

sations ayant leur origine dans le rectum ne sont pas les seules qui amènent les contractions de celui-ci ; celles qui déterminent d'une façon ou d'une autre l'excitation de la moelle (asphyxie, etc.) ont leur contre-coup sur le rectum. Le sphincter anal semble présenter des alternatives de contraction et de relâchement : du moins on les observe quand un corps étranger est introduit dans l'anus. Mais existent-elles à l'état normal ? A défaut de celles-ci, toutefois, car on n'est point encore bien assuré de ce point, le sphincter présente une certaine tonicité permanente

*Fonctions d'absorption.* — C'est une notion banale assurément que celle des fonctions d'absorption de l'intestin, et surtout de l'intestin grêle.

Bien que certaines substances solubles commencent réellement à être absorbées dès leur introduction dans le tube digestif, c'est-à-dire dans la bouche et l'estomac, la proportion des matériaux ainsi incorporés dans l'organisme est très faible. C'est l'intestin qui représente en somme le lieu d'élection de l'absorption digestive et, d'après Launois et Lépine, celle-ci se fait surtout dans les parties supérieures de cet organe (1888). Pourtant l'estomac absorbe avec une certaine activité. Colin a vu que la strychnine tue un chien presque aussi rapidement quand elle ne peut sortir de l'estomac, que dans le cas où elle a la facilité de gagner l'intestin. Il en est de même pour le lapin, le porc, le chat. Mais il n'en va pas ainsi pour le cheval, comme l'ont montré Bouley et Colin. Chez cet animal, et chez les solipèdes en général, l'estomac absorbe très peu : l'expérience précédente montre que la strychnine ne les tue pas tant qu'elle reste dans l'estomac : dès qu'elle peut passer dans l'intestin, l'empoisonnement se produit. Ce fait s'explique par la différence de la conformation anatomique de l'estomac du cheval. L'absorption stomacale donc assez prononcée chez les carnivores, elle est très faible chez les

solipèdes. Mais, même chez les carnivores, elle est insignifiante comparée à ce qu'elle est dans l'intestin, organe bien autrement adapté à l'absorption, et dont la superficie active est considérablement accrue par la présence des *villo-sités* et *valvules conniventes*.

Nous savons que l'absorption consiste en un phénomène de diffusion, phénomène purement physique que la circulation favorise en général, mais ne détermine point, et qu'elle peut aussi contrecarrer dans certaines conditions, en vertu des lois mêmes qui président à la diffusion. Mettez deux liquides différents, susceptibles de se mélanger, en présence l'un de l'autre, mais en interposant entre eux une membrane animale ou végétale, et vous avez ce que Dutrochet appela l'endosmose et l'exosmose, ce que Graham a appelé osmose. Et cette osmose, c'est la diffusion des deux liquides l'un vers l'autre, à travers la membrane, de telle sorte qu'en fin de compte il y ait des deux côtés de celle-ci un même mélange des éléments d'abord séparés ; s'il y avait au début eau pure d'un côté, et de l'autre solution de sel concentrée, il y a à la fin deux solutions également salées. Mais nous savons que les différentes substances traversent très inégalement les membranes : les *colloïdes* passent en petite quantité ; les *crystalloïdes*, au contraire, en abondance ; et d'autre part nombre de circonstances favorisent ou entravent l'osmose, aussi bien sur le vivant, que dans les expériences de laboratoire. Ainsi, plus le milieu vers lequel diffuse une substance quelconque est chargé de cette substance, moins il se fait de diffusion. Si le sang est riche en eau ou en graisse, il absorbe fort peu d'eau ou de graisse, et l'état du sang exerce nécessairement une influence marquée sur l'absorption. Mais l'absorption n'est pas seulement soumise aux lois générales de diffusion dont elle est un cas particulier : un élément vient compliquer, ou plutôt altérer le processus : c'est la présence de l'épithélium intestinal qui facilite ou entrave la diffusion, en vertu de sa vie propre. Cet épithélium devient le théâtre

d'opérations très intéressantes dès qu'il se trouve en contact avec des matières absorbables, et dans ce cas seulement. Il se gonfle, s'érige, devient turgescent, par suite du passage (vraisemblable pour toutes les substances absorbables, certain pour les graisses seulement) de ces matières à travers ses parois : de là elles passent aisément dans le sang par simple diffusion. Est-ce à dire que le mécanisme de cette absorption soit chose bien claire ? Loin de là : il suffit pour s'en rendre compte de voir combien l'on est peu d'accord sur le mécanisme de l'absorption de la graisse, bien que ce soit encore celui sur lequel on possède les données les plus positives. En effet, pour les uns, la graisse s'absorbe à l'état d'émulsion. Mais il n'est pas du tout prouvé que la graisse, si finement divisée qu'elle soit, puisse traverser les cellules épithéliales, quels que soient les moyens (hypothétiques d'ailleurs) que l'on imagine pour faciliter ou rendre possible le passage. Pour d'autres, elle s'absorbe à l'état de savons : les corps gras seraient décomposés en glycérine et en acides gras qui formeraient des savons avec les bases de la bile, ou encore les graisses seraient absorbées à l'état de savons et de glycérine que les villosités reconstitueraient en graisse. On voit qu'en somme le mode d'absorption de la graisse est loin d'être élucidé. Elle passe dans les cellules épithéliales, cela est certain, mais comment, sous quelle forme ? Gruenhagen, Heidenhain et d'autres pensent que les cellules des villosités s'emparent des substances qu'elles absorbent au moyen de sortes de pseudopodes comparables à ceux des amibes, alors que pour Zawarykin (*Die Fettresorption*, 1884, *Arch. f. d. Ges. Phys.*) la graisse est absorbée par des leucocytes qui se logeraient dans les interstices séparant les cellules épithéliales les unes des autres, happeraient au passage les globules de graisse, et s'en iraient vers les vaisseaux lymphatiques, une fois leur provision faite. Renaut adopte des vues analogues avec cette différence toutefois que pour lui les leucocytes ne se borneraient pas à passer *entre* les cellules épithé-

liales, mais les *traverseraient* de part en part, sans plus de façons. Quoi qu'il en soit, les leucocytes semblent jouer un rôle important, et avec ce que nous verrons à leur sujet au chapitre *sang*, il sera évident que la fonction de ces globules dans la vie de l'organisme est des plus considérables.

C'est par les villosités intestinales que se fait l'absorption du contenu de l'intestin.

Ces villosités, au nombre de plusieurs millions (4 d'après Krause), situées sur les valvules conniventes et entre elles, consistent en saillies allongées, minces, de la muqueuse, de forme conique ou cylindrique, recouvertes d'une couche unique d'épithélium cylindrique, qu'on a cru à tort pourvu de pores absorbants ; sous cet épithélium il y a une membrane de soutien mince, puis vient le corps même de la villosité, qui offre la même structure que la muqueuse de l'intestin. Au centre, nous trouvons l'origine des chylifères sous forme d'un canal probablement muni de parois propres, et autour de lui se répand un riche réseau de capillaires venant d'une artère et aboutissant à une veine. Les vaisseaux sont donc plus superficiels que le chylifère. Les chylifères des différentes villosités s'unissent entre eux pour former des réseaux, d'où partent des vaisseaux bien caractérisés qui vont aboutir à une série de ganglions lymphatiques appelés ganglions mésentériques. C'est l'amas ganglionnaire le plus vaste du corps. Ces ganglions sont renfermés dans les feuillets du mésentère. Près de l'intestin, ils sont petits et rares ; dans chacune des rangées plus distantes de l'intestin, ils sont serrés et volumineux, et enfin, à la racine du mésentère, le long de l'artère mésentérique supérieure, ils sont plus volumineux encore et serrés ; chez quelques mammifères ils forment une masse à laquelle on a donné le nom de *pancréas d'Aselli*. En tout, l'homme a de 100 à 200 ganglions mésentériques ; ils communiquent entre eux ; le chyle passe des uns aux autres et semble y subir quelque transformation, car avant d'y avoir passé, il ne peut coaguler, tandis qu'après les avoir traversés, il devient coagulable (Würtz, etc.).

De ces ganglions naissent alors des vaisseaux afférents, toujours des chylifères, qui s'unissent en un ou deux troncs principaux. Les chylifères, nés des ganglions mésentériques, forment la racine moyenne du *canal thoracique* ; ceux qui viennent des ganglions lombaires forment des racines latérales qui s'unissent plus haut à la racine moyenne ; le chyle pénètre donc dans le canal thoracique et par son intermédiaire va se jeter dans le tronc veineux brachio-céphalique gauche, pour pénétrer dans le torrent sanguin.

La fonction des chylières est de puiser dans l'intestin certains produits de la digestion qui forment le *chyle* et d'amener celui-ci, par l'intermédiaire du canal thoracique, à pénétrer dans le torrent circulatoire, qui se charge de le distribuer dans tout l'organisme pour les besoins de la nutrition. Il est à noter que les chylières sont particuliers aux animaux supérieurs et manquent chez les invertébrés (Colin) ; on remarquera encore qu'en somme les chylières n'accomplissent qu'une partie de la besogne, et que les veines des villosités intestinales les aident dans une proportion qu'il n'est pas aisé de déterminer.

Les veines des villosités jouent en effet un rôle très important dans l'absorption, comme l'a montré Magendie : avant lui, les chylières étaient considérés comme les seuls organes d'absorption.

L'épithélium intestinal n'absorbe pas seulement les graisses ; il absorbe encore l'eau et les sels qu'elle renferme, par simple diffusion, et telle quelle, les albuminoïdes, à l'état de peptones, les hydrates de carbone, à l'état de glycose. Les syntonines et peptones sont absorbées déjà dans l'estomac et il est à noter que, pour quelques auteurs, la peptonisation ne serait pas indispensable, en tant que préliminaire de l'absorption : certains albuminoïdes pourraient ensuite être absorbés directement, sans peptonisation. Rappelons encore que l'absorption de la glycose commence dans la cavité buccale.

Ce n'est pas tout. En même temps que le tube digestif absorbe les matières alimentaires, il résorbe une certaine quantité de sucs digestifs, tels quels, sauf la bile, et peut-être le suc pancréatique. La bile subit des modifications considérables, et une partie seulement de ses éléments est résorbée : le reste est transformé, décomposé, expulsé. De même que pour les aliments, cette résorption se fait un peu dans toute l'étendue du tube digestif, mais principalement dans l'intestin grêle. Du reste, le gros intestin représente lui aussi une voie d'absorption assez active, comme le montre le succès de la pratique des lavements alimentaires (à la condition qu'ils soient *pancréatisés* afin qu'ils puissent être digérés).

Une fois que les matières absorbables ont traversé l'épithélium intestinal, quelles voies suivent-elles pour se répandre

dans l'organisme ? On a cru autrefois que les *chylières* ou lymphatiques de l'intestin représentent l'unique voie d'absorption : aujourd'hui l'on sait qu'il n'en est pas ainsi. Les chylières absorbent les graisses presque exclusivement, celles-ci n'ont pas d'autre voie. Sur un animal tué pendant la digestion, on voit le réseau des chylières devenir blanc par la graisse dont il se gorge. Des chylières la graisse va au sang par les voies que l'on sait. Les peptones sont très faiblement absorbés par les chylières : il en est de même pour la glycose. La principale voie d'absorption des matières alimentaires, en dehors des substances grasses, c'est le réseau capillaire sous-jacent avec villosités intestinales, et qui représente les origines de la veine porte (veines mésentériques). L'eau et les sels passent surtout par ces capillaires (Heidenhain a vu qu'il passe huit ou dix fois plus d'eau par les vaisseaux sanguins que par les chylières). Les peptones y passent également, mais s'y transforment très vite en albumine (peut-être sont-ils, comme le pense Hofmeister, absorbés par les globules blancs), car ni dans le sang, ni dans le chyle on ne trouve de peptones en quantité bien considérable. Le glycose enfin passe par les capillaires, pour aller au foie, et c'est par la même voie que s'introduisent maintes substances non alimentaires, indifférentes ou toxiques. Les graisses n'y passent point : nous venons de voir qu'elles sont entraînées dans les lymphatiques, dans les chylières.

Pour terminer, notons qu'après l'absorption par les cellules épithéliales et le passage des produits dans les vaisseaux, il y a une *mue épithéliale*, une chute de ces cellules, qui sont remplacées par une couche nouvelle. Küss croit que ce renouvellement se fait après chaque digestion, et il pense que la bile sert surtout à accélérer ce *balayage intestinal*. La théorie est intéressante, mais exagérée, semble-t-il ; en tout cas, la desquamation épithéliale paraît bien exister<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> « Je suis porté, écrivait Cl. Bernard (*De la Physiologie générale*, 1872), à admettre d'après mes expériences qu'il y a à la surface de la membrane mu-

Le chyle est l'ensemble des produits digestifs absorbés par les vaisseaux sanguins de l'intestin (des villosités en particulier) et par les chylières. L'étude du chyle ne peut être faite que sur le contenu des chylières. On doit considérer ce liquide comme une des métamorphoses des aliments ; il arrive dans l'intestin, préformé, résultant des actions des sucs digestifs sur les matières alimentaires, et il est absorbé purement et simplement pour être transporté dans le sang auquel il va s'incorporer, dont il va faire partie intimement constituante, et à qui il va donner de nouvelles propriétés nutritives. On peut étudier le chyle de plusieurs manières : la meilleure est celle qui consiste à établir une fistule au canal chylière chez le bœuf (Colin). Le chyle est un liquide lactescent, blanc chez l'homme et les carnivores ; opalin, jaunâtre ou verdâtre chez les herbivores ; parfois rosé sans que l'on soit d'accord sur les causes du phénomène. Sa saveur est un peu salée ; son odeur est celle de l'animal qui la fournit ; sa densité varie de 1,012 à 1,022 ; sa réaction est alcaline.

Il consiste en un plasma analogue à celui de la lymphe, où nagent des leucocytes et des globules graisseux qui sont très abondants pendant la digestion des corps gras.

Sur 1,000 parties, il comprend 900 ou 980 parties d'eau ; le reste consiste en des sels minéraux, des matières extractives, de l'albumine, de la fibrine.

Il est coagulable ; la coagulation du chyle, extrait de l'animal, commence par les parties inférieures (Colin) ; elle est plus prononcée chez les herbivores ; le caillot est mou, gélatineux, et la coagulation est due à une petite quantité de fibrine qu'on peut obtenir par battage du chyle frais. Pour Würtz et d'autres, le chyle ne deviendrait apte à se coaguler qu'après avoir traversé les premiers ganglions mésentériques, où il acquerrait de la fibrine. Sur le mort ou sur le vivant, après l'ouverture du canal thoracique, la coagulation ne se produit qu'avec une extrême lenteur. La circulation du chyle, sa propulsion vers le canal thoracique, est due à des causes variées parmi lesquelles on peut citer la *vis a tergo*, la contraction des muscles lisses des villosités intestinales, où nait une partie des chylières (on sait que les valvules des vaisseaux chylières empêchent le reflux vers le lieu d'origine),

queuse intestinale une véritable génération d'éléments épithéliaux qui attirent les liquides alimentaires, les élaborent, et les versent ensuite par une sorte d'endosmose dans les vaisseaux. La digestion ne serait donc pas une absorption alimentaire simple et directe... Il y a un travail organique ou vital intermédiaire. Ce n'est pas une simple dissolution chimique comme l'avaient admis la généralité des physiologistes. »

les mouvements inspiratoires du thorax, la diastole cardiaque et les mouvements musculaires. Cette propulsion se fait d'ailleurs avec beaucoup de lenteur.

Il est bon de noter que si, à l'état normal, les chylières paraissent transporter une grande partie des produits de la digestion, ils peuvent cesser de fonctionner sans trop grand dommage pour l'organisme. Les veines mésentériques semblent suffire à la besogne quand les chylières cessent de travailler. En effet, on comprend que le rôle des chylières soit secondaire quand on sait qu'ils transportent surtout les matières grasses, et que c'est aux veines mésentériques qu'incombe le soin de transporter les albuminoïdes et les sucres, comme on s'en est assuré par l'expérience.

**Défécation.** — Grâce aux vaisseaux chylières, l'organisme absorbe une notable proportion des substances solubles fournies par la digestion des aliments. Toutefois il n'absorbe par toutes celles-ci, et elles restent dans l'intestin, poussées vers le rectum. Avec elles, se trouve tout un résidu de substances insolubles dont la défécation débarrassera l'organisme. Ce résidu, c'est la matière fécale dont il nous faut dire quelques mots ici, ayant parlé plus haut des phénomènes mécaniques de la défécation.

Son abondance varie fort selon le mode d'alimentation : il y en a peu avec le régime carnivore, par contre, avec le régime végétal, il y en a beaucoup, les substances végétales étant riches en cellulose et autres produits peu digestibles ou indigestes. Et pareillement la durée du séjour des aliments varie selon leur digestibilité ; aussi les herbivores mettent-ils plus de temps à digérer que les carnivores.

La digestion du carnivore se fait en vingt-quatre heures en tout, tandis que l'herbivore demande trois ou quatre jours (cheval) et jusqu'à huit jours (chèvre et mouton).

Ce n'est guère que dans le gros intestin que les aliments prennent le caractère fécal : là, en effet, chez l'homme et les carnivores (mais non chez les herbivores) l'intestin cesse de transformer les aliments, et il cesse aussi de les absorber. Devenus excréments, les aliments constituent une matière pa-

teuse, épaisse, de coloration brune (blanche si la bile n'a pas accès à l'intestin), de densité inférieure à celle de l'eau, généralement acide, pesant de 60 à 500 grammes par vingt-quatre heures. On y trouve de tout un peu. Tout d'abord, et naturellement, les éléments indigestibles : cellulose, tissu élastique, chlorophylle, sels insolubles ; des éléments digestibles qui n'ont point été modifiés ; passablement de sels ; des substances grasses variées, des principes biliaires.

Beaucoup de ces substances sont dues à l'activité des microbes de l'intestin et aux fermentations qu'ils produisent : ces organismes y pullulent de façon effrayante, Vignal en évaluant le nombre à 20 millions par décigramme de matière fécale ! Les uns agissent sur l'amidon et la cellulose ; d'autres sur les sucres ; d'autres sur les graisses dont ils font de la glycérine et un acide gras, sur les albuminoïdes, etc. Parmi les produits de cette putréfaction véritable dont l'intestin est le théâtre, nous citerons l'*indol* qui est en partie expulsé avec les excréments, en partie résorbé pour aller apparaître, oxydé, dans l'urine et s'éliminer sous forme d'indican ; le *scatol* voisin de l'indol, et dérivant comme lui de la putréfaction des albuminoïdes, comme lui aussi éliminé par les fèces et par l'urine. Ces deux substances préparées à l'état de pureté sont inodores ; mais extraites des excréments, elles renferment le principe qui donne à ceux-ci l'odeur que l'on sait. Marcet a extrait des excréments des herbivores principalement un corps qu'il appelle *excrétine* et qui est voisin de la cholestérine. Les produits de décomposition de la bile sont l'hydrobilirubine, l'acide glycocholique, l'acide cholalique, la cholestérine, etc. Enfin, d'après Bouchard, les excréments renferment encore des *ptomaïnes* dues aux fermentations intestinales, et qui donnent à ceux-ci leur toxicité. Leur présence est habituellement sans inconvénient, leur résorption étant lente, et leur élimination pouvant sans doute se faire par l'urine. Il convient de signaler aussi une quantité considérable de débris

épithéliaux provenant de la desquamation de la muqueuse intestinale : à supposer que l'organisme ne reçût que des aliments en totalité absorbables, il rejeterait donc toujours une certaine quantité d'excréments formés par les débris épithéliaux, les produits de décomposition de la bile, etc., qui constituent le *méconium* de l'enfant nouveau-né.

En même temps que les microbes de l'intestin déterminent les fermentations qui aboutissent à la formation de substances variées, ils provoquent — surtout les anaérobies — un dégagement abondant de gaz. Aussi ces gaz font-ils défaut chez l'embryon. Ils consistent principalement en azote, acide carbonique, hydrogène, hydrogène sulfuré : l'oxygène fait absolument défaut. Les uns ont pu être ingérés avec les aliments ; d'autres sont exhalés par la muqueuse (CO<sup>2</sup>) ; d'autres enfin sont le résultat des fermentations ; ils ont leur utilité en maintenant ouvert le tube intestinal, et en donnant de l'élasticité et du volume à l'abdomen, ce qui est d'un grand service dans l'effort.