

dis que l'épithélium se répare (desquamation, etc.), le corps de la villosité s'éclaircit, se vide; les éléments absorbés ont passé par diffusion dans les vaisseaux.

Mais ces vaisseaux sont de deux espèces : nous avons vu qu'il y a un réseau vasculaire sanguin, formant les origines de la veine porte, et un chylifère central, origine des vaisseaux chylifères qui vont aboutir au tronc principal de la circulation lymphatique (canal thoracique. V. *Système lymphatique*, p. 282). C'est par le sang que sont entraînées la plupart des matières absorbées, et c'est, en effet, dans la veine porte que l'on retrouve les peptones et les glycoses. Mais, en même temps que la graisse disparaît de la villosité, ou voit le chylifère central devenir tout blanc, et on y constate un grand nombre de molécules grasses finement émulsionnées; c'est-à-dire que les graisses ne passent pas par les mêmes voies que les substances précédentes et que le chylifère est spécialement préposé à leur absorption.

Il est permis, en effet, de supposer que la graisse contenue dans l'intestin est absorbée par les cellules de la villosité (cellules épithéliales et plasmatiques), lesquelles l'excrètent dans le chylifère central. Sappey, après avoir décrit les réseaux de lacunes et capillaires lymphatiques qui parcourent tout le corps de la villosité et viennent confluer dans le chylifère central, explique l'absorption des graisses par leur passage à travers les cellules épithéliales, qu'elles traversent pour arriver sur la périphérie du corps de la villosité; là elles rencontrent le réseau des capillaires et des lacunes qui les transmet au chylifère central.

Du reste, la graisse ne passe pas uniquement par la voie lymphatique; il y en a dans le sang de la veine porte, mais en quantité très peu considérable. De même, les autres substances qui ont subi l'absorption se retrouvent aussi dans les chylifères, mais en quantité infiniment petite relativement à la graisse qui y est contenue.

Cependant quelques auteurs refusent absolument aux vaisseaux de la veine porte le pouvoir d'absorber et d'entraîner la graisse¹; c'est qu'en effet, la graisse que l'on trouve dans ce sang n'est pas dans le même état que dans le chyle; chez les mammifères, ce n'est jamais de la graisse libre; ce sont des graisses saponifiées. Elles ont sans doute été saponifiées par le choléate de soude de la bile.

La plupart des substances toxiques sont absorbées par la voie des veines : l'intoxication étant très rapide, les poisons ne peuvent avoir passé par la voie des lymphatiques.

¹ V. Bèlard, *Recherches expérimentales sur les fonctions de la veine porte* (*Arch. génér. de médecine*, 1848).

Les métaux absorbés à l'état des sels métalliques s'accumulent dans le foie. Ce fait est très important en ce qu'il nous montre le foie comme retenant une forte proportion de matières alimentaires pour les modifier. Et, en effet, l'albumine est transformée en arrivant par la veine porte au contact des cellules hépatiques.

Nous voyons, en somme, que les notions précises sur l'acte intime de l'absorption sont encore incomplètes. Nous nous sommes atta-

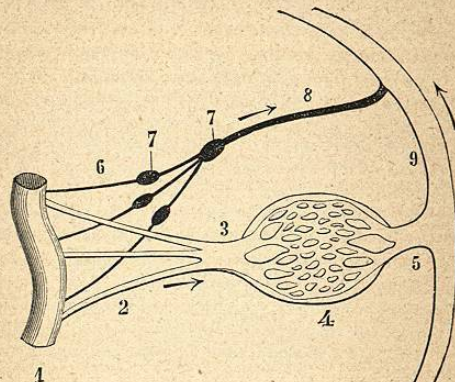


FIG. 103. — Voies de l'absorption digestive.

chés ici à étudier ces phénomènes au point de vue de l'action qu'exercent les *cellules vivantes* à travers lesquelles se fait l'absorption. Pour nous, ce travail d'absorption est essentiellement le fait de ces globules. Aussi nous sommes-nous peu arrêtés sur les théories physiques de l'absorption et les expériences pratiquées avec des membranes privées de vie. Nous avons dû insister davantage sur les voies (vaisseaux sanguins et lymphatiques) de l'absorption digestive. La figure 103 résume, sous une forme schématisque, la disposition de ces voies et leur rapport avec certains viscères (foie).

RÉSUMÉ. — *Absorption, bile et foie.* — Les phénomènes d'absorption sont essentiellement, au point de vue physique, des phénomènes de diffusion et d'endosmose; mais ces phénomènes sont régis par la nature même de l'épithélium, qui doit être traversé pour que les substances

* Figure empruntée à Beaunis (*Nouv. Étém. de physiol. humaine*, 2^e édit., Paris, 1881). — 1, Intestin; — 2, vaisseaux sanguins (veine d'origine de la veine porte); 3, veine porte; 4, foie; — 5, veines sus-hépatiques; — 6, chylifères; — 7, 7, ganglions lymphatiques; — 8, canal thoracique; — 9, système veineux (veine cave).

arrivent à se diffuser dans l'organisme, ou à y être entraînées par la circulation.

L'état du sang (richesse ou pauvreté en principes à absorber) et l'état de la circulation (pressions fortes ou faibles) influent beaucoup sur la rapidité et l'intensité de l'absorption.

Pour l'absorption intestinale, la clef de tout le phénomène doit être cherchée dans le rôle de l'épithélium cylindrique qui recouvre les villosités. Les aliments dissous et décomposés par les sucs digestifs forment une sorte de blastème générateur (Cl. Bernard, Küss), que les cellules épithéliales incorporent à leur propre substance, pour le transmettre ensuite au milieu intérieur sous-jacent (lympe et sang du chylifère central et des capillaires périphériques). Cette manière de voir nous dispense de chercher des théories compliquées pour expliquer l'absorption des corps gras : ceux-ci, dans cette acte d'absorption intestinale, comme dans tous les cas où ils sont déposés, puis repris, par le sang dans l'intimité des tissus, se combinent avec les substances albuminoïdes des cellules.

Il y a environ 1300 grammes de bile sécrétée en vingt-quatre heures. Cette bile renferme comme matières en solution : 1° les sels biliaires (choléate et cholate de soude); la cholestérine (de la classe des alcools); la matière colorante ou bilirubine.

La bile est destinée à être en partie résorbée dans l'intestin ; sa perte amène un grand état de souffrance du système pileux de l'animal (perte du soufre qui est contenu dans la taurine du taurocholate ou cholate de soude).

On a attribué à la bile des rôles divers : neutraliser le chyme acide que fournit l'estomac ; émulsionner et dédoubler les graisses ; s'opposer à la fermentation putride du contenu intestinal ; cette dernière opinion trouve une certaine confirmation dans les expériences. On peut aussi, se basant sur un grand nombre de considérations, émettre l'hypothèse que le rôle de la bile serait de favoriser la desquamation épithéliale qui se produit dans la muqueuse intestinale après chaque absorption digestive.

Le foie représente une seule glande, à la fois biliaire et glycogénique, c'est-à-dire que les cellules hépatiques sont le siège de deux phénomènes simultanés, la sécrétion de la bile et la production de la matière glycogène.

Le foie produit donc du sucre qu'il verse dans les veines sus-hépatiques ; il le produit aux dépens d'une matière glycogène (ou amidon animal) et d'un ferment diastasique (analogue à la diastase salivaire) qui transforme cette matière en glycose, comme la ptyaline ou la pancréatine le font pour l'amidon végétal. Non seulement le foie produit du sucre, mais il emmagasine, transforme et livre de nouveau sous forme de glycose le sucre absorbé dans l'intestin.

Cette fonction glycogénique est réglée par le système nerveux, comme le montre la célèbre expérience de la piqûre du quatrième ventricule et le diabète artificiel qui en résulte, ce diabète étant

produit par l'excitation de certains nerfs qui sont au foie ce que la corde du tympan est à la glande sous-maxillaire.

Les voies par lesquelles sont transportées les substances absorbées sont représentées : 1° par les chylifères (surtout pour les graisses); 2° par la veine porte (pour les autres substances).

V. — GROS INTESTIN

Les aliments livrés par l'estomac forment une masse liquide ; nous avons vu qu'ils devenaient de plus en plus liquides par l'adjonction du suc pancréatique et du suc entérique. Mais à mesure que ces matières parcourent l'intestin grêle, leur consistance augmente, en même temps que leur masse diminue, parce que la plus grande partie en est absorbée. Ce que l'intestin grêle livre au gros intestin n'est donc plus qu'une matière déjà épaisse, qu'un résidu destiné à être expulsé, et qui ne peut plus revenir sur ses pas, vu la présence de la valvule iléo-cæcale, qui s'oppose à tout reflux. Chez l'homme, il n'y a plus guère d'action digestive dans le gros intestin ; cependant quelques substances qui ont échappé à l'absorption y sont prises par le courant sanguin, et le gros intestin peut même absorber des liquides qui y ont été directement introduits. Après l'injection rectale de substances grasses (surtout de graisses émulsionnées), les lymphatiques qui viennent du gros intestin offrent les mêmes caractères, le même aspect de chylifères que ceux de l'intestin grêle. Ici les villosités manquent, mais elles sont remplacées par les plis nombreux de la muqueuse. Chez les herbivores, où le cæcum est très développé, cette partie du tube intestinal est le siège de véritables phénomènes digestifs : le cæcum peut être alors regardé comme une espèce de second estomac ; il contient des acides, qui suffisent à la digestion des albuminoïdes végétaux. Il n'est pas prouvé que ces acides soient sécrétés par les parois ; il est plus probable qu'ils ont pris naissance aux dépens des aliments eux-mêmes. Ils sont d'autant plus abondants qu'il y a plus de matières dans le canal. Ce sont, en général, les acides lactique et butyrique, qui proviendraient de la fermentation et de la décomposition des sucres et des matières grasses.

Toujours est-il que, vers le milieu de la longueur du gros intestin, toute digestion et toute absorption sont terminées ; le contenu du canal n'est plus formé que par des matières qui doivent être rejetées, par les fèces, en un mot. On considère à tort les fèces comme formées essentiellement par la partie non assimilable des

aliments. A ce compte, si tout l'aliment est absorbable, il ne devrait pas y avoir de fèces, et il s'en produit cependant dans ces cas. Ainsi le fœtus, qui n'a rien introduit dans son tube digestif, expulse cependant dès la naissance des fèces bien connues sous le nom de *méconium*. Le méconium se compose de débris de cellules épithéliales, colorés en jaune par une bile qui, n'ayant pas été altérée, conserve sa couleur normale. C'est qu'en effet, le principal produit rejeté au dehors, ce qui forme essentiellement les fèces, ce sont les *débris de l'épithélium desquamé*. Parfois, même chez l'adulte, ces débris peuvent former à eux seuls toutes les matières fécales. Ils se montrent sous la forme de globules entiers ou mutilés, de couleur blanchâtre, colorés alors diversement par la bile altérée. Ces résidus, ces raclures épithéliales sont comparables au furfur qui se détache de l'épithélium cutané, mais plus nombreux et plus importants ici, puisque nous avons vu que cette chute épithéliale termine fatalement la série des phénomènes de l'absorption, et que la bile a peut-être pour usage d'en régulariser et d'en hâter la production.

Ce n'est qu'au second rang, comme éléments constitutifs des fèces, qu'il faut ranger les parties non assimilables des aliments et des liquides digestifs. Telle est la cholestérine et la matière colorante de la bile, qui se précipitent dès l'arrivée de ce liquide dans l'intestin; telles sont les matières amylacées protégées par des enveloppes de cellulose trop considérables; telles sont la cellulose en général et ses dérivés. Ce sont, en effet, surtout les aliments végétaux qui présentent le plus de substances réfractaires à la digestion, de sorte que les herbivores produisent des fèces bien plus abondantes que les carnivores. Mais la nourriture animale présente aussi des éléments qui résistent longtemps à l'action des sucs digestifs. Ainsi on retrouve à peu près intactes dans les fèces les productions épidermiques cornées (poils, ongles) et les tissus jaunes ou élastiques (parties de tendons, de tuniques artérielles, etc.). La quantité de ces résidus divers, constituant la somme des matières fécales, s'élève en moyenne à 150 grammes en vingt-quatre heures pour un homme adulte.

Ces matières sont poussées par des contractions lentes péristaltiques jusque vers l'S iliaque. Là elles paraissent s'arrêter. Quant au rectum, les matières ne s'y portent que d'une manière intermittente, sous l'influence de contractions plus vives, et alors elles tendent à donner naissance au phénomène réflexe que nous étudierons sous le nom de *défécation*; mais si cette tentative d'évasion ne réussit pas, si le passage leur est fermé, elles retournent dans

l'S iliaque. Tous ces mouvements sont très lents, ce qui ne les empêche pas de pouvoir produire à la longue des compressions considérables. Comme pour l'intestin grêle, leur forme et leur mode de production ne sont pas encore parfaitement connus; ce sont des mouvements *péristaltiques*, c'est-à-dire dans lesquels les fibres circulaires de la membrane musculieuse se contractent successivement de haut en bas, à mesure que la matière progresse dans le tube intestinal, de sorte que cette matière, comprimée supérieurement, se trouve poussée dans la portion suivante de l'intestin, dont les fibres sont encore dans le relâchement. Les mouvements dits *antipéristaltiques*, et qui se produisent en sens inverse, de manière à faire rétrograder les matières, ne paraissent exister que rarement sur l'animal vivant¹. Ils se produisent évidemment dans certains cas, pathologiques. Ceux que l'on observe dans tout le tube intestinal d'un animal dont on ouvre l'abdomen immédiatement après l'avoir mis à mort, paraissent dus à l'impression du froid et à une interruption de la circulation abdominale, d'où une excitation ultime sur les fibres lisses, à la période d'agonie. Nous [n'avons aussi que fort peu de données sur le mécanisme réflexe par lequel le système nerveux influence ou produit ces mouvements. Peut-être le *plexus solaire* peut-il servir de centre à ces réflexes. Cependant le plexus solaire est uni à la moelle par deux grandes commissures nerveuses, les pneumogastriques et les nerfs splanchniques: chose remarquable, l'excitation des premiers produit ou augmente les mouvements des intestins; au contraire, l'excitation des seconds (grands splanchniques) paraît immobiliser les viscères, paralyser leurs tuniques musculaires. Les splanchniques seraient donc aux intestins ce que le pneumogastrique est au cœur, c'est-à-dire des *nerfs d'arrêt*. (Expérience de Pflüger.) Cependant les physiologistes ne sont pas encore d'accord sur le rôle de ces deux ordres de nerfs relativement aux mouvements de l'intestin. En effet, Onimus et Legros, étudiant les mouvements des différentes parties du tube digestif au moyen d'un appareil enregistreur sur lequel venait écrire un levier (mis en mouvement par une ampoule de caoutchouc introduite dans le canal intestinal et qui en traduisait les contractions), ont observé qu'en électrisant le pneumogastrique avec des courants interrompus, on arrête les mouvements de l'intestin, et on les arrête non en contraction, mais dans un état complet de relâchement. « Sur le graphique, on obtient, dans ce

¹ Voy. Braam-Honckgeest, *Untersuchungen über Peristaltik des Magens und Darmkanals* (Pflüger's Archiv für Physiologie, septembre 1872).

cas, un abaissement très notable, et il est important de rapprocher ce fait de l'arrêt du cœur *en diastole*, et de l'arrêt des mouvements respiratoires *en inspiration*, lorsqu'on électrise le pneumogastrique avec des courants interrompus. » (V. p. 250.)

Vers l'extrémité tout inférieure du tube digestif, partie plus accessible à l'investigation, les faits sont plus faciles à analyser; aussi le phénomène de la *défécation* est-il parfaitement expliqué. Il faut d'abord se rappeler qu'au niveau du rectum les fibres musculaires longitudinales forment un stratum très épais, très puissant, et que, d'autre part, les fibres circulaires se groupent et se multiplient de manière à constituer un sphincter, un anneau, dit *sphincter interne*, formé de fibres musculaires lisses, et doublé extérieurement par un autre sphincter plus puissant, le *sphincter externe*, formé de fibres striées. Ces sphincters constituent non pas précisément un anneau, mais plutôt une *boutonnière antéro-postérieure* limitée par deux bandes musculaires parfaitement contiguës à l'état de repos. Ainsi ce sphincter fermé complètement, à l'état de repos et en vertu de sa seule élasticité, l'ouverture qu'il circonscrit, comme le fort, du reste, tous les autres sphincters (V. *Physiologie du muscle*, forme naturelle du muscle et des sphincters à l'état de repos, p. 133). Il n'est donc pas question ici, pas plus qu'ailleurs, de contractions permanentes proprement dites, mais seulement d'action de tonicité. L'ouverture anale est normalement oblitérée par la forme naturelle du sphincter à l'état de tonicité, et le sphincter ne se contracte que lorsqu'un corps quelconque cherche à modifier sa forme, pour dilater l'orifice qu'il circonscrit; dans ces circonstances, ou bien le sphincter ne réagit pas, se laisse facilement dilater, vu sa grande élasticité, et le passage a lieu; ou bien le sphincter réagit, et alors, par sa contraction, ferme l'orifice d'une manière réellement active; c'est dans le premier cas que la *défécation* se produit.

La *défécation* est un phénomène réflexe d'expulsion, dont le centre se trouve dans la partie inférieure de la moelle (V. p. 74), comme le prouvent les cas pathologiques. Le point de départ de ce réflexe est une sensation vague, peu définissable, un sentiment de pesanteur vers le périnée, produit par la présence des matières fécales. Cette sensation, que l'on nomme le *besoin*, n'a son siège que dans le rectum; dans le reste du gros intestin, les matières ne sont pas senties à l'état normal. Cependant dans le cas d'anus contre nature, succédant à une hernie étranglée, et pouvant siéger sur un point quelconque du tube intestinal, on a observé, lorsque les matières arrivent près de l'orifice artificiel, une sensation vague

analogue à celle du besoin de déféquer, ce qui semblerait prouver que tous les points du canal intestinal peuvent devenir le siège de ce sentiment, qui n'est peut-être dû qu'au poids, à la pression des matières fécales réunies en masse (P. Bert)¹.

Sous l'influence de ce besoin, tendant à se faire toute une série d'efforts d'expulsion, qui, avons-nous dit, sont réflexes, mais que la volonté peut influencer, soit pour y joindre de nouvelles forces, soit, au contraire, pour les arrêter. Si nous ne satisfaisons pas à ce besoin, il s'établit, en partant du sphincter anal, un mouvement antipéristaltique qui refoule les matières dans l'S iliaque, d'où elles reviennent au bout d'un certain temps, pour tenter de nouveau le passage. Si l'on résiste ainsi plusieurs fois de suite, la sensibilité du rectum finit par s'éteindre, et la présence des matières fécales ne devient plus le signal des réflexes que nous allons étudier; de là, les constipations habituelles chez les personnes qui négligent d'obéir aux exigences de ce besoin, et qui sont bientôt obligées d'exciter, par des moyens artificiels (suppositoires), la sensibilité éteinte de la muqueuse rectale et des fibres nerveuses qui président à la partie centripète du réflexe.

Si le besoin est écouté, il se produit naturellement une contraction réflexe des tuniques musculaires du rectum, un vrai mouvement péristaltique qui chasse les matières vers l'anus, dont le sphincter très facilement dilatable ne fait aucune résistance dans ce cas. En effet, si les fèces présentent une liquidité anormale, le rectum seul suffit à les expulser, sans que la volonté intervienne autrement qu'en s'abstenant de mettre aucun obstacle à cette expulsion. Mais, dans les cas ordinaires, l'état solide des matières exige une intervention de forces plus nombreuses et plus considérables, qui entrent en jeu principalement sous l'action de la volonté. C'est d'abord le phénomène de l'*effort*, par lequel le larynx se ferme, de sorte que les parois de la cavité thoracique, remplies d'air, offrent un solide point d'appui aux muscles qui vont agir; alors se contractent tous les muscles qui peuvent comprimer l'abdomen, c'est-à-dire les muscles de la paroi abdominale, le diaphragme, et les muscles du périnée (releveur de l'anus), de sorte que la compression se produit dans tous les sens. Le releveur de l'anus, en même temps qu'il comprime les viscères de bas en haut, amène au-devant des matières fécales l'orifice qu'elles doivent franchir. Les fibres longitudinales si développées du rectum agissent dans le même sens, et ce n'est là, du

¹ Voy. Paul Bert, art. DÉFÉCATION du *Nouv. Dict. de médecine et de chirurgie pratiques*, t. X, p. 747.

reste, qu'un des modes du mécanisme que nous avons étudié dans l'analyse du mouvement péristaltique. (V. *Déglutition*, p. 325.) De plus, ces fibres longitudinales se terminent en bas par des anses qui vont se perdre d'une façon plus ou moins distincte dans le périnée, en formant une courbure à convexité dirigée vers le centre de l'anus; il en résulte donc que, pendant leur contraction, elles redressent leur courbure et par suite dilatent l'orifice que les matières fécales doivent franchir.

SEPTIÈME PARTIE

RESPIRATION — MUQUEUSE PULMONAIRE CHALEUR ANIMALE

I — Respiration.

Après la surface épithéliale digestive, celle qui se prête le mieux aux échanges, c'est la surface de la muqueuse respiratoire; seulement ici les échanges sont, à l'état normal, essentiellement gazeux. De même que l'absorption des matières dites alimentaires peut se faire un peu par toutes les surfaces, de même que nous avons vu la résorption des graisses se faire dans tous les tissus, quoique ces phénomènes se localisent spécialement au niveau de l'épithélium du tube digestif, de même les échanges gazeux se font sur un grand nombre de surfaces, comme, par exemple, au niveau de la peau, et les gaz peuvent être résorbés dans l'intimité même des tissus (comme, par exemple, dans l'emphysème sous-cutané); mais ces phénomènes se localisent, chez les animaux supérieurs, au niveau de la *muqueuse respiratoire*.

La *muqueuse respiratoire* peut être considérée, au point de vue embryologique, comme un bourgeon de la partie sus-diaphragmatique du canal digestif.

En effet, les premières traces des poumons se présentent chez le fœtus sous la forme d'une végétation de l'épithélium de la paroi antérieure du pharynx. Ce *bourgeon*, creux, se bifurque successivement à mesure qu'il se développe (fig. 104); en même temps l'épithélium se modifie: de pavimenteux qu'il était dans le pharynx, il devient cylindrique et vibratile dans les pédicules des bourgeons (*trachée et bronches*), puis de nouveau pavimenteux

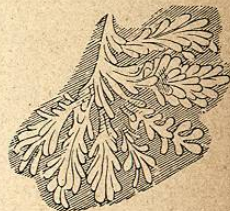


FIG. 104 — Ramification du bourgeon pulmonaire chez le fœtus de brebis, long de 1 pouce 1/2 (Müller).