contraire, et par analogie avec ce qui se passe pour l'intestin, considérer le splanchnique comme le *nerf modérateur* de l'estomac. Il n'y a donc rien d'établi à cet égard.

L'excitation artificielle du pneumogastrique est l'image des excitations pathologiques ou normales réflexes, qui sont conduites à l'estomac par ce cordon nerveux, et qui ont pour résultat d'exalter les contractions de cet organe. Ces réflexes sont, sans doute, fort nombreux ; il est vraisemblable que les mêmes impressions qui viennent retentir sur le noyau d'origine du pneumogastrique, et, de là, sur le cœur, peuvent également agir sur l'estomac ; mais, en dehors de cette donnée générale, qui permettrait de comprendre l'influence des excitations des nerfs sensitifs (sensibilité), et des hémisphères cérébraux (émotion) sur les mouvements de l'estomac, la physiologie ne fournit pas d'indications précises. Goltz a admis que l'axe cérébro-spinral agit comme modérateur des mouvements de l'estomac : il aurait observé que lorsque cet axe est détruit, chez la grenouille, les mouvements deviennent très-intenses, par suite, croit-il, de l'activité exagérée de l'appareil nerveux intra-viscéral qui n'est plus réfréné par la moelle. L'observation et l'interprétation sont sujettes aux plus expresses réserves.

Le point de départ des excitations qui, après un trajet centripète, se réfléchissent sur les muscles de l'estomac, peut être : soit dans les terminaisons des nerfs de la sensibilité générale, soit dans les hémisphères cérébraux; soit, enfin, dans les terminations des nerfs centripètes de l'estomac lui-même. Inversement, des excitations parties de l'estomac peuvent se réfléchir sur les autres départements nerveux. Le Dr Beaumont a vu, dans certains cas, l'excitation mécanique de la muqueuse gastrique provoquer chez le sujet qu'il étudiait, une douleur vive, des sensations générales, des troubles tels que vertige, pâleur, syncopes, troubles de la vue, sans que l'excitation déterminât une sensation localisée à l'estomac. Les nerfs centripètes ou

nerfs sensitifs de l'estomac, dans les conditions normales, ne donnent pas lieu à des sensations bien nettes. En d'autres termes, la sensibilité normale de l'estomac est très-obtuse : c'est seulement dans les cas pathologiques que le sensorium est affecté par les excitations centripètes émanées de l'organe, et que de véritables sensations très-douloureuses se produisent. Dans les conditions ordinaires, ces excitations donnent lieu seulement à des phénomènes réflexes, et, pour le moment, il nous suffira de signaler, parmi ces réflexes de diverse nature, ceux qui se traduisent par des mouvements.

En résumé, le fonctionnement mécanique de l'estomac exige, pour s'accomplir normalement, des conditions de trois ordres :

1° Les unes sont inhérentes à la tunique musculaire, dont l'énergie contractile doit être proportionnée à l'effet qu'elle doit produire, ni affaiblie, ni exagérée ;

2° L'excitant alimentaire doit être convenable, en qualité physique et chimique, et en quantité ;

3° L'excitabilité des cordons nerveux qui se rendent à l'estomac ou en partent, doit également être réglée à un certain degré.

Il est impossible de rien dire de plus précis et de faire autre chose que de tracer le cadre que des études détaillées de la physiologie de l'estomac pourront remplir quelque jour.

§ 2°. Phénomènes chimiques de la digestion gastrique.

L'anatomie comparée nous apprend que l'estomac n'est défini rigoureusement par aucune circonstance anatomique, ni par sa forme, ni par sa situation, ni par ses rapports. Il est défini par la nature particulière de l'élaboration chimique que les aliments y subissent ; un signe facile à saisir et constant décèle cette action spéciale et trahit la fonction de l'estomac : c'est son acidité. Chez tous les animaux, les

parois ou les secrétions de l'estomac en activité présentent une réaction acide : on peut dire que toute portion du tube intestinal dont la réaction normale est acide, remplit la fonction de l'estomac et en mérite le nom.

L'estomac est donc caractérisé par la nature particulière de sa sécrétion.

L'élément sécréteur est logé dans la muqueuse gastrique.

La muqueuse gastrique forme une tunique dont l'épaisseur augmente du cardia au pylore : et, dans cette dernière région, elle peut atteindre jusqu'à $2^m/^m2$, (Kolliker). Elle repose sur la tunique musculaire par une couche épaisse de tissu lamineux renfermant parfois quelques vésicules adipeuses (tissu sous-muqueux). Sur cette couche repose une véritable musculaire muqueuse mesurant environ $7/10^{mm}$ d'épaisseur (Klein), où des faisceaux de fibres lisses se mêlent aux fibres conjonctives (tissu aréolaire, couche musculaire de Edelldorff). Enfin, au-dessus de celle-ci, se trouve la troisième zone, la *zone glandulaire* qui se termine à la limite superficielle de la cavité stomacale par un épithélium prismatique, à un seul rang de cellules étroites et allongées.

Cette zone renferme un nombre considérable de glandes. On les divise en deux groupes : les *glandes muqueuses* et les *glandes à pepsine*, et elles se distinguent les unes des autres par leur situation et leur structure. Leur caractère commun est d'être des tubes glandulaires, très-analogues aux glandes de Lieberkühn de l'intestin.

Ces glandes en tubes mesurent environ 1 m.m. 5 de longueur, dans leur plus grand développement; les plus petites ont une longueur moitié moindre. Elles figurent un tube régulièrement cylindrique, dans la partie moyenne : le cul-de-sac est renflé, recourbé et souvent bilobé. — Les glandes muqueuses voisines du pylore offrent des ramifications plus nombreuses et forment la transition aux glandes ramifiées de Brünner, qui se rencontrent dans le duodénum.

Les glandes gastriques débouchent par un col rétréci dans des dépressions de la surface muqueuse; l'épithélium prismatique superficiel s'enfonce sans modification dans l'orifice des glandes et en tapisse la partie snpérieure, qui peut être désignée sous le nom de conduit excréteur. — Dans cette partie extérieure du conduit glandulaire l'épithélium prismatique repose directement sur la membrane propre ou limitante de la glande (basement membrane) très-fine (1 μ.), homogène, finement grenue, adhérente à la trame ambiante. Mais dans les parties profondes et renflées du tube glandulaire, l'épithélium prismatique est séparé de la membrane propre par des couches cellulaires plus ou moins nombreuses, encombrant plus ou moins complétement la lumière du tube; en même temps, cet épithélium, tout en restant prismatique, change de nature : il forme un revêtement *sécrétoire* par opposition au revêtement *excréteur* qui lui fait suite. Il se distingue de l'épithélium de la surface gastrique par un aspect granuleux, et la facilité avec laquelle il se colore par les réactifs. Heidenhain et W. Ebstein donnent à ces cellules, superficielles par rapport à la cavité de la glande, granuleuses, polyédriques, disposées sur un seul rang, le nom de « *cellules principales* » (Hauptzellen).

Les cellules sous-jacentes, comprises entre les précédentes et la membrane limitante, sont appelées, par les mêmes auteurs, « cellules bordantes » (Belegzellen) : on les appelle encore « *cellules à pepsine.* » Elles ont des contours arrondis, et se distinguent des précédentes par leur réfringence et la facilité avec laquelle elles fixent les réactifs colorants : carmin, hématoxyline.

Les glandes gastriques se distinguent précisément d'après l'abondance des cellules bordantes. — Ces cellules sont abondantes dans la partie cardiaque à quelque distance de l'orifice œsophagien. Elles deviennent rares dans le voisinage du cardia lui-même, et, font presque entièrement défaut de l'autre côté, dans le voisinage

du cul-de-sac pylorique. — Toutes les glandes de cette espèce sont les *glandes à pepsine*.

Dans le cul-de-sac pylorique, les cellules bordantes disparaissent successivement et les glandes sont réduites au revêtement des « cellules principales. » Ce sont les *glandes muqueuses*.

Sous des influences que nous aurons à examiner tout à l'heure, ces glandes entrent en fonction. Elles augmentent de volume : les cellules bordantes se chargent de granulations abondantes, leurs limites réciproques deviennent confuses, et le conduit excréteur se remplit d'une masse liquide qui vient perler à la surface de l'estomac (Heidenhain, Ebstein).

Ce liquide est le suc gastrique. Il importe d'en rappeler la composition et le rôle.

L'étude de la composition et de l'action du suc gastrique ne peut être faite qu'à la condition que l'expérimentateur pourra se procurer ce liquide en quantité convenable. On y parvient par l'opération de la *fistule*, calquée par Blondlot sur l'accident du Canadien de W. Beaumont, et par le procédé des *digestions artificielles* d'Eberlé. — Ces procédés fournissent un liquide qui représente sensiblement la sécrétion normale; nous disons sensiblement, parce que la composition de ce liquide varie, en réalité, dans une certaine mesure, selon les conditions de l'opération.

Examiné quelques instants après qu'on l'a recueilli, le suc gastrique révèle à l'analyse la présence de différents sels, parmi lesquels les *chlorures* alcalins, et surtout deux éléments essentiels : l'*acide* qui lui donne sa réaction, et un ferment, *la pepsine*.

On a longuement discuté sur la nature de l'acide gastrique, en particulier sur la question de savoir si c'était l'acide lactique ou l'acide chlorhydrique. M. Richet, dans un travail inspiré par M. Berthelot, a montré que l'acide lactique n'existe pas dans le suc gastrique pur et frais.

L'acide sarco-lactique, qu'on y retrouve après un certain temps, est le produit d'actions chimiques (ou peut-être d'une fermentation) ultérieures.

L'acide lactique étant ainsi mis hors de cause, il y a à se demander quel acide existe dans le suc gastrique. M. Berthelot a prouvé qu'il ne contenait pas d'acide chlorhydrique libre dégagé de toute combinaison. Mais il renferme de l'acide chlorhydrique combiné avec des substances organiques, dérivées des albuminoïdes, tyrosine, leucine, etc. En un mot, le suc gastrique contient un sel formé par une base organique faible et l'acide chlorhydrique : ce sel se dissocie partiellement, quand on l'étend d'une quantité d'eau suffisante, en leucine et acide libre.

Nous rappellerons à ce propos que beauconp d'auteurs avaient considéré l'acide chlorhydrique comme engagé dans une combinaison organique. Schiff imaginait qu'il était combiné à la pepsine. Le travail de MM. Richet et Berthelot précise et rectifie cette vue. L'expérience de Cl. Bernard s'interprète dans le même sens. Il a vu que la sécrétion était rarement acide dans les glandules mêmes, et le devenait à la surface de la muqueuse. Il a rendu ce fait évident en injectant dans le sang un mélange de lactate de peroxyde de fer et de cyano-ferrure de potassium : partout où existe une réaction acide, apparaît le bleu de Prusse, reconnaissable à sa couleur. Or, la couche glandulaire conserve sa teinte ordinaire, tandis que la surface prend la couleur bleue caractéristique.

L'acidité de la sécrétion gastrique est indispensable à l'exercice de ses propriétés : mais il est indifférent que cette acidité soit réalisée par tel ou tel acide, chlorhydrique, lactique, ou même azotique (Heidenhain). Il y en a quelques uns cependant, qui ne rempliraient pas l'office.

Le second élément essentiel du suc gastrique est la *pepsine*, soupçonnée et dénommée par Schwann en 1836 et isolée par Wasmann en 1839. — C'est une substance azotée, jouissant de la propriété commune à tous

les *ferments solubles*, d'être précipitée par l'alcool et de pouvoir ensuite se redissoudre dans l'eau.

Quel est le rôle du suc gastrique normal ?

Ce rôle a été indiqué pour la première fois par Réaumur en 1752 et plus tard par Stevens en 1777. Spallanzani, en 1783, pratiqua les premières *digestions artificielles* en dehors de l'organisme animal. Les travaux d'un grand nombre de physiologistes, Tiedmann et Gmelin (1823), Leuret et Lassaigne, W. Beaumont (1834), Blondlot, etc., confirmèrent et complétèrent les premières notions acquises.

A la suite de ces travaux, le suc gastrique fut regardé comme ayant un rôle considérable dans la digestion des aliments. On en fit même le liquide digestif unique. Et ainsi s'établit cette opinion, renouvelée des anciennes doctrines, que la digestion s'opérait dans l'estomac.

L'exagération d'une telle doctrine fut bientôt démontrée par les études du suc pancréatique et du suc intestinal qui révélèrent l'action prépondérante que ces sécrétions exercent pour la digestion chimique des aliments. On s'assura alors que le suc gastrique porte son action sur une seule classe d'aliments, les aliments albuminoïdes et que, même sur ceux-là, son action est limitée. L'estomac ne transforme chimiquement, ne digère qu'une minime fraction des aliments azotés. Son véritable rôle paraît être moins de peptoniser les albuminoïdes que de les réduire en pulpe ou en bouillie, dans un état qui leur permette de franchir l'ouverture pylorique. L'office de l'estomac serait surtout mécanique ou physique et la transformation chimique qu'il fait subir aux aliments, n'a précisément pour but ou mieux pour terme que leur desagrégation.

Cette appréciation sera justifiée, si nous rappelons les faits positifs sur lesquels elle se fonde, et si nous réfutons les objections qui la contredisent.

Ici, comme dans une multitude d'autres circonstances,

les chimistes ont confondu l'action possible du suc gastrique avec son action réelle, sans tenir compte des circonstances. Or, nulle part l'axiome « *de possibili ad actum non valet consequentia* » ne s'applique mieux que dans cette question.

Quelles sont les actions que *peut exercer* le suc gastrique ?

Les digestions artificielles, en dehors de l'organisme, *in vitro*, nous ont renseignés à cet égard, et sont, d'autre part, devenues la source des erreurs régnantes.

Le suc gastrique peut d'abord agir *par son acide* sur quelques substances alimentaires ou autres. Il est incontestable, par exemple, qu'il peut décomposer les sels dont l'acide est moins fixe, tels que les carbonates. — Cette action explique les suites de l'ingestion de certaines substances toxiques : lorsqu'on fait ingérer à un animal un cyanure, l'acide cyanhydrique est déplacé et mis en liberté ; son influence toxique ne tarde pas à se manifester. Elle explique aussi la dissolution d'un certain nombre de corps étrangers, accidentellement introduits dans l'estomac, par exemple, les corps métalliques, fer, etc. De même encore, en dehors de l'organisme dans les digestions artificielles, le suc gastrique peut digérer le sucre de canne ou sucre ordinaire, c'est-à-dire l'intervertir en glycose. Il peut de même agir sur l'amidon, et, à la longue, l'amener à l'état de dextrine et de glycose. Dans ces circonstances, la sécrétion gastrique intervient par son acide, et se comporte comme tout autre liquide de ce genre.

Le suc gastrique n'agit point sur les matières grasses. Elles ne subissent, de sa part, aucune modification dans les digestions artificielles. Si les substances grasses sont encore renfermées dans les vésicules adipeuses, le suc gastrique détruit et dissout la paroi azotée et met en liberté le contenu. C'est une simple fluidification qui s'accomplit alors.

L'étude de l'action du suc gastrique sur les albuminoïdes est pleine d'intérêt. Et, d'abord, sur les albuminoïdes simples : fibrine, albumine, caséine, etc.

La fibrine mise en contact avec le suc gastrique naturel ou artificiel, à la température de 38° à 40°, se gonfle, s'hydrate, se désagrége et se dissout partiellement. Deux substances ont pris naissance : une substance insoluble, sorte de poussière granuleuse ; une substance soluble, limpide, *pepto-fibrine* (Lehmann). Ce double phénomène de désagrégation et de dissolution exige de trois à cinq heures pour s'accomplir.

L'albumine se comporte de même : il se produit une substance soluble, *pepto-albumine* (Lehmann), et un léger dépôt granuleux, insoluble.

La caséine est coagulée d'abord par le suc gastrique qui agit dans ce cas par son acide. Puis, peu à peu, elle se désagrége en partie et se dissout pour une autre partie, en donnant une *peptone* (*caséine-peptone* de Lehmann).

La légumine, la glutine se comportent de la même manière.

La globuline et l'hémoglobine, de même encore. La gélatine, se dissout, et, à cela près quelle se prend moins bien en gelée par le refroidissement, elle conserve ses autres caractères qui, d'ailleurs, sont ceux des peptones (*gélatine-peptone* de Lehmann).

En résumé, toutes les substances albuminoïdes sont transformées par la digestion gastrique artificielle en deux parties inégalement abondantes : les *peptones*, d'une part ; des précipités granuleux fins, d'autre part.

Nous n'avons pas ici à parler longuement des peptones. Le nom de *peptone* a été introduit par Lehmann. — Les peptones ont les propriétés générales des albuminoïdes : elles ont des caractères particuliers, presque exclusivement négatifs, qui les constituent en un groupe distinct des autres albuminoïdes : solubilité dans l'eau, facilité de diffusion et de filtration; — non coagulation par la chaleur,

par les acides, par les alcalis, par l'alcool, par l'acétate neutre de plomb, par le sulfate de soude, par le carbonate d'ammoniaque. — « Si, dans une liqueur protéique, on » épuise l'action de ces agents qui font disparaître les al- » buminoïdes proprement dits, et qu'après cela on trouve » une précipitation par l'eau chlorée, le tannin et le bi- » chlorure de mercure, on conclut à l'existence des pep- » tones. » Lehmann pensait que ces substances conservaient des traits plus ou moins marqués de leur origine, et il distinguait une albumine-peptone, une fibrine-peptone, une caséine-peptone, une gélatine-peptone. Vulpian préfère cette division à toute autre.

Il faut ajouter, de plus, que les peptones sont assimilables et utilisées dans l'organisme. Si on les injecte dans le sang, elles ne sont pas rejetées par les émonctoires : elles ne passent pas dans les urines, comme il arrive pour l'albumine introduite de la même manière.

Mais la distinction des peptones et leur spécification est une tentative absolument prématurée. Meissner a distingué quatre peptones : la peptone proprement dite, la *para-peptone*, qui s'en sépare sous l'influence des alcalis; la *méta-peptone*, qui se précipite par les acides; et la dys-peptone insoluble, déposé dans la digestion de la caséine. La tentative plus récente de Kuhne n'a pas été plus heureuse. Les physiologistes et les chimistes qui ont étudié les albuminoïdes savent quels changements d'état physique on peut leur faire subir en les étendant simplement d'une grande quantité d'eau, et en ajoutant une petite quantité d'acide ou d'alcali. Il n'y a pas, dans de tels caractères, une base sérieuse de spécification des peptones. Un essai de ce genre est illusoire tant que les albuminoïdes eux-mêmes, qui leur donnent naissance, ne seront pas mieux distingués. On peut seulement entrevoir aujourd'hui que la distinction de ces substances s'est établie sur de toutes autres réactions de la nature de celles que M. Schutzenberger a récemment fait connaître.