

TRAVAUX ORIGINAUX

Contribution à l'étude de l'anatomie microscopique du tube digestif chez le Chameau

par DELLMANN (H.-D.), BLIN (P.-C.) et FAHMY (M. F. A.) (*)

RÉSUMÉ

A. Etude descriptive.

Les lèvres présentent dans la zone de passage du tégument au revêtement muqueux, de nombreux poils, surtout des poils tactiles. Dans la sous-muqueuse existent de nombreuses glandes labiales muqueuses.

La lèvre supérieure est divisée en deux moitiés mobiles, indépendantes, par un sillon profond, lequel est revêtu d'une muqueuse dermo-papillaire.

Les joues offrent des papilles coniques en massif serré ; celles-ci sont souvent traversées par le canal excréteur de glandes muqueuses isolées de la sous-muqueuse.

Le palais forme un bourrelet palatin dans sa partie orale. L'épithélium présente de nombreuses papilles filiformes qui reposent sur un corps papillaire particulièrement élevé.

Là où les crêtes palatines font défaut, de nombreuses glandes muqueuses existent dans la sous-muqueuse qui contient dans sa partie antérieure un réseau de veines érectiles.

Le voile du palais offre un dispositif spécial, la « gulla » ; il s'agit, chez le mâle, d'un pli muqueux sacciforme, qui renferme de nombreux vaisseaux et glandes muqueuses entourés d'une couche épaisse de tissu conjonctif.

La langue présente en surface un épithélium doté de papilles filiformes, coniques, fongiformes et caliciformes ; à côté de glandes de Von EBNER, il existe de nombreuses glandes muqueuses. En partie inférieure de la langue se trouve une formation de tissu conjonctif qui rappelle une *lyssa*.

Les glandes salivaires sont toutes muqueuses, sauf la parotide, la glande jugale moyenne et les glandes de Von EBNER ; elles ont la structure des glandes salivaires décrites classiquement.

L'œsophage présente un pli à hauteur du larynx ; il ne possède pas de *muscularis mucosae* ; des glandes muqueuses et une tunique musculaire striée existent jusqu'au rumen.

Le rumen comprend une partie lisse et des cellules ruminales, expansions de sa paroi. La partie lisse est revêtu d'une muqueuse dermo-papillaire kératinisée ; le plancher des cellules ruminales est recouvert d'une muqueuse glandulaire.

* DELLMANN (H.-D.), Department of Veterinary anatomy, School of Veterinary Medicine, University of Missouri, Columbia (U. S. A.).

BLIN (P.-C.), Laboratoire d'Anatomie, Ecole Nationale Vétérinaire, Alfort (France).

FAHMY (M. F. A.), Department of anatomy and histology, Faculty of Veterinary medicine, Cairo University (R. A. U.)

Celle-ci se présente avec le même développement dans tout le réseau, une faible partie de la « portion de transition » (« feuillet » ?) et la portion initiale de la *caillette*. Dans les plis primaires des cellules ruminales et du réseau existent des tendons élastiques qui ont des rapports étroits avec les artères.

La *caillette* offre trois portions : une zone *cardiale* avec des plis étroits, de faible hauteur, une zone *fundique* avec des plis épais et élevés et une zone *pylorique* qui présente des différences locales.

L'*intestin grêle* se caractérise par des villosités particulièrement épaisses et de nombreuses inclusions lympho-réticulaires ; il est en union avec l'estomac par une zone de transition, l'*ampoule duodénale* ; la muqueuse pylorique se transforme progressivement en muqueuse de l'intestin grêle. Les glandes de BRUNNER existent dans tout le duodénum, mais diminuent de nombre vers le jéjunum.

Le *gros intestin* se caractérise par la présence de nombreuses inclusions lympho-réticulaires.

B. Etude critique.

1. — La fonction des *cellules ruminales* (*cellulae ruminis*) du Chameau a été discutée.

Le rumen ne saurait être un réservoir d'eau ; en accord avec les travaux de SCHMIDT-NIELSEN et de ses collaborateurs, les auteurs mettent l'accent sur la fonction glandulaire des cellules ruminales et sur l'existence d'un véritable processus digestif à leur niveau ; il semble que la fonction essentielle des glandes est de réaliser une véritable fluidification du contenu ruminal ; les *cellules réticulaires* (*cellulae reticuli*) auraient une fonction similaire et des échanges alimentaires se feraient entre le rumen et le réseau.

2. — L'homologie des réservoirs gastriques du Chameau a été envisagée.

Le rumen et le réseau peuvent s'identifier aux réservoirs correspondants des Ruminants domestiques ; les auteurs décrivent, à la sortie du réseau, un bref compartiment qui a une conformation et une structure propres ; mais son assimilation avec le feuillet des Ruminants domestiques demande d'autres recherches ; quant à la « portion intestinforme de l'estomac » (selon DROANDI) elle peut être rapportée à la *caillette*.

Si éparses soient-elles, les publications relatives à l'anatomie macroscopique de l'appareil digestif des Camélidés sont nombreuses ; c'est ainsi que l'estomac polygastrique du Chameau, a été souvent décrit, en raison de ses particularités morphologiques (1).

Par contre, l'étude histologique de l'appareil digestif n'a donné lieu qu'à des travaux incomplets ; nous avons tenté ici d'en faire une étude systématique (2).

Cette étude histologique est en effet fondamentale car elle ouvre des horizons sur la physiologie.

1) Les principaux travaux sur l'appareil digestif du Chameau sont consignés dans l'index bibliographique, à la fin de cet exposé.

2) Toutefois, nous n'envisageons pas ici l'étude du pharynx digestif et des glandes annexes du tube digestif.

Ainsi, la plupart des récents travaux relatifs à l'étude fonctionnelle des estomacs du Chameau mettent l'accent sur la structure des divers compartiments gastriques. Ces dix dernières années, SCHMIDT-NIELSEN et ses collaborateurs, spécialisés dans l'étude du métabolisme de l'eau des Mammifères adaptés à la vie désertique, ont travaillé dans ce sens et obtenu d'intéressants résultats dans le domaine de la physiologie gastrique du Chameau. Nous-mêmes, au Congrès de Médecine Vétérinaire du Caire en 1964, nous avons présenté un rapport sur l'anatomie microscopique des estomacs de cet animal.

Le présent travail porte sur 28 chameaux adultes du Soudan et d'Egypte.

Les pièces ont été fixées au formol à 10 % ou au liquide de Bouin et incluses à la paraffine ; des séries de coupes de 10 à 20 μ d'épaisseur ont été effectuées.

Les méthodes de coloration suivantes ont été utilisées : *hématoxyline-éosine*, *azan*, *mucicarmin*, *van Gieson*.

I. — BOUCHE

a) Lèvres.

La face interne des lèvres est revêtue d'une muqueuse dermo-papillaire kératinisée.

La *propria*, faite de plexus de faisceaux essentiellement collagènes, présente un corps papillaire qui est très développé par endroits.

La limite entre la *propria* et la sous-muqueuse est peu marquée.

Cette dernière, très lâche, renferme des faisceaux conjonctifs infiltrés de graisse et des faisceaux musculaires qui s'irradient isolément à partir de la couche musculaire sous-jacente.

En profondeur, la sous-muqueuse renferme des glandules muqueuses labiales ; celles-ci sont irrégulièrement disséminées sur toute l'étendue des lèvres.

Là où s'implantent les premiers poils, l'épithélium s'amincit brusquement et devient un épiderme corné.

Le chorion, qui est encore relativement épais et dense, au voisinage même du passage de la muqueuse dermo-papillaire au revêtement cutané, diminue d'épaisseur au fur et à mesure qu'on s'en éloigne ; il est plus lâche, par suite de la présence de nombreuses cellules adipeuses. Ce dernier fait vaut également pour l'hypoderme.

Simultanément, le nombre de poils augmente ainsi que celui des glandes sébacées ; il n'existe pas de glandes sudoripares.

Les lèvres du Chameau se caractérisent encore par l'existence de nombreux poils tactiles du type herbivore (KRÖLLING et GRAU).

La lèvre supérieure, fendue vers l'ouverture buccale, est divisée jusqu'aux narines par une gouttière étroite, le *philtrum* ; elle est revêtue d'une muqueuse dermo-papillaire en continuité avec la muqueuse buccale et la muqueuse du vestibule nasal (*vestibulum nasi*).

Vers la commissure labiale, le caractère de muqueuse dermo-papillaire persiste souvent sur une courte étendue, et ceci en présence des premiers poils.

Au-delà, apparaissent des papilles dont la forme, la disposition, la taille et l'orientation sont variables (HEGAZI, 1945, TAYEB, 1950) ; on les étudiera à propos des joues.

Chez de nombreux sujets la lèvre supérieure offre une ouverture de profondeur et de largeur variables dans laquelle se trouvent souvent des débris de nourriture ; l'existence de cette ouverture n'a aucun rapport avec l'âge, la race ou le sexe.

Il s'agit d'une invagination épithéliale simple, qui prend exceptionnellement, par déposition de nombreux lymphocytes dans la *propria*, le caractère de crypte tonsillaire.

b) Joues.

Les portions peu étendues de muqueuse jugale, dépourvues de papilles ont la même structure que les lèvres.

La muqueuse des papilles jugales est beaucoup plus mince que celle des parties lisses de la joue.

Quelles que soient la forme et la taille des papilles, il existe un corps papillaire primaire comprenant une trame conjonctive riche en vaisseaux et en nerfs.

Dans les papilles minces et pointues, ce réseau se relâche légèrement grâce à la présence de cellules adipeuses isolées ; par contre, les papilles larges, épaisses, étalées, se caractérisent par une accumulation plus importante de cellules graisseuses.

De la couche papillaire primaire partent des corps papillaires secondaires plus petits, presque aussi développés à la base des papilles pointues et dans les papilles étalées que dans les portions lisses de la muqueuse jugale ; ils manquent cependant à l'extrémité des papilles pointues (fig. 1) ou n'y sont que faiblement développés.

Le réseau conjonctif relativement lâche de la *propria* et de la sous-muqueuse se caractérise en certains points par une accumulation importante de lymphocytes et par la présence de glandes muqueuses isolées. Au pourtour des canaux excréteurs de ces glandes qui s'ouvrent, le plus souvent, en n'importe quel point de la surface papillaire et, plus rarement, dans les zones lisses de la muqueuse, on rencontre des follicules lymphoïdes isolés (fig. 2).

c) Palais.

Le palais (*palais dur*, *hard palate*, *harter Gaumen*) offre, dans la région des crêtes palatines, un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé,

qui s'applique sur un corps papillaire bien développé, fréquemment pourvu de liaisons transversales (fig. 3 a).

Aux extrémités du corps papillaire, les couches épithéliales sont souvent très minces (fig. 3 a).

La propria comprend une couche épaisse formée essentiellement de fibres collagènes qui se disposent en faisceaux orientés dans toutes les directions et traversée par de fins vaisseaux et par des capillaires.

Près de la base osseuse du palais, ces faisceaux se relâchent progressivement ; on y trouve de nombreux amas de cellules graisseuses de diverses tailles.

La couche la plus profonde, la plus épaisse, est faite de faisceaux de fibres collagènes, associées de façon très lâche ; dans les mailles de ces faisceaux se trouvent de nombreux dépôts de cellules adipeuses ainsi que des artères et un tissu érectile de veines musculueuses.

En région aborale du palais, là où les crêtes palatines disparaissent, l'épithélium augmente d'épaisseur, tandis que le corps papillaire diminue de hauteur.

A la couche mince du tissu conjonctif dense de la propria fait suite une sous-muqueuse lâche ; celle-ci se caractérise essentiellement par la présence de nombreuses glandes muqueuses dont les canaux excréteurs sont, très souvent, entourés de follicules lymphoïdes isolés (fig. 3 b).

La portion orale du palais est transformée en *bourrelet palatin*.

La muqueuse dermo-papillaire a une grande épaisseur ; le *stratum corneum* d'aspect stratifié (fig. 4 a) est particulièrement développé.

A la surface du bourrelet palatin, on observe des papilles minces, mais denses, qui se détachent au montage de la préparation ; ces papilles sont comparables aux papilles filiformes de la langue du Cheval ou du Chat.

Le corps papillaire conjonctif, très mince et très long (fig. 4 b) dépasse la limite inférieure du *stratum corneum*, là où les papilles sont développées.

Les cellules changent d'orientation autour de la couche germinative (*stratum germinativum*), unistratifiée ; elles n'entourent plus concentriquement le corps papillaire mais se disposent suivant l'axe longitudinal de la papille ; en surface, elles prennent l'aspect imbriqué des tuiles d'un toit.

A l'extrémité de la papille conjonctive, on observe de plus grosses cellules qui s'aplatissent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la propria, perdent leur noyau et se disposent les unes sur les autres comme des écailles.

La propria et la sous-muqueuse comprennent un réseau dense de faisceaux conjonctifs essentiellement collagènes qui se caractérisent, immédiatement sous l'épithélium, par la présence d'un réseau capillaire dense ; il n'existe pas de tissu érectile.

Dans la zone semi-lunaire aborale du bourrelet palatin existe un *tubercule incisif* (*papilla incisiva*) ; même s'il n'est pas séparé du bourrelet palatin par un sillon, ce bourrelet est toujours de couleur plus claire et de surface presque lisse. Les papilles y sont isolées. Le corps papillaire est moins développé que sur le bourrelet palatin, le tissu conjonctif de la propria et de la sous-muqueuse est lâche ; on y rencontre quelques glandes muqueuses. Ce territoire peut être considéré comme une zone de transition vers le palais proprement dit.

Comme la portion aborale du bourrelet palatin, le tubercule incisif est traversé par le canal *naso-palatin* qui se termine en cul-de-sac.

Ce canal est revêtu d'un épithélium cylindrique stratifié qui se définit par divers caractères (fig. 5 a).

D'après la topographie et la morphologie des noyaux, l'épithélium peut être divisé en trois couches, *basale*, *moyenne* et *superficielle*.

La *couche basale* offre des noyaux ovales, étroits, placés les uns à côté des autres, qui apparaissent foncés à l'hématéine-éosine et présentent de nombreux granules de chromatine, situés surtout à la périphérie.

La *couche moyenne* est environ trois fois plus épaisse que la couche basale. Les noyaux, également de forme ovale, sont un peu plus gros et disposés irrégulièrement ; ils sont beaucoup plus clairs que ceux de la couche basale et renferment peu de granules de chromatine ou pas du tout.

La *couche superficielle*, enfin, présente des noyaux qui ont, de nouveau, une disposition régulière, parallèle ; ils apparaissent plus foncés, et contiennent quelques granules de chromatine.

L'épithélium se caractérise par un fait remarquable : la présence de *chromatophores* (fig. 5 b).

PLANCHE 1



1. — Extrémité d'une papille, joue, HE, Périplan 8/3,5.

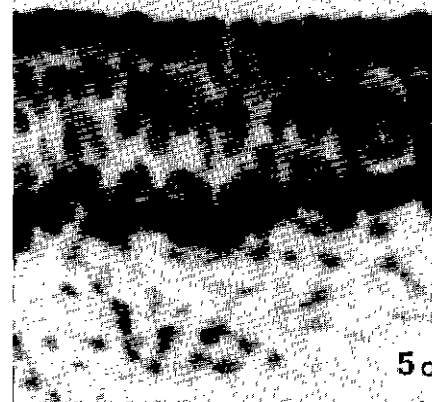
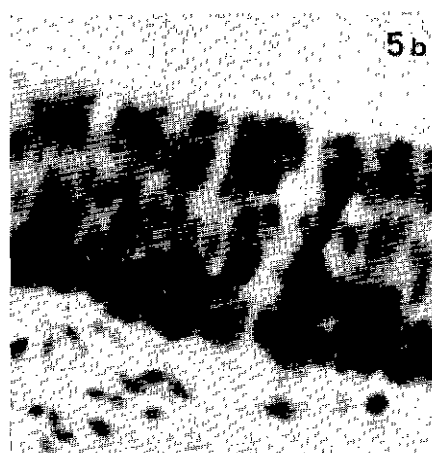


2. — Follicules lymphatiques entourant un canal excréteur glandulaire, HE Périplan 8/3,5.



3. — Palais, dans la région des crêtes palatines (a), portion aborale (b), HE, Périplan 8/3,5.

PLANCHE 2



4. Bourrelet palatin, papilles filiformes (a), engrènement de l'épithélium et du corps papillaire (b), HE, Périplan 8/3,5.

5. — Epithélium du canal naso-palatin, non pigmenté (a), pourvu de chromatophores dans la couche basale (b) ; pigment réparti dans les diverses couches (c), HE, Périplan 8/10.

Ces cellules, très polymorphes, qui sont le plus souvent rondes ou en goutte d'eau, ont, fréquemment, de nombreux prolongements qui déforment la membrane basale et prennent place le plus souvent, par la majeure partie de leur corps cellulaire, dans la couche moyenne, quelquefois, aussi, dans la couche basale ; on ne les rencontre jamais dans la couche superficielle.

Alors que les chromatophores existent en grande quantité en de nombreux points du canal, d'autres sections en sont, par contre, totalement dépourvues. La présence de granules pigmentaires ne se limite pas aux seuls chromatophores ; on en observe encore, en quantité relativement abondante, dans les cellules basales (fig. 5 c), disséminés dans les cellules de la partie moyenne de l'épithélium, et concentrés à la surface des cellules dans la couche superficielle.

d) Voile du palais.

Le voile du palais (*palais mou, soft palate, weicher Gaumen*) offre, chez le Chameau, une particularité anatomique que les Arabes désignent sous le nom de « *gulla* » (consulter CHAUVEAU, LESBRE DROANDI, HEGAZI) ; la « *gulla* » n'existe que chez le mâle.

Macroscopiquement, c'est un repli muqueux dont la surface est fortement plissée et pourvue de nombreux renforcements épithéliaux ; le plus souvent, cette surface est entièrement molle ; mais on peut y sentir quelquefois des cordons fermes et sinueux.

La « *gulla* » comprend un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé, avec un corps papillaire bien développé. Le tissu conjonctif de la propria est très dense et présente d'importantes infiltrations lymphocytaires (quelquefois il existe de véritables nodules lymphoïdes) ; il forme néanmoins une couche très mince.

Vers le centre du repli, la texture du conjonctif se relâche ; les faisceaux, orientés dans toutes les directions, se dissocient soit par la présence d'amas graisseux, soit par l'existence de faisceaux de fibres musculaires striées ou de conjonctif lâche.

Entre ces divers tissus existent de nombreux amas de glandes purement muqueuses pourvues de leurs canaux excréteurs, des artères et des veines.

Alors que, dans la « *gulla* », les glandes se trouvent dans la profondeur de la sous-muqueuse,

elles sont immédiatement sous la propria dans les autres portions du voile du palais.

Les canaux excréteurs, de même que les artères et les veines, ont une enveloppe relativement épaisse de couches plus ou moins concentriques de tissu conjonctif ; cette structure correspond aux cordons déjà signalés.

Au voisinage des canaux excréteurs, on trouve très souvent de volumineux amas lymphocytaires qui aboutissent, dans certains cas, à la formation de véritables follicules lymphoïdes solitaires.

Autour des renforcements épithéliaux, dont certains sont profonds, la propria est beaucoup plus épaisse.

On y observe de nombreuses infiltrations lymphocytaires ; leur développement est quelquefois si important qu'on peut parler de cryptes tonsillaires.

e) Langue.

La langue est recouverte d'un épithélium pavimenteux, stratifié, kératinisé, d'épaisseur variable.

Cet épithélium se rattache à une basale conjonctive, différenciée en papilles primaires et secondaires.

En face dorsale, sur les bords et vers la face inférieure de la langue, la muqueuse offre un revêtement papillaire.

Les *papilles filiformes* ont une structure comparable à celles du Cheval, à cette différence que chaque papille conjonctive primaire se clive très souvent, en surface, en de très fines papilles secondaires.

Les *papilles coniques* rappellent celles des Ruminants domestiques.

Les *papilles fongiformes* sont surtout nombreuses en région antérieure de la langue, en particulier sur les bords et vers la face inférieure. Leur structure est analogue à celle des papilles fongiformes des autres animaux domestiques ; elles sont pourvues de bourgeons du goût.

Les *papilles caliciformes* offrent quelques particularités.

Macroscopiquement, elles s'élèvent à peine au-dessus de la muqueuse environnante.

Le bord externe du vallum se relève en partie sur la papille elle-même, de sorte que le chenal qui répond au sillon de circumvallation et donne accès aux bourgeons du goût, est fort étroit.

Du côté du bord externe du vallum, l'épithélium pavimenteux stratifié est épais vers l'extrémité (fig. 6) ; il s'amincit brusquement vers la mi-hauteur. En même temps, le *stratum corneum* se réduit jusqu'à disparaître complètement dans le tiers inférieur.

Du côté du bord interne du vallum, et dans les deux tiers inférieurs, l'épithélium a son minimum d'épaisseur, précisément là où se localisent les bourgeons du goût ; l'épaisseur augmente progressivement jusqu'à la surface libre de la papille ; parallèlement, l'épithélium se kératinise. La kératinisation s'intensifie du bord du vallum vers le centre papillaire, où elle est maximum.

La structure du corps papillaire varie avec la conformation de l'épithélium ; il est bien développé dans les points où celui-ci est épais ; par contre, il est très peu marqué dans les parties inférieures du vallum (fig. 6) et peut même disparaître. La propria est faite de fibres conjonctives associées d'une manière beaucoup plus intime que dans les territoires voisins.

Là encore, la représentation lymphocytaire est importante, surtout à proximité des bourgeons du goût.

La sous-muqueuse renferme de nombreux amas de glandes séreuses qui s'étendent jusqu'en profondeur pour se placer entre les faisceaux musculaires de la langue ; leurs canaux excréteurs s'ouvrent au fond du fossé papillaire (fig. 6).

En face inférieure de la langue, et dans la région de la pointe, immédiatement sous l'épithélium, existe un cordon conjonctif de la grosseur d'un crayon, effilé en avant et en arrière ; on y observe par endroits des groupes de cellules cartilagineuses ; il s'agit, vraisemblablement, d'une *lyssa* rudimentaire.

La base de la langue offre des papilles longues et minces, isolées et disséminées. L'épithélium, relativement mince, n'est que faiblement kératinisé et repose sur un corps papillaire bien développé qui, à son tour, s'appuie sur une forte papille conjonctive primaire. Cette partie de la langue est pourvue de nombreuses glandes muqueuses.

f) Glandes de la cavité buccale.

Nous limiterons l'étude des glandes salivaires à une simple énumération, voire une classification suivant la nature de la salive sécrétée ; en

effet, la structure de ces glandes rappelle celle des glandes homologues des animaux domestiques.

Les *glandes muqueuses* sont les suivantes : glandes sous-maxillaire, sublinguale, glandes buccales dorsales et ventrales, nombreuses glandes de la sous-muqueuse buccale, glandes labiales et palatines, glandes de la portion digestive du pharynx et de la gulla, glandes de la base de la langue.

Les *glandes séreuses* sont représentées par la parotide, les glandes jugales moyennes et les glandes de Von EBNER.

II. — ŒSOPHAGE

Dans sa partie initiale, à hauteur du larynx, l'œsophage offre un *repli muqueux* dirigé en arrière ; peu élevé par côté, ce repli acquiert toute sa hauteur ventralement, c'est-à-dire vers le larynx ; il n'existe pas dans la portion dorsale de l'œsophage.

Là où le repli est peu accusé, l'épithélium pavimenteux stratifié kératinisé s'appuie sur un corps papillaire peu élevé ; par contre ce dernier a son développement maximum en même temps que le repli signalé.

Le tissu conjonctif de la propria comprend, dans les parties basses du repli, de nombreuses fibres élastiques qui diminuent en allant vers le milieu ; dans la partie moyenne, immédiatement sous la sous-muqueuse lâche et très mince, on observe de nombreux faisceaux musculaires, émanés de la couche musculaire interne de l'œsophage ; il n'existe pas, d'ailleurs, dans cette portion de l'organe, une orientation bien définie des fibres musculaires.

De nombreuses glandes muqueuses sont disséminées entre les faisceaux musculaires ou sont noyées dans le conjonctif de la sous-muqueuse.

Les autres portions de l'œsophage ont, en principe, la même structure (fig. 7).

L'épithélium, pavimenteux, stratifié, kératinisé, repose sur un corps papillaire bien développé.

Il n'y a pas de *muscularis mucosae*, de sorte que la propria et la sous-muqueuse ne peuvent être séparées l'une de l'autre. Dans la sous-muqueuse se trouvent de nombreuses glandes muqueuses ; leur nombre et leur taille diminuent légèrement dans la portion thoracique de l'œsophage. La

PLANCHE 3



6. — Papille caliciforme, HE, Périplan 8/3,5.



7. — Œsophage, HE, Périplan 8/3,5.

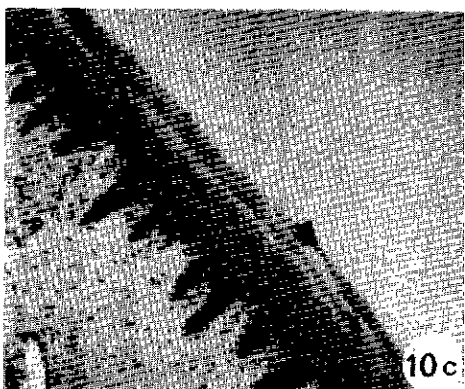
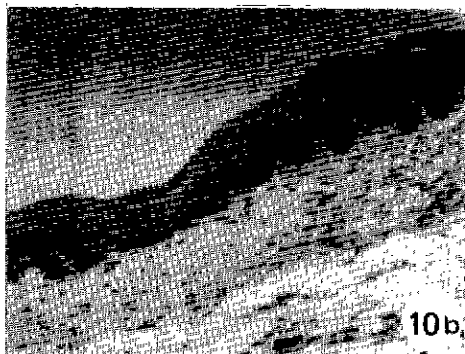
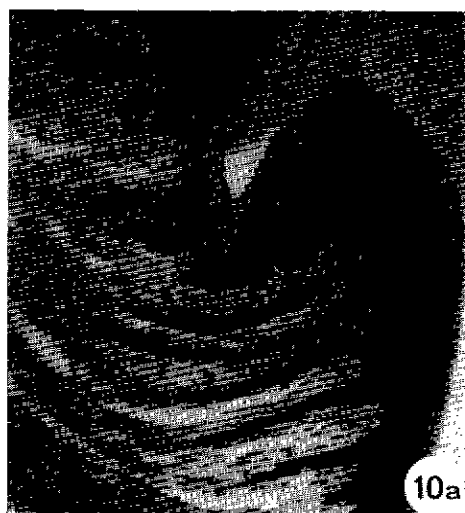


8. — Rumen, surface lisse (a) et élévations papillaires (b), HE, Périplan 8/3,5.

PLANCHE 4



9. — Cellules ruminales, extrémité d'un pli primaire, HE, Périplan 8/3,5.



10. — Cellules ruminales, pli secondaire, sommet (a), base (b), partie moyenne (c), HE, Périplan 8/3,5.

musculature striée qui s'étend jusqu'au vestibule ruminal forme une spire interne plane et une spire externe saillante.

III. — ESTOMAC

a) Rumen.

Macroscopiquement, le rumen offre des zones où la muqueuse est lisse et des zones où celle-ci présente des plis de hauteur et de longueur variables, d'où son toucher plus rugueux.

Les plis sont fonction de l'état de réplétion et du degré de contraction de la musculature ; mais, indépendamment de ces formations, le revêtement interne du rumen offre des modalités structurales.

La muqueuse du rumen (fig. 8 a et b) est fortement kératinisée ; le *stratum corneum* se détache nettement des couches plus profondes. Le corps papillaire n'est observé que dans les points — encore n'y est-il que faiblement développé — où existent de légères élévations muqueuses.

La propria est formée d'un réseau conjonctif très dense (fig. 8 a), fait essentiellement de fibres collagènes et de fibres élastiques isolées ; ce réseau se continue par une sous-muqueuse sans limite bien tranchée.

Par suite du relâchement progressif du conjonctif sous-muqueux, la muqueuse peut se déplacer facilement sur la musculature.

Il n'existe pas de *muscularis mucosae*, sauf quelques fibres musculaires lisses isolées.

La musculature offre un agencement différent suivant le secteur examiné ; à l'examen histologique, elle a une orientation longitudinale ou transversale très variable.

D'autres points de la muqueuse (fig. 8 b) présentent de petites papilles qui font saillie dans la lumière et rendent la surface rugueuse au toucher.

Comme seule particularité, signalons le faible développement de la sous-muqueuse.

Le rumen du Chameau se caractérise, on le sait, par l'existence de lobes dorsal et ventral, connus le plus souvent sous le nom erroné de *sacs aquifères* et que nous appellerons ici *cellules du rumen* (*cellulae ruminis*).

La présence de piliers ou de cloisons primaires, secondaires et tertiaires permet de diviser ces cellules en logettes identiques.

L'épithélium de ces cellules est, dans la région

septale, un épithélium pavimenteux stratifié corné qui présente un engrenement très intime avec la propria.

L'étendue de cet engrenement, ainsi que le développement du corps papillaire, offrent de nombreux aspects.

A l'extrémité des replis primaires (fig. 9), le corps papillaire est généralement peu développé ; souvent, l'épithélium n'offre pas d'engrenement avec la propria. Par contre, c'est au sommet des plis secondaires et tertiaires (fig. 10 a), que l'engrenement est le plus marqué ; propria et épithélium s'intriquent à ce niveau en formant des prolongements digités ou filiformes ; des prolongements bifurqués ou trifurqués de l'épithélium assurent son union intime avec la propria.

Cette même structure se retrouve dans les plis primaires, par côté et en-dessous d'un ligament élastique qui plonge longitudinalement à l'intérieur de ces plis. Toutefois, la hauteur de l'engrenement est beaucoup moins importante.

Au fur et à mesure qu'on s'éloigne du sommet des plis l'engrenement se modifie.

Dans la partie moyenne des plis de tous ordres, les portions d'épithélium situées entre les papilles sont généralement coniques avec la base tournée vers la surface ; quelquefois, le sommet, qui regarde vers la propria, est épaissi (fig. 10 c).

A la base des plis, l'aspect est encore différent (fig. 10 b) : cette fois, l'épithélium pavimenteux stratifié kératinisé offre des prolongements épithéliaux très larges, massifs, séparés les uns des autres par un corps papillaire étroit.

La propria présente également des aspects différents suivant les points envisagés. A l'extrémité des plis primaires, elle est souvent peu marquée ; ailleurs, sa hauteur diminue comme celle de son corps papillaire et celle des renforcements épithéliaux (fig. 10).

La vascularisation de la propria est plus riche que dans tous les autres secteurs du rumen revêtus d'une muqueuse dermo-papillaire.

La propria et la sous-muqueuse sont bien délimitées dans les régions proches du plancher du rumen ; à cet endroit, des faisceaux isolés de fibres musculaires lisses s'irradient depuis la muqueuse glandulaire jusque sous la muqueuse dermo-papillaire.

Le tissu conjonctif très lâche qui prolonge cette *muscularis mucosae* (la muqueuse se déplace

bien sur l'organe frais) peut être considéré comme la limite entre les deux couches.

Les plis primaires offrent à leur extrémité un cordon arrondi ou aplati de fibres élastiques disposées longitudinalement (fig. 9) ; ces fibres ont leur origine dans la musculature du rumen.

Elles sont recoupées par des fibres collagènes disposées d'une façon lamellaire et, dans certains cas, par d'autres fibres collagènes, formant des faisceaux isolés (fig. 9).

Les dispositifs élastiques entourent, entièrement ou partiellement, des artères à trajet longitudinal qui émergent au départ des plis secondaires ; ces artères ne sont que très rarement accompagnées de fibres élastiques, et seulement sur un court trajet. Les ligaments enveloppent également, en partie, des nerfs et des veines, beaucoup plus nombreux d'ailleurs dans la sous-muqueuse.

Au-dessous de ce tendon élastique se trouvent des faisceaux de fibres musculaires lisses qui se disposent longitudinalement à l'intérieur des plis (fig. 9) ; quelques-uns de ces faisceaux prennent origine dans les piliers du rumen, à partir desquels ils s'irradient dans les plis ; d'autres, par contre, se constituent à partir de la couche interne de la musculature de l'organe. De cette assise musculaire, qui revêt dans sa totalité le plancher des cellules ruminales, partent obliquement vers les plis de nombreux faisceaux musculaires ; ils s'étendent jusqu'au voisinage du faisceau longitudinal décrit à ce niveau ; quelques faisceaux affectent une orientation longitudinale.

Les plis secondaires et tertiaires offrent aussi quelques particularités : près de leur origine sur les plis primaires, les plis secondaires renferment parfois un mince cordon élastique ; les plis tertiaires en sont toujours dépourvus.

La musculature longitudinale des plis primaires se continue par un cordon un peu plus mince dans les plis secondaires et les traverse sur toute leur longueur ; par contre, les plis tertiaires ne contiennent pas de fibres musculaires longitudinales. Les plis secondaires, comme les plis tertiaires, ne renferment que de très minces faisceaux musculaires à direction transversale qui se détachent de la couche interne de la musculature de l'organe.

Macroscopiquement, on peut saisir une modification de la muqueuse dans la plupart des cellules ruminales ; celle-ci est indiquée par une

ligne sombre de chaque côté de laquelle la muqueuse a une coloration différente.

Microscopiquement, on voit comment, au fond des cellules ruminales, la muqueuse dermo-papillaire est remplacée par une muqueuse glandulaire authentique.

L'épithélium comprend des cellules prismatiques hautes avec un noyau basal ; elles se poursuivent sans discontinuité par l'épithélium glandulaire (fig. 12).

Les glandes (fig. 12) sont, le plus souvent, des glandes tubuleuses simples ; toutefois, quelques-unes d'entre elles se ramifient dans leur portion terminale ou sont sinueuses ; les glandes franchissent rarement la *muscularis mucosae*.

L'épithélium glandulaire est en continuité avec l'épithélium superficiel ; dans les portions situées du côté de la lumière de la glande, il comprend des cellules prismatiques, dans les parties plus profondes, des cellules cubiques ou pyramidales ; ces cellules ont un noyau rond ou ovale, qui est toujours placé dans la partie basale et s'oriente parallèlement à la base de la cellule. La plupart des cellules, y compris celles de l'épithélium superficiel se distinguent, à fort grossissement, par la présence de granules très réfringents ; les cellules ont une réaction muqueuse.

La *propria* est faite d'un tissu conjonctif lâche qui est très riche en lymphocytes, granulocytes acidophiles, plasmocytes et présente également des mastocytes, mais à l'état sporadique.

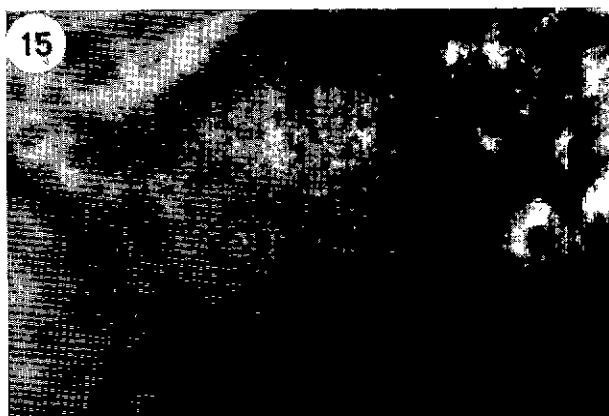
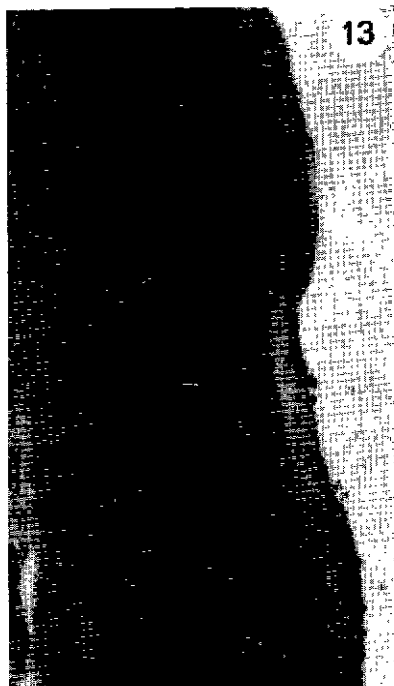
La *muscularis mucosae* (fig. 12) comprend une mince couche de fibres musculaires lisses, continue, traversée en quelques points par les extrémités de tubes glandulaires ; là où la muqueuse change de caractère, la *muscularis mucosae* se poursuit encore un certain temps sous la muqueuse dermo-papillaire.

La *sous-muqueuse* est faite d'un réseau conjonctif à très larges mailles qui assure un bon déplacement de la muqueuse.

Déjà l'examen macroscopique permet d'y reconnaître un réseau vasculaire dense ; la muqueuse glandulaire fait donc ainsi très nettement contraste avec la muqueuse de type malpighien.

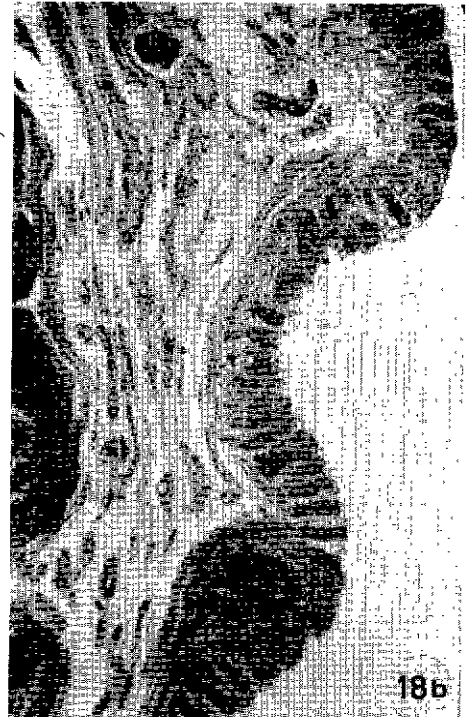
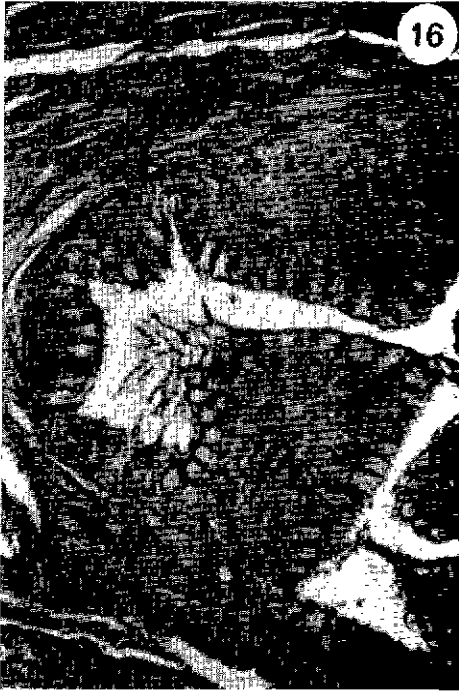
La *musculature* du plancher des cellules ruminales comprend une couche longitudinale et une couche transversale.

PLANCHE 5



11. — Cellules ruminales, fibres musculaires dans le pli primaire, HE, Périplan 8/3,5. 12. — Cellules ruminales, muqueuse glandulaire du plancher des cellules, HE, Périplan 8/3,5. 13. — Gouffière œsophagienne, HE, Périplan 8/3,5. 14. — Réseau, portion lisse, HE, Périplan 8/3,5. 15. — Réseau, coupe à travers une glande, HE, Périplan 8, Apo 63.

PLANCHE 6



16. — Réseau, base d'une cellule, HE, Périplan 8/3,5. 17. — Zone de transition (feuille). 18. — Zone de transition (feuille), amas de follicules lymphatiques dans la sous-muqueuse (a) et dans la propria (b), HE, Périplan 8/3,5.

Gouttière œsophagienne.

Les caractères de l'épithélium et de la propria de la *gouttière œsophagienne* (*sulcus œsophagicus*) diffèrent un peu de ceux relevés dans les autres portions du rumen ; on y trouve, de nouveau, un corps papillaire important rappelant celui des plis des cellules ruminales (fig. 13).

La propria est dense, peu épaisse ; sa limite avec la sous-muqueuse est imprécise ; cette dernière est peu marquée et enveloppe, en couche mince, les fibres musculaires des lèvres de la gouttière œsophagienne.

b) Réseau.

La muqueuse du réseau comprend une région lisse et une région divisée par des plis en de nombreuses *cellules réticulaires* (*cellulae reticuli*).

Des plis primaires de ces cellules partent des plis secondaires ; des plis secondaires se détachent des plis tertiaires, et ainsi de suite jusqu'à la formation de plis de cinquième ordre. Le niveau auquel se détachent les plis de l'ordre suivant est toujours inférieur à celui des plis d'origine.

Par sa structure, le réseau du Chameau diffère beaucoup de celui des Ruminants domestiques.

Microscopiquement, les plis des cellules réticulaires ne se distinguent pas particulièrement des plis des cellules ruminales.

Ce n'est que sur une faible étendue, à l'extrémité des plis primaires (la partie même de l'organe qui, lors de la contraction, vient en contact avec le contenu stomacal), qu'ils sont revêtus d'une muqueuse dermo-papillaire kératinisée ; partout ailleurs, le réseau offre une muqueuse glandulaire typique.

La muqueuse dermo-papillaire de l'extrémité des plis présente, en rapport avec sa fonction mécanique, un corps papillaire bien développé ; de plus, le conjonctif de la propria est très dense.

La limite entre la propria et la sous-muqueuse n'est pas nette ; celle-ci se distingue seulement de la première par une texture plus lâche.

Tous les plis du réseau renferment des vaisseaux et des nerfs qui se divisent en même temps qu'eux. Les plis primaires sont parcourus longitudinalement par des vaisseaux et des nerfs entourés ou doublés par un tendon élastique ; seule l'artère offre des rapports constants avec

ce tendon ; le nerf et la veine se placent souvent en dehors de lui.

Non seulement ce tendon élastique est en connexion avec des fibres musculaires extrinsèques à la portion plissée du réseau, mais aussi avec des fibres détachées de la musculature propre de cet organe qui s'irradient dans les plis.

Dans les plis primaires, il n'existe pas de cordon musculaire longitudinal continu comme on en rencontre dans les cellules ruminales.

Les fibres musculaires ont un parcours plutôt oblique à travers les lames et s'orientent presque longitudinalement dans la partie supérieure des plis.

Quelquefois, des fibres longitudinales ténues peuvent envelopper le cordon élastique.

L'épithélium superficiel des cellules réticulaires offre les mêmes caractères que celui des cellules ruminales (fig. 16). Les glandes se distinguent seulement de celles du rumen par le fait qu'elles sont plus hautes par endroits et plus denses, et présentent souvent des cellules qu'on peut rapporter aux cellules de STÖHR (fig. 15). Dans les parties du réseau revêtues d'une vraie muqueuse, la propria est faite de tissu conjonctif lâche dans lequel on rencontre les mêmes éléments cellulaires que dans les cellules ruminales.

Une mince *muscularis mucosae* soutient la propria ; généralement, on ne la distingue pas, surtout dans les plis les plus faibles, des faisceaux de fibres lisses de la musculature.

La sous-muqueuse ne comprend qu'une mince couche de conjonctif collagène qui se poursuit sans discontinuité par le tissu conjonctif interposé entre les faisceaux musculaires.

La muqueuse glandulaire se soulève partout en de nombreux plis à la formation desquels participent toutes les couches qui viennent d'être citées, y compris des faisceaux de la musculature du réseau (fig. 16).

Sur la coupe (fig. 14), la partie lisse de la muqueuse qui forme de molles ondulations, rappelle souvent les images relatives à la panse des Ruminants domestiques. La muqueuse dermo-papillaire qui offre une plus forte tendance à la kératinisation et à la desquamation au sommet des plis, repose sur un corps papillaire peu développé, mais toujours bien délimité.

La propria est faite de tissu conjonctif dense ; elle se distingue bien de la sous-muqueuse qui est plus lâche.

Cette couche, comparativement à celle de la portion lisse du rumen, n'est que faiblement développée ; il en résulte que la muqueuse du réseau se déplace plus difficilement. La musculéuse, en revanche, rappelle celle du rumen.

Le réseau et la « portion intestininforme » de l'estomac sont unis par un segment très mince (fig. 17) dans lequel on reconnaît aisément une grande et une petite courbure ; l'origine coïncide avec la fin de la gouttière œsophagienne ; la terminaison se reconnaît facilement à la dilatation brusque de l'estomac.

Une partie de ce segment stomacal est revêtue d'une muqueuse dermo-papillaire qui dérive de la gouttière œsophagienne.

Cette muqueuse devient glandulaire au-delà d'une ligne irrégulière ; les caractères de l'épithélium superficiel et de l'épithélium glandulaire rappellent ceux qui ont été décrits à propos du rumen et du réseau. A la limite des deux muqueuses, les glandes sont dissociées ; l'épaisseur de la couche augmente à distance de cette limite ; toutefois, elle est toujours plus faible que dans les autres portions de l'estomac (fig. 18 b).

Les glandes sont souvent bi- ou trifurquées à leur extrémité et traversent fréquemment la *muscularis mucosae*.

La propria de la muqueuse dermo-papillaire est dense et forme un corps papillaire bien développé ; celle de la muqueuse glandulaire est faite de tissu conjonctif lâche, renfermant de nombreux lymphocytes, des plasmocytes et des granulocytes éosinophiles.

Dans la partie initiale de la muqueuse glandulaire, avec l'apparition simultanée d'une *muscularis mucosae*, on constate que la sous-muqueuse, faite de tissu conjonctif lâche, augmente d'épaisseur. Un autre fait intéressant est la présence, dans ce segment stomacal, de nombreux follicules lymphoïdes isolés sous-muqueux (fig. 18 a et b). Par endroits même, on rencontre des formations analogues aux plaques de PEYER. Dans la majorité des cas, la muqueuse est de structure uniforme (fig. 18 a) mais il se peut (fig. 18 b) que les follicules lymphoïdes isolés s'étendent à travers la *muscularis mucosae*, jusqu'à la propria : les glandes sont alors dissociées ou peuvent même disparaître complètement en certains points, si les follicules sont volumineux ou se groupent.

La musculéuse n'offre rien de particulier.

Dans la partie terminale du « segment » étudié, la muqueuse offre des plis qui augmentent progressivement de hauteur ; ceux-ci se continuent par les plis élevés et étroits de la partie initiale de la « portion intestininforme de l'estomac ».

c) « Portion intestininforme de l'estomac » (caillette, abomasum).

D'emblée, nous employons le terme utilisé par DROANDI (1936) pour désigner la portion terminale de l'estomac. L'homologie des régions gastriques n'ayant pas été possible jusqu'ici, nous en parlerons dans la discussion.

Macroscopiquement, la « portion intestininforme » se caractérise dans sa partie initiale par des plis peu élevés qui augmentent rapidement de hauteur, pour devenir constamment égaux ; pourtant, dans le détail, ces plis accusent des variations individuelles.

Dans la partie terminale de la « portion intestininforme » les plis deviennent hauts et épais, ou bien ils s'effacent brusquement sur une muqueuse glandulaire non plissée et épaisse qui apparaît lisse ou divisée par de nombreuses entailles en *aires gastriques (areae gastricae)*.

Microscopiquement, le territoire pourvu de hauts plis est recouvert d'une muqueuse glandulaire.

L'épithélium superficiel (fig. 19) est un épithélium cylindrique simple qui se poursuit sans discontinuité, par les cellules de glandes tubuleuses et rectilignes.

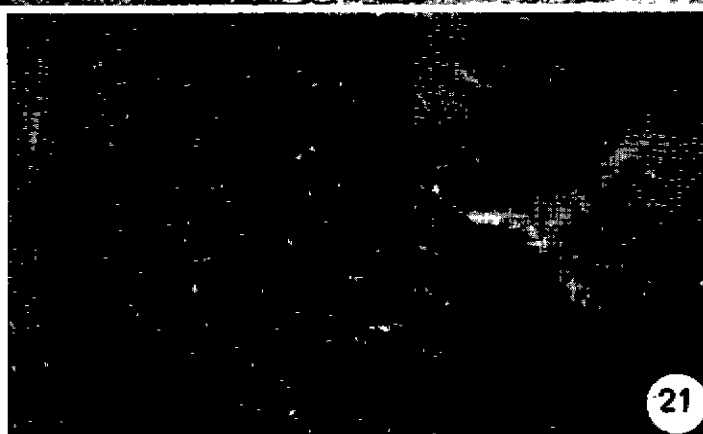
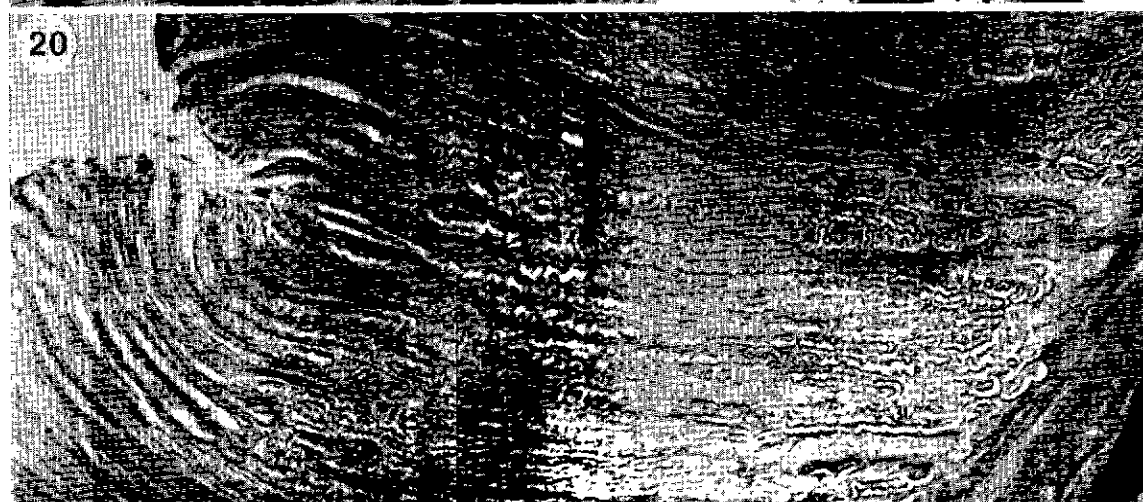
A l'occasion, ces glandes peuvent être ramifiées dans leur segment terminal et traverser la *muscularis mucosae*.

L'épithélium superficiel, l'épithélium glandulaire, les glandes dans leur ensemble ne diffèrent guère de ceux des cellules ruminales ou des cellules réticulaires. Seul l'agencement cellulaire ou la longueur des glandes offrent quelques variations.

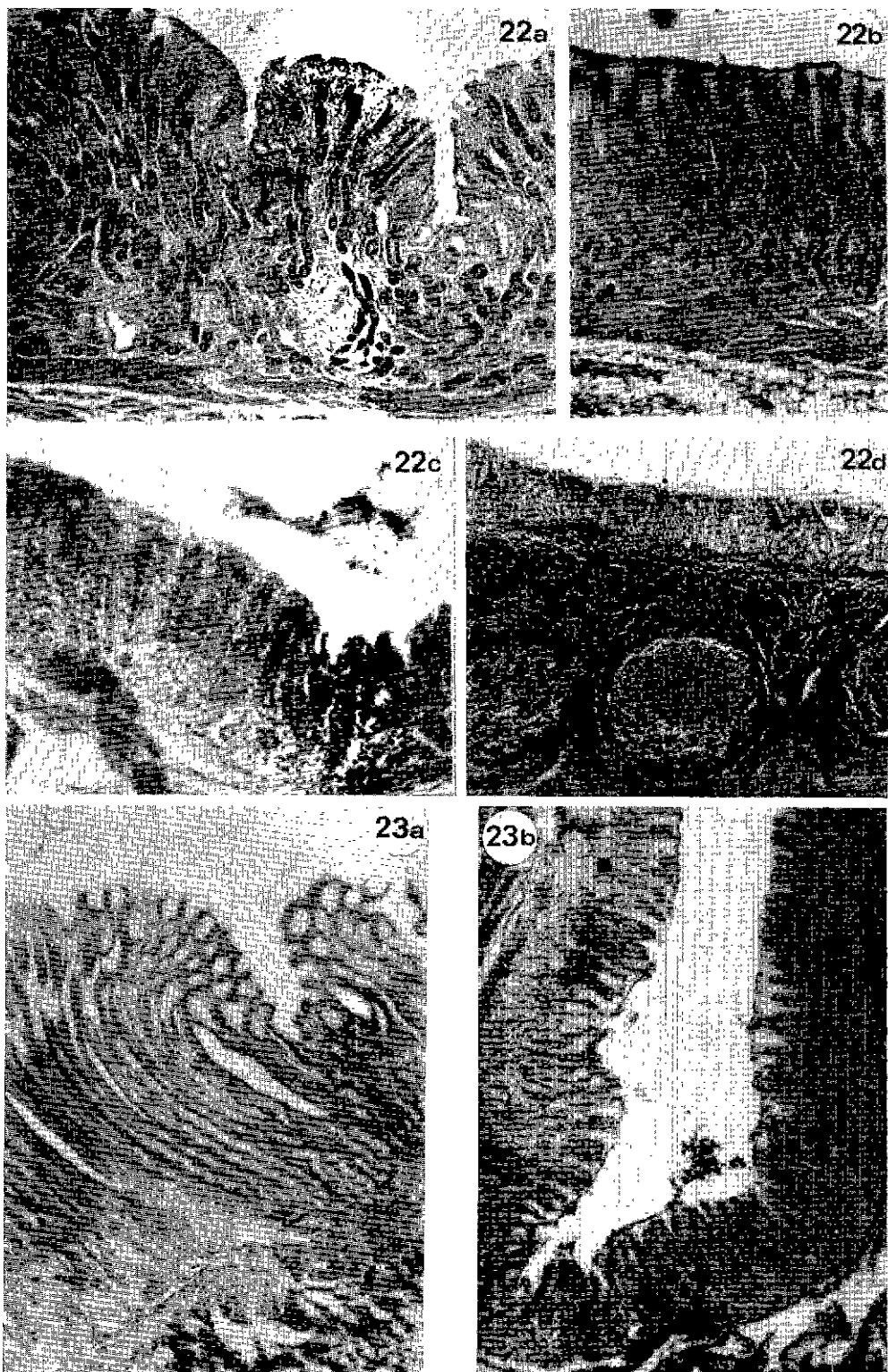
Dans la plupart des épithéliums glandulaires on peut définir, grâce au mucicarmin, une zone supranucléaire bien délimitée par rapport au cytoplasme environnant ; cette zone est surtout nette dans la portion distale des glandes ; elle se réduit vers la surface de la muqueuse.

Les épithéliums superficiels offrent également, par endroits, cette même réaction, mais le plus souvent atténuée.

PLANCHE 7



19. — Caillette, zone des glandes cardiales, muqueuse entre deux plis (a), coupe à travers un pli (b), HE, Périplan 8/10 et 3,5. 20. — Muqueuse fundique haute, sur les plis, He, Périplan 8/3,5. 21. — Muqueuse fundique basse dans la partie lisse, HE, Périplan 8/3,5.



22. — a) Muqueuse pylorique avec des fossettes gastriques (*foveolae gastricae*); b) Muqueuse pylorique lisse; c) Zone de transition entre les petits plis étroits et la portion lisse; d) Extrémité de l'estomac, muqueuse voisine du renflement pylorique, HE, Périplan 8/3,5. 23. — a) Muqueuse pylorique sur le renflement pylorique. b) Ampoule duodénale (voir le texte).

L'hématéine-éosine, et surtout l'azan, mettent en évidence des granules dans les épithéliums superficiels comme dans les épithéliums glandulaires ; ces granules se distribuent le plus souvent dans la partie apicale des cellules (épithéliums superficiels) ou irrégulièrement dans le cytoplasme (épithéliums glandulaires).

La *propria* comprend, ici également (fig. 19 a), du tissu conjonctif lâche avec de nombreuses infiltrations cellulaires rappelant celles qui ont été décrites à propos des autres compartiments gastriques. Elle a pour base une mince *muscularis mucosae*.

La *sous-muqueuse* offre un plexus fait essentiellement de fibres collagènes, riche en vaisseaux (fig. 19 b).

La *musculeuse* comprend une couche circulaire interne et une couche longitudinale externe qui ne pénètrent pas dans les plis. La couche circulaire présente, à des intervalles réguliers, une densification de ses fibres, d'où la formation de faisceaux musculaires ; cette densification est à l'origine du plissement que l'on observe à l'œil nu. En fait, ce dernier n'est apparent que dans la partie ventrale de l'organe ; les plis diminuent en effet rapidement de hauteur vers la partie dorsale et finissent par disparaître complètement.

Dès les premiers plis hauts et larges, la muqueuse augmente brusquement d'épaisseur (fig. 20).

Les variations, d'ailleurs, sont tout à fait locales et n'obéissent à aucune règle définie.

La surface est divisée par des sillons peu profonds en *aires gastriques* (*areae gastricae*).

La muqueuse est traversée sur toute sa hauteur par des glandes tubuleuses étroitement associées.

Ces glandes sont droites ; seule leur extrémité terminale est sinueuse, spiralée ou pelotonnée.

L'épithélium superficiel est un épithélium cylindrique dont les cellules ont un noyau situé près de la base ; il s'aplatit et se continue par l'épithélium glandulaire. Ce dernier n'offre que des différences locales.

Le col des glandes comprend des cellules à réaction muqueuse dont les caractères rappellent ceux observés chez d'autres animaux domestiques (*cellules accessoires*).

De même, les autres portions de la glande

n'offrent rien de particulier par rapport à d'autres espèces animales.

Les cellules principales cubiques qui prennent les colorants basiques sont rarement observées dans la partie moyenne des glandes, elles sont beaucoup plus fréquentes dans la partie sinueuse.

Les cellules bordantes offrent leurs caractères habituels ; elles sont nombreuses et s'accumulent dans la portion moyenne et rectiligne des glandes, quelquefois aussi dans la portion sinueuse.

En raison de l'association très étroite de ces glandes, la *propria* est peu exprimée et les infiltrations cellulaires sont rares.

Toutefois, dans la « portion intestininforme », on rencontre des follicules lymphoïdes isolés.

La *muscularis mucosae* est formée de deux couches ; la sous-muqueuse n'est développée qu'à la base des plis ; dans les plis eux-mêmes il n'y a qu'une traînée conjonctive, richement vascularisée.

* * *

Dans la zone des plis épais et élevés, existe également une *muqueuse glandulaire fundique* (fig. 21). Les entailles des aires gastriques sont moins profondes, mais spacieuses ; les *fossettes gastriques* (*foveolae gastricae*) sont également moins marquées.

Souvent, aussi, les glandes offrent dès leur portion supérieure, un parcours sinueux qui s'accentue vers la *muscularis mucosae*.

Les cellules bordantes diminuent rapidement de nombre et disparaissent brusquement ; après une faible zone de transition, la muqueuse change d'aspect.

Une zone glandulaire fundique est également représentée là où les plis minces et étroits se continuent sans transition par la portion lisse de l'estomac.

Les glandes sont beaucoup plus courtes que celles rencontrées dans les secteurs décrits et à peine plus longues que celles observées dans les plis hauts et étroits de la portion initiale de l'estomac. Il s'agit ici de glandes tubuleuses, spiralées, ramifiées dans leur partie terminale ; les cellules accessoires sont à peine visibles ; par contre, les cellules principales sont nettes ; quant aux cellules bordantes, elles s'observent surtout dans les segments sinueux des glandes.

Reste à décrire la *muqueuse glandulaire pylorique* qui peut présenter des modalités structurales locales.

Déjà à l'œil nu, on remarque que les secteurs de la muqueuse non plissée, voisins des plis épais, se caractérisent par d'importantes aires gastriques ; par contre, à proximité des plis minces il n'existe pratiquement pas d'aires gastriques.

La muqueuse qui s'étend jusqu'à l'*ampoule duodénale (ampulla duodeni)* est, de ce fait, essentiellement lisse ; son aspect change seulement à hauteur du renflement pylorique, où elle est particulièrement élevée.

Ces différences apparaissent bien sur la figure 22.

L'épithélium superficiel rappelle dans l'ensemble, celui que nous avons décrit jusqu'ici. Après une brève zone de transition, les cellules deviennent des cellules d'épithélium glandulaire ayant toujours les propriétés de cellules glandulaires mucoides.

Toutefois, les caractères de ces cellules sont généralement moins exprimés que dans les autres espèces domestiques.

Dans les portions de la muqueuse pylorique présentant des aires gastriques, les glandes sont souvent sinueuses sur toute leur longueur ; mais, souvent aussi, elles sont rectilignes dans leur portion initiale (fig. 22 a). Leur lumière est plus étroite et leur espacement est plus grand que dans les autres secteurs de la muqueuse pylorique.

Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de cette zone et que disparaissent les aires gastriques, la muqueuse diminue de hauteur et les glandes sont toujours droites dans leur portion initiale (fig. 22 b) ; elles apparaissent très larges et évoquent des fossettes gastriques ; elles sont beaucoup plus tassées les unes contre les autres que celles étudiées jusqu'ici. Leur portion terminale est sinueuse ou pelotonnée.

Plus près du pylore, on observe les images qui sont illustrées par les figures 22 c et 22 d. La muqueuse diminue de nouveau de hauteur et les glandes sont beaucoup plus courtes ; par contre, leur calibre augmente ; leur parcours est entièrement rectiligne.

La sous-muqueuse présente de très nombreuses inclusions lymphoïdes.

Le *renflement pylorique* est une élévation allongée de la portion ventrale du pylore ; à ce niveau

la muqueuse atteint son épaisseur maximum (fig. 23 a) ; les glandes sont rectilignes dans leur portion initiale et sinueuses dans leur portion terminale.

La muqueuse offre une *propria* dont la structure rappelle ce qui a été décrit ; par contre, la sous-muqueuse est très lâche car elle renferme des cellules grasseuses et des faisceaux musculaires.

IV. — INTESTIN

a) Intestin grêle.

1) Duodénum.

Macroscopiquement, la portion initiale du duodénum offre une dilatation, l'*ampoule duodénale*.

Contrairement aux animaux domestiques, les villosités n'apparaissent pas immédiatement dès la sortie du pylore (fig. 23).

Les glandes de ce secteur sont encore des glandes pyloriques typiques ; quant à l'épithélium superficiel, il correspond entièrement à celui de la sortie de l'estomac.

La distance qui sépare les ouvertures glandulaires est plus grande que dans la région pylorique de l'estomac.

Le tissu conjonctif de la *propria*, riche en lymphocytes, est particulièrement développé entre ces secteurs glandulaires.

En profondeur, les tubes offrent de nombreuses ramifications et le tissu conjonctif est, du même coup, réduit au minimum.

Quelques millimètres en aval, l'aspect change encore (fig. 24 a) : les ouvertures glandulaires sont maintenant beaucoup plus larges et deviennent plus profondes.

Simultanément, la densité des glandes diminue ; le tissu conjonctif est légèrement plus abondant.

Quand les portions terminales des glandes sont plus larges (fig. 24 b), les premières glandes sous-muqueuses sont visibles.

Elles n'existent d'abord qu'en faible quantité et n'occupent, dans la sous-muqueuse, que le sommet des plis ; on les observe pratiquement dans tout le duodénum.

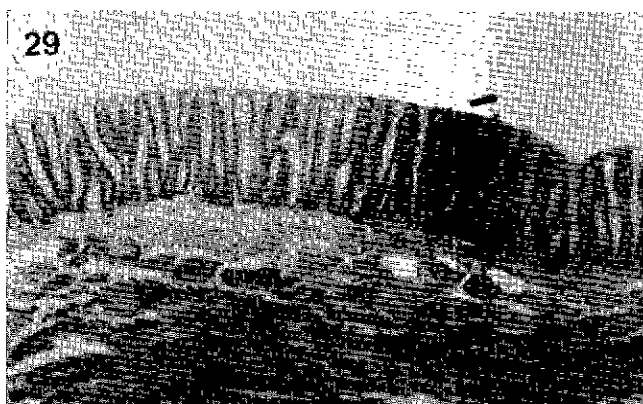
En s'accumulant, les portions superficielles des glandes s'étirent et l'on peut, pour la première fois, distinguer les glandes de LIEBERKÜHN des

PLANCHE 9



24. — a) Ampoule duodénale (voir le texte), Périplan 8/3,5. b) Ampoule duodénale (voir le texte), Périplan 8/3,5.
25. — Ampoule duodénale (voir le texte), Périplan 8/3,5. 26. — a) Ampoule duodénale (voir le texte), Périplan 8/3,5.
b) Ampoule duodénale (voir le texte), Périplan 8/3,5.

PLANCHE 10



27. — Duodénum, HE, Périplan 8/3,5. 28. — Iléon, HE, Périplan 8/3,5. 29. — Caecum, HE, Périplan, 8/3,5.
30. — Côlon ascendant, HE, Périplan 8/3,5.

glandes de BRUNNER et établir une démarcation entre le duodénum et le pylore.

En même temps, on remarque les premières cellules caliciformes dans l'épithélium superficiel.

Dans les images décrites, où l'on observe une accumulation extraordinaire des glandes sous-muqueuses (fig. 24 b, 25, 26 a) et un faible développement de la *muscularis mucosae*, la limite entre la propria et la sous-muqueuse n'est guère possible.

La muqueuse intestinale change d'aspect ; on rencontre des villosités éparses, puis des zones qui en sont dépourvues.

Les plis nombreux et épais de la muqueuse (fig. 25, 26 a) renferment des glandes de BRUNNER, entourées de tissu conjonctif en faible quantité.

La propria est bien développée et comprend essentiellement du tissu lympho-réticulé diffus qui se concentre, par endroits, pour former des follicules clos isolés ; ceux-ci s'engagent partiellement dans la muqueuse (fig. 26 a).

Au fur et à mesure qu'on s'éloigne du pylore, les villosités s'observent constamment (fig. 26 b) et les glandes de BRUNNER sont moins nombreuses ; du même coup, les glandes de LIEBERKÜHN apparaissent nettement.

La sous-muqueuse est surtout bien développée dans la région des plis ; on y trouve du tissu adipeux en grande quantité.

Au demeurant, les zones où l'on relève ces particularités se distinguent bien d'autres secteurs où réapparaissent des villosités plus étalées et de nombreuses glandes de BRUNNER.

Ce n'est que vers l'extrémité de l'ampoule que s'observent les caractères typiques de la muqueuse duodénale (fig. 27).

Les villosités sont alors bien distinctes ; elles sont très épaisses et remplies de tissu lymphoréticulaire qui peut se différencier en follicules clos isolés, présents également dans la sous-muqueuse, souvent élargis au milieu et terminés en pointe.

L'épithélium superficiel présente désormais tous les caractères d'un épithélium intestinal avec un plateau strié très distinct et de nombreuses cellules caliciformes, surtout dans les parties profondes des cryptes de LIEBERKÜHN.

Le plus souvent, la *muscularis mucosae* offre deux couches.

Dans la sous-muqueuse, les glandes de BRUNNER apparaissent comme des glandes tubulo-alvéolaires ramifiées ; les portions tubuleuses contournées peuvent s'étendre plus ou moins loin vers la musculuse. Leur nombre diminue constamment dans le sens du transit intestinal. Dans les nombreux plis longitudinaux, elles sont étroitement associées.

2) Jéjunum.

Les villosités du jéjunum, comme celles du duodénum, sont très épaisses surtout dans leur portion apicale et renferment, outre de nombreux lymphocytes, des granulocytes éosinophiles, des plasmocytes et des mastocytes.

La propria contient de temps en temps des follicules clos isolés ; des plaques de PEYER peuvent être observées.

Les glandes de LIEBERKÜHN relativement espacées, dont l'épithélium est sans particularité, sont souvent très courtes, et repliées dans leur portion terminale ; elles franchissent la *muscularis mucosae* ; cette dernière comprend deux couches.

Quant à la sous-muqueuse, elle renferme du conjonctif lâche, remplacé souvent par du tissu adipeux.

3) Iléon.

Outre la fréquente réduction des glandes de LIEBERKÜHN et l'existence de villosités épaisses, presque quadrangulaires, l'iléon du Chameau (fig. 28), n'offre rien de particulier par rapport à celui des Mammifères domestiques.

b) Gros intestin.

1) Caecum.

Le caecum (fig. 29) présente, dans son ensemble, les caractères typiques du gros intestin ; remarquons que les cellules caliciformes ne sont que sporadiques dans l'épithélium.

Les glandes de LIEBERKÜHN sont relativement espacées les unes par rapport aux autres ; elles sont courtes, non sinueuses, souvent divisées dans leur portion terminale. Les amas lymphocytaires de la propria se concentrent par endroits pour constituer des follicules clos isolés ;

ces derniers peuvent franchir la *muscularis mucosae*, disposée en deux couches, et s'engager en partie dans la sous-muqueuse.

Souvent, on observe des *cratères lymphatiques* (les follicules solitaires sont réunis en follicules conglomérés, entourés d'une mince couche de tissu conjonctif) ; la *muscularis mucosae* traversée est comme fissurée.

Ces cratères lymphatiques sont entourés par un bourrelet muqueux.

Au bord de ce bourrelet, la portion terminale des glandes de LIEBERKÜHN est très souvent dilatée ; ces glandes sont moins nombreuses et moins longues au niveau du cratère même. Par endroits, le caecum présente des plis longitudinaux très marqués ; la *muscularis mucosae* et la sous-muqueuse y sont bien développées.

2) Côlon.

Le *côlon ascendant* (fig. 30) offre peu de particularités. Les glandes de LIEBERKÜHN sont beaucoup plus denses et plus longues que dans le caecum ; souvent, elles ont un très grand diamètre, surtout dans leur portion terminale.

Elles ont pour base une *muscularis mucosae* disposée en deux couches qui est traversée, par endroits, par de petits follicules clos isolés. Les plis longitudinaux sont constants dans le côlon ascendant.

Le *côlon descendant* offre également une *muscularis mucosae* en deux couches, une couche interne de fibres circulaires est visible ; quant à la couche externe, elle s'oriente surtout dans le sens longitudinal, mais, par endroits, elle n'offre pas d'orientation définie, est traversée par de nombreux faisceaux conjonctifs et acquiert une grande épaisseur, surtout dans les plis longitudinaux (fig. 32).

3) Rectum.

Le rectum a une structure qui rappelle celle du côlon descendant. Signalons l'augmentation notable des cellules caliciformes ; les glandes sont plus courtes et moins nombreuses.

4) Anus.

Sa structure ne diffère pas de celle de l'anus des animaux domestiques.

DISCUSSION

L'étude microscopique de la muqueuse de la bouche et de l'œsophage du Chameau a montré qu'il existait des différences par rapport aux animaux domestiques ; que, dans le principe, ces différences n'étaient pas majeures, mais correspondaient surtout à des modifications spécifiques et fonctionnelles de structures connues.

Ainsi, toute la portion orale de l'appareil digestif apparaît comme une adaptation idéale de la préhension d'une nourriture dure et sèche, comme cela est souvent le cas dans les régions désertiques.

L'épithélium pavimenteux fortement kératinisé exerce une fonction protectrice qui est accrue par la présence de glandes muqueuses très nombreuses, disséminées dans la cavité buccale, le pharynx digestif et l'œsophage.

En même temps, grâce aux sécrétions, la nourriture est comme lubrifiée et peut ainsi traverser facilement les portions antérieures relativement étroites de l'appareil digestif, jusqu'au rumen et ceci, même quand la nourriture est particulièrement sèche et que l'animal n'a pas pris de boisson.

En ce qui concerne les réservoirs gastriques, deux questions ont un intérêt primordial :

1) quelle est leur fonction, dans la mesure où, somme toute, il est possible de tirer des conclusions d'ordre fonctionnel de données morphologiques ?

2) peut-on assimiler les réservoirs gastriques du Chameau à ceux des Ruminants domestiques ?

● Fonction des réservoirs gastriques du Chameau.

Rumen.

Dans les zones lisses, le rumen du Chameau, nous l'avons vu, offre une structure qui diffère singulièrement de celle observée chez les Ruminants domestiques.

Le rumen de ces derniers possède de nombreuses papilles bien vascularisées ; sous l'action du contenu liquide de l'estomac, elles forment en partie des vésicules kératinisées (« *verhornte Blasen* ») épaisses, surtout, dans les points qui sont exposés aux actions mécaniques (KRÖLLING et GRAU, 1960).

PLANCHE 11



31. — Côlon, glandes, HE, Périplan 8/3,5. 32. — Côlon, disposition de la *muscularis mucosae*, HE, Périplan 8/3,5. 33. — Ligne ano-rectale, Périplan 8/3,5.

Chez le Chameau, on n'observe rien de tel ; une muqueuse dermo-papillaire kératinisée, lisse, revêt la « portion lisse du rumen ».

La panse des Ruminants domestiques, on le sait, peut être le siège d'une importante résorption de liquide ; chez le Chameau, par contre, les données morphologiques montrent que la majeure partie de la panse constitue un réservoir où toute déperdition de liquide est évitée.

On désigne sous diverses appellations les lobes du rumen : « water bags », « water sacs », « water cells », « water compartments », « poches à eau », « Wasserzellen », « Wasser-säcke » (DROANDI, 1937 ; HANSEN et SCHMIDT-NIELSEN, 1957 ; CLAIR, 1962, etc..) ; on leur attribue un rôle sans avoir les arguments morphologiques et fonctionnels correspondants.

Il est pour le moins étonnant de constater qu'un épithélium glandulaire a été décrit dans les formations citées, par de nombreux auteurs (BRANDT, 1841 ; MÜLLER et WEDL, 1850 ; PILLIET, 1885 ; BOAS, 1890 ; DROANDI, 1936), sans qu'il soit fait allusion à une éventuelle fonction de cet épithélium.

C'est à HANSEN et SCHMIDT-NIELSEN (1957) que revient le mérite d'avoir fait une analyse détaillée des glandes qui se trouvent dans les cellules ruminales et d'en avoir tiré des conclusions ; en raison de leur topographie et de leur similitude avec les glandes correspondantes, chez le Porc, les glandes des cellules ruminales s'apparenteraient aux glandes cardiales.

Nos propres résultats (DELLMANN et FAHMY, 1964), alors que nous ignorions encore le travail de HANSEN et SCHMIDT-NIELSEN, nous ont permis de tirer les mêmes conclusions ; nous préférons toutefois le terme plus bref de « *cellulae ruminis* » à celui proposé par HANSEN et SCHMIDT-NIELSEN de « *areae glandulosae sacculatae ruminis* » ; à notre avis, il est plus explicite.

Le rôle de réservoir d'eau attribué aux lobes du rumen chez le Chameau, par PLINE, puis par de nombreux auteurs, ne saurait être soutenu sur le plan morphologique.

D'après la topographie des cellules ruminales, il semble impensable, en effet, que l'eau passe directement de l'œsophage aux cellules ruminales, sans être mélangée avec le contenu stoma-

cal ; ajoutons qu'il n'existe pas de dispositifs morphologiques capables de réaliser une séparation des constituants liquides et solides ou d'assurer la retenue, pendant un certain temps, des constituants liquides.

L'existence d'une authentique muqueuse glandulaire est également contraire à cette idée.

Par contre, on peut supposer, avec plus de certitude, que la nourriture qui parvient aux cellules ruminales est soumise à une digestion et que, conséquemment, des produits de fermentation sont très vraisemblablement absorbés (HANSEN et SCHMIDT-NIELSEN).

Le réseau capillaire, beaucoup plus dense, devrait jouer, dans les secteurs à muqueuse vraie, un rôle favorisant.

Un manque d'apport liquide dans la digestion demande une compensation chez les animaux adaptés à la vie désertique (c'est le cas du Chameau) ; ou la nourriture sèche peut être digérée sous cette forme ou l'animal est en état de la fluidifier. Retenant cette dernière thèse, on peut avancer que la fonction principale de la muqueuse glandulaire est une fonction sécrétrice intense capable d'assurer une fluidification du contenu ruminal.

Réseau.

Dans le même sens, on peut envisager la fonction du réseau dont la structure, n'est pas différente de celle des cellules ruminales. De plus, sa communication large avec le rumen laisse supposer un passage réciproque des aliments dans les deux compartiments gastriques.

A l'appui de cette thèse, nous avons l'organisation particulière de la musculature dans les cellules ruminales et dans le réseau ; ces faits rendent invraisemblable l'interprétation de TAYEB (communication personnelle) qui met l'accent sur l'existence de « *macerating cell groups* ».

La couche interne de fibres circulaires de la musculature est disposée de telle façon que la contraction s'accompagne d'un raccourcissement des septa et d'une diminution de volume des cellules. Suivant l'ampleur de cette contraction, il se fait un mélange à l'intérieur des cellules ou un reflux dans la portion lisse du rumen ; à l'inverse, si la musculature se relâche, si les ouvertures placées entre les plis primaires res-

tent béantes, il se produit une aspiration du contenu, de la portion lisse du rumen vers les cellules.

Il est probable que les faisceaux de fibres musculaires longitudinales, tout comme les ligaments élastiques, ont une fonction importante ; le mécanisme précis de leur participation demande toutefois à être examiné expérimentalement.

«Portion intestinforme».

Après une zone de transition revêtue essentiellement d'une muqueuse dermo-papillaire, la portion de l'estomac désignée par DROANDI sous le nom d'« estomac intestinforme », se caractérise, nous l'avons vu, par une zone glandulaire cardiaque très étendue, une zone de glandes fundiques bien délimitée et une zone de glandes pyloriques.

• Homologie des réservoirs gastriques du Chameau.

Du point de vue de l'anatomie comparée, l'homologie des diverses portions de l'estomac du Chameau avec celles des Ruminants domestiques doit être examinée.

Ce problème a été déjà abordé par de nombreux auteurs (CUVIER, 1805 ; MÜLLER et WEDL, 1850 ; BOAS, 1890 ; WEBER, 1904 ; DROANDI, 1937, etc...).

Deux thèses s'affrontent : pour les uns, les divers compartiments de l'estomac répondent au rumen, au réseau et à la caillette (il n'existe pas de feuillet) ; pour les autres, la « portion intestinforme » de l'estomac représenterait une fusion du feuillet et de la caillette.

L'identification du rumen avec celui des Ruminants domestiques ne fait pas de difficulté ; de même, le compartiment suivant peut être consi-

déré comme le réseau, bien que sa fonction puisse être différente chez le Chameau et chez les Mammifères domestiques.

Le terme d'atrium proposé par TAYEB (communication personnelle) ne peut être maintenu sur le plan de l'anatomie comparée.

Dans la littérature anatomique que nous avons consultée, l'existence d'un compartiment entre le réseau et la portion intestinforme de l'estomac n'est pas mentionnée.

Pourtant, aussi bien macroscopiquement que microscopiquement, ce compartiment se distingue bien des portions voisines de l'estomac ; la question se pose alors de savoir dans quelle mesure on doit le considérer comme étant le feuillet.

Il offre, en effet, une grande courbure et une petite courbure bien marquées, il s'unit à l'extrémité de la gouttière œsophagienne et présente partiellement un revêtement de type malpighien ; tous ces faits plaident en faveur du feuillet, même si une identité morphologique et fonctionnelle avec l'organe correspondant des Ruminants domestiques n'est pas totale.

S'il n'est pas possible, actuellement, de trancher définitivement cette question, nous pensons que des recherches d'embryologie et de physiologie (les premières sont commencées) pourraient fournir la solution du problème.

L'« estomac intestinforme » (selon DROANDI) correspondrait alors à la caillette des Ruminants domestiques.

L'*ampoule duodénale* représente pratiquement une zone de transition entre le pylore et le duodénum dont les caractères propres apparaissent progressivement. Nous n'avons pas trouvé de fait analogue chez d'autres animaux, dans la littérature anatomique consultée.

SUMMARY

Contribution to the study of the microscopic anatomy of the digestive tract of the camel

Numerous hairs, especially tactile hairs, are found in the lips, with numerous mucous labial glands in the submucosa.

The upper lip is subdivided into independent motile halves by a deep groove lined by modified skin.

The cheeks are covered by a great number of conical papillae which often contain the excretory ducts of the submucosal mucous glands.

The hard palate in its rostral part forms a cornified plate with numerous filiform papillae with a particularly well developed papillary body. Whenever the pala-

fine crests are absent the submucosa contains mucous glands. In its rostral part there exists a network of erectile veins.

The soft palate, in the male, forms the so called « gulla », a mucosal sac-like fold with numerous vessels and mucous glands surrounded by a thick layer of connective tissue.

The surface epithelium of the tongue is differentiated into filiform, conical, fungiform and vallate papillae ; besides serous glands (von Ebner) it contains numerous mucous glands and a connective tissue condensation resembling a lyssa.

With the exception of the parotid gland, the middle layer of the glands of the cheeks and von Ebner's glands all salivary glands are mucous glands.

At the level of the larynx the esophagus contains a fold. A muscularis mucosae is absent. Mucous glands and a striated tunica muscularis are found over its entire length.

The rumen consists of a smooth part and evaginations of its wall, the ruminal cells. The smooth part is lined by a keratinized cutaneous mucous membrane, the bottom of the ruminal cells by a glandular mucous membrane.

This mucous membrane is equally well developed in the entire reticulum, a small portion of the « transitional part » (omasum ?) and in the initial portion of the abomasum. In the primary folds of the ruminal cells and of the reticulum elastic tendons with close relation to the arteries are found.

The abomasum is subdivided into three portions ; the cardiac zone with narrow not very high folds, the fundic zone with thick and high folds and the pyloric zone with quite a few local variations.

The small intestine is characterized by particularly thick villi and numerous lympho-reticular inclusions ; it is linked to the stomach by a transitional zone, the duodenal ampulla where the pyloric mucous membrane changes progressively into the mucous membrane of the small intestine. Brunner's glands are found in the entire duodenum, they decrease in number toward the jejunum.

The large intestine is characterized by numerous lympho-reticular inclusions.

Conclusions

The function of the ruminal cells (*cellulae ruminales*) of the dromedary has been discussed and it was concluded, that the rumen cannot be considered as a storage organ for water. In agreement with Schmidt-Nielsen et al. the authors emphasize the glandular function of the ruminal cells and the existence, at their level, of a digestive process. It seems that the essential function of these glands is to humidify the ruminal content. The reticular cells (*cellulae reticuli*) would have a similar function ; alimentary exchanges seem to take place between rumen and reticulum.

As far as the homology of the gastric compartments of the dromedary is concerned it is easy to identify rumen and reticulum with the correspondent parts in the domestic ruminants. The authors describe at the exit of the reticulum a small compartment of different morphology whose homology with the omasum of the domestic ruminants needs to be established by further investigations. The « intestiniform portion of the stomach » (according to Droandi) corresponds to the abomasum.

RESUMEN

Contribución al estudio de la anatomía microscópica del tubo digestivo del camello

— Estudio descriptivo.

Se encuentran, en la zona de pasaje del tegumento al revestimiento mucoso de los labios, numerosos pelos, sobretudoo táctiles. Muchas glándulas mucosas

labiales existen en la submucosa. Se parte el labio superior por dos mitades móviles, independientes, mediante un surco hondo cubierto por una mucosa dermopapilar.

Las mejillas muestran papilas cónicas que forman una maza apretada. A menudo, atraviesa las dichas el conducto excretor de las glándulas mucosas aisladas de la submucosa. El paladar forma un rodete palatino en su parte oral. Presenta el epitelio numerosas papilas filiformes que se descansan sobre un cuerpo papilar particularmente elevado.

Allá donde carecen las crestas palatinas, muchas glándulas mucosas existen en la submucosa que contiene una red de venas eréctiles.

El velo del paladar tiene un dispositivo especial, la « *gulla* ». Se trata, en el macho, de un pliegue mucoso sacciforme, que contiene numerosos vasos y glándulas mucosas rodeadas por una capa espesa de tejido conjuntivo.

La superficie de la lengua muestra un epitelio con papilas filiformes, cónicas, fungiformes y caliciformes ; además las glándulas de Von Ebner, se encuentran numerosas glándulas mucosas. En la parte inferior de la lengua está una formación de tejido conjuntivo que se parece a una *lyssa*.

Son mucosas todas las glándulas salivales, excepto la parótida, la glándula jugal media y las glándulas de Von Ebner ; tienen la estructura de las glándulas salivales clásicamente descritas.

El esófago presenta un pliegue al nivel de la laringe ; no tiene *muscularis mucosae* ; glándulas mucosas y una túnica muscular estriada existen hasta la panza. La panza comprende una parte lisa y células ruminales, expansiones de su pared. La parte lisa está revestida por una mucosa dermopapilar keratinizada. El suelo de las células ruminales está cubierto por una mucosa glandular, que se desarrolla igualmente en la red entera, una pequeña parte de la « porción de transición » (« libro ? ») y la porción inicial del cuajar. Se encuentran en los pliegues primarios de las células ruminales y de la red tendones elásticos que tienen relaciones estrechas con las arterias.

El cuajar tiene tres partes : una zona cardial con pliegues estrechos, de pequeña elevación, una zona fundica con pliegues espesos y elevados y una zona pilórica que presenta diferencias locales.

Se caracteriza el intestino delgado por vellosidades particularmente espesas e inclusiones linforeticulares ; está ligado con el estómago por una zona de transición, la ampolla duodenal ; la mucosa pilórica va transformándose en mucosa del intestino delgado. Las glándulas de Brunner existen en el duodeno, pero su número disminuye hacia el yeyuno.

Se caracteriza el intestino grueso por la presencia de numerosas inclusiones linforeticulares.

— Estudio crítico.

1) Se discute la función de las células ruminales (*cellulae ruminis*) del camello.

No se puede considerar la panza como un receptáculo de agua. De acuerdo con los trabajos de Schmidt-Nielsen y de sus colaboradores, los autores notan la importancia de la función glandular de las células ruminales y de la existencia de un verdadero proceso digestivo al nivel de ellas. A lo que parece, la función esencial de las glándulas es la realización de la licuefacción del contenido ruminal. Tendrían una función similar las células reticulares (*cellulae reticuli*) y ocurrirían intercambios nutritivos entre la panza y la red.

2) Se considera la homología de los receptáculos gástricos del camello. La panza y la red pueden identificarse con los receptáculos correspondientes en los rumiantes domésticos ; los autores describen, a la salida de la red, un pequeño compartimiento de conformación y de estructura peculiares ; pero su asimilación con el libro de los rumiantes domésticos necesita otras búsquedas. En cuanto a la « porción intestiniforme del estómago » (según Droandi), se la puede comparar con el cuajar.

BIBLIOGRAPHIE

● OUVRAGES GÉNÉRAUX.

CAUVET (Cdt). — « **Le Chameau** ». Anatomie. Physiologie. Races. Extérieur. Vie et mœurs. Élevage. Alimentation. Maladies. Rôle économique, Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925, 784 p., 82 pl.

CHAUVEAU (A.). — « **Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques** », 4^e édition, avec la collaboration de S. ARLOING, Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890, 1064 p., (p. 463).

CURASSON (G.). — « **Le chameau et ses maladies** ». Paris, Vigot frères, 1947, 462 p., 83 fig.

CUVIER (G.). — « **Leçons d'anatomie comparée** », 4^e volume, tome 2, Paris, Crochard, 1835, 691 p. (72-75).

DROANDI (I.). — « **Il cammello ; Storia naturale, anatomia, fisiologia, zootechnica, patologia** ». Firenze, Istituto agricolo coloniale italiano, 1936, XIV, 856 p., ill.

GRÜNER (S. A.). — « **Literatoura po verblioudovodstvou** » (Revue bibliographique sur l'élevage du Chameau). *Troudy Sibirskogo Veterinarnogo Institouta*, 1928-1929, X, 329-337.

KRÖLLING (O.) und GRAU (H.). — « **Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere** ». Berlin, Hamburg, Paul Parey, 1960, 554 S., 530 Abb.

LESBRE (F.-X.). — « **Recherches anatomiques sur les Camélidés. Anatomie du Chameau à deux bosses, différences entre les deux espèces de Chameaux, différences entre les Chameaux et les Lamas** ». Lyon, Henri Georg 1900, 192 p., 116 fig.

VALLON (M.). — « **Mémoire sur l'histoire naturelle du dromadaire** ». *Recueil des mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires*, 1856, 7, 351-614.

● APPAREIL DIGESTIF. ANATOMIE MACROSCOPIQUE.

HEGAZI (A.). — « **The anatomy of the digestive system of the camel** ». Thesis Giza, R. A. U., 1945.

KNAPP (E.). — « **Zunge, Schlundkopf und Kehlkopf beim Kamel und Dromedar** ». Diss. med. Fakultät, Münster, 1934.

MÜLLER (F.) und WEDL (O.). — « **Beitrag zur Anatomie des zweibuckligen Cameles** ». Wien, 1850.

PAVAUX (Cl.). — « **Contribution à l'étude de la topographie viscérale des Camélidés** ». *Rev. Méd. Vét.* 1965, CXVI (XXVIII), 409-418, 6 pl.

Cavité buccale.

AL-BAGDADI (Fakhri Abdul Karim). — « **The tongue of the camel** » (*Camelus dromedarius* and *Camelus bactrianus*). *Nordisk Veterinär-Medicin*, 1966, 18, 337-346.

EROFÉEV (M. G.). — « **K normal'noi anatomii nebnoi zanaveski odnogorbogo verbliouda** » (Anatomie normale du voile du palais du Dromadaire). *Travaux de l'Institut agricole de Turkménistan*, 1935, I, 81-92.

HEGAZI (A.). — « **The inferior buccal gland in the camel** ». *Vet. Rec.*, 1949, 61, 10-11.

HEGAZI (A.). — « **The soft palate of the camel** ». *Brit. Vet. J.* 1949, 105, 325-328.

TAYEB (M. A. F.). — « **L'appareil glandulaire de la tête du Chameau** ». « La cavité buccale du Chameau ». *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 1950, IV, 151-155 et 157-160 (traduction P.-C. BLIN).

Œsophage.

MASKAR (U.). — « **Islands of cartilage in the œsophagus of a dromedary foetus** ». *Acta Anatomica*, 1961, 44, 206-209.

Estomac.

BOAS (J. E. V.). — « **Zur Morphologie des Magens der Cameliden und der Traguliden und über die systematische Stellung letzterer Abteilung** ». *Morphologisches Jahrbuch*, 1890, 16, 494-524.

HEGAZI (A.). — « **The stomach of the camel** ». *Brit. Vet. J.*, 1950, 106, 209-213.

PUROHIT (M. S.) and RATHOR (S. S.). — « **Stomach of the camel in comparison to that of the ox** ». *Indian Vet. J.*, 1962, 39, 604-608.

- APPAREIL DIGESTIF. ANATOMIE MICROSCOPIQUE.
- DELLMANN (H.-D.) and FAHMY (M. F. A.). — « Investigations on the microscopic anatomy of the forestomach and stomach of *Camelus dromedarius* ». Congress of Veterinary Medicine, Cairo, 1964.
- ERENCIN (Z.). — « Dvelderde õn midelerin « proventriculus » histologik incelemelerle kompartmanlarina taksimi ve bu kisimlerin morfologik olarak incelenmesi » (Le « proventricule » chez le Chameau, étude histologique et morphologique), Ankara, 1949, 80 p., 37 fig.
- HANSEN (A.) and SCHMIDT-NIELSEN (K.). — « On the stomach of the camel with special reference to the structure of its mucous membrane ». *Acta Anatomica*, 1957, **31**, 353-375.
- PILLIET (A.). — « Structure de la portion gaufrée de l'estomac du Chameau ». *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1885, **10**, 40-41.
- PHYSIOLOGIE.
- BAKHTIOZINA (B. Kh.). — « Régouliatsiia vodnogo obména ou verbliouda » (Régulation du métabolisme hydrique chez le Chameau). *Outch. zap. Kazakhsks. gos. ped. in-ta*, 1959, **17**, 30-37.
- BAKHTIOZINA (B. Kh.). — « Izménénié obmena vody pri vodnom golodanii verbliouda ». (Modifications du métabolisme de l'eau en jeûne hydrique chez le Chameau). *Izv. A. N. Kaz. S. S. R.* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Kazakstan), 1960, **2** (14), 101-108.
- BAZANOVA (N. Ou.) i TACHENOV (K. T.). — « Sekretornaia déiatel'nost' okoloouchnoï sliounnoï jélézy ou verbliouda pri vodnom golodanii » (Activité sécrétoire de la parotide du Chameau en jeûne hydrique). *Troudy Alma-Atinskogo Zoovetinstitouta*, 1959, **XI**, 405-420.
- CHARNOT (Y.). — « Répercussion de la déshydratation sur la biochimie et l'endocrinologie du dromadaire ». *Travaux de l'Institut scientifique chérifien, Série Zoologie*, 1960, **20**, pp. 167.
- CHEW (R. M.). — « Water metabolism of desert-inhabiting vertebrates ». *Biol. Rev.* 1961, **36**, 1-31.
- CLAIR (M. N.). — « De la résistance du chameau à la soif ». Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort, 1962, n° 9, 83 p., 2 tab., 121 réf. bibl. (en particulier, citation des travaux de SCHMIDT-NIELSEN (B.) et de ses collaborateurs).
- CURASSON (G.). — « Les tests anatomiques de l'adaptation du chameau au milieu désertique ». *Rev. Elev. Méd. Vét. pays trop.*, 1947, **1**, 29-36.
- Mac FARLANE (W. V.), MORRIS (R. J. H.) and HOWARD (B.). — « Turn-over and distribution of water in desert camels, sheep, cattle and kangaroos ». *Nature*, London, 1963, **197**, 270-271.
- NASR (H.). — « Digestion in the Arabian camel ». i. Salivary digestion. *Vet. Med. J. Giza*, 1959, **6**, 203-208.
- SCHMIDT-NIELSEN (K.). — « The physiology of the camel ». *Scient. Am.*, 1959, **201** (6), 140-151.
- SCHMIDT-NIELSEN (B.), SCHMIDT-NIELSEN (K.), HOUP (T. R.) and JARNUM (S. A.). — « The question of storage water in the stomach of the camel ». *Mammalia*, 1956, **20**, 1-15.
- SCHMIDT-NIELSEN (B.), SCHMIDT-NIELSEN (K.), HOUP (T. R.) and JARNUM (S. A.). — « Water balance of the camel ». *Am. J. Physiol.*, 1956, **185**, 185-194.
- SCHMIDT-NIELSEN (B.), SCHMIDT-NIELSEN (K.), HOUP (T. R.) and JARNUM (S. A.). — « Body temperature of the camel and its relation to water economy ». *Am. J. Physiol.*, 1957, **188**, 103-112.
- TROFIMOVA (R. M.). — « K voprosou nervnoï régouliatsii déiatel'nosti sliounnykh jéléz ou ovets i verbliouda » (Régulation nerveuse de la sécrétion salivaire chez le Mouton et le Chameau). *Troudy Alma-Atinskogo Zoovetinstitouta*, 1959, **XI**, 421-432.
- WILLIAMS (V. J.). — « Rumen function in the camel ». *Nature*, London, 1963, **197**, 1221.