurs il nous faut regretter les différences de composition entre les trois présentations de fourrage utilisé. L'hétérogénéité du foin ou une ségrégation des constituants physiques intervenue au cours de la préparation en sont sans doute les causes.

Ces temps sont supérieurs à ceux qui ont été obtenus par ALEXANDER (1946) avec une ration mixte marquée au moyen de particules de carbone (47 heures), ou par HAENLEIN *et al.* (1966) avec un foin de luzerne imprégné d'oxyde de chrome (48 heures). Par contre, ils sont inférieurs aux résultats de HINTZ et LOY (1966) qui utilisent des particules de plastique coloré pour mesurer le temps total de transit d'un aliment complet (84 heures). De même, VAN DER NOOT *et al.* (1967) qui emploient également l'oxyde de chrome trouvent un temps total de rétention de 96 heures pour un foin long.

Le choix du marqueur peut vraisemblablement expliquer une part de ces divergences. En effet, il n'est pas certain que les divers marqueurs transitent dans le tube digestif à la même vitesse que la ration ; des ségrégations peuvent survenir dans les différents compartiments digestifs, sans doute d'autant plus que la présentation physique et la densité du marqueur ou de son support diffèrent davantage de celles des particules alimentaires. Seul, un emploi comparatif au cours d'un même essai permettrait de choisir le meilleur marqueur pour un type de ration déterminé. Ainsi, FAICHNEY (1972) a démontré, chez le Mouton, que l'oxyde de chrome n'est pas pleinement satisfaisant pour l'étude de la vitesse de transit, même avec des aliments concentrés. Par ailleurs, GROVUM et HECKER (1973) ont établi les différences des temps de rétention de l'eau et des matières sèches dans les réservoirs gastriques du mouton, grâce à l'utilisation simultanée de deux marqueurs radioactifs : le ^{51}Cr -EDTA transitant avec l'eau, et le ^{144}Ce lié aux particules alimentaires. A cet égard, le marquage par coloration d'une fraction alimentaire de même présentation physique que le reste de la ration fournit des résultats vraisemblablement plus sûrs que les méthodes qui ont recours soit à l'oxyde de chrome, soit aux particules de carbone ou de plastique.

Par ailleurs, la durée totale du transit digestif, qui varie de 48 h à 96 h suivant les auteurs, est un critère insuffisamment représentatif du comportement de l'ensemble de la ration et susceptible d'entraîner des différences exagérées en fonction des conditions expérimentales. Ainsi, dans les diverses expériences conduites sur équidés, il apparaît que 90 à 98 p. 100 des particules indigestibles sont rejetées dans les fèces en 48 h, alors que l'élimination résiduelle s'étale sur 12 à 24 h et parfois davantage.

Les temps moyens de rétention sont donc plus intéressants à considérer. A ce propos, il ressort du tableau 3 que la durée moyenne du transit digestif, pour un foin long, est voisine de 37 h chez le Poney. Ce résultat est identique à ceux de VAN DER NOOT *et al.* (1967) qui arrivent au même taux moyen de rétention de 37 h, avec une excrétion maximale comprise entre 36 et 48 h, chez des chevaux consommant des foins de luzerne ou de pré, complémentés ou non en céréales.

Cette concordance tendrait d'ailleurs à confirmer que le Poney est un bon sujet d'expérimentation pour l'étude des processus digestifs chez le Cheval.

Il se vérifie aussi que la vitesse du transit digestif chez les équidés est bien intermédiaire entre les valeurs admises d'une part chez les monogastriques non-herbivores et d'autre part chez les polygastriques.

Cependant, on doit encore noter la très forte variabilité des résultats entre individus, depuis 20 h jusqu'à 45 h, soit plus du double. A cet égard, le Poney n° 1 a un comportement très singulier.

Le broyage accélère le transit dont la durée est, dans ce cas, abaissée à 26 h environ, mais la mise en granulés réduirait, paradoxalement, son effet de moitié (31 h). Par ailleurs, le broyage et la condensation du fourrage tendent à atténuer les différences de vitesse de transit entre individus ; ils pourraient donc présenter l'avantage de régulariser le transit digestif et de mieux prévenir les stases digestives, voire les coliques. Mais, sur le plan de la digestibilité, on peut s'attendre à une diminution de l'utilisation des éléments cellulosiques. Par contre, l'ingestion volontaire serait nettement accrue, comme nous avons pu le constater au cours de la période préliminaire, confirmant ainsi les observations de EARLE (1950), comme celles de HAENLEIN *et al.* (1966 b) ; ces derniers ont obtenu chez le Cheval une augmentation de consommation d'un foin de luzerne de 17 p. 100 par la mise en galettes (« Wafers ») et de 24 p. 100 grâce à la granulation ; la vitesse du transit digestif évoluait dans le même sens que « l'ingestibilité ».

Par comparaison, HINTZ et LOY (1966) ont calculé que 50 p. 100 de l'élimination fécale sont atteints en 33 h avec un aliment en farine et en 25-26 h après granulation de celle-ci. Chez le Porc, ECKHOUT (1972) a conclu que la vitesse du transit digestif est peu différente entre la farine et le granulé ; elle reste proche de 41 à 44 h chez les *Landrace* et de 48 à 50 h chez les *Pietrain*.

Chez les ruminants, il a été largement vérifié que le broyage des fourrages, et plus encore leur granulation, accroissent fortement la vitesse du transit digestif lors de libre consommation. Ainsi JOURNET et DEMARQUILLY (1967) constatent, chez des vaches fistulées, que la condensation d'un foin (dosant 36,6 p. 100 de cellulose) réduit le temps de séjour dans le tube digestif de 60-71 h à 32-37 h, alors que les quantités ingérées sont augmentées de 88 p. 100. Il existe ainsi un parallélisme étroit entre la vitesse du transit digestif et le niveau de la consommation volontaire ; celui-ci est d'ailleurs le facteur essentiel de l'amélioration de la valeur nutritive des fourrages condensés, laissés en libre disposition, et le bénéfice de la condensation est d'autant plus marqué que le fourrage d'origine est plus cellulosique et le broyage plus fin. Au contraire, si la consommation des granulés est restreinte au même niveau que celle du fourrage long, la rétention dans le rumen n'est pas écourtée et la durée du transit digestif total est peu diminuée (DEMARQUILLY et JOURNET, 1967).

Or, il convient de bien souligner que dans notre essai, les quantités ingérées ont été maintenues à 4 ou 5 kg/animal/jour, quelle que soit la présentation du fourrage. L'influence propre de celle-ci est ainsi appréciée indépendamment de ses répercussions sur l'appétit. Par contre, une expérience en libre consommation aurait vraisemblablement fait apparaître des différences beaucoup plus importantes entre les vitesses de transit du foin long, de la farine et des granulés, tout en permettant de comparer les niveaux respectifs de consommation volontaire.

CONCLUSION

Dans les conditions de ces essais, la durée moyenne du transit digestif d'un foin long chez le Poney rationné à 4 ou 5 kg par jour, est de 37 heures, mais les variations individuelles sont importantes (20 à 45 h). Le broyage et la condensation abaissent le temps de transit moyen à 26 heures et 31 heures environ. En outre, ils atténuent les différences entre individus. On peut supposer que si la consommation n'avait pas été limitée, l'influence du conditionnement du fourrage sur la vitesse du transit aurait été beaucoup plus marquée.

Reçu pour publication en mars 1974.

SUMMARY

RATE OF PASSAGE OF FEED THROUGH THE DIGESTIVE TRACT
OF PONEYS AS AFFECTED BY THE PHYSICAL FORM OF THE FORAGE

Six ponies, weighing about 170 kg and restricted at 4 or 5 kg feed per day, were kept in digestibility cages fitted with an automatic device for feces collecting in order to measure the mean rate of passage of feed through the digestive tract. The values obtained were 37, 26 and 31 hours, respectively, for the same meadow hay offered either long (or normal), ground or ground and pelleted. However, the total duration of the fecal excretion ranged from 60 to 72 hours. Individual variations were very large with normal hay, but slightly reduced by the grinding and pelleting of the forage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEXANDER F., 1946. The rate of passage of food residues through the digestive tract of the horse. *J. Comp. Path.*, **56**, 266-268.
- CASTLE E. J., 1956. The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat. I. Studies on adult animals fed on hay and concentrates. *Brit. J. Nutr.*, **10**, 15-25.
- DEMARQUILLY C., JOURNET M., 1967. Valeur alimentaire des foins condensés. Influence de la nature du foin et de sa finesse de broyage sur la digestibilité et la quantité ingérée. *Ann. Zootech.*, **16**, 123-160.
- EARLE I. P., 1950. Compression of complete diets for horses. *J. Anim. Sci.*, **9**, 255.
- BECKOUT Ir. W., 1972. Vitesse de passage de granulés et de farine à travers le tube gastro-intestinal des porcs *Landrace belge* et *Pietrain*. *Revue de l'agriculture*, **3**, 421-433.
- FAICHNEY G. J., 1972. An assessment of chromic oxide as an indigestible marker for digestion studies in sheep. *J. Agric. Sci.* *VK*, **79**, 493-499.
- GROVUM W. L., HECKER, J. F., 1973. Vitesse de transit des digesta chez le Mouton. Effet de la quantité d'aliment ingéré sur les temps de rétention du digesta, et sur l'absorption de l'eau et des électrolytes au niveau du gros intestin. *Brit. J. Nutr.*, **30**, 221-230.
- GROVUM W. L., WILLIAMS V. J., 1973. Transit digestif chez le Mouton. Vitesses différentielles de passage de l'eau et de la matière sèche dans le réticulorumen, la caillette, le cæcum et le colon proximal. *Brit. J. Nutr.*, **30**, 231-240.
- HAENLEIN G. F. W., SMITH R. C., YOON Y. M., 1966 a. Determination of fecal excretion rate of passage of horses with chromic oxide. *J. Anim. Sci.*, **25**, 1091-1095.
- HAENLEIN G. F. W., HOLDREN R. D., YOON Y. M., 1966 b. Comparative response of horses and sheep to different physical forms of alfalfa hay. *J. Anim. Sci.*, **25**, 740-743.
- HINTZ H. F., LOY R. G., 1966. Effects of pelleting on the nutritive value of horse rations. *J. Anim. Sci.*, **25**, 1059-1063.
- JOURNET M., DEMARQUILLY C., 1967. Valeur alimentaire des foins condensés. Influence du broyage et de la mise en agglomérés sur la digestion du foin de luzerne dans le rumen. *Ann. Zootech.*, **16**, 307-321.

- LETOURNEAU J. C., DURIX A., WOLTER R., 1974. Note sur la collecte automatique des fèces chez les poneys. *Ann. Zootech.*, **23**, 115-117.
- OLSSON N., KIHLEN G., CAGELL N., 1949. Digestibility experiments on horses and evacuation experiments to investigate the time required for the food to pass through the horses digestive tract. *Lantbruskögskolan Husdjurforsksamst. Meddn.*, **36**.
- VAN DER NOOT G. W., SYMONS L. D., LYDMAN R. K., FONNESBECK P. V., 1967. Rate of passage of various feedstuffs through the digestive tract of horses. *J. Anim. Sci.*, **26**, 1309-1311.
-