

3° **Action du suc gastrique.** — Dans l'estomac les aliments albuminoïdes sont en partie digérés et transformés en *peptones*. Cette digestion doit être analysée *in vitro* et *in vivo*.

a. *Digestion in vitro.* — SPALLANZANI opéra le premier des digestions artificielles en vase clos avec du suc gastrique retiré de l'estomac des oiseaux par sa méthode. Pour réaliser une digestion artificielle, il faut observer plusieurs conditions : une certaine température est nécessaire (optimum 37-40°); la proportion de HCl la plus favorable est de 1 p. 1 000; on peut du reste remplacer cet acide par un autre, acide lactique par exemple; la quantité de pepsine à mettre en œuvre doit être, d'après KLUG, de 0, 1 à 5 p. 1 000, et l'on n'accroît pas le pouvoir digestif du mélange en ajoutant de la pepsine au delà de cette proportion. Il faut enfin, pour que la digestion continue longtemps, enlever les *peptones* par la dialyse au fur et à mesure qu'elles se forment, car par leur accumulation elles entravent et arrêtent la digestion. On peut alors obtenir la dissolution de masses énormes de fibrine, sans qu'il soit besoin d'ajouter la pepsine, et ce ferment apparaît inusable. Pour apprécier le pouvoir digestif d'un suc gastrique on note le temps qu'il faut pour qu'un flocon de fibrine soit dissout. Un autre procédé qui peut donner des indications suffisamment précises, est celui de METT. Dans un tube de verre, de 1 millimètre de section, on introduit de l'albumine d'œuf, puis on la fait coaguler par la chaleur, après quoi on coupe le tube et le cylindre d'albumine qu'il renferme en petits segments de 1 à 2 centimètres de long. Un de ces petits tubes est alors plongé dans le liquide à essayer mis à l'étuve : l'attaque de l'albumine se fait par les deux bouts, et l'on juge de l'activité du suc d'après la longueur du cylindre d'albumine qui a subi la dissolution dans un temps donné. Voyons quel est l'effet de la digestion gastrique sur les substances alimentaires et sur les aliments simples.

La viande (chair musculaire) présente une dissociation de ses fibres primitives par suite de la dissolution du tissu conjonctif qui les unit ; de plus, les fibres se rompent par place entre leurs stries transversales, et se divisent en disques ; puis elles deviennent gélatineuses et se dissolvent ainsi que le sarcolemme ; la

viande crue est plus rapidement dissoute que la viande cuite. Par la destruction des cellules adipeuses, la graisse est mise en liberté et forme une couche huileuse à la surface du liquide. Le sang est rapidement digéré, il devient noir comme du marc de café ; les globules rouges prennent une forme crénelée, puis sont détruits. Les os sont lentement dissous et exigent une grande quantité de suc gastrique, les sels de chaux neutralisant l'acide. Le lait est d'abord coagulé ; alors les grumeaux de caséine sont dissous et le beurre qu'ils retenaient est mis en liberté.

Le suc gastrique n'a d'action que sur une seule catégorie d'aliments : les albuminoïdes. La fibrine, l'albumine, la caséine, etc., sont dissoutes et transformées en d'autres substances albuminoïdes appelées *peptones*, qui ont des propriétés différentes de celles des albumines originelles. Avant de se dissoudre ces substances se gonflent ; puis, attaquées par le suc gastrique, elles se résolvent en une poussière ténue dont les grains se liquéfient ensuite (gonflement, porphyrisation et liquéfaction). On distingue plusieurs phases dans la peptonisation : il se produit d'abord de la *syntonine* ou *acidalbumine* qui précipite par neutralisation de sa solution ; puis des *albumoses* ou *protéoses* précipitables par le sulfate d'ammoniaque, et enfin des *peptones vraies* (*peptones de KÜHNE*.)

De plus, après la digestion gastrique d'une matière albuminoïde, même poussée aussi loin que possible, il reste toujours un résidu non dissous formé essentiellement de nucléines. En résumé, on distingue les différents produits de l'action digestive du suc gastrique sur les matières albuminoïdes de la façon suivante : après avoir fait bouillir le liquide pour coaguler l'albumine qui n'aurait pas été dissoute, on filtre ; puis on neutralise la liqueur, l'acidalbumine se précipite ; après nouvelle filtration, le liquide contient les protéoses et la peptone ; on ajoute du sulfate d'ammoniaque à saturation ; les protéoses sont ainsi précipitées, et il ne reste plus dans la liqueur que de la peptone vraie.

La peptone desséchée est une poudre jaunâtre, amère, soluble dans l'eau. Les *peptones* diffèrent des matières albuminoïdes

dont elles dérivent par leurs caractères physico-chimiques. Au point de vue *physique*, elles sont solubles dans l'eau et *dialysables*, ce qui constitue une condition favorable pour leur absorption. Au point de vue *chimique*, elles ne sont plus coagulables, ni par la chaleur, ni par la plupart des acides minéraux (acide nitrique) qui précipitent l'albumine : elles donnent d'ailleurs la réaction du *biuret*, ainsi que les autres réactions de coloration des albuminoïdes (voy. p. 16). Au point de vue *physiologique*, on a dit que les peptones se distinguent des albumines alimentaires en ce qu'elles sont assimilables. Cependant elles passent dans l'urine quand on les injecte dans le torrent circulatoire, et, en réalité, elles ne sont pas directement utilisées par les tissus ; on ne les rencontre point dans le sang en quantité appréciable, même pendant la digestion, et nous verrons plus loin (page 147) qu'elles sont transformées dans l'absorption intestinale. La peptonisation ne constitue donc qu'un stade de solubilisation des albuminoïdes.

Le mécanisme intime de l'action du suc gastrique est inconnu. On sait seulement que la pepsine n'est active que lorsqu'elle est liée à un acide. Le suc gastrique neutralisé perd tout pouvoir digestif, et si l'on fait agir en deux temps successifs, d'abord l'acide sur la substance alimentaire, puis, après neutralisation, la pepsine, la digestion ne se fait pas. On sait, d'autre part, que la pepsine a la propriété de se fixer sur la fibrine, et que sous cet état elle ne peut plus être extraite par l'eau ; mais cette fibrine ainsi pourvue de ferment est-elle mise dans HCl étendu, on la voit aussitôt se dissoudre et se peptoniser. Il est probable que l'acte chimique de la peptonisation consiste dans l'hydratation des substances albuminoïdes.

b. *Digestion dans l'estomac.* — Dans l'estomac les conditions de digestion les plus favorables se trouvent réunies : température optima, mélange intime des aliments avec le suc gastrique incessamment sécrété et renouvelé, disparition des produits digérés soit par évacuation dans l'intestin, soit par l'absorption sur place. Mais le séjour des aliments dans l'estomac n'est pas assez long (quatre à cinq heures) pour que la masse entière des albuminoïdes subisse la peptonisation. Au reste, la durée

de la digestion stomacale dépend jusqu'à un certain point du degré de la digestibilité des aliments ingérés. La fibrine du sang paraît être la substance qui est digérée le plus rapidement : au contraire, l'albumine d'œuf coagulée n'est dissoute que lentement, et certaines substances telles que la cellulose, les tissus élastique et corné, la nucléine des noyaux cellulaires résistent au suc gastrique.

Les glandes gastriques règlent d'ailleurs leur sécrétion sur le travail digestif à effectuer. Non seulement elles proportionnent la *quantité* du suc sécrété à la quantité des aliments ingérés,

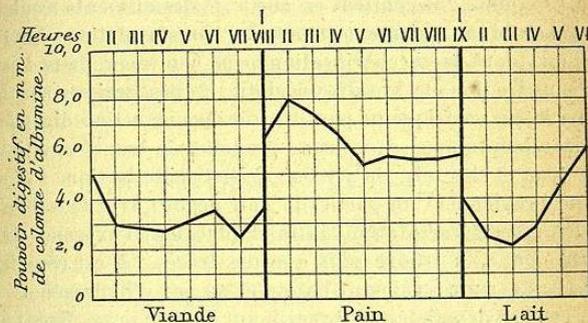


Fig. 21.

Courbes de l'activité peptique du suc gastrique (PAWLOW).

mais encore elles modifient la *quantité* et la *qualité* du suc suivant la nature de l'aliment. Ainsi le cul-de-sac fundique de PAWLOW, dont la sécrétion est l'image réduite de la sécrétion du grand estomac, fournit un suc qui varie suivant la nature du repas. Si l'on donne comparativement à l'animal de la viande, du pain ou du lait, on constate que la quantité de suc sécrétée est plus grande pour le repas de viande, moindre pour le pain et encore moindre pour le lait. En ce qui concerne le pouvoir digestif du suc, c'est le suc gastrique de pain qui est le plus riche en pepsine, puis vient celui de viande, et le moins actif est le suc de lait (fig. 21). Le suc gastrique de viande étant le plus abondant est aussi le plus acide. Quant à la durée de la sécré-

tion, elle est plus longue pour le repas de pain que pour celui de viande. Pour le degré de digestibilité de leurs albuminoïdes, ces aliments se classent ainsi : pain, viande, lait ; et c'est le pain qui provoque le travail digestif le plus intense. On voit donc par cette intéressante expérience de CHIGIN, élève de PAWLOW, que grâce à sa sensibilité spéciale et à un mécanisme réflexe très délicat, la muqueuse gastrique *adapte* sa sécrétion à l'aliment.

Les aliments, déglutis avec la salive, forment dans l'estomac une pâte qu'on nomme *chyme*. Ce chyme, acide, a une composition complexe ; il contient en effet : 1° des aliments féculents qui ont subi un commencement de transformation dans la bouche et dont la saccharification peut continuer dans l'estomac sous l'action de la salive déglutie ; 2° des graisses sur lesquelles le suc gastrique ne paraît avoir aucune action digestive ; 3° des albuminoïdes avec leurs produits de transformation ; 4° de l'eau et des sels, du glycose et de l'acide lactique ; 5° des gaz qui proviennent en partie de l'air dégluti avec la salive et en partie des fermentations intra-stomacales ; l'oxygène étant résorbé, on n'en trouve plus que des traces ; il est remplacé par CO². Les autres gaz sont l'azote et un peu d'hydrogène.

On peut se demander pourquoi le suc gastrique ne digère pas les parois stomacales elles-mêmes. Cette autodigestion se produit après la mort, mais pourquoi n'a-t-elle pas lieu pendant la vie ? Pourtant des tissus vivants, comme la patte d'une grenouille en vie, une oreille de lapin, introduits dans l'estomac par une fistule sont parfaitement digérés. SCHIFF a invoqué l'action protectrice du mucus stomacal. Mais il est probable que le véritable rôle protecteur revient à l'épithélium de la muqueuse. PAVY a réalisé des ulcérations stomacales en provoquant des embolies artérielles dans des territoires limités de la muqueuse ; l'autodigestion se produit alors dans les parties dont la circulation est abolie. Telle est peut-être la pathogénie de l'*ulcère rond*. Quant à l'immunité de l'épithélium vis-à-vis des ferments digestifs, qui se montre d'ailleurs aussi pour l'épithélium de la muqueuse intestinale, on tend aujourd'hui à l'attribuer à la production par le protoplasma cellulaire vivant de substances à

action antagoniste neutralisant l'action des ferments (*antiferments*). On remarquera d'autre part que les helminthes (*ascaris*, *tenias*), jouissent aussi de cette immunité ; or on peut précisément en extraire certains anticorps fermentaires.

c. *Importance de la digestion stomacale*. — CZERNY a montré que l'extirpation de l'estomac avec soudure du cardia au pylore peut être parfaitement supportée par le chien. L'animal ne dépérit pas ; il est seulement obligé d'avaler plus lentement ses aliments, ne pouvant plus les accumuler dans le réservoir stomacal. PACHON n'a même provoqué aucun trouble en faisant ingérer de la viande putréfiée à un chien ainsi opéré. Si importante que soit la digestion stomacale, elle ne semble donc pas être indispensable à l'entretien de la vie, et nous verrons que la digestion intestinale transforme d'une façon complète toutes les sortes d'aliments.

B) PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES

Les parois stomacales présentent des mouvements qui ont pour effet de brasser la masse alimentaire afin d'en mettre toutes les parties en contact avec le suc gastrique. La tunique musculaire de l'estomac comprend trois plans de fibres qui sont de dehors en dedans : les fibres longitudinales, les fibres circulaires et les fibres obliques. Les contractions de l'estomac sont lentes et ne développent que peu de force, sauf chez les oiseaux granivores dont le *gésier* peut aplatir des tubes épais de fer-blanc qui ne sont écrasés que par des poids de 40 kilogrammes.

1° *Mouvements de l'estomac*. — Ils sont de deux sortes : des mouvements de frottement circulaires qui font glisser les parois stomacales en sens inverse l'une de l'autre à la surface des ingesta, et des mouvements péristaltiques poussant les matières du cardia vers le pylore. La masse alimentaire subit ainsi un mouvement de rotation, et sa surface progresse d'après BEAUMONT, en suivant la grande courbure du cardia vers le pylore et la petite courbure du pylore au cardia. Mais il doit y avoir

aussi pénétration des parties superficielles de la masse alimentaire dans la profondeur et réciproquement apport à la superficie des parties situées au centre de la masse. Le schéma ci-contre (fig. 22) indique le sens probable de ce mouvement. De

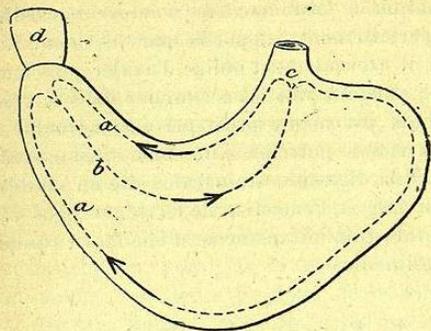


Fig. 22.

Schéma du mouvement imprimé aux aliments dans l'estomac (BEAUNIS).

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

plus, les aliments sont chassés dans le duodénum ; pour cela le sphincter pylorique, qui présente des contractions rythmiques, comme le cardia, doit se relâcher pour laisser la porte ouverte. Cette ouverture se produit par intervalles et permet le passage du chyme par portions successives dans le duodénum. Cependant RICHET a vu aussi chez MARCELIN l'estomac chasser son contenu en bloc dans le duodénum et ne mettre qu'un quart d'heure à se vider. Certains physiologistes ont admis encore pour expliquer le passage rapide des liquides dans le duodénum que l'estomac peut, par la contraction de ses fibres obliques, se diviser en deux compartiments superposés : l'un inférieur contenant la masse alimentaire, l'autre supérieur formant le long de la petite courbure un canal étendu du cardia au pylore et conduisant directement les boissons de l'œsophage dans le duodénum.

On pourrait, d'après SIEVERS et EWALD, apprécier en clinique le pouvoir de motricité de l'estomac en faisant ingérer du salol. Ce corps, ne se décomposant pas en milieu acide, resterait intact dans l'estomac ; dans l'intestin grêle il se dédouble en acide salicylique et acide phénique. Le moment de cette décomposition est indiqué par le passage de l'acide salicylique dans l'urine (coloration violette avec perchlorure de fer). Le temps qui s'écoule entre l'ingestion du salol et l'apparition de cette réaction dans l'urine, donne donc une indication sur la plus ou moins grande rapidité de la traversée stomacale ; cet intervalle est d'une demi-heure à l'état normal pour l'ingestion de 1 gramme de salol.

2° Innervation de l'estomac. — Les impressions parties de la muqueuse déterminent par action réflexe les contractions de l'estomac et les mouvements du pylore. Le nerf pneumogastrique, qui est le nerf sensible de l'estomac, comme il a été dit plus haut, contient aussi les fibres motrices. L'excitation du bout périphérique de ce nerf *renforce* les mouvements propres de l'estomac et fait resserrer le pylore. Le nerf splanchnique contient au contraire des fibres inhibitoires pour le pylore ; l'excitation de son bout périphérique fait relâcher le sphincter pylorique. Mais de plus l'estomac renferme, dans l'épaisseur de ses tuniques, des ganglions nerveux (plexus d'AUERBACH et de MEISSNER) ; qui sans doute peuvent jouer le rôle de centres réflexes, car, après la section de tous ses nerfs extrinsèques, l'estomac continue à se mouvoir. SCHIFF a vu qu'un bouchon attaché au bout d'un fil et introduit dans l'estomac par une fistule est bientôt engagé dans le duodénum, malgré la section préalable des pneumogastriques.

C) TROUBLES DE LA DIGESTION STOMACALE

Ces troubles peuvent porter sur le chimisme et la motricité stomacales.

1° Troubles portant sur le chimisme. — Les troubles du chimisme stomacal sont causés d'une façon générale par les alté-

rations de la sécrétion et, en particulier, soit par l'augmentation, soit par la diminution de l'acidité du suc gastrique (*hyperchlorhydrie* et *hypochlorhydrie*). Ils résultent aussi de l'ingestion de certaines substances qui gênent les fermentations, telles que alcool en grande quantité, boissons glacées, certains sels qui précipitent la pepsine, comme acétate de plomb, chlorure mercurique, etc.

2° Troubles moteurs. — Les troubles moteurs proviennent soit de l'atonie de la tunique musculaire, comme dans la dilatation de l'estomac, soit des contractions anormales de l'organe qui expulsent les aliments dans l'œsophage. Dans le *mérycisme* ou *rumination* les aliments sont ramenés dans la bouche sans efforts violents. Dans le *vomissement*, il y a brusque expulsion au dehors du contenu stomacal. Le vomissement est un acte réflexe dont le point de départ se trouve plus particulièrement dans l'excitation des terminaisons de certains nerfs, tels que pneumogastrique, trijumeau, glosso-pharyngien (irritation de l'estomac, titillation de la luette, de la base de la langue); il est produit par l'ingestion de certaines substances dites vomitives comme l'ipéca, le tartre stibié, etc. La contraction antipéristaltique de l'estomac ne joue qu'un rôle accessoire dans le mécanisme du vomissement; l'expulsion des matières provient surtout de la compression énergique de l'estomac par la contraction des muscles de l'ovoïde abdominal. MAGENDIE le prouva par une célèbre expérience qui consiste à provoquer le vomissement au moyen d'une injection intra-veineuse d'émétique, chez un chien dont on a préalablement remplacé l'estomac par une vessie de porc. Mais pour que cette expérience réussisse, il est nécessaire que le cardia soit enlevé; SCHIFF a démontré que la compression de l'estomac ne produit pas le vomissement si le cardia reste fermé. Au moment de l'expulsion du contenu stomacal, les orifices des fosses nasales et du larynx se ferment, comme pendant la déglutition.

§ 4. — DIGESTION DANS L'INTESTIN GRÊLE

C'est dans l'intestin grêle que se passent les phénomènes les plus importants de la digestion. Sous l'action des sucs sécrétés

dans la cavité intestinale, toutes les catégories d'aliments subissent des transformations digestives et, grâce aux mouvements péristaltiques de l'intestin, les matières progressent depuis le duodénum jusqu'au gros intestin. Il nous faut donc encore séparer pour l'étude les actions chimiques des actions mécaniques.

A) PHÉNOMÈNES CHIMIQUES

Les aliments albuminoïdes, les hydrates de carbone et les graisses sont complètement digérés dans l'intestin grêle, sous l'influence du suc pancréatique, de la bile et du suc entérique. Analysons l'action de ces différents sucs.

1° Suc pancréatique. — Ce suc sécrété par le pancréas est déversé par le canal excréteur de cette glande, ou canal de Wirsung, dans la deuxième portion du duodénum. Chez l'homme, le canal pancréatique s'ouvre au même point que le canal cholédoque, dans l'ampoule de VATER. Mais chez d'autres animaux, le chien par exemple, il s'ouvre un peu plus bas que le cholédoque. Chez le lapin, la distance qui sépare les deux orifices est très grande (25 à 30 centimètres). De plus, le pancréas présente chez la plupart des animaux, un second canal excréteur accessoire de très fin calibre dont l'embouchure dans l'intestin se trouve au-dessus de celle du canal principal. Pour recueillir le suc pancréatique, on pratique une fistule du canal de Wirsung. Cette opération, imaginée par REGNIER DE GRAAF et dont la technique a été fixée par CL. BERNARD, consiste à ouvrir le conduit pancréatique après l'avoir isolé du tissu glandulaire près de son insertion sur le duodénum, et à y introduire une canule que l'on fixe aux lèvres de la plaie abdominale. On adapte à l'autre extrémité de la canule une vessie dans laquelle le suc sécrété s'accumule graduellement (fig. 23). C'est là une *fistule temporaire*; au bout de quelques jours, la canule se détache et le canal se répare. Mais on peut réaliser aussi une *fistule permanente* par le procédé de PAWLOW: on détache le canal de Wirsung à son embouchure avec un fragment de duodénum attenant; on rétablit par une suture la continuité de l'intestin, et l'on fixe dans la plaie cutanée