

Étude préliminaire de l'effet d'une supplémentation en fer, cuivre, cobalt et zinc sur l'activité cellulolytique dans le cæcum du poney

par J. L. TISSERAND, F. BOULARD, Ph. DEPONGE
avec la collaboration technique de Catherine CORDELET

Laboratoire de Recherches de la Chaire de Zootechnie
ENSSAA-INRA, 26, Bd Dr Petitjean 21100 Dijon, France.

Summary. *Preliminary study of the effect of increased amounts of iron, copper, cobalt and zinc on cellulolytic activity in the pony caecum.*

We studied a caecum-cannulated pony fed hay *ad libitum* in order to determine the mineral elements likely to cause deficiencies which decrease microbial activity in the caecum.

During four successive 1-month periods, we observed the effects of adding 50 mg of iron, 1 mg of cobalt, 40 mg of copper and 200 mg of zinc, respectively. Except for the introduction of zinc, which greatly diminishes cellulolytic activity measured with the nylon bag technique, there was no significant modification in that activity as shown by pH, NH₃-nitrogen, total nitrogen and volatile fatty acid production (table 1).

It can be concluded that endogenous secretion in the pre-caecal part of the digestive system of the mineral elements used was sufficient to guarantee good symbiosis between the microbial population of the caecum and the organism.

Introduction.

La digestion microbienne dans le gros intestin des équidés est un élément déterminant pour l'utilisation des fourrages chez cette espèce (Alexander, 1972 ; Hintz *et al.*, 1971 ; Robinson et Slade, 1974 ; Tisserand, 1979 ; Wolter, 1975).

La présence d'éléments minéraux et particulièrement d'oligo-éléments qui jouent un rôle déterminant pour la croissance de la population du rumen (Durand et Kawashima, 1979) est susceptible de modifier l'activité microbienne lors de la digestion chez le cheval. Ce facteur est d'autant plus important que les échanges entre le contenu digestif et le sang dans la fraction pré-cæcale de l'appareil digestif des équidés peuvent induire des carences réduisant la croissance microbienne dans le cæcum de ces animaux.

Dans le but de déterminer les éléments minéraux pouvant se trouver en quantité insuffisante dans le cæcum ainsi que les conditions d'une expérimentation fiable nous avons étudié les effets éventuels de l'introduction de fer, cuivre, cobalt et zinc directement dans le cæcum du poney.

Techniques expérimentales et matériel utilisé.

L'animal. — L'étude a été conduite sur un seul poney mâle Fanfan (F) pesant 160 kg âgé de 7 ans et porteur de 2 canules, l'une du cæcum, l'autre du côlon ventral posées par M. Candau et C. Masson (Tisserand *et al.*, 1977).

Le régime alimentaire. — Durant toute la durée de l'expérience, le sujet expérimental reçoit du foin de pré distribué à volonté. Ce fourrage a la composition moyenne suivante par rapport à la matière sèche : 7,1 p. 100 de matière minérale, 35 p. 100 de cellulose, 7,1 p. 100 de matières azotées totales, 1,8 g de phosphore, 4,4 g de calcium, 4 mg de cuivre, 28 mg de zinc et 344 mg de fer.

L'eau de boisson est laissée à la libre disposition de l'animal. Chaque matin avant le repas et durant 4 périodes expérimentales successives d'un mois chacune, 100 cm³ d'eau distillée sont introduits directement dans le cæcum à travers la canule renfermant :

- 1^{re} période : 50 mg de fer,
- 2^e période : 1 mg de cobalt,
- 3^e période : 40 mg de cuivre,
- 4^e période : 200 mg de zinc.

Chaque séquence de deux périodes expérimentales est encadrée par deux périodes témoins avec addition de 100 cm³ d'eau distillée afin d'accoutumer les animaux à l'addition de liquide directement dans le cæcum.

Mesures effectuées. — Au cours des dix derniers jours de chaque période, l'activité cellulolytique dans le cæcum est évaluée par la technique des sacs de nylon à l'aide de deux fois deux sacs contenant 1 g de foin de pré et séjournant 24 h dans le cæcum. Le dosage de la cellulose est effectué à l'aide de la méthode Van Soest (Boulard, 1979 ; Deponge, 1979).

De même 3 séries de 3 prélèvements de contenu du cæcum sont réalisées à 4 jours d'intervalles, à 10 h, 14 h et 17 h 30. Chaque fois 100 cm³ environ du contenu de cæcum est obtenu par aspiration à l'aide d'une sonde en matière plastique enveloppée dans un sac de toile de nylon pour éviter de blesser l'animal (Tisserand et Masson, 1976).

Sur ces échantillons les déterminations suivantes sont systématiquement effectuées :

- mesure du pH ;
- dosage de l'azote ammoniacal par la méthode de Conway ;
- dosage de l'azote total par la méthode Kjeldhal ;
- séparation et dosage des acides gras volatils (contenant 2 à 5 carbones) par chromatographie en phase gazeuse (support chromosorb W 80-100 m phase stationnaire NPGA 25 p. 100 + acide phosphorique 2 p. 100).

Des moyennes sont établies pour chaque journée de prélèvement.

Résultats.

Les résultats moyens de chaque période sont rassemblés dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Effet de l'addition de fer, cobalt, cuivre et zinc sur l'activité microbienne dans le cæcum du poney

	Témoin	Fer	Cobalt	Témoin	Témoin	Cuivre	Zinc	Témoin
Activité cellulolytique .	43,55	45,25	31,82	31,65	28,06	29,29	13,92	33,32
pH.....	7,64	7,15	7,06	7,16	7,52	7,59	7,35	7,35
NH ₃ /N _T	4,71	4,22	5,15	5,31	6,01	6,21	4,25	4,38
Acides gras volatils totaux (mmoles/l) ..	45,05	46,98	48,70	50,32	42,68	37,36	41,96	35,37
A. acétique (p. 100) ...	75,86	73,13	72,82	71,32	72,32	68,98	66,44	67,76
A. propionique (p. 100)	18,42	19,81	19,61	20,69	19,23	23,32	25,30	23,59
A. butyrique (p. 100)...	4,33	5,49	6,78	6,54	6,53	5,91	6,58	6,55

Par rapport à la première période témoin l'addition de fer ne semble pas modifier ni l'activité cellulolytique, ni les données biochimiques du contenu du cæcum à l'exception d'une légère diminution du pH et du pourcentage d'azote ammoniacal par rapport à l'azote total.

Le passage de l'additif fer au cobalt se traduit par une diminution sensible de l'activité cellulolytique et une légère augmentation de la concentration en acides gras volatils totaux et du pourcentage molaire d'acide butyrique. Toutefois la comparaison à la période témoin qui suit ne permet pas de confirmer l'hypothèse d'un effet spécifique de l'addition de cobalt sur l'activité microbienne du cæcum.

L'introduction de cuivre ne modifie pas l'activité cellulolytique dans le cæcum mais y entraîne une baisse de la concentration en acides gras volatils totaux avec diminution du pourcentage molaire de l'acide acétique au profit de l'acide propionique. Par contre, l'introduction de zinc dans le cæcum entraîne une baisse importante de l'activité cellulolytique, sans modification de la concentration en acides gras volatils totaux, mais avec une diminution du pourcentage molaire d'acide acétique.

Discussion et conclusion.

Il convient d'abord de souligner qu'il est impossible de tirer des conclusions d'observations faites sur un seul sujet, mais cette étude a un caractère indicatif et semble aussi fiable que des observations effectuées uniquement *in vitro*. Il semble qu'indépendamment de l'effet de différents additifs il existe une évolution dans le temps de l'activité cellulolytique du contenu du cæcum dont il s'avère difficile de chiffrer l'importance.

En conséquence il paraît prudent de se limiter à observer que dans les conditions de notre essai le fer, le cobalt et le cuivre ne constituent vraisemblablement pas des facteurs limitants de l'activité microbienne dans le cæcum du poney. Pour le dernier élément, nos observations sont en accord avec les travaux de Hubbert, Cheng et Burroughs (1958) et *al.*, Martinez et Church (1970).

Par contre l'addition de zinc entraîne un effet inhibiteur de la cellulolyse déjà mis en évidence *in vitro* chez le ruminant par Bonhomme et *al.* (1979), tout en diminuant la production d'acides gras et en particulier d'acide propionique, ce qui avait été mis en évidence antérieurement par Uesaka, Kawashima et Zembayashi (1966), également *in vitro* et sur ruminants.

Malgré le fait que la solubilité des divers éléments minéraux apparaisse relativement faible dans le cæcum, il semble que les sécrétions endogènes des éléments minéraux expérimentés dans la fraction précæcale de l'appareil digestif soient suffisantes pour assurer une bonne symbiose entre la population microbienne du cæcum et l'organisme de l'animal hôte.

D'autres études en cours sont toutefois nécessaires avec plusieurs sujets pour déterminer avec plus de sûreté les additifs minéraux susceptibles de stimuler la croissance microbienne dans le cæcum des équidés.

*Journées Ingestion-Digestion-Absorption
de l'Association française de Nutrition,
Paris, 15-16 novembre 1979.*

Remerciements. — Nous tenons à remercier Michèle Durand, Maître de Recherches à l'INRA et le personnel de la Station de Recherches de Nutrition de Jouy-en-Josas pour les analyses d'oligo-éléments effectuées au cours de cette étude.

Nos remerciements vont également à M. Candau, Maître de Conférences à l'E.N.S.A. de Toulouse, qui a pratiqué la fistulation du sujet expérimenté.

Références

- ALEXANDER F., 1972. Some functions of the large intestine of the horse. *Quart. J. exp. Physiol.*, **37**, 205.
- BONHOMME A., DURAND M., DUMAY C., BEAUMATIN P., 1979. Etude *in vitro* du comportement des populations microbiennes du rumen en présence de zinc sous forme de sulfate. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **19**, 937-942.
- BOULARD F., 1979. Contribution à l'étude de l'activité microbienne dans le gros intestin chez le poney. Essai de stimulation par addition de fer et de cobalt dans le cæcum. Mém. Fin d'études, E.S.A. Angers.
- DEPONGE Ph., 1979. Contribution à l'étude de l'activité microbienne dans le gros intestin chez le poney. Essai de stimulation par infusion des deux éléments minéraux cuivre et zinc dans le cæcum. Mém. Fin d'études, E.N.I.T.A. Quetigny.
- DURAND M., KAWASHIMA R., 1979. Influence of minerals in rumen microbial digestion. *Vth int. Symp. Physiology of ruminants*, Clermont-Ferrand.
- HINTZ H. F., HOGUE D. E., WALKER E. F., LOWE J. E., 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**, 235-248.
- HUBBERT F. Jr., CHENG E., BURROUGHS W., 1958. Mineral requirement of rumen microorganisms for cellulose digestion *in vitro*. *J. anim. Sci.*, **17**, 559-568.
- MARTINEZ A., CHURCH D. C., 1970. Effect of various mineral elements on *in vitro* rumen cellulose digestion. *J. anim. Sci.*, **31**, 982-990.
- ROBINSON D. W., SLADE L. M., 1974. The current status of knowledge on the nutrition of equine. *J. anim. Sci.*, **39**, 1045-1066.
- TISSERAND J. L., MASSON C., 1976. Effet de différents régimes sur l'activité biochimique dans le gros intestin du poney. 27^e Réun. annu. Féd. eur. Zootech., Zürich, 23-26 août.
- TISSERAND J. L., MASSON C., OTTIN PECCHIO M., CREUSOT A., 1977. Mesure du pH et de la concentration en AGV dans le cæcum et le côlon du poney. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 533-537.
- TISSERAND J. L., 1979. *L'alimentation pratique du cheval*. 1 vol. 87 pp., Ed. A. Lesson. Diff. Maloine S.A. Paris.
- UESAKA J., KAWASHIMA R., ZEMBAYASHI M., 1966. In DURAND M. et KAWASHIMA R., 1979.
- WOLTER R., 1975. *L'alimentation du cheval*. 2^e éd., 1 vol., 180 pp. Vigot Frères, Paris.