

stylet introduit horizontalement dans les fosses nasales jusqu'à leur limite postérieure sera légèrement projeté en avant au commencement de chaque mouvement de déglutition (expérience de Debrou).

L'occlusion de l'orifice de communication antéro-inférieur, ou orifice du larynx, s'opère au moyen de l'épiglotte, sorte de valvule inerte qui, dans les circonstances où elle est libre, laisse découvert l'orifice respiratoire, mais qui, constitué par du tissu élastique (fibro-cartilage réticulé), se plie sous le poids du bol alimentaire au moment de son passage. Du reste, la présence de l'épiglotte n'est pas indispensable à cette oblitération. Au moment de l'ascension du pharynx, le larynx, prenant part à ce mouvement, vient butter contre la base de la langue (proéminente en arrière en ce moment) et ce mécanisme suffit pour protéger l'orifice respiratoire, ou en tout cas pour assurer le renversement de l'épiglotte sur cet orifice. Les petits cartilages placés au sommet des cartilages aryénoïdes contribuent, avec l'épiglotte, à l'occlusion de l'ouverture du larynx.

Aussi l'absence de l'épiglotte n'a-t-elle presque aucun inconvénient pour la déglutition des solides : le mouvement de totalité du larynx sous le bourrelet de la base de la langue suffit pour protéger l'orifice respiratoire. Mais il n'en est plus de même pour la déglutition des liquides, et c'est ce qui nous explique la présence de l'épiglotte. En effet, lorsque la déglutition d'une masse liquide est achevée, le larynx reprend sa position normale; mais il reste toujours sur le dos de la langue quelques gouttes de liquide qui se réunissent, s'écoulent vers l'œsophage et tomberaient fatalement dans le larynx, si son opercule membraneux (épiglotte) venait à manquer. Cependant les observations cliniques et les résultats de l'expérimentation avaient souvent paru contradictoires à ce point de vue : tantôt on observerait de la toux, tantôt on n'observerait aucun trouble après la déglutition d'un liquide chez les malades ou les animaux privés d'épiglotte (Magendie, Longet). La variabilité de ces résultats s'explique facilement. D'abord, chez l'homme, la destruction de l'épiglotte est toujours très irrégulière, vu la nature de ses causes (blessures, érosions syphilitiques), de sorte que les cas ne sont pas comparables entre eux, et que tel individu n'éprouvera aucune gêne tandis que tel autre sera pris d'accidents alarmants après la déglutition d'un liquide. Si, chez les animaux auxquels on a régulièrement et parfaitement enlevé l'épiglotte, on observe aussi une certaine variabilité dans les résultats, au point de vue des troubles qui suivent ou ne suivent pas la déglutition des liquides, cette variabilité s'explique par ce fait que, toutes les fois

que l'animal est calme, il n'y a pas de troubles; s'il est dérangé à la fin de la déglutition, des accidents se produisent. En effet, Schiff a montré que, quand la déglutition des liquides est en apparence finie, l'accumulation des dernières gouttes, qui de la langue descendent vers les ligaments glosso-épiglottiques, provoque des mouvements de déglutition secondaires, mouvements qui se répètent deux ou trois fois de suite, jusqu'à ce qu'il ne reste plus aucune goutte de liquide. Or, pour peu que l'animal soit troublé, pour peu que sa manière de boire soit violentée, quand on empêche, par exemple, un chien de se lécher après avoir vidé une jatte de lait, ces déglutitions secondaires n'ont pas lieu, et, si l'épiglotte a été excisée, les dernières gouttes d'eau pourront s'introduire dans le larynx et y provoquer la toux. En un mot l'excision complète de l'épiglotte chez le chien ne trouble pas la déglutition des liquides, si cet acte est suivi de déglutitions ultérieures faites à vide et servant à débarrasser l'isthme du gosier des particules liquides qui y sont restées adhérentes.

Quand même des particules alimentaires solides ou liquides parviennent à s'introduire dans le larynx, elles n'arrivent que bien rarement dans la trachée; dès qu'elles sont au contact de la muqueuse du vestibule du larynx, elles mettent en jeu la sensibilité toute spéciale que cette région reçoit du nerf laryngé supérieur, et provoquent le phénomène de la toux, qui les rejette aussitôt au dehors. La sensibilité du larynx joue donc un rôle important dans la protection des voies respiratoires (Longet); elle est destinée à prévenir la chute de corps étrangers dans les voies respiratoires, chute contre laquelle l'animal serait impuissant à réagir, si la fente glottique était une fois franchie (V. *Larynx et sensibilité obtuse de la trachée*).

Enfin, comme pour mettre un dernier obstacle de précaution à l'entrée de ces corps dans la trachée, nous voyons la fente glottique se fermer à chaque déglutition; mais encore une fois, ce n'est là qu'une occlusion de précaution, sur laquelle Magendie a attiré l'attention, et il ne faudrait pas croire que dans la déglutition normale les substances dégluties viennent jusqu'au contact des lèvres de la glotte. Longet, qui reprit la question, a montré et l'importance accessoire de cette occlusion, et son mécanisme, qui est dû à ce que le cartilage thyroïde est plié par la contraction des muscles sphincters du pharynx. *Les mouvements de la glotte qui accompagnent la déglutition sont donc soumis à d'autres agents musculaires que ceux qui meuvent le même orifice durant la production des phénomènes vocaux et respiratoires* (Longet). Enfin, Claude Bernard est venu compléter l'étude de

cette intéressante question, que nous ne pouvons que résumer rapidement, en montrant que le nerf spinal innerve le constricteur inférieur du pharynx pour présider à cette occlusion de la glotte, de sorte que nous pouvons ajouter à la conclusion de Longet : Les agents nerveux qui président à l'occlusion de la glotte pendant la déglutition sont autres que ceux qui président à ses mouvements respiratoires ; ce sont les filets du nerf spinal, qui, ici comme dans toutes ses autres fonctions, se montre *antagoniste* du pneumogastrique (Claude Bernard).

Une partie très importante de la physiologie de la déglutition, c'est la manière dont elle est réglée par le système nerveux : la déglutition est un des plus brillants exemples des actes réflexes. On ne peut avaler à vide, faire un mouvement de déglutition, sans qu'une excitation locale serve de point de départ au réflexe. Il faut dans la bouche la présence d'un corps quelconque, petit bol alimentaire ou petite masse de salive. Quand on croit faire un mouvement de déglutition à vide et sous la seule influence de la volonté, celle-ci n'agit que pour transporter quelques gouttes de salive vers l'isthme du gosier, où leur présence provoque le réflexe. De même la volonté est impuissante à arrêter la déglutition, qui se produit fatalement dès qu'un corps étranger vient impressionner cette région. Ce qu'il y a enfin de plus remarquable, c'est que cet acte doit commencer par le commencement. Si le bol alimentaire est accidentellement arrêté dans le milieu de sa course, il ne peut la reprendre et la continuer que si un nouveau mouvement de déglutition part de l'isthme du gosier.

La moelle allongée est le centre de ces phénomènes nerveux qui ont pour voies centripètes les rameaux sensitifs du trijumeau, du glosso-pharyngien, et du pneumogastrique.

La région de l'isthme du gosier peut aussi être le point de départ de mouvements antipéristaltiques accompagnés de sensations désagréables (dégoût) et amenant le vomissement (nausées) ; aussi le nerf glosso-pharyngien, qui paraît conduire plus spécialement ces sensations, a-t-il reçu parfois le nom de *nerfs nauséeux*.

Les mouvements péristaltiques de l'œsophage sont sous la dépendance des nerfs pneumogastriques : la région inférieure ou sous-bronchique de l'œsophage reçoit son innervation motrice des cordons terminaux des pneumogastriques ; la région supérieure la reçoit, soit des récurrents (homme et lapin), soit du plexus pharyngien et du nerf laryngé externe (chien, cheval). Chez les ruminants et les solipèdes, les nerfs moteurs de l'œsophage, au moins pour sa partie supérieure ou trachéale, sont bien distincts des nerfs sensitifs,

ceux-ci étant représentés par quelques filets ascendants, longs et grêles, qui se détachent de l'origine de récurrents. Aussi Chauveau a-t-il pu faire des expériences intéressantes sur la suppression de la sensibilité de cette partie de l'œsophage, et constater que la section de ces nerfs sensibles amène soit la paralysie, soit une véritable *ataxie* de l'œsophage, qui ne peut plus exécuter de contractions péristaltiques régulières ; c'est un exemple remarquable du rôle joué par les nerfs sensitifs dans l'exécution des mouvements musculaires réflexes : en supprimant ou diminuant l'action centripète, on supprime ou trouble l'action centrifuge, c'est-à-dire détruit le réflexe ou au moins sa coordination.

III. PORTION SOUS-DIAPHRAGMATIQUE DU TUBE DIGESTIF

Le tube digestif provient du *feuillet interne* du blastoderme ; vu l'encapuchonnement que subit la vésicule blastodermique à ses deux extrémités et sur ses côtés, sa cavité primitive se trouve

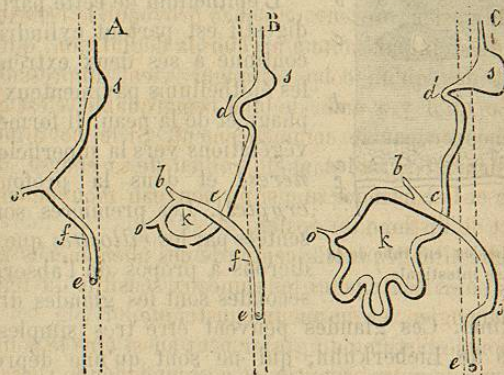


FIG. 98. — Formation du tube intestinal *.

divisée en deux : d'une part, la *vésicule ombilicale* (V. plus loin, *Embryologie*), et d'autre part, un tube médian, d'abord cylindrique et régulièrement calibré (fig. 98, A), l'intestin primitif ; bientôt la partie supérieure de cet intestin se dilate (fig. 98, A, s),

* A, B, C. Divers degrés du développement de l'estomac et des circonvolutions de l'intestin proprement dit ; — s, estomac ; — f, S iliaque ; — o, canal omphalo-mésentérique ; — b, bourgeon qui forme le cæcum ; — c, côlon ; — k, circonvolutions de l'intestin grêle.

puis devient oblique, de telle sorte que son extrémité inférieure, la moins dilatée (fig. 98, B, *d*), se dirige à droite en même temps que sa face gauche devient antérieure. Ainsi se forme l'estomac (fig. 98, C, *s, d*), et c'est ainsi que le pneumogastrique gauche devient antérieur en arrivant au-dessous du diaphragme. Le reste du tube digestif s'allonge, et, par suite, s'écarte du rachis en formant une anse; du sommet de l'anse part le conduit qui fait communiquer l'intestin avec la vésicule ombilicale (fig. 98, B, *o*); la branche supérieure de l'anse est placée en avant et présente bientôt un léger renflement (*b*), première trace du *cæcum* et de l'*appendice iléo-cæcal*; le reste de cette anse formera le *gros intestin* jusqu'à l'S iliaque (fig. 98, B, *b, f.* et C, *b, f, e*); en même temps les circonvolutions du sommet de la partie postéro-inférieure de l'anse se développent (fig. 98, B, *k*) et constituent l'*intestin grêle* (C, *k*).

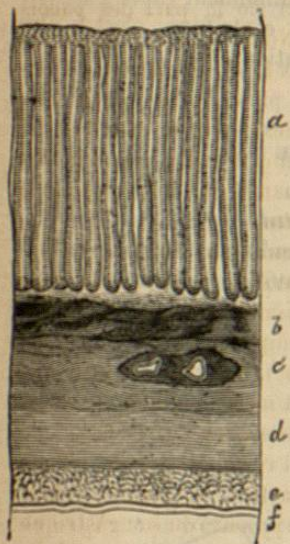


FIG. 99. — Glandes en tube de la muqueuse intestinale.

L'épithélium de cette partie du tube digestif est partout cylindrique et se continue à ses deux extrémités avec les épithéliums pavimenteux de l'œsophage et de la peau. Il forme aussi des végétations vers la superficie (ou *phanères*) et dans la profondeur (ou *cryptes*). Les premières sont représentées par les *villosités* que nous étudierons à propos de l'absorption; les secondes sont les glandes diverses du tube intestinal. Ces glandes peuvent être très simples, comme les glandes de Lieberkuhn, qui ne sont qu'une dépression en doigt de gant (fig. 99), et qu'on rencontre sur presque toute la longueur de cette portion du canal alimentaire: mais déjà dans l'estomac quelques-unes de ces dépressions se compliquent, l'épithélium de leur extrémité cæcale cesse d'être cylindrique, et on a alors les *glandes pepsiques*. Plus loin, un bourgeonnement plus complexe nous donne des glandes en grappes: telles sont les *glandes de Brunner* du duodénum; le *pancréas* n'est qu'une énorme glande de ce genre. Enfin l'embryologie nous montre que le foie

* a, Epaisse couche de glandes; — b, tissu propre de la muqueuse et couche celluleuse; — c, d, couche des fibres musculaires circulaires, — e, fibres musculaires longitudinales; — f, enveloppe péritonéale.

lui-même est primitivement formé de bourgeons semblables à ceux qui donnent naissance aux glandes; seulement la masse glandulaire hépatique est ultérieurement remaniée par la pénétration des vaisseaux.

Ces diverses glandes versent dans le tube intestinal leurs produits de sécrétion, qui se trouvent la plupart en présence des matières alimentaires venues du dehors; ces matières sont modifiées par ces liquides, en même temps qu'elles sont soumises à des phénomènes de transport (mouvements péristaltiques) de la part des parois musculaires de l'estomac et des intestins. Nous étudierons donc ces phénomènes chimiques et mécaniques dans l'estomac et dans l'intestin; nous verrons alors comment la plus grande partie des matériaux ainsi élaborés est absorbée par les parois du tube digestif et spécialement par son épithélium, et comment enfin le résidu des aliments, ainsi que les produits de desquamation intestinale, sont rejetés après avoir parcouru le *gros intestin*.

Après avoir vaguement parlé de *fermentations digestives*, les anciens physiologistes s'étaient surtout arrêtés à l'idée de voir, dans la digestion, des actes mécaniques produisant une sorte de trituration des aliments (Pitcairn¹ évaluait complaisamment à près de 13.000 livres la force trituration de l'estomac). Réaumur² le premier, établit que la digestion est essentiellement un acte chimique, et ses expériences instituées en faisant avaler à des corbeaux de la viande enfermée dans des tubes percés de trou (il reconnut que la viande était digérée, quoique soustraite à toute action trituration) furent confirmées par celle de Spallanzani³, qui se procura du suc gastrique en faisant avaler aux animaux de petites éponges qu'il retirait et exprimait ensuite. Avec le liquide ainsi obtenu, il fit des digestions artificielles *in vitro*. Le rôle chimique du suc gastrique étant dès lors établi, les physiologistes furent amenés à ne considérer la digestion que comme un acte stomacal, à ne voir qu'une digestion gastrique, à faire jouer tout le rôle digestif au suc gastrique. Il était réservé aux physiologistes modernes, et notamment à Cl. Ber-

¹ Pitcairn, physiologiste d'origine anglaise, qui fut professeur à Leyde, en Hollande, dans les dernières années du xvii^e siècle.

² Réaumur (Ferchault de), mathématicien, physicien, chimiste et naturaliste français (1683-1757), connu surtout en physiologie par ses études sur les insectes, sur la digestion, sur l'incubation des œufs (c'est à propos de ses recherches sur l'incubation artificielle qu'il fut amené à construire le thermomètre qui porte son nom).

³ Spallanzani, physiologiste italien (1729-1799), professeur à Pavie; il fut un des premiers expérimentateurs en physiologie, et ses expériences les plus célèbres ont porté sur la digestion, l'exhalation pulmonaire, la génération spontanée, la fécondation artificielle, la réviviscence des rotifères, etc.

nard, de montrer qu'il n'y a pas qu'un seul liquide digestif, qu'une seule digestion, mais que, outre celle qui se passe dans l'estomac et qui n'est que le début de la série, il y a encore une digestion intestinale, pancréatique, biliaire peut-être. En même temps les pathologistes ont reconnu qu'il n'y a pas une seule dyspepsie, la dyspepsie gastrique, mais des dyspepsies intestinales, pancréatiques, etc.⁴.

A. ESTOMAC

L'estomac est une poche destinée à offrir un asile d'assez longue durée aux aliments qui y arrivent par le fait de la déglutition. Certains aliments ne font que traverser l'estomac; tels sont, chez les chevaux surtout, les liquides, qui vont s'accumuler dans l'intestin. Les autres aliments s'arrêtent en général dans l'estomac, et d'autant plus longtemps qu'ils doivent y subir une élaboration plus importante, c'est-à-dire qu'ils sont plus difficilement attaquables: les aliments que l'estomac ne peut attaquer restent dans sa cavité le plus longtemps possible.

Il y a à considérer dans l'estomac, d'une part, l'élément moteur; d'autre part, l'élément sécrétoire épithélial.

I. Musculature stomacale. — L'élément moteur se compose d'une tunique charnue assez faible, à contractions rares et incapables de

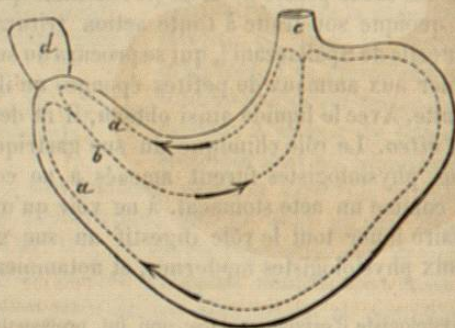


FIG. 100. — Mouvements de l'estomac*.

grands efforts, du moins chez l'homme et les mammifères voisins. Ces contractions péristaltiques, qui transportent, par une espèce

⁴ Voy. Germain Sée, *Des dyspepsies gastro-intestinales*, Paris, 1881.

* a, Direction du cardia c, au pylore d; — b, direction en sens inverse.

de déglutition, le contenu de l'estomac du cardia au pylore et de là dans l'intestin, sont excessivement douces et lentes, car on a vu se faire sans accidents cette sorte de déglutition de corps très aigus, durs et blessants. Ces contractions résultent d'un réflexe succédant à l'impression des matières sur la surface stomacale, et paraissent ainsi produire une espèce de triage entre les substances qui doivent séjourner plus ou moins longtemps dans l'estomac. En même temps, ces contractions de l'estomac impriment, aux matières qui y séjournent, une sorte de brassage, qui les mêle intimement au suc gastrique, en les ramenant successivement de la surface vers le centre de la cavité, selon une marche indiquée par les flèches de la figure 100.

Diverses expériences semblent montrer que les liquides ne s'accumulent que peu dans l'estomac, même pendant le repas, et souvent on ne trouve pas de différence bien considérable du contenu stomacal chez un individu qui a bu ou chez celui qui s'est abstenu de boire en mangeant. C'est qu'en effet il règne sur les faces antérieure et postérieure de l'estomac des fibres parallèles à la petite courbure, situées à quelque distance d'elle, et se continuant d'une face à l'autre au-dessous du cardia et du pylore (fig. 101);

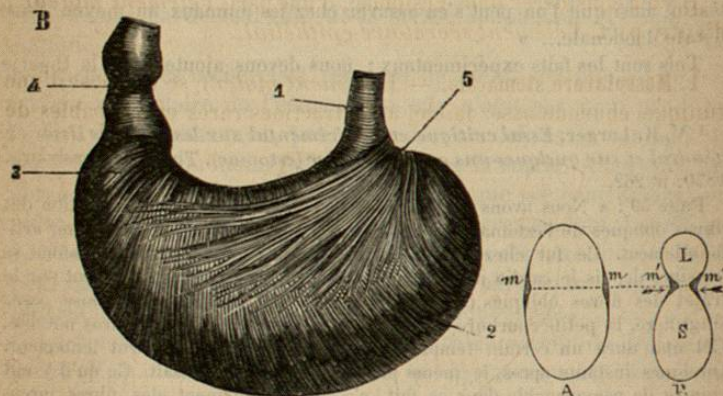


FIG. 101. — Fibres musculaires (obliques) de l'estomac (cravate de Suisse)*.

FIG. 102. — Effets de la contraction de la cravate de Suisse**.

ces fibres forment donc une espèce d'anneau elliptique (*cravate de Suisse*), de sphincter, qui, en se contractant, divise l'estomac en deux portions

* L'estomac a été retourné et les bandes musculaires mises à nu en enlevant la muqueuse: — 1, fibres musculaires de l'œsophage; — 2, 3, fibres circulaires de l'estomac; — 5, cravate de Suisse.

** A, Coupe verticale de l'estomac à l'état de repos; — m, m, cravate de Suisse; — B, contraction de ces faisceaux musculaires (m' m'), rapprochant, dans le sens indiqué par les flèches, les points correspondants de la paroi de l'estomac, de façon à diviser sa cavité en deux loges (S et L)

(fig. 102), qui sont : la région de la grande courbure (fig. 102, S), hermétiquement close, et la région de la petite courbure, constituant un canal qui va du cardia au pylore; ce canal (fig. 102, L) se produit lors de la déglutition des liquides, et ceux-ci le suivent, de sorte qu'on peut dire que leur déglutition se continue depuis le pharynx jusqu'au duodénum, sans qu'ils entrent à proprement parler dans l'estomac¹. C'est ainsi qu'on a pu constater, chez une personne qui présentait une communication anormale du duodénum avec le colon, des selles liquides presque immédiatement après l'ingestion d'un verre d'eau; l'eau arrivant, immédiatement après sa déglutition, dans le gros intestin, y produisait l'effet d'un lavement.

En expérimentant sur l'estomac des suppliciés aussitôt après la mort, Laborde (*Société de Biologie*, 9 avril 1887) a vu que, quand on provoque une contraction énergique de la musculaire, « il se produit un étranglement considérable entre le cul-de-sac et la petite courbure, divisant la cavité de l'organe en deux loges, dont l'une correspond et fait suite à l'ouverture cardio-œsophagienne et à la petite courbure, l'autre au cul-de-sac et à la grande courbure... Le siège de cet étranglement est exactement celui du faisceau de fibres elleptiques, dites, à cause de sa disposition, cravate de Suisse, et c'est évidemment à l'action de ces fibres qu'il faut attribuer cet effet remarquable qui ressemble à l'action d'une sorte de sphincter... Ainsi s'expliquerait le passage rapide, presque instantané des liquides dans l'intestin, ainsi que l'on peut s'en assurer chez les animaux au moyen d'une fistule duodénale... »

Tels sont les faits expérimentaux; nous devons ajouter que la théorie

¹ V. R. Larger, *Essai critique et expérimental sur les muscles lisses en général et sur quelques-uns en particulier (estomac)*. Thèse de Strasbourg, 1870, n° 262.

Page 59 : « Nous avons eu la bonne fortune d'observer la contraction des fibres obliques de l'estomac, que nous n'avons jamais réussi à provoquer artificiellement. Ce fut chez un chien : nous vîmes un sillon assez profond se dessiner depuis le cardia jusqu'au coude stomacal, et cela exactement sur le trajet des fibres obliques (cravate de Suisse). En même temps, chose assez singulière, la petite courbure de l'estomac se bomba d'une façon très notable. Cet état dura un certain temps, au bout duquel tout disparut lentement. Quelques instants après, le même phénomène se reproduisait. Ce qu'il y eut encore de remarquable dans ce fait, c'est le relâchement des fibres circulaires dans leur portion située au-dessus de la bande de fibres obliques, tandis que leur portion inférieure était en contraction. Nous n'avons pas vu se former un canal complet, en ce sens que les deux faces de l'estomac ne se sont pas rejointes inférieurement sous l'influence de la contraction des fibres obliques. Mais les liquides eussent parfaitement pu passer du pylore au cardia ou inversement sans se mélanger aux aliments contenus dans la portion cardiaque, car celle-ci était fortement resserrée sur ce contenu, et empêchait par cette étreinte ce dernier, soit de sortir, soit de se laisser pénétrer par un liquide.

« Ce fait donne raison à l'hypothèse émise par Luschka et par M. le professeur Küss, dans son cours, hypothèse qui donne aux fibres obliques de l'estomac le pouvoir d'établir dans certains cas une communication directe entre les orifices cardiaque et pylorique. »

qui en résulte n'a généralement pas plu aux médecins. A. Paris, notamment, en a présenté une réfutation basée sur des considérations mécaniques et non sur de nouvelles expériences (*De l'action des fibres obliques de l'estomac; Progrès médical* 4 juin 1887, p. 458), et invoquant surtout des considérations cliniques, à savoir la dilatation de l'estomac des buveurs, et l'illogisme qu'il y aurait à prescrire, aux repas, des eaux minérales, des eaux alcalines par exemple, afin de modifier le suc gastrique, si ces liquides ne devaient pas s'arrêter dans l'estomac et se mélanger à ce suc.

Vomissement. — A part ce fonctionnement particulier du collier musculaire placé le long de la petite courbure, le rôle mécanique des parois musculaires de l'estomac est, avons-nous dit, très peu considérable. Aussi dans les mouvements de régurgitation, dans le vomissement, l'estomac est-il à peu près passif; il vide son contenu sous l'influence de la pression exercée par le diaphragme et par les muscles des parois abdominales.

Tout le monde connaît l'expérience dans laquelle Magendie ayant enlevé l'estomac à un chien et mis à la place une vessie pleine d'eau en communication avec l'œsophage, put, après avoir recousu les parois abdominales, voir l'animal rejeter par des efforts de vomissements (après injection d'émétine dans les veines) le contenu de cette vessie, par le seul effet de la presse abdominale et diaphragmatique.

Cependant les recherches récentes de Schiff ont montré que la tunique musculaire de l'estomac, si elle n'agit pas pour produire l'effort du vomissement, pour projeter au dehors le contenu du viscère, agirait du moins pour en favoriser la sortie. A cet effet, les fibres longitudinales de la région cardiaque se contractent, et, redressant leur courbure, dilatent l'orifice correspondant. Les efforts de vomissement n'aboutissent que si la *presse abdominale* se produit en même temps que cette dilatation cardiaque. Le pneumo-gastrique préside à l'association de ces mouvements¹.

Le vomissement est un réflexe comparable à celui de l'éternuement (V. p. 70). Quant aux agents qui le provoquent, ils peuvent porter leur action sur les centres nerveux soit directement, soit par

¹ M. Schiff, *Leçons sur la Physiologie de la digestion*, 1867, t. II, 37^e leçon.

Et en effet le professeur Sappey a démontré que les fibres longitudinales de l'œsophage, en se continuant avec celles de l'estomac, décrivent autant de courbes qui regardent le centre de l'orifice par leur convexité, et qui toutes ont manifestement pour résultat, en se contractant et se redressant, de dilater cet orifice. Sur un berger qui avait été éventré par un taureau, on a pu voir, à chaque effort de vomissement, l'œsophage entrer brusquement et violemment en contraction, et à chacune de ces contractions, le cardia s'entr'ouvrir et une certaine quantité d'aliments le traverser.

l'intermédiaire de divers nerfs sensitifs comme le pneumogastrique et le glosso-pharyngien. Ceux qui agissent par ce dernier nerf sont dits *nauséux* (V. *Sens du goût, le glosso-pharyngien, nerf nauséux*), les autres sont des *vomitifs purs*. Du reste, les deux actions se trouvent d'ordinaire réalisées dans une même substance; cependant il n'y a aucun doute que dans certains médicaments l'action nauséuse ne soit due à un principe différent de celui qui produit l'action vomitive pure. Ainsi, dans l'ipécacuanha, l'action nauséuse est due à une substance odorante (séparable par l'éther), et l'action vomitive est due à l'*émétine* (séparable par l'alcool) (Magendie). L'*émétine* agit directement sur les centres nerveux (Expérience célèbre de Magendie, provoquant le vomissement par injection d'*émétique* dans les veines), et sur la muqueuse gastrique, sur ses filets sensitifs, tandis que la substance nauséuse, agissant sur les filets de la sensibilité spéciale (glosso-pharyngiens et olfactifs), fait vomir au moment d'être ingérée ou même avant de l'être¹. Le centre réflexe du vomissement est dans le bulbe. On admet généralement que, dans le *mal de mer*, les nausées et le vomissement sont dus à un trouble de la circulation bulbaire.

II. *Sécrétion gastrique; chimisme stomacal.* — L'*épithélium-cylindrique* de l'estomac joue d'abord vis-à-vis de ce viscère un rôle protecteur; c'est lui qui empêche que cet organe ne se digère lui-même; mais dès que l'*épithélium* est entamé en un point quelconque, le suc gastrique agit sur les parties sous-jacentes des parois stomacales et il s'y produit une érosion que l'on connaît en pathologie sous le nom d'*ulcère rond*. Cet *épithélium*, ici comme sur tant d'autres surfaces (vessie, par exemple), s'oppose à l'absorption; il est, en effet, prouvé que, malgré ses nombreux vaisseaux sanguins et lymphatiques, l'estomac n'absorbe que peu ou pas. Outre les expériences qui ont prouvé qu'un cheval auquel on a lié le pylore n'est pas empoisonné par l'ingestion d'une dose considérable de strychnine (expériences de Bouley)², on a observé des cas analogues chez l'homme. Ainsi, chez un homme atteint d'une oblitération du pylore, la sensation de soif persistait malgré la déglutition d'une grande quantité d'eau, et l'autopsie a prouvé que la muqueuse de l'estomac était, du reste, parfaitement normale; par contre, la soif était calmée par l'injection d'eau dans le rectum. Dans un autre cas, nous avons vu un malade ne ressentir aucun des effets calmants de l'opium ingéré, parce qu'une cause inconnue empêchait que le

¹ V. J. Grasset, *De la Médication vomitive*, thèse de concours, Paris, 1875.

² Bouley, *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1882, t. XVII.

pylore ne fût franchi; mais une grande quantité d'opium ayant été successivement administrée, et une sorte de débâcle pylorique s'étant produite tout à coup, il en résulta des accidents d'empoisonnement, par suite d'une absorption considérable, dans l'intestin, de l'opium accumulé antérieurement dans l'estomac¹.

Le rôle principal de l'*épithélium stomacal* est de donner lieu, par les glandes qu'il forme, à des produits de sécrétion. Les glandes de l'estomac sont dites les unes glandes pepsiques, les autres glandes muqueuses. Sappey a démontré que les unes comme les autres ne sont pas des glandes en tube simple, mais que le tube par lequel elles s'ouvrent sur la surface libre de la muqueuse se divise dans la profondeur et se dichotomise successivement, de manière à présenter une conformation intermédiaire à celle des glandes en tube et des glandes en grappe: elles constituent, dit Sappey, une classe à part qu'on peut désigner sous le nom de *glandes en tubes ramifiés*. Les glandes muqueuses, dites aussi *glandes pyloriques*, parce qu'elles sont développées surtout dans la région pylorique, sont tapissées par des cellules prismatiques transparentes et ne produisent que du mucus; les *glandes pepsiques*, distribuées dans le reste de l'estomac, mais surtout dans la région du grand cul-de-sac, ont leur conduit excréteur tapissé de cellules prismatiques transparentes; mais leurs culs-de-sac sécréteurs ont un revêtement épithélial plus compliqué, car il se compose de deux ordres de cellules, les unes claires, transparentes, à contours peu nets, et dites

¹ Cependant des recherches récentes ont remis en question l'absorption stomacale; plusieurs physiologistes italiens, reprenant les expériences de Bouley, ont constaté comme lui que, chez le cheval, de grandes doses de strychnine, introduites dans l'estomac préalablement lié au pylore, ne produisent pas d'empoisonnement. Mais, observation nouvelle et importante, l'empoisonnement n'a pas lieu non plus, si au bout d'un temps assez long, on enlève la ligature et laisse libre cours aux matières. D'après Schiff, cette dernière circonstance indiquerait que la strychnine a été absorbée assez lentement pour être éliminée au fur et à mesure par les urines, sans s'accumuler dans le sang jusqu'au degré nécessaire pour produire l'empoisonnement. Il en serait ici de la strychnine comme du curare, qui est absorbé par l'intestin, mais d'une manière si lente, qu'il est éliminé par les reins avant qu'il ait eu le temps de s'accumuler dans l'organisme jusqu'à la dose toxique (Cl. Bernard). V. pour plus de détails sur la question, la publication de F. Lussana: *Sulla piccola circolazione enteropatica*, etc. (*Lo Sperimentale*, octobre 1872). Analysé in *Revue des Sciences médicales*, de G. Hayem, t. I, p. 32.

Schiff, se fondant sur plusieurs expériences de Collin et sur des expériences qui lui sont propres, admet l'absorption stomacale comme un fait général: nous verrons que cette absorption est nécessaire à sa théorie des *Matières peptogènes*, que nous étudierons plus loin. Aussi plusieurs auteurs posent-ils aujourd'hui en principe que l'estomac a pour fonction d'absorber les liquides.

pour cela *cellules adélomorphes*, par Rollet (*cellules principales* de Hendenhain), les autres granuleuses, grosses, à contours nets dites *cellules délomorphes* par Rollet (*cellules bordantes* de Hendenhain); ces dernières cellules sont d'ordinaire tout à fait à la périphérie de l'épithélium, comme rejetées en dehors dans des espèces de cupules formées aux dépens de la paroi propre de la glande, et déterminent, par leur saillie extérieure, cet aspect bosselé, moniliforme, des glandes pepsiques isolées (voir la fig. 103). Ces cellules délomorphes ou bordantes contiennent des granulations qui paraissent être l'origine du principe actif ou ferment (*pepsine*; voir plus loin) du suc gastrique. Ce suc gastrique, produit de la fonte de ces derniers éléments cellulaires, est un liquide très ténu, contenant à peine 4 pour 100 de matières solides, dont les substances organiques (albuminoïdes) constituent plus des deux tiers. Parmi les sels, c'est surtout le phosphate de soude qui domine, avec le chlorure de sodium.

Pour étudier les propriétés du suc gastrique on se procurait d'abord ce liquide au moyen de petites éponges, attachées à une ficelle, éponges qu'on faisait avaler à des animaux et qu'on retirait quand elles étaient imprégnées de suc gastrique (Réaumur, Spallanzani); mais on se le procure plus largement au moyen de *fistules stomacales*. D'abord on a fait ces recherches sur l'homme, à la suite d'accidents ou d'opérations chirurgicales ayant produit des ouvertures de l'estomac: les recherches de Beaumont sur un chasseur canadien sont célèbres à cet égard¹. Plus récemment, Verneuil a pratiqué avec succès une véritable fistule stomacale permanente pour remédier à une oblitération complète du pharynx à la suite d'un empoisonnement par l'acide sulfurique, et Ch. Richet a pu faire sur ce sujet d'intéressantes études (voyez ci-après). Mais la physiologie expérimentale a surtout recours à des fistules pratiquées sur le chien, et maintenues permanentes à l'aide de larges canules spéciales. Blondlot (de Nancy) a le premier, en 1843, pratiqué ces fistules, qui ont depuis donné de si beaux résultats entre les mains de Cl. Bernard et de Schiff. Ces canules ont la forme d'un bouton de chemise, de sorte que, une fois introduit dans la boutonnière faite aux parois abdominale et stomacale, le petit appareil reste en place, maintenu par les plaques qui le terminent

¹ William Beaumont, médecin américain qui eut, en 1833, l'occasion de soigner un jeune chasseur dont un coup de fusil avait perforé l'estomac, et chez lequel, après guérison de la plaie, était restée une large fistule mettant l'estomac en communication avec l'extérieur.

à chaque bout. La figure 104 et sa description suffiront pour donner l'idée de ces canules et de leur mode d'emploi.

Le suc gastrique obtenu par ces divers procédés contient deux principes actifs: un ferment (la *pepsine*), et un *acide*.

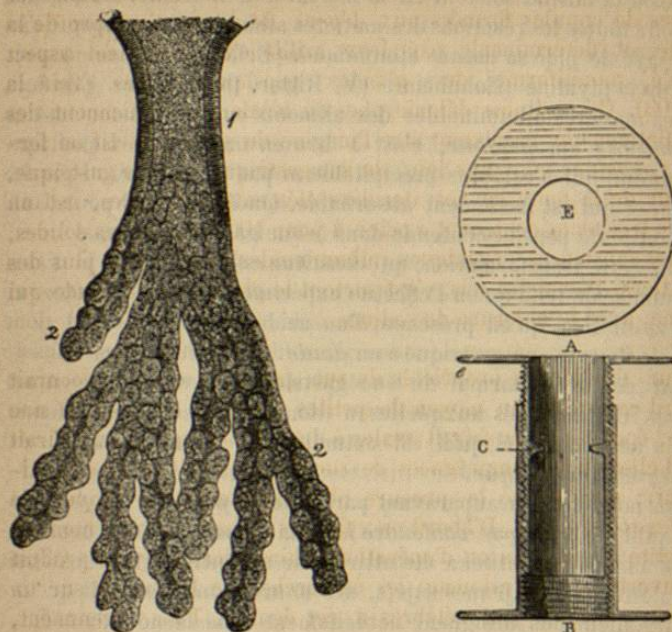


FIG. 103. — Glande pepsique composée *. FIG. 104. — Canule à fistule gastrique **.

La matière organique (ferment de nature albuminoïde) que contient le suc gastrique de l'adulte est un ferment que l'on nomme la *pepsine* ou *gastérase*; ce ferment est de la nature des ferments solubles, comme celui de la salive (*ptyaline*). Schwann a le premier signalé son existence en 1838: Payen⁴ l'a obtenu en le précipitant du suc gastrique par l'alcool. Aujourd'hui on se le pro-

⁴ Payen (A.), chimiste français (1795-1871).

* 1, Conduit excréteur tapissé d'un épithélium cylindrique comme celui de la muqueuse gastrique en général; 2, culs-de-sac en doigt de gant remplis de gros globules granuleux (cellules de sécrétion pepsique), dont les débris vont se déverser sur la surface gastrique par le conduit excréteur qu'ils remplissent (Kölliker).

** AB, Coupe de la canule; — A, plaque introduite dans l'estomac; — B, plaque située à l'extérieur; e, rebords de la canule; — C, saillies qui rentrent dans la clef destinée à visser et à dévisser les deux parties de la canule; — F, ouverture de la canule vue entière et par une de ses extrémités.

cure d'une manière pour ainsi dire industrielle, en l'extrayant de l'estomac des pores abattus pour le service des boucheries. C'est ainsi que l'on peut préparer la *pepsine* pure, qui se présente, après dessiccation, sous la forme d'une poudre blanche: dans le commerce on la falsifie souvent en la mêlant à de la fécule. La pepsine présente toutes les réactions des matières albuminoïdes, quoique l'on ait essayé de nier sa nature albuminoïde (Brücke), comme on a nié celle de la ptyaline (Cohnheim. (V. Ritter, thèse citée). Elle agit sur les matières albuminoïdes des aliments en les transformant en *albuminose* ou *peptone*, c'est-à-dire en une forme isomérique d'albumine qui n'est plus précipitable ni par la chaleur, ni par les acides, et qui est facilement absorbable. On évalue à 3 pour 1000 la quantité de pepsine contenue dans le suc gastrique normal.

Mais cette transformation, qui constitue essentiellement la digestion stomacale telle qu'on l'effectue expérimentalement *in vitro*, ne peut avoir lieu qu'en présence d'un acide; la *pepsine* est donc associée dans le suc gastrique à un *acide*. Nous étudierons dans un instant cet acide normal du suc gastrique, et verrons les nombreuses controverses auxquelles a donné lieu sa détermination. Disons seulement ici qu'il est actuellement démontré que c'est l'*acide chlorhydrique*.

Mais nous devons auparavant parler de la *présure* ou *ferment lab*, qu'il ne faut pas confondre avec la *pepsine*. Dans ces dernières années l'attention a été attirée sur un autre ferment existant dans l'estomac des jeunes sujets, des nourrissons, ferment que les auteurs allemands désignent actuellement sous le nom de *lab*, et qui n'est autre que ce qu'on connaissait depuis longtemps sous le nom de *présure*. Le *lab*, étudié par Hammarsten, a pour propriété de coaguler le lait sans le concours des acides, dans un milieu neutre ou même alcalin, contrairement à la pepsine, qui ne coagule le lait que dans un milieu acide. On sépare le *lab* de la pepsine par l'action de l'acétate neutre de plomb qui ne précipite que la pepsine. Hammarsten a montré que le *lab* existe, en grande abondance, chez le veau et l'agneau; chez l'enfant à la mamelle il a été constaté soit dans le grand cul-de-sac, soit dans la région pylorique. La première modification que subit le lait en arrivant dans l'estomac du nourrisson est sa coagulation, qui consiste en une coagulation de la caséine par le *lab*; aussi, dans l'industrie des fromages, c'est en ajoutant au lait un morceau de *caillette de veau* (quatrième estomac du ruminant) qu'on obtient sa caséification¹.

¹ « Cette sécrétion de présure n'est pas exclusivement réservée à l'animal en lactation. Elle persiste tant que l'alimentation reste lactée, même en partie. J'ai préparé une présure très active avec la caillette d'un veau de quatre mois,

Le *lab* joue sans doute ensuite un rôle important dans la digestion stomacale du lait; mais on tend à admettre en général aujourd'hui que, chez le nourrisson très jeune, la digestion stomacale est incomplète et éclipée, en quelque sorte, au point de vue de son importance, par la digestion intestinale. Chez lui, l'estomac, avec ses glandes et sécrétions encore rudimentaires, jouerait le rôle d'un simple réservoir où le lait subit une préparation préalable destinée à le rendre apte à subir les transformations ultérieures dans la portion suivante du tube digestif.

Acide du suc gastrique. — Aucune question de physiologie n'a subi des fluctuations aussi irrégulières que celle de la nature de l'acide du suc gastrique. Dans les digestions artificielles, faites *in vitro*, avec une solution de pepsine, on peut aciduler cette solution avec n'importe quel acide, minéral ou organique, et obtenir un effet digestif. Il est donc impossible de résoudre ainsi, *a priori*, la question de l'acide qui aide normalement à la digestion, puisque tous les acides sont capables d'y contribuer; pour savoir quel est l'acide normal du suc gastrique, il faut procéder directement à l'analyse de ce liquide. Ces analyses ont longtemps donné les résultats les plus contradictoires, et il faudrait presque un volume pour résumer l'histoire de la question; aussi Germain Sée pouvait-il, en 1881, écrire sur ce sujet la phrase humoristique suivante: « quatorze auteurs sont pour l'acide chlorhydrique, douze pour l'acide lactique, deux votent encore pour le biphosphate de chaux. » En effet Prout, Schmidt, Mulder, Brinton, Rouget, Ritter, etc., s'étaient prononcés pour l'acide chlorhydrique; Cl. Bernard, Barreswill, etc., pour l'acide lactique; Blondlot et quelques autres pour l'acide phosphorique (phosphate acide de chaux).

Pour donner une idée de la complexité de la question nous examinerons rapidement quelques-unes de ces opinions et des arguments anciennement émis pour ou contre elles.

Le phosphate acide de chaux, de Blondlot, paraît exister réellement dans le suc gastrique, mais dans le suc gastrique de chiens préalablement nourris avec des os, et ce n'est plus alors qu'un résidu des digestions précédentes.

L'acide lactique existe incontestablement dans le contenu de l'estomac au cours de la digestion, ainsi que l'ont démontré, dès

tôtant encore, mais très peu et à de longs intervalles, et nourri surtout d'herbe fraîche. La présure persiste dans l'estomac huit ou dix mois après la naissance, tant que l'alimentation reste en partie lactée; mais elle cède de plus en plus la place à la pepsine qui bientôt existe seule chez l'animal adulte. La caillette du mouton de boucherie ne renferme plus de présure. » E. Duclaux. *Le Lait*, Paris, 1887.

1874 (*Biologie*, 11 juillet), Laborde et Dusart, qui les premiers ont appliqué à l'étude du suc gastrique les réactions colorées des dérivés de l'aniline, réactions d'un emploi si général aujourd'hui. Laborde a constaté que les changements de coloration subis par le sulfate d'aniline en présence du bioxyde de plomb sont les mêmes avec le suc gastrique qu'avec une dilution d'acide lactique ou sarco-lactique, et il était arrivé à cette conclusion que non seulement l'acide sarco-lactique existe dans l'estomac, mais qu'il en est le seul acide normal, à l'exclusion de l'acide chlorhydrique. Cependant on pouvait se demander si l'acide lactique était réellement sécrété par l'estomac ou s'il se formait aux dépens des aliments.

Pour l'acide chlorhydrique, les meilleures raisons invoquées en faveur de sa présence, étaient les suivantes : l'analyse élémentaire du suc gastrique y montre plus de chlore qu'il n'en faut pour saturer la soude présente; il doit donc y avoir du chlore à l'état d'acide chlorhydrique; cet acide résulte de la décomposition du chlorure de sodium apporté par le sang aux glandes; tandis que le chlore (acide chlorhydrique) est versé dans le suc gastrique, la soude du chlorure de sodium reste dans le sang, d'où l'augmentation d'alcalinité du sang, alcalinité qui est telle que l'acidité des urines diminue, ou que même les urines deviennent alcalines pendant une active digestion (Brinton, Bence-Jones). Mais pour beaucoup d'auteurs cet acide chlorhydrique n'était pas libre dans le suc gastrique, mais à l'état de combinaison avec les substances organiques, avec la pepsine pour Schiff (acide chlorhydro-peptique).

La monographie de Ch. Richet sur le suc gastrique (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1878) vint mettre un certain accord entre ces diverses opinions, en montrant que chacune contenait une partie de la vérité. Ch. Richet s'est servi, pour la détermination quantitative des acides du suc gastrique, d'une méthode d'analyse dont le principe est dû à Berthelot, à savoir que quand on agite une solution aqueuse d'un acide avec l'éther, l'éther et l'eau se partagent l'acide suivant un rapport constant, qui s'appelle le *coefficient de partage*, et dont la valeur numérique caractérise chaque acide; de plus, s'il y a deux acides dissous, on peut appeler *rapport de partage* le rapport qui s'établit entre l'acidité de l'eau et l'acidité de l'éther; ce rapport permet d'évaluer les proportions des acides minéraux (caractérisés par un coefficient de partage très élevé) et des acides organiques (caractérisés par un coefficient de partage très faible). Nous ne saurions entrer ici dans les détails des recherches chimiques dont nous venons d'indiquer le principe; quant aux résultats qu'elles ont donnés, voici comment nous pouvons les résumer : Le suc gastrique pur ne contient que

des acides minéraux; mais, abandonné à lui-même, il fermente, et la proportion des acides organiques analogues à l'acide lactique augmente. Les aliments mélangés au suc gastrique peuvent, par la digestion artificielle, en dehors de toute sécrétion stomacale, augmenter de 20, de 50 et même de 70 pour 100 l'acidité des liquides contenus dans l'estomac; dans ce cas, le suc gastrique contient toujours des acides organiques analogues à l'acide lactique, mais l'acide minéral reste prédominant tant qu'il n'y a pas putréfaction. Pour déterminer la nature de l'acide organique du suc gastrique, Ch. Richet a traité par l'eau de chaux les liqueurs éthérées employées précédemment, et a ainsi obtenu un sel de chaux qui n'est pas du lactate de chaux ordinaire, mais du sarco-lactate. L'acide organique du suc gastrique serait donc, au moins dans sa portion principale, de l'acide sarcolactique.

État actuel de la question. — On voit, par l'historique précédent, que les divergences d'opinion s'étaient circonscrites entre l'acide lactique et l'acide chlorhydrique; aujourd'hui, c'est l'acide chlorhydrique qui a définitivement triomphé (acide chlorhydrique libre et combiné); mais cependant il est démontré que le contenu stomacal contient aussi, quoique comme élément bien moins important, des acides organiques libres et combinés. Nous allons examiner successivement : 1° les principaux procédés d'étude; 2° la question de l'acide chlorhydrique; 3° la question des acides organiques.

1° Les *procédés d'étude* actuellement en faveur sont d'origine médicale, clinique; nous voulons dire qu'ils ont eu pour point de départ les recherches sur le diagnostic des diverses espèces de dyspepsies, pour lesquelles les médecins n'ont plus voulu se contenter d'enregistrer les sensations éprouvées par le malade et d'explorer extérieurement l'estomac; on a cherché à examiner le contenu de celui-ci au cours de la digestion. C'est donc sur l'homme, sur le suc gastrique extrait au cours d'une digestion, ou, pour mieux dire, sur le contenu de l'estomac en plein travail que portent les expériences. En effet, se préoccupant des variations de composition du suc gastrique dans divers états pathologiques de l'estomac, les cliniciens ont eu l'idée d'extraire ce suc, au moyen de la sonde œsophagienne ou du siphon stomacal, au cours même de la digestion¹. A cet effet, on fait faire au sujet en observation un

¹ Lorsque la sonde œsophagienne (sonde de Debove) a dépassé le cardia, on commande au sujet de tousser, et alors des jets de liquide gastrique sont projetés par la sonde; souvent, si la quantité de liquide contenue dans l'estomac est considérable, la sonde-siphon se trouve ainsi amorcée et l'estomac se vide