

chés, nous sentons parfaitement bien, en effet, que leur trajet est assez lent et successif. Magendie s'est assuré, d'ailleurs, par des expériences directes sur les animaux, que la progression des aliments n'était pas uniforme et qu'elle pouvait même se prolonger pendant quelques minutes. Mais ne serait-ce pas à l'état de torture des animaux soumis à une expérience qui met leur œsophage à nu, qu'il faut attribuer ce retard? On a beaucoup répété que les fibres longitudinales de l'œsophage, en se contractant et diminuant ainsi la longueur de ce conduit, abrégeaient de la sorte le trajet des aliments; mais il ne paraît pas certain que cette contraction s'effectue, et l'état d'efforts qu'elle suppose n'a probablement lieu qu'à l'égard du vomissement.

Le passage du bol alimentaire entre les piliers du diaphragme est plus facile pendant qu'ils sont relâchés que dans le moment de leur contraction.

*La pesanteur agit-elle dans la déglutition?* — Sans doute elle aide dans le troisième temps, sans qu'elle soit une cause essentielle. On sait, en effet, que s'il est constant que la position verticale du corps favorise, en général, la déglutition, néanmoins cette action peut encore avoir lieu indépendamment de cette force. Beaucoup d'hommes avalent couchés, et l'on voit certains bateleurs boire et manger, le corps entièrement renversé. Parmi les animaux, si la pesanteur paraît favorable à la déglutition chez quelques-uns, elle n'y contribue certainement en rien dans une foule d'autres, et notamment dans le cheval, dont l'œsophage, à la vérité très robuste, fait cheminer les boissons contre les lois de la pesanteur. Le trajet des aliments dans le conduit pharyngo-œsophagien est encore favorisé par tous les fluides dont ils se sont imprégnés avant d'arriver à ce conduit, et depuis celui-ci par les mucosités des amygdales, des nombreux follicules et par la perspiration propre à sa membrane muqueuse.

*Variétés de la déglutition.* — Envisagée dans son ensemble, la déglutition présente quelques variétés dont nous devons parler sommairement. C'est ainsi qu'elle se montre plus facile et plus prompte durant l'appétit et la vacuité de l'estomac, qu'elle se ralentit insensiblement ensuite, et qu'elle finit même par devenir impossible lorsque l'estomac est très rempli; que cette action exige, à l'égard des aliments, une grande humectation de la bouche et de l'arrière-bouche, et qu'on ne les saurait avaler lorsque ces parties ont de la sécheresse. Le simple mouvement qui constitue la déglutition dans le pharynx exige même que la gorge soit très lubrifiée; on ne peut, en effet, continuer à l'exercer, même à vide, qu'un très petit nombre de fois, attendu que le défaut d'une quantité suffisante de sa-

live le rend bientôt tout à fait impossible. La sécheresse des aliments, leur état pulvérulent, leur état de consistance ou de solidité, empêchent ou gênent beaucoup leur déglutition. On sait quelle difficulté on éprouve à leur faire franchir alors l'isthme du gosier, et l'on a pensé à ce sujet que le voile du palais, et la luette en particulier, étaient doués d'un tact spécial qui leur fait juger du degré d'humectation nécessaire des aliments. Quelques personnes ne peuvent avaler ni poudres, ni pilules. La déglutition enfin peut être altérée d'une manière plus ou moins notable par certaines circonstances physiologiques. C'est ainsi qu'en avalant trop précipitamment, en parlant ou en riant à mesure que l'on mange, on s'expose à la toux convulsive qui résulte de l'introduction des aliments dans le larynx, ou bien à ce que ceux-ci, rapidement chassés de bas en haut, remontent douloureusement dans le nez, à travers les arrière-narines. On sait encore que les morceaux trop gros ou trop secs s'arrêtent dans la gorge, avec menace de suffocation; qu'ils produisent des nausées et de grands efforts de vomissement, et que, s'ils ont pénétré plus avant, ils descendent très lentement avec douleur, le long de l'œsophage. On se rappelle, d'ailleurs, que certains aliments *engouent*, et que d'autres produisent sur la gorge une impression qui cause le hoquet et qui suspend la déglutition. Divers états morbides peuvent gêner ou empêcher l'accomplissement de la déglutition. C'est alors un état pathologique que l'on désigne sous le nom de *dysphagie*.

*Historique.* — La division de la déglutition en trois temps, que nous avons adoptée à l'exemple de M. le professeur Bérard, appartient à Gerdy. Mais d'autres auteurs ont établi des divisions qui ne s'accordent pas toujours.

Magendie établit les divisions suivantes : dans le *premier temps*, les aliments passent de la bouche dans le pharynx; dans le *second*, ils franchissent l'ouverture de la glotte, celle des fosses nasales et arrivent jusqu'à l'œsophage; dans le *troisième*, ils parcourent le conduit et pénètrent dans l'estomac.

M. Adelon conduit le bol alimentaire jusque dans le pharynx pour le *premier temps*; dans le *second*, il le fait parvenir au bas du pharynx; dans le *troisième*, le bol passe dans l'œsophage et chemine jusqu'à l'estomac.

Enfin, Mueller pense que dans le *premier temps*, le bol alimentaire passe derrière les piliers postérieurs du voile palatin; que dans le *second* il est mis en contact avec les muscles constricteurs, et que dans le *troisième*, il descend dans l'œsophage.

## SECTION IV.

## De l'acte stomacal, ou de la digestion stomacale.

*Définition.* — Recevoir les aliments, leur faire subir certaines modifications et les pousser dans l'intestin, tel est le rôle de l'appareil stomacal. Cet appareil consiste dans une cavité présentant deux ouvertures rétrécies, afin de prolonger le séjour des aliments dans cette espèce de cornue, où ils doivent subir de si grandes modifications. Cette cavité est formée par des membranes diverses, qui concourent, chacune pour leur part, au phénomène de la digestion stomacale. C'est : 1° une membrane muqueuse qui possède un appareil glandulaire particulier, pour sécréter du suc gastrique et du mucus ; 2° une membrane musculuse qui, au moyen de ses contractions, permettra à cette cavité de se rétrécir ou de se dilater suivant les circonstances ; 3° une membrane fibreuse pour lui donner de la solidité ; et 4° enfin, une membrane séreuse pour faciliter les mouvements de dilatation et de resserrement.

Les aliments, s'accumulant dans l'estomac, y produisent par leur présence divers phénomènes immédiats et éloignés, s'y convertissent en *chyme*, et en sortent enfin sous cet état pour passer dans le duodénum. De là la division naturelle de l'acte stomacal en plusieurs phénomènes :

- 1° Ingestion et accumulation des aliments dans l'estomac.
- 2° Phénomènes locaux et généraux de la réplétion de l'estomac.
- 3° Chymification ou action du suc gastrique et théories de la digestion stomacale.
- 4° Déplétion de l'estomac.

§ I. — *Ingestion et accumulation des aliments dans l'estomac.*

Avant que les aliments aient été portés dans l'estomac, ce viscère, revenu sur lui-même, se présente dans un état presque complet de vacuité. Ses deux faces internes, constamment humides, et d'une couleur pâle, blanchâtre, sont sillonnées par des plis nombreux qui existent surtout vers le grand-cul-de-sac ; elles sont contiguës l'une à l'autre dans presque toute leur étendue, et ne sont séparées ordinairement que par un peu de mucus ou de salive. Cette petite quantité de liquide que l'on trouve alors dans l'estomac n'est pas du suc gastrique, puisqu'il n'offre ni acidité, ni alcalinité. Il n'y a pas non plus la plus petite quantité de bile.

Au moment du repas, les aliments arrivent par bouchées dans

l'estomac, après avoir franchi le cardia. Ce passage des aliments de l'œsophage dans l'estomac s'accomplit de la façon suivante : Par suite des contractions de l'œsophage, la muqueuse qui le tapisse, étant très lâchement adhérente, se renverse en dedans de la cavité stomacale, et forme un bourrelet muqueux circulaire, semblable à celui que forme la muqueuse du rectum dans l'acte de la défécation. Hallé a observé ce phénomène dans un cas de fistule stomacale très large. C'est alors que les fibres circulaires inférieures de l'œsophage se contractent, afin d'empêcher le reflux de l'aliment.

Les premières bouchées avalées se logent facilement dans cette cavité. Comme l'estomac est peu comprimé par les organes environnants, ses parois s'écartent aisément et cèdent à la force qui pousse le bol alimentaire ; mais à mesure que de nouvelles bouchées arrivent, sa distension devient plus difficile, car elle doit être accompagnée alors du refoulement des viscères abdominaux et de l'extension des parois abdominales. C'est surtout vers l'extrémité gauche et vers la partie moyenne que se fait cette accumulation ; la portion pylorique ou droite s'y prête plus difficilement. C'est pour opérer cette distension que les contractions de l'œsophage redoublent d'énergie.

Le grand cul-de-sac de l'estomac est donc destiné à recevoir les aliments et à leur servir de réservoir, tandis qu'à la région pylorique appartient plus spécialement le rôle de la chymification. Nous trouvons, en effet, dans l'anatomie et dans les vivisections des preuves à l'appui de cette opinion.

1° La structure de l'estomac n'est point la même dans ces deux points. La membrane muqueuse qui tapisse ces deux régions de l'estomac diffère dans son aspect, et quelquefois elle présente une ligne de démarcation parfaitement circulaire, que les maladies respectent souvent. Dans la première de ces deux portions la membrane est plus mince, plus molle, plus vasculaire, et ne peut être séparée que par lambeaux. Dans la seconde portion, elle est plus blanche, plus épaisse, plus résistante ; aussi peut-elle être séparée des autres membranes dans toute son étendue.

2° Si l'on ouvre des animaux peu de temps après l'ingestion des aliments, on trouve constamment la portion pylorique contractée, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Alors les aliments séjournent exclusivement dans le grand cul-de-sac et dans la partie moyenne du viscère. A une époque plus avancée de la digestion, les aliments renfermés dans la portion splénique n'ont encore subi aucune altération, et l'on voit que la chymification n'a commencé réellement que vers le pylore. Enfin, vers une époque plus avancée encore, la portion pylorique est pleine de

véritable chyme, et l'on n'en trouve point dans le reste de la cavité stomacale. Dans les cas ordinaires, où l'on ne confie à l'estomac qu'autant d'aliments qu'il en peut contenir sans inconvénients, ceux-ci sont retenus dans cette cavité par un double obstacle. Le premier est au *cardia* : les aliments ne peuvent remonter dans l'œsophage à cause de nouvelles bouchées qui arrivent successivement. L'œsophage, d'ailleurs, dont la puissance musculaire l'emporte de beaucoup sur celle de l'estomac, se contracte avec d'autant plus de force que l'estomac est plus rempli. Cette contraction supplée, jusqu'à un certain point, à une valvule qui manque à cet orifice. Magendie a fait des expériences d'où il résulte que plus l'estomac est distendu, plus la contraction de l'œsophage devient intense et prolongée et le relâchement de courte durée. La contraction coïncide ordinairement avec le moment de l'inspiration, où l'estomac est plus fortement comprimé. Le relâchement arrive le plus souvent dans l'instant de l'expiration. On aura une idée de ce mécanisme, en mettant à nu l'estomac d'un chien ou d'un lapin, et en cherchant à faire pénétrer les aliments dans l'œsophage en comprimant l'estomac avec les deux mains. Il sera à peu près impossible d'y réussir, quelque force qu'on emploie si l'on agit dans l'instant de la contraction de l'œsophage; mais le passage s'effectuera en quelque sorte de lui-même, si l'on comprime le viscère dans l'instant du relâchement. J'ai vérifié récemment ce fait remarquable. Le même résultat est obtenu avec l'air.

Le second obstacle à la sortie des aliments se trouve au *pylore*, qui est muni d'un repli ou saillie circulaire, et d'un véritable sphincter. Nous avons déjà vu qu'avant le début de la chymification, la portion pylorique elle-même est contractée; ajoutons, d'après Magendie, qu'il se fait des contractions irrégulières et antipéristaltiques, qui commencent au duodénum, se prolongent dans la partie pylorique, et dont l'effet est de repousser les aliments non chymifiés vers la partie splénique. Lorsque l'estomac a été rempli outre mesure, l'élasticité de ses tuniques et la contraction convulsive de la musculature déterminent l'expulsion des aliments qui franchissent le *cardia* au moment du relâchement de l'œsophage et sont rejetés avec force par la bouche. Mais, dans l'état normal, il faut, pour que cet effet ait lieu, que la distension de l'estomac ait été portée très loin. En effet, les obstacles qui s'opposent à la sortie des aliments par l'un ou par l'autre orifice sont très puissants. On peut s'en assurer en levant sur un animal vivant un estomac plein d'aliments, avec la précaution de laisser une portion de l'extrémité inférieure de l'œsophage et le commencement du duodénum; en comprimant cet estomac, on ne peut rien en faire sortir.

La résistance que présente le pylore est toute mécanique; elle a lieu au moyen de ce repli noté plus haut et qu'on appelle la *valvule pylorique*. Dans les animaux vivants, que l'estomac soit vide ou plein, cette ouverture est habituellement fermée par le resserrement de son anneau fibreux et la contraction de ses fibres musculaires, et si exactement fermée, que, si de l'air est poussé par l'œsophage, il faut que l'estomac soit distendu et que l'effort soit considérable pour parvenir à surmonter la résistance du pylore. Il n'en est pas de même si l'air est introduit par l'intestin grêle, en le dirigeant vers l'estomac. Dans ce cas, le pylore n'offre aucune résistance et laisse passer l'air avec la plus légère pression.

Indépendamment de ces deux orifices, on voit quelquefois l'estomac présenter un *resserrement médian* qui paraît est permanent et destiné à empêcher les aliments d'arriver jusqu'au pylore. Cette disposition est très évidente chez les animaux carnassiers et dans les herbivores à un seul estomac.

D'ailleurs, quand même le pylore ne serait pas naturellement fermé, les aliments auraient peu de tendance à s'y introduire; car ils ne cherchent à s'échapper que pour passer dans un lieu où la pression serait moindre; et elle serait tout aussi grande dans l'intestin grêle que dans l'estomac, puisqu'elle est à peu près également répartie dans toute la cavité abdominale.

#### § II. — Phénomènes locaux et généraux de la réplétion de l'estomac.

L'estomac éprouve, par l'effet de sa réplétion, des changements dans sa forme, son volume, sa position, sa direction et sa température.

La modification de *forme* et de *volume* varie suivant la quantité d'aliments ingérés. Le plus souvent, l'estomac s'arrondit, sans perdre toutefois sa forme conoïde, et il cesse de présenter deux faces aplaties, l'une antérieure, l'autre postérieure. Il peut arriver qu'au moment de la digestion, l'estomac présente un resserrement médian, plus ou moins prononcé, qui lui donne un aspect biloculaire. Ce phénomène, regardé comme très fréquent par E. Home, nié par Tiedemann et Gmelin, a été observé à l'hôpital Saint-Antoine, sur le corps d'un ouvrier, par M. le professeur Bérard. Il y a d'ailleurs, dans l'espèce humaine, ainsi que nous l'avons dit, des sujets dont l'estomac présente ce resserrement médian d'une manière permanente. On peut voir dans ce phénomène une sorte de rudiment de l'estomac multiple de quelques animaux.

Quand l'estomac est plein, il refoule les viscères et les parois de l'abdomen, ce qui amène dans le ventre une saillie plus ou moins

considérable. Quelques-uns des organes creux de l'abdomen, tels que la vessie et les intestins, s'évacuent sous l'influence de la pression à laquelle ils sont soumis. En outre, on a attribué à cette pression l'évacuation de la vésicule du fiel et l'accélération du cours du fluide pancréatique (Camper), l'afflux plus abondant de la bile hépatique (Lieutaud), la diminution du volume de la rate (Lassone), etc. Mais une partie de ces assertions sont restées sans preuves, et les autres ont été démenties par l'observation. Ce qui est certain, c'est que le diaphragme est refoulé en haut, et qu'il en résulte une gêne plus ou moins grande de la respiration, de la parole et du chant, etc.; cette gêne peut être très grande après un repas copieux, alors elle s'accompagne toujours d'une tension douloureuse du ventre.

La *direction* est changée comme le volume et la forme : le bord antérieur de l'estomac se trouve porté en avant et se relève; la face antérieure devient un peu supérieure, et la postérieure regarde en bas. Si le bord antérieur se développe en avant, c'est qu'il trouve de la résistance en bas et que l'estomac ne peut guère céder en arrière. C'est surtout dans le bord gauche, ou grande courbure, que l'ampliation a lieu; les deux orifices de l'estomac étant fixés, l'espace qui les sépare, ou petit bord, n'éprouve pas un grand allongement, d'où il suit que la proportion entre ce bord et la grande courbure change sensiblement.

La *température* de l'estomac est-elle changée pendant la digestion, comme l'avaient cru certains physiologistes? Des expériences faites sur l'homme par Beaumont montrent que cette opinion est erronée. Sur avait un sujet Canadien d'origine française qui portait une large fistule stomacale, et qui lui a servi à toutes ses expériences. Ce physiologiste introduisit un thermomètre dans l'estomac pendant la digestion, et il constata chaque fois qu'il n'y avait aucune augmentation de température; si la température augmentait, c'était que le sujet faisait un effort. M. Blondlot (1) a observé aussi un très grand nombre de fois que le travail digestif n'élève pas sensiblement la température de l'estomac. Si le thermomètre était vers la partie moyenne du viscère, il marquait invariablement 39 degrés centigrades; mais vers le pylore, il marquait 39 degrés  $\frac{3}{4}$ .

Les membranes superposées qui entrent dans la composition de l'estomac concourent à l'ampliation de cet organe, mais à des titres divers. Le péritoine y concourt par déplacement et par extension; par *extension*, aux faces supérieure et inférieure, où la séreuse est très adhérente aux tissus sous-jacents; par *déplacement*, vers les

(1) *Traité de la digestion*, Nancy, 1846, p. 333.

bords et surtout vers le bord antérieur ou grande courbure. La couche musculieuse s'allonge simplement, et peut ainsi permettre une grande distension. Quant aux membranes muqueuse et celluleuse qui forment des plis à l'intérieur de l'estomac, elles se déplissent, et si l'ampliation est portée un peu loin, elles se distendent.

Aussitôt que les aliments sont arrivés dans l'estomac, on ne tarde pas à voir se manifester des *effets généraux* : ainsi cette atonie qui reconnaissait pour cause la faim est remplacée par un sentiment de force et de bien-être qui se fait sentir immédiatement. L'épigastre est le siège d'une chaleur agréable, qui de là s'irradie à tout le reste du corps. La circulation s'accélère, et pour peu que la réplétion de l'estomac ait dépassé certaines limites, la respiration se précipite plus ou moins. Lorsque les aliments ont été ingérés en suffisante quantité, on en est averti par un sentiment de plénitude et de satiété, le défaut d'appétit, la diminution de l'afflux de salive dans la bouche, la peine qu'on ressent à mâcher, et surtout à avaler. Si l'état de réplétion a été porté trop loin, l'estomac est mal à l'aise, douloureux, ses mouvements provoquent la nausée, et le sentiment de plénitude et de satiété fait repousser jusqu'à l'idée des aliments. Chez les sujets bien portants, et lorsque l'alimentation est suffisante, la chymification se fait à leur insu. Le sentiment de plénitude et la gêne de la respiration qui résultaient de la distension de l'estomac disparaissent peu à peu. Mais il n'en est pas toujours ainsi; quelquefois, pendant la digestion, toutes les autres fonctions semblent suspendues; les ressorts de la pensée s'arrêtent ou ralentissent leurs mouvements; le sommeil tend à faire cesser toute action volontaire, pour mieux seconder celle de l'estomac; enfin, il en est de cette fonction destinée à soutenir notre individu comme de celle par laquelle la nature a voulu perpétuer notre espèce : tous nos organes semblent s'y intéresser vivement, et toutes les actions se confondent, pour concourir à la perfection de ce grand acte.

Tantôt, après le repas, le visage rougit et toute l'économie semble avoir reçu une exaltation nouvelle; tantôt la face pâlit, un léger frisson se fait sentir et la chaleur paraît abandonner les extrémités. Très souvent, et surtout chez les gens d'une complexion délicate, la digestion s'accompagne d'affaiblissement dans l'action des sens, d'un frisson général; l'intelligence diminue d'activité. En général, la voix devient moins forte, la parole est plus difficile, il y a disposition au sommeil. La plupart des animaux se couchent et dorment après leur repas.

## § III. — De la chymification.

*Définition.* — On donne le nom de *chymification* à l'ensemble des phénomènes en vertu desquels les aliments déglutis sont amenés par l'action du suc gastrique surtout, mais aussi de la salive, des boissons et des contractions de l'estomac à l'état d'une pâte demi-liquide qu'on appelle le *chyme*.

Cet acte est aidé par les mouvements de l'estomac, et alors on trouve dans la chymification deux ordres d'actions, l'un chimique, l'autre mécanique. Nous allons commencer par l'élément le plus important.

## A. Phénomènes chimiques de la chymification.

Ces phénomènes sont dus à la présence d'un liquide particulier, le suc gastrique, dont il importe de faire une étude toute spéciale.

*Des glandes qui sécrètent le suc gastrique.* — Ce sont les glandes qu'on appelle *glandes de Lieberkühn*. Ces glandes ont la forme de tubes : seulement ces organes de sécrétion ont souvent leur fond en cul-de-sac bilobé ou trilobé, ce qui a pu faire croire, mais à tort, à l'existence de glandes en grappes. M. Cl. Bernard soupçonne que l'acide du suc de l'estomac est sécrété par le réseau capillaire superficiel de la muqueuse.

Il se base sur l'expérience suivante : Si l'on ingère d'une part, dans l'estomac un sel de fer mélangé aux aliments, et d'autre part, si l'on injecte dans le sang une dissolution faible de prussiate jaune de potasse, on voit bientôt la rencontre des deux substances s'opérer à toute la surface de la muqueuse gastrique et la masse alimentaire devenir bleue par la formation du bleu de Prusse. Par cet artifice, il a pu déterminer que c'est le réseau capillaire qui opère la sécrétion du suc gastrique.

*Du lieu où est sécrété le suc gastrique.* — Des observations bien faites prouvent d'une manière incontestable que la région cardiaque ou gauche fournit du suc gastrique ; mais il est prouvé aussi que la région pylorique jouit de la même propriété, puisque Beaumont, en introduisant une sonde vers cette région dans l'estomac du Canadien, en ramenait toujours du suc gastrique. Cependant il y a quelques auteurs qui ont soutenu une opinion exclusive sur ce point de physiologie. C'est ainsi que, suivant Burdach, Wilson Philip et Wilkinson, l'action dissolvante ne s'opérerait que dans le côté gauche de l'estomac. Mais l'anatomie nous prouverait au besoin que la région cardiaque n'est pas étrangère à cette importante sécrétion.

*Des phénomènes qui accompagnent la production du suc gastrique.* — Dans certains cas de fistules gastriques, on a pu assister aux phénomènes de la production de ce suc. Ainsi, dès que l'aliment est arrivé dans la cavité stomacale, la muqueuse devient turgide et aussitôt l'on en voit sourdre un liquide sous la forme de gouttelettes claires, transparentes, qui bientôt ruissellent sur la surface de la muqueuse. Pendant que ce phénomène a lieu, cette muqueuse a acquis la propriété d'éliminer avec une extrême rapidité les sels solubles qu'on introduit dans le sang et qui ne s'y décomposent pas. Voici l'expérience de M. Bernard qui établit ce fait. On introduit dans la veine jugulaire interne d'un animal qui a reçu des aliments une faible solution de cyanure jaune ferruré de potasse, et si l'on met à mort l'animal au bout de vingt-cinq à trente minutes, par la section du bulbe rachidien, on pourra constater, à l'aide d'un sel de fer, que déjà le cyanure a pénétré dans l'estomac, mêlé au suc gastrique, tandis que les autres organes sécréteurs (les reins exceptés) n'ont pas commencé à séparer ce sel. Dans une autre expérience, M. Bernard injecta dans une des jugulaires d'un chien du cyanure ferruré de potasse, et dans l'autre jugulaire du protosulfate de fer en dissolution, et il vit ces deux sels se réunir dans le suc gastrique et entourer d'une couche bleue le bol alimentaire. Les parois stomacales n'étaient pas teintées en bleu dans leur épaisseur, de sorte que la combinaison avait dû s'opérer au moment même de la sécrétion par le réseau de la surface de la muqueuse probablement, puisque la coloration bleue ne s'observe pas dans la profondeur de la couche glanduleuse.

Il faut remarquer que certains sels, plus faciles à se décomposer dans le sang que ceux dont il vient d'être question, abandonnent leur acide au suc gastrique sous l'influence de l'action spéciale de l'estomac, tandis que leurs bases sont retenues. On injecte dans le sang du lactate de fer, du butyrate de fer ou de magnésie, leurs acides se trouvent dans le suc gastrique et leur base passe dans l'urine. Tous ces faits démontrent qu'au moment de la sécrétion du suc gastrique, l'estomac agit d'une façon toute spéciale.

*Des circonstances qui augmentent ou diminuent la sécrétion du suc gastrique.* — Elle cesse complètement dans l'intervalle des repas. Ce sont les matières alimentaires qui provoquent cette sécrétion ; des substances non alibiles font moins sécréter de liquides : les sondes, les cailloux, etc., sont dans ce cas. Mais il suffit de faire passer la muqueuse à l'état turgide par l'effet des aliments, son excitant naturel, pour que, si l'on se sert de ces derniers moyens, la sécrétion en soit aussi abondante. Alors le sucre, le poivre, divers condiments augmentent l'afflux de ce suc (Blondlot).

Les impressions vives et agréables opérées sur le sens du goût excitent à la fois la sécrétion salivaire et celle du suc gastrique. L'irritation du bout central du nerf lingual coupé détermine à la fois un jet de salive par les conduits des glandes salivaires et une sécrétion du suc gastrique (Bernard). Il en est de même quand on mâche du tabac.

Les acides retardent ou diminuent la sécrétion du suc gastrique; les alcalis la provoquent et l'avivent. Chez deux chiens munis de fistule gastrique et sensiblement dans les mêmes conditions, si l'on introduit par la fistule dans l'estomac de l'un d'eux un bol de viande hachée, auquel on aura préalablement communiqué une réaction acide par l'addition d'un peu de vinaigre, et dans l'estomac de l'autre animal un semblable bol rendu alcalin par une faible dissolution de carbonate de soude, on verra la digestion s'effectuer plus rapidement chez ce dernier chien que chez le premier; et si l'on récolte le suc gastrique qui se produit dans ces deux expériences, on trouvera toujours que la quantité de suc gastrique fourni par le chien au bol alcalinisé est plus considérable, tandis qu'elle est sensiblement diminuée dans le cas où l'aliment est acidulé. Les aliments qui sont alcalins par leur nature, tels que l'albumine d'œuf cru, les huîtres, etc., sont d'une facile digestion, tandis que les fruits verts et acides sont dans le cas contraire. M. Cl. Bernard fait remarquer que l'excitant alcalin ne doit pas être trop concentré. « Toutes les fois, dit-il, qu'au lieu d'une solution alcaline faible, j'ai introduit dans l'estomac des chiens du carbonate de soude en cristaux ou en poudre, j'ai vu la membrane muqueuse se crisper en quelque sorte sous cette influence; au lieu du suc gastrique, on voyait affluer du mucus et de la bile. »

Le froid ou l'eau à 4 ou 5 degrés au-dessus de zéro, fait d'abord pâlir la muqueuse, puis il y a réaction et sécrétion abondante du suc gastrique. La chaleur modérée n'influence pas beaucoup, une forte chaleur produit de funestes effets. L'alcool ou l'eau-de-vie étendus d'eau, ou ingérés purs en petite quantité et l'éther pur, augmentent beaucoup la sécrétion du suc gastrique, puis aussi celle du pancréas et des glandes de l'intestin grêle. L'alcool et l'eau-de-vie ingérés purs, même en moyenne quantité, mais surtout en quantité considérable, font, au contraire, cesser ces sécrétions. On peut voir dans ces expériences deux effets complètement opposés, produits par le même agent, selon le degré de dilution ou la quantité de l'alcool employé (Cl. Bernard).

L'aloès, le calomel, excitent plutôt la sécrétion muqueuse que la sécrétion gastrique.

La sécrétion du suc gastrique se suspend plus ou moins complètement dans certains états fébriles, dans l'anorexie ou l'embarras gastrique. Lorsque ces accidents survenaient chez le Canadien de Beaumont, la muqueuse perdait sa couleur naturelle, quelquefois elle devenait rouge et sèche, parfois pâle et humide et parfois encore elle se couvrait de boutons d'abord pointus et rouges, finissant souvent par suppurer. Dans d'autres circonstances, on voyait des plaques rouges d'un demi-pouce à un pouce de circonférence et parsemées d'aphthes. Très fréquemment alors, la sécrétion gastrique était interrompue, les aliments introduits dans l'estomac y restaient pendant vingt-quatre à quarante-huit heures sans y subir de modifications, leur séjour augmentait le trouble et le malaise général. Tant que l'estomac était malade, la langue était chargée et blanchâtre.

*Extraction du suc gastrique.* — M. Cl. Bernard se procure du suc gastrique de la manière suivante. Il pratique une ouverture à la région épigastrique, il attire à l'aide d'une érigne une partie de l'estomac et lui fait une boutonnière dans laquelle on introduit l'extrémité d'une canule spéciale (cette canule, en forme de bouton de chemise, et, comme lui, munie d'un rebord à chacune de ses extrémités, est en argent, sans soudure et rivée à froid). Le bout de la canule opposé à celui qui regarde l'estomac, se trouve, à l'aide d'un point de suture, fixé à la peau du ventre, et son ouverture qu'on ferme avec un bouchon, reste au dehors. Si, pendant l'opération, une portion d'épiploon vient faire hernie, on la retranche.

La fistule, une fois établie, on peut commencer à retirer du suc gastrique vers le huitième ou dixième jour. On en obtient d'un chien de moyenne taille, sans altérer sa santé, environ 200 grammes par jour.

#### *Du suc gastrique.*

*Propriétés physiques du suc gastrique.* — Il se présente sous deux états : à l'état de mélange ou à l'état de pureté. Dans le premier cas, c'est un liquide d'un blanc-grisâtre, un peu trouble, en partie liquide et transparent et en partie consistant, filant et muqueux. Dans cet état il est mêlé au mucus qui est sécrété dans l'estomac et à la salive qui arrive sans cesse dans cette cavité. Dans le second cas, c'est un liquide clair transparent, inodore, un peu salé, d'une saveur légèrement acidulée, et pouvant se conserver pendant des mois et peut-être pendant des années (Beaumont). Dans son état de pureté le plus grand, dit M. Blondlot, et après avoir été dépouillé par la filtration du mucus et des autres subs-

tances étrangères, le suc gastrique est un liquide clair et limpide, d'une légère teinte citrine que l'on n'aperçoit bien que quand on l'examine en masse, d'une odeur faible, aromatique, *sui generis*, d'une saveur à la fois salée et faiblement acidulée, d'une pesanteur spécifique variable, mais supérieure à celle de l'eau.

*Propriétés chimiques.* — Un grand nombre de chimistes ont étudié le suc gastrique et les divers résultats qu'ils ont publiés sont loin d'être d'accord. Cette dissidence tient tout simplement à ce que, comme Montègre, ils ne se sont pas procuré du suc gastrique pur ou véritable. Il faut avouer aussi que la chimie organique n'a peut-être pas toutes les ressources pour faire cette analyse d'une manière parfaite. Quoi qu'il en soit, voici ce que nous connaissons de plus positif sur ce point :

L'eau, le vin, l'alcool le dissolvent. Les carbonates alcalins ne font effervescence avec lui que lorsqu'il a été très concentré par évaporation, mais non quand il sort de l'estomac. La salive lui communique une couleur bleue et le rend écumeux ; le caractère le plus frappant de ce liquide c'est d'être acide.

*De l'acidité du suc gastrique.* — Cette acidité est constante quels que soient l'âge de l'animal, son espèce et le genre de nourriture dont il fait usage, et personne aujourd'hui ne pourrait mettre le fait en doute.

Cependant tous les auteurs ne sont pas d'accord sur cette acidité. Ainsi, Spallanzani a dit, dans quelques endroits, que le suc gastrique était neutre. Richerand rapporte que les liquides qui s'échappaient de la fistule stomacale d'une femme observée à la Charité, étaient sans action sur les couleurs bleues végétales, quand ils avaient été étendus d'eau distillée. D'après Gosse, le suc gastrique des carnivores est alcalin, celui des herbivores serait acide. Dumas, de Montpellier, a professé que, pour un même animal, le suc gastrique est acide si la nourriture a été végétale, et alcalin s'il a été nourri de viande. Ces auteurs se sont évidemment trompés en examinant des liquides autres que le suc gastrique. Pour s'assurer de l'acidité de ce liquide chez l'homme et les animaux, on n'a qu'à voir les expériences très nombreuses faites par Prout, Beaumont, Tiedemann et Gmelin, Blondlot, Leuret et Lassaigue.

*Quelle est la source de cette acidité?* — Deux explications se présentent : 1<sup>o</sup> l'acide est le résultat d'un travail intestinal subi par la matière alimentaire ; ou bien 2<sup>o</sup> l'acide est exhalé par les parois de l'estomac.

L'opinion que cette acidité pourrait tenir aux aliments a revêtu un caractère scientifique après la découverte de la transformation du sucre en acide lactique et en eau sous l'influence des membranes

animales ou des matières azotées d'origine organique. Or, un grand nombre d'aliments comme le lait, divers végétaux (betteraves, carottes, navets, etc.), renferment du sucre ; d'autres aliments, comme les féculs, peuvent aussi avoir fourni une certaine quantité de sucre par l'action de la salive. Il y a encore à se demander si une certaine quantité d'acide acétique ne pourrait pas résulter de la transformation de l'alcool, soit qu'on ait directement introduit des boissons alcooliques, soit que des matières sucrées aient subi dans l'estomac la fermentation alcoolique. Telles sont les considérations qu'on pourrait faire valoir à l'appui de l'opinion que l'acidité du contenu de l'estomac vient d'une transformation de l'aliment, et elles se fortifieraient de cette remarque que l'acidité disparaît dans l'intervalle des digestions. Jugeons cette doctrine.

Si l'on avait, dit M. Bérard, la prétention d'établir que la formation d'acides aux dépens des aliments est la règle, on soutiendrait une erreur palpable. Des matières qui ne renferment ni sucre, ni amidon, ni alcool, s'entourent dans l'estomac d'un suc acide. Bien plus, des substances non alimentaires, des fragments de cailloux, une sonde de gomme élastique, provoquent la sécrétion d'un suc acide, et nous savons déjà qu'on l'a vu sourdre dans cet état chimique de la membrane muqueuse stomacale elle-même.

La source normale et constante de l'acidité du contenu de l'estomac est donc dans l'acte qui produit le suc gastrique. Il reste à savoir si éventuellement, les aliments ne peuvent pas y ajouter une certaine proportion d'acides par l'effet de quelque une des transformations citées plus haut. M. Blondlot le nie formellement ; il n'a jamais pu constater la présence de l'acide lactique dans le contenu de l'estomac, et il ajoute que, la présence d'un acide mettant obstacle à la transformation lactique, le suc gastrique a précisément les propriétés chimiques qui doivent empêcher les matières sucrées de subir cette métamorphose. Il ne croit pas davantage à la possibilité de la formation d'acide acétique dans l'estomac aux dépens de l'alcool ; ce liquide étant promptement absorbé, et ne pouvant d'ailleurs donner naissance à l'acide acétique que par le contact de l'oxygène, gaz qui, dans tous les cas, serait absent de l'estomac, au dire de M. Blondlot. Ces idées ne sont-elles pas un peu trop exclusives ? Lorsque ces aliments contenant une matière sucrée ont subi la transformation lactique dans le jabot, ils passent dans cet état au ventricule succenturié. Celui-ci contient donc alors, outre l'acide qu'il sécrète, un acide provenant de l'altération de l'aliment.

Lorsque le vin cause des aigreurs, cela ne serait-il pas dû à ce

que l'alcool a subi la transformation acide? Parmi les personnes qui digèrent mal le lait, n'en est-il point chez lesquelles il se fait de l'acide lactique? Quoiqu'il en soit, il faut reconnaître que la formation d'acide dans l'estomac aux dépens des aliments, ne constituerait qu'un cas exceptionnel et que, dans la règle, le suc gastrique seul apporte avec lui l'acide qu'on trouve constamment dans l'estomac pendant le travail de la chymification.

*Nature de l'acide du suc gastrique.* — L'acidité du suc gastrique étant bien démontrée, il reste à savoir quel est l'acide qui lui procure cette propriété. Disons tout de suite que c'est l'acide lactique. M. Chevreul (1) puis Leuret et Lassaigne (2) indiquèrent que c'est bien l'acide lactique comme l'avait dit Macquart. Lehmann assure aussi avoir aperçu cet acide dans le suc gastrique. Les recherches de MM. Bernard et Barreswil (3) ont démontré que le suc acide de l'estomac avait tous les caractères que M. Pelouze assigne à l'acide lactique. Il donne des sels de chaux, de baryte, de cuivre, de zinc solubles dans l'eau; il donne un sel de chaux soluble dans l'alcool et précipitable par l'éther de sa dissolution alcoolique. Enfin, il peut former un sel double de cuivre et de chaux, sel double dont la couleur est plus intense que celle du sel simple.

*Analyses du suc gastrique.* — Outre l'acide lactique que nous venons de mentionner, le suc gastrique contient d'autres substances qui seraient les suivantes, d'après Leuret et Lassaigne.

Eau . . . . .	98
Acide lactique . . . . .	}
Chlorhydrate d'ammoniaque . . . . .	
Matière animale soluble dans l'eau . . . . .	
Mucus . . . . .	
Phosphate de chaux . . . . .	2
Total . . . . .	100

D'après les analyses nombreuses de M. Blondlot, voici quelle serait la composition du suc gastrique :

1° Eau . . . . .	99
2° Sels . . . . .	}
Phosphate acide de chaux . . . . .	
Phosphate d'ammoniaque . . . . .	
Chlorure de calcium . . . . .	
3° Matières organiques . . . . .	}
Principe aromatique . . . . .	
Mucus . . . . .	
Matière particulière . . . . .	1
Total . . . . .	100

(1) Chevreul dans Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, 1819, t. II, p. 15.

(2) Leuret et Lassaigne, *Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion*, Paris, 1825, p. 117.

(3) Bernard et Barreswil, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1844, t. XIX, p. 4227.

*Historique.* — Macquart et Vauquelin attribuaient à l'acide phosphorique libre l'acidité du suc gastrique. Prout y avait annoncé la présence de l'acide chlorhydrique. Tiedemann et Gmelin, Dunglison et Beaumont étaient de cette opinion. Tiedemann et Gmelin y avaient aussi trouvé de l'acide acétique et de l'acide butyrique. M. Blondlot avait cru à l'existence du biphosphate de chaux et enfin on a parlé de l'acide fluorique dans le suc gastrique des oiseaux. Il est aujourd'hui bien prouvé que tous ces acides n'existent pas dans le suc gastrique bien pur.

En effet, l'acide butyrique n'a plus été retrouvé depuis les recherches de Tiedemann et Gmelin. C'était donc une erreur ou un accident.

L'acide acétique, facile à constater, n'a pas été trouvé malgré les recherches nombreuses de Blondlot et de MM. Bernard et Barreswil.

Quant au biphosphate de chaux, il n'est pas mieux assuré dans son existence. En effet, M. Dumas fait remarquer d'après Melsens, que du suc gastrique mis en contact pendant vingt-quatre heures avec du spath d'Islande, dans un flacon bouché à l'émeri que l'on a soin d'agiter de temps en temps, attaque les cristaux de carbonate de chaux, lesquels deviennent opaques et perdent de leur poids, ce que n'aurait pas produit le biphosphate de chaux.

M. Blondlot s'appuyait, pour démontrer l'existence de ce sel, sur ce que, si l'on ajoute du carbonate de chaux au suc gastrique, il ne se produit aucune effervescence, même en chauffant la liqueur. MM. Bernard et Barreswil ont prouvé que ce défaut d'effervescence tenait uniquement à l'extrême dilution de l'acide du suc gastrique; que si l'on concentrait ce liquide le phénomène de l'effervescence ne tardait pas à se manifester.

Ainsi nous voilà débarrassés de l'acide acétique et du biphosphate de chaux; mais pouvons-nous en faire autant pour l'acide chlorhydrique? La question est plus difficile à résoudre. Non-seulement on dit l'avoir trouvé, mais on fait des théories pour expliquer sa formation. Ainsi, d'après William Prout, l'acide chlorhydrique est fourni par le sel marin du sang, lequel est décomposé par une action galvanique.

Purkinje et Pappenheim font aussi intervenir l'électricité pour mettre en liberté de l'acide chlorhydrique. M. Donnè a insisté sur l'antagonisme électrique entre les surfaces qui sécrètent des acides et celles qui séparent des alcalis. Enfin, Berzélius avouait qu'il ne pouvait concevoir, autrement que par une action galvanique, la mise en liberté de l'acide chlorhydrique dans l'estomac.

Mais, avant de faire ces théories, il aurait été bon de s'assurer



de l'existence de cet acide. Les expériences que l'on invoque pour la démontrer sont loin d'être concluantes. Tiedemann et Gmelin, ayant fait avaler des pierres de marbre à un chien, trouvèrent une notable quantité de *chlorure de calcium* dans l'estomac de l'animal. D'autres fois, le suc gastrique ayant été distillé, le produit de la distillation était acide et précipitait en blanc par le nitrate d'argent. Arrêtons-nous un instant sur cette distillation du suc gastrique. M. Blondlot a démontré qu'en faisant l'opération lentement au bain-marie, on pouvait la pousser jusqu'à siccité sans que le liquide obtenu fût acide, tandis que l'acidité devenait de plus en plus marquée dans la portion non évaporée.

MM. Bernard et Barreswil ont constaté, d'une autre part, que si l'on ajoute au suc gastrique une petite proportion d'acide chlorhydrique, celui-ci passe à la distillation seulement vers la fin de l'opération. Tous ces expérimentateurs pensent que dans les cas rares où l'on obtient de l'acide chlorhydrique par la distillation du suc gastrique, cet acide provient de ce que, dans les derniers moments de l'opération, les chlorures du suc gastrique ont été décomposés par quelques-uns des principes de ce suc, par l'acide lactique entre autres. Enfin, on allègue une expérience directe contre l'opinion de Tiedemann et Gmelin. Si l'on ajoute au suc gastrique une proportion minime d'acide oxalique, on obtient à l'instant un précipité blanc d'oxalate de chaux; or, il suffirait que le suc gastrique contînt deux millièmes d'acide chlorhydrique, pour empêcher que ce précipité eût lieu.

L'acide fluorique a été admis dans le suc gastrique des oiseaux granivores, d'après cette observation qu'il attaquerait le cristal de roche, l'agate, des morceaux de porcelaine. Toutefois, Tiedemann et Gmelin n'ont point vu qu'une lame de verre, placée au-dessus du suc gastrique que l'on vaporise, eût été attaquée, comme cela a lieu dans l'expérience que connaissent tous ceux qui suivent les cours de chimie.

L'acide phosphorique n'avait point été reconnu à l'état de liberté dans le suc gastrique, depuis Macquart et Vauquelin, lorsque MM. Bernard et Barreswil affirmèrent qu'ils l'avaient trouvé, mais en faible proportion, dans ce liquide. Du reste, ils pensent que cet acide provient de la réaction de l'acide lactique sur les phosphates que contient le suc gastrique.

D'après Eberle, ce n'est point à l'acide libre qu'appartient le pouvoir dissolvant du suc gastrique; mais il est dans la nature du *mucus stomacal*, comme dans celle de tout autre mucus, de produire, quand il est acidifié, la liquéfaction des matières alimentaires. Voilà pourquoi, dit-il, ce même mucus peut opérer une

digestion artificielle, même hors du corps animal (voir du reste plus loin, pages 64 et 92).

Les matières animales plongées dans le suc gastrique se conservent pendant longtemps lorsque la température n'est pas assez élevée pour qu'il les dissolve.

Enfin, on a reconnu au suc gastrique la propriété de faire rétrograder, en quelque sorte, le travail de décomposition putride. Spallanzani a constaté que les viandes faisandées perdaient dans le suc gastrique ce premier indice de putréfaction. Beaumont mit en contact avec du suc gastrique d'homme une matière animale putride: l'odeur disparut presque complètement dans un court espace de temps. Bretonneau, ayant fait avaler à des chiens de la chair à laquelle la putréfaction avait déjà donné une légère teinte verdâtre, s'est assuré qu'après deux heures de séjour les substances ingérées avaient perdu leurs qualités putrides.

Il résulte des expériences de Spallanzani que, tant que la température ne dépasse pas 5 à 7 degrés au-dessus de zéro, le suc gastrique conserve plutôt qu'il ne dissout les matières organiques.

C'est bien à tort que quelques auteurs ont voulu attribuer cette propriété à la salive pour en dépouiller le suc gastrique. Ainsi, Beaumont mit 25 grains de chair de mouton dans du suc gastrique qui les digéra; la solution ne présentait pas la moindre apparence de putréfaction, même au quarantième jour. Une même quantité de la même chair, mise dans la salive, y était pourrie au dixième jour.

Nous allons étudier l'action du suc gastrique sur les aliments en général: d'abord sous le point de vue des digestions artificielles, c'est-à-dire en dehors de l'estomac, et ensuite nous verrons quels sont les phénomènes qui se passent dans la cavité stomacale.

#### *Des digestions artificielles.*

Avant d'entrer en matière, nous ferons deux remarques auxquelles nous croyons devoir attacher une certaine importance, bien qu'elles n'aient pour la plupart jamais été faites:

1° C'est que depuis que l'habitude des vivisections et les procédés opératoires des fistules stomacales sur les chiens se sont perfectionnées, les expériences dites de *digestions* artificielles ont perdu beaucoup de la valeur qu'on leur attribuait. Elles constituent des expériences faites hors de l'économie avec le suc gastrique qui en vient, sur un des aliments qui aurait pu y être introduit; mais le résultat obtenu dans une capsule ne représente pas toujours exac-