

# Contribution à l'étude de la digestion dans le caecum du cheval

par J.-L. TISSERAND

Directeur du Laboratoire de Recherches  
de la Chaire de Zootechnie

E.N.S.S.A.A. - Dijon  
21016 DIJON

Si la possibilité pour le cheval, herbivore monogastrique, d'utiliser les glucides membranaires grâce à une digestion microbienne dans son gros intestin est connue de longue date, peu de travaux ont été entrepris à ce jour pour étudier les fermentations microbiennes dans le caecum et le colon de cet animal. Celles-ci, si elles n'ont pas l'importance de celles constatées chez les ruminants, constituent néanmoins un facteur prédominant de l'utilisation digestive des aliments chez le cheval. Afin de compléter nos connaissances dans ce domaine, nous avons entrepris, depuis 1972, au laboratoire de recherche de la Chaire de Zootechnie et des Productions Animales de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques Appliquées (I.N.R.A.) une série d'études sur deux poneys munis de fistules permanentes de caecum.

La fistulation du caecum est pratiquée par M. Candau, selon une technique originale, sur deux poneys : M mâle castré âgé de 7 ans et pesant 150 kg, N, mâle castré âgé de 11 ans et pesant 200 kg. Un mois après l'opération, nous effectuons des prélèvements de contenu du caecum (de 150 cm<sup>3</sup> environ), à l'aide d'une pompe à vide, en plongeant dans le caecum une sonde en matière plastique recouverte d'un sac de nylon pour éviter de blesser l'animal. Sur les échantillons ainsi obtenus, nous déterminons le pH, l'azote total (méthode Kjeldhal), l'azote ammoniacal (méthode Conway),

l'azote protéique (précipitation par l'acide trichloracétique), les acides gras volatils totaux et les acides acétique, propionique et butyrique (chromatographie en phase gazeuse).

## Variabilité des constantes biochimiques du contenu de caecum :

Afin de mieux connaître les variations susceptibles d'intervenir dans le contenu de caecum, une première série de mesures (travail de mémoire d'études E.N.S.S.A.A. de A. Houiste) est effectuée sur le poney M durant trois périodes de 24 h, 60 h et 48 h, respectivement, au cours desquelles un prélèvement est effectué toutes les heures — de jour comme de nuit. Le poney M. recevait deux fois par jour du foin de pré à volonté et un complément de 0,5 kg d'avoine par repas. Les principaux résultats de cette étude sont résumés dans le tableau 1, ils montrent :

— En dehors des taux d'azote total ( $N_t$ ) et d'acides gras volatils totaux ( $AGV_t$ ) qui dépendent de la teneur en eau du contenu de caecum, il y a peu de variations, notamment pour les pourcentages d'azote ammoniacal ( $N-NH_3$ ) et d'acides acétique ( $C_2$ ), propionique ( $C_3$ ) et butyrique ( $C_4$ ), d'ailleurs, les différences apparaissent surtout au cours de la nuit.

**TABLEAU 1**

**Production de NH<sub>3</sub> et d'acides gras volatils dans le caecum d'un poney recevant une ration de foin de pré additionné d'avoine (0,5 kg par repas)**

Poney M	Première étude 20 mars (24 h)	Deuxième étude 27-28 mars (60 h)	Troisième étude 8 mai (48 h)	Moyenne des trois études	Moyenne de six prélèvements par jour (1)
pH	7,83 (8,20-7,55)	7,06 (8,05-6,81)	7,55 (8,16-7,14)	7,48	7,64
N total mg/l	534 (366-675)	717 (422-1379)	582 (360-1068)	611	573
N NH <sub>3</sub> % N total	12,9 (6,3-20,4)	14,7 (4,0-26,5)	18,4 (3,1-33,6)	15,3	15,7
N protéique % N total	50,5 (23,9-66,6)	49,6 (36,0-78,8)	44,1 (24,4-64,7)	48,1	51,9
A G V totaux millimoles/l	40,21 (20,92-60,03)	61,59 (36,86-96,39)	39,11 (17,66-68,68)	46,97	44,63
A Acétique % A G V totaux	75,5 (65,7-84,2)	66,8 (74,7-55,5)	66,1 (55,8-77,4)	69,5	69,5
A Propionique % A G V totaux	18,2 (10,8-25,9)	25,2 (20,9-32,1)	24,9 (18,1-31,9)	22,8	22,8
A Butyrique % A G V totaux	5,89 (3,9-8,0)	6,1 (3,5-8,6)	7,2 (3,8-11,0)	6,4	5,9

(1) Valeur obtenue en prélèvement avant le repas du matin et toutes les deux heures (entre le repas du matin et celui du soir)

**TABLEAU 2**

**Production de NH<sub>3</sub> et d'acides gras volatils dans le caecum d'un poney recevant une ration de foin de pré (moyenne de 6 prélèvements effectués dans la journée)**

Poney N	Novembre 1973	Janvier 1974	Février 1974	Avril 1974	Moyenne
pH	7,59	7,51	7,48	7,43	7,50
N total mg/l	543	602	656	545	586
N NH <sub>3</sub> % N total	8,02	9,95	11,76	9,10	9,7
N protéique % N total	51,96	52,82	51,30	53,15	52,3
A G V totaux millimoles/l	65,29	79,84	68,21	62,71	69,01
A Acétique % AG V totaux	77,70	77,3	75,8	76,4	76,8
A Propionique % AG V totaux	14,3	14,2	15,1	14,5	14,5
A Butyrique % A.G.V. totaux	6,1	6,6	6,8	6,9	6,6

— Les résultats moyens obtenus sont très comparables à ceux mesurés par divers auteurs — Barcroft et al., Kern et al., Kolb et Hintz.

— Il existe relativement peu de différences, en particulier en ce qui concerne les pourcentages de N-NH<sub>3</sub>, de N protéique et des différents A.G.V. C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub>, entre la moyenne de tous les prélèvements et celle obtenue en ne considérant que le prélèvement précédant le repas du matin et cinq autres prélèvements effectués toutes les deux heures, le dernier se situant juste avant le repas du soir. Cette constatation nous permet de choisir cette dernière méthode pour déterminer la composition du contenu de caecum dans nos études ultérieures.

**Stabilité de la mesure dans le temps :**

Avec le poney N. recevant du foin de pré à volonté en deux repas par jour, la reproductibilité dans le temps des résultats obtenus est vérifiée (thèse de 3<sup>e</sup> cycle de G. Martet). Pour cela, trois séries de prélèvements sont effectuées à chacune des périodes ci-après : novembre, janvier, février, avril. Les valeurs moyennes obtenues pour chacune de ces périodes (tableau 2) indiquent

— qu'il y a, là aussi, très peu de variations dans le temps; les différents pourcentages, sauf peut-être le N-NH<sub>3</sub>, sont très stables;

— par rapport au poney M., nous voyons que l'adjonction de céréales entraîne une augmentation des proportions de N-NH<sub>3</sub>, d'acide propionique et secondairement d'acide butyrique dans le contenu de caecum, alors que le pourcentage d'acide acétique diminue. Cette observation nous a incités à mesurer l'effet du régime sur les fermentations dans le caecum

**Effets du régime sur les fermentations dans le caecum :**

— sur la composition biochimique du contenu de caecum :

Dans une première expérience, nous avons comparé, sur le poney N. recevant du foin de pré à volonté, les trois régimes suivants : + sans complémentation, + addition de 0,5 kg d'avoine par repas, + addition de 0,2 kg de tourteau d'arachide et de 0,3 kg d'avoine par repas. Le tableau 3 donne les résultats moyens de deux journées de prélèvements par régime, réalisés à

une semaine d'intervalle après un mois d'accoutumance (thèse de 3<sup>e</sup> cycle de G. Perrier).

Nous voyons que l'addition de céréales semble stimuler l'activité du caecum en augmentant le pH (+ 0,8 pt), les teneurs en N<sub>t</sub> (+ 34 %) et en AGV<sub>t</sub> (+ 10 %), ainsi que les pourcentages de N-NH<sub>3</sub> (+ 132 %), d'acide propionique (+ 19 %) et d'acide butyrique (+ 25 %), alors que la production d'acide acétique est réduite (— 10 %). Ceci confirme les travaux de Hintz — pour ce qui est de l'augmentation de la production d'acide propionique — mais reste en contradiction avec les observations de D Kern et al, avec un repas à base de foin de fléole. Toutefois, ces auteurs utilisant un foin de trèfle trouvent des résultats concordant avec nos travaux.

Une supplémentation mixte céréales et tourteaux ne semble pas avoir des effets différents de ceux des céréales, ce qui indiquerait que l'addition de protéines n'affecte que très peu la digestion dans le caecum.

#### — sur la population bactérienne du caecum :

Les effets d'addition de céréales à un régime de foin de pré sur la composition de la population bactérienne du caecum ont été étudiés par J-J Baraer (Mémoire de fin d'études I.B.A.N.A.). Les principaux résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 4. C'est essentiellement la fraction anaérobie qui est augmentée par l'apport d'avoine. Les effets sont quasi-nuls sur les espèces cellulolytiques alors que les bactéries protéolytiques et amylolytiques sont fortement stimulées. Ces observations confirment les résultats obtenus par D Kern et al. Ils montrent que l'addition des glucides solubles ne semble pas augmenter l'activité cellulolytique du contenu de caecum et confirment bien les données biochimiques obtenues par ailleurs.

#### Essai de stimulation de l'activité microbienne du caecum :

Pour vérifier l'hypothèse précédente concernant la faible efficacité d'un apport d'azote sur l'activité microbienne du caecum, diverses substances sont introduites dans le caecum du poney N directement

à travers la fistule, chaque matin au début du repas (thèse de 3<sup>e</sup> cycle de G. Martet) 15 g d'urée, 80 g de tourteau d'arachide et 75 g d'orge, 11 g d'urée sont successivement expérimentées durant un mois. Après une semaine d'accoutumance, trois séries de prélèvements hebdomadaires sont effectuées par régime. La lecture du tableau 5 suggère que si les céréales modifient légèrement la production d'AGV, il y a très peu d'effets de l'apport de matières azotées sur la composition du contenu de caecum. L'urée entraîne uniquement une augmentation de la teneur en N<sub>t</sub> et du pourcentage de N-NH<sub>3</sub>. L'addition de tourteau semble n'entraîner aucune modification. Des essais sont en cours pour voir si notre mode de prélèvement, à travers un sac de nylon, est susceptible de fausser les résultats. Hintz, pour sa part, a constaté une utilisation par l'animal de l'urée introduite directement dans le caecum.

#### Discussion et conclusion :

Ces premières observations nous permettent de mieux connaître les facteurs susceptibles de modifier l'activité microbienne dans le caecum. Il semble que seule l'addition de glucides solubles à la ration (céréales) ou l'introduction d'amidon directement dans le caecum puisse avoir un effet sur les fermentations bactériennes.

Malgré une bonne reproductibilité des résultats obtenus, nous n'avons, à ce jour, qu'un trop petit nombre d'observations effectuées sur deux animaux pour pouvoir conclure définitivement. Actuellement, des études sont effectuées sur un plus grand nombre de sujets.

De plus, le caecum ne constitue qu'une partie du gros intestin et le colon semble jouer un rôle important dans la digestion microbienne. C'est pourquoi, nous travaillons actuellement sur un sujet muni de deux fistules permanentes, une dans le caecum et l'autre dans le colon.

L'ensemble de ces études devrait nous permettre de préciser le rôle du gros intestin dans la digestion chez le cheval afin d'utiliser au mieux l'activité microbienne pour réduire le coût de l'alimentation du cheval et améliorer la rentabilité de cet élevage, notamment pour la production de viande.

TABLEAU 3

Influence du régime sur la production de NH<sub>3</sub> et d'acides gras volatils dans le caecum du poney

Poney N	Foin seul	Foin + céréales 0,5 kg avoine par repas	Foin + céréales + tourteau 0,2 kg T Arachide + 0,3 kg avoine par repas
pH	6,92	7,71	7,41
N total mg/l	942	1 259	1 181
N NH <sub>3</sub> % N total	4,0	9,3	7,1
AGV totaux millimoles/l	68,52	75,52	72,84
A Acétique % AGV totaux	76,3	70,5	72,9
A Propionique % AGV totaux	14,2	16,9	14,2
A Butyrique % AGV totaux	7,2	9,0	8,6

**TABEAU 4**

**Influence du régime sur le nombre des bactéries dans le caecum du poney (N.)**

	Foin seul	Foin + avoine
Aérobies totaux germes/ml x 10 <sup>11</sup>	13,0	17,1
Anaérobies totaux germes/ml x 10 <sup>11</sup>	2,1	939,6
Proteolytiques germes/ml / 10 <sup>10</sup>	0,08	14,0
Cellulolytiques germes/ml / 10 <sup>6</sup>	7,35	7,76
Amylolytiques germes/ml / 10 <sup>6</sup>	20,3	3 900

**TABEAU 5**

**Effet de l'addition de diverses substances dans le caecum sur la production de NH<sub>3</sub> et d'AGV**

Poney N	Foin seul	Foin + urée	Foin + urée + céréales	Foin + tourteau
Ph	7,49	7,66	7,57	7,59
N total mg/l	586	976	794	567
N NH <sub>3</sub> %	9,7	19,9	16,6	10,2
AGV totaux millimoles/l	68,26	67,97	71,96	66,8
A. Acétique % AGVT.	76,8	77,7	74,3	77,7
A Propionique % AGVT	14,5	14,3	16,6	13,9
A Butyrique % A.G.V.T.	5,0	6,2	6,9	6,3

**BIBLIOGRAPHIE**

- BARAER J.-J., 1974 — Etude de la microflore du caecum de poney.  
Mémoire de fin d'études I.B.A.N.A. - Laboratoire de recherche de la Chaire de Zootechnie et des Productions Animales de l'E.N.S.S.A.A.
- BARCROFT G., Mc ANALLY R.A. et PHILLIPSON A.I., 1944. — Absorption of volatils fatty acids from the alimentary tract of sheep and other animal.  
*J. Exp. Biol.* 20-210
- HINTZ H.F., HOGUE D.E., WALKER E.F. (Jr), LOWE J.F. et SCHRYVER H.F., 1971. — Apparent digestion in various segments of digestion tract of ponies fed diets with varying roughage grain ratios.  
*J. Anim. Sci.* 32-245
- HINTZ H.F. et SCHRYVER H.F., 1972. — Nitrogen utilisation in ponies.  
*J. Anim. Sci.* 34-592.
- HOUISTE A., 1973. — Contribution à l'étude de la digestion caecale chez le cheval - Mémoire de fin d'études E.N.S.S.A.A. - Laboratoire de recherche de la Chaire de Zootechnie et des Productions Animales de l'E.N.S.S.A.A.
- KERN D.L., SLYTER L.L., WEAVER J.M., LEFEL E.C. et SAMUELSON G., 1973 — Pony cecum VS steer rumen, the effect of oats and hay on the microbiol ecosystems.  
*J. Anim. Sci.* 37-463.
- KOLB E. et GÜRTLER M., 1971. — Ernährungsphysiologie der Landwirtschaftlichen Nutztiere.  
*G. Fisher Verlag iena.*
- MARTET G., 1974. — Contribution à l'étude de la digestion caecale chez le cheval. Source d'azote et activité microbienne du caecum. Rapport de D.E.A. - Université de Dijon - Laboratoire de recherche de la Chaire de Zootechnie et des Productions Animales de l'E.N.S.S.A.A.
- PERRIER G., 1974. — Contribution à l'étude de la digestion caecale chez le cheval. Rapport de D.E.A. - Université de Dijon - Laboratoire de recherche de la Chaire de Zootechnie et des Productions Animales de l'E.N.S.S.A.A.
- ROBINSON D.W. et SLADE L.M., 1974 — The current status of knowledge on the nutrition of equine.  
*J. Anim. Sci.* 39-1045.
- WOLTER R., 1972. — *L'alimentation du cheval.* Vigot Frères éditeurs, Paris.