

En résumé, les phénomènes d'adaptation et d'immunité chez les végétaux sont comme chez les organismes unicellulaires très généralement répandus. Les plantes se défendent par leurs membranes résistantes, et par des sécrétions dont elles peuvent modifier les propriétés physiques et chimiques. Ces phénomènes sont sous la dépendance des parties vivantes de la cellule qui les règlent suivant leurs sensibilités très développées. Grâce à ce pouvoir, les plantes peuvent s'adapter graduellement aux concentrations du milieu et aux poisons qui, au début, amenaient des troubles graves. Les végétaux possèdent donc aussi, à côté de l'immunité naturelle, une immunité acquise vis-à-vis de beaucoup d'agents pathogènes.

CHAPITRE III

REMARQUES PRÉLIMINAIRES SUR L'IMMUNITÉ DANS LE RÈGNE ANIMAL

Exemples d'immunité naturelle parmi les Invertébrés. — L'immunité contre les microbes et l'insensibilité aux poisons microbiens sont deux propriétés distinctes. — L'organisme réfractaire ne se débarrasse pas des microbes par les émonctoires. — Il les détruit par voie de résorption. — Le sort des corpuscules étrangers dans l'organisme. — La résorption des cellules. — La digestion intracellulaire. — Cette digestion s'opère à l'aide de ferments solubles. — Digestion chez les Planaires et les Actinies. — Actinodiasse. — Passage de la digestion intracellulaire à la digestion par des sucs sécrétés. — Digestion chez les animaux supérieurs. — Entérokinase et son rôle dans la digestion. — Élément psychique et nerveux dans la digestion. — Adaptation de la sécrétion pancréatique au genre de nourriture. — Excrétion de la pepsine dans le sang et dans l'urine.

Ainsi qu'il a été développé dans les deux chapitres précédents, les organismes unicellulaires et les plantes accusent des phénomènes nombreux d'immunité. A côté de l'immunité naturelle, on constate chez eux d'une façon indubitable une adaptation aux agents morbides qui permet de conclure à la fréquence des cas d'immunité acquise. Dans ces conditions il est tout naturel que le règne animal ne fasse point d'exception à la règle générale. Chez les animaux en effet l'immunité contre les agents pathogènes est très répandue. On observe couramment des manifestations d'immunité naturelle vis-à-vis des parasites, de leurs toxines et des poisons en général. On constate la même fréquence des cas d'immunité acquise vis-à-vis de ces causes morbides.

On connaît encore d'une façon très imparfaite les phénomènes d'immunité chez les animaux inférieurs appartenant au grand embranchement des Invertébrés. Mais on peut affirmer avec certitude qu'eux aussi sont souvent doués d'immunité naturelle vis-à-vis des microbes et des toxines bactériennes. Comme exemple, je puis citer les grosses larves blanches du coléoptère rhinocéros (*Oryctes nasicornis*) qui se rencontrent fréquemment dans le tan. Très sensibles au vibrion cholérique — 1/8000 d'une culture de ce microbe suffit pour donner la septicémie mortelle — ces larves manifestent une immunité naturelle très

remarquable vis-à-vis des bacilles charbonneux et diphtérique. Une quantité considérable de bactériidies du deuxième vaccin charbonneux, mortel pour des lapins, cobayes et souris, est supportée sans aucun inconvénient par les larves du rhinocéros. Elles sont également réfractaires aux fortes doses de bacille diphtérique. Et cependant, parmi les insectes, il ne manque pas d'espèces sensibles à ces mêmes microbes. Ainsi, d'après M. A. Kovalevsky (1), les grillons prennent très facilement le charbon, même à des températures peu élevées (22°-23°). Par contre, ils sont, d'après le même auteur, réfractaires au bacille de la tuberculose aviaire. Beaucoup d'invertébrés, étudiés à ce même point de vue, présentent des faits analogues, dont nous n'avons pas à nous occuper.

Chez les Vertébrés en général et chez l'homme en particulier, l'immunité naturelle contre beaucoup de maladies infectieuses et de poisons solubles, est si répandue qu'on n'a que l'embarras du choix pour la citation des exemples. Il existe toute une série d'infections humaines dont l'étude est rendue particulièrement difficile, justement à cause de l'immunité naturelle de toutes les autres espèces animales. Telles sont la syphilis, la scarlatine, la lèpre, le typhus exanthématique, etc. D'un autre côté, un grand nombre de maladies infectieuses, très graves pour les animaux domestiques, ne sont nullement capables d'affecter l'homme. La peste bovine, la gourme, la péripneumonie, le choléra des poules, la pneumoentérite des pores, ainsi qu'une quantité d'autres infections, sont inoffensives pour l'homme.

Comme dans la très grande majorité des cas, les microbes pathogènes agissent par leurs produits toxiques, on pourrait croire — et on l'a supposé à maintes reprises — que l'immunité naturelle des maladies infectieuses dépend de l'insensibilité de l'organisme réfractaire pour les poisons correspondants.

Cette supposition n'a pas pu résister à la critique. Il est incontestable qu'il y a des exemples où une espèce animale résiste à la fois au microbe et à sa toxine. Mais ces cas sont rares et le plus souvent l'organisme, réfractaire ou peu sensible aux microbes, est au contraire très sensible à leurs produits toxiques. Même les microbes qui presque constamment viennent en contact avec l'organisme humain, sans devenir pathogènes, produisent des toxines, capables d'altérer gravement la santé. Prenons comme exemple le bacille du

(1) Etude expérimentale sur les glandes lymphatiques des invertébrés. *Mélanges biologiques de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg*. T. XIII, 1894, p. 458.

pus bleu. Ce microbe est un des plus répandus dans l'entourage de l'homme. D'après Schimmelbusch (1), il se rencontre sur la peau des aisselles et de la région inguinale de la moitié des hommes. De la peau, il passe très souvent dans les pansements qui prennent alors cette coloration bleue caractéristique, connue depuis longtemps. Le même bacille se trouve aussi dans les intestins des personnes malades ou bien portantes. M. Iakowski (2) l'a rencontré dans les excréta, sortis par la fistule stercorale, chez deux femmes opérées. Eh bien, malgré ces conditions particulièrement favorables pour produire des infections, le bacille pyocyanique reste inoffensif. Ce n'est que chez les enfants, et encore dans des cas bien rares, qu'il peut être incriminé comme cause de maladie. L'homme jouit donc le plus souvent d'une véritable immunité naturelle vis-à-vis de ce microbe. Et cependant ce n'est pas à son insensibilité pour la toxine pyocyanique qu'il en est redevable. Schaffer (3), après s'être injecté dans l'épaule un demi-cc. d'une culture pyocyanique stérilisée, a eu de la fièvre et une tuméfaction érysipélateuse. MM. Boucharde et Charrin (4) injectèrent de la toxine pyocyanique à des malades qui réagirent par de la fièvre plus ou moins forte, ainsi que par d'autres manifestations toxiques. Un autre saprophyte des plus communs, le *Micrococcus prodigiosus*, n'est jamais capable de provoquer une maladie infectieuse, ce qui n'empêche pas ses produits d'exercer une action toxique souvent très grave chez l'homme. La grenouille, réfractaire au vibrion cholérique, subit une intoxication mortelle après l'injection de la toxine cholérique. Un exemple des plus frappants nous est fourni par le bacille tuberculeux humain et la tuberculine. L'homme résiste beaucoup plus à l'action pathogène de ce microbe et en même temps il est incomparablement plus sensible à sa toxine (tuberculine) que le cobaye. D'après les recherches de MM. de Behring et Kitashima (5), la brebis est l'espèce de mammifères la plus sensible au poison tuberculeux; les bovidés et le cobaye occupent le rang inférieur, dans l'échelle de sensibilité. Par contre, le cobaye est de beaucoup le plus sensible vis-à-vis du bacille tuberculeux; les bovidés le sont déjà moins et la brebis résiste encore mieux à la tuberculose. Il est inutile de multiplier

(1) *Ueber grünen Eiter, Sammlung klin. Vorträge*, n° 62. Leipzig, 1893.

(2) Processus chimiques dans les intestins de l'homme, *Archives des sciences biologiques de Saint-Petersbourg*. T. I, 1892, p. 339.

(3) Cité d'après Schimmelbusch, *l. c.*

(4) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1892. T. II. p. 1226.

(5) *Berliner klin. Wochenschr.*, 1901, p. 163.

les exemples. L'immunité contre l'infection microbienne et contre l'intoxication sont deux propriétés distinctes, de sorte qu'il est impossible de réduire la première à une sensibilité pour les toxines. Il faut donc considérer séparément ces deux sortes d'immunités, et nous nous arrêterons d'abord sur la résistance de l'organisme animal vis-à-vis des microbes infectieux vivants.

Les animaux et l'homme réfractaires peuvent être inoculés avec une quantité de microbes, sans en être incommodés. Ainsi M. Opitz (1) injectait dans le sang de chiens 10.000.000 de microbes. Vingt minutes plus tard il n'en retrouvait plus que 9.000. Il est donc tout naturel de se demander ce que deviennent ces microbes après leur pénétration dans l'intimité de l'organisme réfractaire ? On a pensé que celui-ci se débarrasse des germes pathogènes de la même façon que de toutes sortes de poisons solubles. Certains de ces poisons, comme l'iode et l'alcool, sont en majeure partie éliminés par les reins ; d'autres, comme le fer, le sont par le tube digestif. Pourquoi, se disait-on, les microbes ne seraient-ils pas aussi éliminés par les mêmes émonctoires ? M. Flügge a adopté cette manière de voir et l'a exposée dans son traité sur les ferments et les microbes (2). Il proposa même à M. Wyssokowitch (3) d'exécuter une grande série d'expériences dans le but de vérifier cette théorie. Mais un grand nombre de recherches très soignées ont donné un résultat tout opposé à la prévision de M. Flügge. Les microbes de diverses espèces, injectés dans les vaisseaux sanguins de lapins et de chiens ne s'éliminent jamais, dans les cas où ces animaux sont réfractaires, ni par les reins, ni par aucun des autres émonctoires étudiés. Lorsque les bactéries passent dans les sécrétions, il s'est produit sûrement des lésions plus ou moins graves des tissus.

Ce résultat a pu être confirmé à maintes reprises et a été accepté comme généralement acquis. L'élimination des microbes par l'urine indique l'absence de l'immunité et manifeste au contraire une sensibilité de l'organisme. Dans beaucoup de septicémies, comme celles qui sont produites par la bactériémie charbonneuse, par le streptocoque ou autres, ou bien dans des maladies moins généralisées, comme la fièvre typhoïde, les bactéries se retrouvent dans l'urine et souvent

(1) *Zeitschrift für Hygiene*. T. XXIX, 1898, p. 548.

(2) *Fermente und Mikroparasiten*, dans *Ziemssen et Pettenkofer, Handbuch der Hygiene*, 1883.

(3) *Ueber die Schicksale der in's Blut injicirten Mikroorganismen*, *Zeitschr. f. Hygiene*. T. I, 1886, p. 1.

même en grande quantité. Dans ces cas, il ne s'agit de rien moins que d'un état tant soit peu réfractaire.

Et cependant, dans ces dernières années, on a publié plusieurs travaux, dont le but était de démontrer la fausseté de ce résultat qui paraissait définitif. C'étaient d'abord MM. Biedl et Kraus (1) à Vienne qui annoncèrent dans un travail circonstancié que les microbes peuvent passer facilement dans le rein intact et que celui-ci, remplissant sa fonction physiologique, en débarrasse l'organisme. Les microbes abandonnent les capillaires sanguins par voie de diapédèse normale et sont ensuite éliminés avec le liquide urinaire. Le foie, à l'état physiologique, d'après les recherches des mêmes auteurs, est également capable de donner passage aux microbes pour aider à en décharger l'organisme. Par contre, le pancréas et les glandes salivaires se sont montrés impuissants à remplir la même fonction. M. de Klecki (2) est arrivé de son côté à des résultats semblables. Pour lui aussi le rein est le principal organe d'élimination des microbes, ayant pénétré dans un organisme réfractaire.

En présence de ces contradictions, M. Opitz (3) s'est mis à étudier la même question dans le laboratoire de M. Flügge à Breslau. Après avoir soumis à la critique les procédés techniques de ses prédécesseurs et exécuté une série d'expériences nouvelles, il s'est prononcé d'une façon catégorique dans ce sens « qu'une sécrétion physiologique par les reins des microbes qui circulent dans le sang, n'existe pas en réalité ». Pour M. Opitz, « l'apparition fréquente des microbes dans l'urine des animaux auxquels on avait injecté peu de temps auparavant des bactéries vivantes dans le sang, dépend des lésions mécaniques et chimiques de la paroi vasculaire et des épithéliums rénaux ».

On pouvait considérer la question comme définitivement résolue en faveur des premiers résultats de M. Wyssokowitch. Eh bien, malgré cela, il n'a pas manqué de voix en faveur d'une excretion physiologique des microbes par la voie rénale. M. Pawlowsky (4) a publié récemment un long travail sur ce sujet, dans lequel il essaie de démontrer que certains microbes, même lorsqu'on les introduit dans le tissu sous-cutané des animaux, passent au bout d'un temps très court

(1) *Zeitschrift f. Hygiene*. T. XXVI, 1897, p. 353.

(2) *Archiv f. experimentelle Pathologie*. T. XXXIX, 1897, p. 39.

(3) *Zeitschrift f. Hygiene*. T. XXIX, 1898, p. 528.

(4) *Ibid.* T. XXXIII, 1900, p. 261.

(un quart d'heure) dans les organes uropoïétiques et s'éliminent avec l'urine.

Il a fallu mettre fin à ces controverses et M. Métin (1) a entrepris des recherches personnelles à l'Institut Pasteur dans le but d'éclaircir la question. Il s'est mis à l'abri des reproches qu'on avait le droit de faire à ses prédécesseurs et a expérimenté dans des conditions qui ne laissent rien à désirer. Il injectait plusieurs espèces microbiennes dans les veines de lapins et dans le tissu sous-cutané de cobayes. A divers intervalles, il pratiquait la laparotomie de ses animaux, attirait la vessie au dehors et prélevait de l'urine de façon à ce qu'il n'y pénétre aucune trace de sang. Le résultat a été des plus concluants. Jamais, lorsque l'expérience se faisait dans les conditions rigoureuses que je viens d'indiquer, les microbes ne traversaient les reins des animaux résistants et ne se retrouvaient dans leur urine.

Les recherches de M. Métin sur le passage des microbes à travers le foie chez des animaux réfractaires ont abouti au même résultat. Dans aucun cas, il n'a pu retrouver dans la bile, les microbes injectés dans le sang ou sous la peau. A la fin de son mémoire, M. Métin le résume dans les deux propositions suivantes : « 1° Les reins et le foie sont imperméables aux bactéries introduites dans l'organisme, soit par la voie sous-cutanée, soit par la voie intraveineuse ; 2° Lorsque les tubes d'ensemencement contiennent des colonies du microbe injecté, c'est qu'il y a eu dans le liquide ensemencé une certaine quantité de sang, indice d'une lésion vasculaire ou épithéliale, mécanique ou chimique ». Nous avons assisté aux expériences de M. Métin et nous pouvons témoigner de leur exactitude.

Le doute n'est donc plus possible. L'élimination des microbes de l'organisme réfractaire ne se fait ni par les reins, ni par le foie, conformément aux résultats obtenus d'abord par M. Wyssokowitch. Quelques observateurs ont affirmé que cette élimination pouvait se faire par les glandes sudoripares. Ainsi M. Brunner (2) a fait quelques expériences avec des porcelets et des chats, auxquels il avait préalablement injecté des microbes, pour la plupart pathogènes. Après avoir produit une transpiration à l'aide de la pilocarpine, il ensemencait la sueur et observait le développement de bactéries pareilles à celles qu'il avait introduites dans le sang. Dans une expérience unique avec un saprophyte (*Coccobacillus prodigiösus*), il a obtenu également

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*. T. XIV, 1900, p. 415.

(2) *Berliner klinische Wochenschrift*, 1891, p. 505.

un résultat positif, d'où il a conclu que l'organisme réfractaire se débarrasse des microbes qui circulent dans le sang par la voie des glandes sudoripares. Mais il est d'autant moins permis de tirer une conclusion de cette expérience que le museau du porcelet, siège de la transpiration, est très sujet à de petites lésions vasculaires qui pouvaient fournir les bactéries, développées sur les plaques de M. Brunner. Du reste, même avec des microbes pathogènes, qui pullulent dans le sang; la sueur en reste généralement dépourvue. C'est ce qui a été constaté par M. Krikliwy (1) sur des chats, auxquels il avait inoculé du charbon et chez lesquels, malgré le passage de nombreuses bactériidies dans la circulation, la sueur n'en renfermait aucune.

Les microbes, après leur pénétration dans l'organisme réfractaire, ne s'éliminent par aucun des émonctoires qui servent à l'élimination de beaucoup de poisons solubles. Il a fallu chercher une autre voie pour expliquer la disparition des microbes qui pénètrent si souvent et par des moyens si divers dans le sein d'un organisme résistant. Car il est bien prouvé que dans ces cas les microbes finissent réellement par disparaître complètement. Le fait a été si souvent observé qu'il est inutile d'en fournir la démonstration. Peut-être les microbes subissent-ils dans l'organisme réfractaire le sort des corpuscules étrangers qui pénètrent ou que l'on introduit dans la circulation. On sait depuis longtemps, surtout grâce aux travaux de Hoffmann et Recklinghausen (2), ainsi qu'à celui de Ponfick (3), que les grains de carmin ou de vermillon, injectés dans le sang, se déposent dans plusieurs organes. On en trouve dans la rate, les ganglions lymphatiques et la moelle des os. Une certaine quantité de ces corps étrangers se fixent même dans le foie et les reins. Seulement, au lieu de passer dans la bile et l'urine, ils restent logés dans le tissu interstitiel de ces glandes. Les observateurs que je viens de citer ont bien vu que les grains colorés ne restent pas longtemps dans le sang ni dans la lymphe, mais se retrouvent dans l'intérieur des éléments cellulaires. Ces grains persistent pendant des semaines sans aucune modification appréciable, différant en cela des microbes qui, le plus souvent, disparaissent de l'organisme réfractaire après quelques jours, souvent même déjà après quelques heures. Cette disparition pourrait être plus justement comparée à la résorption des éléments corpusculaires qui aboutit à une

(1) *Vratch* (en russe), 1896, nos 8-12.

(2) *Centralblatt für die medicin. Wissenschaften*, 1867, n° 31.

(3) *Virchow's Archiv für pathologische Anatomie*. T. XLVIII, p. 1.

atrophie plus ou moins complète. Des faits de résorption du pus, du sang extravasé, de la muqueuse de l'utérus en gestation, etc., sont connus depuis longtemps et c'est parmi eux qu'on pouvait chercher des analogies avec la disparition des microbes. Lorsqu'on injecte des bactéries de diverses espèces à des animaux réfractaires ou peu sensibles, on constate toujours une réaction locale sous forme d'inflammation, accompagnée d'apparition de globules blancs. Peu à peu, les microbes introduits disparaissent du foyer ; l'exsudat devient stérile et finit lui aussi par se résorber complètement. Des recherches nombreuses, que nous allons exposer dans les chapitres suivants, ont, en effet, démontré la grande analogie entre la disparition des microbes de l'organisme réfractaire, et la résorption des éléments corpusculaires ou des cellules animales.

L'analyse des phénomènes de cette résorption nous facilitera d'une façon considérable l'étude de l'immunité contre les microbes. Lorsqu'il se produit quelque part dans l'organisme une collection purulente, un épanchement sanguin ou une rupture d'organe, ces lésions se réparent souvent au bout d'un temps plus ou moins long. Dans les cas où les éléments cellulaires conservent leur intégrité complète, ils se résorbent dans les vaisseaux lymphatiques et passent dans la circulation sanguine. A l'occasion des recherches sur la transfusion du sang, M. Hayem (1) a observé « que le sang injecté dans le péritoine est absorbé en nature et qu'il passe avec ses éléments anatomiques dans la circulation générale ». Il a pu constater « que les voies lymphatiques jouent un rôle important dans cette absorption ». M. Lesage d'Alfort (2) a confirmé ce résultat. Il a trouvé pour le chien que « une heure après l'hémorragie abondante, provoquée expérimentalement dans le péritoine, les hématies commencent à passer librement, sans altération et en très grand nombre, dans le canal thoracique ». J'ai constaté une résorption pareille des globules rouges de cobaye, injectés dans la cavité péritonéale d'autres individus de même espèce. Les globules blancs peuvent être aussi absorbés par les vaisseaux lymphatiques sans être modifiés d'aucune façon. A la fin d'une réaction inflammatoire de faible intensité, provoquée chez des animaux à sang froid et notamment chez des têtards de grenouilles, on observe le passage direct de leucocytes de l'exsudat dans le système lymphatique.

(1) *Comptes rendus de l'Acad. d. Sciences de Paris*. T. XCVIII, 1884, p. 749.

(2) *Compt. rend. de la Société de biologie*, 1900, p. 533.

Mais les exemples que je viens de citer sont tout à fait exceptionnels. Dans la très grande majorité des cas, les éléments cellulaires, soumis à la résorption, sont saisis par des cellules amiboïdes et disparaissent dans leur intérieur. Même dans la résorption des hématies, répandues dans la cavité péritonéale de la même espèce animale, un certain nombre de ces globules ne passent pas directement dans la circulation, mais sont d'abord englobés par les éléments amiboïdes. Ce fait est aussi signalé par M. Lesage. Dans les exsudations inflammatoires, les leucocytes deviennent également la proie de leurs congénères. Les globules blancs englobés peuvent être reconnus pendant quelque temps dans l'intérieur d'autres leucocytes ; mais ils se désagrègent bientôt et finissent par disparaître complètement. Lorsqu'on introduit dans n'importe quelle partie de l'organisme, non plus des cellules isolées, comme les leucocytes, mais des fragments de tissus ou d'organes, on observe toujours le même mode de résorption. Les morceaux introduits sont entourés et infiltrés par des cellules amiboïdes et sont résorbés dans leur intérieur.

Le mode de résorption que je viens de signaler est tout à fait général. Il s'applique à toutes sortes de cellules et s'observe dans l'organisme absolument normal, comme dans un grand nombre d'états pathologiques. On connaît depuis plus de 50 ans des cellules qui renferment des globules rouges (« blutkörperchenhaltige Zellen » des auteurs allemands) et qu'on rencontre dans la rate, les ganglions lymphatiques et dans beaucoup de produits pathologiques. Pendant longtemps, on ne savait pas expliquer comment les hématies peuvent se trouver dans l'intérieur d'autres cellules. M. Virchow (1) pensait qu'elles y parvenaient à la suite d'une pression mécanique. Ce n'est que plus tard que plusieurs histologistes ont réussi à déterminer la vraie nature des cellules renfermant des globules rouges et à reconnaître qu'il s'agit de leucocytes ayant englobé des hématies. On a beaucoup discuté aussi sur la présence de leucocytes dans l'intérieur de grosses cellules dans les exsudats. On pensait que ce sont des cellules-mères qui renferment une génération nouvelles de petites cellules. On décrivait la fusion entre la grosse cellule et celles qui se trouvent dans son intérieur ; mais c'est Bizzozero (2) qui a reconnu que la première était une cellule amiboïde qui avait englobé des globules de pus.

(1) *Virchow's Archiv*. T. IV, 1852, p. 536.

(2) *Handbuch der klinischen Mikroskopie*, 1887, p. 108 ; *Gazzeta medica lombarda*, 1871 et 1872 ; *Wien. medic. Jahrbücher*, 1872, p. 160.

Depuis on a décrit un grand nombre de cas où des éléments cellulaires différents se trouvaient dans de grosses cellules. On n'hésitait plus à les interpréter comme des exemples d'englobement par des leucocytes ou des cellules analogues.

Quant aux changements que les éléments inclus subissent dans l'intérieur des cellules amiboïdes, il faut les comparer à la digestion intracellulaire. Lorsqu'on étudie parallèlement les modifications des particules ingérées par les amibes et celles que subissent les cellules englobées dans le processus de la résorption, on constate une analogie frappante. Pour l'établir d'une façon suffisante, il est indispensable de commencer par une étude de la digestion intracellulaire proprement dite, d'autant plus que ce phénomène constitue la base fondamentale de toute la théorie développée dans ce livre.

Nous avons déjà vu, dans nos deux premiers chapitres, des exemples de cette digestion intracellulaire chez les protozoaires (amibes, infusoires, etc.) et chez les myxomycètes à l'état de plasmode. Dans tous ces cas, elle se faisait dans l'organisme, en milieu nettement acide, à l'aide de ferments qui ont pu être mis en évidence chez les amibes et les myxomycètes et qui présentent une analogie tantôt avec la trypsine, tantôt avec la pepsine.

Les Invertébrés inférieurs fournissent la principale source de nos connaissances sur la digestion intracellulaire dans les organes digestifs. On la trouve chez les éponges, chez tous les coelentérés (méduses, siphonophores, cténophores, etc.), chez la grande majorité des turbellariés (planaires, rhabdocèles) et chez certains mollusques (gastéropodes inférieurs). Chez les Invertébrés plus élevés sur l'échelle animale, la digestion intracellulaire dans les organes digestifs devient de plus en plus rare ; quelquefois elle ne se manifeste qu'à l'état larvaire (*Phoronis*) et elle finit par céder la place d'une façon définitive à la digestion par des sucs digestifs, sécrétés dans le tube gastro-intestinal.

Dans son aperçu de la physiologie comparée de la digestion, Kruckenberg (1) a voulu établir deux types : la digestion protoplasmique, ou cellulaire, et la digestion sécrétoire. La première s'effectuerait, d'après lui, par une action vitale, indépendante d'une production quelconque de ferments solubles. Ce n'est que la digestion sécrétoire, propre aux vertébrés et à presque tous les invertébrés supérieurs, qui s'accomplirait à l'aide de ces ferments (diastases ou enzymes). Beaucoup de savants ont adopté cette manière de voir et maintien-

(1) *Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Verdauung*, 1882.

nent l'opinion que la digestion intracellulaire présente un phénomène purement vital, essentiellement différent de la digestion chimique, due aux sucs sécrétés dans le tube gastro-intestinal, et renfermant des ferments solubles. Cette théorie est entièrement erronée et les lignes qui suivent doivent fournir des preuves abondantes de la justesse de mon affirmation.

Les protozoaires, à cause de leur petit volume, ne conviennent pas à des recherches sur les phénomènes intimes de la digestion intracellulaire. Parmi les animaux plus élevés, les planaires se prêtent plus facilement à l'observation de ce processus. Ces vers plats sont très communs dans les eaux douces, comme aussi dans la mer, et se laissent facilement nourrir en captivité. Ce sont des êtres rapaces qui, entre autres, sucent volontiers du sang d'homme ou d'animaux. On n'a qu'à les maintenir à jeun pendant quelques jours, après quoi, en leur donnant une goutte de sang, on voit leur tube digestif se remplir de ce liquide (fig. 6). La planaire blanche, ou *Dendrocoelum lacteum*, se prête bien à ces recherches. Après avoir pompé du sang de quelque vertébré, ce ver laisse par transparence apercevoir toute la longueur de son intestin avec ses nombreuses ramifications. Pendant quelque temps, cet organe reste coloré en rouge vif, mais peu à peu le ton devient brunâtre ou faiblement violet. Ces changements de coloration rappellent bien ceux qu'on observe dans les épanchements de sang dans la peau de l'homme à la suite de contusions. L'examen microscopique des planaires, nourries avec du sang, démontre que la coloration de leur tube digestif dépend des différents stades de la digestion des hématies. Tous les globules rouges sont, aussitôt après la prise du sang par la planaire, englobés par les cellules épithéliales de l'intestin. Fixés sur la paroi par leur col aminci, ces éléments se présentent sous forme de grosses

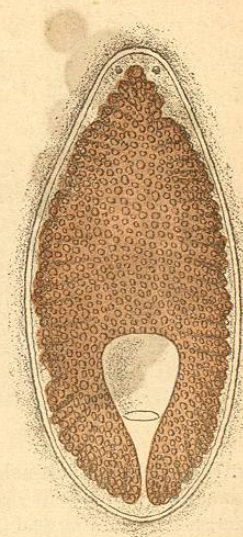


Fig. 6. — Jeune planaire, quelque temps après avoir sucé du sang d'oise.