



HAL
open science

SUR LA RÉGULATION MOTRICE ANTRODUODÉNALE CHEZ LE MOUTON

Y. Ruckebusch, Ch. Malbert, J.P. Serthelon, Gisèle Costes

► **To cite this version:**

Y. Ruckebusch, Ch. Malbert, J.P. Serthelon, Gisèle Costes. SUR LA RÉGULATION MOTRICE ANTRODUODÉNALE CHEZ LE MOUTON. Annales de Recherches Vétérinaires, 1985, 16 (1), pp.57-68. hal-00901551

HAL Id: hal-00901551

<https://hal.science/hal-00901551>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SUR LA RÉGULATION MOTRICE ANTRODUODÉNALE CHEZ LE MOUTON

Y. RUCKEBUSCH et Ch. MALBERT

Avec la collaboration technique de J.P. SERTHELON et Gisèle COSTES

Laboratoire de Physiologie-Thérapeutique, École Nationale Vétérinaire, 31076 Toulouse Cedex, France

Summary

ON THE CONTROL OF THE ANTRODUODENAL MOTOR ACTIVITY IN SHEEP. — The continuous but cyclic delivery of contents through the pylorus in the adult ruminant is regulated by the initiation of the migrating myoelectric complexes on the duodenal bulb. The motor responses of the pyloric antrum to the volume of digestive contents, the presence of lipids and ulcerogenic agents revealed that the inhibition of the motor antral activity, whatever its origin, resulted in a higher frequency of the duodenal cyclic motor events. Conversely, stimulation of duodenal motor activity, for example the increased frequency of migrating myoelectric complexes, resulted in the inhibition of the antral motor activity. It is suggested that the motor profile of the antroduodenal junction corresponded to interactions which fulfill the regulation of gastric emptying motor functions, with the first part of the duodenum as an extremely sensitive and rapid controlling mechanism.

La couche de fibres musculaires circulaires de la portion distale de l'estomac (abomasum chez les ruminants) s'épaissit fortement au niveau de l'antrum terminal jusqu'à former un canal qui se prolonge par une sorte d'anneau, le pylore, dont le rôle et les fonctions restent mystérieux (Code, 1970). Son rôle de *sphincter anatomique* est discuté en raison des effets mineurs observés à la suite d'une pyloroplastie. Le rôle d'une *zone de haute pression* au niveau de laquelle s'effectuerait l'ajustement volumétrique des émissions gastriques est limité à la seule évacuation des liquides (Kelly, 1981). L'évacuation de solides n'est pas modifiée en effet par la création d'une large anastomose gastro-duodénale excluant toute la zone pylorique.

En réalité, l'anneau pylorique *sépare* deux segments digestifs dont la fréquence contractile

est nettement distincte; elle est deux fois plus élevée en aval qu'en amont. L'anneau pylorique se comporte comme une zone capable de retarder l'évacuation gastrique dans le cas d'une hyperacidité duodénale (Shapiro et Woodward, 1959; Cooke et Clark, 1976) et comme un sphincter doué d'une riche innervation inhibitrice (Golenhofen *et al.*, 1980). Cette innervation non adrénergique non cholinergique exerce des effets opposés à ceux observés au cours de l'hypoglycémie insulinaire et de la perfusion de diverses hormones: glucagon, sécrétine, cholécystokinine et motiline, à des doses supérieures à leur concentration maximale dans le sang (Phaosawadi et Fisher, 1982).

L'analyse des fonctions assurées par le pylore conduit à envisager l'ensemble de la zone antroduodénale (Daniel, 1965) comme le point de départ privilégié d'une série de réflexes inhibiteurs

ou excito-moteurs (Thomas *et al.*, 1934). Leur inventaire suggère l'existence à ce niveau d'une régulation aussi précise que celle exercée par l'estomac vis-à-vis du transit digestif de l'intestin (Laplace, 1975). Ainsi, la présence dans la partie proximale du duodénum d'un contenu de pH acide inférieur à 3,5, inhibe la motricité antrale. Ce réflexe *entérogastrique* décrit par Shapiro et Woodward (1959) chez le chien a été également décrit chez le veau (Bell et Watson, 1976) puis considéré comme l'expression générale d'un contrôle des fonctions gastriques du préruminant par le duodénum (Bell *et al.*, 1981). Chez le ruminant adulte, l'inhibition à point de départ duodénal concerne également la motricité cyclique du rumen (Bruce et Huber, 1973) et elle est en partie liée à la présence d'acides gras volatils (Bolton *et al.*, 1976). La durée d'une telle inhibition est, dans le cas de l'acide oléique chez le mouton (Carr *et al.*, 1970), le double de celle observée chez le chien (Keinke et Ehrlein, 1983). Inversement, on connaît de nombreux réflexes *excitomoteurs* soit à point de départ antral, pour la partie fundique de l'estomac (Malagelada, 1982) et pour le pancréas, soit d'origine duodénale pour la vésicule biliaire (Debas et Yamagishi, 1978).

L'étude de l'équivalent électrique de l'activité mécanique (Ruckebusch, 1970) intégrée selon le procédé préconisé par Latour (1973) devait confirmer la présence chez le mouton de relations chronologiques très précises entre les activités motrices de l'antrum et du duodénum, en particulier l'existence d'ondes contractiles du duodénum « couplées » à celle de l'antra (Dardillat et Ruckebusch, 1973); mais aussi des périodes de faibles motricité de la zone antrale concomitantes du développement des activités contractiles maximales sur le bulbe duodénal (Ruckebusch, 1975). L'*inhibition antrale* survient de 13 à 16 fois par 24 h chez une brebis dont le volume de chyme gastrique transféré à travers le pylore est voisin de 400 ml par heure. Cette inhibition succède à une brève période d'activité motrice maximale appelée phase III d'un complexe moteur migrant (CMM) chez le chien à jeun. Elle correspond chez le mouton au développement de la phase III du CMM sur le bulbe duodénal (Ruckebusch et Buéno, 1977). La zone duodénale proximale répond en effet à de nombreuses stimulations (nerveuses, humorales ou hormonales) par le développement d'une série de contractions de type phase III sur la zone gastroduodénale (Ruckebusch et Pairet, 1984) avec, dans tous les cas, inhibition de la motricité de la zone antrale située plus de 5 cm en amont de l'anneau pylorique.

Ce travail envisage l'hypothèse inverse, à savoir que toute période de moindre excitabilité antrale s'accompagne d'une augmentation compensatrice de celle du duodénum et partant de l'accélération de la fréquence des phases III sur le bulbe duodé-

nal. Les modifications du profil moteur duodénal seront examinées, à partir des électromyogrammes intégrés, dans le cas d'une inhibition de la motricité antrale obtenue par l'un ou l'autre des moyens suivants: réduction de volume du contenu gastrique (fraction liquide en zone proximale ou solide en zone distale); administration d'agents ulcérogènes susceptibles de libérer la gastrine: alcool (Stern *et al.*, 1984), aspirine (Ruckebusch et Toutain, 1983); inhibition liée à la présence de lipides: acide oléique (Carr *et al.*, 1970). Les conséquences sur la motricité antrale de la stimulation duodénale seront étudiées dans le cas de l'administration de 5-hydroxytryptophane (5-HTP) ou de son précurseur, le DL-tryptophane, laquelle augmente la fréquence des complexes myoélectriques migrants (CMM) (Ruckebusch et Bardou, 1984). Le 5-HTP est un précurseur de la sérotonine (5-hydroxytryptamine ou 5-HT) fortement concentrée dans le bulbe duodénal des ruminants (Pentilla, 1966) et libérée au cours de l'acidification duodénale (Kellum *et al.*, 1983).

Matériel et Méthodes

Les expériences ont été envisagées sur un lot de 9 brebis adultes de race Romanov. Elles reçoivent du foin à volonté et 250 g de granulés à 9 h et 17 h. Des paires d'électrodes intrapariétales ont été fixées dans la paroi du fond du réseau, dans celle de l'antra 7 cm et 2 cm en avant de l'anneau pylorique. Deux paires d'électrodes sont fixées dans la paroi du bulbe duodénal à 1 cm d'intervalle 2 ou 3 cm au-delà du pylore. Cette préparation est faite en aseptie stricte en vue de définir le profil moteur normal de la jonction gastroduodénale selon une technique déjà décrite (Ruckebusch et Brady, 1982). La figure 1 correspond à l'électromyogramme antroduodénal, tel qu'il apparaît en enregistrement direct, à vitesse élevée, chez une brebis habituée au séjour permanent dans une cage de type cage à métabolisme. On y distingue les ondes lentes antrales et, sur le duodénum, les phases de repos, d'activité irrégulière puis régulière (phase III) qui sont à la base des descriptions usuelles des complexes myoélectriques migrants (CMM). L'encart de la figure explicite l'intérêt de la sommation de 20 en 20s de cette activité rapide 24 h sur 24 selon un procédé simple (Latour, 1973), indispensable à la saisie des modifications à long terme (2 à 18 h) de l'activité motrice antroduodénale et à la répétition des essais sur des périodes allant de 2 à 4 mois.

Réflexes à point de départ gastrique (3 brebis)

Les effets sur la motricité antroduodénale d'une réduction du volume gastrique ont été étudiés chez trois brebis d'un poids moyen de 35-40 kg. Une canule « proximale » a été placée, au moment de la fixation des électrodes d'enregistrement, sur la grande courbure de la caillette à 8 cm en aval de l'orifice omaso-abomasal. Cette canule permet de libérer, en raison de sa position déclive, la quasi-totalité du contenu *liquide* de la caillette. Une canule « distale » a été placée à mi-distance entre la petite et la grande courbure de la caillette, à 8 cm en amont du pylore. Cette canule permet de retirer

le contenu *solide* de la caillotte. Les effets de l'administration directe d'aspirine (0,05-0,1 g/kg) dans la caillotte ont été évalués, parallèlement aux variations de pH antral mesurées à l'aide d'une électrode laissée à demeure à travers la canule distale et dont l'extrémité est ainsi protégée de tout contact muqueux. L'alcalinisation transitoire du contenu abomasal à l'aide de HCO_3Na (15 g) a été utilisée pour apprécier l'absence d'évolution de la sensibilité de la préparation au cours des essais étalés sur plusieurs mois.

Réflexes à point de départ antral ou duodénal (6 brebis)

Les administrations intragastriques ou intraduodénales ont été réalisées chez 6 brebis d'un poids de 45-50 kg et équipées de cathéters d'accès à la jonction antroduodénale, au moment de la fixation des électrodes

d'enregistrement. L'extrémité du cathéter antral débouche dans la lumière antrale 10 cm environ en amont de l'anneau pylorique. L'extrémité du cathéter duodénal débouche de la même façon 5 cm en aval du pylore. Les interventions, réalisées au minimum 30 min après le développement d'une phase III et dans l'intervalle des repas vers 13 h, concernent l'administration lente (10 à 15 min) mais directe dans l'estomac: d'acide oléique (10 et 25 ml); d'alcool à 95 °C (10-20 ml dilués dans 150 ml d'eau à 37 °C); d'aspirine (0,05 et 0,1 g/kg) sous la forme d'acétylacétate de lysine (Vetalgine N.D.); de DL-tryptophane (15 et 30 mg/kg) et son dérivé, le L-5-HTP (0,5 et 1 mg/kg). L'administration directe dans le bulbe duodénal concerne également, outre l'acide chlorhydrique 0,1 N (10 et 100 ml), l'acide oléique (0,5 et 5 ml), l'alcool à 95 °C (10 ml dilués dans 30 ml d'eau à 37 °C), l'aspirine (0,05 g/kg) et le 5-HTP (0,5 mg/kg).

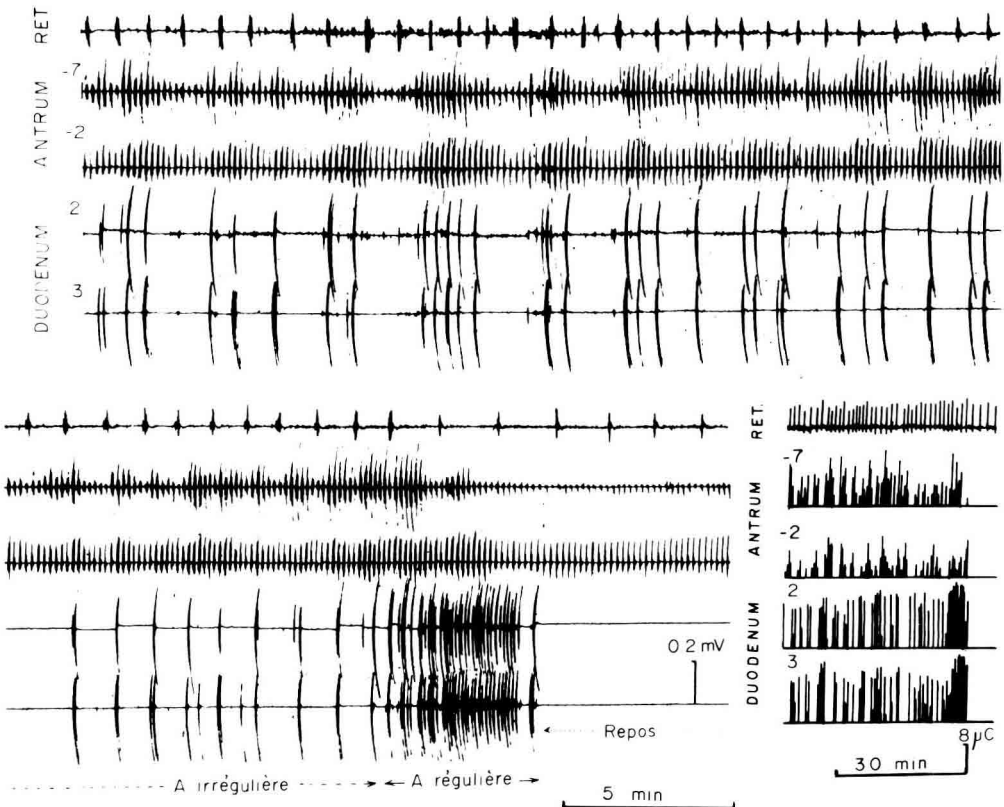


Fig. 1. — Enregistrement direct et intégré (encart) de l'activité électrique de l'antré à 7 et 2 cm en amont du pylore et du duodénum à 2 et 3 cm en aval du pylore. La fréquence des contractions du réseau (RET) est également obtenue à partir de l'électromyogramme.

Les contractions isolées du bulbe duodénal (environ 1 par min) occupent 80 % du temps d'enregistrement. Elles sont groupées au cours d'une phase d'activité *régulière* (phase III) suivie d'une phase de *repos*. Noter les variations pseudosinususoïdales d'intensité de l'activité électrique quasi permanente de l'antré. Les numéros 1, 2, 3, 4 des figures 2 à 6 correspondent à la position des électrodes.

Les essais témoins ont été effectués à l'aide d'eau à 37 °C: 150 ml pour l'antré et 30 ml pour le bulbe duodénal.

Résultats

Profil moteur normal

Des ondes lentes, dont la fréquence de répétition est comprise entre 5,8 et 6,5 par min, sont enregistrées en permanence sur l'antré à proximité du pylore. Elles sont surchargées de salves de potentiels (200 µV) de même fréquence pendant

85,4 à 92,5 % du temps d'enregistrement. Aucune onde lente n'est décelable sur le bulbe duodénal, à 2 et 3 cm en aval du pylore, à la fréquence à laquelle apparaissent des salves de potentiels de forte amplitude (4 à 600 µV). La fréquence maximale de répétition de ces salves (10 à 17 par min) est atteinte au cours des phases d'activité régulière ou phases III qui apparaissent pendant 3 à 6 minutes toutes les 90 à 120 minutes selon les individus (fig. 1). Tous les animaux ont présenté, surtout en phase postprandiale, des périodes durant lesquelles variait sur l'antré l'amplitude des salves de potentiels. Les périodes d'amplitude

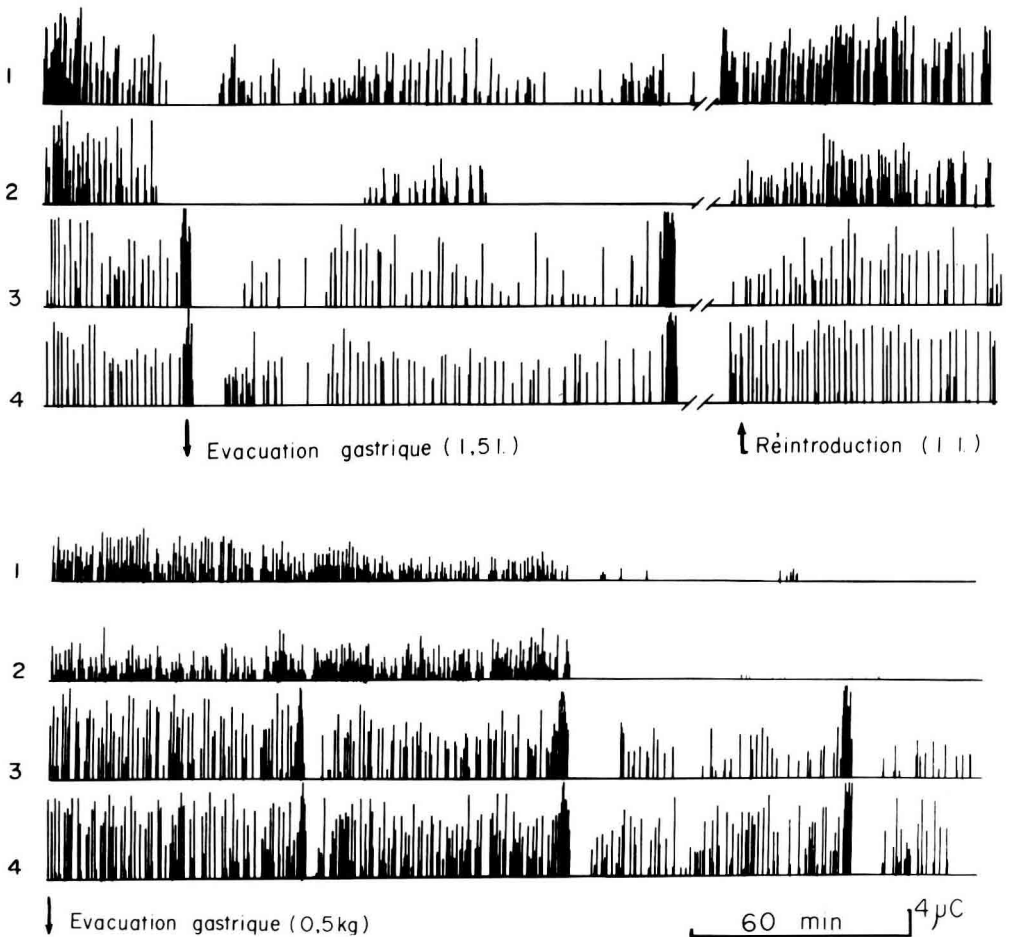


Fig. 2. — Réduction immédiate de l'activité électrique de la zone antroduodénale en avant (1 et 2) et au-delà du pylore (3 et 4) à la suite de l'évacuation en zone proximale du contenu liquide (1,5 litre) de l'estomac. En bas, réduction progressive de toute activité antrale à la suite de l'évacuation, en zone distale, du contenu solide (0,5 kg) de l'estomac.

maximale des salves sur l'antré coïncident avec une accélération du nombre de salves de potentiels sur le duodénum. Une autre forme de couplage antroduodénal est représentée par des salves de potentiels propagées à travers le pylore.

L'étude de l'activité motrice de l'antré sur des périodes de 10 à 24 jours consécutifs montre l'existence de périodes d'inhibition motrice dont la durée peut varier du simple au double selon les individus mais dont le nombre (13 à 16 par 24 h) correspond exactement à celui des phases d'activité régulière sur le duodénum (tabl. 1). Il apparaît aussi que le profil moteur de la zone antroduodénale pendant 17 jours d'une brebis munie de

cathéters n'est pas différent de ceux observés chez les brebis équipées des deux canules abomasales (tabl. 1). Enfin, la fréquence et/ou l'amplitude des contractions du réseau sont ralenties ou réduites lorsque le duodénum est le siège d'une phase III; ce phénomène coïncide avec la réduction de l'activité motrice antrale.

Réduction du volume du contenu gastrique

L'ouverture de la canule proximale libre, selon le cas, 0,8 à 1,5 l de contenu gastrique liquide. Elle entraîne une hypomotilité caractérisée par l'absence de salves de potentiels sur l'antré à 2 cm du pylore pendant des périodes de 60 ± 20 min

Tableau 1. — Caractéristiques motrices antro-duodénales.

	Inhibition antrale		Complexes moteurs migrants	
	Durée ^a	Nombre/jour	Intervalle ^b	Nombre/jour
Brebis				
n° 1	7,5 ± 3,1	14 ± 6 (n = 24)	103 ± 31	14 ± 6 (n = 24)
n° 2	9,4 ± 2,1	13 ± 3 (n = 10)	119 ± 17	13 ± 3 (n = 10)
n° 3	14,6 ± 3,1	15 ± 4 (n = 14)	90 ± 7	16 ± 3 (n = 14)
Brebis sans canule	12,4 ± 6,7	13 ± 7 (n = 17)	112 ± 19	13 ± 7 (n = 17)
Retrait				
de liquide ^c	60,5 ± 20	...	160 ± 30*	...
de solides ^d	90,5 ± 7,5	...	54 ± 15**	...

a : en % du temps d'enregistrement, moyenne ± écart-type.

b : en minutes, moyenne ± écart-type.

c : pour trois mesures effectuées pendant 3 h après évacuation liquide pour la brebis n° 3.

d : pour trois mesures effectuées pendant 4 h après évacuation solide pour la brebis n° 2.

* : P < 0,05; ** : P < 0,01.

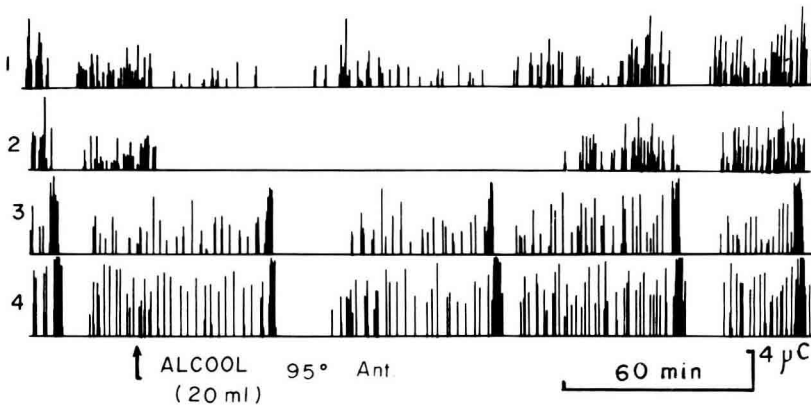


Fig. 3. — Inhibition antrale liée à l'administration directe d'alcool (20 ml dilués dans 150 ml d'eau à 37 °C) dans l'estomac. Accélération concomitante des cycles moteurs du bulbe duodénal.

au lieu de 15 ± 3 min pour les périodes d'inhibition spontanée. L'intervalle séparant les CMM est accru (160 ± 30 min au lieu de 90 ± 7 min pour $n = 3$). La réintroduction des 2/3 du volume liquide retiré et maintenu à 37°C restaure immédiatement l'activité motrice (fig. 2). La réduction du volume de contenu gastrique accélère de 10-20 % la fréquence des contractions du réseau chez le sujet au repos.

L'ouverture de la canule distale libre fort peu de contenu liquide (moins de 0,2 l) mais permet le retrait de 0,3 à 0,6 kg de contenu solide. Cette intervention réduit d'environ 30 % l'intensité des contractions antrales pendant 90 à 120 min; puis, les contractions antrales disparaissent pendant 3 à 4 h (fig. 2). L'initiation des CMM s'intensifie de façon considérable (intervalle de 54 ± 15 min au lieu de 119 ± 17 min pour $n = 3$) et la fréquence

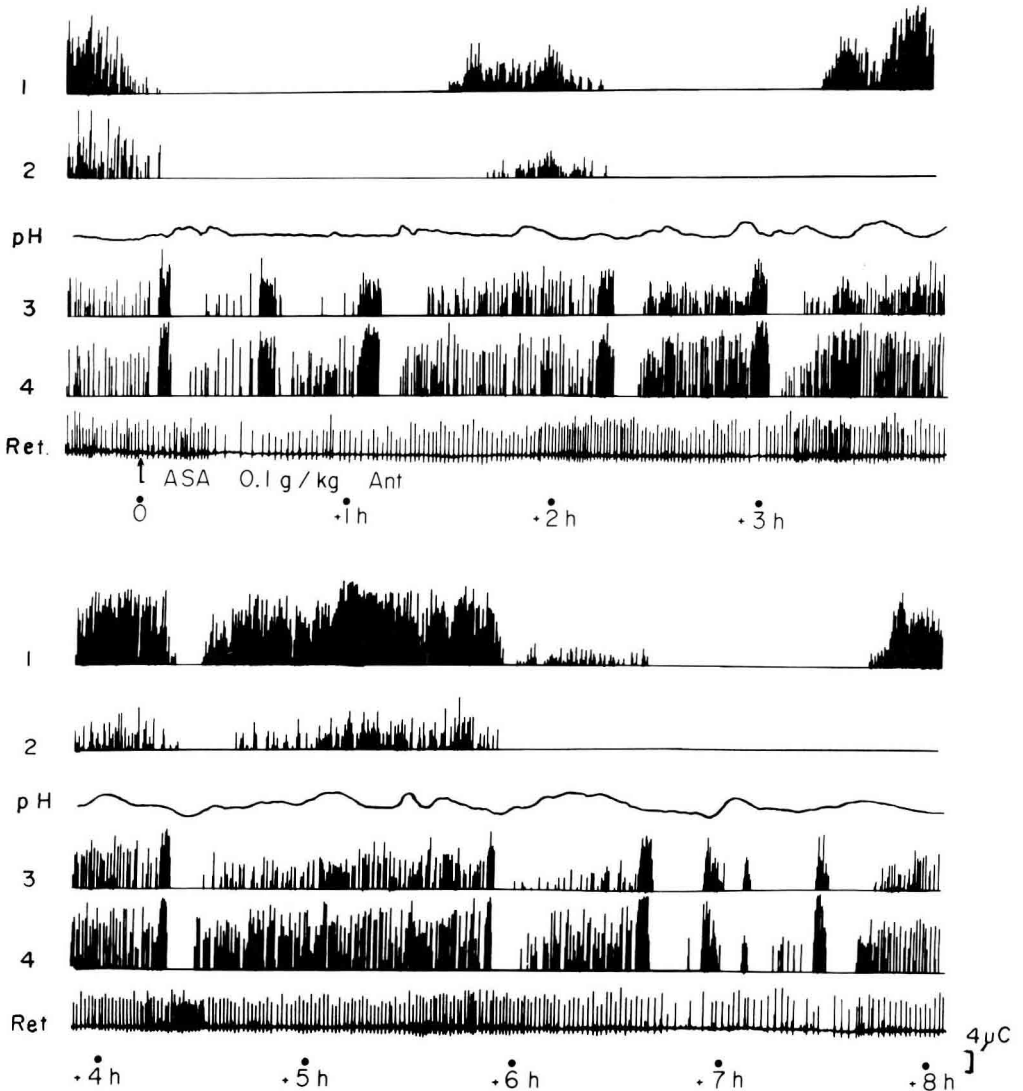


Fig. 4. — Effets inhibiteurs, immédiats et retardés, de l'aspirine sur la motricité antrale en l'absence de toute variation importante (inférieure à 1,5 unité) du pH et la fréquence des contractions réticulaires (Ret). Accélération concomitante des cycles moteurs du bulbe duodénal.

des contractions réticulaires peut être doublée. La contre-épreuve, à savoir la réintroduction du contenu solide dans la canule proximale, entraîne une reprise complète de la motricité antrale, puis

l'«augmentation» de l'intervalle séparant les CMM sur le bulbe duodénal. Le seul effet constant de l'administration de HCO_3Na (15 g) dans la caillotte est, pendant 2 h, une légère inhibition antrale

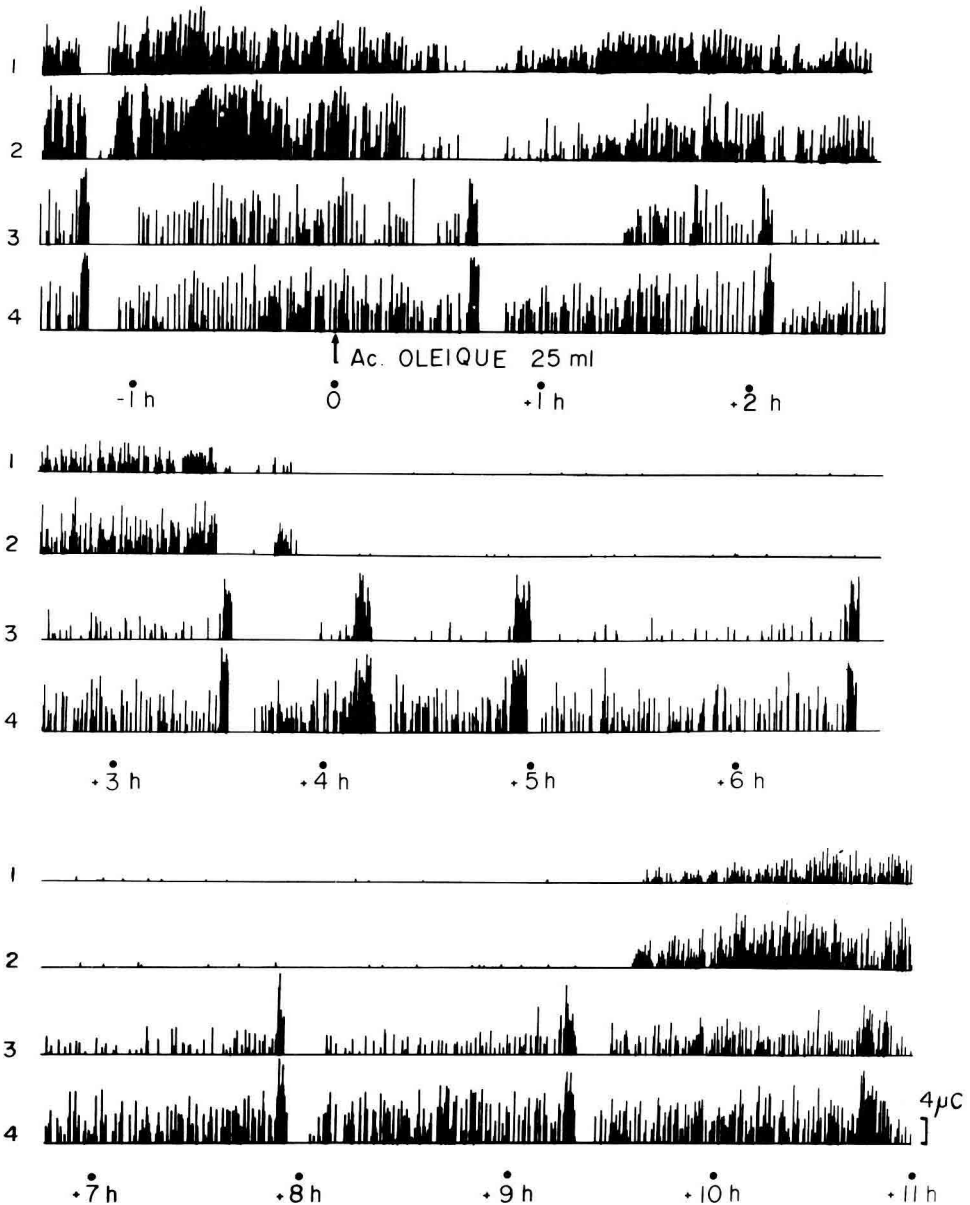


Fig. 5. — Inhibition immédiate de la motricité antroduodénale suivie d'une inhibition secondaire pendant 5 h de la motricité antrale à la suite de l'introduction de 25 ml d'acide oléique dans la caillotte. Celle-ci est accompagnée de l'accélération des cycles moteurs duodénaux.

comparable à celle du retrait de contenu gastrique liquide; il en résulte une diminution de 30 % de l'intervalle séparant les phases III.

Inhibition de la motricité antrale par l'alcool

L'irrigation par l'alcool de la région *antrale* inhibe fortement la motricité à proximité du pylore pendant 90-120 min (10 ml) et 150-300 min (20 ml). Le nombre de CMM est accru, avec un intervalle moyen de 67 ± 13 min au lieu de 98 ± 14 min pour $n = 9$, durant les 5 heures consécutives à l'administration de 20 ml d'alcool (fig. 3).

L'alcool (10 ml), introduit dans le *duodénum*, bloque de façon quasi instantanée la motricité antrale pendant environ 120 min; dans ce cas, la motricité duodénale est légèrement diminuée sans modification significative de l'intervalle séparant les phases III.

Effets immédiats et secondaires de l'aspirine

L'administration de l'aspirine soluble (0,05 et

0,1 g/kg — 100 ml à 37 °C) à travers la *canule distale* entraîne une inhibition directe, immédiate et généralisée de la motricité antrale, pendant 2 à 3 h selon la dose utilisée. Cet effet est suivi d'une inhibition antrale secondaire survenant 6 à 7 h après l'administration de l'aspirine. Dans tous les cas, l'inhibition antrale est plus nette à proximité du pylore que 5 cm en amont et il apparaît une activité de type phase III au niveau du bulbe duodéal (fig. 4). Le pH gastrique, mesuré au niveau de l'antra chez les brebis munies de canules abomasales, tend à s'élever (3,2-3,7 au lieu de 2,9-3,1), alors que la fréquence des contractions du réseau est fortement diminuée. Le ralentissement des contractions réticulaires est de 60 à 80 % pendant des périodes n'excédant pas 10-20 min; il apparaît pour les deux périodes d'inhibition motrice antrale.

L'administration directe mais lente dans le *duodénum* d'aspirine soluble (0,05 g dans 10 à 30 ml d'eau à 37 °C en 10-15 min) est accompagnée d'une action excitomotrice aboutis-

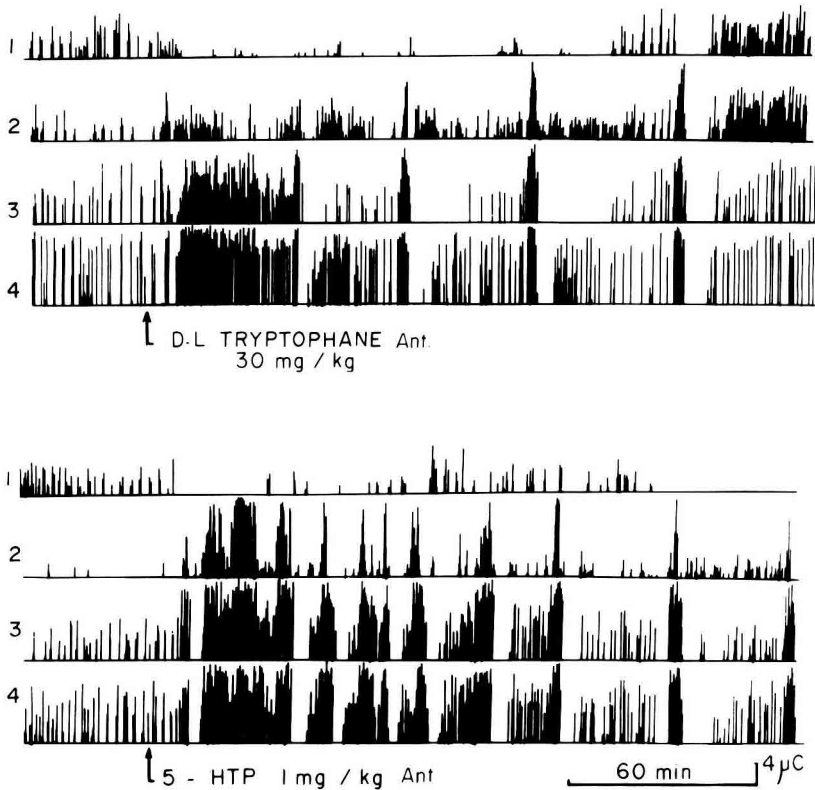


Fig. 6. — Inhibition de l'activité antrale durant la stimulation de la zone juxtapylorique et duodénale par le tryptophane et le 5 HTP dans un rapport de posologie de 30 à 1.

sant à une phase d'activité régulière au bout de 10 à 20 min (tabl. 2). Elle évoque parfois (1 fois sur 3 chez un même sujet) une phase d'activité régulière (phase III) accompagnée d'une inhibition réflexe de la motricité antrale. Celle-ci persiste environ une heure sans modification ultérieure de l'activité motrice duodénale, qui est à tous égards comparable à celle observée pour la seule administration duodénale d'eau à 37 °C (30 ml).

Durant la période d'inhibition *directe* de la motricité antrale, l'intervalle moyen séparant les phases III est significativement réduit d'un tiers et de moitié pour des doses d'aspirine de 0,05 g/kg et de 0,1 g/kg. La figure 4 montre que cette accélération de l'activité motrice cyclique duodénale est bien tributaire de l'inhibition motrice antrale; à une reprise transitoire de l'activité motrice de l'antré correspond, en effet, un allongement ponctuel de la durée du cycle (72 min au lieu de 36 min pour le cycle précédent et 42 min pour le cycle suivant). L'activité motrice cyclique duodénale est également modifiée, mais elle n'est constituée que de phases III de 5-6 min, pendant la phase d'inhibition motrice antrale *secondaire*.

Effets inhibiteurs liés au passage transpylorique de l'acide oléique

Une émulsion d'acide oléique administrée en zone antrale inhibe la motricité de façon transitoire. En raison probablement de l'effet de dilution dans le contenu abomasal, des doses égales ou supérieures à 10 ml d'acide oléique, sont nécessaires à l'obtention d'effets reproductibles. Ceux-ci

apparaissent au bout de 10 à 20 minutes et consistent, pour 25 ml d'acide oléique, en une inhibition antrale et duodénale durant moins d'une heure. La figure 5 montre que les effets inhibiteurs sont plus accusés sur la zone juxtapylorique (électrodes à 2 cm du pylore) qu'en amont ou en aval du pylore (électrodes antrales à 7 cm du pylore et duodénales à 3 cm du pylore). Une seconde phase d'inhibition, limitée à l'antrum et prolongée pendant plusieurs heures, apparaît environ 2 h plus tard, sans doute lorsqu'une fraction de l'acide oléique atteint le bulbe duodénal.

En effet, cette phase d'inhibition motrice antrale est la seule présente dans le cas d'une plus faible dose (10 ml) d'acide oléique administrée en zone antrale. Par ailleurs, l'effet inhibiteur, bien que passager (20 min), est obtenu par l'administration intraduodénale de faibles quantités d'acide oléique (0,5 ml), inefficaces par voie antrale. Enfin, l'effet inhibiteur très marqué (2 à 3 h), obtenu par l'administration intraduodénale de la dose maximale (5 ml) d'acide oléique, cesse dès l'apparition d'une phase III; cela suggère que la seule évacuation de l'acide oléique déposé dans le bulbe duodénal vers l'aval (duodénum transverse ou jéjunum) suffit à en supprimer les effets. En accord avec cette interprétation, l'administration intraduodénale de la dose minimale d'acide oléique (0,5 ml) a été effectuée juste avant et juste après le développement d'une phase III. L'inhibition antroduodénale est toujours présente dans le cas où l'acide oléique séjourne dans le bulbe duodénal; elle n'apparaît jamais pour une administration d'acide oléique faite avant l'apparition d'une phase d'activité III (3 essais). Enfin, à deux reprises, un

Tableau 2. — Effets moteurs sur l'antré et le duodénum de l'administration intragastrique d'aspirine.

Traitement	Antré		Duodénum	
	Nature	Durée (min)	Nature	Durée (min)
<i>Voie antrale</i>				
0,05 g/kg (n = 3)	Inhibition immédiate	120 ± 60	Stimulation immédiate des CMM ^a	90 ± 10
	Inhibition secondaire	60 ± 15	Inhibition ^b	120 ± 60
0,1 g/kg (n = 6)	Inhibition immédiate	180 ± 25	Stimulation des CMM ^a	180 ± 15*
	Inhibition secondaire	120 ± 10	Inhibition ^b	140 ± 15
<i>Voie duodénale</i>				
0,02 mg/kg (n = 3)	Inhibition immédiate	60 ± 15	Stimulation des phases III	10 à 20

a: Accélération de la fréquence de répétition des phases III de 300 % environ.

b: Activité réduite à des phases III.

*: P < 0,05 par rapport à la posologie inférieure.

dépôt de 5 ml d'acide oléique s'est révélé avoir été effectué 2,5 min et 4 min avant le développement d'une phase III. Aucun effet inhibiteur n'a été observé, sans doute en raison de la propulsion immédiate vers l'aval de l'acide oléique.

L'inhibition motrice antrale est accompagnée par une facilitation de la genèse des phases III sur le bulbe duodénal (fig. 5).

Stimulation duodénale d'origine sérotoninergique

L'administration en zone antrale de DL-tryptophane (15 mg/kg et 30 mg/kg) est excitomotrice pour le duodénum mais inhibitrice pour la motricité antrale (fig. 6). A la dose de 30 mg/kg, les effets excitomoteurs du tryptophane sont prolongés pendant $3,5 \pm 0,7$ h; l'intervalle séparant les phases III n'est plus que de 54 ± 11 min ($n = 6$); l'inhibition réflexe de la motricité antrale concerne la zone située au-delà du pylore. Le 5-HTP, à la dose de 0,5 mg/kg par voie antrale, est excitomoteur pour le seul duodénum; la zone antrale située 2 cm en amont du pylore est également stimulée à la dose de 1 mg/kg (fig. 6). Cependant, l'activité motrice antrale au-delà du pylore est bloquée et la fréquence des contractions réticulaires est ralentie d'environ 30 % pendant toute la durée d'action du 5-HTP.

Enfin, l'acidification duodénale obtenue par l'administration de 10 à 100 ml d'HCl 0,1 N est sans effet sur la motricité duodénale; elle est accompagnée d'une inhibition de la motricité antrale pendant 10 à 60 minutes.

Discussion

La notion d'homéostasie avancée pour expliquer le maintien de la relative fixité des «constantes biologiques» telles que glycémie ou pression artérielle s'appliquerait selon Cooke et Clarke (1976) aux réflexes d'ouverture et de fermeture du pylore. Ceux-ci sont commandés par le pH au niveau duodénal, de sorte que la quantité d'acide atteignant le duodénum n'excède jamais 7 à 9 mEq chez le chien. Nos résultats montrent que les interactions motrices antrodoaduodénales, extrêmement régulières chez le mouton, peuvent également correspondre à une fonction de régulation du transfert du chyme gastrique vers l'aval. L'inhibition cyclique de la motricité antrale en amont du pylore, lorsque le duodénum proximal est actif, évite en effet l'accumulation prématurée de contenu gastrique en arrière de la zone de transfert. Inversement, la genèse accrue des CMM, lorsque la motricité gastrique est réduite, permet l'évacuation la plus complète possible du contenu duodénal.

L'inhibition de l'activité motrice antrale lors d'une activation motrice duodénale par les précur-

seurs de la 5-HT et la genèse accrue des cycles moteurs du duodénum lorsque la motricité antrale est réduite en présence d'alcool ou d'aspirine ne répondent pas, cependant, aux critères de l'innervation réciproque. L'interprétation plus exacte des phénomènes se limite (1) au «pilotage» de l'activité motrice antrale par le duodénum dans le sens d'un frein et (2) à l'action permissive de la réduction de l'activité motrice antrale vis-à-vis de la genèse des cycles moteurs du duodénum.

Le frein exercé par l'hypermotilité duodénale sur l'antré, et même le réseau (fig. 4), est manifeste au cours de la stimulation sérotoninergique. L'hypomotilité antrale consécutive à l'administration de 5-HTP se retrouve dans le cas du tryptophane administré par voie antrale et elle est probablement induite par la fraction transformée en 5-HTP qui atteint le bulbe duodénal (fig. 6). Ce phénomène est à rapprocher de l'inhibition antrale observée durant la stimulation duodénale qu'exerce localement l'aspirine (fig. 5). En revanche, rien ne permet de conclure à une stimulation antrale dans le cas où la motricité duodénale est réduite. L'action permissive d'une diminution de l'activité antrale sur la fréquence des cycles moteurs du duodénum est démontrée par l'ensemble des essais effectués. La réduction de la motricité antrale par soustraction de solide (0,5 kg), son blocage par l'alcool ou l'aspirine administrés par voie locale, possèdent la même action permissive vis-à-vis de la genèse des phases III au niveau duodénal. Enfin, l'intervalle rapproché des phases III qui apparaît 4 à 5 h après administration d'acide oléique, période durant laquelle l'antré est silencieux, souligne l'importance de cette action permissive. La contre-épreuve, à savoir une réduction du nombre des cycles moteurs lors d'hypermotilité antrale, est ici vérifiée. Lorsque le débit pylorique passe de moins de 400 ml/h à plus de 500 ml/h chez un animal suralimenté, l'activité motrice antrale est pratiquement interrompue et l'intervalle séparant deux cycles moteurs s'accroît de 30 à 50 % (Ruckebusch, 1981). Les deux conditions nécessaires pour une action permissive, et régulatrice au sens strict du terme, sont donc réunies puisque la genèse des cycles est facilitée par une motricité antrale réduite et que cette genèse est entravée par une motricité antrale accrue.

Le mécanisme de la régulation motrice de la jonction gastroduodénale s'exerce probablement, et de façon majeure, au niveau des plexus myentériques dans lesquels la sérotonine joue le rôle d'un neurotransmetteur essentiel à la genèse des cycles moteurs de l'intestin (Ruckebusch et Bardon, 1984). Les phénomènes à la base de cette homéostasie antrodoaduodénale, en particulier l'activité cyclique du duodénum, persistent en effet après la suppression de l'innervation extrin-

sèque, ce qui est un argument en faveur de la prépondérance de réflexes courts, du moins dans le sens duodéno-antral. En revanche, le spasme pylorique qui accompagne la vagotomie tronculaire implique un contrôle extrinsèque de motricité dans le sens antroduodénal (Malagelada, 1982).

En définitive, les interactions antroduodénales, qui contrôlent l'évacuation du chyme gastrique en vue de la digestion et de l'absorption intestinales, sous-tendent une fonction régulatrice majeure chez le mouton comme chez d'autres espèces. Chez le chien, les interactions qui caractérisent l'état de jeûne et l'état postprandial persistent sur un segment antro-duodénal isolé (Russel *et al.*, 1982). L'activité motrice d'un tel segment est cyclique dans l'intervalle des repas et devient

continue durant la phase postprandiale en dehors de tout contact alimentaire. Les interactions antroduodénales existent donc bien en tant qu'une entité dont le fonctionnement est intégré à l'ensemble de celui du tractus digestif par voie neuro-hormonale. Elles assurent un transit gastro-duodénal adapté aux caractéristiques des ingesta, en évitant toute surcharge duodénale grâce au *frein duodéno-antral*. Elles régularisent le transfert intestinal par une activité cyclique duodénale, accélérée dans le cas d'une stase gastrique ou ralentie dans le cas d'une relaxation réceptive, grâce à une action *permissive antro-duodénale*.

Reçu, le 8 mars 1984.

Accepté, le 4 juin 1984.

Résumé

L'évacuation permanente mais cyclique du chyme gastrique par le canal pylorique coïncide chez le ruminant adulte avec la genèse périodique de complexes moteurs migrants en zone duodénale proximale. Cette étude de la motricité antroduodénale montre la genèse accrue de phénomènes moteurs cycliques sur le duodénum lors d'une inhibition motrice de la partie juxtapylorique de l'antra, quelle que soit son origine : volume réduit des ingesta, présence de lipides, agents ulcérogènes. Inversement, la stimulation duodénale telle que l'accélération des cycles moteurs de l'intestin s'accompagne d'une inhibition motrice antrale. Le profil moteur antroduodénal résulte ainsi d'interactions motrices de part et d'autre du pylore ayant un rôle de régulation de l'évacuation gastrique. A ce titre, le bulbe duodénal représente une zone réflexogène de rétrocontrôle extrêmement sensible, rapide et efficace.

Références

- BELL F.R., WATSON D.J., 1976. The influence of gastric distension and the duodenal infusate on the pattern of stomach (abomasal) emptying in the preruminant calf. *J. Physiol. (Lond.)*, **259**, 445-456.
- BELL F.R., GREEN A.B., WASS J.A.H., WEBBER D.E., 1981. Intestinal control of gastric function in the calf: the relationship of neural and endocrine factors. *J. Physiol. (Lond.)*, **321**, 603-610.
- BOLTON J.R., MERRITT A.M., CARLSON G.M., DONAWICK W.J., 1976. Normal abomasal electromyography and emptying in sheep and the effects of intraabomasal volatile fatty acid infusion. *Am. J. Vet. Res.*, **37**, 1387-1392.
- BRUCE L.A., HUBER T.L., 1973. Inhibitory effect of acid in the intestine on rumen motility in sheep. *J. Anim. Sci.*, **37**, 164-168.
- CARR D.H., McLEAY L.M., TITCHEN D.A., 1970. Factors affecting reflex responses of the ruminant stomach. In: Philipson A.T., (ed.) *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*, 35-41, Oriel, Newcastle upon-Tyne.
- CODE C.F., 1970. The mystique of gastroduodenal junction. *Rendic. Rom. Gastroenterol.*, **2**, 20-37.
- COOKE A.R., CLARK E.D., 1976. Effect of first part of duodenum on gastric emptying in dogs: Response to acid, fat, glucose, and neural blockade. *Gastroenterology*, **70**, 550-555.
- DANIEL E.E., 1965. The electrical contractile activity of the pyloric region in dogs and the effects of drugs. *Gastroenterology*, **49**, 403-418.
- DARDILLAT C., RUCKEBUSCH Y., 1973. Aspects fonctionnels de la jonction gastro-duodénale chez le veau nouveau-né. *Ann. Rech. Vét.*, **4**, 31-56.
- DEBAS H.T., YAMAGISHI T., 1978. Evidence for a pyloro-pancreatic reflex for pancreatic exocrine secretion. *Am. J. Physiol.*, **234**, E468-E471.
- GOLENHOFEN K., LÜDTKE F.E., MILENOV K., SIEWERT R., 1980. Excitatory and inhibitory effects on canine pyloric musculature. In: Christensen J., (ed.) *Gastrointestinal Motility*, 203-210, Raven Press, New-York.
- KEINKE O., EHRLEIN H.J., 1983. Effect of oleic acid on canine gastroduodenal motility, pyloric diameter and gastric emptying. *Q. J. Exp. Physiol.*, **68**, 675-686.
- KELLUM J., McCABE M., SCHNEIER J., DONOWITZ M., 1983. Neural control of acid-induced serotonin release from rabbit duodenum. *Am. J. Physiol.*, **245**, G824-G831.
- KELLY K.A., 1981. Motility of the stomach and gastroduodenal junction. In: Johnson L.R., (ed.) *Physiology of the Gastrointestinal Tract*, 393-410, Raven Press, New-York.

- LAPLACE J.P., 1975. Le transit digestif chez les monogastriques. *Ann. Zootech.*, **24**, 489-552.
- LATOUR A., 1973. Un dispositif simple d'analyse quantitative de l'électromyogramme intestinal chronique. *Ann. Rech. Vét.*, **4**, 347-353.
- MALAGELADA J.R., 1982. Gastric emptying disorders. Clinical significance and treatment. *Drugs*, **24**, 353-359.
- PENTILLA A., 1966. Histochemical reactions of the enterochromaffin cells and the 5-hydroxytryptamine content of the mammalian duodenum. *Acta Physiol. Scand.*, **69** (Suppl. 281), 77 p.
- PHASAWASDI K., FISHER R.S., 1982. Hormonal effects on the pylorus. *Am. J. Physiol.*, **243**, G330-G335.
- RUCKEBUSCH Y., 1970. The electrical activity of the digestive tract of the sheep as an indication of the mechanical events in various regions. *J. Physiol. (Lond.)*, **210**, 857-882.
- RUCKEBUSCH Y., 1975. Interaction of duodenal and antral activity in sheep and dogs. *J. Physiol. (Lond.)*, **254**, 79-80 P.
- RUCKEBUSCH Y., 1981. Motor functions of the intestine. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.*, **25**, 345-369.
- RUCKEBUSCH Y., BARDON Th., 1984. Le cycle moteur de l'intestin grêle. *C.R. Acad. Sc., Paris*, **298**, série III, 403-408.
- RUCKEBUSCH Y., BRADY J.C., 1982. Recording and analysis of electrical and mechanical activity of the gastrointestinal tract. In: Titchen D., (ed.) *Techniques in Digestive Physiology*, 1-28 (P 209), Elsevier Sci. Publ., County Care.
- RUCKEBUSCH Y., BUENO L., 1977. Origin of migrating myoelectrical complex in sheep. *Am. J. Physiol.*, **233**, E483-E487.
- RUCKEBUSCH Y., PAIRET M., 1984. The duodenal bulb motor activity. *Zentralbl. Veterinaarmed.* **A, 31**, 401-403.
- RUCKEBUSCH Y., TOUTAIN P.L., 1983. Non steroidal anti-inflammatory agents: species differences in pharmacodynamics. *Vet. Res. Commun.*, **7**, 359-368.
- RUSSELL J., BASS P., MIYAUCHI A., 1982. Myoelectrical activity of the diverted antroduodenum in the dog. *Proc. Fed. Soc.*, **171**, 201-206.
- SHAPIRO H., WOODWARD D.M., 1959. Pathway of enterogastric reflex. *Proc. Soc. Exp. Biol.*, **101**, 407-409.
- STERN A.I., HOGAN D.L., ISENBERG J.I., 1984. A new method for quantitation of ion fluxes across *in vivo* human gastric mucosa: Effect of aspirin, acetaminophen, ethanol, and hyperosmolar solutions. *Gastroenterology*, **86**, 60-70.
- THOMAS J.E., CRIDER J.O., MOGANO C.J., 1934. A study of reflexes involving the pyloric sphincter and antrum and their role in gastric evacuation. *Am. J. Physiol.*, **108**, 683-700.