

plets (le lait seul pourrait faire exception), comme l'indique le tableau ci-dessous emprunté à CH. RICHEL, qui donne en nombres ronds, schématiques, la composition pour cent de quelques aliments :

	Lait.	Oufs.	Viande.	Pain.
Eau . . . . .	87	71	77	40
Albuminoïdes . . . . .	4	16	20	8
Graisses . . . . .	4	12	2	1
Hydrates de carbone . . . . .	4	traces	traces	50
Sels . . . . .	1	1	1	1

On voit par là que le pain ne contient pas assez de graisses, que la viande et les œufs ne contiennent pas assez d'hydrates de carbone pour mériter le nom d'aliments complets. D'où la nécessité de certaines associations d'aliments pour que la nutrition se fasse dans de bonnes conditions : pain et viande, pain et œufs, etc. En comparant la valeur nutritive de quelques aliments, on pourrait exprimer leur *équivalence* par les chiffres schématiques suivants donnés par RICHEL : 7 œufs = 1 litre de lait = 250 grammes de viande.

Les *condiments* sont des substances qui stimulent les sécrétions digestives. D'autres substances sont dites aliments d'épargne ou *antidéperditeurs*, en raison du rôle qu'on leur suppose : tels sont l'alcool, le thé, le café. Les boissons fermentées sont d'un usage très répandu chez tous les peuples (vin, bière, cidre par fermentation du glucose ; koumys, képhir par fermentation du sucre de lait).

#### ARTICLE III

### PHÉNOMÈNES CHIMIQUES ET MÉCANIQUES DE LA DIGESTION

Nous savons aujourd'hui que les transformations des aliments dans le tube digestif proviennent des réactions chimiques qui s'y passent, et nous n'attribuons plus un rôle prépondérant aux actions mécaniques. RÉAUMUR et SPALLANZANI, en faisant digérer par l'estomac des aliments renfermés dans

des tubes métalliques percés de trous, de façon à éliminer l'action mécanique du viscère, ont donné la première démonstration expérimentale que la digestion est avant tout une opération chimique. Nous décrirons l'action des différentes parties du tube digestif sur les aliments, puis nous reprendrons dans une revue d'ensemble les résultats de la digestion.

#### § 1. — DIGESTION BUCCALE

Dans la bouche, les aliments sont broyés et insalivés pour former le bol alimentaire qui est porté dans l'estomac par la déglutition.

**1° Mastication.** — Par les mouvements des lèvres, de la langue et des joues, les aliments sont amenés sous les arcades dentaires et écrasés entre les dents. Cette action mécanique est indispensable pour la digestion de certaines substances dures ou difficilement attaquables par les sucs digestifs ; ainsi, lorsque RÉAUMUR faisait avaler à des moutons des graines, de l'herbe enfermées dans des tubes de laiton grillagés, ces aliments étaient rendus intacts ; et l'on sait que les herbivores rejettent avec leurs excréments beaucoup de substances non digérées. La mastication est donc plus importante pour les herbivores que pour les carnivores. Elle est exécutée par les mouvements de la mâchoire inférieure (élévation, abaissement et mouvements de diduction). L'action des muscles masticateurs est indiquée dans les traités d'anatomie. L'acte de la mastication est soumis à la volonté, mais il s'exécute aussi machinalement : c'est donc de plus un *acte réflexe*. Les impressions buccales transmises par les nerfs sensitifs jusqu'à un centre masticateur situé dans le bulbe, sont réfléchies sur les nerfs moteurs qui commandent les muscles de la mâchoire, en particulier sur la portion motrice du trijumeau ou nerf masticateur.

**2° Insalivation.** — Pendant l'acte de la mastication, les aliments sont imprégnés de salive. Étudions la salive, la sécrétion salivaire et le rôle de la salive

A. SALIVE. — La salive est sécrétée par les trois glandes salivaires principales, parotides, sous-maxillaires et sublinguales, et par toutes les petites glandes en grappes répandues dans la muqueuse buccale. Du mélange de toutes ces sécrétions résulte la salive mixte ou totale : mais, chaque produit de sécrétion ayant des caractères propres, il faut aussi distinguer les salives partielles.

a. *Salive mixte*. — Crachée dans un verre, la salive est un liquide incolore, un peu filant, de densité = 1 002 à 1 006, se partageant par le repos en trois couches, une supérieure spumeuse par mélange avec l'air, une moyenne aqueuse, une inférieure contenant des particules solides qui sont des cellules épithéliales de la muqueuse buccale, des cellules arrondies à protoplasma nucléé (corpuscules salivaires), des organismes parasites (microcoques, bactéries, nombreux filaments de *leptothrix buccalis*). Alcaline à l'état normal, la salive peut devenir acide accidentellement par suite de fermentations s'opérant dans la bouche ou du développement de certains parasites comme le *muguet* (*oidium albicans*). On peut estimer approximativement chez l'homme la quantité de salive à 300-4 500 grammes en vingt-quatre heures ; elle peut être plus considérable dans certains cas pathologiques (ptyalisme). Très riche en eau, la salive ne contient que 5 p. 1 000 de parties solides dont environ 1,5 de matières minérales et 3,5 de matières organiques. Les matières minérales sont des sels : chlorures alcalins, phosphate de chaux, des traces de sulfocyanure de potassium (coloration rouge par perchlorure de fer). Les matières organiques sont la mucine, l'albumine et surtout un ferment diastatique, ou *ptyaline*, que l'on peut isoler de la salive en l'entraînant mécaniquement dans un précipité de phosphate de chaux (procédé de СОННЕМ). Enfin la salive contient des gaz ( $\text{CO}^2$ , O, Az) et peut renfermer anormalement des substances étrangères, telles qu'iode, chlorates, sels mercuriels qui, introduits dans l'organisme, sont éliminés en partie par les glandes salivaires.

b. *Salives partielles*. — Les glandes parotide, sous-maxillaire et sublinguale sont des glandes en grappe, mais elles présentent

des différences tranchées dans la composition de leurs acini. La parotide ne possède que des cellules à protoplasma granuleux ; les deux autres glandes ont dans leurs acini deux sortes de cellules : les grosses cellules à mucus remplissant la cavité de l'acinus et les petites cellules granuleuses formant des groupes semi-lunaires à la périphérie (croissants de GIANUZZI). Aussi, les

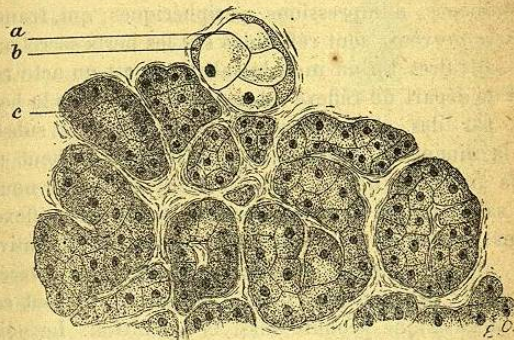


Fig. 14.

Coupe d'une glande muqueuse (sous-maxillaire d'après FREY).

a. acinus au repos contenant les grosses cellules muqueuses et en b, les croissants de GIANUZZI ; dans le reste de la figure, en c par exemple, les acini sont figurés à un stade plus ou moins avancé de la sécrétion.

produits de sécrétion de ces glandes offrent-ils des différences très accusées, comme l'a montré CL. BERNARD : 1° la *salive parotidienne*, obtenue par une fistule du canal de Sténon ou par le cathétérisme de ce canal chez l'homme est fluide, et claire comme de l'eau, car elle ne renferme pas de mucine. Elle se trouble à l'air, dégage  $\text{CO}^2$  et abandonne des cristaux de carbonate de chaux qui forment une pellicule à sa surface ou tombent au fond du vase. Elle fait effervescence avec les acides ; 2° la *salive sous-maxillaire* s'écoule par une fistule du canal de Warthon en longs filaments visqueux et limpides ; sa viscosité provient de sa richesse en mucine ; 3° la *salive sublinguale* est encore plus épaisse et plus filante ; c'est la plus riche de toutes

en principes solides et la plus alcaline. Ces trois salives contiennent de la ptyaline chez l'homme ; 4<sup>o</sup> le *mucus buccal*, recueilli après ligature de tous les conduits salivaires, se rapproche par ses caractères de la salive sublinguale.

**B. SÉCRÉTION SALIVAIRE.** — Le mécanisme de cette sécrétion sera analysé au chapitre des *Sécrétions*. La salive est sécrétée sous l'influence d'impressions périphériques qui, transmises aux centres nerveux, sont réfléchies sur les nerfs sécréteurs des glandes salivaires. En un mot, la salivation est un acte réflexe. Le point de départ du réflexe est généralement dans la bouche ; excitons par des acides, des alcalis ou d'autres substances sapides la muqueuse buccale, ou bien irritons le bout central des nerfs gustatifs (lingual, glosso-pharyngien), et nous verrons la salive affluer dans la bouche. L'origine du réflexe peut être dans l'estomac au contact des aliments ; la salive est sécrétée abondamment pendant la nausée qui précède le vomissement ; expérimentalement l'excitation du bout central du pneumogastrique produit aussi la salivation. Le point de départ du réflexe peut être cérébral, comme lorsque la vue, l'odeur ou même la simple idée d'un mets savoureux « fait venir l'eau à la bouche ». La salivation peut être provoquée aussi par l'impression psychique du dégoût. Par contre, d'autres impressions arrêtent la salivation par un phénomène d'*inhibition* : par exemple une forte émotion dessèche la bouche. Un centre nerveux situé dans la moelle allongée reçoit ces impressions et envoie aux glandes l'innervation sécrétoire par des nerfs centrifuges. Quels sont ces nerfs ?

**a. Innervation de la sous-maxillaire.** — Les nerfs de cette glande viennent du tympanico-lingual et du sympathique par l'intermédiaire du ganglion sous-maxillaire (voy. fig. 175, p. 587). Les célèbres expériences de LUDWIG montrèrent que la section du nerf tympanico-lingual fait cesser la sécrétion, tandis que l'excitation du bout périphérique de ce nerf produit un écoulement abondant d'une salive limpide et filante. CL. BERNARD découvrit que cette action appartient à la corde du tympan, branche du facial qui vient se jeter dans le lingual et,

de plus, il vit que l'excitation du bout périphérique de la corde produit un afflux de sang dans les capillaires de la glande dont les veines laissent alors échapper un sang rouge, animé de pulsations.

La corde du tympan est donc le *nerf sécréteur* de la glande sous-maxillaire ; de plus, c'est un *vaso-dilatateur*. CZERMAK trouva plus tard que l'excitation du sympathique arrête la sécrétion ; mais en réalité l'excitation de ce dernier nerf produit une sécrétion de très courte durée, en même temps que la constriction des vaisseaux de la glande. La *salive sympathique* ainsi obtenue est blanchâtre, plus visqueuse et plus riche en principes morphologiques que la *salive de la corde*. La glande sublinguale a la même innervation que la sous-maxillaire.

**b. Innervation de la parotide.**

— Les nerfs sécréteurs de cette glande sont contenus dans les filets parotidiens du nerf auriculo-temporal ; ils viennent du facial et du glosso-pharyngien par des anastomoses de ces nerfs avec le trijumeau (racines du ganglion otique, voy. fig. 175, p. 587).

**c. Rôle de l'épithélium glandulaire.** — La sécrétion salivaire s'accompagne de modifications dans la structure des acini. Les grosses cellules muqueuses de la glande sous-maxillaire se vident de leur contenu ; elles deviennent granuleuses et perdent l'aspect réfringent qu'elles devaient au mucus (fig. 14). Les cellules de la glande parotide deviennent petites et transparentes (fig. 16) ; leurs granulations sont éliminées peu à peu dans la cavité de l'acinus.

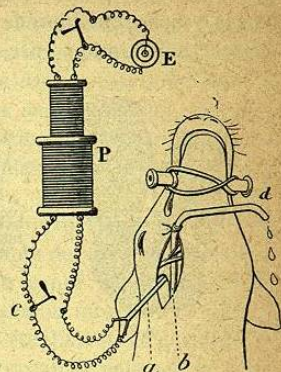


Fig. 15.

Schéma de l'expérience de la sécrétion de la glande sous-maxillaire par excitation de la corde du tympan (L. FRÉDÉRICQ).

E, pile. — P, bobine du chariot de Dubois-Reymond. — c, levier clef. — a, électrodes appliquées sur la corde. — b, canal de Warthon dans lequel est fixée la canule d, par laquelle s'échappe la salive.

C. RÔLE DE LA SALIVE. — La salive a un rôle physique : elle imbibe et ramollit les aliments secs, dissout certains d'entre eux, dilue les liquides caustiques accidentellement introduits dans la bouche ; elle lubrifie le bol alimentaire. Mais elle a aussi une fonction chimique, par son ferment soluble, la *ptyaline* : elle

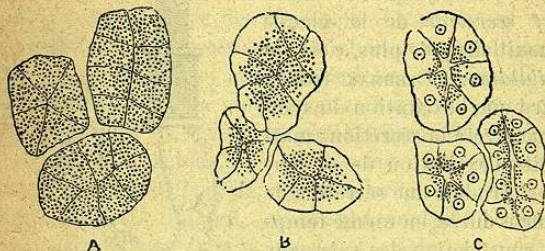


Fig. 16.

Alvéoles d'une glande séreuse (parotide) (d'après LANGLEY).

A. au repos, protoplasma granuleux, abondant. — B, premier état de sécrétion, les granulations ont été en partie éliminées. — C, stade plus avancé de la sécrétion.

transforme l'amidon en dextrine, puis en maltose, sucre réducteur et dextrogyre. Il suffit, pour le démontrer, de mâcher de l'empois d'amidon : l'empois est fluidifié et transformé en sucre (précipité rouge d'oxydure de cuivre en chauffant avec liqueur de Fehling). Pour que cette action chimique ait lieu, il faut : 1° que l'amidon soit cuit ; l'amidon cru n'est saccharifié que très lentement parce que le ferment ne peut agir sur le grain d'amidon qu'en traversant son enveloppe de cellulose ; 2° il faut une certaine température : optimum 37 à 40° C. ; 3° enfin il est nécessaire que le milieu ne soit ni trop acide, ni trop alcalin. La salive joue aussi un rôle de défense chez certains animaux en raison de sa toxicité. Les salives partielles ne remplissent pas identiquement le même but. On peut dire avec CL. BERNARD : 1° que la salive parotidienne est la salive de la mastication et qu'elle sert à imprégner d'eau les aliments ; nous voyons, en effet, que les animaux qui mangent des aliments secs sont pourvus de grosses parotides ; de plus, la mastication influe beaucoup sur la sécré-

tion parotidienne ; une fistule du canal de Sténon sur un cheval donne un jet de salive à chaque mouvement de mastication, et COLIN observe que lorsque l'animal mâche alternativement d'un côté et de l'autre, c'est la parotide située du côté où se fait la mastication qui sécrète le plus abondamment ; 2° que la salivation sous-maxillaire est liée à l'acte de la gustation ; elle est produite surtout par les impressions sapides ; 3° que la salive sublinguale est la salive de la déglutition ; en raison de sa viscosité, elle enrobe les parcelles alimentaires et en forme le bol.

Ces notions sont confirmées par une expérience de PAWLOW qui montre bien la *spécificité* des excitants des glandes salivaires. Si à un chien porteur de fistules du canal de Sténon et du canal de Warthon, on donne à manger un morceau de viande, la sécrétion sous-maxillaire seule s'établit, et la parotide ne donne rien ; mais si on lui offre un morceau de pain sec, la salive parotidienne coule abondamment. Il suffit même pour obtenir ce résultat de montrer simplement ces aliments à l'animal (excitation psychique).

L'extirpation des glandes salivaires ne produit pas de troubles digestifs. L'animal opéré est seulement obligé de boire davantage en mangeant pour humecter ses aliments.

## § 2. — DÉGLUTITION

Cet acte mécanique par lequel les aliments sont transportés de la bouche dans l'estomac, est décomposable en plusieurs temps. Avec MAGENDIE on doit distinguer le temps buccal, le temps pharyngien et le temps œsophagien.

1° Temps buccal. — Le bol alimentaire est pressé entre la voûte palatine et la face dorsale de la langue qui vient s'y appliquer par la contraction de ses muscles et par celle du mylohyoïdien ; il glisse en arrière et franchit l'isthme du gosier. Tant qu'il n'a pas dépassé les piliers antérieurs du voile du palais, le bol peut encore être retenu dans la bouche par une action volontaire ; mais, au delà, il échappe à l'empire de la