

gien; le second ou *bruit d'expression*, est dû au passage du bol à travers le cardia dilaté. Enfin MELTZER indique qu'à chaque mouvement de déglutition il y a accélération, puis ralentissement passagers du rythme cardiaque et chute de la pression sanguine; qu'une série de déglutitions fait cesser l'érection de la verge et calme les douleurs de la parturition. Cela prouve que les centres nerveux qui commandent la déglutition peuvent influencer d'autres centres nerveux plus ou moins éloignés.

4° Innervation. — La déglutition est un acte réflexe; le point de départ en est dans l'excitation des terminaisons des nerfs sensibles de la langue, du voile du palais, du pharynx (trijumeau, glosso-pharyngien, pneumogastrique). On ne peut déglutir à vide, et si les déglutitions sont souvent répétées dans l'intervalle des repas, c'est que la salive est incessamment avalée. Le rôle le plus important dans la production du réflexe paraît revenir aux rameaux palatins du maxillaire supérieur. L'excitation mécanique du voile du palais et de la muqueuse des amygdales provoque la déglutition. La cocainisation de ces parties abolit le réflexe. Le centre de réflexion se trouve dans le bulbe, et les nerfs centrifuges sont multiples en raison du nombre des parties qui interviennent dans l'acte de la déglutition: ce sont les nerfs moteurs de la langue, du voile du palais, du pharynx et de l'œsophage (hypoglosse, trijumeau, facial, glosso-pharyngien, pneumogastrique). Le système nerveux règle et excite dans leur ordre les mouvements de déglutition. La contraction œsophagienne est solidaire de la contraction pharyngienne; ainsi, CHAUVEAU a vu que si on pousse artificiellement un bol alimentaire par une boutonnière dans l'œsophage mis à nu, ce conduit reste inerte et le bol immobile, mais que ce dernier est entraîné par une contraction péristaltique dès qu'une déglutition pharyngienne spontanée ou provoquée vient à s'accomplir régulièrement. D'autre part, Mosso a montré que la ligature ou la section de l'œsophage n'intercepte pas le passage de l'onde péristaltique.

La section des deux vagues produit une stricture permanente

du cardia; les aliments ne peuvent plus passer dans l'estomac et demeurent dans l'œsophage.

§ 3. — DIGESTION STOMACALE

Les aliments s'accumulent dans l'estomac et y séjournent un certain temps. Ils y subissent des actions chimiques et mécaniques.

A) PHÉNOMÈNES CHIMIQUES

Ils s'opèrent sous l'influence d'un suc sécrété par les glandes en tubes de la muqueuse stomacale. Nous étudierons successivement les propriétés du suc gastrique, sa sécrétion et son action digestive.

1° Suc gastrique. — Pour se le procurer, SPALLANZANI faisait avaler à des animaux des éponges qu'il retirait ensuite pour en exprimer le suc. L'observation d'un cas de fistule stomacale chez l'homme par W. BEAUMONT donna à BLONDLOT l'idée de pratiquer des fistules gastriques artificielles chez les animaux. Par une incision de la ligne blanche on met à nu la face antérieure de l'estomac, et on la fait adhérer au péritoine de la paroi abdominale; puis, plus tard, dans un deuxième temps, on perce l'estomac et on y engage une canule en forme de bouton de chemise (fig. 18) dont une des plaques s'applique contre la muqueuse stomacale et l'autre à la surface de la peau de l'abdomen. CL. BERNARD pratiqua la fistule en un seul temps en liant la paroi stomacale sur la canule par un fil circulaire. Pour avoir un suc gastrique pur, dépourvu de salive et de débris alimentaires, il faut associer à la fistule gastrique une fistule œsophagienne. On peut aussi, comme le fait FRÉMONT, isoler complètement l'estomac pourvu de sa fistule en suturant le cardia au pyllore, ou bien encore inciser une portion de l'estomac et en faire, à l'aide de sutures appropriées, une poche accessoire

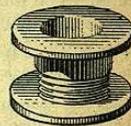


Fig. 18.
Canule à fistule
gastrique.

indépendante s'abouchant à l'extérieur (fig. 19). HEIDENHAIN a isolé de cette manière des régions déterminées de cet organe comme le pylore (*cul-de-sac pylorique*), le grand cul-de-sac (*cul-de-sac fundique*), et récemment PAWLOW a perfectionné cette méthode en conservant à la

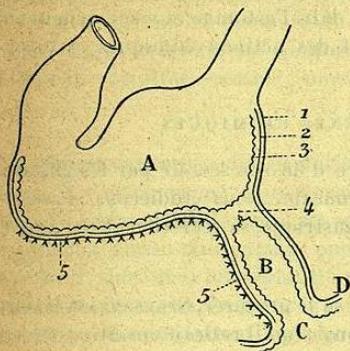


Fig. 19.

Isolément d'une portion du grand cul-de-sac de l'estomac.

A, estomac. — B, petit estomac accessoire isolé et abouché à l'extérieur en C. — D, paroi abdominale. — 1, séreuse. — 2, musculuse. — 3, muqueuse. — 4, diaphragme produit par accolement des muqueuses et séparant le grand estomac du petit (d'après PAWLOW).

A. SUC GASTRIQUE TOTAL. — C'est un liquide incolore, fluide ou un peu filant, selon sa richesse en mucus stomacal (densité 1,001 à 1,01) ayant l'odeur des matières vomies, une saveur aigrelette. Très acide, ce suc rougit fortement le papier de tournesol : il est imputrescible et antiseptique. Il contient en chiffres ronds 10 p. 1000 de matériaux solides, soit 4 de matières organiques et 6 de matières minérales. Parmi les matières organiques sont deux ferments : la *pepsine* et la *présure* (3 p. 1 000). Les matières minérales renferment un acide, l'acide chlorhydrique (1 à 2 p. 1 000), et des sels (2 p. 1 000) qui sont pour la plus grande part des chlorures (Na, K, Ca) et un peu de phosphates (Ca, Mg, Fe).

partie excisée ses connexions nerveuses. Il est facile de se procurer du suc gastrique chez l'homme dans les cas de *gastrostomie* (fistule faite dans un but chirurgical), et, à l'état normal, au moyen d'une sonde introduite par l'œsophage. Enfin on peut, comme l'a indiqué EBERLÉ, préparer un suc gastrique artificiel en faisant macérer la muqueuse stomacale dans de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique. On doit, comme pour la salive, au point de vue de ses caractères, distinguer le suc gastrique total et les sucs partiels.

a. Acide. — Il est prouvé aujourd'hui que l'acide du suc gastrique est l'acide chlorhydrique (pour cette démonstration, consulter les traités de chimie biologique). Une partie de cet acide est libre, en simple solution ; aussi le suc gastrique donne-t-il certaines réactions propres aux solutions aqueuses d'acides minéraux, notamment celle-ci : quelques gouttes évaporées avec le réactif de Günzburg (mélange de phloroglucine 2, vaniline 1, et alcool 30) développent une magnifique coloration rouge. Toutefois pour la plus grande part l'acide chlorhydrique est à l'état de combinaison, soit avec la pepsine pour former un acide *chlorhydropeptique*, soit avec d'autres matières organiques, et dans leurs analyses du suc gastrique les médecins doivent tenir compte, d'après HAYEM et WINTER, du chlore fixe lié aux bases minérales, du chlore combiné aux matières organiques et de l'acide chlorhydrique libre. Il se forme, du reste, pendant la digestion stomacale d'autres acides par fermentation des aliments : des acides gras volatils, mais surtout de l'acide lactique que l'on décèle facilement par la réaction d'UFFELMANN (coloration jaune serin avec perchlorure de fer). Ces acides contribuent par leur présence à augmenter l'acidité du suc gastrique. La sécrétion de HCl s'accroît aussi pendant la digestion ; la courbe de l'élimination du chlore atteint son summum environ dans le cours de la deuxième heure après un repas peu abondant. Cependant, d'après PAWLOW, la sécrétion de l'acide resterait fixe pendant tout le cours d'une digestion, et les variations d'acidité du suc gastrique ne seraient qu'apparentes et dues à une neutralisation partielle par l'alcalinité du mucus stomacal. C'est pour ce motif que l'acidité varie dans le même sens que la quantité du suc sécrété. Sur le gastrotomisé Marcelin, CH. RICHERT a estimé l'acidité moyenne du suc gastrique à 1^{er},7 p. 1 000. Le suc gastrique de certains animaux est beaucoup plus acide ; celui des poissons renferme jusqu'à 15 p. 1 000 de HCl.

b. Pepsine. — Découverte par SCHWANN, la pepsine est comme la ptyaline, un ferment soluble ; elle agit sur les matières albuminoïdes. On peut l'extraire des infusions de muqueuse stomacale par différents procédés, par exemple en la précipitant par

l'alcool de l'extrait glycérimé de la muqueuse (procédé de VOX WITTICH). Dans tous les cas, la poudre jaunâtre que l'on obtient est un mélange d'un grand nombre de substances, et la pepsine n'en constitue qu'une minime partie. Aussi l'activité des pepsines du commerce est-elle très variable. Un gramme de pepsine devrait dissoudre au minimum 20 grammes de fibrine; mais il en est de bien plus actives: la pepsine d'Engel pourrait digérer 580 fois son poids de fibrine. Une température voisine de celle du corps (37°) favorise son action; vers 40° elle devient moins active; à 80° elle perd ses propriétés. Celle des animaux à sang froid est active à de basses températures.

c. *Présure ou lab.* — La propriété que possède le suc gastrique de coaguler le lait n'est pas due seulement à son acidité, car elle n'est pas abolie par la neutralisation de l'acide; la caséification est opérée par le ferment appelé *chymosine* par PAYEN, et que l'on nomme encore *présure* ou *ferment lab.* Ce ferment se trouve en plus grande quantité dans la muqueuse stomacale des jeunes animaux et dans la caillette des ruminants que l'on utilise dans les fromageries.

B. *SUC GASTRIQUE PARTIEL.* — Le suc gastrique proprement dit, dont nous venons de donner les caractères, est sécrété par les glandes de la grande courbure et du grand cul-de-sac de l'estomac; mais dans la région pylorique, les glandes sécrètent un suc différent. Le *suc pylorique* se distingue du vrai suc gastrique par sa réaction: il est *alcalin*, du reste riche en pepsine et en lab. De plus, le revêtement épithélial de la muqueuse de l'estomac contient des cellules à mucus qui sécrètent le *mucus stomacal*, liquide alcalin, filant, riche en mucine, s'accumulant surtout dans l'état de jeûne.

2° *Sécrétion du suc gastrique.* — Lorsque les aliments arrivent dans l'estomac, le sang afflue dans les capillaires de la muqueuse qui devient rouge, turgide, criblée de petits trous (orifices des glandes); du sang rouge remplit les veines, et le suc gastrique est sécrété abondamment.

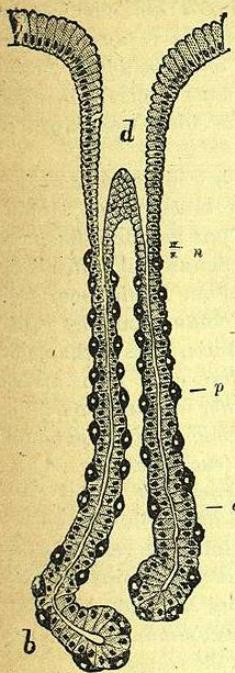
a. *Influence du système nerveux.* — Cette sécrétion se fait par

action réflexe: le contact de la muqueuse avec une substance alimentaire fait sourdre le suc gastrique au point irrité. Les sensations ainsi produites, bien qu'elles ne soient pas conscientes, sont reçues par les centres nerveux qui envoient en retour l'innervation centrifuge aux vaisseaux et aux glandes. C'est le nerf pneumogastrique qui est le nerf sensible de l'estomac (voy. fig. 177, p. 591); c'est aussi dans ce nerf, ainsi que dans le sympathique, que se trouvent les filets vasculaires et sécrétoires.

Mais il n'est pas nécessaire pour que le réflexe se produise, que les aliments arrivent au contact de la muqueuse stomacale. L'excitation psychique exerce déjà une grande influence: ainsi, dans les expériences de BIDDER et SCHMIDT, il suffisait de montrer des aliments à un chien porteur d'une fistule, pour voir couler le suc gastrique. Lorsque de plus, comme dans les expériences de PAWLOW, les aliments sont déglutis, mais s'échappent par une fistule œsophagienne de manière qu'il n'en arrive aucune parcelle dans l'estomac (*repas fictif*), la sécrétion du suc s'établit au bout de cinq à six minutes et se prolonge pendant une à deux heures. Le suc ainsi sécrété (*suc psychique* ou *suc d'appétit*) est doué d'un pouvoir peptique énergique. Enfin, chez les animaux dont on a isolé le grand cul-de-sac de l'estomac, tout en maintenant par des sutures la continuité du reste de l'organe, on constate que le petit estomac accessoire ainsi formé, se met à sécréter activement, lorsque les aliments arrivent dans la poche principale, si comme l'a recommandé PAWLOW, les connexions nerveuses du cul-de-sac ont été respectées.

Les excitations mécaniques de la muqueuse stomacale par des corps inertes sont impuissantes à provoquer la sécrétion; l'excitant doit posséder certaines qualités d'ordre chimique; ainsi les peptones, sucs et extraits de viande introduits par une fistule excitent la sécrétion: la créatine, les cendres de la viande par contre sont sans action (PAWLOW). Si l'on introduit directement par une fistule un morceau de viande dans l'estomac d'un chien, sans attirer l'attention de l'animal pour éviter l'action psychique, la sécrétion apparaît au bout de vingt-cinq à trente minutes, et dure huit à dix heures (*sécrétion chimique*). Par contre l'intro-

duction de pain, d'amidon, de graisse; d'albumine d'œuf ne provoque aucune sécrétion, et ces substances ne sont pas digérées; pour qu'elles le soient, une première attaque par le suc psychique



est nécessaire; ce suc apparaît ainsi comme un *suc d'amorce* pour l'établissement de la sécrétion chimique. On comprend d'après cela qu'il existe une *excitabilité spécifique* très accusée des terminaisons nerveuses sensibles de la muqueuse.

b. Rôle de l'épithélium glandulaire. —

Les glandes à suc gastrique possèdent dans leurs culs-de-sac deux sortes de cellules qui sont, dans la nomenclature de HEIDENHAIN : 1° les *cellules principales*, petites, pâles, transparentes, qui limitent de toutes parts la lumière de la glande; 2° les *cellules de revêtement*, granuleuses, foncées, situées en dehors des précédentes à la surface du tube, auquel elles donnent un aspect bosselé (fig. 20). Les glandes qui sécrètent le suc pylorique ne contiennent que la première espèce de cellules. Il est probable que les cellules principales fabriquent le ferment, et les cellules de revêtement l'acide. Mais, à ce sujet, un point important est à remarquer : la pepsine n'est pas formée immédiatement par les cellules glandulaires. C'est ce qui est démontré par cette expérience; si l'on extrait par l'eau toute la pepsine de la muqueuse stomacale jusqu'à épuisement, on peut en obtenir de

Fig. 20.
Glandes à pepsine
(d'après KLEIN).
b, cul-de-sac. — d, conduit excréteur. — n, collet. — c, cellules principales. — p, cellules de revêtement.

nouvelles quantités en traitant cette muqueuse par l'acide chlorhydrique ou le chlorure de sodium. Il existe donc dans les cellules glandulaires une substance apte à engendrer la pepsine :

c'est la substance *pepsinogène* ou *propepsine* de SCHIFF qui s'accumule dans les glandes dans l'intervalle des repas, pour former la pepsine au moment de la sécrétion. Dans le procédé de fabrication du suc gastrique artificiel d'EBERLÉ, le traitement de la muqueuse par l'eau aiguisée de HCl, transforme donc toute la propepsine en pepsine active.

Quant à l'acide, on a cru qu'il ne se formait qu'à l'embouchure des glandes, parce que dans une élégante expérience de CL. BERNARD, après une injection intraveineuse de ferro-cyanure de potassium et de lactate de fer, la coloration bleu de Prusse (qui ne se fait qu'en milieu acide) se développe seulement à la surface de la muqueuse. Mais le résultat est différent lorsqu'on injecte de l'alizarinate de soude : cette substance, rouge pourpre en milieu neutre, donne un précipité jaune doré en solution acide; or ce précipité apparaît dans toute l'épaisseur de la muqueuse.

Quoi qu'il en soit, l'acide chlorhydrique provient évidemment de la décomposition des chlorures, principalement du chlorure de sodium, par l'activité spécifique des cellules glandulaires. Cl est dirigé du côté de la cavité stomacale et Na du côté du sang. Aussi l'alcalinité du sang augmente-t-elle pendant la digestion gastrique.

D'après SCHIFF, certaines substances, telles que dextrine, bouillon d'os et de viande, gélatine, peptones, lorsqu'elles sont absorbées ou injectées dans le torrent circulatoire, ont la propriété d'augmenter la sécrétion de pepsine par les glandes stomacales (*théorie des peptogènes*). Lorsque le sang est privé de ces matières dites peptogènes, le suc gastrique sécrété est bien acide, mais il est dépourvu de pepsine et par là impropre à la digestion; or, au fur et à mesure que les peptogènes sont absorbés par l'estomac, le suc gastrique sécrété devient de plus en plus riche en pepsine, et par conséquent de plus en plus actif. Ces substances seraient donc mieux nommées *pepsinogènes*; mais, d'après ce que nous avons dit plus haut de la propepsine, on serait amené à supposer avec HERZEN que le rôle des pepsinogènes serait de transformer la propepsine en pepsine.