

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE – ALGER**

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU**

**DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE**

**THEME**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'HISTOLOGIE  
COMPAREE DE L'ESTOMAC DU DROMADAIRE**

*(Camelus dromedarius)*

**Présenté par : Mlle Loukriz Imen**

**Soutenu le :**

**31/10/2011**

**Le jury :**

**Président : Dr. LAAMARI A.**      Maître-assistant classe « A »    ENSV-Alger

**Promotrice : Dr. MOKRANI N.**      Maître-assistante classe « A »    ENSV-Alger

**Examinatrice 1 : Mme ZOUAMBI A.**    Maître-assistante classe « A »    ENSV-Alger

**Examinatrice 2 : Mme HADDADJ F.**    Maître-assistante classe « A »    ENSV-Alger

**Année universitaire 2010-2011**

## REMERCIEMENTS

*Louange à Dieu, le Miséricordieux, le Compatissant. Paix et Salut sur notre Prophète Mohammed.*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements :*

*A Monsieur LAAMARI A., Maitre assistant, à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach (Alger),*

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la Présidence de notre jury de PFE,*

*A Mademoiselle MOKRANI N., Maitre assistante, à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach (Alger),*

*Qui a encadré et guidé notre travail avec une grande disponibilité et pour son aide précieuse dans la réalisation de notre mémoire*

*A Madame ZOUMBI A., Maitre assistante à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach (Alger),*

*Qui nous a fait l'honneur d'apporter sa contribution à la réalisation de notre travail par l'interprétation des lames histologiques et de prendre part à notre jury*

*A Madame HADDADJ F., Maitre assistante, à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach (Alger),*

*Qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté de juger ce travail*

*A Monsieur KADDOUR R., Technicien au Laboratoire d'Anatomie Pathologique de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach (Alger),*

*Pour l'aide pratique qu'il nous a apportée dans la réalisation des coupes histologiques et pour sa bienveillance à notre égard*

## DEDICACES

*A mes parents,*

*Merci de votre soutien sans failles pendant toutes ces années. Ce travail est entièrement dédié à vous qui m'avez donné le goût de l'effort et permis d'arriver jusqu'ici.*

*Que Dieu vous garde auprès de moi*

*A mes chères sœurs et à mon unique frère; je vous aime*

*A toute ma grande famille*

*A tous mes amis de la promotion*

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau 1.** Taxonomie des grands camélidés.....p.3

## LISTE DES FIGURES

**Figure 2.** Distribution de l'espèce cameline.....p.5

**Figure 3.** Répartition géographique des principales races de dromadaires.....p.9  
en Afrique du Nord

**Figure 4.** Vue dorsale de l'estomac du Dromadaire..... Voir annexe

**Figure 5.** Photographie-Vue dorsale de l'estomac du Dromadaire..... Voir annexe

**Figure 6.** Photographie personnelle de la face viscérale de l'estomac..... Voir annexe  
de Dromadaire

**Figure 7.** Vue latérale droite de l'estomac de Dromadaire..... Voir annexe  
Face viscérale

**Figure 8.** Conformation intérieure du rumen et du réticulum de Camélidé..... Voir annexe

**Figure 9.** Conformation intérieure du rumen, du réseau et du sillon gastrique..... Voir annexe  
de Dromadaire

**Figure 10.** Photographies personnelles de la conformation intérieure..... Voir annexe  
du compartiment 1 du Dromadaire (A et B)

**Figure 11.** Photographie personnelle du compartiment 2 ou réseau ..... Voir annexe  
du Dromadaire.

**Figure 12.** Photographie personnelle de la conformation intérieure..... Voir annexe  
du sillon gastrique ou « gouttière œsophagienne » du Dromadaire

**Figure 13.** Photographies personnelles de la conformation intérieure..... Voir annexe  
du compartiment 3 (A et B) du Dromadaire

**Figure 14.** Photographie personnelle de la conformation intérieure..... Voir annexe  
du compartiment 4 du Dromadaire

**Figure 15.** Photographie de la conformation intérieure de l'abomasum (C4)..... Voir annexe  
du Dromadaire

**Figure 16.** Conformation extérieure de l'estomac du Bœuf..... Voir annexe  
Face pariétale gauche

**Figure 17.** Photographie de la conformation extérieure de l'estomac du Bœuf..... Voir annexe  
Face gauche

**Figure 18.** Conformation extérieure de l'estomac du Bœuf..... Voir annexe  
Face viscérale droite

**Figure 19.** Photographie de la conformation extérieure de l'estomac du Bœuf..... Voir annexe  
Face droite – (Omasum et abomasum sectionnés)

**Figure 20.** Conformation intérieure du rumen et du réticulum de l'estomac..... Voir annexe  
du Bœuf

**Figure 21.** Photographie de la conformation intérieure du rumen et du réticulum..Voir annexe  
de l'estomac du Bœuf – Face médiale gauche

**Figure 22.** Papilles du rumen du Bœuf (A et B)..... Voir annexe  
Photographies à la surface de la muqueuse du cul-de-sac dorsal

**Figure 23.** Crêtes et cellules du réseau d'un bœuf..... Voir annexe

**Figure 24.** Sillon réticulaire de Bovin..... Voir annexe

**Figure 25.** Conformation intérieure de l'omaso-abomasum de Bœuf.....Voir annexe  
Face médiale droite

**Figure 26.** Schéma de la coupe transversale de l'omasum..... Voir annexe

**Figure 27.** Photographie de la conformation intérieure de l'omasum d'un Bœuf.. Voir annexe  
Coupe longitudinale

**Figure 28.** Conformation intérieure de l'omasum, de l'abomasum et de la..... Voir annexe  
partie proximale du duodénum de Bovin, sectionnés et réclinés le long de la petite courbure

## **LISTE DES PLANCHES HISTOLOGIQUES DE L'ESTOMAC DE BOVIN**

### **Planche I**

**Figure 29.** Micrographie des papilles primaires et secondaires du rumen..... Voir annexe  
de Bovin

**Figure 30.** Micrographie de la vue d'ensemble des tuniques..... Voir annexe  
de la paroi du rumen de Bovin

**Figure 31.** Micrographie du détail de la papille du rumen de Bovin..... Voir annexe

### **Planche II**

**Figure 32.** Micrographie des crêtes des cellules réticulaires de Bovin..... Voir annexe

**Figure 33.** Micrographie du détail d'une crête du réseau de Bovin.....Voir annexe

### **Planche III**

**Figure 34.** Micrographie des lames omasales de Bovin..... Voir annexe

**Figure 35.** Micrographie de la vue générale d'une portion..... Voir annexe  
de la lame du feuillet de Bovin.

### **Planche IV**

**Figure 36.** Micrographie de la vue d'ensemble des tuniques..... Voir annexe de la paroi de l'abomasum de Bœuf

**Figure 37.** Micrographie de la tunique muqueuse glandulaire..... Voir annexe de l'abomasum de Bœuf

**Figure 38.** Micrographie montrant l'épithélium de revêtement..... Voir annexe en région apicale de la tunique muqueuse de l'abomasum de bœuf

**Figure 39.** Micrographie montrant à la base des glandes fundiques..... Voir annexe de la muqueuse de l'abomasum de Bœuf

## **LISTE DES PLANCHES HISTOLOGIQUES DE L'ESTOMAC DE DROMADAIRE**

**Figure 40.** Diagramme des différents types de muqueuses de l'estomac..... Voir annexe des Ruminants et des Camélidés

**Planche V.** Compartiment 1 [rumen] – Figures de 41 à 45..... Voir annexe

**Planche VI.** Compartiment 2 [réticulum]

- Planche VI-A. Partie dorsale de C2 – Figures de 46 à 49..... Voir annexe
- Planche VI-B. Partie ventrale de C 2 – Figures de 50 à 53..... Voir annexe
- Planche VI-C. Partie ventrale de C2 – Figures de 54 à 57..... Voir annexe

**Planche VII.** Compartiment 3 [omasum] – Figures de 58 à 60..... Voir annexe

**Planche VIII.** Compartiment 4 [abomasum]

- Planche VIII-A. Région fundique de C3 – Figures de 61 à 63..... Voir annexe
- Planche VIII-B. Région pylorique de C3 – Figures de 64 à 65..... Voir annexe



## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

|                          |                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>A.</b>                | Artère                                               |
| <b>AGV</b>               | Acides Gras Volatils                                 |
| <b>C.</b>                | Cellule                                              |
| <b>C1.</b>               | Compartiment 1 [rumen]                               |
| <b>C2.</b>               | Compartiment 2 [réticulum]                           |
| <b>C3.</b>               | Compartiment 3 [omasum]                              |
| <b>C4.</b>               | Compartiment 4 [abomasum]                            |
| <b>cm<sup>(3)</sup>.</b> | Centimètre (cube)                                    |
| <b>Ep.</b>               | Epithélium                                           |
| <b>Fl.</b>               | Follicule lymphoïde                                  |
| <b>GALT</b>              | Gut Associated Lymphoid Tissue                       |
| <b>Gl.</b>               | Glande                                               |
| <b>H &amp; E.</b>        | Hématéine – éosine (coloration)                      |
| <b>kg.</b>               | Kilogramme                                           |
| <b>l.</b>                | Litre                                                |
| <b>Lp.</b>               | Lamina propria mucosae                               |
| <b>M.A.D.R.</b>          | Ministère de l’agriculture et du Développement Rural |
| <b>M. –Cp.</b>           | Muscleuse – Couche circulaire profonde               |
| <b>M. –Ls .</b>          | Muscleuse – Couche longitudinale superficielle       |
| <b>Mm.</b>               | Lamina muscularis mucosae                            |
| <b>N.A.V.</b>            | Nomina Anatomica Veterinaria                         |
| <b>P.A.S.</b>            | Periodic acid of Schiff (coloration)                 |
| <b>pH</b>                | Potentiel Hydrogène                                  |
| <b>S.</b>                | Séreuse                                              |
| <b>Sm.</b>               | Sous-muqueuse                                        |
| <b>T.</b>                | Tendon élastique                                     |
| <b>V.</b>                | Veine                                                |

## SOMMAIRE

|                                                                  |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Remerciements .....                                              | I     |
| Dédicaces .....                                                  | II    |
| Liste des figures .....                                          | III   |
| Liste des planches histologiques de l'estomac de bovin .....     | IV    |
| Liste des planches histologiques de l'estomac de dromadaire..... | V     |
| Liste des sigles et abréviations .....                           | VI    |
| <br>INTRODUCTION GENERALE .....                                  | <br>1 |

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE DROMADAIRE

#### I.1. Systématique et origine

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| I.1.1. Systématique et taxonomie..... | 3 |
|---------------------------------------|---|

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| I.1.2. Origine des camelins..... | 4 |
|----------------------------------|---|

|                           |   |
|---------------------------|---|
| I.1.3. Domestication..... | 4 |
|---------------------------|---|

#### I.2. Répartition et effectifs

|                           |   |
|---------------------------|---|
| I.2.1. Dans le monde..... | 5 |
|---------------------------|---|

|                            |   |
|----------------------------|---|
| I.2.1.1. Distribution..... | 5 |
|----------------------------|---|

|                        |   |
|------------------------|---|
| I.2.2. En Algérie..... | 6 |
|------------------------|---|

|                                                     |   |
|-----------------------------------------------------|---|
| I.2.2.1. Introduction du dromadaire en Algérie..... | 6 |
|-----------------------------------------------------|---|

|                        |   |
|------------------------|---|
| I.2.2.2. Effectif..... | 6 |
|------------------------|---|

|                                        |   |
|----------------------------------------|---|
| I.2.2.3. Répartition géographique..... | 6 |
|----------------------------------------|---|

|                                              |   |
|----------------------------------------------|---|
| I.2.2.4. Races de dromadaire en Algérie..... | 7 |
|----------------------------------------------|---|

## **CHAPITRE II : MORPHOLOGIE DE L'ESTOMAC DU DROMADAIRE ET DU BOVIN**

### **II.1. Estomac du dromadaire**

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>II.1.1. Conformation extérieure.....</b>          | <b>10</b> |
| <b>II.1.1.1. Compartiment 1.....</b>                 | <b>10</b> |
| <b>II.1.1.2. Compartiment 2.....</b>                 | <b>12</b> |
| <b>II.1.1.3. Compartiment 3.....</b>                 | <b>13</b> |
| <b>II.1.1.4. Compartiment 4.....</b>                 | <b>13</b> |
| <b>II.1.2. Conformation intérieure</b>               |           |
| <b>II.1.2.1. Compartiment 1.....</b>                 | <b>14</b> |
| <b>II.1.2.1.1. Partie dorsale.....</b>               | <b>14</b> |
| <b>II.1.2.1.2. Partie ventrale.....</b>              | <b>14</b> |
| <b>II.1.2.2. Compartiment 2.....</b>                 | <b>15</b> |
| <b>II.1.2.3. Compartiment 3.....</b>                 | <b>16</b> |
| <b>II.1.2.4. Compartiment 4.....</b>                 | <b>17</b> |
| <b>II.1.3. Rôles de l'estomac de dromadaire.....</b> | <b>17</b> |

### **II.2. Estomac du bovin**

#### **II.2.1. Conformation extérieure**

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>II.2.1.1. Rumen.....</b>      | <b>20</b> |
| <b>II.2.1.2. Réticulum .....</b> | <b>22</b> |
| <b>II.2.1.3. Omasum.....</b>     | <b>22</b> |
| <b>II.2.1.4. Abomasum.....</b>   | <b>23</b> |

#### **II.2.2. Conformation intérieure**

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>II.2.2.1. Rumen.....</b>     | <b>24</b> |
| <b>II.2.2.2. Réticulum.....</b> | <b>25</b> |
| <b>II.2.2.3. Omasum.....</b>    | <b>25</b> |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| II.2.2.4. Abomasum.....                 | 26 |
| II.2.3. Rôles de l'estomac du bœuf..... | 27 |

### CHAPITRE III : STRUCTURE HISTOLOGIQUE DE L'ESTOMAC DE BOVIN

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| III.1. Rumen.....                    | 29 |
| III.1.1. La muqueuse.....            | 29 |
| III.1.2. La tunique submuqueuse..... | 30 |
| III.1.3. La musculuse.....           | 30 |
| III.1.4. La séreuse.....             | 30 |
| III.2. Réticulum.....                | 31 |
| III.2.1. La muqueuse.....            | 31 |
| III.2.2. La sous muqueuse.....       | 31 |
| III.2.3. La musculuse.....           | 31 |
| III.2.4. La séreuse.....             | 31 |
| III.3. Omasum.....                   | 32 |
| III.3.1. La muqueuse.....            | 32 |
| III.3.2. La sous muqueuse.....       | 32 |
| III.3.3. La musculuse.....           | 32 |
| III.3.4. La séreuse.....             | 32 |
| III.4. Caillette.....                | 32 |
| III.4.1. La muqueuse.....            | 32 |
| III.4.2. La sous muqueuse.....       | 33 |
| III.4.3. La musculuse.....           | 33 |
| III.4.4. La séreuse.....             | 33 |
| III.4.5. Glandes gastriques.....     | 33 |

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES**

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>IV.1. Animaux.....</b>                | <b>36</b> |
| <b>IV.2. Technique histologique.....</b> | <b>36</b> |

### **CHAPITRE V : RESULTATS SUR L’ETUDE DE LA STRUCTURE HISTOLOGIQUE DE L’ESTOMAC MULTILOCULAIRE DU DROMADAIRE**

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>V.1. Compartiment 1.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>V. 2. Compartiment 2.....</b> | <b>41</b> |
| <b>V.3. Compartiment 3.....</b>  | <b>42</b> |
| <b>V.4. Compartiment 4.....</b>  | <b>43</b> |

### **CHAPITRE VI : DISCUSSION ET ANATOMIE COMPAREE**

|                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| <b>Discussion et anatomie comparée.....</b> | <b>46</b> |
|---------------------------------------------|-----------|

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>CONCLUSION GENERALE.....</b> | <b>51</b> |
|---------------------------------|-----------|

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b> | <b>53</b> |
|-----------------------------------------|-----------|

### **ANNEXE**



# INTRODUCTION GENERALE

---

L'estomac des Camélidés a été l'objet de nombreux travaux; car on s'est évertué, depuis Pline, à y chercher la cause pour laquelle ces animaux supportent si longtemps la soif. On lit, en effet, dans l'Histoire naturelle de cet auteur célèbre : « Les chameaux mettent en réserve dans des poches annexées à leur estomac l'eau qu'ils boivent en grande quantité lorsqu'ils en trouvent, afin de pouvoir s'en servir ensuite lorsqu'ils viennent à en manquer dans les déserts où ils ont coutume de voyager ».

Parmi les anatomistes qui se sont occupés de cet important sujet, il convient de citer selon le mémoire de Lesbre (1900) : Perrault, *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1668 ; Daubenton et Buffon, *Histoire naturelle de Buffon*; Everard Home, *Lectures of comparative anatomy* (1806), G. Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*; Knox, *Transactions of the Royal Society, Edimbourg*, vol. II; Brandt, *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg*, 6<sup>e</sup> série, t. IV, sciences naturelles; Vallon, l'ouvrage de Vallon sur l'histoire naturelle du dromadaire (recueil des mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires, t. VII), loc. cit.: Boas, *Morphol. Jahrb.*, 3<sup>e</sup> Heft (1891); le D' Cordier, qui a publié dans les *Annales des sciences naturelles, Zoologie*, t. XVI, 1894, un long travail sur l'anatomie comparée de l'estomac des Ruminants.

Enfin d'autres auteurs se succéderont, tels que Chauveau, Arloing et Lesbre, (1905), qui ont réalisé un *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*, le Commandant Cauvet (Cdt, 1925), le Chameau (tome I), Leese (1927), *A treatise on the one-humped camel in health and diseases*, Hegazi (1950), *The stomach of the camel*,....etc.

Toutefois, ces travaux sont très anciens, et malgré le nombre croissant à ce jour de publications scientifiques, la littérature concernant le dromadaire est encore restreinte comparativement aux autres ruminants et les informations dispersées. Hormis quelques monographies réservées aux camélidés, le mérite revient essentiellement aux auteurs Smuts et Bezuidenhout, d'Afrique du Sud (1987), pour leur travail remarquable sur l'anatomie du dromadaire. Néanmoins, ces auteurs se sont limités uniquement à l'anatomie macroscopique et n'ont pas abordé l'anatomie microscopique.

Mais ces divers auteurs sont si peu d'accord dans leurs descriptions et surtout dans leurs homologations de l'estomac des Camélidés à l'estomac des Ruminants ordinaires qu'il est extrêmement difficile de comparer leurs écrits.

Le présent travail a pour objectif d'étudier la morphologie et la structure histologique de l'estomac du dromadaire afin d'obtenir d'une part de meilleures connaissances et d'établir d'autre part une étude comparative avec les autres ruminants, à partir de notre travail de recherche et de nos données bibliographiques.

A ce propos, notre choix s'est porté sur le bovin comme modèle type, parmi les ruminants domestiques.

En pratique, nous avons effectué des prélèvements sur l'estomac multiloculaire de deux (02) dromadaires de sexe mâle âgés de deux ans et demi, aux abattoirs de la Wilaya de GHARDAIA, en vue de réaliser des coupes histologiques au laboratoire d'anatomie pathologique de l'ENSV d'Alger, accompagnées préalablement de quelques prises de vue photographiques.

Notre travail qui est une contribution à l'étude de l'anatomie microscopique comparée de l'estomac du dromadaire, comprendra deux parties :

Une première partie consacrée à la revue bibliographique. Elle comportera trois (03) chapitres :

Chapitre I. Généralités sur le dromadaire

Chapitre II. Morphologies de l'estomac du dromadaire et du bovin (bœuf domestique)

Chapitre III. Structure histologique de l'estomac du bovin

Une deuxième partie traitera de l'étude expérimentale. Elle est subdivisée en trois (03) chapitres :

Dans un premier temps, nous ferons l'exposé des outils et des méthodes utilisés, ensuite nous donnerons les résultats de nos observations sur la structure histologique de l'estomac du dromadaire, qui en conséquence seront discutés en comparaison avec les données déjà connues mais aussi avec celles des autres espèces, notamment les ruminants.

---

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

---

---

---

# CHAPITRE I

---

## Généralités sur le Dromadaire

## I.1. Systématique et origine

### I.1.1. Systématique et taxonomie

La taxonomie complète des camelins est donnée dans le tableau 1

| Classification     | Français              |
|--------------------|-----------------------|
| Règne              | Animal                |
| Sous-règne         | Métazoaires           |
| Embranchement      | Chordés               |
| Sous-embranchement | Vertébrés             |
| Super-classe       | Gnathostomes          |
| Classe             | Mammifères            |
| Sous-classe        | Thériens              |
| Infra-classe       | Euthériens            |
| Super-ordre        | Laurasiathériens      |
| Ordre              | Cétartiodactyles      |
| Sous-ordre         | Tylopodes             |
| Famille            | Camélidés             |
| Genre              | <i>Camelus</i>        |
| Espèces            | Dromadaire et Chameau |

**Tableau 1.— Taxonomie des grands camélidés**  
(SIMPSON, 1945 ; GINET et ROUX, 1986, PLATEL, 1991, DARLEY, 1992 et Wikipedia 2011).

Le genre *Camelus* se divise en deux espèces :

- ***Camelus dromedarius*** : dromadaire ou chameau arabe à une seule bosse, il occupe les régions désertiques à climat sec (Afrique, Moyen-Orient...)
- ***Camelus bactrianus*** : chameau de Bactriane ou chameau asiatique à deux bosses qui occupe les régions désertiques froides d'Asie centrale (Chine.....)

La séparation du Genre *Camelus* en deux espèces était basée au début sur les différences morphologiques (une ou deux bosses) et sur le fait que le croisement entre les deux espèces n'était pas possible ; mais, en fait, embryologiquement, ces différences sont indistinguables et le croisement est possible. Le croisement est possible, et de là, on considère que *Camelus dromedarius* et *Camelus bactrianus* sont deux sous-espèces d'une espèce unique.

Les deux espèces appartiennent à la famille des camélidés et à la sous-famille des Camelins. Généralement, ces deux espèces sont rattachées aux ruminants.

Bien que les camelins ruminent, mais il est inexact de les classer en tant que ruminants ayant quatre poches stomacales et qui sont un sous-ordre des

Artiodactyles, les autres sous-ordres sont ; Les tylopodes avec trois poches stomacales (camelins) et les suiformes, qui ressemblent au porc avec une seule poche stomacale.

Les ruminants et les tylopodes se différencient aussi par des différences anatomiques notamment, leur formule dentaire ou type de dent et l'absence des cornes en particulier.

### **I.1.2. Origine des camelins**

L'origine des Camelins remonte à un animal de la préhistoire appelé « protylobus », animal de la taille d'un gros lapin (YAGIL, 1985 ; WILSON, 1989; CHEHMA, 1996). Comme le cheval, le dromadaire a son origine dans les régions connues aujourd'hui sous le nom « les Amériques du Nord » et ce, depuis l'éocène supérieur (SIMPSON, 1945; ZEUNER, 1963 ; WARDEH *et al.* 1990).

Les camélidés restèrent dans ces régions à travers tout le reste des périodes de l'ère tertiaire jusqu'au pléistocène, une période de 40 millions d'années (SIMPSON, 1945). Depuis, les camélidés se sont propagés partout dans le monde, d'une part par l'Amérique du sud et d'autre part à travers les régions Nord d'Amérique alors unies ; à l'Asie, vers l'Asie centrale et puis vers l'Afrique. Finalement, ils ont disparu entièrement de leur habitat d'origine (YAGIL, 1985).

### **I.1.3. Domestication**

Le dromadaire a été domestiqué pour plusieurs raisons car il a été utilisé non seulement comme animal de bât, mais également pour sa viande, son lait et son poil.

Il est fort probable que le processus de domestication a commencé depuis 3000 ans avant Jésus-Christ quelque part dans le sud de la péninsule arabe comme lieu de l'origine de domestication, (WILSON, 1989 ; MIKESELL, 1955 ; BULLIET ; 1975) alors que ZEUNER (1963) et WARDEH (1993) supposent que la domestication aurait pu avoir lieu plus loin au nord et au centre de l'Arabie.

L'acceptation de la vallée de Hadramaout comme berceau de domestication n'est pas basée sur des documents historiques ou archéologiques qui sont rares, et ce avant le 6<sup>ème</sup> siècle avant Jésus-Christ (c'est-à-dire depuis 2600 ans), mais sur une littérature classique, peu de gravures et d'objets archéologiques ont été mentionnés du temple de hureidha et de seiyum (les 2 à Hadramaout) (ZEUNER, 1963).

Cependant, il ya plusieurs références de littératures avant cette période. Seulement l'origine arabe de la domestication est soutenue par l'histoire de la reine de Saba (Yémen) quand elle

est allée visiter le prophète Souleymane à Jérusalem avec un grand convoi de dromadaires qui protègent ses bagages (condiments, et pierres précieuses). Cet événement s'est produit en 9550 avant Jésus-Christ, c'est-à-dire depuis 2935 ans (WILSON, 1989 ; YAGIL, 1985).

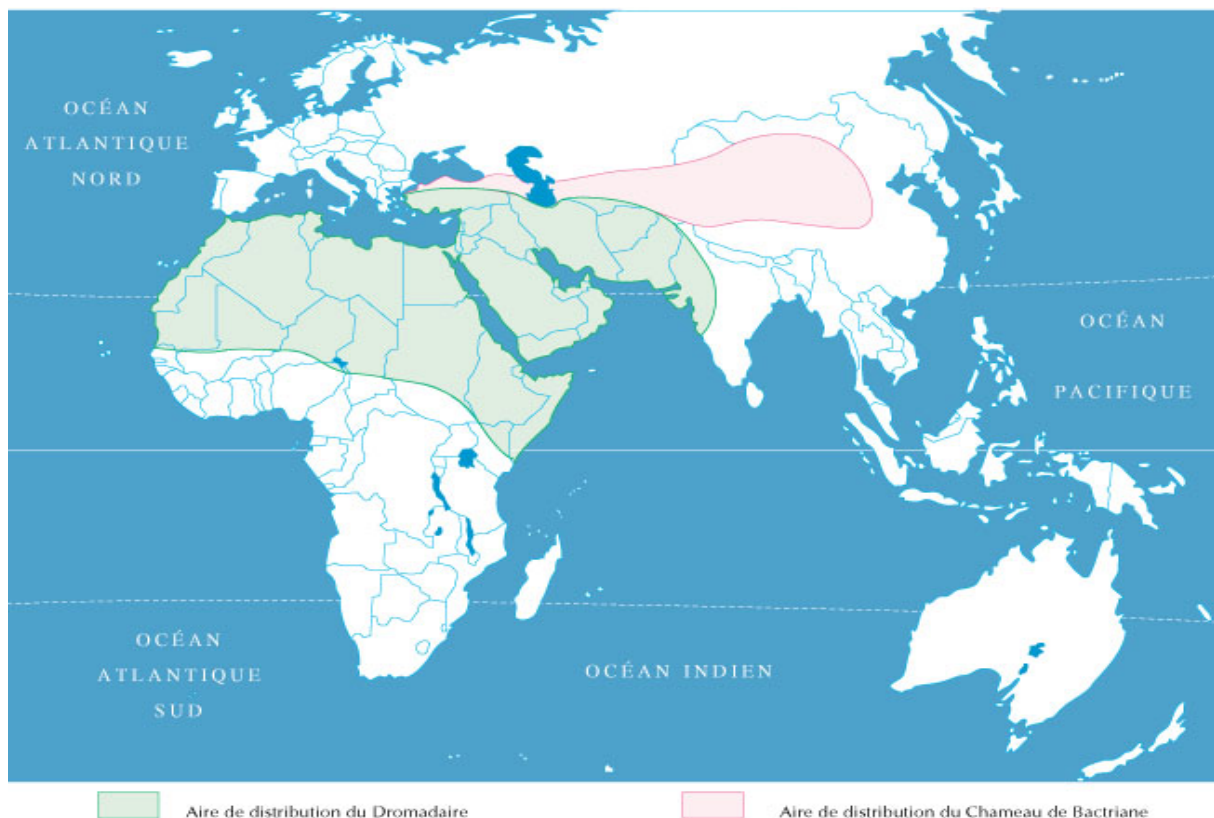
## I.2. Répartition et effectifs

### I.2.1. Dans le Monde

#### I.2.1.1. Distribution

En général le dromadaire est considéré comme animal tropical (WILSON, 1989) Mais, actuellement sa zone est plutôt extra-tropicale. Le dromadaire est présent dans des zones à faible pluviométrie, d'une période relativement courte. Ceci est suivi par une longue saison sèche qui est souvent chaude. De même l'humidité excessive est défavorable pour la survie du dromadaire.

La population cameline mondiale est confinée dans la ceinture désertique et semi-aride d'Afrique et d'Asie (**Figure 2**).



**Figure 2.— Distribution de l'espèce cameline**

(d'après FAYE, MEYER et MARTI, 1999)

De nombreuses tentatives d'introduction du dromadaire dans d'autres régions du monde ont été réalisées au cours des siècles en Afrique du sud, en Amérique du sud, en Australie centrale, au sud ouest et au sud des Etats-Unis, aux caraïbes et même en Europe (WILSON, 1989, FAYE, 1997). Mais, les seules véritables réussites se résument aux Iles Canaries et à l'Australie.

### **I.2.2. En Algérie**

#### **I.2.2.1. Introduction du dromadaire en Algérie**

En ce qui concerne l'introduction des camelins en Algérie, beaucoup d'auteurs, notamment (CURASSON, 1947), nous signalent que c'est, grâce aux Arabes qu'il y a eu cette introduction ; alors que, selon CAUVET (1925), les Berbères possédaient des dromadaires bien avant l'arrivée des arabes. D'ailleurs IBN-KHALDOUN, (1332-1406 cité par CAUVET, 1925) l'historien des Berbères, précise que bien avant l'Islam, les Berbères vivaient en nomades avec leurs dromadaires. En effet, KAHINA, reine des Aurès (701 après JC), faisait porter devant elle, sur un dromadaire, une grande idole en bois qu'elle vénérât.

Par ailleurs, on pense que ce sont les invasions Arabes, qui se succédèrent du onzième au douzième siècle, qui introduisirent ou plutôt réintroduisirent les dromadaires asiatiques dans le nord de l'Afrique (CAUVET, 1925).

#### **I.2.2.2. Effectif**

Vu l'absence de vaccination obligatoire dans cette espèce, il est difficile de connaître avec exactitude la population caméline mondiale et d'avancer les statistiques, les performances et les systèmes d'élevages existants.

Le peu de travaux réalisés ou de ceux qui sont en cours portent sur des thèmes pathologiques ou des thèmes zootechniques.

#### **I.2.2.3. Répartition géographique**

Le dromadaire est réparti sur 17 Wilayas avec :

95% du cheptel soit 316180 têtes dans les huit Wilayas sahariennes.

4% du cheptel soit 12511 têtes dans les neuf Wilayas steppiques.

1% du cheptel est réparti sur le reste de l'ensemble des Wilayas.

Ces chiffres ne sont que des estimations avancées par le Ministère de l'agriculture et du Développement Rural (M.A.D.R.) en 2003.

Au-delà des limites administratives le cheptel camelin est réparti sur trois principales zones d'élevages : le sud-est, le sud-ouest et l'extrême sud avec respectivement 41%, 19% et 37% de l'effectif total.

L'aire géographique Sud-Est : inclut deux zones :

- ❖ La zone Sud-Est proprement dite avec 64476 têtes soit plus de 19% de l'effectif total, qui concerne (El Oued, Biskra, M'sila, Tébessa, Batna et Khenchela).

Outre l'élevage sédentaire situé particulièrement dans la wilaya de M'sila autour du chott Hodna, nous constatons des mouvements de transhumance en été souvent liés à ceux des ovins, et qui vont des wilayas sahariennes vers les wilayas agro-pastorales de l'Est du pays (Khenchela-Tébessa-Oum-El-Bouaghi-Constantine-Setif-Bordj-Bou-Arréridj (BENAISSA, 1989).

- ❖ La zone Centre compte près de 73733 têtes soit plus de 22% de l'effectif total, englobe 2 wilayas sahariennes (Ouargla et Ghardaïa) et 2 Wilayas steppiques (Laghouat et Djelfa).

A travers un couloir de transhumance El Goléa-Ghardaïa-Laghouat-Djelfa, les camelins passent la période estivale dans les wilayas céréalières du centre et de l'Ouest (BEN AISSA, 1989).

L'aire géographique Sud-Ouest, qui compte près de 64.000 têtes soit plus de 19% de l'effectif total, comprend 3 wilayas sahariennes (Béchar, Tindouf et la partie Nord d'Adrar) et 2 wilayas steppiques (Naama et El Bayadh).

En période estivale une partie du cheptel transhume jusque dans les Wilayas agropastorales de Tiaret et Saida (BEN AISSA, 1989).

L'aire géographique extrême Sud compte 125.000 têtes, soit plus de 37% de l'effectif total, comprend 3 wilayas sahariennes (Tamanrasset, Illizi et la partie sud d'Adrar).

Les zones de pâturages sont constituées par les lits d'Oued descendant des massifs du Hoggar et du Tassili N'Ajjer. Les mouvements de transhumance se font vers le sud, y compris dans certaines zones de pâturages des pays du Sahel ou en Lybie (BEN AISSA, 1989).

### **I.2.2.4. Races de dromadaires en Algérie**

Les populations camelines appartiennent à deux grands groupes génétiques : le Chaâmbi et le Targui (Méhari) qui comptent toutefois des sous types : Reguibi, Sahraoui, Chameau de

L'Aftouh, L'Ajjer, L'Ait Kebbach, Le Berberi, Ouled Sid Cheikh et Chameau de la Steppe (BOUE, 1952 ; LASNAMI, 1986) (voir Figure 3).

### **Le Chaâmbi**

Animal médialigne, musclé, il se caractérise par des diverses variantes de taille et de pelage. C'est une race fortement croisée avec du sang de dromadaire arabe. Il est utilisé a double fin (bât et selle) et se trouve répandu du grand erg occidental au grand erg oriental (lieu de prédilection : Metlili des Chaamba).

### **L'Ouled sidi Cheikh**

Animal médialigne, solide, a pelage foncé mi-long, également fortement croisé avec du Sang arabe. C'est un animal bien adapté aussi bien à la pierre qu'au sable. Il est rencontré dans les hauts plateaux au nord du grand erg occidental (Sud oranais). Son élevage se trouve en déclin actuellement est remplacé par le Sahraoui.

### **Le Sahraoui**

C'est le résultat du croisement de la race Chaâmbi avec celle de l'Ouled Sidi Cheikh. Animal médialigne robuste, à pelage foncé, mi-long, c'est un excellent Méhari de troupe qui vit du grand erg occidental au centre du Sahara.

### **L'Aït Khebbach**

Animal bréviligne, de la taille moyenne, robe foncée et à poil ras, c'est un puissant animal de bât, rencontré notamment au sud ouest algérien.

### **Le Berberi**

Animal de forme fine, avec une arrière main bien musclée, rencontré surtout entre la zone saharienne et tellienne. Il est très proche du Chaâmbi et de l'Ouled Sidi Cheikh.

### **Le chameau de la steppe**

C'est un dromadaire commun, petit, bréviligne. C'est un mauvais porteur. Il est utilisé pour le nomadisme, rapproché. On le rencontre dans les confins sahariens et surtout à la limite de la steppe et du Sahara. Ce type est en déclin.

### **Le Targui**

Les dromadaires Targuis sont des animaux habitués aussi bien aux aides escarpements du Tassili et du Massif central du Hoggar, qu'aux sables. C'est un animal fin avec ses membres

très musclés. La bosse est petite et rejetée en arrière. La queue est également petite et les plantes des pieds sont fines. C'est un excellent méhari pour les patrouilles aux frontières. Il a une robe claire ou pie, des poils ras et une peau très fine. C'est un animal de selle par excellence, souvent recherché au Sahara comme reproducteur. On le rencontre surtout dans le Hoggar et son pourtour ainsi qu'au Sahara central.

### **L'Ajjer**

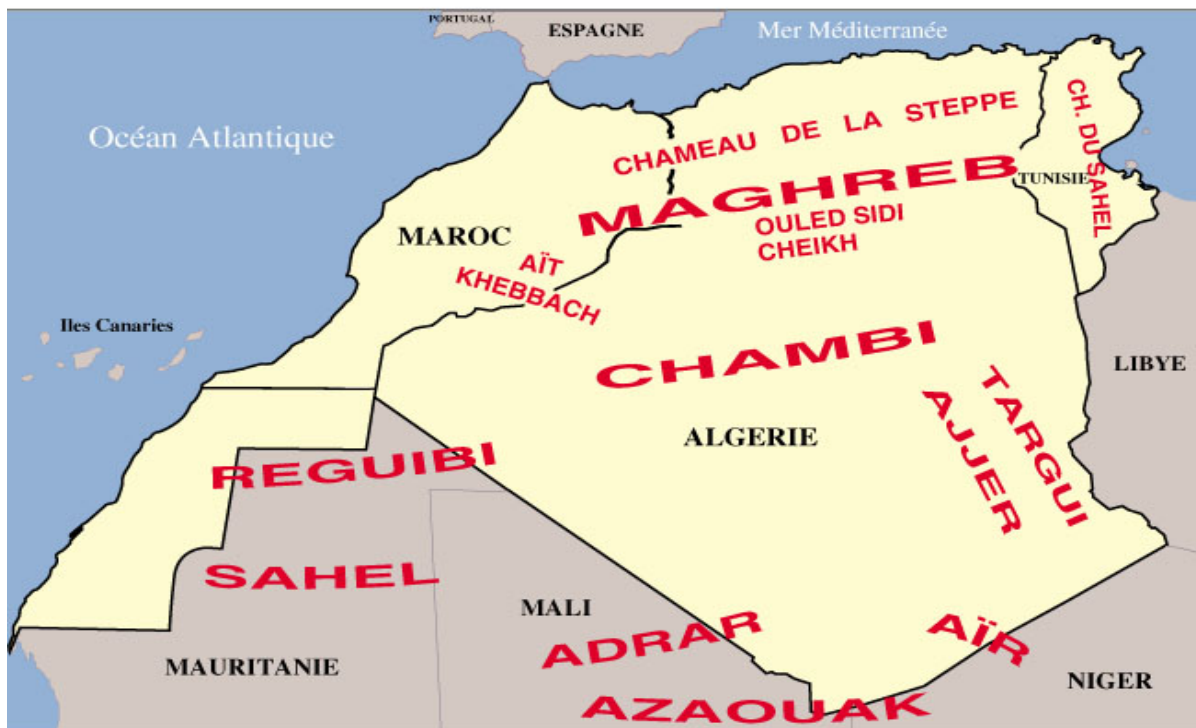
Dromadaire bréviligne de petite taille, bon marcheur et porteur, se trouve dans le Tassili N'Ajjer.

### **Chameau de L'Aftouh**

Dromadaire bréviligne trapu, c'est un bon porteur et rencontré chez les reguibets (Tindouf et Béchar).

### **Reguibi**

Animal longiligne, taille 2 m habituellement, robe généralement claire couleur de café au lait et le poil est ras. C'est un animal de selle par excellence, réputé dans tout l'Ouest saharien comme bon raceur.



**Figure 3.— Répartition géographique des principales races de dromadaires en Afrique du Nord**

(d'après FAYE, MEYER et MARTI, 1999)

# **CHAPITRE II**

---

## **Morphologies de l'estomac du dromadaire et du bovin**

## II.1. Estomac du dromadaire

L'estomac est une partie dilatée du tube digestif, qui fait suite à l'œsophage au niveau du cardia, et se termine au pylore par l'intestin grêle (BARONE, 1984). C'est un des organes qui le différencient le plus des autres mammifères et mêmes des autres ruminants. Bien que l'on fasse souvent l'analogie entre les estomacs des camélidés et ceux des ruminants : le nombre, la morphologie, la structure et le fonctionnement des divers compartiments ne sont pas tout à fait identiques et font l'objet de vives controverses.

En effet deux thèses s'affrontent dans la littérature anatomique que nous avons consultée : pour les uns, le feuillet n'existe pas; réduisant l'estomac à trois réservoirs uniquement; pour les autres, il y aurait une fusion du feuillet avec la caillette, formant d'après DROANDI (1936): une portion ou « estomac intestininforme ». Pourtant selon DELLMAN *et al.* (1968), ce compartiment (feuillet) se distingue bien, aussi bien macroscopiquement que microscopiquement des portions voisines de l'estomac. C'est ce qu'affirment également les auteurs HIFNY *et al.* (1985), SMUTS et BEZUIDENHOUT (1987) et OSMAN E.E *et al.* (2001b), lesquels sont en faveur de cette troisième et dernière thèse.

Pour éviter les confusions avec les estomacs des ruminants dont ils diffèrent sur beaucoup de points, il est tacitement admis d'appeler les quatre réservoirs gastriques des camélidés C1, C2, C3 et C4 plutôt que rumen, réticulum (réseau), omasum (feuillet) et abomasum (caillette) d'après les travaux de JOUANY (2000) et OSMAN E.E *et al.* (2001b). La capacité moyenne de ces réservoirs est au total d'après CAUVET (1925), de 245 litres, c'est-à-dire à peu près la même contenance que chez le bœuf.

### II.1.1. Conformation extérieure

**II.1.1.1. Compartiment 1 :** équivaut manifestement au rumen. Il est long d'1 mètre et large de 60 à 70 cm. Sa capacité est d'une centaine de litres (BARONE, 1984) (**figures 4, 5, 6, 7**).

Le rumen ou panse d'après CHAUVEAU *et al.* (1905), est un énorme réservoir incurvé sur lui-même et réniforme. Il est aplati de dessus en dessous, obliquement placé dans la cavité abdominale, de telle sorte que la face ventrale est légèrement tournée à droite et le bord droit remonté vers les lombes et le diaphragme (BARONE, 1984). Contrairement aux ruminants, le C1 est déjà très bien développé chez le nouveau-né.

On peut lui distinguer : une face dorsale, une face ventrale, une base, une courbure et deux extrémités qualifiées de lobes.

- La **face dorsale** (supérieure), adhère en partie au diaphragme et aux muscles psoas, situés au plafond de la cavité abdominale (SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987). Elle reçoit dans le milieu de sa longueur, non loin de la base, l'insertion de l'œsophage. Cette face est située sous l'hypochondre et la partie adjacente du flanc gauches (BARONE, 1984).
- La **face ventrale** (inférieure), orientée à droite, est plus fortement convexe que la précédente, elle entre en rapport avec la paroi abdominale inférieure surtout du côté gauche (CAUVET, 1925), et répond à l'intestin (BARONE, 1984).
- La **courbure**, opposée à la base, est épaisse et convexe, dessine une ellipse qu'interrompt ventralement une profonde échancrure occupée par la base (BARONE, 1984, SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987) qui correspondrait selon HIFNY *et al.* (1985) au **sillon ruminal gauche**. Elle divise intérieurement le rumen en deux lobes ou « sacs », l'un relativement petit, est le lobe crânial, l'autre est un large lobe caudal.  
Cette courbure suit l'hypochondre gauche à partir de la région sus-sternale et s'élève contre le flanc gauche et la région sous-lombaire, du même côté ou elle donne attache à la rate. La partie caudale du viscère d'après CAUVET (1925) et BARONE (1984), reste distante de l'entrée du bassin, de sorte que la masse intestinale entre en contact assez large avec la paroi du flanc gauche. Enfin, CAUVET (1925), SMUTS et BEZUIDENHOUT (1987) signalent l'existence d'un sillon peu profond sur la face caudo-latérale du lobe caudal du rumen, permettant le passage de vaisseaux ruminiaux gauches.
- La **base** logée entre les deux lobes est une échancrure profonde regardant en avant et à droite. Sur le plan inférieur, elle rentre en communication avec le réseau (CAUVET, 1925).  
Selon HIFNY *et al.* (1985), sur la face viscérale du rumen (base), existeraient de faibles **sillons ruminiaux droits : crânial, moyen et caudal**. Le sillon ruminal moyen droit, correspondrait au **sillon longitudinal droit du rumen** (SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987).

Cette face viscérale entre en relation du côté droit avec le réticulum, l'omasum, l'abomasum, le foie et les intestins (SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987, HIFNY *et al.* 1985).

- Les **lobes** sont deux énormes culs-de-sacs arrondis qui encadrent la base et occupent les extrémités de la courbure et portent chacun d'eux, une série de reliefs arrondis, de 4 à 5 cm de diamètre, serrés les uns contre les autres : les **sacs glandulaires**, anciennement appelés « sacs aquifères », qui correspondent à des diverticules de la cavité. Ils se distinguent en *lobe crânial* et gauche et *lobe caudal* et droit (BARONE, 1984) ou en *sacs crânio-ventral* et *caudo-dorsal* de SMUTS et BEZUIDENHOUT (1987).

Le **lobe crânial**, plus petit, se recourbe vers la gauche et porte au contact du diaphragme un groupe de sacs glandulaires assez peu élevé, long d'une vingtaine de centimètres et large de 8 à 10 cm, appelé **sacs glandulaires dorsaux** (BARONE, 1984).

Le **lobe caudal**, plus volumineux, est ventral et plus caudal, situé plus à droite dans la région sus-sternale. Il est gaufré à sa face ventrale par deux groupes volumineux et assez réguliers de gros sacs glandulaires, séparés par une profonde scissure où s'attache le grand omentum (CAUVET, 1925, BARONE, 1984, SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987). Ils correspondent aux **sacs glandulaires ventraux**.

**II.1.1.2. Compartiment 2** : équivaut au réseau. Il est petit, en forme d'haricot, et présente extérieurement une surface lisse. Il est principalement localisé à droite du plan médian, contre la coupole diaphragmatique (BARONE, 1984 et OSMAN E.E *et al.* 2001b) (**figures 4, 5, 6, 7**).

Il mesure environ 25-40 cm de longueur, tandis que sa largeur atteint environ 5-8 cm aux extrémités et 15-20 cm dans sa partie moyenne.

Sa capacité est de 0.5 l et présente un poids moyen d'environ 600g (OSMAN E.E *et al.* 2001b).

Ce compartiment présente deux faces convexes : viscérale et pariétale, et deux courbures : une grande et une petite. La face viscérale est en relation avec le compartiment 1. La face pariétale, repose contre le foie.

La grande courbure ventrale, permet l'insertion du grand omentum et la petite courbure dorsale reçoit le petit omentum. Son extrémité gauche est délimitée par le sillon rumino-réticulaire ; la droite plus étroite, se continue par le feuillet au niveau d'un très large sillon réticulo-omasique (BARONE, 1984).

**II.1.1.3. Compartiment 3 :** équivaut au feuillet. Ce réservoir mal délimité de la caillette, présente une forme tubulaire et allongée.

Il mesure environ 90-110 cm de longueur, a une capacité de 8-12 l et pèse 1.5 kg (OSMAN E.E *et al.* 2001b) (**figures 4, 5, 6, 7**).

Il prend naissance contre le diaphragme et se recourbe ventro-caudalement au réseau pour longer l'hypochondre droit (CAUVET, 1925 et BARONE, 1984).

Se positionnant en dessous du cardia, ce compartiment va reposer crânialement sur la face dorsale du sac crânio-ventral [lobe crânial] du rumen (SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987).

L'omasum présente deux faces : viscérale et pariétale et deux courbures : petite et grande (HIFNY *et al.* 1985, et OSMAN E.E *et al.* 2001b). Ce compartiment se compose d'une partie initiale, proximale dilatée et d'une partie distale rétrécie, séparées par un sillon peu profond (BARONE, 1984), qui correspondrait d'après les auteurs SMUTS et BEZUIDENHOUT (1987) à une bande musculaire incomplète en partie ventro-crâniale. Cette seconde portion s'accompagne d'un élargissement de la lumière de sa cavité avant de se poursuivre par l'abomasum.

**II.1.1.4. Compartiment 4 :** représenterait l'abomasum. Il équivaut au « hindstomach », appellation adoptée par les auteurs LECHNER-DOLL *et al.* (1995), marquant le dernier compartiment stomacal chez les camélidés (**figures 4, 5, 6, 7**).

Selon les observations faites par SMUTS et BEZUIDENHOUT (1987), la transition entre l'omasum et l'abomasum n'est pas évidente extérieurement. Ce réservoir est petit, réniforme et bulbeux (OSMAN E.E. *et al.* 2001b) et se place du côté droit (hypochondre droit). Il mesure environ 30 à 35 cm de longueur, a une capacité variable de 2-4 l et présente un poids de 2.5 kg en moyenne (HIFNY *et al.* 1985).

Il est composé de deux faces : viscérale et pariétale et de deux courbures : grande et petite.

La grande courbure est incurvée ventro-dorsalement, rejoint le pylore. Celle-ci répond aux anses jéjunales et n'atteint jamais le plancher de la cavité abdominale.

La petite courbure est marquée dans son trajet par une constriction du calibre du viscère qui s'élargira en définitif en une portion renflée, en forme de bulbe, déterminant la *partie pylorique de l'abomasum*.

### II.1.2. Conformation intérieure

**II.1.2.1. Compartiment 1 :** la cavité du compartiment 1 présente à l'étude deux parties : dorsale et ventrale (**figures 8, 9, 10**).

**II.1.2.1.1. Partie dorsale :** est tapissée par une muqueuse pâle et lisse dépourvue de papilles délomorphes (BARONE, 1984). En fait, ces papilles très fines noyées dans l'épithélium, ne sont visibles qu'au microscope optique (CAUVET, 1925).

**II.1.2.1.2. Partie ventrale :** présente deux sacs (lobes), séparés par un puissant pilier musculaire transverse obliquement. Sur la convexité de chaque lobe s'ouvrent les entrées des sacs glandulaires

- **Piliers :** deux piliers partent du cardia. Le principal est ventral, il descend à gauche du sillon gastrique puis de l'orifice rumino-réticulaire et vient border la série des orifices des sacs glandulaires « ventraux » du lobe caudal, tandis que l'autre pilier accessoire est dorsal et vient border la série des orifices des sacs glandulaires « dorsaux » du lobe crânial (BARONE, 1984) (**figures 8, 9, 10**).

Tous les deux, lancent des travées entre les rangées des sacs glandulaires (CAUVET, 1925).

Le pilier principal correspondrait au ***pilier longitudinal droit*** du rumen de SMUTS et BEZUIDENHOUT (1987) ou au ***pilier ruminal moyen droit*** de HIFNY *et al.* (1985), alors que le pilier accessoire équivaldrait au ***pilier longitudinal gauche*** du rumen de SMUTS et BEZUIDENHOUT (1987) ou au ***pilier ruminal gauche*** de HIFNY *et al.* (1985) (**figures 8, 9, 10**).

- **Sacs glandulaires** (*sacculi glandulosi ruminis*) : répartis en deux amas, boursouflent les lobes du compartiment 1 (**figures 8, 9, 10**). Les cellules ou « augets » ou « chambres » qui composent les sacs glandulaires constituent des

espèces de soufflures de toute la paroi qui est extrêmement mince à leur niveau (CAUVET, 1925). Ces diverticules sont séparés par de minces cloisons dont les bords sont épaissis par la présence de renforcements sous muqueux de la musculature, à disposition sphinctérienne (BARONE, 1984).

Les cellules de ces sacs glandulaires sont régulièrement alignées et divisées par des cloisons musculo-membraneuses au nombre de 10 à 12 pour les sacs glandulaires dorsaux et 10 à 14 pour les sacs glandulaires ventraux et subdivisées par des cloisons secondaires et tertiaires (HIFNY *et al.* 1985 et OSMAN E.E. *et al.* 2001b).

D'après CAUVET, on en compte une cinquantaine, dans chaque groupe de sacs pouvant contenir 200 à 300 cm<sup>3</sup> d'eau.

- **Sillon gastrique** : la partie initiale du sillon gastrique est plutôt rumino-réticulaire que réticulaire. Elle forme une gouttière de près de 50 cm de long qui part du cardia et croise la base du rumen avant d'atteindre l'orifice rumino-réticulaire pour se continuer sur la petite courbure du réseau (BARONE, 1984) (**figures 8, 9**). Cette gouttière est unilabiée et correspondrait à la «gouttière œsophagienne» Sa lèvre gauche est pratiquement absente, la droite est très haute mais mince, presque dépourvue de musculature (BARONE, 1984) (**figure 12**).
- **Orifice rumino-réticulaire** : vaste, à peu près circulaire, contourné par le pilier principal (pilier longitudinal droit) du compartiment 1 (**figures 8, 9**).

**II.1.2.2. Compartiment 2** : la cavité de ce réservoir, présente une multitude de sacs glandulaires, analogues à ceux du rumen, mais beaucoup plus petits et plus divisés. Ils sont disposés plus ou moins régulièrement en séries parallèles et subdivisés par des cloisons secondaires et ne faisant point « hernie » à l'extérieur (BARONE, 1984) (**figures 8, 9, 11**).

La cavité du réticulum est fragmentée par 12 cloisons ou « crêtes » musculo-membraneuses circulaires et parallèles qui divisent l'intérieur de la paroi en 11 rangées de cellules réticulaires, subdivisées plus loin par de courtes cloisons ou « crêtes » transverses. Ces cellules ou « logettes », plus profondes que celles du rumen sont responsables, de l'épaisseur de la paroi de la muqueuse et confèrent une consistance spongieuse au réticulum (HIFNY *et al.* 1985).

Aux extrémités de la petite courbure, existent d'une part l'ouverture du rumen, et d'autre part un orifice beaucoup plus petit qui donne accès à l'omasum : **orifice réticulo-omasique** (*Ostium réticulo-omasicum*). Entre ces deux orifices, se trouve le **sillon réticulaire** (*Sulcus reticuli*) bordé par une seule lèvre (CAUVET, 1925 et BARONE, 1984).

La muqueuse est parsemée de papilles linguiformes, qui sont typiquement nombreuses au pourtour de la grande courbure (OSMAN E.E. *et al.* 2001b).

**II.1.2.3. Compartiment 3 :** la cavité de l'omasum est tapissée d'une muqueuse glanduleuse, qui se divise intérieurement en deux parties par la **courbure omasale** : une partie proximale ou initiale, large et une partie distale ou principale, étroite (HIFNY *et al.* 1985 et SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987) (**figure 13**).

- Partie proximale (initiale) : est très incomplètement occupée de plis longitudinaux, irréguliers de hauteur inégale et alternante, mais peu élevés. Ces plis, sont unis par de petites anastomoses, ébauchant des logettes (BARONE, 1984).

Ces plis sont situés sur tout le long de la grande courbure et plus abaissés et davantage séparés le long de la petite courbure.

- Partie distale (principale) : est caractérisée par des plis longitudinaux qui augmentent rapidement de hauteur et en épaisseur, pour devenir constamment égaux (DELLMANN *et al.* 1968).

Ces plis, au nombre variable de 50 à 53, ont des bords irréguliers (OSMAN E.E. *et al.* 2001b), et présentent une hauteur pratiquement équivalente de 1.5 à 2 cm (HIFNY *et al.* 1985).

Quelques petits plis transverses entre les plis longitudinaux, sont observés par OSMAN E.E. *et al.* (2001b).

Quelques uns de ces plis ou « lames », se prolongent au-delà de l'omasum en plis abomasaux à la jonction omaso-abomasale où l'on distingue un changement abrupte dans l'apparence de la muqueuse (SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987 et HIFNY *et al.* 1985).

**II.1.2.4. Compartiment 4 :** la cavité de l'abomasum est également tapissée d'une muqueuse glanduleuse, mais beaucoup plus épaisse que celles des parties précédentes (BARONE, 1984). Elle présente deux régions macroscopiquement distinctes, l'une ***fundique*** et l'autre ***pylorique*** (figures 14, 15).

- Région fundique : est formée de 18 à 20 plis longitudinaux, épais, irréguliers et parallèles (OSMAN E.E *et al.* 2001b), qui s'anastomosent de distance à distance par de petits plis transverses (CAUVET, 1925). Ces plis occupent les 2/3 proximaux de la surface de l'abomasum (HIFNY *et al.* 1985).
- Région pylorique : est revêtue d'une muqueuse lisse, refoulée à l'extrémité terminale et n'occupant que le 1/3 distal de l'étendue de l'abomasum (HIFNY *et al.* 1985).

Ces deux parties communiquent entre elles par l'intermédiaire d'un arc en forme de croissant.

Le pylore est en partie obturé par le ***torus pylorique***, sorte de coussinet proéminent, situé à la jonction omaso-abomasale qui constitue un support à l'incomplet ***sphincter pylorique*** (SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987).

Conformément aux travaux de LEESE (1927), les cavités des sacs glandulaires du rumen, du réticulum et de l'omasum sont très imbibées de liquides, alors que celle de l'abomasum est sèche.

### II.1.3. Rôles de l'estomac de dromadaire

La physiologie digestive du dromadaire apparaît différente de celle d'un vrai ruminant. Le dromadaire contrairement aux autres ruminants domestiques, présente une aptitude à utiliser des fourrages pauvres, pour valoriser au mieux les sous-produits disponibles localement.

Cette faculté est principalement assurée par une microflore naturellement implantée dans son rumen (C1) (JOUANY et KAYOULI, 1989).

Par ailleurs, l'estomac du dromadaire est entièrement glandulaire, à l'exception des parties dorsales de C1 et C2. Ces différents réservoirs sont dénommés « préestomacs » par de nombreux auteurs.

Le rôle attribué aux **sacs glandulaires** est à l'origine de nombreuses controverses. Certains auteurs pensent qu'il s'agit de simples cavités destinées à la mise en réserve d'eau (CAUVET, 1925, ainsi que LEESE, 1927, HEGAZI, 1950 et COLBERT, 1955, cités par YAGIL, 1982).

Aujourd'hui, cette thèse est totalement réfutée et abandonnée par de nombreux auteurs, notamment par DELLMANN *et al.* (1968) qui affirment qu'il est impensable que l'eau passe directement de l'œsophage aux cellules ruminales des sacs glandulaires, sans être mélangée avec le contenu stomacal d'une part et ajoutent d'autre part, 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. Par contre, on peut avancer que la fonction principale de la muqueuse glandulaire est une fonction sécrétrice, capable d'assurer une fluidification du contenu ruminal (DELLMANN *et al.* 1968 et BARONE, 1984).

D'autres auteurs ajoutent que les sacs glandulaires pourraient être un lieu de production d'ions bicarbonates ayant un effet **tampon** complémentaire de celui de la salive (SCHMIDT-NIELSEN, 1964).

Ce haut pouvoir tampon exercé par les sécrétions salivaires et stomacales a des conséquences importantes sur l'utilisation digestive des aliments, particulièrement riches en ligno-cellulose (KAYOULI *et al.* 1995) :

- Un recyclage plus important d'azote uréique sanguin par la salive et la paroi de l'estomac. (Le dromadaire présente une capacité remarquable dans le recyclage de l'urée. Ce recyclage de l'urée (N uréique) permet à l'animal de bien répondre aux déficits protéiques d'origine animale et de maintenir la synthèse protéique au niveau du rumen. La faible quantité d'urée excrétée (1%) par voie urinaire en situation de déficit protéique, nécessite des précautions en matière d'alimentation (FAYE, 1997) : il faut éviter de supplémenter la ration en urée, car une telle pratique peut être dangereuse et peut conduire à une intoxication (urémie).
- Une meilleure stabilité du pH qui favorise la digestion ruminale (activité cellulolytique). (L'étude physico-chimique (pH) du rumen du dromadaire se caractérise par un pH neutre à basique allant de 6,9 à 8,7, selon CHEHMA, OULD EL HADJ et RAACHI, 2008).
- Une absorption plus rapide des AGV par l'épithélium des sacs glandulaires (source d'énergie)

- Augmentation du turn-over (renouvellement) de la phase liquide des préestomacs, ce qui permet l'élimination plus facilement des glucides fermentescibles et des produits de la fermentation (JOUANY, 2000).

Selon HELLER *et al.*, (1986), il est possible que les cellules des sacs glandulaires jouent un rôle dans le processus de filtration et de rétention des particules alimentaires normalement imparti à la matrice solide, à l'orifice réticulo-omasique et au feuillet chez le dromadaire, ce qui favoriserait la dégradation microbienne dans le C1.

La **motricité** des préestomacs chez les camélidés est totalement différente de celle des ruminants domestiques et se caractérise par la présence de 2 séquences basiques de contraction appelées A et B ; en revanche les processus de **rumination** sont comparables, en ce qui concerne la durée quotidienne, le nombre de bols alimentaires régurgités et mastiqués par heure et par minute, ainsi que la durée des pauses entre 2 cycles (von ENGELHARDT *et al.* 2006).

L'**éructation** des gaz (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>) se produit lors de la contraction de la partie caudale de C1, au cours de la séquence B (JOUANY, 2000).

Au rôle d'absorption des sacs glandulaires du **réticulum (C2)**, largement communicant avec le C1, s'ajoute celui du transfert sélectif des particules plus fines vers l'omasum (C3).

Avant le sevrage, le lait chez le dromadaire, shunte le rumen par la « **gouttière œsophagienne** » comme chez les autres ruminants. Après le sevrage, l'animal devient physiologiquement ruminant (REKHIS, 1992).

Le contenu de l'**omasum (C3)** est assez sec, cela suggère une absorption fortement significative de l'eau (ENGELHARDT, ALI et WIPPER, 1979), bien que l'eau soit encore plus absorbée dans l'**abomasum** (sec) quand l'omasum se contracte (LEESE, 1927).

En définitive, l'absorption de l'eau dans le compartiment 3 est semblable à celle de l'omasum du bovin selon EHRLEIN et HILL, (1969), STEVENS *et al.* (1960) ; cités par YAGIL, (1982).

Les glandes fundiques de l'**abomasum**, secrètent comme les autres ruminants domestiques, des acides (HCl) et des enzymes digestives protéolytiques (pepsine).

## II.2. Estomac du bovin

L'estomac du bœuf domestique (*Bos taurus*) est extrêmement volumineux au point d'occuper les quatre cinquièmes de la cavité abdominale. Il est pluriloculaire, un énorme proventricule, subdivisé en compartiments (rumen, réseau, feuillet), précédant l'estomac peptique vrai (caillotte), de dimensions beaucoup plus faibles (PAVAUX, 1980 et BARONE, 1984).

L'estomac du bœuf adulte contient 150 à 250 litres. Le poids total de l'estomac entièrement vidé est de 6 à 8 kg, dont près des neuf dixièmes appartiennent au rumen.

### II.2.1. Conformation extérieure

**II.2.1.1. Rumen** : vulgairement nommé « panse » est un vaste réservoir qui occupe les parties gauches et ventrales de l'abdomen. Son extrémité crâniale reçoit la terminaison de l'œsophage et communique en outre de façon large avec le réseau, alors que l'extrémité caudale est fermée en cul-de-sac (BARONE, 1984).

Allongé dans le sens crânio-caudal, aplati obliquement d'un côté à l'autre. Cet organe présente deux faces, l'une pariétale et l'autre viscérale, deux bords ou courbures, l'un dorsal et l'autre ventral, et deux extrémités (**figures 16, 17, 18, 19**).

- **La face pariétale**, est convexe et lisse, moulée contre la paroi de l'hypochondre et du flanc gauches ainsi que sur la partie adjacente du ventre (BARONE, 1984). Elle regarde donc à gauche et ventralement. Elle est parcourue par un **sillon longitudinal gauche** (*Sulcus longitudinalis sinister*) plus au moins rempli de graisse et sur lequel s'attache la paroi superficielle du grand omentum. Ce sillon, que parcourent les vaisseaux et les nœuds lymphatiques gauches du rumen, devient de plus en plus profond vers les extrémités. Sa partie moyenne délègue en direction dorso-caudale, un petit sillon vasculaire, dit sillon accessoire gauche (*Sulcus accessorius sinister*), qui s'efface après un court trajet (**figures 16, 17**).
- **La face viscérale**, également lisse et planiforme, regarde dorsalement et à droite et donne appui au feuillet, à la caillotte et à l'intestin (BARONE, 1984) (**figures 18, 19**). Elle est parcourue d'un **sillon longitudinal droit** (*Sulcus longitudinalis dexter*), similaire à celui de l'autre face et donnant attache à la paroi profonde du grand omentum. Ce sillon délègue en direction crâniale et dorsale une dépression

plus profonde que lui et parcourue par la partie initiale des vaisseaux droits du rumen : c'est le sillon accessoire droit (*Sulcus accessorius dexter*), qui s'incurve pour rejoindre à nouveau son extrémité crâniale en délimitant une surface particulière de la paroi, dite **insula du rumen** (*Insula ruminis*).

Les deux sillons longitudinaux, unis par un profond sillon transversal à chaque extrémité de l'organe, marquent à l'extérieur la division de celui-ci en deux vastes compartiments largement communicants : le **sac dorsal** (*Saccus dorsalis*), qui est aussi un peu à gauche, et le **sac ventral** (*Saccus ventralis*), qui s'étend plus loin vers la droite (BARONE, 1984, BUDRAS *et al.* 2003).

- **La courbure dorsale** ou bord dorsal longe la région sous lombaire gauche. Elle est convexe, épaisse et lisse, sauf dans la moitié crâniale, qui adhère à la paroi (BARONE, 1984).
- La **courbure ventrale** ou bord ventral est dans la partie droite de la région du ventre, ou elle se loge comme l'ensemble du sac ventral dans la bourse omentale. Elle est également convexe et lisse (BARONE, 1984).
- **L'extrémité caudale** est située à l'entrée du bassin. Elle est divisée par un profond **sillon caudal** (*Sulcus caudalis*), qui se porte transversalement d'un sillon longitudinal à l'autre, en deux **culs-de-sac**, l'un **dorsal** (*Saccus caecus caudodorsalis*) et l'autre **ventral** (*Saccus caecus caudoventralis*), dont chacun appartient au sac correspondant du rumen. Ces culs-de-sac, anciennement nommés « vessies coniques », sont délimités à leur base chacun par un léger **sillon coronaire** (*Sulcus coronarius*) qui part de la jonction du sillon caudal et des sillons longitudinaux et vient mourir près du bord correspondant de l'organe. Le sillon ventral est plus profond que le dorsal.
- **L'extrémité crâniale** est subdivisée à son tour par un profond **sillon crânial** (*Sulcus cranialis*) qui sépare les extrémités correspondantes des deux sacs (BARONE, 1984). Le sac ventral se ferme ici en un prolongement bref et obtus : le **récessus du rumen** (*Recessus ruminis*) (**figures 16, 17, 19**). Le sac dorsal se poursuit au contraire crânio-dorsalement à ce dernier par un vaste compartiment, l'**atrium du rumen** ou sac crânial (*Atrium ruminis*, s. *saccus cranialis*), continu lui-même avec le réseau. La limite entre l'atrium et ce dernier est marquée par le

**sillon rumino-réticulaire** (*Sulcus ruminoréticularis*), très profond sur la face ventrale et qui s'efface sur les côtés, plus tôt sur la face droite que sur la face gauche (BARONE, 1984) (**figures 16, 17, 19**). Dorsalement, les deux réservoirs n'ont d'autre démarcation que l'insertion de la terminaison œsophagienne, qui marque le début de l'atrium.

**II.2.1.2. Réticulum ou réseau** : est le plus crânial, le plus petit des compartiments gastriques. Il est placé dorsalement à l'appendice xiphoïde du sternum, entre le diaphragme et le rumen, dont il semble être un diverticule. Il communique d'autre part à droite avec le feuillet (BARONE, 1984, BUDRAS *et al.* 2003) (**figures 16, 17, 18, 19**).

Aplati dans le sens crânio-caudal, il présente deux faces, deux bords ou courbures et deux extrémités.

- La **face diaphragmatique** est convexe, moulée sur le diaphragme et lisse.
- La **face viscérale** presque plane, est lisse et se relève contre le rumen pour délimiter avec lui le sillon rumino-réticulaire.
- La **grande courbure** (*Curvatura major*) est ventrale et convexe. Elle occupe la région sus-sternale.
- La **petite courbure** (*Curvatura minor*) est dorsale, brève et légèrement concave ; elle est couverte à droite par l'extrémité correspondante du feuillet.
- **L'extrémité gauche** se met dorsalement en continuité avec l'atrium du rumen sans autre démarcation que la terminaison de l'œsophage. Ventralement, elle concourt à former le profond sillon rumino-réticulaire. L'extrémité droite forme un cul-de-sac arrondi, le **fundus du réseau** (*Fundus reticuli*), qui s'adosse à la base de la caillette et dorsalement auquel elle se rétrécit nettement pour se joindre au feuillet (BARONE, 1984).

**II.2.1.3. Omasum ou feuillet** : est le dernier compartiment du proventricule. Il fait suite au réseau et précède la caillette (**figure 18**).

De forme presque sphérique, un peu déprimé d'un côté à l'autre, il présente deux faces et une circonférence.

- Les faces sont l'une **pariétale** dirigée à droite et un peu crânialement et l'autre **viscérale**, adossée au rumen. Elles sont arrondies et lisses (BARONE, 1984).

- La **circonférence** est divisible en une **courbure** (*Curvatura omasi*) « anciennement grande courbure » **dorsale** et **caudale**, épaisse et régulière, qui en occupe les quatre cinquièmes, et une **basse** (*Basis omasi*) « anciennement petite courbure » bien plus courte et située crânio-ventralement. Cette dernière, planiforme, est encadrée par la jonction aux deux compartiments voisins : réseau à gauche et crânialement, caillette à droite et ventralement, très rapprochés l'un de l'autre. La jonction avec le réseau se fait par une sorte de pédicule étroit et très bref : le **col du feuillet** (*Collum omasi*). L'union avec la caillette est un peu moins rétrécie et marquée simplement par le profond **sillon omaso-abomasique** (*Sulcus omasoabomasicus*) (BARONE, 1984, BUDRAS *et al.* 2003).

**II.2.1.4. Abomasum ou caillette** : dernier compartiment gastrique. Il est le véritable estomac, car il est seul pourvu d'une muqueuse peptique (**figures 16, 18**).

Toujours plus volumineux que le réseau et le feuillet, ce compartiment est piriforme, incurvé sur lui-même pour suivre la partie ventrale de la courbure du feuillet (BARONE, 1984). Sa forme ressemble beaucoup à celle d'un estomac simple et on lui reconnaît en conséquence deux faces, deux bords ou courbures, deux extrémités dont l'une porte le fundus et l'autre aboutit au pylore.

- Les **faces** sont l'une **pariétale** ou droite et l'autre **viscérale** ou gauche. Elles sont convexes et lisses.
- La **grande courbure** (*Curvatura major*), convexe, est ventrale et regarde un peu à gauche. Elle donne attache au grand omentum (BARONE, 1984)
- La **petite courbure** (*Curvatura minor*), est concave tournée dorsalement et un peu à droite, attachée au petit omentum. Elle présente à la limite de la partie pylorique une nette **incisure angulaire**.
- **L'extrémité omasique** forme un cul-de-sac dilaté et arrondi qui va sous le feuillet jusqu'au contact du réseau : c'est le **fundus** de la caillette (*Fundus abomasi*), délimité par le profond sillon omaso-abomasique (BARONE, 1984). **L'extrémité opposée** appartient à la **partie pylorique** (*Pars pylorica*). Bien plus étroite que le fundus, elle se porte en direction dorsale et un peu caudale, derrière le feuillet, et après s'être légèrement renflée, se termine par un sillon circulaire plus profond du côté ventral et qui correspond au pylore (BARONE, 1984, BUDRAS *et al.* 2003).

### II.2.2. Conformation intérieure

**II.2.2.1. Rumen :** le sac dorsal et le sac ventral communiquent par un très vaste orifice : l'**ostium intraruminal** (*Ostium intraruminale*), dont la bordure est formée par d'épais reliefs ou **piliers** (*Pilae ruminis*) (PAVAUX, 1980, BARONE, 1984), qui correspondent aux sillons de l'extérieur (**figures 20, 21**). Il existe deux piliers principaux, qui forment les bords crânial et caudal de cette ouverture. Ils délèguent en outre des piliers secondaires plus faibles, simples épaississements qui s'effacent plus au moins après un certain trajet. Ces derniers complètent la délimitation des sacs ou de leurs subdivisions.

Le **pilier caudal** (*Pila caudalis*), le plus volumineux, sépare l'entrée des deux culs-de-sac caudaux. Chacune de ces extrémités se divise en trois branches, dont une est dorsale et l'autre ventrale appelés **piliers coronaires** (*Pilae coronariae*) qui circonscrivent l'entrée de chacun des culs-de-sac ; la délimitation de ceux-ci est très nette, les piliers de chaque paire s'incurvant distalement à la rencontre de leurs homologues, sans toute fois les rejoindre. Quant aux branches intermédiaires, elles entrent dans la constitution des piliers longitudinaux. Le **pilier crânial** (*Pila cranialis*) est moins épais mais beaucoup plus saillant. Son extrémité gauche est simple et se porte en direction de la branche intermédiaire correspondante du pilier caudal pour former le **pilier longitudinal gauche** (*Pila longitudinalis sinistra*). L'extrémité droite se divise en deux branches, qui délimitent une surface correspondant à l'insula du rumen. La branche ventrale forme avec la branche intermédiaire droite du pilier caudal le **pilier longitudinal droit** (*Pila longitudinalis dextra*). La partie plus faible, est le **pilier accessoire droit** (*Pila accessoria dextra*) correspondant au sillon de même nom.

Dorsalement et crânialement au pilier crânial s'étend l'atrium du rumen, dont la cavité communique donc largement avec celle du sac dorsal. Sa limite crâniale est formée ventralement par un fort repli semi-lunaire transversal : c'est le **pli rumino-réticulaire** (*Plica ruminoreticularis*), dont les extrémités se relèvent jusqu'à la paroi dorsale en délimitant l'**ostium rumino-réticulaire** (*Ostium ruminoreticulare*) (BARONE, 1984, KÖNIG et LIEBICH, 2007).

Au niveau des piliers, la muqueuse du rumen est rêche, plissée et ridée, dépourvue de papilles délomorphes. Partout ailleurs, ces dernières son au contraire abondantes. Elles sont particulièrement nombreuses et hautes dans le sac ventral et dans les deux culs-de-sac caudaux (1 cm de hauteur) (**figure 22**). Elles ont des formes variables et sont de deux types, les unes filiformes et les autres foliacées, un peu aplaties et pédiculées. Elles sont bien moins

nombreuses et bien moins développées dans le sac dorsal, au plafond duquel elles se réduisent même à de simples tubercules (BARONE, 1984).

**II.2.2.2. Réticulum** : la cavité du réseau forme ventralement en regard du fundus et de la partie adjacente de la grande courbure, un bas-fond limité caudalement par le pli rumino-réticulaire et dans lequel tombent, lors de la déglutition, les ingesta les plus lourds. A ce niveau s'accumulent en particulier les corps étrangers (PAVAUX, 1980 ; BARONE, 1984) (**figures 20, 21**).

A l'exception de la partie qui correspond à la petite courbure, toute la paroi est tapissée par une muqueuse de même type que celle du rumen, mais soulevée en **crêtes** (*Cristae reticulae*) qui s'anastomosent pour délimiter des alvéoles polygonaux ou **cellules** du réticulum (*Cellulae reticuli*) (**figure 23**). Ces cellules sont surtout larges et profondes au niveau du fundus et de la grande courbure ; elles deviennent de plus en plus petites en se rapprochant de la petite courbure. Leur intérieur est à son tour subdivisé en cellules plus petites par des crêtes secondaires, des flancs desquelles partent des crêtes tertiaires. Toutes ces crêtes sont hérissées à leur bord libre de papilles coniques à sommet rude et sur leurs faces de papilles plus petites, pointues ou mamelonnées. Les papilles du bord libre des crêtes secondaires sont plus développées que celles des crêtes principales.

Toutes ces formations sont remplacées, sur la paroi droite et dorsale de la cavité, par le début d'un sillon gastrique remarquablement large et profond, qui se poursuit jusqu'à la caillette et dont ce segment initial constitue le **sillon réticulaire** (*Sulcus reticularis*) anciennement nommé « gouttière œsophagienne », celui-ci commence au **cardia**, c'est-à-dire au plafond de l'atrium du rumen, tout près du réseau (BARONE, 1984) (**figure 24**). Long de 15 à 20 cm, il se dirige en bas et à droite et aboutit à l'**orifice réticulo-omasique** (*Ostium reticuloomasicum*), au-delà duquel il se poursuit par le sillon omasique. Il est bordé de deux **lèvres** épaisses et saillantes, l'une **droite** (*Labium dextrum*) et l'autre **gauche** (*Labium sinistrum*), qui délimitent une gouttière ou **fond** du sillon (*Fundus sulci reticuli*). Les deux lèvres sont en outre plus épaisses et plus saillantes au voisinage du feuillet (BARONE, 1984). Elles sont dépourvues de papilles et leur muqueuse est fortement ridée sur le bord libre et sur le revers externe, où viennent s'effacer près du cardia les papilles du rumen et plus loin les crêtes du réseau.

Près de l'orifice réticulo-omasique, on y voit toutefois quelques grosses papilles coniques dont la gaine épithéliale est cornée, souvent noire : ce sont les **papilles unguiculiformes**

(*Papillae unguiculiformes*), ou papilles « en griffe », hautes légèrement incurvées, voire torsadées (**figure 26**).

**II.2.2.3. Omasum :** l'intérieur du feuillet est presque entièrement occupé par de hautes **lames** muqueuses longitudinales (*Laminae omasi*) (**figures 25, 26, 27**). Insérées en regard de la courbure et des faces de l'organe, ces lames s'étendent du voisinage de l'orifice réticulo-omasique, ou elles commencent par des crêtes denticulées pourvues de longues papilles kératinisées, jusque près de l'entrée de la caillette, où elles s'étendent rapidement et disparaissent. Chacune d'elles comporte un bord adhérent, d'autant plus convexe qu'il s'attache plus près de la courbure et un bord libre, concave et plus court ; ce dernier est épaissi et rugueux, surtout dans les lames les plus grandes. Les faces sont également hérissées de papilles coniques ou mamelonnées, kératinisées et très dures, qui leur donnent un toucher râpeux.

La hauteur des lames est très inégale et celles-ci sont ordonnées de façon cyclique selon leur taille. Les lames primaires, les plus hautes, arrivent jusqu'au voisinage de la base : elles sont au nombre de 15 à 20 et délimitent autant de **cycles laminaires** (KÖNIG et LIEBICH, 2007).

Un cycle laminaire comportant ces quatre ordres de lames est dit « quadripliqué ». Les **espaces interlaminaires** (*Recessus interlaminares*) sont très profonds mais très étroits, surtout en regard de la courbure (**figures 25, 26**). On les trouve habituellement occupés par des aliments finement triturés, pressés en plaques molles. La cavité du feuillet est réduite à un **canal omasique** (*Canalis omasi*) qui s'étend de l'orifice réticulo-omasique à l'**orifice omaso-abomasique** (*Ostium omasoabomasicum*) plus large et plus dilatable. Ce dernier qui donne accès à la caillette est bordé par deux replis de la muqueuse : les **voiles abomasiques** (*Vala abomasica*), lesquels semblent jouer le rôle de valvules régularisant le transit entre les deux derniers compartiments gastriques. Le canal omasique constitue le **sillon omasique** (*Sulcus omasi*) qui est la continuation du sillon réticulaire et représente une subdivision du sillon gastrique, lequel se poursuit jusque dans la caillette (BARONE, 1984, KÖNIG et LIEBICH, 2007) (**figure 27**).

Il est large, bordé par deux lèvres peu saillantes et hérissées de courtes et épaisses papilles kératinisées. Son fond, finement ridé, est croisé obliquement près de l'orifice omaso-abomasique par un relief muqueux qui constitue le **pilier** de l'omasum (*Pila omasi*) (BARONE, 1984).

**II.2.2.4. Abomasum :** la cavité de l'abomasum est partout tapissée par une muqueuse richement glandulaire, molle, spongieuse, très vascularisée (BARONE, 1984). Cette

muqueuse est relativement mince. Dans le fundus et la plus grande partie du corps, elle est gris rougeâtre et forme des **plis spiraux** (*Plicae spirales abomasi*) qui augmentent beaucoup sa surface (**figures 25, 28**). Ces plis sont permanents, ineffaçables par la distension et présentent par rapport au grand axe de l'organe une orientation oblique, un peu spiroïde. Ils s'élèvent assez rapidement à partir de l'orifice omaso-abomasique et s'effacent peu à peu avant d'atteindre la partie pylorique. Ils sont surtout élevés en regard de la grande courbure et deviennent plus bas sur les faces, jusqu'à disparaître au voisinage de la petite courbure. La région à peu près lisse ainsi ménagée au niveau de cette dernière correspond au **sillon abomasique** (*Sulcus abomasi*), partie terminale et assez mal délimitée du sillon gastrique. La partie pylorique ne possède que de faibles plis irréguliers, aisément effaçables par la distension. Sa muqueuse est plus claire, jaune rosée et un peu plus épaisse (BARONE, 1984). Des deux **orifices**, celui qui établit la communication omaso-abomasique est situé dorsalement et un peu à droite du fundus, avec ses deux voiles abomasiques. Celui du **pylore**, un peu plus étroit, présente du côté de la petite courbure un **torus pylorique** (*Torus pyloricus*), saillant et long (BARONE, 1984, BUDRAS *et al.* 2003).

### II.2.3. Rôles de l'estomac du bœuf

**Le Rumen :** est le compartiment qui a le plus grand réservoir et dont le rôle est le plus important car c'est le lieu de la fermentation des fourrages et des grains.

Chez la vache, il contient plusieurs milliards de microorganismes. Ces microorganismes dégradent les glucides contenus dans l'alimentation des animaux pour former des **acides gras volatils** (AGV) qui sont absorbés par la paroi du rumen. Il s'agit là de la principale source d'énergie pour les bovins. Les acides gras formés sont principalement de l'**acide acétique**, de l'**acide propionique** et de l'**acide butyrique**, qui représentent respectivement 60 %, 20 % et 15 % des acides gras volatils ingérés pour une alimentation classique à base de fourrages, mais les proportions varient fortement suivant la ration. C'est également dans la panse que se joue la nutrition azotée des ruminants. En effet, les matières azotées ingérées sont transformées en ammoniac par les micro-organismes. Ces derniers utilisent alors cet ammoniac pour produire leur propre matière azotée, cela grâce à l'énergie fournie par les glucides présents dans l'alimentation. Les micro-organismes sont ensuite ingérés par l'animal et les protéines qu'ils ont synthétisées sont assimilées sous forme d'acides aminés. Le pH dans le rumen peut varier entre 7 et 5,5 suivant l'alimentation en conditions normales. La salive

excrétée durant la rumination a un bon **pouvoir tampon** et permet de maintenir le pH à ces valeurs (CHURCH, 1976).

**Le réseau** : une fois le travail des bactéries et des microorganismes du rumen effectué, le bol alimentaire progresse vers le réticulum ; le plus petit estomac. Celui-ci assure la continuité de la fermentation et sert en quelque sorte de tamis, retenant les particules trop longues dans le rumen, tout en permettant aux petites de suivre leur route vers l'omasum. Les particules retenues seront régurgitées pour être ruminées de nouveau (CHURCH, 1976).

**Le feuillet** : exerce une fermentation supplémentaire et assure l'essentiel de l'absorption de l'eau contenu dans les aliments (CHURCH, 1976).

**La caillette** : va participer à la digestion enzymatique des particules alimentaires et des bactéries provenant de la panse grâce à la production de **suc gastrique**, qui se présente comme un liquide clair, plus ou moins visqueux et très acide. La sécrétion du suc gastrique est continue chez les ruminants contrairement aux autres espèces.

La quantité produite chaque jour est très importante, est estimée à 30-35 litres par jour pour un bovin adulte (CHURCH, 1976).

Le suc gastrique contient des **électrolytes** responsables de l'acidité du suc qui joue plusieurs rôles : activation des enzymes, lyse des protozoaires et des bactéries, stimulation des sécrétions hormonales (BOLTON, MERRITT, CARLSON et DONAWICK, 1976). Des **enzymes** dont le rôle est de dégrader le contenu de la caillette en nutriments qui seront absorbés dans l'intestin. Ces enzymes sont au nombre de trois : pepsine, chymosine, lipase.

La pepsine est sécrétée par la muqueuse fundique et pylorique, elle catalyse l'hydrolyse des protéines en rompant les liaisons peptidiques internes des polypeptides (FOURNIER, 1984).

La chymosine est une enzyme présente chez les pré-ruminants mais qui disparaît chez l'adulte. Elle a un rôle de coagulation de la caséine, donc de la coagulation du lait, et possède également une certaine activité polypeptidique (FOURNIER, 1984).

La lipase n'a jamais été identifiée dans l'estomac des ruminants, il existe bien une hydrolyse partielle des triglycérides dans la caillette mais on ne sait pas si c'est l'œuvre d'une lipase ou celle d'une estérase présente dans la salive (FOURNIER, 1984). Et dernièrement du **mucus** qui a un rôle de protection de la muqueuse contre l'acidité du suc et la digestion par la pepsine.

# **CHAPITRE III**

---

## **Structure histologique de l'estomac de bovin**

La paroi stomacale se compose d'une muqueuse avec une sous-muqueuse, d'une musculature et d'une enveloppe séreuse.

Les trois premiers réservoirs ou préestomacs (rumen, réseau et feuillet) sont dépourvus de glandes tandis que le dernier compartiment est l'estomac vrai ou la caillette pourvue de glandes.

**III.1. Rumen :** on retrouve dans le rumen les quatre constituants habituels de la paroi gastrique : muqueuse, sous muqueuse, musculature et séreuse.

**III.1.2. La muqueuse** n'est en effet pourvue que d'une *muscularis mucosae* très mince et discontinue, qui lance néanmoins quelques faisceaux dans la base des papilles (BARONE, 1984) (**schéma - planche I**). Cependant, la plupart des auteurs consultés dont GRAU et WALTER, 1975 ; BANKS, 1993, BACHA et BACHA, 2000 et OWNBY, 2004, confirment l'absence de la lamina muscularis mucosae dans l'axe papillaire, car il est facile selon ces derniers de confondre un épaissement de la couche de tissu conjonctif qui se prolonge dans la papille avec une lamina muscularis mucosae, mais en réalité ce tissu est un tissu conjonctif et non pas un muscle lisse (**figure 31**).

La *lamina propria mucosae* à fibres très fines, de chaque villosité (papille) contient une anse capillaire, (GRAU et WALTER, 1975). Elle délègue des prolongements dans toutes les papilles. Elle est absolument dépourvue de glandes (**figures 29, 30, 31**).

L'épithélium (*Lamina epithelialis*) est stratifié, pavimenteux, avec une couche superficielle nettement kératinisée. Il possède une couche cornée (*Stratum corneum*) dont la couche cellulaire supérieure présente, en de nombreux endroits, des gonflements transversaux (GRAU et WALTER, 1975) (**figures 29, 31**).

Les **papilles** sont peu développées au plafond du sac dorsal, leur organisation devient plus complexe dans les parties déclives. Les plus typiques sont répandues dans le sac ventral et les culs-de-sac caudaux. Elles ont un aspect foliacé : étranglées à leur base, elles sont élargies à leur sommet et aplaties, chaque papille est constituée d'une lamelle de conjonctif issue de la propria mucosae. Revêtue par l'épithélium et portant sur ses faces et ses bords de petites papilles secondaires et adénomorphes, noyées dans l'épaisseur de celui-ci (**figure 29**). On trouve au centre une ou deux artérioles provenant du réseau muqueux et se dirigeant vers le sommet en décrivant quelques flexuosités ; ces vaisseaux alimentent un réseau capillaire d'où

procèdent des veinules qui descendent à la périphérie, le long des faces et des bords (BARONE, 1984).

**III.1.3.** La **tunique submuqueuse** (*Tunica, Tela submucosa*) est formée d'un conjonctif lâche et assez peu abondant fusionne avec la lamina propria; elle est exempte de glandes et d'agrégats lymphoïdes (BANKS, 1993 et OWNBY, 2004) (**figure 30**).

**III.1.4.** La **musculeuse** (*Tunica muscularis*) est épaisse, formée de fibres lisses auxquelles se mêlent, au voisinage du cardia, quelques fibres striées prolongeant celles de l'œsophage. Elle est décomposable en deux (02) plans qui résultent en fait d'un remaniement des trois ordres de faisceaux qu'on trouve au sommet du fundus des autres espèces. Cette architecture, déterminée par la morphogénèse de l'organe, est harmonieusement raccordée à celle du réseau, dont elle est solidaire : le rumino-réticulum constitue une véritable entité fonctionnelle (BARONE, 1984) (**figure 30**).

La couche superficielle est formée de fibres longitudinales par rapport au grand axe de l'organe, mais elle n'est pas de même nature dans les deux sacs (GRAU et WALTER, 1975, BARONE, 1984).

Dans **le sac dorsal**, il s'agit de l'équivalent des fibres obliques externes et dans **le sac ventral** de l'équivalent des fibres circulaires de la musculature des estomacs simples ; toutes ces fibres ont été entraînées par le même processus dans l'extension crânio-caudale du rumen. L'orientation est d'ailleurs plus irrégulière dans le sac ventral, ou elle est plus oblique, voire spiroïde. Au niveau des sillons, il existe en outre de multiples faisceaux, minces et larges, qui se portent d'un sac à l'autre en passant à la surface des vaisseaux et se comportent comme des éléments unitifs sous-séreux.

La couche profonde, dérivée des fibres obliques internes, embrasse les deux sacs et prend une disposition circulaire, qui est surtout nette dans les culs-de-sac caudaux et dans l'atrium. Elle se renforce considérablement dans les zones de jonctions des deux sacs et forme ainsi le substrat des piliers (BARONE, 1984).

**III.1.5.** La **séreuse** (*Tunica serosa*) enveloppe toute la surface de l'organe, à l'exception des zones d'adhérence, autour desquelles elle se réfléchit sur le diaphragme d'une part, la rate d'autre part (BARONE, 1984). L'adhérence à la musculeuse est intime, sauf au niveau des sillons, où s'accumule entre les deux tuniques un conjonctif abondant, chargé de graisse, et où se logent les vaisseaux, les nerfs et les nœuds lymphatiques (GRAU et WALTER, 1975 ; BARONE, 1984).

### **III.2. Réticulum :** la paroi du réseau comporte les mêmes couches que celles du rumen.

**III.2.1.** La **muqueuse** possède une **muscularis mucosae** qui délègue dans chaque crête primaire et à moindre degré dans les autres crêtes, des prolongements qui se renforcent près du bord libre et lui donnent une mobilité remarquable (BARONE, 1984) (**figures 32, 33, schéma – planche II**). Toutefois, la musculature lisse du réticulum est continue avec la musculature lisse de la lamina muscularis mucosae de l'œsophage (OWNBY, 2004).

La **propria mucosae** est dense, mêlée de fibres élastiques et toujours dépourvue de glandes (GRAU et WALTER, 1975). Ses relèvements forment les crêtes et les papilles (**figure 33**).

L'**épithélium** est analogue à celui du rumen, mais plus nettement kératinisé. Sa couche cornée desquame facilement après la mort (**figure 33**). On notera que la structure des crêtes du réseau est analogue à celle qui résulterait de l'accolement par leurs bords de papilles foliacées du rumen. Il existe d'ailleurs sur la face réticulaire du pli rumino-réticulaire et sur les côtés du sillon réticulaire une transition entre les séries linéaires de papilles qui semblent déborder du rumen et les premières crêtes du réseau, encore basses et souvent incomplètes (BARONE, 1984).

**III.2.2.** La **sous muqueuse** est surtout abondante et lâche au niveau du sillon réticulaire (BARONE, 1984).

**III.2.3.** La **musculeuse** plus mince que celle du rumen, comprend trois ordres de fibres. Les fibres longitudinales continuent celles de l'œsophage sur la petite courbure et la face crâniale pour se poursuivre sur le feuillet. Leur couche est très mince et quelques fibres striées s'y mêlent. Les fibres circulaires enveloppent tout l'organe ; elles forment une couche transversale particulièrement forte sur la petite courbure, ou elles sont directement sous-muqueuses au fond du sillon réticulaire. Quant aux fibres obliques internes, elles se raccordent à celles qui forment la couche circulaire de l'atrium puis prennent dans le réseau une disposition presque longitudinale. Elles se renforcent de façon considérable à partir du cardia pour former la musculature des lèvres du sillon réticulaire ; il s'agit là d'un muscle cardinal extrêmement puissant (BARONE, 1984) (**schéma – planche II**).

**III.2.4.** La **séreuse**, ne présente aucune particularité (GRAU et WALTER, 1975). Elle ne tapisse pas tout l'organe ; elle manque au niveau des adhérences (BARONE, 1984).

### III.3. Omasum

**III.3.1.** La **muqueuse** est dépourvue de glandes, comme celle du rumino-réticulum. Sa **muscularis mucosae** est forte et continue. Elle se prolonge sous la muqueuse de chaque face des lames, de part et d'autre de l'expansion centrale provenant de la musculeuse. Chaque lame comporte ainsi une sorte de charpente musculaire formée de trois (03) couches (GRAU et WALTER, 1975, BARONE 1984, BANKS 1993) (**schéma – planche III, figure 35**). Les fibres de la couche axiale, issues de la musculeuse, s'élèvent du bord adhérent vers le bord libre. Celles des deux autres couches sont longitudinales, c'est-à-dire orientées du réseau vers la caillette et représentent la muscularis mucosae. Les trois couches se confondent en un renforcement unique le long du bord libre de chaque lame.

La **propria mucosae** est dense et irrégulière. Elle se prolonge sur les faces de chaque lame et délègue de nombreuses papilles adélomorphes dans toute l'étendue de l'épithélium, y compris celui des grosses papilles délomorphes (**figures 34, 35**). L'**épithélium** est épais, stratifié pavimenteux et fortement kératinisé, surtout sur les papilles qui hérissent les lames (GRAU et WALTER, 1975) (**figure 35**).

**III.3.2.** La **sous muqueuse** n'a rien de particulier (très fine).

**III.3.3.** La **musculeuse** à peine plus épaisse que celle du réseau, est formée de deux plans de fibres complets, plus épais sur la base de l'organe que sur la courbure. Le plan superficiel (mince), est constitué de fibres longitudinales et le plan profond (épais) de fibres circulaires (GRAU et WALTER, 1975). Les bords du sillon omasique comportent en outre des fibres longitudinales qui prolongent le système de l'anse cardiaque. Il existe aussi des fibres de ce type dans le pilier omasique, d'où elles s'irradient au pourtour de l'orifice omaso-abomasique, dont elles semblent assurer le contrôle (BARONE 1984) (**schéma – planche III, figure 35**).

**III.3.4.** La **séreuse** est peu adhérente et glisse sans peine à la surface de la musculeuse, grâce à un abondant conjonctif sous-séreux. Elle manque au niveau des zones d'accolement aux compartiments voisins (GRAU et WALTER, 1975).

### III.4. Caillette

**III.4.1.** Sa **muqueuse** se raccorde selon une ligne nette à celle du proventricule sur le bord de l'orifice omaso-abomasique et des voiles abomasiques. Elle présente les trois zones habituelles. Autour de l'orifice omaso-abomasique, une collerette de quelques centimètres à

peine est formée par une muqueuse cardiale mêlée de quelques glandes de types fundique et pylorique. Cette bande mise à part, le fundus et les deux tiers du corps sont occupés par la muqueuse fundique. La muqueuse pylorique tapisse toute la partie pylorique et la partie adjacente du corps (BARONE, 1984) (**figure 37**). L'épithélium (*lamina épithelialis*) consiste en un épithélium prismatique simple qui revêt également des fossettes gastriques « foveolae gastricae » ou « cryptes » dans lesquelles débouchent des glandes tubulaires (GRAU et WALTER, 1975, OWNBY, 2004) (**figures 36, 37, 38**).

La *Lamina propria* à fibres tenues est le siège de glandes stomacales ou gastriques tubulaires et ramifiées. Elle renferme souvent des structures lymphoïdes (**figure 39**).

La *Lamina muscularis mucosae* forme soit un plexus, soit plusieurs couches de cellules de muscles lisses (GRAU et WALTER, 1975) (**figures 36, 37**).

**III.4.2.** La **sous-muqueuse** est plus épaisse et plus lâche que dans le proventricule. Elle forme l'essentiel du torus pylorique (BARONE, 1984). Elle renferme les gros vaisseaux, les nerfs et fréquemment des cellules adipeuses (GRAU et WALTER, 1975). Elle comporte aussi des ganglions parasymphatiques organisés en plexus sous-muqueux de Meissner (OWNBY, 2004) (**figure 36**).

**III.4.3.** La **muscleuse** comporte deux plans de fibres distincts, le superficiel longitudinal et le profond circulaire. Tous deux se renforcent du fundus au pylore, surtout celui des fibres circulaires. Lesquelles forment en particulier le sphincter pylorique et délèguent en outre un support axial dans le torus (BARONE, 1984). Entre les deux couches musculaires, se logent des ganglions parasymphatiques du plexus myentérique d'Auerbach (OWNBY, 2004) (**figure 36**).

**III.4.4.** La **séreuse** ne présente rien de particulier et se continue dans les deux omentums, elle manque toutefois sur la partie du fundus qui s'adosse au réseau et au rumen, ainsi qu'au fond du sillon omaso-abomasique, car elle passe d'un réservoir à l'autre sans s'engager jusqu'au fond des dépressions intermédiaires (BARONE, 1984).

#### **III.4.5. Glandes gastriques**

On distingue des glandes du cardia, du fundus et du pylore.

- Les **glandes cardiales** : ont un caractère séreux. Elles sont abondamment ramifiées et pelotonnées. Leur corps cellulaire occupe la moitié basale de la *lamina propria*. Leurs canaux excréteurs sont flexueux (GRAU et WALTER, 1975).

- Les **glandes fundiques** : sont peu flexueuses et peu ramifiées. On peut les désigner comme des glandes mélangées (mixtes). Ces glandes sont trouvées dans le fundus et le corps de l'abomasum. Elles produisent le suc gastrique (BACHA et BACHA, 2000). Les glandes fundiques comportent 5 types cellulaires : les cellules principales (adélomorphes), les cellules bordantes (délomorphes), les cellules à mucus et les cellules neuroendocrines.

### 1. Cellules muqueuses : deux types

- Cellules muqueuse de surface : appartenant à l'épithélium de revêtement de la muqueuse gastrique se compose d'une assise unique de cellules cylindriques avec des noyaux ovales placés à la base et un abondant cytoplasme apical contenant de minuscules gouttelettes de mucus. Celles-ci couvrent la surface et tapissent les fosses ou « cryptes » gastriques. Ces cellules muqueuses secrètent des ions bicarbonates et du mucus qui protège l'épithélium de la glande du suc gastrique (HCl et pepsine) libéré au cours de la digestion (OWNBY, 2004) (**figure 38**).
- Cellules muqueuses du collet: Plus petites et moins nombreuses que les cellules muqueuses de l'épithélium de surface. Elles présentent un noyau rond et secrètent une mince quantité de mucus qui est plus fluide. Ce mucus protège également les autres cellules glandulaires de l'action des protéases et de l'HCl (OWNBY, 2004).

### 2. Cellules bordantes (pariétales ; oxyntiques)

Ce sont de grandes cellules sphériques à pyramidales, séreuses, et fortement acidophiles. Elles s'insinuent de l'extérieur entre les cellules principales, mais sans presque jamais réussir à percer (**figure 39**). Elles ont un noyau sphérique central et parfois un noyau double. Par des petits canaux sécréteurs, courts, intercellulaires, elles sont en liaison avec la lumière de la glande, qui proviennent d'un réseau papillaire intercellulaire sécréteur (GRAU et WALTER, 1975). Elles secrètent l'HCl et le facteur intrinsèque, nécessaire à l'absorption de la vitamine B12.

### 3. Cellules principales (zymogéniques)

Elles se trouvent principalement à la base des glandes gastriques. Elles sont plus nombreuses, de forme cubique ou prismatique contenant des noyaux ronds situés en position basale et un important cytoplasme basophile apical rempli de plusieurs ribosomes. Ces cellules sécrètent le pepsinogène, qui est converti en pepsine dans le milieu acide de l'estomac (GRAU et WALTER, 1975 et OWNBY, 2004).

### 4. Cellules neuro-endocrines (entéro-chromaffines)

Elles sont difficiles à distinguer par microscopie optique conventionnelle; plusieurs types sont présents, certaines sécrètent la sérotonine, la gastrine, le glucagon et la somatostatine, parmi tant d'autres hormones (OWNBY, 2004).

### 5. Cellules souches

Elles sont principalement situées dans la région du collet et difficiles à identifier de coutume dans des coupes teintées à l' H & E. Elles subissent des mitoses pour former plusieurs cellules qui se différencient ensuite en d'autres types cellulaires présents dans la glande assurant ainsi un renouvellement des cellules épithéliales (OWNBY, 2004).

- Les **glandes pyloriques** : ont le caractère muqueux et occupent la moitié de la muqueuse pylorique. Elles débouchent des fossettes larges et profondes de l'estomac, aussi sont-elles fortement ramifiées, contournées et pelotonnées. Elles sont réunies en paquet à peu près de la même grosseur par des ramifications qui s'élèvent de la muscularis mucosae (GRAU et WALTER, 1975).

---

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

---

---

---

# CHAPITRE IV

---

## Matériel et méthodes

## IV.1. Animaux

Deux (02) spécimens d'estomacs de jeunes dromadaires âgés de deux ans et de sexe mâle sont collectés après abattage des animaux aux abattoirs de la Wilaya de Ghardaïa.

## IV.2. Technique histologique

Après une inspection externe et interne entière de l'estomac de dromadaire, de petites portions de tissus de 1 cm<sup>2</sup> environ sont prélevées dans les différentes parties des quatre compartiments (parties lisses aglandulaires et glandulaires).

Les portions de tissus sont fixées par immersion dans le formol à 10% qui consiste à protéger les tissus prélevés de toute hydrolyse due à la libération des enzymes dans les lysosomes cellulaires, le prélèvement fixé est bien identifié par un code.

Les prélèvements sont ensuite disposés dans des cassettes avec leur identification sur le bord des cassettes.

Les opérations se poursuivent par :

- L'immersion dans l'eau.
- La déshydratation par les alcools.
- L'éclaircissement par le toluène (xylène).
- L'inclusion dans la paraffine fondue.

La préparation du bloc de paraffine (enrobage) se fait au moyen d'un petit moule préalablement chauffé, dans lequel on verse de la paraffine fondue.

Dans celle-ci, on place rapidement la pièce en l'orientant convenablement suivant les coupes transversales ou longitudinales pré-envisagées puis on laisse refroidir la paraffine. Après refroidissement complet, le bloc de paraffine est démoulé.

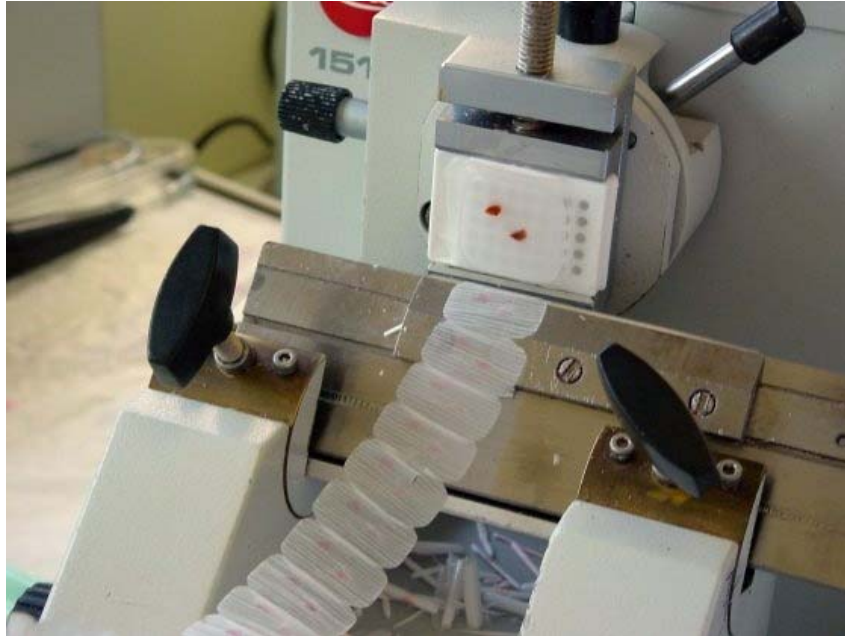


**Inclusion des pièces (paraffine)**



**Collage des cassettes sur les moules**

- Puis vient l'étape de **confection** des coupes : par l'enlèvement à l'aide d'un bistouri de l'excédent de paraffine (équarrissage), il ne doit rester qu'environ 5 mm de paraffine autour de la pièce. Puis on fait monter le bloc dans le porte bloc du microtome. Après on procède à éliminer la paraffine par passage régulier de la pièce à couper devant le rasoir du microtome (dégrossissage).



**Microtome**

On déplisse les coupes par flottaison à la surface d'un bain chaud puis on les pose sur les lames.

Le collage des coupes est fait sur une lame de verre porte-objet sur laquelle est gravé le numéro d'identification du bloc.

L'étalement de la coupe se fait par chauffage de la lame sur une platine chauffante.

Les coupes égouttées et mises dans des portions sont ensuite séchées dans une étuve du laboratoire.



**Platine chauffante**

Puis vient l'étape de la **coloration bichrome à l'Hémalun-Eosine (H&E)**.

**Principe :** coloration des noyaux par une laque aluminique d'hémalun, et des fonds par un seul colorant acide : l'éosine.

➤ **Réactifs**

- ❖ Hématoxyline de Harris
- ❖ Eosine à 1%

➤ **Mode opératoire**

**a. Déparaffinage**

- Premier bain dans le toluène 5 mn.
- Deuxième bain dans le toluène 5 mn.

**b. Hydratation**

- Alcool 100° : 60 s à agitations.
- Alcool 90° : 60 s à agitations.
- Alcool 70° : 60 s à agitations.
- Eau distillée : 03 min.

**c. Coloration**

- L'hématéine 20 s
- Laver pendant 3 min à l'eau courante
- Colorer 5 min à l'éosine (la différenciation se fait par l'alcool à 70° et 90°)
- Rincer 2 min. à l'eau courante

**d. Déshydratation**

- Alcool 70° : 30 s à agitations
- Alcool 90° : 30 s à agitations
- Alcool 100° : 01 min. à agitations

**e. Eclaircissement**

- 5 min. xylène
- 5 min. xylène

- **Le montage :** se fait classiquement entre lame et lamelle en utilisant les media classique, dans notre cas c'est le produit d'embaumage pour inclusion (résine) : EUKITT (utilisation du toluène ou du xylène).



**Montage définitif : collage des lamelles.**

# **CHAPITRE V**

---

**Résultats sur l'étude de la  
structure histologique de  
l'estomac multiloculaire du  
dromadaire**

Les observations faites au microscope optique démontrent qu'il ya énormément de différences entre les compartiments du dromadaire comparativement à ceux des ruminants.

En effet, l'épithélium interne qui tapisse les 4 compartiments du dromadaire diffère de celui des autres ruminants domestiques. Il se répartit en deux régions (**figure 40**) :

- **Régions non-glandulaires** : l'épithélium qui tapisse les **parties dorsales** du compartiment 1 (rumen) et du compartiment 2 (réticulum), notamment la petite courbure de C2, est constitué de cellules pavimenteuses, stratifiées, kératinisées. Il est dépourvu de papilles dans ces deux compartiments.
- **Régions glandulaires** : l'épithélium qui revêt les **parties ventrales** des compartiments 1 et 2 (cellules des sacs glandulaires du rumen et du réseau), ainsi que la totalité du compartiment 3 (omasum) et du compartiment 4 (abomasum) est formé de cellules prismatiques simples et comporte des glandes tubuleuses.

### V.1. Compartiment 1 (voir Planche V – compartiment 1)

Le compartiment 1 comprend une partie lisse et des cellules ruminales, expansions de sa paroi. La partie lisse est revêtue d'une muqueuse dermo-papillaire kératinisée ; le plancher des cellules ruminales est revêtue d'une muqueuse glandulaire.

- L'épithélium de la muqueuse (*Lamina epithelialis mucosae*) des parties dorsales des lobes crânial et caudal de C1 est pavimenteux, stratifié et nettement kératinisé. Son corps papillaire est faiblement développé. En effet, la surface de ces régions dorsales est lisse, aglandulaire avec des plis de longueur et de hauteur variables (***rugae***), qui sont fonction de l'état de réplétion et du degré de contraction de la musculature. En revanche, les parties ventrales de C1 qui renferment les sacs glandulaires, présentent dans les cellules ou chambres ruminales, un épithélium prismatique simple à cellules hautes à noyau basal, continu avec l'épithélium de surface.

Les piliers et les cloisons d'ordre primaire et transverses de ces cellules sont tapissés par un épithélium pavimenteux, stratifié, kératinisé. Dans les plis primaires des cellules ruminales existent des tendons élastiques qui ont des rapports étroits avec les artères.

- La lamina propria (*Lamina propria mucosae*) dans les parties dorsales de C1 présente un tissu conjonctif très dense avec des fibres de collagène, et des fibres

élastiques isolées, alors qu'en partie ventrale dans les cellules ruminales se situent des glandes tubuleuses simples (cellules prismatiques) ramifiées dans leur portion terminale, baignant dans un tissu conjonctif lâche, très riche en lymphocytes, granulocytes, plasmocytes....Ces glandes sont de type cardinal.

- La musculature muqueuse (*Lamina muscularis mucosae*) en partie dorsale est absente ou se présente sous forme d'un paquet de fibres musculaires dispersées. Celle-ci est également absente dans les cloisons (bandes à rangées parallèles) et plis (cloisons transverses) des chambres ruminales, alors qu'elle existe et prend l'aspect d'une mince couche de fibres musculaires lisses, circulaires au sein même des cellules de C1 (plancher de la partie ventrale).
- La sous-muqueuse (*Tela submucosa*) dans la partie dorsale du rumen présente un mince développement d'une couche de tissu conjonctif lâche contenant des fibres de collagène, des fibres de réticuline et de fines fibres élastiques. Dans la partie ventrale de C1, le tissu conjonctif à très larges mailles, favorise le déplacement de la muqueuse. Il existe aussi de nombreux follicules lymphoïdes isolés.
- La musculature (*Tunica muscularis*) dans la partie dorsale lisse de C1 comporte deux (02) couches de fibres musculaires lisses, l'une profonde et circulaire, l'autre superficielle et longitudinale. Dans les cloisons et plis de ce compartiment, on retrouve également deux (02) couches de fibres musculaires lisses, cependant la profonde (circulaire) est épaisse, contrairement à la superficielle (longitudinale) est mince. En revanche, dans les cellules ruminales de la partie ventrale, les deux couches de fibres musculaires sont inversées : la profonde est longitudinale et épaisse et la superficielle est circulaire et mince.
- La séreuse (*Tunica serosa*) couvre le compartiment 1. D'une manière générale, la séreuse recouvre l'estomac (péritoine viscéral), sauf au niveau où elle se réfléchit avec le diaphragme et la rate, aux zones d'accolement avec les compartiments voisins et au niveau des adhérences.

## V.2. Compartiment 2 (voir Planches VI -A-B-C – compartiment 2)

- L'épithélium de la muqueuse (*Lamina epithelialis mucosae*) de la partie dorsale de C2, au niveau de la petite courbure et l'extrémité des cloisons longitudinales (bandes rubannées) est de type pavimenteux, stratifié et kératinisé. Son corps papillaire est

bien développé à l'extrémité des plis. En revanche comme dans le compartiment 1, en partie ventrale dans les cellules ou chambres réticulaires, l'épithélium glandulaire est prismatique simple.

- La lamina propria (*Lamina propria mucosae*) de la muqueuse dermo-papillaire, présente un conjonctif très dense à l'extrémité des plis. 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. Dans la partie ventrale de C2, la propria est occupée par de simples branches de glandes tubuleuses (cellules prismatiques), disséminées dans les plis et les chambres. Les glandes sont de type cardinal à muqueuse sécrétante. Le tissu conjonctif est lâche dans les cellules réticulaires.
- La musculature muqueuse (*Lamina muscularis mucosae*) en partie dorsale, aglandulaire, ainsi que dans les cloisons longitudinales (bandes) est absente. A l'intérieur des cloisons transverses et des chambres de la partie ventrale de C2, on distingue un paquet de fibres musculaires lisses.
- La sous-muqueuse (*Tela submucosa*) dans la partie lisse et les cloisons transverses du réticulum présente un tissu conjonctif lâche faiblement développé. Au sein même des cellules de C2, on retrouve une mince couche de tissu conjonctif collagène qui se poursuit sans discontinuité avec le tissu conjonctif interposé entre les faisceaux musculaires.
- La musculature (*Tunica muscularis*) dans les cloisons d'ordre primaire de la région dorsale de C2 se décompose en deux couches de fibres musculaires lisses : profonde, circulaire, mince et superficielle, longitudinale, épaisse. En région ventrale, glandulaire, au niveau des cloisons transverses et dans les chambres, on retrouve les mêmes couches de fibres musculaires lisses: la profonde circulaire est épaisse, alors que la superficielle, longitudinale est mince.
- La séreuse (*Tunica serosa*) couvre le compartiment 2.

### V.3. Compartiment 3 (voir Planche VII – compartiment 3)

- L'épithélium de la muqueuse glandulaire (*Lamina epithelialis mucosae*) est cylindrique simple.
- La lamina propria (*Lamina propria mucosae*) présente de simples branches de glandes tubuleuses ramifiées (de type cardinal) à cellules prismatiques simples. Dans

toute l'étendue de la muqueuse glandulaire, on retrouvera une infiltration de tissu lymphoïde diffus et de nombreux et larges nodules lymphatiques et un tissu conjonctif lâche. Ces nodules lymphatiques sont particulièrement bien développés dans la partie initiale dilatée de C3.

- La musculeuse muqueuse (*Lamina muscularis mucosae*) se distingue par la présence d'une mince couche de fibres musculaires lisses, circulaire qui s'insinue dans les « plis » formant ainsi deux (02) couches.
- La sous-muqueuse (*Tela submucosa*) comporte un tissu conjonctif lâche, pourvu de fibres de collagène, de fibres de réticuline et de nombreuses fibres élastiques. On retrouvera également de nombreuses inclusions lymphoïdes, des vaisseaux et des nerfs..
- La musculeuse (*Tunica muscularis*) se divise en deux (02) couches de fibres musculaires lisses : l'une profonde, circulaire et épaisse, l'autre superficielle, longitudinale et mince. Ces 2 couches n'entrent pas dans la constitution des « plis ».
- La séreuse (*Tunica serosa*) couvre le compartiment 3.

#### **V.4. Compartiment 4 (voir Planches VIII - A-B – compartiment 4)**

La muqueuse glandulaire de C4 (abomasum) est divisée dans ses parties fundique et pylorique par des sillons en aires gastriques (*Areae gastricae*) ou lobules gastriques, visibles à l'œil nu. Ces sillons (*Sulci gastrici*), sont plus nombreux et peu profonds dans la partie pylorique ; en revanche, dans la partie fundique, les aires gastriques sont moins profondes et plus spacieuses.

- L'épithélium de surface (revêtement) de la muqueuse (*Lamina epithelialis mucosae*) est prismatique simple à cellules muqueuses et se poursuit sans discontinuité par l'épithélium glandulaire des glandes tubuleuses qui débouchent au fond des cryptes gastriques ou fosses gastriques (*foveolae gastricae*). On distingue des cellules muqueuses, principales, pariétales. Ces deux dernières sont prédominantes dans la région fundique.

En fonction du type de glandes, on discerne topographiquement trois variétés de glandes : fundique, pylorique et cardiale. Ces glandes sont tubuleuses et vont avoir un aspect différent selon les régions. Elles sont soit rectilignes ou droites, soit contournées et ramifiées dans leur segment terminal et traversent la *muscularis mucosae*. Elles déversent leurs sécrétions dans les cryptes.

- **Région cardiale** : très étroite située à la limite entre la terminaison de la portion rétrécie (partie principale) de C3 et le début de C4, à glandes tubuleuses contournées.
- **Région fundique** à glandes tubuleuses droites
- **Région pylorique** à glandes tubuleuses contournées
- La lamina propria (*Lamina propria mucosae*) dans ces trois régions, est composé d'un tissu conjonctif, dans lequel parviennent des glandes tubuleuses simples ramifiées et rectilignes.
  - Dans la région cardiale, on retrouve des cellules cuboïdales avec des noyaux sphériques occupant une position centrale, mais également des cellules pariétales occasionnelles.
  - Dans la région fundique à gros plis, on remarque que les **cellules muqueuses du collet** sont prismatiques à noyau ovale, plutôt basal. Les **cellules principales** (zymogéniques) sont prismatiques, à cytoplasme basophile et à noyau ovale, plutôt basal. Elles sont rarement observées dans la partie moyenne des glandes, mais beaucoup plus fréquentes dans la partie sinueuse. Celles-ci sécrètent principalement des enzymes digestives, notamment du pepsinogène.

Enfin, les **cellules pariétales** (bordantes ou oxyntiques) retrouvées, sont beaucoup plus nombreuses que les précédentes et s'accumulent dans la portion moyenne et rectiligne des glandes. Elles s'observent aussi dans les segments sinueux des glandes. Elles sont arrondies, localisées à la périphérie (excentrique) de l'axe de la glande et ont 1 à 2 noyaux sphériques en position centrale. Ces cellules sont responsables de la sécrétion de l'acide chlorhydrique (HCl) et du facteur intrinsèque qui favorise l'absorption de la vitamine B12.
  - La région pylorique est lisse (renflement pylorique) et présente des glandes qui débouchent dans des cryptes plus profondes. Ces glandes tubuleuses sont sinueuses et souvent rectilignes à leur portion terminale.
- La musculature muqueuse (*Lamina muscularis mucosae*) renferme une mince couche circulaire de fibres musculaires lisses.
- La sous-muqueuse (*Tela submucosa*) présente un tissu conjonctif lâche avec une large quantité de tissu adipeux. On distingue comme dans le C3 de nombreuses inclusions lymphoïdes.

- La musculuse (*Tunica muscularis*) est similaire au C3. La couche circulaire, interne (profonde) est beaucoup plus épaisse dans la région pylorique (sphincter pylorique) que dans les régions fundique et cardiale.
- La séreuse (*Tunica serosa*) couvre le compartiment 4.

# CHAPITRE VI

---

## Discussion et Histologie comparée

Les pré-estomacs des camélidés rappellent ceux du ruminant classique, mais présentent des différences notables aussi bien macroscopiquement que microscopiquement.

Chez les ruminants, ils se composent du rumen, du réticulum et de l'omasum et sont revêtus par un épithélium pavimenteux stratifié et kératinisé.

La membrane muqueuse de l'abomasum est tapissée par un épithélium prismatique simple.

La présente étude confirme les observations faites au microscope optique par DELLMANN *et al.* (1968), OSMAN E.E *et al.* (2001a), ABDEL-MAGIED et TAHA (2003) et von ENGELHARDT *et al.* (2006), et au microscope électronique par LECHNER-DOLL *et al.* (1995), et IBRAHIM et SALEH (2005), qui indiquent que la muqueuse qui tapisse l'estomac du dromadaire, est selon la localisation soit glandulaire soit aglandulaire (non-glandulaire).

- En effet, la membrane muqueuse de la partie dorsale du **compartiment 1** ou du rumen de dromadaire est lisse, tapissée par un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé. Il est dépourvu de papilles et quand il est vide ; il forme de nombreux plis (HIFNY *et al.* 1985, JOUANY *et al.* 2000). En revanche, la muqueuse du rumen du bovin est tapissée de papilles délomorphes, visibles macroscopiquement (1 à 1,5 cm/ hauteur), qui sont très nombreuses et particulièrement abondantes dans le sac ventral et les culs-de-sacs caudaux du rumen, sauf au niveau des piliers (BARONE, 1984). L'investigation à notre portée est en accord avec les observations de DELLMANN *et al.* (1968), FAYED et MAKITA (1997), OSMAN E.E *et al.* (2001a), ABDEL-MAGIED et TAHA (2003) qui démontrent que la membrane muqueuse qui tapisse les sacs glandulaires des lobes crânial et caudal du compartiment 1 est revêtue par un épithélium prismatique simple, de type cardinal (DELLMANN *et al.* (1968), OSMAN E.E *et al.* (2001a).

La présente étude confirme les travaux d'ABDEL-MAGIED et TAHA (2003) qui attestent l'absence de lamina muscularis mucosae dans les parties dorsales, lisses des deux lobes de C1. Cependant DELLMANN *et al.* (1968), OSMAN E.E *et al.* (2001a), notifient que la muscularis mucosae dans cette même région, se présente sous forme d'un paquet de fibres isolées.

SHAHRASBI et RADMEHR (1974) constatent que la muscularis mucosae dans les sacs glandulaires du rumen du dromadaire est absente ?

Cette disparité entre les présents travaux et ceux de SHAHRASBI et RADMEHR (1974), peut être due au fait que la muscularis mucosae est absente dans les cloisons transverses (plis) et les cloisons longitudinales parallèles (bandes) des sacs

glandulaires. Chez les ruminants, en l'occurrence le bovin, la muscularis mucosae est absente dans le rumen (GRAU et WALTER, 1975 ; BANKS, 1993, BACHA et BACHA, 2000 et OWNBY, 2004).

La présente étude démontre que la muqueuse qui tapisse les cellules ou chambres ruminales des sacs glandulaires du compartiment 1 du dromadaire correspond à une simple ramification de glandes tubuleuses localisées au sein de la lamina propria.

Les résultats des travaux obtenus sont en accord avec les observations de DELLMANN *et al.* (1968), OSMAN E.E *et al.* (2001a), ABDEL-MAGIED et TAHA (2003). Les glandes caractérisant les sacs du compartiment 1 de l'estomac du dromadaire ne peuvent en aucun cas être comparées au rumen des ruminants lequel est non glandulaire (GRAU et WALTER, 1975 ; BARONE, 1984, BANKS, 1993, BACHA et BACHA, 2000 et OWNBY, 2004, EURELL et FRAPPIER, 2006).

- PUROHIT et RATHOR (1962) rapportent que la membrane muqueuse du **compartiment 2** ou du réticulum du dromadaire est tapissée uniquement par un épithélium prismatique simple. Ceci est en contradiction avec les observations de la présente étude et celles de DELLMANN *et al.* (1968), OSMAN E.E *et al.* (2001a), ABDEL-MAGIED et TAHA (2003).

Nous avons remarqué que dans le compartiment 2, il y avait deux (02) types d'épithéliums :

- un épithélium pavimenteux stratifié (petite courbure de C2) et
- un épithélium prismatique simple.

Le sillon gastrique (*Sulcus ventriculi*), anciennement « gouttière œsophagienne » qui traverse le C1, le C2 le long de la petite courbure et qui se termine par une ouverture à l'entrée de C3 est tapissé par un épithélium pavimenteux stratifié.

Chez les ruminants, le réticulum possède une muqueuse alvéolée en nid d'abeilles de même structure que le rumen, tapissée également par un épithélium pavimenteux stratifié, kératinisé (BARONE, 1984, GRAU et WALTER, 1975 ; BANKS, 1993, BACHA et BACHA, 2000 et OWNBY, 2004).

La présente étude, montre que la lamina muscularis mucosae dans les cloisons transverses (plis) et les chambres (cellules) réticulaires du compartiment 2 du dromadaire se présentent sous forme d'un paquet de fibres musculaires lisses, localisées dans les parties supérieures (extrémités des plis primaires) conformément aux travaux de DELLMANN *et al.* (1968), OSMAN E.E *et al.* (2001a). Cet arrangement est similaire à celui des ruminants (BARONE, 1984, OWNBY, 2004,

EURELL et FRAPPIER, 2006 et CACECI, 2008). Les glandes tubuleuses observées sont de type cardinal (DELLMANN *et al.* (1968) et OSMAN E.E *et al.* (2001a).

- Les résultats de la présente étude confirment les thèses de DELLMANN *et al.* (1968), DOUGBAG et BERG (1980a et 1980b), OSMAN E.E *et al.* (2001a) que le **compartiment 3** du dromadaire est formé de « plis », et se trouve entièrement tapissé par un épithélium prismatique simple à l'exception du segment situé entre la terminaison de la petite courbure de C2 et la partie initiale de C3, qui est revêtue d'une muqueuse dermo-papillaire (pavimenteuse stratifiée) qui dérive du sillon gastrique (*Sulcus ventriculi*).

Chez les ruminants (bovin), l'omasum est occupé par des « lames » parallèles à hauteurs variables et revêtu par un épithélium pavimenteux stratifié et fortement kératinisé, surtout sur les papilles côniques qui hérissent les lames (GRAU et WALTER, 1975).

La lamina propria mucosae du compartiment 3 du dromadaire renferme un tissu lymphoïde diffus, de nombreux et larges nodules lymphatiques et de simples ramifications de glandes tubuleuses de type cardinal (DOUGBAG et BERG, 1980a). Ceci est en accord avec les travaux de recherche de DOUGBAG et BERG (1980b) qui précisent que la lamina propria mucosae est nettement visible et fortement infiltrée de lymphocytes qui se regroupent pour former de véritables nodules lymphatiques, spécialement dans la muqueuse rétiforme de la partie initiale dilatée de C3. Nous souhaitons confirmer cet avis et rajouter les remarques de DELLMANN *et al.* (1968) qui soutiennent ce point de vue et affirment que par endroits même, on rencontre des formations analogues aux « plaques de Peyer » de l'intestin. A ce propos, une histogénèse du compartiment 3 a été menée par SALIMI NAGHANI *et al.* (2010) sur des fœtus de dromadaire. Ces derniers démontrent que des nodules lymphatiques primaires ont été observés dans la lamina propria de la région cardiale de C3 dès l'âge de 160 jours au cours de la vie intra-utérine de fœtus de dromadaires jusqu'à la naissance. Ce sont précisément-ils des éléments absents dans l'estomac des vrais ruminants.

Enfin, la lamina propria mucosae de l'omasum chez les ruminants se compose d'un tissu conjonctif dépourvu de glandes (BARONE, 1984).

La présente étude est appuyée par les allégations de DELLMANN *et al.* (1968) et de OSMAN E.E *et al.* (2001a) qui affirment que la muscularis mucosae du compartiment 3 du dromadaire est composée d'une mince couche circulaire de fibres musculaires

lisses et constitue de ce fait l'unique tunique qui pénètre dans l'axe des « plis », formant ainsi deux (02) couches alors que la couche circulaire interne de la tunique musculieuse ne participe pas dans la constitution des « plis ». C'est par conséquent, l'une des différences histologiques majeures entre l'omasum des ruminants et le compartiment 3 du dromadaire. En effet, chaque « lame omasale » chez le bovin est composée en son axe d'une charpente musculaire formée de trois (03) couches.

- DELLMANN *et al.* (1968), DOUGBAG et BERG, (1980a et 1980b, 1981), OSMAN E.E *et al.* (2001a) et ABDEL-MAGIED et TAHA (2003), indiquent que la muqueuse du **compartiment 4** ou de l'abomasum, est revêtue entièrement par un épithélium prismatique simple.

La présente observation montre que le compartiment 4 est divisé en 3 régions : cardiale, fundique et pylorique.

La membrane muqueuse du compartiment 4 est tapissée d'un épithélium prismatique simple, lequel est similaire à celui de l'abomasum des ruminants (BARONE, 1984, BANKS, 1993, BACHA et BACHA, 2000 et OWNBY, 2004).

La présente étude montre que la **région cardiale** occupe un étroit filet à la limite entre la terminaison du compartiment 3 et la région fundique de compartiment 4. Ceci est en accord avec les travaux d'OSMAN E.E *et al.* (2001a). Les résultats de la présente étude, montrent que la lamina propria mucosae de la région cardiale renferme de simples ramifications de glandes tubuleuses ressemblant aux glandes cardiales des autres mammifères domestiques (BANKS, 1993).

Chez le dromadaire, les glandes de la **région fundique** sont tapissées par 3 types de cellules : les cellules muqueuses du collet, les cellules principales (zymogéniques), les cellules pariétales (DELLMANN *et al.* 1968, OSMAN E.E *et al.* 2001a). La présente étude confirme ces observations. La situation des cellules muqueuses du collet de l'estomac de dromadaire est similaire à celle qui est rapporté dans l'estomac simple des monogastriques (BANKS, 1993).

Dans l'estomac simple des mammifères domestiques, les cellules pariétales (oxyntiques) sont moins nombreuses que les cellules principales (BANKS, 1993). En revanche, la présente étude, appuyée par les thèses de DELLMANN *et al.* (1968) et de OSMAN E.E *et al.* (2001a) affirment que les cellules pariétales chez le dromadaire sont plus nombreuses que les cellules principales et sont soit dispersées, soit arrangées en de longues rangées.

Le présent travail n'a pu démontrer les **cellules argentaffines** (argento-chromaffines) ou neuroendocrines par la technique histologique courante à l'hématéine-éosine. Ces cellules sont difficiles à observer par microscopie optique conventionnelle et nécessitent une coloration et technique histologique particulières. Elles n'ont cependant pas été décrites par les auteurs DELLMANN *et al.* (1968) et OSMAN E.E *et al.* (2001a). Celles-ci sont naturellement peu nombreuses et retrouvées dans l'estomac simple des monogastriques au fond des glandes (HAMMOND et LADEUR, 1968 et BANKS, 1993 cités par OSMAN E.E *et al.* 2001a). Néanmoins, les travaux d'ENGELHARDT et RUBSAMEN (1979), cités par YAGIL (1982) et de LECHNER-DOLL *et al.* (1995) attestent l'existence de nombreuses cellules endocrines dans la paroi de l'estomac, occupant la même situation.

Les aspects histologiques de la **région pylorique** du dromadaire sont analogues à ceux de l'estomac simple des monogastriques et à l'abomasum des ruminants (BANKS, 1993).

Dans cette étude, la muscularis mucosae se compose comme dans le compartiment 3 d'une mince couche circulaire de fibres musculaires lisses. En revanche, BANKS, (1993) et OWNBY (2004) rapportent que la muscularis mucosae dans l'estomac simple est agencée en plusieurs couches, orientées de manière longitudinale ou circulaire. Enfin, nous rajouterons que des travaux réalisés par SALIMI NAGHANI *et al.* 2010 sur l'histogénèse des compartiments 3 et 4 (omaso-abomasum) des fœtus de dromadaires, nous informent sur l'origine de la muscularis mucosae. Cette dernière serait issue selon ces auteurs de la projection longitudinale de la couche circulaire, profonde de la tunique musculieuse qui fait saillie dans les hauts plis.

La tunique musculieuse de l'estomac simple est composée également de trois (03) couches ; une couche profonde oblique, une couche circulaire moyenne et une couche longitudinale superficielle.

La tunique musculieuse dans la présente étude est composée chez le dromadaire et les ruminants de deux (02) plans de fibres distincts : le superficiel longitudinal et le profond circulaire.

Nous concluons que les glandes cardiales des sacs glandulaires de C1, de C2, de C3, et de l'étroite jonction entre la fin de C3 et de C4, ainsi que les glandes des régions fundique (collet) et pylorique sont constituées de cellules mucipares à pôle muqueux fermé (FAYED et MAKITA, 1997) qui réagissent à la P.A.S (OSMAN *et al.* 2001a).

# CONCLUSION GENERALE

---

Au terme de cette étude, nous retiendrons les points essentiels suivants :

L'estomac du dromadaire est l'un des organes qui le différencient le plus des autres mammifères et même des autres ruminants.

- Bien que l'on fasse souvent l'analogie entre les estomacs des camélidés et ceux des ruminants : le **nombre**, la **conformation**, la **structure** et les **connexions** entre les réservoirs gastriques sont si différentes que les opinions sur les limites, la nature et le rôle de certaines parties de cet organe sont l'objet de controverses entre auteurs.
- Le **feuillet** à l'origine de nombreux désaccords entre physiologistes est le plus variable des réservoirs gastriques, il n'a pas d'équivalent chez les ruminants. Il est tantôt nié par certains auteurs, attribuant ainsi à l'estomac du dromadaire l'existence de 3 compartiments : rumen, réticulum et abomasum ; tantôt pour d'autres, le feuillet est confondu avec la caillette, formant ainsi le troisième et dernier compartiment, qui est l'omoso-abomasum. Pourtant dans ce troisième compartiment, le dernier segment, soit le 1/5 de ce réservoir qualifié par certains auteurs de « hindstomach », se distingue aussi bien macroscopiquement que microscopiquement des parties voisines de l'estomac et correspondrait à l'abomasum sur le plan structurel.
- Pour éviter les confusions avec les estomacs des ruminants dont ils diffèrent sur beaucoup de points et afin d'employer la même terminologie et d'homologuer les deux types d'estomacs : il est tacitement admis d'appeler les 4 réservoirs ou compartiments gastriques des camélidés : **C 1** (rumen), **C 2** (réticulum), **C3** (omasum) et **C4** (abomasum).
- Contrairement aux vrais ruminants domestiques où le véritable estomac « peptique » est l'abomasum ; la particularité la plus remarquable des camélidés (dromadaire) est que toute la paroi de la muqueuse des compartiments de l'estomac est revêtue d'une **muqueuse glandulaire**, prismatique simple à l'exception des parties dorsales de C1, de C2 et du sillon gastrique, où la **muqueuse** est **aglandulaire**, de type œsophagien. En effet, les préestomacs (C1 à C4) ont un rôle « sécrétant » grâce à l'existence de **sacs glandulaires** distincts sur la partie ventrale de C1 et de C2. Ces sacs (ou cellules aquifères) sont sécrétants et sont le siège d'une absorption importante des acides gras volatils (AGV). Ceux-ci contribuent à augmenter le pouvoir tampon du contenu et y limiter les risques d'acidose. Il n'y a, en effet, pas de papilles dans C1 et C2. Le C3, mal délimité et de forme tubulaire communique avec le C2 par un étroit sphincter et s'ouvre largement sur C4 (partie sécrétante-digérante).

- Le pourcentage de surface de la fraction de superficie de la **région non-glandulaire** (œsophagienne) de l'estomac du dromadaire est de **53,2%** et est nettement inférieure à celle des bovins qui est de 87% (FRANDSON, 1981, cité par ABDEL-MAGIED et TAHA, 2003). En revanche, la fraction de surface des **régions glandulaires** de l'estomac du dromadaire est considérablement plus **élevée** que celle de la muqueuse glandulaire des bovins, ce qui contribue de toute évidence à l'augmentation de la surface de l'épithélium en l'existence des sacs glandulaires et des plis. Cela reflète que l'estomac du dromadaire est plus capable de **digestion chimique** que de digestion fermentative en comparaison avec les bovins. La digestion chimique repose principalement sur les cellules principales des glandes fundiques qui sécrètent des enzymes gastriques qui incluent la pepsine, la rénine et la lipase gastrique (BANKS, 1993).
- Une caractéristique non négligeable retient notre attention, est que la muqueuse de C3 contient des glandes tubuleuses cardiales simples, séparées par une lamina propria mucosae nettement visible, et fortement infiltrée de lymphocytes qui se regroupent pour former de **véritables nodules lymphatiques**, spécialement dans la muqueuse de la partie initiale dilatée de C3. Par endroits même, ces formations agrégées sont analogues aux « **plaques de Peyer** » de l'intestin (DELLMANN *et al.* (1968). Ces observations nous permettent de conclure que la présence de ces nodules lymphatiques dans la région cardiaque de C3 confère l'existence d'un **haut niveau d'immunité** dans ce compartiment en comparaison avec les ruminants (bovin) ou ces éléments sont absents.
- Pareillement, l'une des différences histologiques majeures entre l'omasum des ruminants et le compartiment 3 du dromadaire est que la muscularis mucosae du compartiment 3 du dromadaire est composée d'une mince couche circulaire de fibres musculaires lisses et constitue de ce fait l'unique tunique qui pénètre dans l'axe des « **plis** », formant une charpente à **deux (02) couches**. Par contre chez le bovin, chaque « lame omasale » est composée en son axe d'une charpente musculaire formée de trois (03) couches en raison de l'implication de la couche profonde de la musculature.

# **REFERENCES**

# **BIBLIOGRAPHIQUES**

---

1. **ABDEL-MAGIED E.M., TAHA A.A. (2003).** Morphological, morphométric and histochemical characterization of the gastric mucosa of the camel (*Camelus dromedarius*). *Anat. Histol. Embryol.*, Feb 32 (1) : 42-47.
2. **BACHA, W.J., Linda M. BACHA. (2000).** Color atlas of veterinary histology. 2<sup>nd</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins. 322p.
3. **BANKS W.J. (1993).** Applied Veterinary Histology. 3th Ed. Editor Mosby, Missouri (U.S.A.), 468 p.
4. **BARONE R. (1984).** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome III : Splanchnologie I, Appareil digestif et Appareil respiratoire, Ed. Vigot. 879 p.
5. **BENAISSA R. (1989).** Le dromadaire en Algérie. Options méditerranéennes, série séminaires, 2, p 19-28.
6. **BOLTON J.R., MERRITT A.M., CARLSON G.M., DONAWICK J. (1976).** Normal abomasal electromyography and emptying in sheep and the effects of intraabomasal volatile fatty acid infusion. *American journal of veterinary research*. 37: 1387.
7. **BOUE A. (1952).** L'originalité du chameau. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 5: 109-114 p.
8. **BUDRAS K. D., HABEL E., Anita WUNSCH, BUDA S. (2003).** Bovine Anatomy: An Illustrated Text. First Edition. Schlütersche GmbH & Co. KG, Verlag und Druckerei, 138 p.
9. **BULLIET R. W. (1975).** The camel and the wheel. Massachusetts: Harvard University Press. In: the camel (R.T.WILSON, 1984).
10. **CACECI Thomas (2008).** VM8054 Veterinary Histology Exercise 21: Ruminant Digestive System.  
<http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/labtoc.htm>  
Consulté le 10 /06/ 2011
11. **CAUVET (Cdt), 1925.** Le chameau. Tome I: anatomie, physiologie, races, extérieur, vie et mœurs, élevage, alimentation, maladies, rôle économique. Ed. J.B. Baillière et Fils. Paris, 784 p.
12. **CHAUVEAU A., ARLOING S., LESBRE F.-X (1905).** Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. 5<sup>ème</sup> Ed. BAILLIERE J.B., Paris. 1424 p.
13. **CHEHMA A.E.M. (1996).** Alimentation du dromadaire. INFS/AS Ouargla, 19 p.
14. **CHEHMA A., OULD EL HADJ M.D., RAACHI C. (2008).** Etude physico-chimique (pH) et composition microbienne du jus de rumen du dromadaire dans son milieu naturel. *Livestock Research for Rural Development*. 20 (11): 9 p.

15. **CHURCH D.C. (1976).** Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 1. 2 nd edition O and B books, 350p.
16. **COLBERT E.H. (1955).** Evolution of the vertebrates. New York. London. In: YAGIL R. (1982). Camels and camel milk. FAO Rome. *Animal production and Health*. Papers n° 26. 69 p.
17. **CURASSON G. (1947).** *Le chameau et ses maladies*. Paris, Vigot Frères, 464 pp.
18. **DARLEY B. (1992).** *Systématique des vertébrés*. Polycopié. Office des publications universitaires (OPU), Alger, 124 p.
19. **DELLMANN H.-D, BLIN P.-C., FAHMY M.F.A. (1968).** Contribution à l'étude de l'anatomie microscopique du tube digestif chez le chameau. *Rev. Elev. Méd. Pays trop.* 21,1 (1-32).
20. **EURELL Jo Ann, FRAPPIER Brian L. (2006).** Dellmann's Textbook of Veterinary Histology. 6th Revised edition. Editeur: Lippincott Williams and Wilkins. [CD-ROM histology atlas]
21. **DOUGBAG A.S., BERG R. (1980a).** Morphological observations on the normal cardiac glands of the camel (*Camelus dromedarius*). [Abstract]. *Anat. Anz.* 148(3): 258-64.  
[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7224185](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7224185)  
Consulté le 6/07/2011
22. **DOUGBAG A.S., BERG R. (1980b).** Histological and histochemical studies on the mucosa of the initial dilated and middle long narrow part on the third compartment of the camel's stomach (*Camelus dromedarius*). *Anat. Histol. Embryol.*, volume 9, Issue 2, 155-163 p.
23. **DOUGBAG A.S., BERG R. (1981).** Histological and histochemical studies on the fundic mucosa of the camel's stomach (*Camelus dromedarius*). [Abstract]. *Anat. Anz.* 149(1): 72-8.
24. **DROANDI I. (1936).** Il camello ; storia naturale, anatomia, fisiologia, zootecnica, patologia. Firenze, Istituto agricolo coloniale italiano. XIV, 856 p. In : DELLMANN *et al.* (1968). Contribution à l'étude de l'anatomie microscopique du tube digestif chez le chameau. *Rev. Elev. Méd. Pays trop.* 21, 1 (1-32).
25. **EHRLEIN H.J., HILL H. (1969).** Motirik und nahrungstransport des psalters (omasum) der ziege. *Zbl. Vet. Med.* A16: 573-596. In: YAGIL R. (1982). Camels and camel milk. FAO Rome. *Animal production and Health*. Papers n° 26. p 69.

26. **ENGELHARDT W.V., ALI K.E., WIPPER E. (1979).** Absorption and secretion in the tubiform forestomach of the llama. *Comp. Physiol. B* 132: 337-341. In: YAGIL R. (1982). Camels and camel milk. FAO Rome. *Animal production and Health*. Papers n° 26. p 69.
27. **ENGELHARDT W.V., RUBSAMEN K. (1979).** Digestive physiology of camelids. In: Camels. IFS Symposium, Sudan, 307-320. In: YAGIL R. (1982). Camels and camel milk. FAO Rome. *Animal production and Health*. Papers n° 26. p 69.
28. **FAYE B. (1997).** Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne: SANOFI Santé animale, 126 p.
29. **FAYE B., MEYER C., MARTI A. (1999).** *Le dromadaire, références bibliographiques, guide de l'élevage et médicaments*. [Cd-rom – Cirad].
30. **FAYED M.H., MAKITA T. (1997).** Histochemistry of gastric epithelial glycoprotein of the glandular stomach of the one humped camel (*Camelus dromedarius*). *Pathophysiology*, 4: 143-153.
31. **FRANDSON R.D. (1981).** Anatomy and physiology of farm animals. Philadelphia, PA : Lea & Febiger. In: ABDEL-MAGIED E.M., TAHA A.A. (2003). Morphological, morphométric and histochemical characterization of the gastric mucosa of the camel (*Camelus dromedarius*). *Anat. Histol. Embryol.*, Feb 32 (1) : 42-47.
32. **FOURNIER G (1984).** Physiologie de l'abomasum des ruminants. Thèse de. Médecine Vétérinaire de Lyon : 0993.
33. **GINET R., ROUX A.L. (1986).** Les plans d'organisation du règne animal. Manuel de zoologie. Ed. Doin, Paris, 247 p.
34. **GRAU H., WALTER P. (1975).** Précis d'histologie et d'anatomie microscopique des animaux domestiques. 1<sup>ère</sup> Edition, Vigot Frères Editeurs, 188 p.
35. **HAMMOND J.B., LADEUR L. (1968).** Fibrillovesicular cells in the fundic glands of the canine stomach. Evidence for a new cells type. *Anat. Rec.*, 161: 393-412. In: OSMAN E.E *et al.* (2001a). Histological observations of the stomach of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Camel Newsletter, CARDN / ACSAD*, N°18, 44-52.
36. **HEGAZI A. El H. (1950).** The stomach of the camel. *Br. Vet. J.*, 106, 209-213. In: YAGIL R. (1982). Camels and camel milk. FAO Rome. *Animal production and Health*. Papers n° 26 p 69.
37. **HELLER R., LECHNER-DOLL M., WEYRETER H., ENGELHARDT W.v. (1986).** Forestomach fluid volume and retention of fluid and particles in the gastro-intestinal tract of dromedaries (*Camelus dromedarius*). *J. Vet. Med. A* (33): 396-399. In: JOUANY J.-P., KAYOULI C. (1989). La digestion microbienne chez les Camélidés.

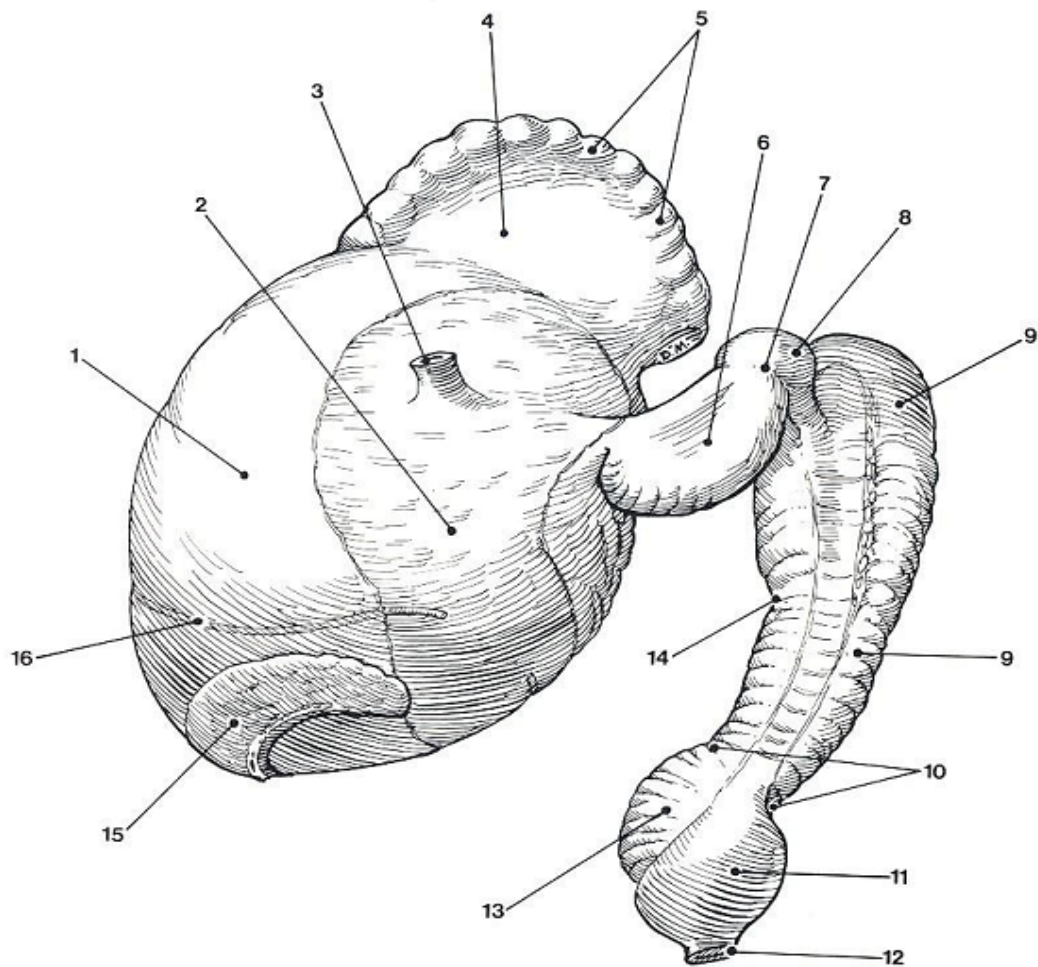
- Options Méditerranéennes (CIHEAM) : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 2 : 89-96.
- 38. HIFNY A., AHMED A.K., IBRAHIM I.A (1985).** Topography and morphology of the stomach of camel. *Assiut Vet. Med. J.*, Vol.15, N°29.
- 39. HOLMES Robert A. (2005).** Bovine Abdominal Wall and Abdominal Viscera. (Power point).
- 40. IBRAHIM IA., SALEH AM. (2005).** Gross, light and scanning electron microscopical study on the stomach of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). [Abstract]. Faculty of Veterinary Medicine Assiut University-Egypt.  
URL: <http://www.aun.edu.eg/inventions/v30.htm>  
Consulté le 10/05/2009
- 41. INTERNATIONAL COMMITTEES ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE, VETERINARY HISTOLOGICAL NOMENCLATURE, and VETERINARY EMBRYOLOGICAL NOMENCLATURE, (1994).** Nomina Anatomica Veterinaria, 4 th ed., 198 pp; Nomina Histologica, 2<sup>nd</sup> rev. ed., 59 pp; Nomina Embryologica Veterinaria, 59 pp. World Association of Veterinary Anatomists, Zürich and Ithaca, New York.
- 42. JOUANY J.-P., KAYOULI C. (1989).** La digestion microbienne chez les Camélidés. In : Tisserand J.-L. (Ed.). *Séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1989. p. 89-96.  
(Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 2). Séminaire sur la Digestion, la Nutrition et l'Alimentation du Dromadaire, 1988/02/27-1988/03/01, Ouargla (Algeria).
- 43. JOUANY J.-P. (2000).** La digestion chez les camélidés; comparaison avec les ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 13, 165-176.
- 44. KAYOULI C., JOUANY J.-P., DARDILLAT C., TISSERAND J.L. (1995).** Particularités physiologiques du dromadaire : conséquences pour son alimentation. In : Tisserand J.-L. (Ed.) *Elevage et alimentation du dromadaire = Camel production and nutrition*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. p. 143-155. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 13). Séminaire du Projet CEE-DGXII TS2\*0233-C (EDB), 1992/10/09-10, Douz (Tunisia).
- 45. KÖNIG H-E., LIEBICH H-G., 2007.** Veterinary anatomy of domestic mammals. Textbook and Color Atlas. 3<sup>rd</sup> Edition. Schattauer - Stuttgart - New York. 768 p.

46. **LASNAMI K. (1986).** Le dromadaire en Algérie, perspective d'avenir. Thèse de magister en sciences agronomiques. I .N.A. El-Harrach, Alger. 185p.
47. **LECHNER-DOLL M., ENGELHARDT W.V., ABBAS A.M., MOUSA H.M., LUCIANO N., REALE E. (1995).** Particularities in forestomach anatomy, physiology and biochemistry of camelids compared to ruminants. In : Tisserand J.-L. (Ed.). *Elevage et alimentation du dromadaire = Camel production and nutrition*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. p. 19-32. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 13). Séminaire du Projet CEE-DGXII TS2\*0233-C (EDB), 1992/10/09-10, Douz (Tunisia).
48. **LEESE A.S. (1927).** A treatise on the one-humped camel in health and disease. Haines & Sons, England. In: SMUTS M.M.S and BEZUIDENHOUT A.J., (1987). Anatomy of the dromedary. *Oxford University Press*, 230 p.
49. **LESBRE F.X. (1900).** Recherches anatomiques sur les camélidés. *Arch. Mus. Hist. Nat.* Lyon, 8, 195 p. In: CAUVET (Cdt), 1925. Le chameau. Tome I: anatomie, physiologie, races, extérieur, vie et mœurs, élevage, alimentation, maladies, rôle économique. Ed. J.B. Baillièrre et Fils. Paris, 784 p.
50. **MIKESSEL M.G. (1955).** Notes sur le harnachement chamelier. In: The camel (R.T. WILSON, 1984).
51. **NOMINA ANATOMICA VETERINARIA (2005).** Fifth edition. Published by the Editorial Committee Hannover, Columbia, Gent, and Sapporo. 190 p.  
URL:[http://www.wava-amav.org/Downloads/nav\\_2005.pdf](http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2005.pdf)  
Consulté le 21/01/2008
52. **OSMAN E.E, OSMAN D.I, ALI A.M (2001a).** Histological observations of the stomach of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Camel Newsletter, CARDN / ACSAD*, N°18, 44-52.
53. **OSMAN E.E, OSMAN D.I, ALI A.M. (2001b).** Gross anatomy of the stomach of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Camel Newsletter, CARDN / ACSAD*, N°18, 53-61.
54. **OWNBY Charlotte L.** Lab. Guide Veterinary Histology VMED 7123. Fall Semester 2004 .pdf. 51p  
[http://www.cvm.okstate.edu/instruction/mm\\_curr/histology/HistologyReference/index.htm](http://www.cvm.okstate.edu/instruction/mm_curr/histology/HistologyReference/index.htm)  
Consulté le 5/06/2011

55. **PAVAUX Cl. (1980).** *Splanchnologie des mammifères domestiques. Fascicule I. Appareil digestif*. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 200 p.
56. **PLATEL R. (1991).** *Zoologie des cordés*. Ed. Ellipses, Paris, 223 p.
57. **PUROHIT M.S., RATHOR S.S. (1962).** Stomach of the camel in comparaison to that of the ox. *Ind. Vet. J.*, 39: 604-608.
58. **REKHIS J. (1992).** Revue sur les particularités digestives et nutritionnelles chez le dromadaire. The Tenth Maghreb Veterinary Conference (Libya). 12-15/10/1992: 198-175.
59. **SALIMI NAGHANI E., POUSTY I., ABEDI M. (2010).** Histogenesis of the abomasum in one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9(7): 1108-1111.
60. **SCHALLER O. (1992).** *Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*. Ed. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 614 p.
61. **SCHMIDT-NIELSEN K. (1964).** Desert animals. Clarendon Press. Oxford. 287 p. In: JOUANY J.-P. (2000). La digestion chez les camélidés; comparaison avec les ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 13, 165-176.
62. **SHAHRASBI H., RADMEHR B. (1974).** Studies on the anatomy and histology of rumen water sacs in camel (*Camelus dromedarius*) in Iran. *J. Vet. Fac. Univ. Tehran, Iran*. 30(3): 15-25.
63. **SIMPSON G.G. (1945).** The principles of classification and a classification of mammals. *Bull. American Mus. Nat. Hist.* 85, 1-350. In: WILSON R.T. (1984). *The camel*. Editions Longman, Londres. 223 p.
64. **SMUTS M.M.S., BEZUIDENHOUT A.J. (1987).** *Anatomy of the dromedary*. Oxford University Press, 230 p.
65. **STEVENS C.E., SELLERS A.F., SPURREL F.A. (1960).** Function of the bovine omasum in ingesta transfer. *Am. J. Physiol.* 198, 449-455. In: YAGIL R. (1982). *Camels and camel milk*. FAO Rome. *Animal production and Health*. Papers n° 26. p 69.
66. **Von ENGELHARDT W., HAARMEYER P., KASKE M. (2006).** Chewing activities and esophageal motility during feed intake, rumination and eructation in camels. *J. Comp. Physiol .B*, 176: 117-124.
67. **WARDEH M.F. (1989).** Les dromadaires arabes : origines, races et élevages. Damascus (Syrie), ACSAD, 499 p.

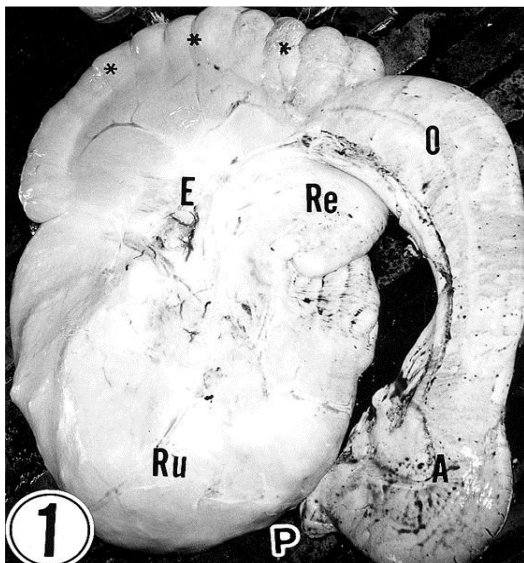
- 68. WARDEH M.F., OULD AL MOSTAFA M.M., AL SOUGHMARY M.S. (1990).** Races de dromadaires dans les pays arabes au nord et à l'ouest de l'Afrique. Damascus (Syrie), ACSAD, 15 p.
- 69. WARDEH M.F. (1993).** Importance du dromadaire dans les pays arabes. Camel News, N° 9, p 15-19.
- 70. Wikipedia (2011)**  
URL: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Mammalia\\_\(classification\\_phylogénétique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mammalia_(classification_phylogénétique))  
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Tylopoda>  
Consulté le 24/08/2011.
- 71. WILSON R.T. (1989).** The nutritional requirements of camel. In: Tisserand J.-L. (Ed.). *Séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1989. p. 171-179. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 2). Séminaire sur la Digestion, la Nutrition et l'Alimentation du Dromadaire, 1988/02/27-1988/03/01, Ouargla (Algeria).
- 72. YAGIL R. (1982).** Camels and camel milk. FAO Rome. *Animal production and Health*. Papers n° 26. p 69.
- 73. YAGIL, R. (1985).** The desert camel, Comparative Physiological Adaptation. Basal, Kareger, 164 p.
- 74. ZEUNER F.E. (1963).** A history of domesticated animals. In: the camel. (R.T. WILSON, 1984) Basel, Karger, 164 p.

**Annexes :**



**Figure 4.– Vue dorsale de l'estomac du Dromadaire**  
(d'après SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987)

**Figure 5 .– Photographie**  
**Vue dorsale de l'estomac du Dromadaire**  
(d'après FAYED et MAKITA, 1997)

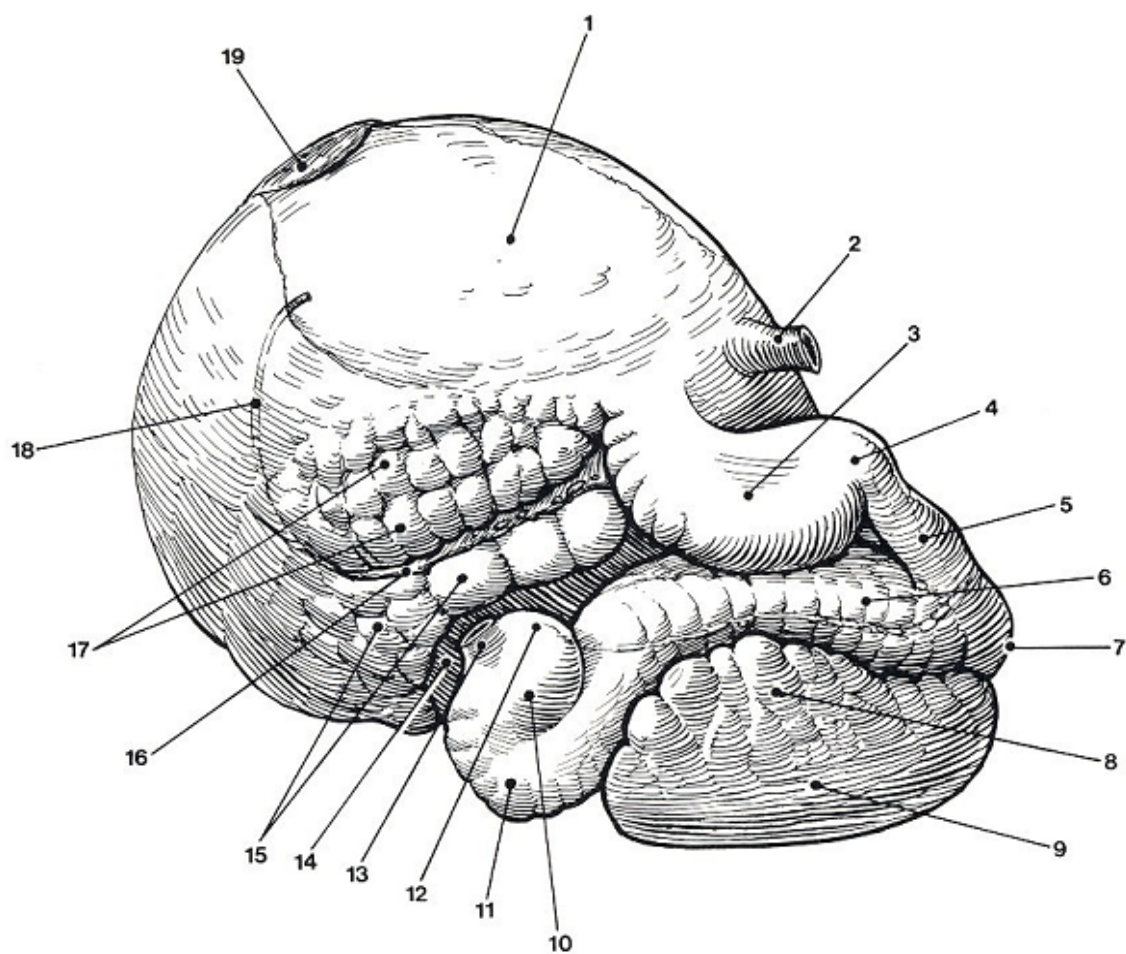


**A.** Abomasum, **E.** Œsophage  
**Ru.** Rumen, **Re.** Réticulum  
**O.** Omasum, **P.** Pylore  
**\***. Sacs glandulaires dorsaux (Ru)

1. Sac caudo-dorsal du rumen [lobe caudal]
2. Aire dépourvue de péritoine répondant à l'insertion du diaphragme et de la région sous-lombaire
3. Œsophage et cardia
4. Sac crânio-ventral du rumen [lobe crânial]
5. Sacs glandulaires dorsaux de (4)
6. Réticulum
7. Jonction réticulo-omasale
8. Partie initiale de l'omasum
9. Partie principale de l'omasum
10. Jonction omaso-abomasale
11. Bulbe dorsal de l'abomasum
12. Pylore
13. Bulbe ventral de l'abomasum
14. Courbure omasale
15. Rate
16. Sillon pour les vaisseaux ruminiaux gauches

6 5 4  
12 11 2  
13 3 9  
1 17 8  
15

**Figure 6.– Photographie de la face viscérale de l'estomac de Dromadaire**  
(l'omasum et l'abomasum déplaçés dorsalement)

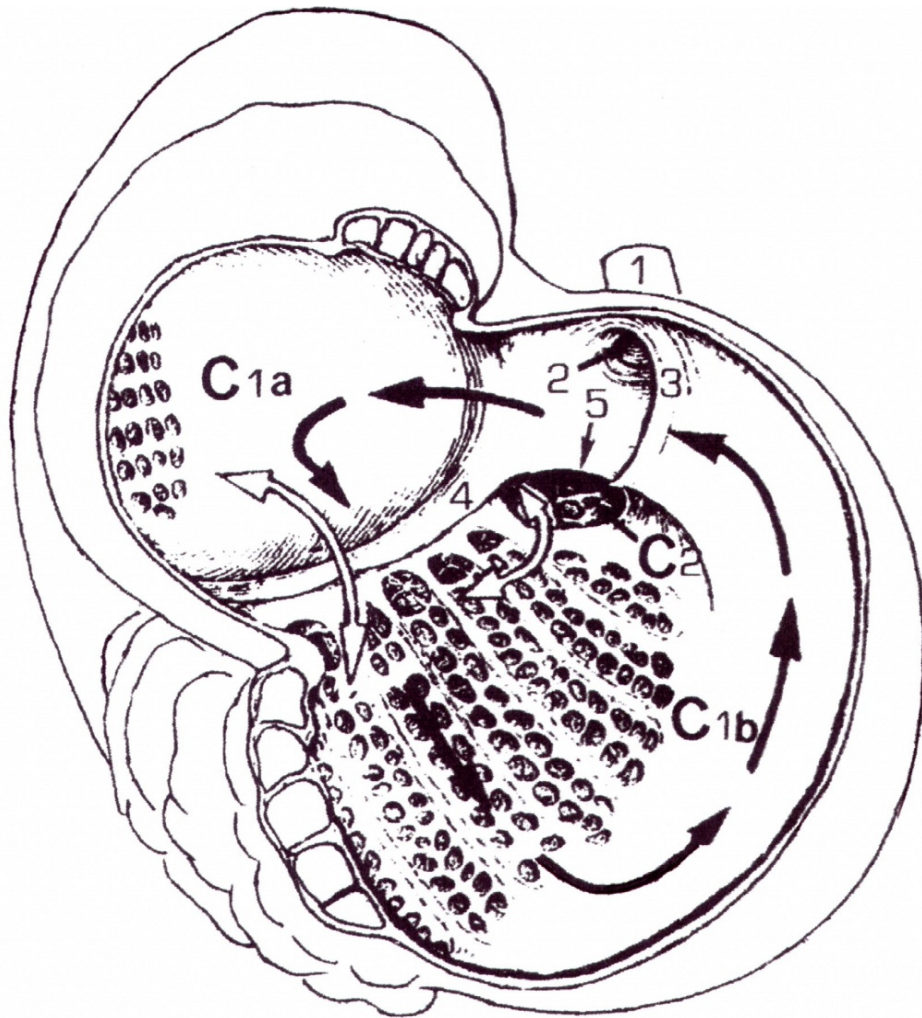


**Figure 7.– Vue latérale droite de l'estomac de Dromadaire**  
**- Face viscérale -**  
(d'après SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987)

**Figure 6.– Photographie personnelle de la face viscérale de l'estomac de Dromadaire**

**Figure 7.– Vue latérale droite de l'estomac de Dromadaire  
- Face viscérale –**

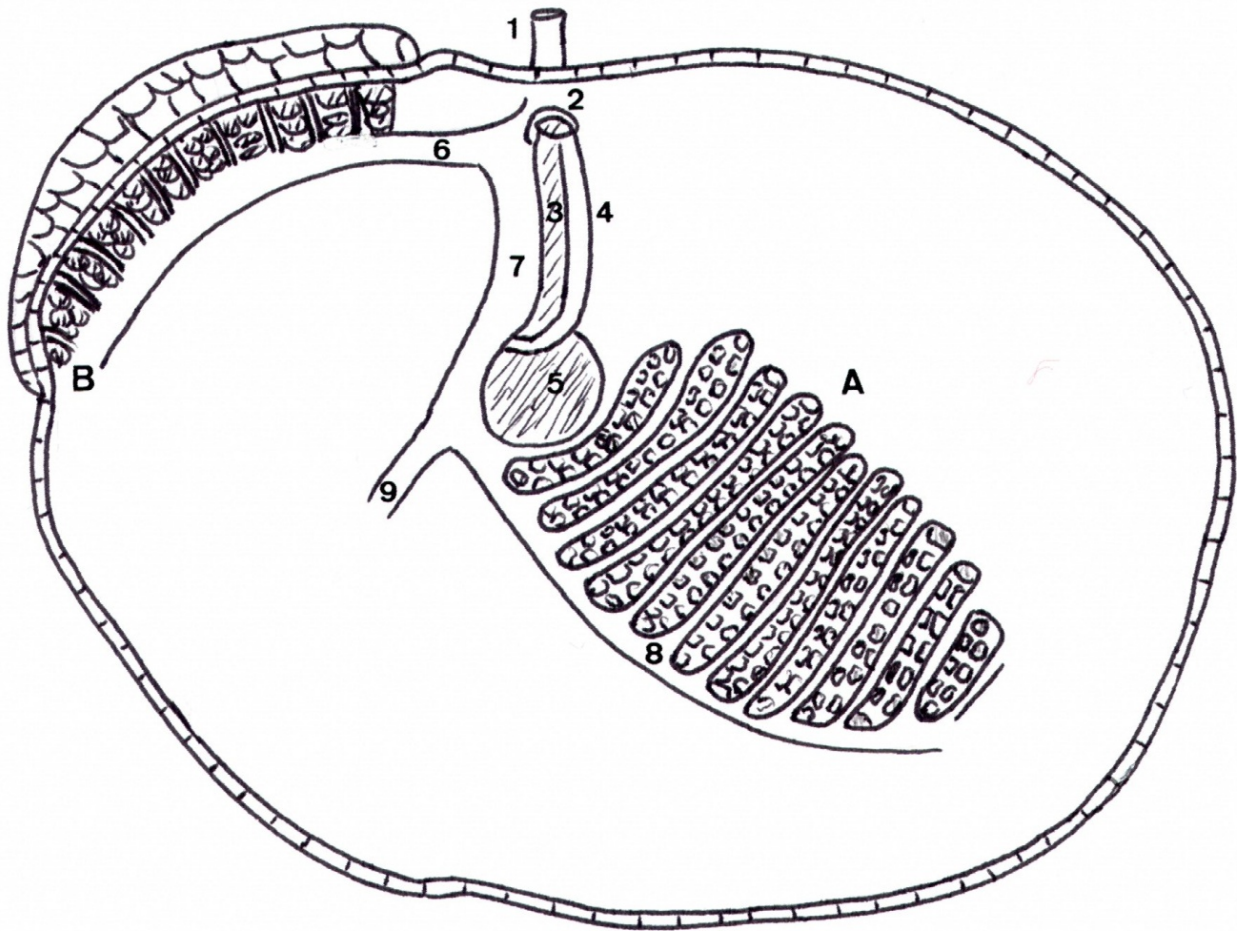
- |                                                             |                                                              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1. Sac caudo-dorsal du rumen<br>[lobe caudal]               | 11. Bulbe ventral de (10)                                    |
| 2. Cardia                                                   | 12. Bulbe dorsal de (10)                                     |
| 3. Réticulum                                                | 13. Pylore                                                   |
| 4. Jonction réticulo-omasale                                | 14. Sillon longitudinal droit du<br>rumen                    |
| 5. Partie initiale de l'omasum                              | 15. Partie ventrale des sacs<br>glandulaires ventraux de (1) |
| 6. Partie principale de l'omasum                            | 16. Insertion de l'omentum                                   |
| 7. Courbure omasale                                         | 17. Partie dorsale des sacs<br>glandulaires ventraux de (1)  |
| 8. Sacs glandulaires de (9) ou<br>sacs glandulaires dorsaux | 18. Sillon pour les vaisseaux<br>ruminaux droits             |
| 9. Sac crânio-ventral du rumen<br>[lobe crânial]            | 19. Rate                                                     |
| 10. Abomasum                                                |                                                              |



**Figure 8.– Conformation intérieure du rumen et du réticulum de Camélidé**

(d'après LECHNER-DOLL *et al.* 1995)

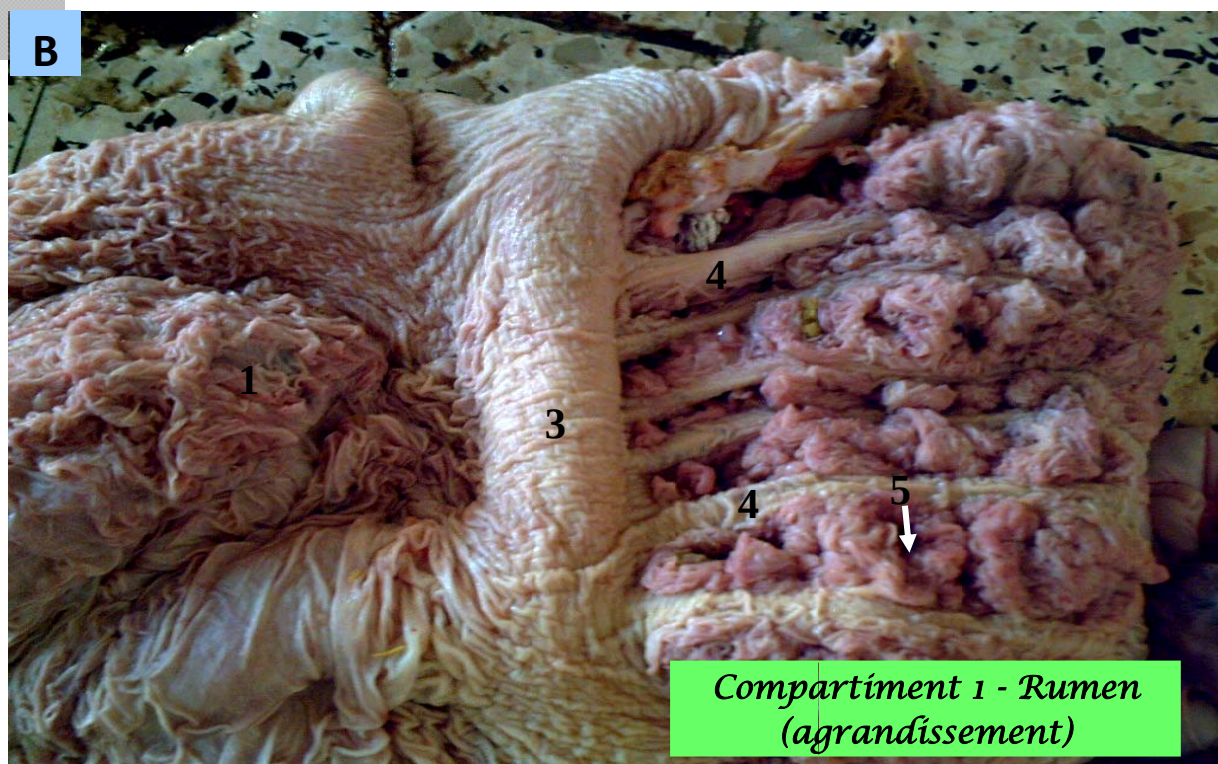
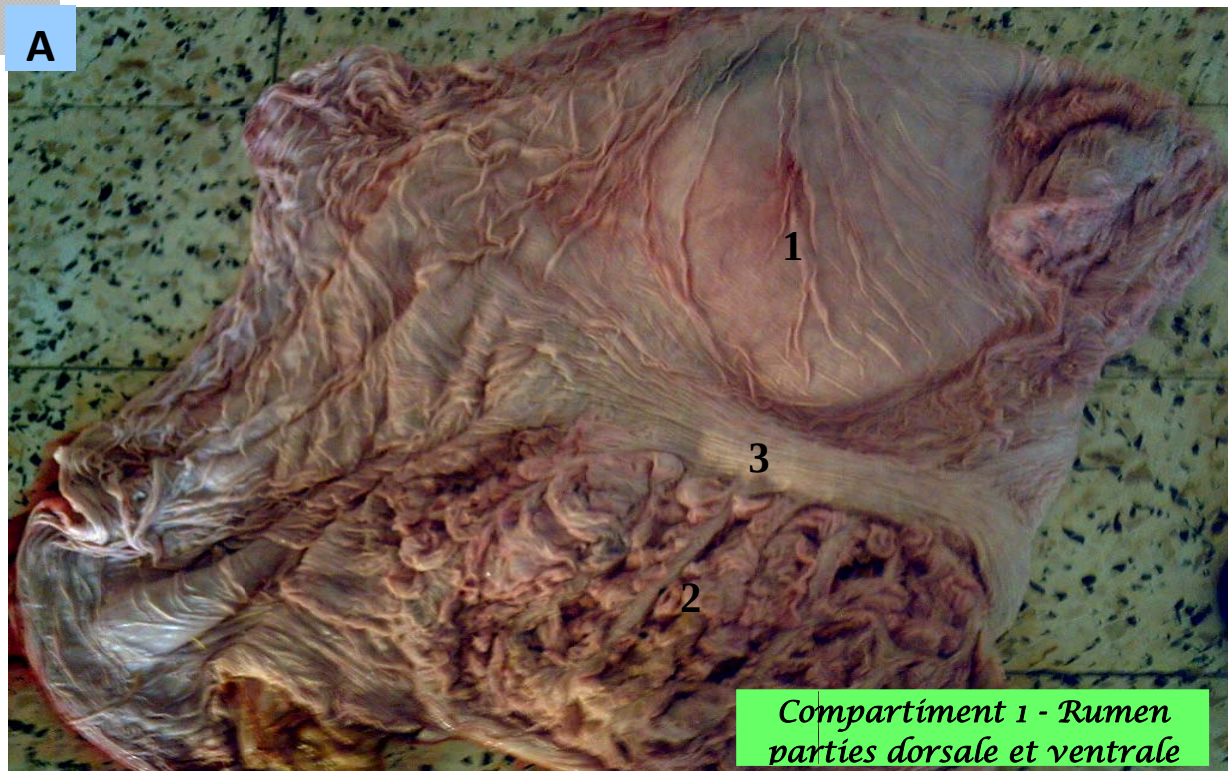
1. Œsophage
2. Cardia
3. Lèvre unique du sillon ruminal du sillon gastrique ou  
« gouttière oesophagienne »
4. Pilier principal ou pilier transverse
5. Ostium rumino-réticulaire
- C1a.** Lobe crânial du compartiment 1 [rumen]
- C1b.** Lobe caudal du compartiment 1 [rumen]
- C2.** Compartiment 2 [réticulum]



**Figure 9.– Conformation intérieure du rumen, du réseau et du sillon gastrique de Dromadaire**

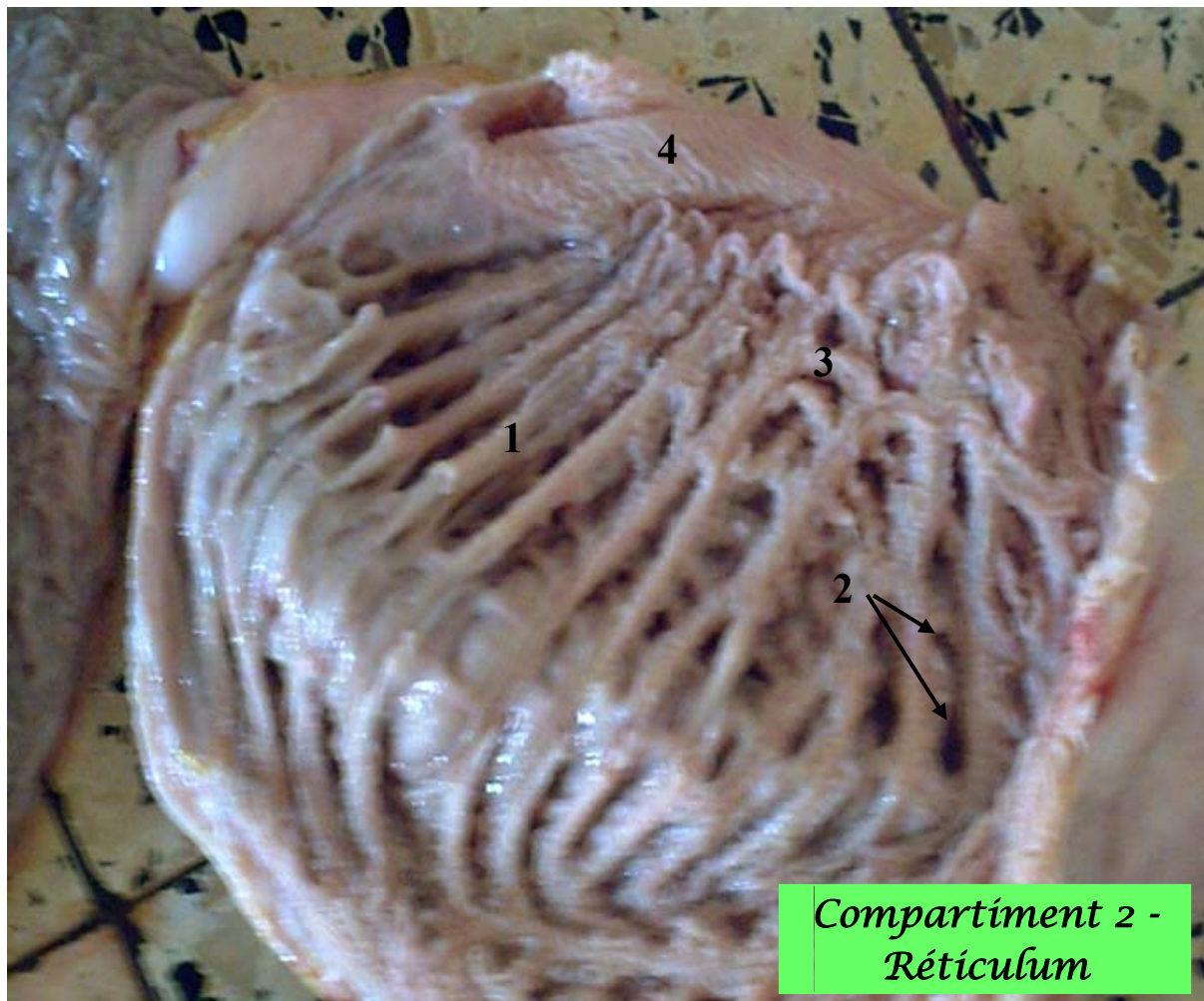
(d'après CAUVET, 1925)

1. Œsophage
2. Cardia
3. Sillon ruminal du sillon gastrique [gouttière œsophagienne]
4. Lèvre droite de (3)
5. Réticulum (orifice rumino-réticulaire)
6. Pilier accessoire plus ou moins marqué longeant les rangées de cellules des sacs glandulaires dorsaux du lobe crânial du rumen
- 7 et 8. Pilier principal longeant la « gouttière œsophagienne » et les rangées de cellules des sacs glandulaires ventraux du lobe caudal du rumen
9. Division peu distincte du pilier principal
- A. Groupe de cellules des sacs glandulaires ventraux orientés du côté droit
- B. Groupe de cellules des sacs glandulaires dorsaux orientés du côté gauche

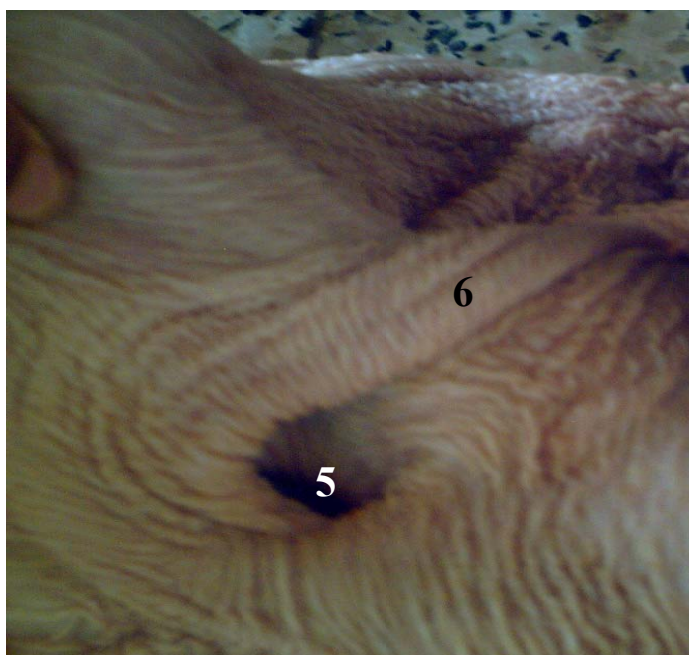


**Figure 10. – Photographies personnelles de la conformation intérieure du compartiment 1 de Dromadaire (A et B)**

1. Partie dorsale - membrane muqueuse lisse dépourvue de papilles
2. Groupe de sacs glandulaires ventraux du lobe caudal de C1 «cellules aquifères » - partie ventrale glandulaire du rumen
3. Pilier principal, longeant la « gouttière œsophagienne »
4. Cloisons musculo-membraneuses
5. Cellule ruminale des sacs glandulaires à muqueuse sécrétante

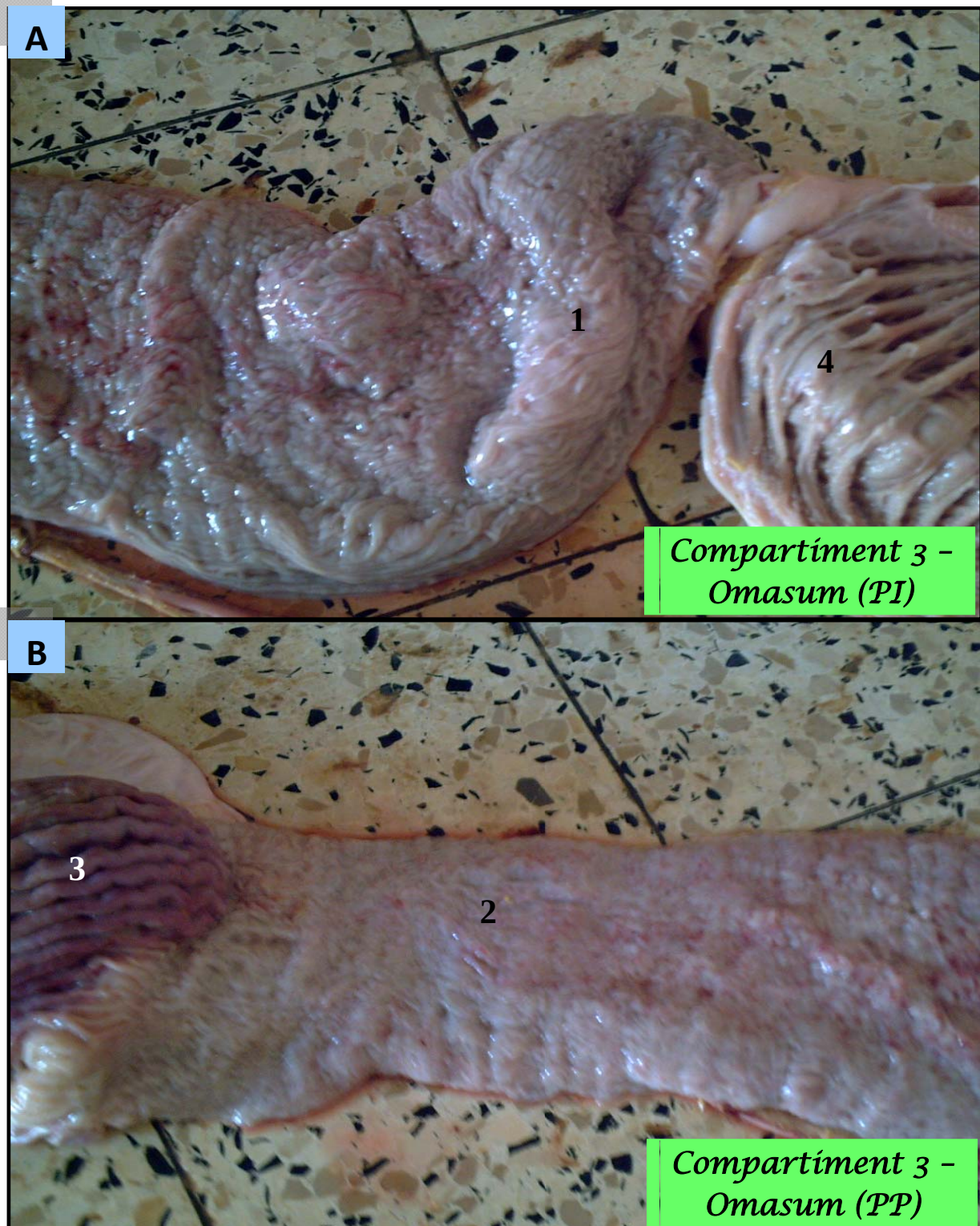


**Figure 11.— Photographie personnelle du compartiment 2 ou réseau du Dromadaire**



1. Cloisons ou « crêtes » musculo-membraneuses circulaires et parallèles
2. Cellules réticulaires ou « logettes »
3. Cloisons ou « crêtes » transverses
4. Sillon réticulaire (petite courbure du compartiment 2)
5. Cardia
6. Une seule lèvre « droite »

**Figure 12.— Photographie personnelle de la conformation intérieure du sillon gastrique ou « gouttière œsophagienne » du Dromadaire**



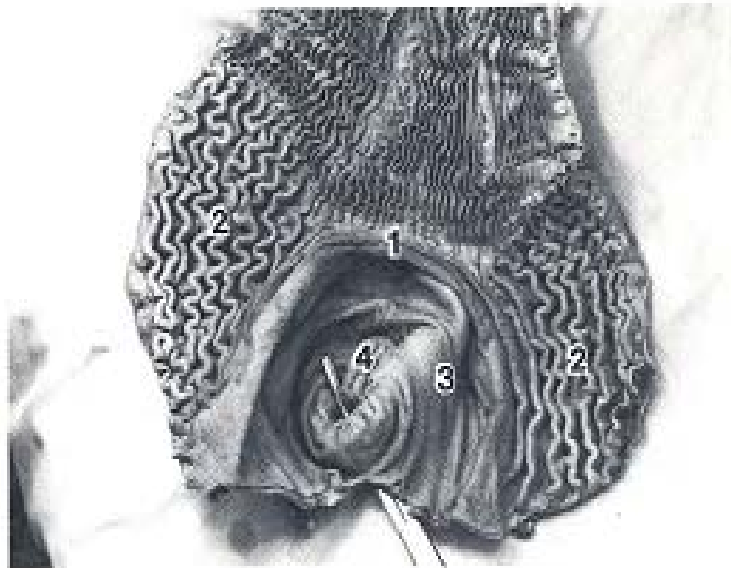
**Figure 13. – Photographies personnelles de la conformation intérieure du compartiment 3 (A et B) de Dromadaire**

1. Partie initiale dilatée (PI) à plis longitudinaux irréguliers et peu élevés du compartiment 3
2. Partie principale rétrécie (PP) à plis longitudinaux irréguliers plus élevés du compartiment 3
3. Partie fundique du compartiment 4 ou abomasum
4. Compartiment 2 ou réticulum

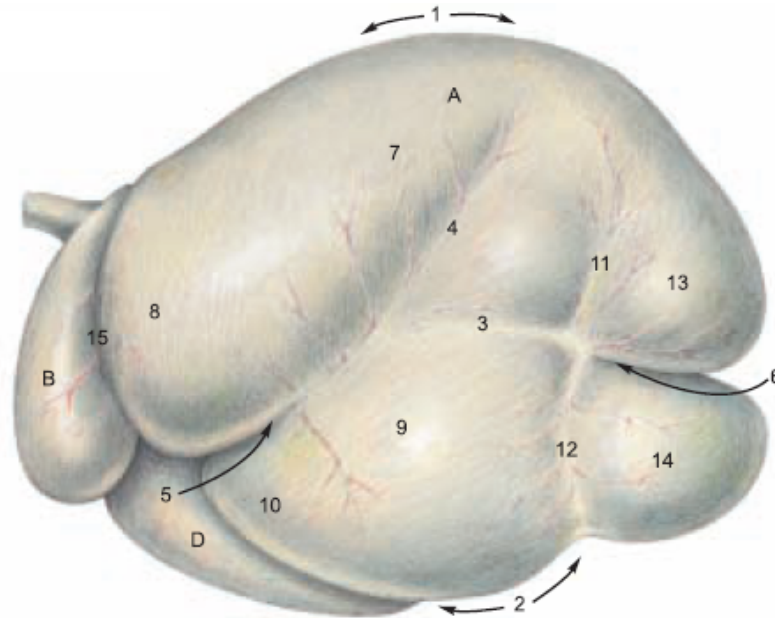


**Figure 14. – Photographie personnelle de la conformation intérieure du compartiment 4 de Dromadaire**

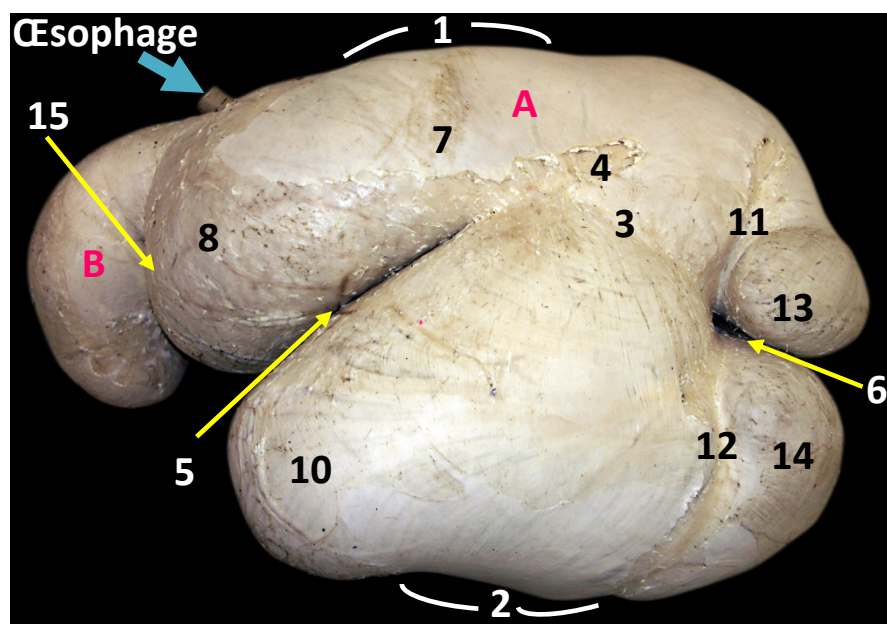
1. Jonction omaso-abomasique
2. Partie fundique
3. Partie pylorique
4. Torus pylorique (Instrument placé au travers de l'orifice pylorique)



**Figure 15. – Photographie de la conformation intérieure de l'abomasum (C4) du Dromadaire**  
(d'après SMUTS et BEZUIDENHOUT, 1987)

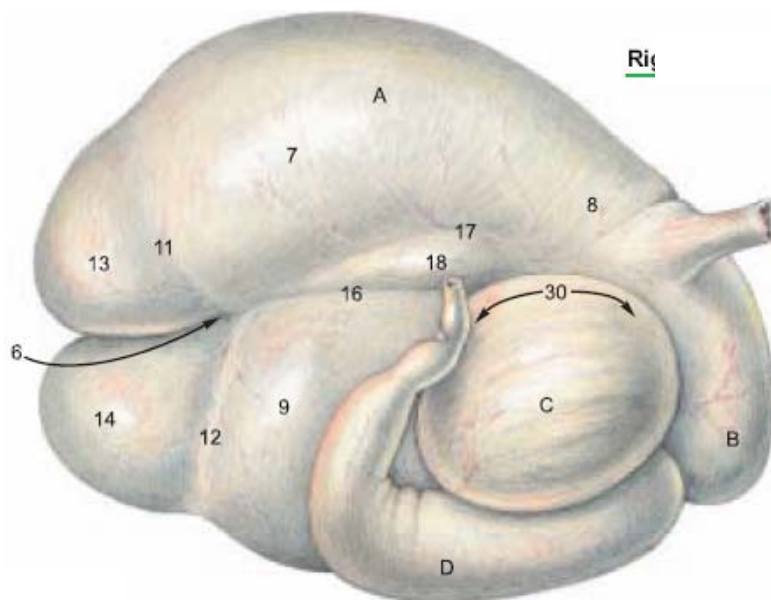


**Figure 16.— Conformation extérieure de l'estomac du Bœuf – Face pariétale gauche**  
(d'après BUDRAS K. D., HABEL E., Anita WUNSCH, BUDA S., 2003).

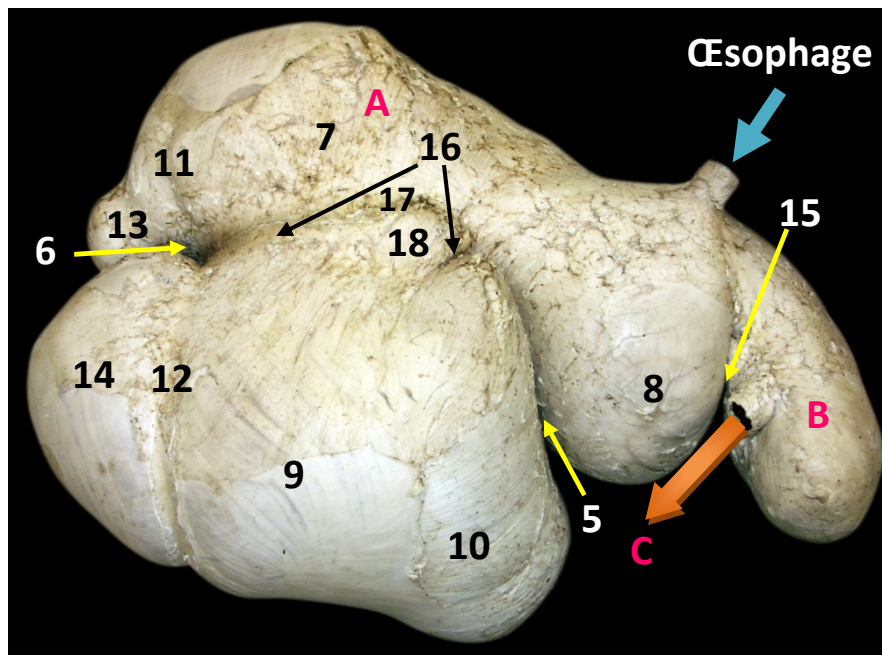


**Figure 17.— Photographie de la conformation extérieure de l'estomac du Bœuf**  
– Face gauche - (d'après HOLMES Robert A., 2005).

- |                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Courbure dorsale                  | 11. Sillon coronaire dorsal     |
| 2. Courbure Ventrale                 | 12. Sillon coronaire ventral    |
| 3. Sillon longitudinal gauche        | 13. Cul-de-sac dorsal du rumen  |
| 4. Sillon accessoire gauche          | 14. Cul-de-sac ventral du rumen |
| 5. Sillon crânial                    | 15. Sillon rumino-réticulaire   |
| 6. Sillon caudal                     | A. Rumen                        |
| 7. Sac dorsal                        | B. Réticulum                    |
| 8. Atrium                            | C. Omasum                       |
| 9. Sac ventral                       | D. Abomasum                     |
| 10. Récessus du sac ventral du rumen |                                 |



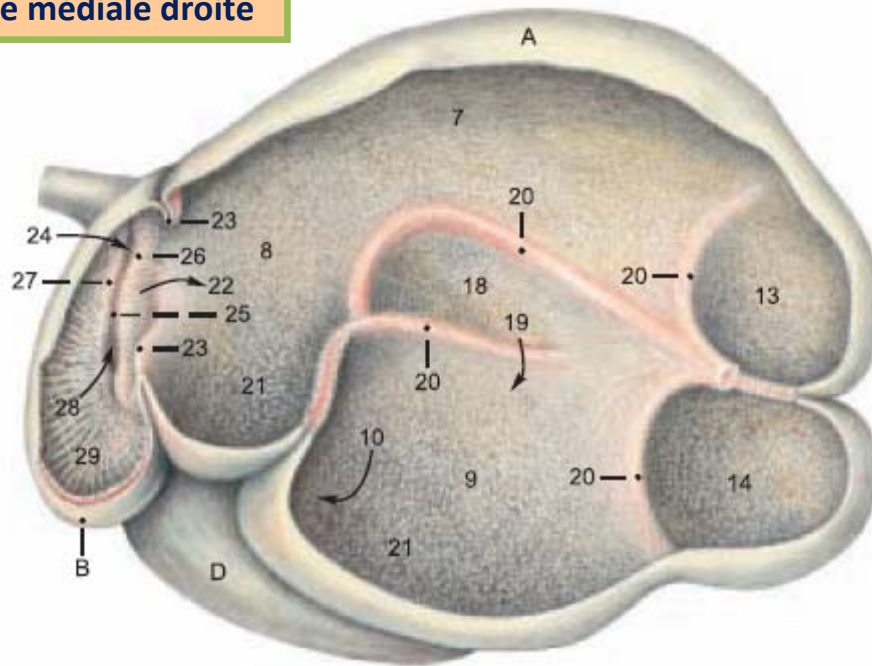
**Figure 18.— Conformation extérieure de l'estomac du Bœuf – Face viscérale droite**  
(d'après BUDRAS K. D., HABEL E., Anita WUNSCH, BUDA S., 2003).



**Figure 19.— Photographie de la conformation extérieure de l'estomac du Bœuf**  
– Face droite – (Omasum et abomasum sectionnés)  
(d'après HOLMES Robert A., 2005)

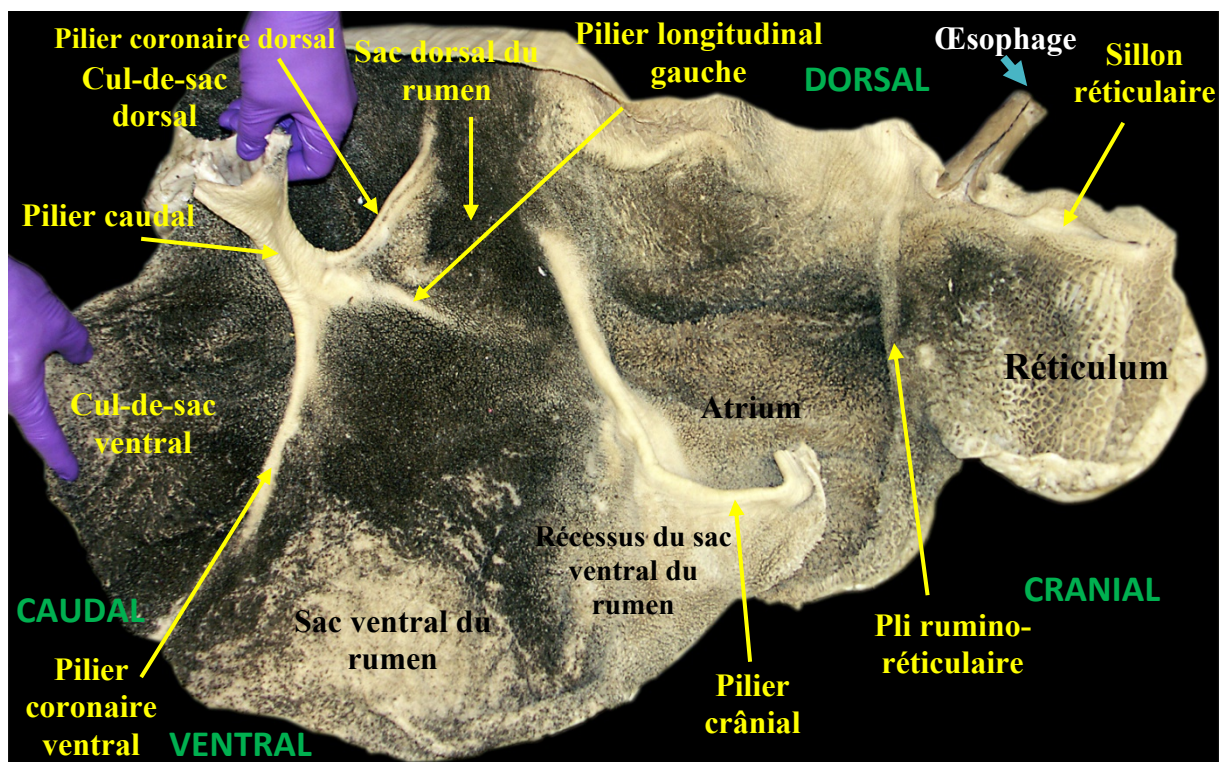
- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 5. Sillon crânial                    | 15. Sillon rumino-réticulaire |
| 6. Sillon caudal                     | 16. Sillon longitudinal droit |
| 7. Sac dorsal                        | 17. Sillon accessoire droit   |
| 8. Atrium (sac crânial de A)         | 18. Insula                    |
| 9. Sac ventral                       | 30. Courbure de l'omasum      |
| 10. Récessus du sac ventral du rumen | A. Rumen                      |
| 11. Sillon coronaire dorsal          | B. Réticulum                  |
| 12. Sillon coronaire ventral         | C. Omasum                     |
| 13. Cul-de-sac dorsal du rumen       | D. Abomasum                   |
| 14. Cul-de-sac ventral du rumen      |                               |

## Face médiale droite

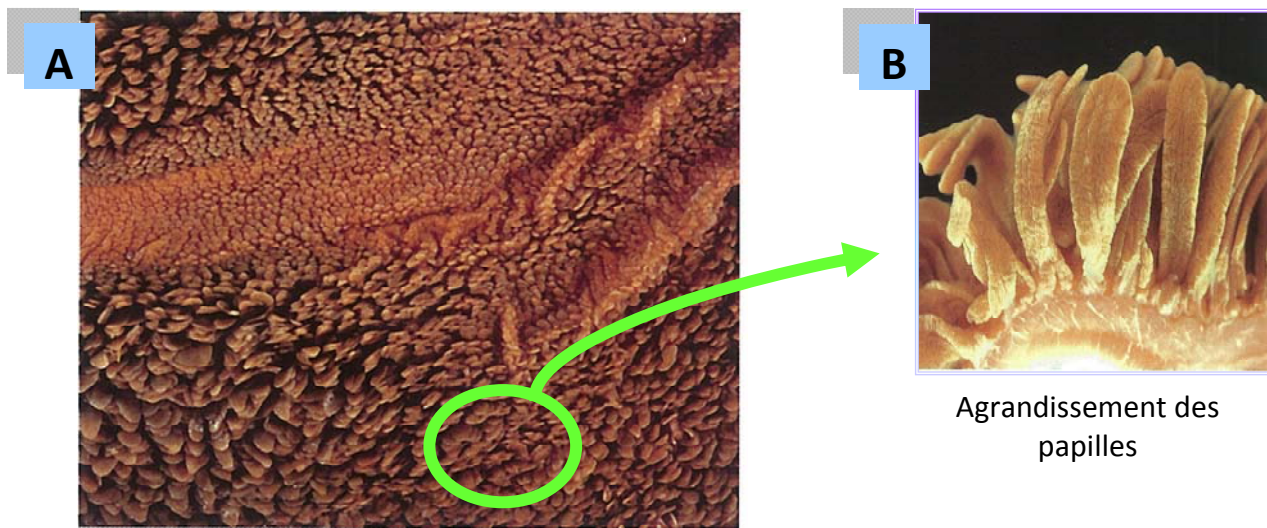


**Figure 20.— Conformation intérieure du rumen et du réticulum de l'estomac du Bœuf**  
(d'après BUDRAS K. D., HABEL E., Anita WUNSCH, BUDA S., 2003).

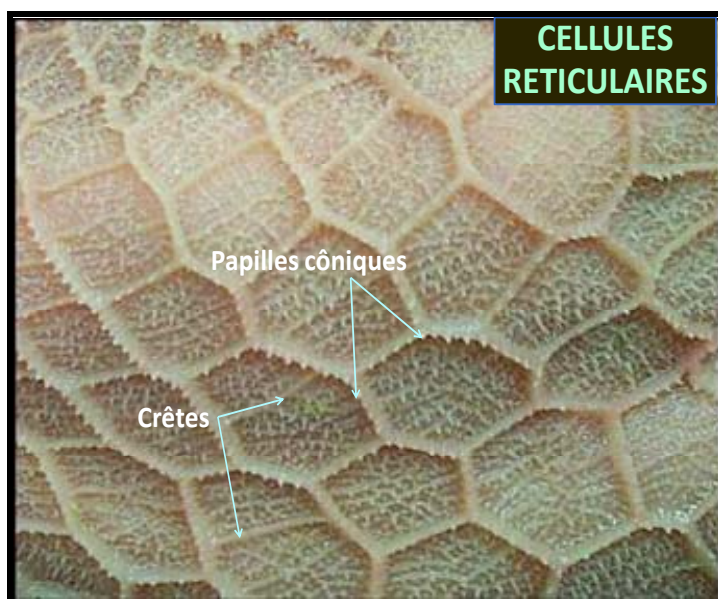
- |                          |                               |                                     |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 7. Sac dorsal            | 21. Papilles                  | 28. Orifice réticulo-omasique       |
| 8. Atrium                | 22. Ostium rumino-réticulaire | 29. Crêtes et cellules réticulaires |
| 9. Sac ventral           | 23. Pli rumino-réticulaire    | A. Rumen                            |
| 10. Récessus du rumen    | 24. Cardia                    | B. Réticulum                        |
| 13. Cul-de-sac-dorsal    | 25. Sillon réticulaire        | D. Abomasum                         |
| 14. Cul-de-sac-ventral   | 26. Lèvre droite              |                                     |
| 19. Ostium intra-ruminal | 27. Lèvre gauche              |                                     |
| 20. Piliers              |                               |                                     |



**Figure 21.— Photographie de la conformation intérieure du rumen et du réticulum de l'estomac du Bœuf – Face médiale gauche –**  
(d'après HOLMES Robert A., 2005).

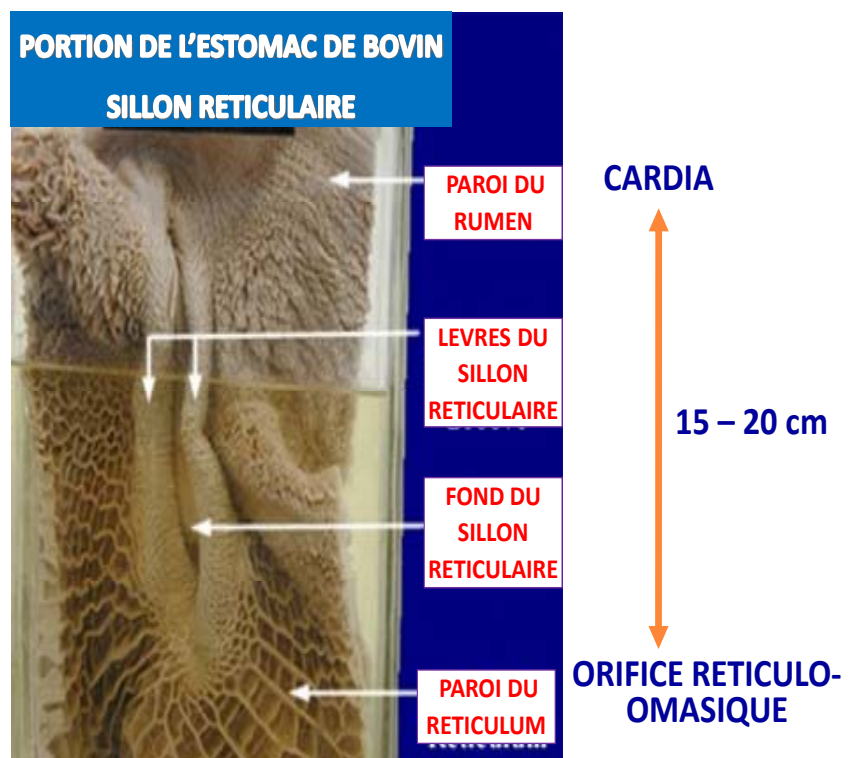


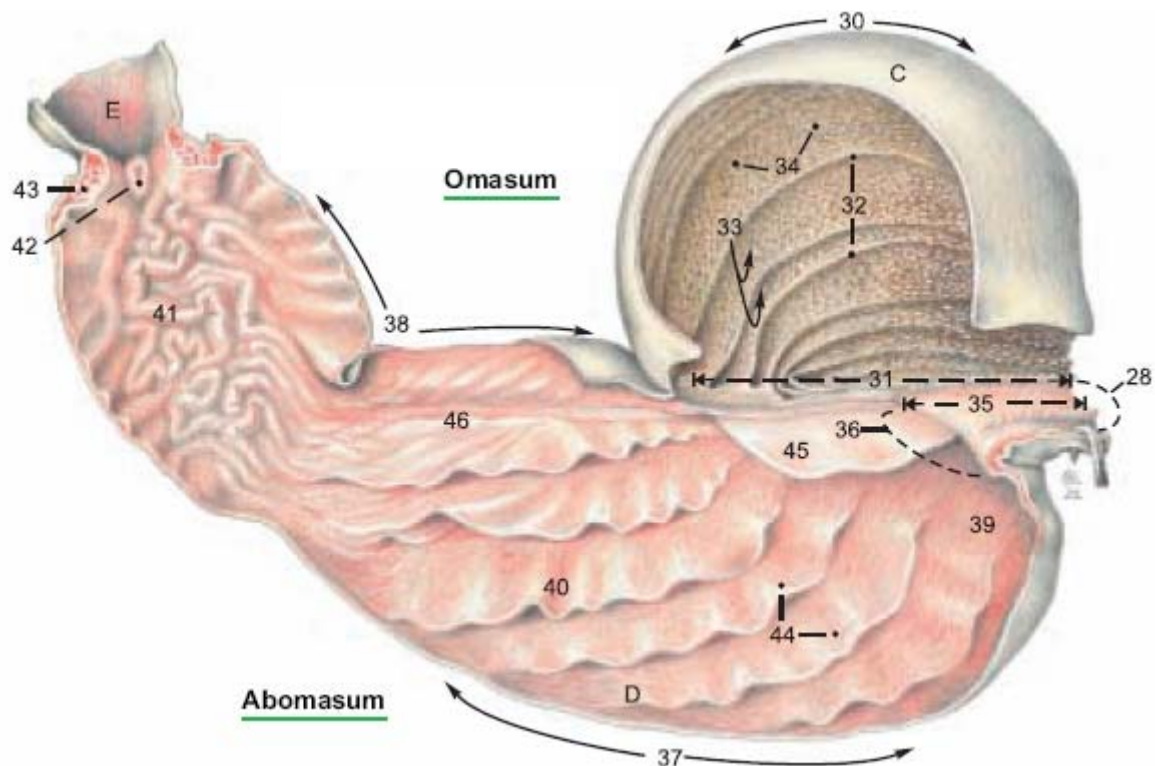
**Figure 22.— Papilles du rumen du Bœuf (A et B). Photographies à la surface de la muqueuse du cul-de-sac dorsal (d'après KÖNIG et LIEBICH, 2007)**



**Figure 23.— Crêtes et cellules du réseau d'un bœuf (d'après HOLMES Robert A., 2005)**

**Figure 24.— Sillon réticulaire de Bovin (d'après HOLMES Robert A., 2005)**

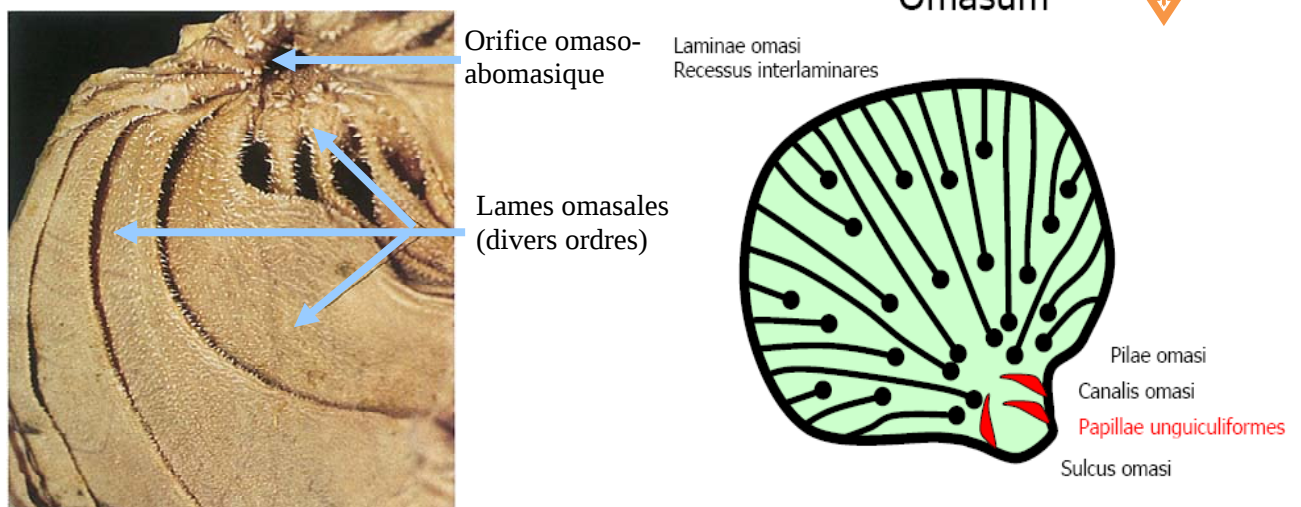




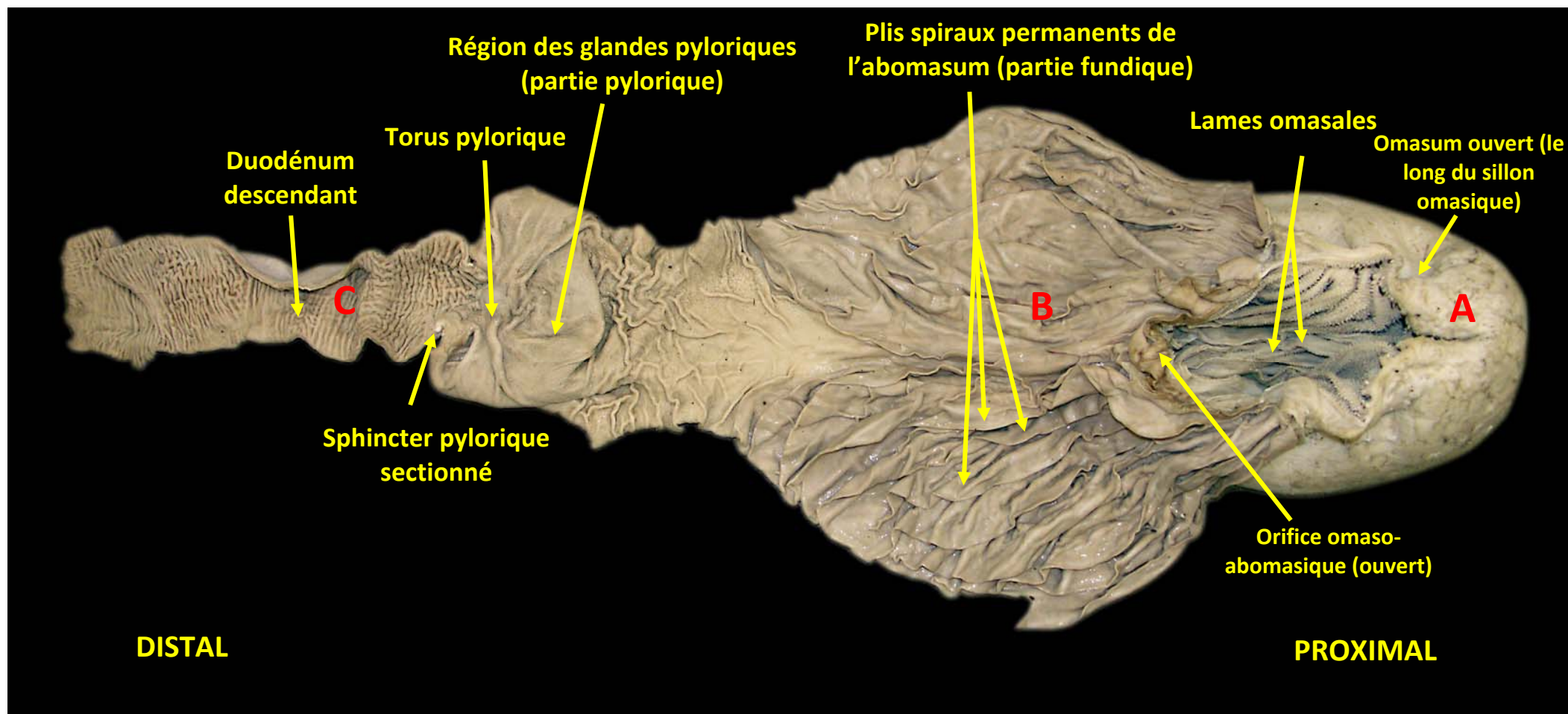
**Figure 25.— Conformation intérieure de l'omaso-abomasum du Bœuf – Face médiale droite** (d'après BUDRAS K. D., HABEL E., Anita WUNSCH, BUDA S., 2003)

- |                               |                                   |                         |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 28. Orifice réticulo-omasique | 35. Sillon omasique               | 41. Partie pylorique    |
| 30. Courbure de l'omasum      | 36. Orifice omaso-abomasique      | 42. Torus pylorique     |
| 31. Base de l'omasum          | 37. Grande courbure de l'abomasum | 43. Sphincter pylorique |
| 32. Lames omasales            | 38. Petite courbure de l'abomasum | 44. Plis abomasiques    |
| 33. Recessus interlaminaires  | 39. Fundus                        | 45. Voile abomasique    |
| 34. Papilles                  | 40. Corps                         | 46. Sillon abomasique   |
|                               |                                   | C. Omasum               |
|                               |                                   | D. Abomasum             |
|                               |                                   | E. Duodénum             |

**Figure 26.— Schéma de la coupe transversale de l'omasum**

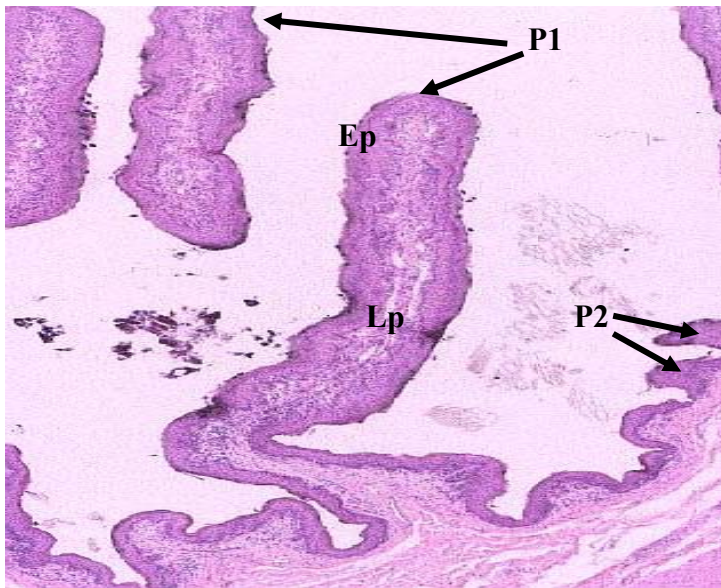


**Figure 27.— Photographie de la conformation intérieure de l'omasum d'un Bœuf. Coupe longitudinale** (d'après KÖNIG et LIEBICH, 2007)

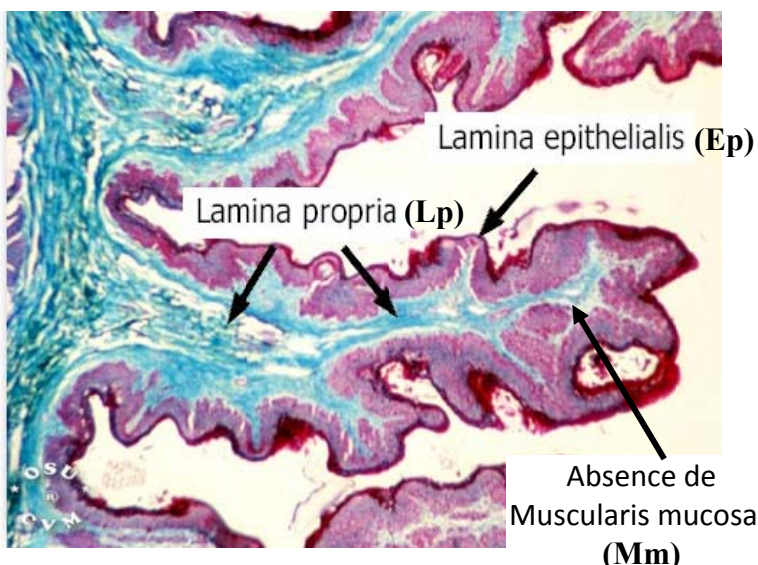
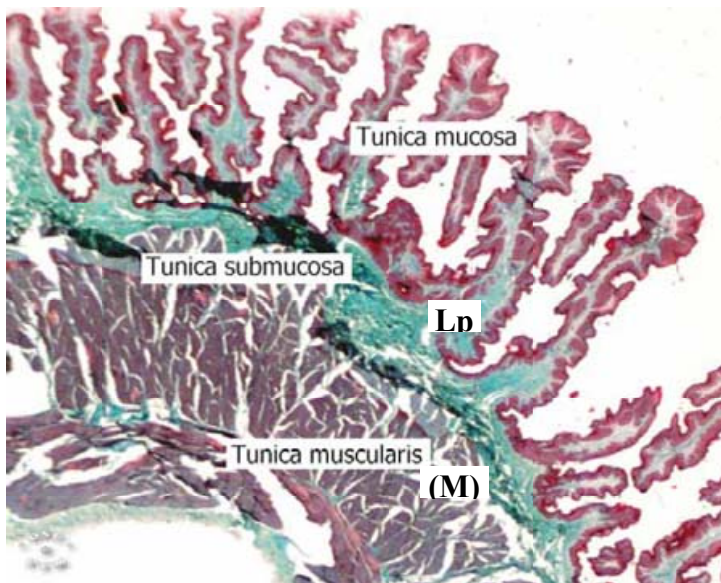


**Figure 28.— Conformation intérieure de l'omasum, de l'abomasum et de la partie proximale du duodénum de Bovin, sectionnés et réclinés le long de la petite courbure (d'après HOLMES Robert A., 2005)**  
**A. Omasum, B. Abomasum, C. Duodénum**

## PLANCHE I. HISTOLOGIE DU RUMEN DE BOVIN



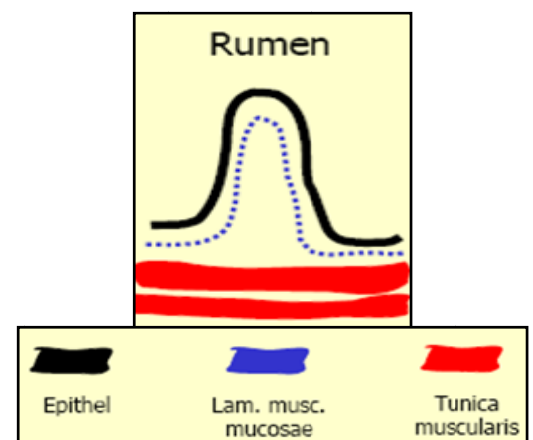
**Figure 31. — Micrographie de la vue d'ensemble des tuniques de la paroi du rumen de Bovin**  
Coloration Trichrome Masson  
(d'après Dr. Charlotte L. Ownby, 2004)



**Figure 30. — Micrographie des papilles primaires et secondaires du rumen de Bovin**  
Coloration H&E, section en paraffine, 20x  
(d'après Dr. Thomas Caceci)  
<http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/Lab21/Lab21.htm>

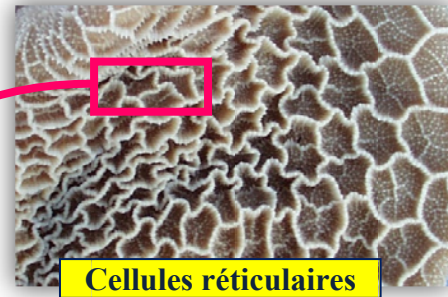
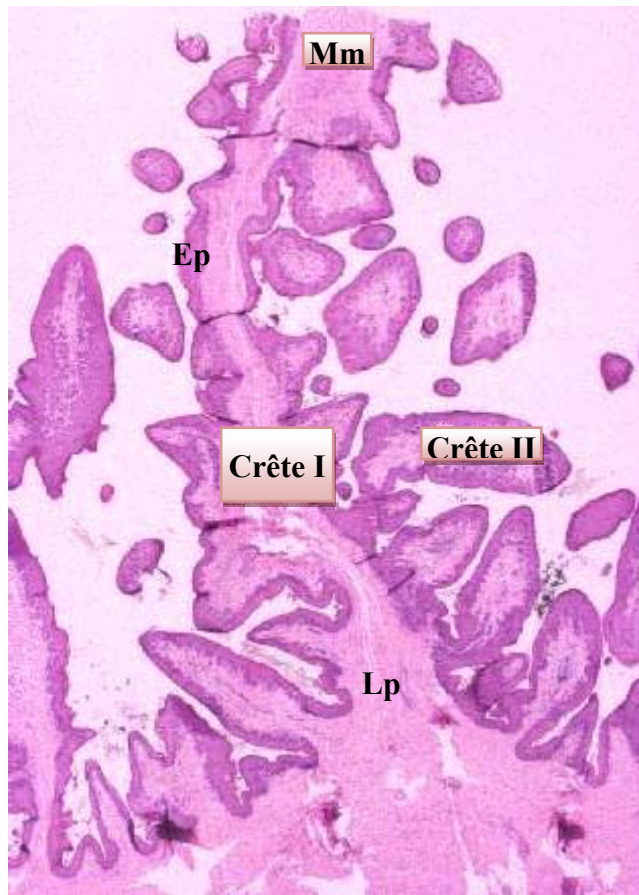
Les papilles du rumen sont tapissées d'un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé et sont soutenues par un chorion conjonctif (Lp) richement vascularisé. Il est à noter qu'il y a absence de cellules musculaires lisses dans l'axe conjonctif des papilles (Lamina muscularis mucosae) et absence de glandes.

- Ep. Epithélium pavimenteux stratifié, nettement kératinisé (dermo-papillaire)
- Lp. Lamina propria mucosae (chorion)
- M. Musculeuse
- P1. Papilles primaires
- P2. Papilles secondaires
- Sm. Sous-muqueuse



**Figure 32. — Micrographie du détail de la papille du rumen de Bovin**  
Coloration Trichrome Masson  
(d'après Dr. Charlotte L. Ownby, 2004)

## PLANCHE II. HISTOLOGIE DU RETICULUM DE BOVIN

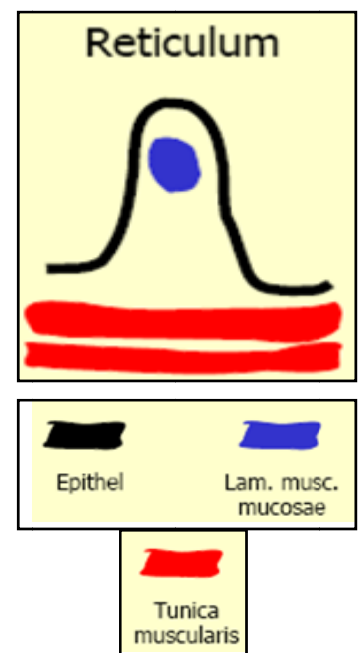
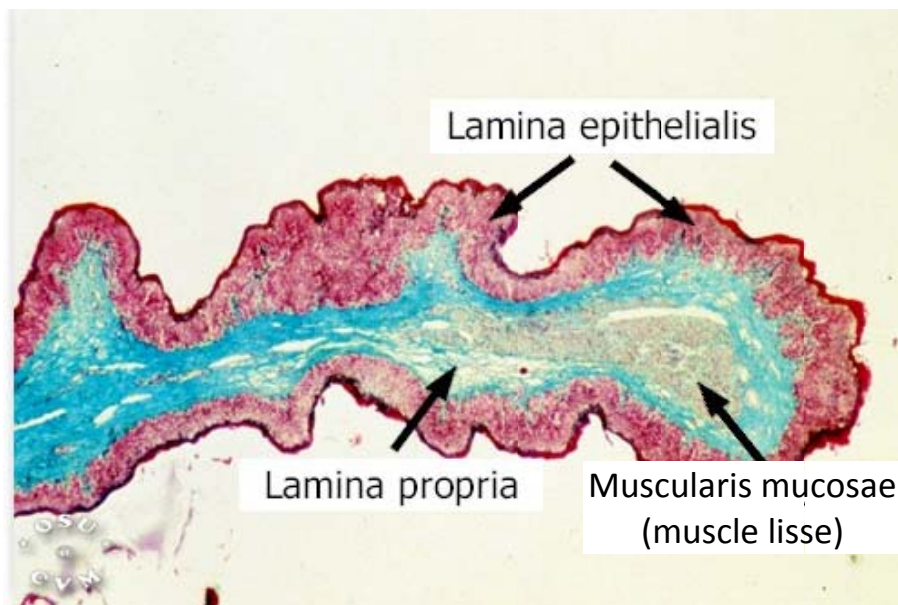


Vue générale d'une crête primaire du réseau montrant bien la muscularis mucosae dans le chorion qui supporte l'épithélium stratifié kératinisé.

- Ep.** Epithélium pavimenteux stratifié, nettement kératinisé (dermo-papillaire)
- Lp.** Lamina propria mucosae (chorion)
- Mm.** Lamina muscularis mucosae

**Figure 33. — Micrographie des crêtes des cellules réticulaires de Bovin**  
Coloration H&E, section en paraffine  
(d'après Dr. Thomas Caceci)

<http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/Lab21/Lab21.htm>



**Figure 34. — Micrographie du détail d'une crête du réseau de Bovin**

Coloration Trichrome Masson  
(d'après Dr. Charlotte L. Ownby, 2004)

Vue générale d'une crête du réseau (une partie seulement) montrant la position typique de la muscularis mucosae, c'est-à-dire dans le haut et dans l'axe de la crête.

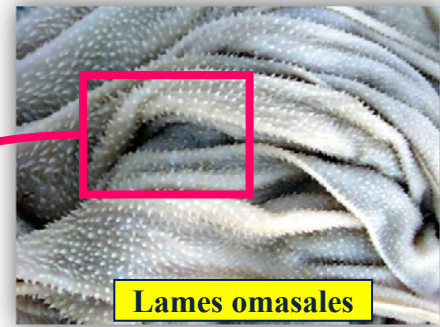
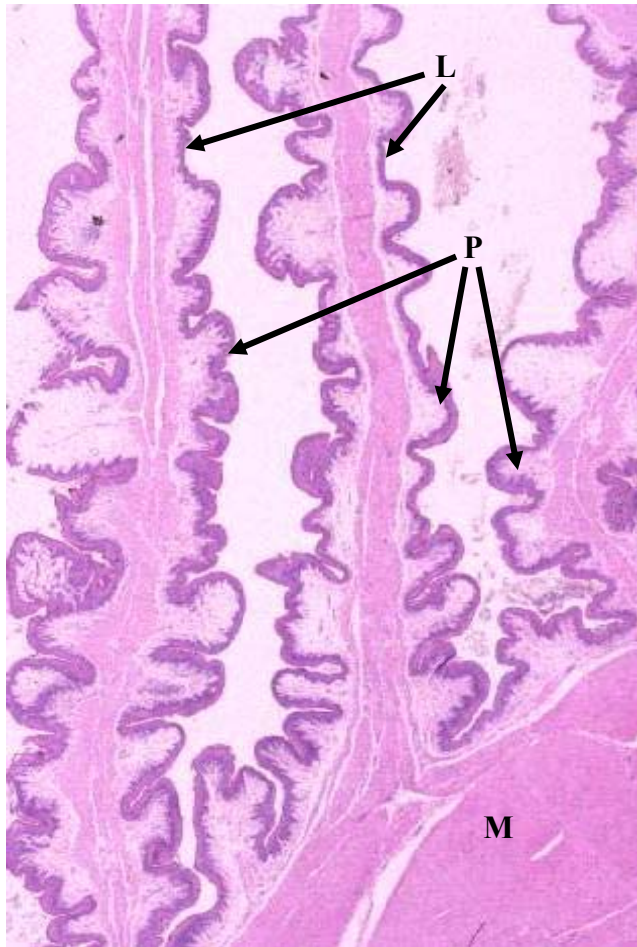


Figure 35.— Micrographie des lames omasales de bovin.

Coloration H&E, section en paraffine, (d'après Dr. Thomas Caceci)

<http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/Lab21/Lab21.htm>

Le feuillet ou livret se caractérise par une alternance de fins soulèvements en feuillet ou lames (L), de hauteur variable. Ils sont parallèles entre eux et portent, en P, des papilles arrondies disposées sur les flancs. La muqueuse et la sous-muqueuse sont toujours confondues. Ici, les cellules adipeuses sont rares. La musculature (M) est assez importante.

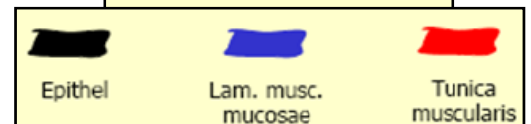
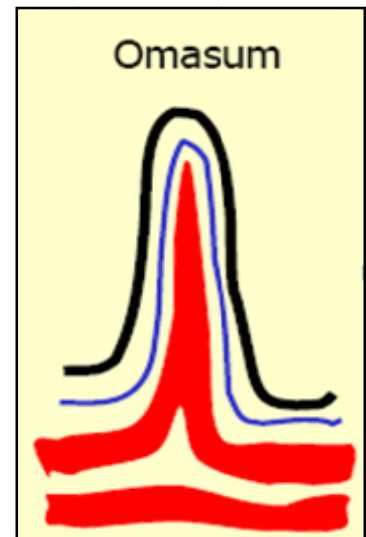
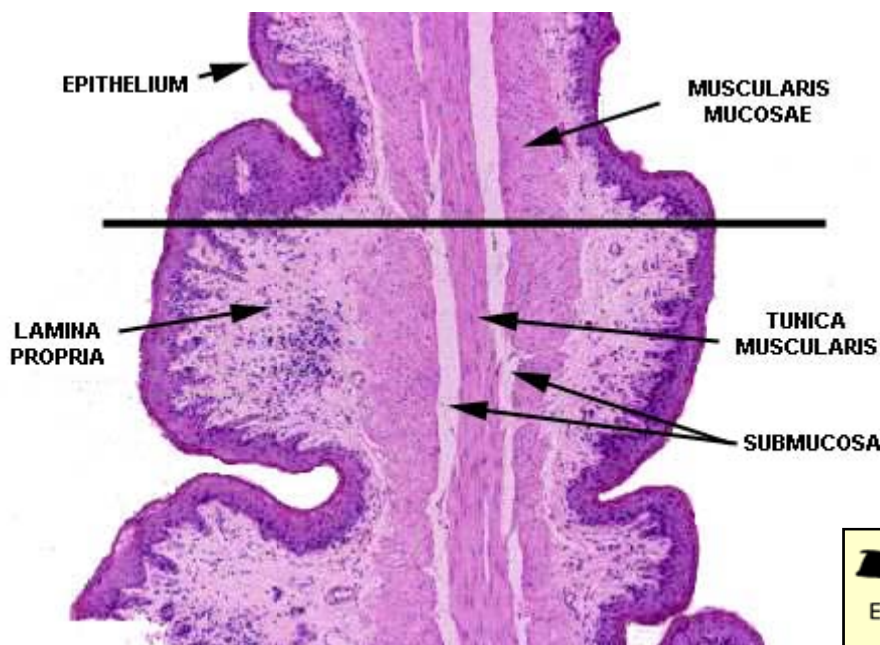


Figure 36. — Micrographie de la vue générale d'une portion de la lame du feuillet de bovin. Coloration H&E, section en paraffine, (d'après Dr. Thomas Caceci)

<http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/Lab21/Lab21.htm>

Une autre caractéristique propre au feuillet est la présence de cellules musculaires lisses qui parcourent toute la longueur de l'axe conjonctif. A la base, il y a une continuité de ces cellules musculaires lisses avec la musculature (M).

## PLANCHE IV. HISTOLOGIE DE L'ABOMASUM DE BOVIN

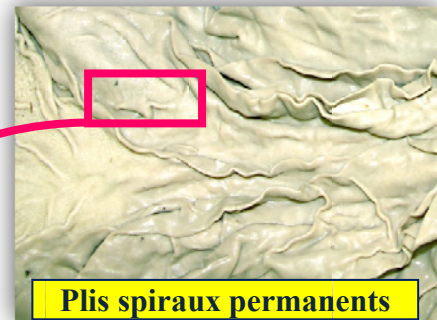
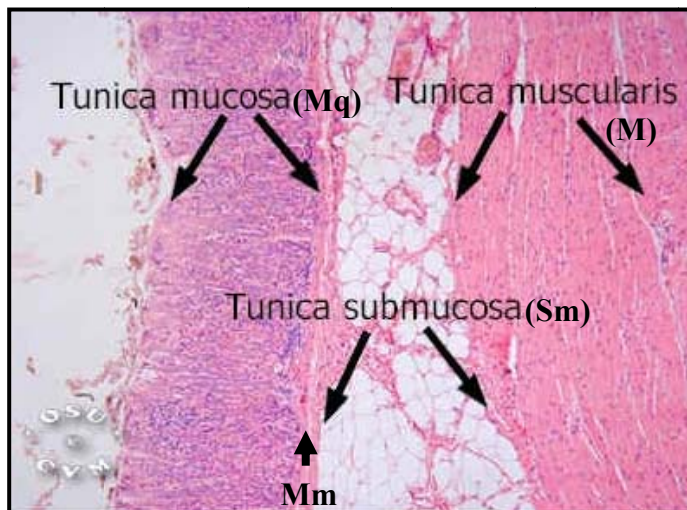
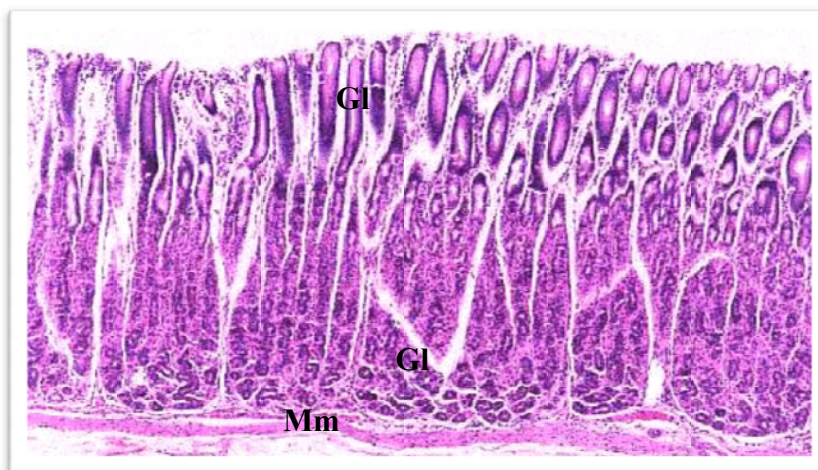


Figure 37.— Micrographie de la vue d'ensemble des tuniques de la paroi de l'abomasum de bœuf  
Coloration H&E  
(d'après Dr. Charlotte L. Ownby, 2004)



- Gl. Glandes tubuleuses (droites ou contournées), dans la lamina propria mucosae
- M. Musculaire
- Mm. Musculaire muqueuse
- Mq. Muqueuse
- Sm. Sous-muqueuse

Figure 38.— Micrographie de la tunique muqueuse glandulaire de l'abomasum de Bœuf.  
Coloration H&E, section en paraffine, 40x  
(d'après Dr. Thomas Caceci)

<http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/Lab21/Lab21.htm>

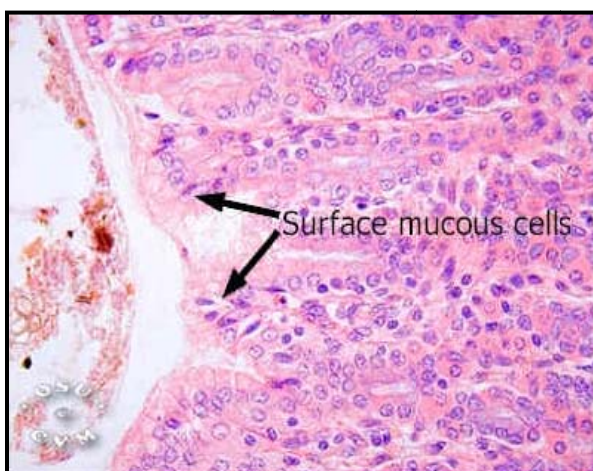


Figure 39.— Micrographie montrant l'épithélium de revêtement en région apicale de la tunique muqueuse de l'abomasum de bœuf (cellules muqueuses)

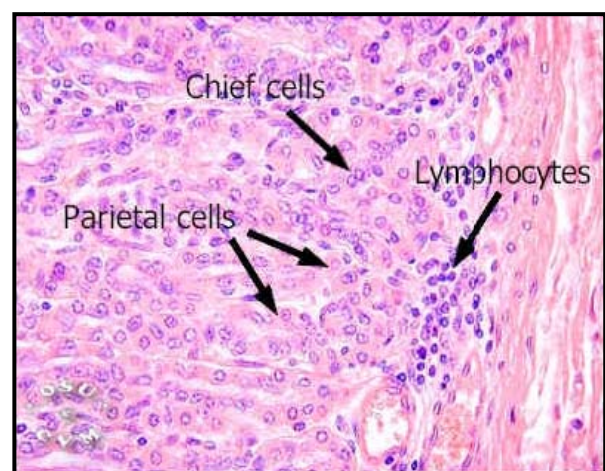
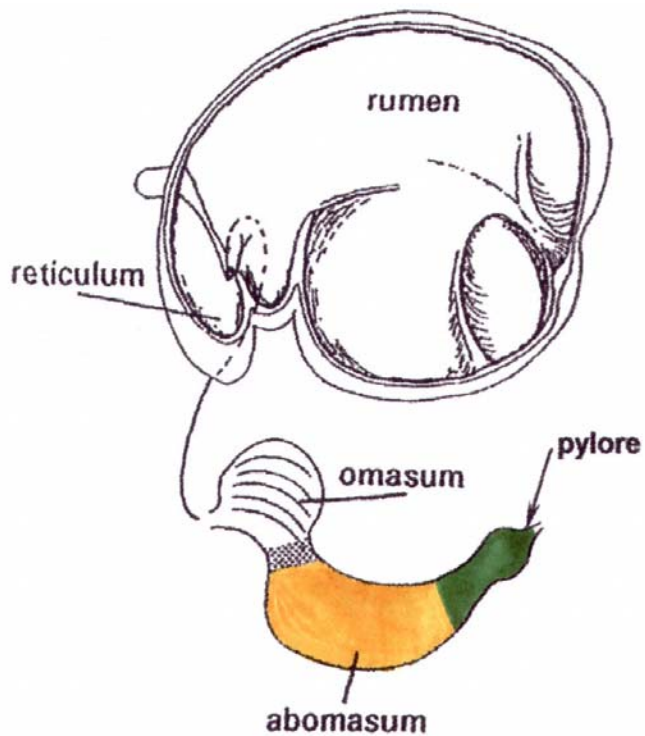


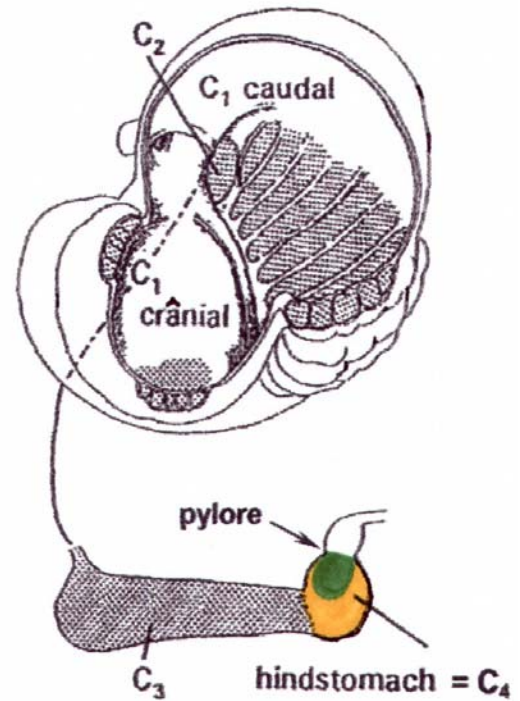
Figure 40.— Micrographie montrant à la base des glandes fundiques de la muqueuse de l'abomasum de bœuf : les cellules principales, les cellules pariétales et la présence de lymphocytes

Coloration H&E - (d'après Dr. Charlotte L. Ownby, 2004)

## RUMINANTS



## CAMELIDES



C1. Compartiment 1 = rumen

C2. Compartiment 2 = réticulum

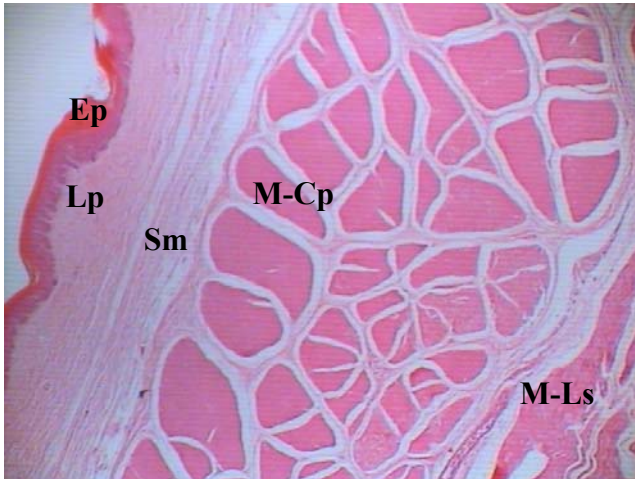
C3. Compartiment 3 = omasum

C4. Compartiment 4 = abomasum

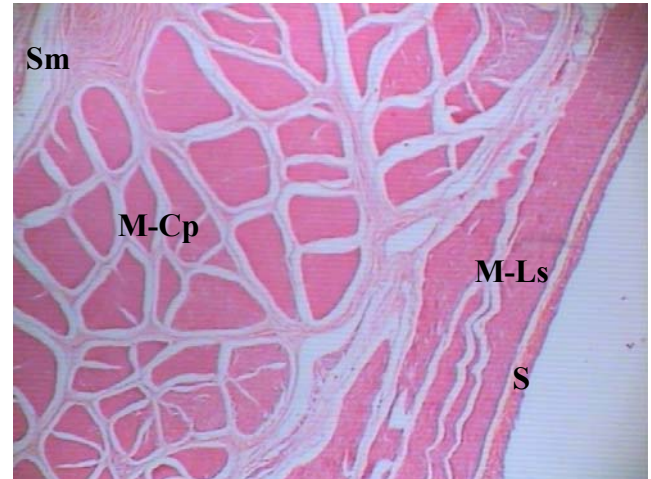
Figure 40. – Diagramme des différents types de muqueuses de l'estomac des Ruminants et des Camélidés

(Schémas légèrement modifiés, d'après LECHNER-DOLL *et al.* 1995)

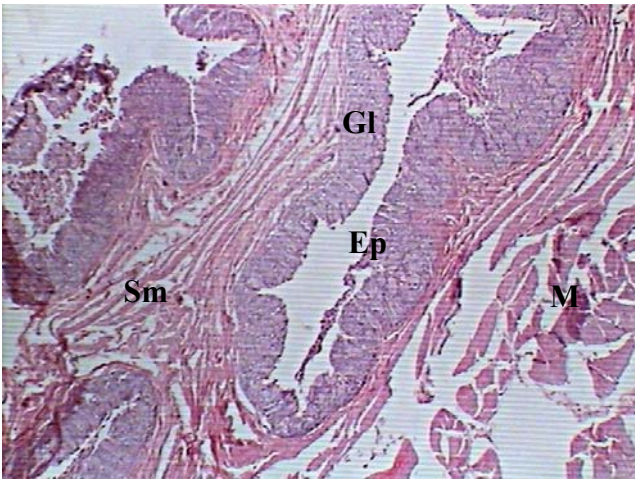
**PLANCHE V. HISTOLOGIE DU COMPARTIMENT 1**  
**Dromadaire**



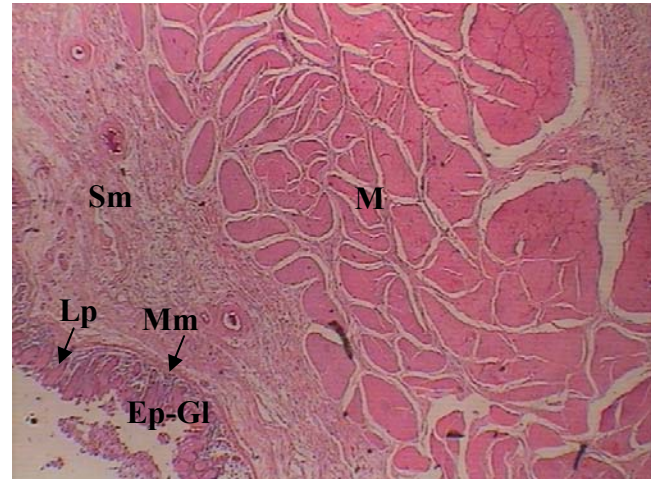
**Figure 41.—** Vue d'ensemble de la partie dorsale, lisse du compartiment 1  
Coupe longitudinale Gx4. Coloration H&E  
Absence de muscularis mucosae



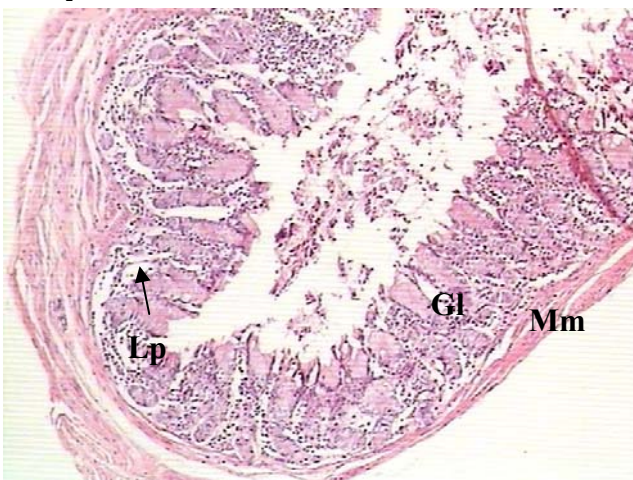
**Figure 42.—** Partie dorsale, lisse du compartiment 1. Coupe longitudinale. Gx4.  
Coloration H&E. Observation de la sous-muqueuse, de la musculuse et de la séreuse épaisse



**Figure 43.—** Partie ventrale du compartiment 1 : cellule ruminale. G x 4. Coloration H&E  
Observation de la muqueuse, de la sous-muqueuse et de la musculuse



**Figure 44.—** Partie ventrale du compartiment 1  
Coupe longitudinale Gx4. Coloration H&E  
Observation de la muqueuse, de la sous-muqueuse et de la musculuse



**Figure 45.—** Partie ventrale du compartiment 1 (plancher du rumen : cellules ou chambres)  
Gx10. Coloration H&E  
Observation de la muqueuse avec des glandes tubuleuses, la lamina propria et la musculuse muqueuse

**Planche V. Compartiment 1 [Rumen]**  
**Partie dorsale lisse, aglandulaire et**  
**Partie ventrale glandulaire**

**Ep.** Epithélium pavimenteux stratifié, nettement kératinisé (p. dorsale) et prismatique simple, continu avec la couche des glandes (p. ventrale).

**Gl.** Glandes (cardiales)

**Lp.** Lamina propria mucosae

**M.** Musculuse

-**Cp.** Couche circulaire profonde

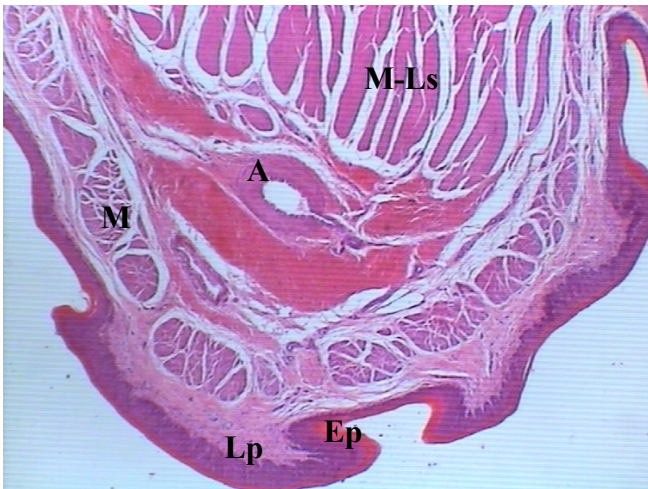
-**Ls.** Couche longitudinale superficielle

**Mm.** Musculuse muqueuse

**S.** Séreuse

**Sm.** Sous-muqueuse

[Micrographies personnelles : figures 41 à 45]



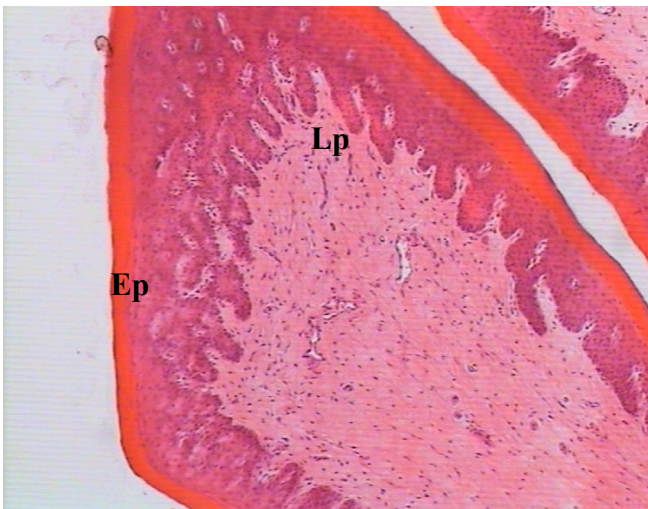
**Figure 46.— Partie dorsale du compartiment 2  
G x 4. Coloration H&E**

Observation de la muqueuse, de la sous-muqueuse et de la musculature.



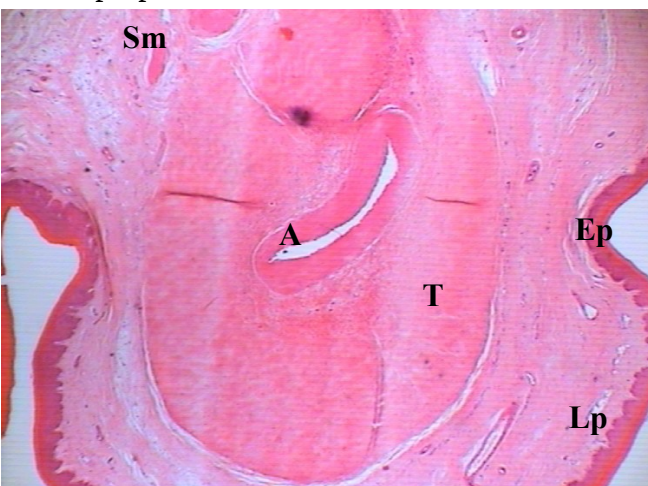
**Figure 47.— Partie dorsale du compartiment 2  
G x 10. Coloration H&E**

Observation de l'épithélium pavimenteux, stratifié, kératinisé et de la lamina propria qui rejoint la sous-muqueuse par absence de la musculature muqueuse.



**Figure 48.— Partie dorsale du compartiment 2  
(repli). Gx40. Coloration H&E**

Observation de l'épithélium pavimenteux, stratifié, kératinisé, dermo-papillaire et de la lamina propria mucosae



**Figure 49.— Partie dorsale du compartiment 2.  
Tendon élastique au niveau d'un repli primaire  
Gx4. Coloration H&E**

Observation dans la muqueuse, d'un tendon élastique autour de l'artère. Absence de lamina muscularis mucosae

**Planche VI-A. Compartiment 2  
[Réticulum]  
Partie lisse, aglandulaire**

**A.** Artère

**Ep.** Epithélium pavimenteux stratifié  
kératinisé

**Lp.** Lamina propria mucosae

**M.** Musculaire

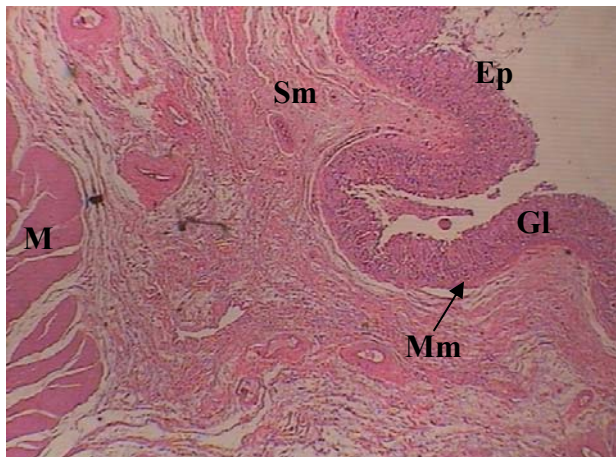
**-Ls.** Couche longitudinale superficielle

**-Cp.** Couche circulaire profonde

**Sm.** Sous-muqueuse

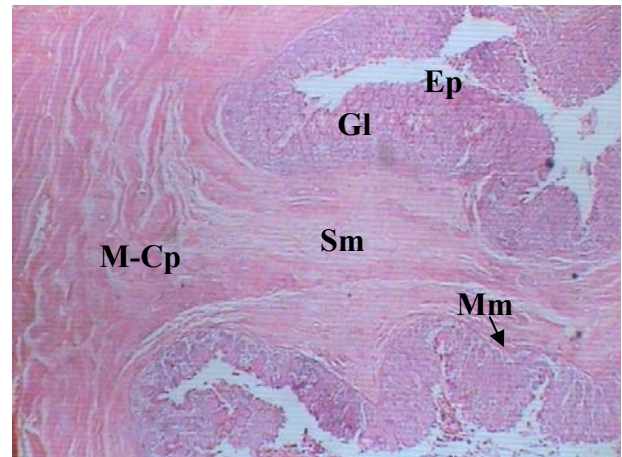
**T.** Tendon élastique

[Micrographies personnelles : figures 46 à 49]



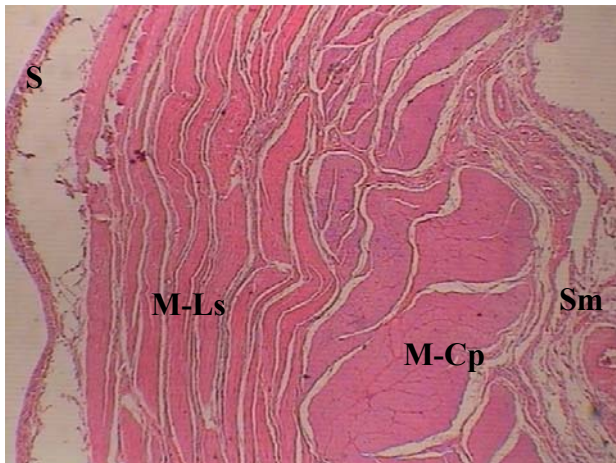
**Figure 50.— Partie ventrale du compartiment 2 G x 4. Coloration H&E**

Observation de la muqueuse, de la sous-muqueuse (très vascularisée) et de la musculuse



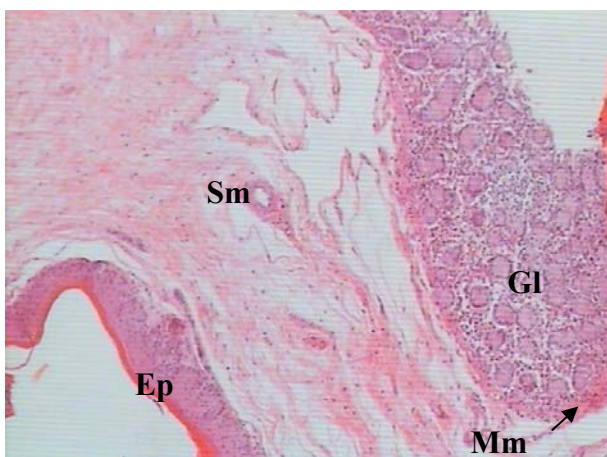
**Figure 51.— Partie ventrale du compartiment 2 G x 4. Coloration H&E**

Observation de l'épithélium prismatique simple, de la sous-muqueuse et le départ de la couche circulaire interne de la musculuse vers le repli.



**Figure 52.— Coupe longitudinale dans la partie glandulaire du compartiment 2 G x 4. Coloration H&E**

Observation de la sous-muqueuse, de la musculuse et de la séreuse.



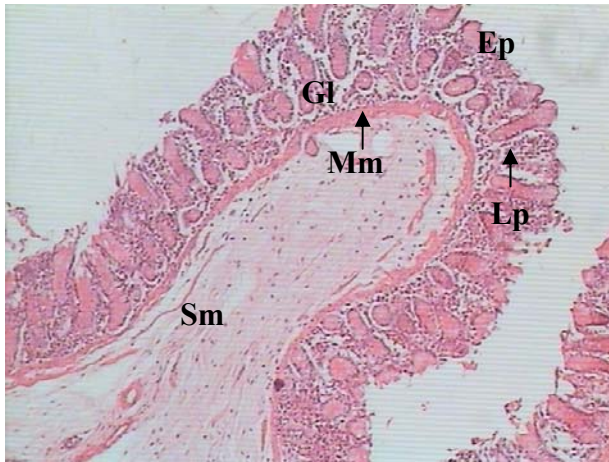
**Figure 53.— Parties lisse aglandulaire et aglandulaire au niveau d'un repli Gx10 Coloration H&E**

Observation d'un épithélium prismatique (glandes) au plancher de la cellule réticulaire et d'un épithélium pavimenteux stratifié qui se poursuit jusqu'au au sommet du repli (à droite et en bas)

[Micrographies personnelles: figures 50 à 53]

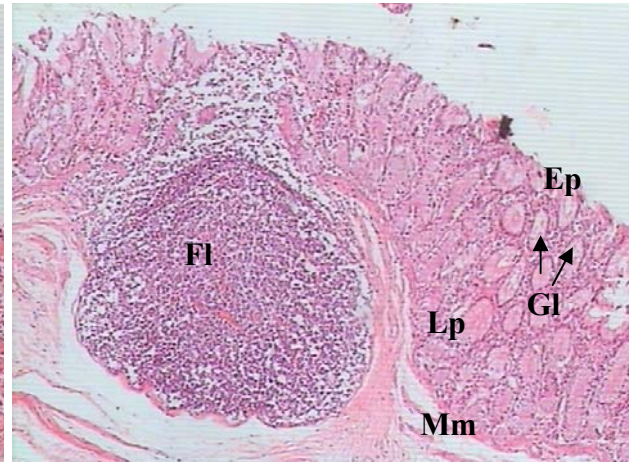
**Planche VI-B. Compartiment 2**  
**[Réticulum]**  
**Partie ventrale, glandulaire**

- Ep.** Epithélium prismatique simple
- Gl.** Glandes
- Lp.** Lamina propria mucosae
- M.** Musculuse
- Cp :** Couche circulaire profonde
- Ls :** Couche longitudinale superficielle
- Mm.** Lamina muscularis mucosae
- Sm.** Sous muqueuse
- S.** Séreuse



**Figure 54.— Partie ventrale du compartiment 2. G x 10. Coloration H&E**

Observation de l'épithélium prismatique simple dans un repli, des glandes tubuleuses, de la lamina propria mucosae, de la musculature muqueuse et de la sous-muqueuse.



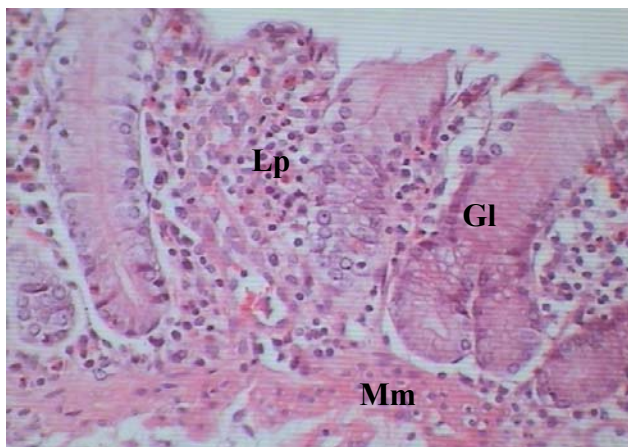
**Figure 55.— Partie ventrale du compartiment 2. G x 10. Coloration H&E**

Observation de l'épithélium prismatique simple, et d'un follicule lymphoïde secondaire



**Figure 56.— Partie ventrale du compartiment 2. G x 10. Coloration H&E.**

Observation de l'épithélium prismatique simple dans un repli primaire, des glandes tubuleuses, de la lamina propria mucosae, de la musculature muqueuse qui se concentre à l'extrémité supérieure du repli et de la sous-muqueuse



**Figure 57.— Partie ventrale du compartiment 2. G x 40. Coloration H&E**

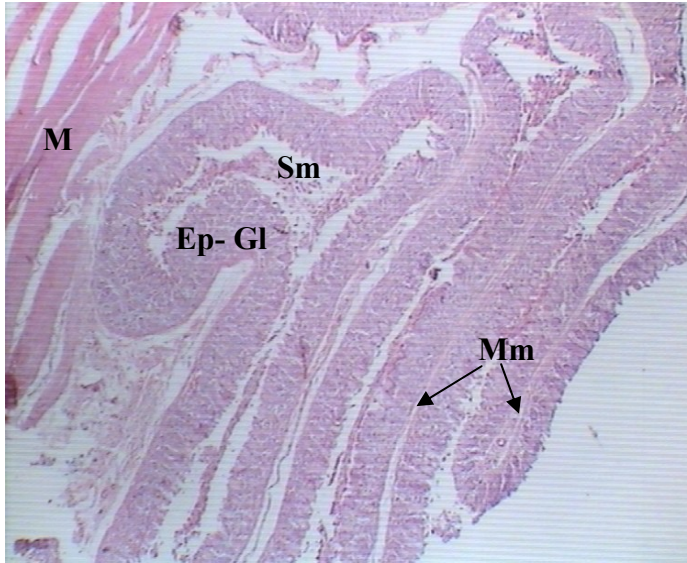
Observation de la muqueuse : glandes tubuleuses simples (glandes cardiales) et GALT dans la lamina propria mucosae (tissu lymphoïde important); et de la musculature muqueuse.

[Micrographies personnelles: figures 54 à 57]

**Planche VI-C. Compartiment 2**  
**[Réticulum]**  
**Partie ventrale, glandulaire**

- Ep.** Epithélium prismatique simple
- Fl.** Follicule lymphoïde secondaire
- GALT.** Gut Associated Lymphoid Tissue
- Gl.** Glandes (cardiales)
- Lp.** Lamina propria mucosae
- Mm.** Musculature muqueuse
- Sm.** Sous muqueuse

**PLANCHE VII. HISTOLOGIE DU COMPARTIMENT 3**  
**[ Omasum] du Dromadaire**



**Figure 58.— Vue d'ensemble des tuniques du compartiment 3**

**Gx4. Coloration H&E**

Observation des hauts plis de la muqueuse glandulaire avec la sous-muqueuse et la musculuse. Présence de la musculuse muqueuse



**Figure 59.— Agrandissement d'une portion d'un pli du compartiment 3. G x 10. Coloration H&E**

Observation d'un pli de l'omasum : muqueuse et sous-muqueuse



**A.** Artère

**Ep.** Epithélium prismatique simple

**Gl.** Glandes tubuleuses droites (**d**) et contournées (**c**) de type cardinal

**Il.** Infiltration lymphocytaire (lamina propria mucosae et surtout dans la sous-muqueuse)

**Lp.** Lamina propria mucosae

**M.** Musculaire

**Mm.** Musculaire muqueuse avec une légère augmentation au sommet du pli

**Sm.** Sous-muqueuse

**V.** Veinule

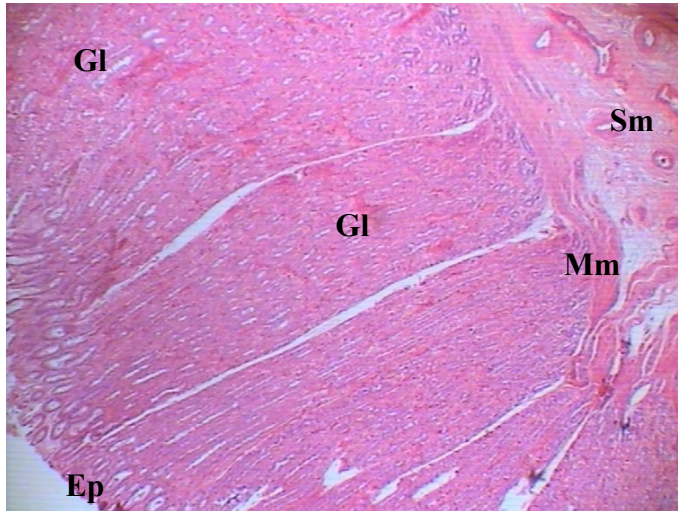
**1.** Foveola (fosse gastrique)

**2.** Cellules pariétales

**Figure 60.— Epithélium glandulaire du compartiment 3. G x 40. Coloration H&E**

Observation des glandes cardiales, de l'infiltration lymphocytaire et de la lamina muscularis mucosae.

**[Micrographies personnelles : figures 58 à 60]**

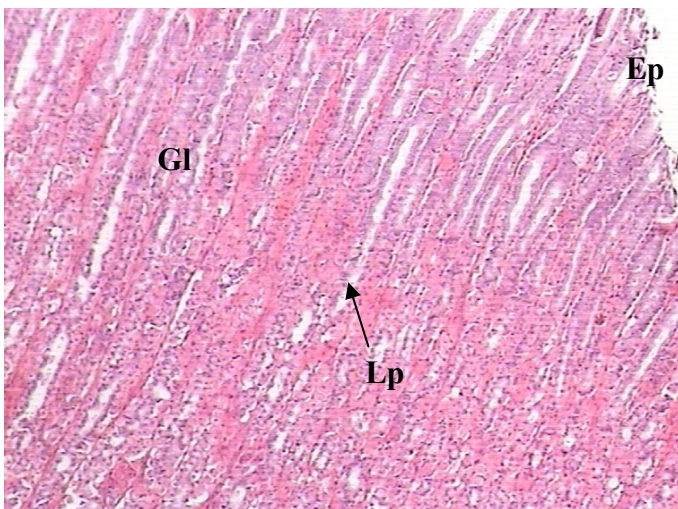


**Figure 61.— Vue d'ensemble de la région fundique du compartiment 4.**

**Coupe longitudinale.**

**G x 4. Coloration H&E**

Observation des glandes tubuleuses de la partie fundique occupant la totalité de la lamina propria mucosae, de la muscularis mucosae et de la sous-muqueuse très vascularisée.



**Figure 62.— Glandes fundiques**

**Gx10. Coloration H&E**

Observation de glandes tubuleuses ramifiées de la partie fundique occupant toute la lamina propria mucosae (plis épais)

**Planche VIII-A. Compartiment 4**  
**[Abomasum]**

**Région glandulaire fundique**

**Ep.** Epithélium prismatique simple

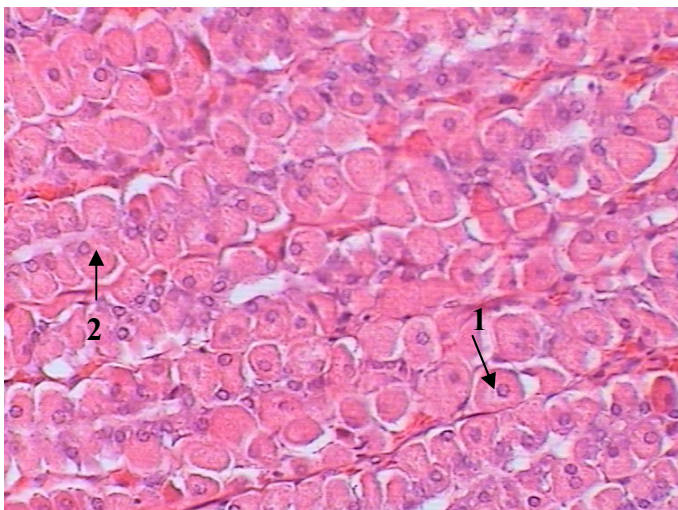
**Gf.** Glandes tubuleuses (droites ou contournées)

**Lp.** Lamina propria mucosae

**M.** Musculeuse

**Mm.** Muscularis mucosae

**Sm.** Sous- muqueuse



**Figure 63.— Compartiment 4**

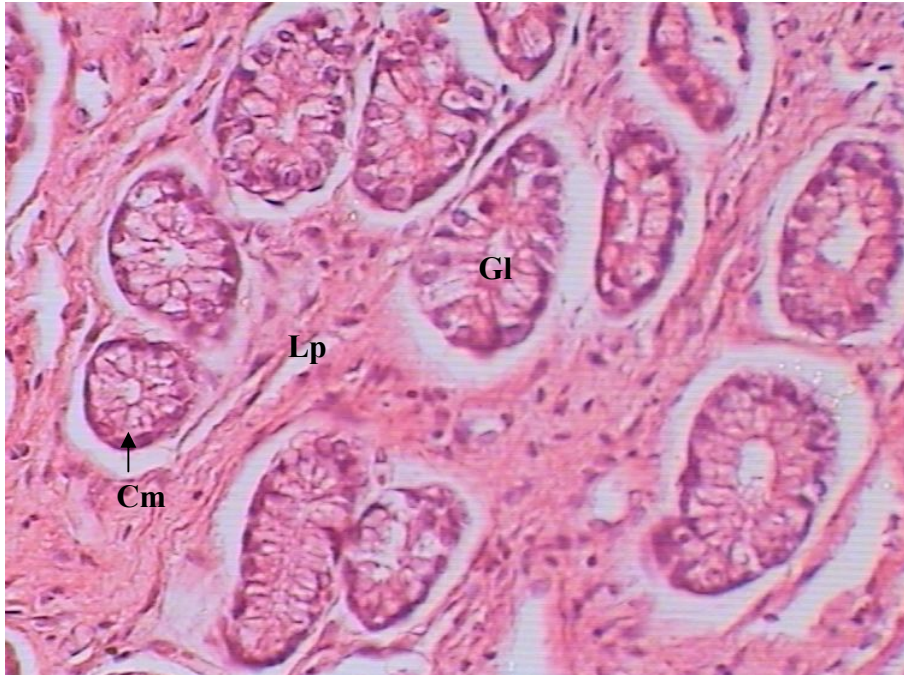
**Coupe longitudinale**

**Gx40. Coloration H&E**

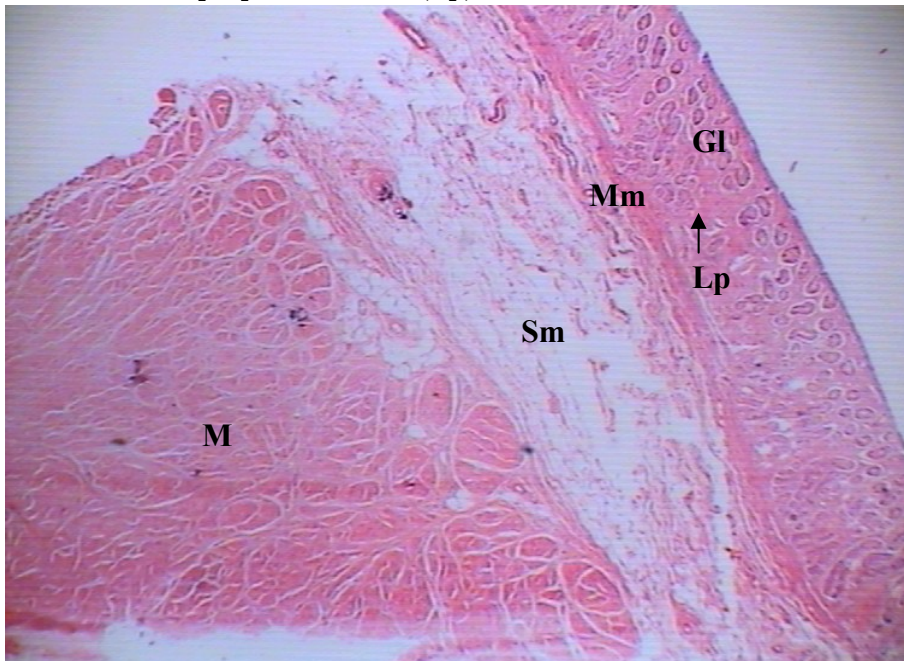
Observation de la base des glandes fundiques, cellules pariétales (1) plus nombreuses et arrondies (noyau central) que les cellules principales (2) prismatiques (noyau basal)

**[Micrographies personnelles : figures 61 à 63]**

**Planche VIII-B. Compartiment 4 [Abomasum]**  
**Région glandulaire pylorique**



**Figure 64.— Compartiment 4 – Région pylorique (lisse)**  
**Gx40. Coloration H&E.** Observation des glandes pyloriques sinueuses (Gl) avec une prédominance de cellules muqueuses (Cm) dans la lamina propria mucosae (Lp).



**Figure 65.— Vue d'ensemble de la région pylorique du**  
**compartiment 4. Gx10. Coloration H&E**  
Observation des glandes tubuleuses fortement contournées, occupant une partie de la lamina propria mucosae (Lp) autour de la musculature (M) du sphincter pylorique.

## Résumé

Le Dromadaire (*Camelus dromedarius*) est un pseudo-ruminant adapté aux climats arides. Il dispose de particularités physiologique, biologique, métabolique, surtout anatomique et histologique qui lui confèrent une légendaire réputation à survivre dans les conditions extrêmes des milieux désertiques considérées restrictives pour les autres ruminants.

Pour cette recherche, deux estomacs de dromadaires âgés de deux ans et de sexe mâles ont été soustraits de la cavité abdominale après abattage au niveau de l'abattoir de Ghardaïa. Ce retrait a été effectué en vue de réaliser macroscopiquement des photographies d'une part et des coupes histologiques par prélèvements d'échantillons d'autre part.

Ce travail réalisé à l'ENSV, a pour objectif l'étude de l'anatomie microscopique comparée de l'estomac du dromadaire. Il comprendra deux parties : une première partie consacrée à la revue bibliographique comportera les généralités sur l'espèce animale, l'étude de la morphologie de l'estomac du dromadaire et du bœuf domestique (modèle ruminant) et l'étude de la structure histologique de l'estomac du bovin. Une deuxième partie traitera de l'étude expérimentale, dans laquelle seront exposés les outils et les méthodes utilisées, ensuite une étude de l'histologie des quatre compartiments de l'estomac composé du dromadaire sera élaborée et enfin nous concluons notre étude par une discussion dont les résultats de nos observations seront comparés avec les données déjà connues mais aussi avec celles des autres espèces, notamment les ruminants.

**Mots clés :** Dromadaire, bovin, estomac, morphologie, structure, rôle, rumen, réticulum, omasum, abomasum, compartiment, histologie comparée.

## Abstract

The Dromedary (*Camelus dromedarius*) is a pseudo-ruminant adapted to arid climates. It has physiological, biological peculiarities, metabolic, especially anatomical and histological which confer him a legendary reputation to survive in the extreme conditions of desert environments considered restrictive for the ruminants.

For this research, two male stomachs of two year old dromedaries and sex were removed from the abdominal cavity after slaughter at the level of Ghardaïa's slaughterhouse. This retreat was made to achieve macroscopic photographs of one hand and histological sections by sampling on the other hand. This work realized in the ENSV, has for objective the study the comparative microscopic anatomy of the stomach of the dromedary. It will include two parts: a first part dedicated to the bibliographical review will contain the background on the animal species, the study of the morphology of the stomach of the dromedary and the domestic ox (ruminant model) and the study of the histological structure of the stomach of the bovine. A second part will deal as the experimental study, in which will be exposed tools and used methods, then a study of the histology of the four compartments of the compound stomach of the dromedary will be elaborated and finally we shall conclude our study by a discussion the results of our observations of which will be compared with already known data but also with those of the other species, notably the ruminants.

**Key words:** Dromedary camel, bovine, stomach, morphology, structure, role, rumen, reticulum, omasum, abomasum, compartment, compared histology.

## ملخص

الإبل (*Camelus dromedarius*) هي حيوانات شبه مجترة تتكيف مع المناخات الجافة. تمتاز بخصائص فيزيولوجية، بيولوجية، أيضية، وتشريحية نسيجية خاصة. التي تعطيه سمعة أسطورية من أجل البقاء في ظروف قاسية من البيئات الصحراوية المعتبرة مقيدة بالنسبة للحيوانات المجترة الأخرى.

لهذا البحث، تم إخراج اثنين من بطني ذكرين من الإبل يبلغان من العمر عامين من تجويف البطن بعد ذبحهما في مسلخ غرداية. تم هذا الإخراج من أجل إنجاز مقاطع نسيجية بالمدرسة الوطنية العليا للبيطرة ثم اخذ صور مجهرية. يهدف هذا البحث إلى دراسة التشريح المجهرى المقارن لمعدة الإبل و الذي يشمل قسمين : القسم الأول بشأن الاستعراض الأدبي يتضمن معلومات أساسية عن الأنواع الحيوانية ، دراسة مورفولوجية لمعدة الإبل والبقر المحلية (نموذج المجترات) ، ودراسة التركيب النسيجي لمعدة الماشية. والجزء الثاني سيتعامل مع الدراسة التجريبية، والتي سيتم تقديمها مع الأدوات والأساليب المستخدمة، ثم سيتم وضع دراسة عن الأنسجة من المقصورات الأربعة لمعدة الإبل صعودا وأخيرا ننهي دراستنا مع المناقشة والتي سيتم فيها مقارنة نتائج ملاحظتنا مع المعلومات المعروفة بالفعل ولكن أيضا مع تلك من الأنواع الأخرى، بما في ذلك الحيوانات المجترة.

**الكلمات المفتاحية :** الإبل، البقر، المعدة، البنية التركيبية، البنية النسيجية، الدور، الكرش، الشبكية، الورقية، الأنفحة، المقصورة، مقارنة الأنسجة.