

amenaient le resserrement des pores, qui n'étaient franchis qu'au bout d'un certain temps.

Dans ces phénomènes manifestés par les cellules ectodermiques, contractiles quoique non phagocytaires, on peut établir une analogie, mais aussi une différence avec les plasmodes des myxomycètes. L'analogie consiste en une sensibilité vis-à-vis de la composition chimique du milieu ambiant, propre aux cellules ectodermiques des éponges et au plasmode. La différence s'accuse dans la manière de réagir. Tandis que le plasmode, colonie cellulaire mobile, s'éloigne de la cause qui a provoqué la sensibilité (chimiotaxie, thermotaxie ou autre) négative, l'éponge, organisme immobile, évite cette même cause, en ne la laissant pas pénétrer dans son corps.

Malgré l'insuffisance de nos connaissances, nous avons pourtant le droit d'affirmer que dans la lutte de l'organisme contre les différentes causes nuisibles, les spongiaires mettent en jeu leurs propriétés cellulaires, surtout la sensibilité et la contractilité des éléments ectodermiques et le pouvoir englobant et digestif des cellules du mésoderme et de l'entoderme. Ce résultat pourra servir de point de départ aux phénomènes de réaction plus compliqués qu'on retrouve chez d'autres animaux.

## CINQUIÈME LEÇON

SOMMAIRE. — *Cœlentérés, Echinodermes et Vers.* — Traumatisme et régénération des hydres. — Accumulation des phagocytes chez les méduses acalèphes. — Phagocytes des étoiles de mer. — Inflammation chez les *Bipinnaria*. — Réaction de la part des cellules périscérales des annélides. — Réaction phagocytaire dans les infections des Naïs et des lombrics. — Lutte entre les phagocytes du lombric et les *Rhabditis*. — Infections microbiennes des vers.

Quoique les *Cœlentérés* se distinguent des Spongiaires par une organisation plus élevée, cependant il y a dans ce type des représentants nombreux qui ne possèdent que deux feuillettes, et chez lesquels le mésoderme fait complètement défaut. Or, comme c'est justement le mésoderme qui joue souvent, comme nous avons pu le voir dans l'exemple des éponges, le rôle principal dans les processus pathologiques, il serait intéressant de savoir comment se passent ces phénomènes chez les animaux à deux feuillettes, tels que les hydres et leurs congénères.

Déjà au siècle dernier on observait souvent le polype d'eau douce au point de vue des phénomènes qui succèdent aux lésions de toute sorte, et c'est surtout à

TREMBLEY qu'on doit la constatation d'un pouvoir de régénération tout à fait étonnant. On peut couper l'hydre en plusieurs morceaux, introduire dans son intérieur des corps piquants, et en général provoquer des lésions d'une gravité extraordinaire, sans empêcher la réintégration brève et complète. Dans une expérience de M. ISCHIKAWA (1), la partie antérieure lésée d'une hydre fut complètement guérie déjà au bout de vingt

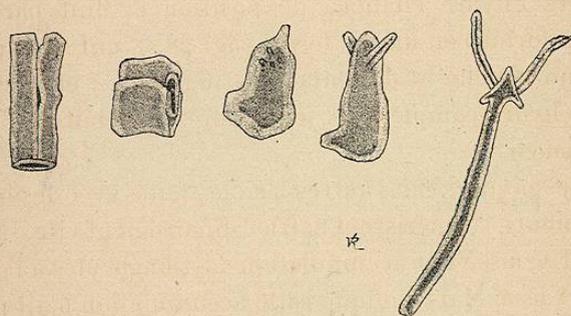


FIG. 28. — Régénération d'une hydre (d'après ISCHIKAWA).

minutes. Des hydres, coupées tout le long de leur corps et étalées sur un liège, parviennent à se reconstituer complètement au bout d'un peu plus de vingt-quatre heures.

Une hydre, à laquelle M. ISCHIKAWA enleva d'abord la tête avec ses tentacules, et dont il coupa ensuite le corps entier dans toute sa longueur, fut fixée sur un morceau de liège de façon que l'entoderme fut dirigé en dehors. Pour léser ce feuillet, l'hydre, ainsi préparée, fut retirée de l'eau et exposée pen-

(1) *Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie*, vol. XLIX, 1889, p. 433.

dant cinq minutes à l'air. Détachée ensuite du liège et mise dans l'eau, l'hydre se roula d'abord en cylindre, dont la surface extérieure était représentée par l'entoderme (fig. 28,1); bientôt cependant elle se retourna de sorte que les deux feuillets furent disposés comme dans l'état normal. Mais pendant ce renversement il s'insinua un filament d'algue qui empêcha la soudure des bords rapprochés (fig. 28,2). Alors l'hydre changea de position et finit par se transformer en un sac fermé (fig. 28,3), qui se munit d'une bouche et de tentacules (fig. 28,4,5) et devint une hydre complète six jours après le début de l'expérience.

Les piqûres et les autres lésions, faites avec des instruments, se guérissent extraordinairement vite, sans qu'il se fasse une accumulation des phagocytes à l'endroit lésé. Mais quoique cette accumulation n'ait pas lieu à cause de l'absence d'un mésoderme, il ne faut point croire que la fonction phagocytaire fasse complètement défaut. Tout l'entoderme de l'hydre est formé par des phagocytes fixes, sous forme de cellules épithéliales capables d'envoyer des prolongements amiboïdes à leur surface libre, et d'englober différents corps étrangers.

Chez les hydropolypes coloniaux marins, non seulement l'entoderme, mais quelquefois aussi l'ectoderme, est composé de phagocytes, remplissant un rôle prophylactique important (1). Ces animaux sont comme l'hydre capables de se régénérer. Si on coupe la tête

(1) Voir mon article dans *Arbeiten des zool. Institutes zu Wien*, t. V, 1883, pp. 143-146.

de ces hydraires, par exemple des Podocorynes, et si on laisse le tronc en communication avec la colonie, il se refait une nouvelle tête, tandis que la tête détachée se fixe et régénère un nouveau tronc.

Le point commun de tous ces phénomènes consiste en un pouvoir régénérateur tellement développé et rapide, que le danger d'une infection devient insignifiant ou nul. Nous ne voyons donc que le côté régénératif du processus inflammatoire, mais non l'inflammation même, ou au moins l'accumulation des phagocytes à l'endroit lésé.

Ce dernier phénomène n'est cependant pas du tout étranger à l'organisme des cœlentérés. La plupart de ces derniers, comme les méduses acraspèdes, les Cténophores et les véritables polypes, possèdent un mésoderme assez développé renfermant dans leur substance intercellulaire une quantité de cellules amiboïdes, qui jouissent de toutes les propriétés phagocytaires.

Prenons une grande méduse, connue sous le nom de *Rhizostomum Cuvieri*, et introduisons dans sa cloche gélatineuse un corps étranger piquant, par exemple une écharde de bois ou simplement une épingle. Le lendemain déjà, à l'œil nu nous verrons autour de ces corps un nuage blanc qui, à l'examen microscopique, se montrera composé d'une multitude de cellules amiboïdes, réunies à l'endroit lésé. Il se produit le même phénomène chez un autre acalèphe, *Aurelia aurita*. Si le corps étranger introduit dans la cloche de la méduse a été d'abord trempé dans une poudre colorante (p. ex. du carmin), les phagocytes réunis au

point de la lésion se trouveront remplis des grains colorés. Les cellules amiboïdes accumulées autour du corps étranger restent isolées ou bien confluent pour former de petits plasmodes.

Nous voyons donc chez ces méduses, animaux complètement dépourvus de vaisseaux sanguins, les phagocytes du mésoderme s'approcher en passant à travers une substance gélatineuse, assez dure quelquefois (comme chez le *Rhizostomum*), et englober les petits corps introduits ou entourer par leur masse les grands corps étrangers.

L'analogie avec les phénomènes de réaction chez les éponges est incontestable, et cependant entre le mésoderme de ces animaux et celui des méduses il existe déjà une différence notable. Tandis que chez les spongiaires les phagocytes mésodermiques jouent un rôle important dans la nutrition par les aliments solides, ce phénomène ne s'observe point chez les méduses et tous les cœlentérés possédant un mésoderme. La nutrition de ces animaux est uniquement réservée à l'entoderme qui est composé, chez tous les cœlentérés, d'un épithélium phagocytaire complètement séparé du mésoderme, au moins dans l'état adulte. Pourtant les phagocytes mésodermiques, quoique privés de la fonction nutritive, conservent leur propriété de s'approcher des corps étrangers, de les englober ou de les entourer, et de digérer certains d'entre eux. Cette fonction ne s'exerce pas seulement vis-à-vis des corps étrangers parvenus à l'aide de lésions dans le corps des cœlentérés; elle se manifeste également vis-à-vis des éléments propres de ces

animaux. Ainsi les cellules génitales avortées, qui s'observent si souvent chez les Méduses maintenues en captivité, deviennent régulièrement la proie des phagocytes qui les entourent comme d'une sorte de follicule. Il est évident que ces cellules mésodermiques n'ont point perdu leur propriété primitive de digestion intracellulaire, et, quoiqu'elles se soient nettement séparées de l'entoderme, leur origine commune avec ce feuillet peut être encore démontrée par les faits de l'embryogénie.

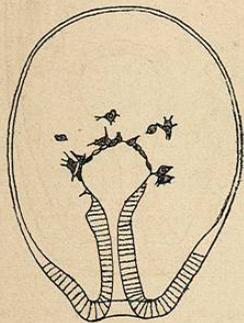


FIG. 29. — Formation des phagocytes chez la larve de l'*Astropecten*.

Le développement des cellules amiboïdes du mésoderme aux dépens de l'entoderme, fait très répandu dans le règne animal, peut être plus facilement poursuivi chez les différents représentants du type des Échinodermes, notamment chez les oursins et les étoiles de mer. Prenons comme exemple l'*Astropecten pentacanthus*, étoile de mer très fréquente dans le golfe de Trieste. L'œuf segmenté se transforme en une sphère composée de cellules vibratiles, dont une partie s'enfonce dans la cavité de l'embryon pour former le premier rudiment du canal intestinal avec ses annexes. La larve prend bientôt les caractères d'une véritable *gastrula* et se compose d'un ectoderme, ou couche extérieure, et d'un entoderme en forme de cul-de-sac, ouvert par un orifice au pôle inférieur. L'espace intermédiaire entre les deux couches,

ou cavité générale de la larve, est rempli d'une substance homogène et presque liquide, qui se peuple de cellules amiboïdes du mésoderme. Celles-ci ne sont autre chose que des cellules du cul-de-sac entodermique détachées et devenues migratrices (1) (fig. 29). A peine isolées et parvenues dans la cavité générale, ces cellules mobiles peuvent déjà remplir leur fonction phagocytaire. Parmi les larves nombreuses de l'*Astropecten* qui nagent sur la surface de la mer, il s'en trouve quelques-unes dont l'ectoderme mince est lésé par un corps piquant qui a pu pénétrer ainsi dans la cavité générale du corps (fig. 30). Mais dès que la larve a éprouvé la lésion, les cellules mésodermiques s'approchent du corps étranger, et l'entourent entièrement en se fusionnant en petits plasmodes (fig. 31). Ces derniers, préparés convenablement (avec l'acide osmique à 0,5 pour 100 et colorés avec le picrocarmin), montrent dans leur intérieur un certain nombre de noyaux, dont l'aspect prouve l'absence complète d'une prolifération cellulaire. La réaction de ces larves, qui peut être pour-

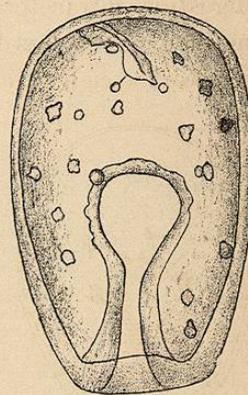


FIG. 30. — Gastrula avec un corps étranger dans sa cavité générale.

(1) Voir à ce propos mon article dans le *Zeitschrift f. wissen. Zoologie*, 1885, t. XLII. Voir aussi la discussion entre M. SELENKA et moi et le travail plus récent de M. KORSCHULT, dans les *Zoologische Jahrbücher*, t. IV, 1889.

suivie pas à pas chez ces êtres tout à fait transparents, consiste donc uniquement en une accumulation de phagocytes mésodermiques autour du corps étranger. Il faut noter que ces larves sont totalement privées de systèmes nerveux, vasculaire et musculaire, de sorte qu'on ne peut aucunement invoquer l'intervention de ces organes. La réaction se fait donc par une sorte d'action indépendante des phagocytes

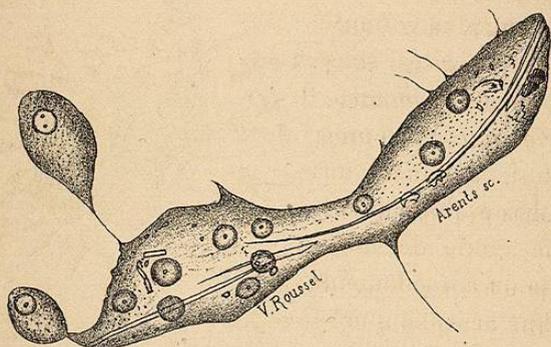


FIG. 31. — Le corps étranger de la fig. 30 entouré par un plasmode de la larve (fort grossissement.)

mêmes, et n'est accompagnée ni d'afflux de parties liquides (qui font complètement défaut), ni de phénomènes prolifératifs. L'absence de ces derniers s'explique facilement par le fait que le corps étranger, étant très mince, n'a provoqué qu'une lésion de l'ectoderme tout à fait insignifiante.

Chez les larves plus avancées dans leur développement et plus compliquées dans leur organisation, la réaction se fait toujours de la même façon. J'ai vu souvent une algue marine, une espèce de *Chaetoceros*,

munie de poils très fins, s'accrocher à la surface des Bipinnarias (larves d'*Astropecten*) et pénétrer dans l'intérieur de leur corps. Dans tous les cas la lésion fut suivie d'une accumulation des phagocytes mésodermiques avec formation de plasmodes.

Dans les cas cités, les larves sont trop petites pour pouvoir servir aux expériences, et on doit se contenter d'observer simplement les lésions produites sans l'intervention de l'homme. Mais si on s'adresse aux larves beaucoup plus volumineuses, décrites sous le nom de *Bipinnaria asterigera*, et représentant également un état du développement d'une étoile de mer, on pourra facilement étudier les phénomènes de réaction provoqués par des lésions artificielles (1). On n'a qu'à introduire sous la peau d'une pareille larve un petit tube en verre ou une épine de rosier ou d'oursin, pour voir les cellules amiboïdes du mésoderme se grouper autour du corps étranger, formant de grands amas, perceptibles à l'œil nu. Tous les petits grains, accolés au corps introduit, ou mieux encore les grains de carmin ou d'indigo, dans lesquels ce corps a été d'abord enfoncé, sont avidement englobés par les phagocytes du mésoderme (fig. 32).

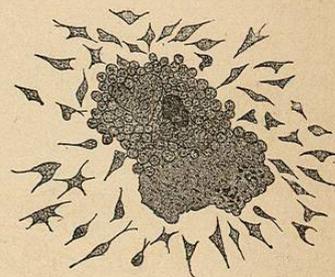


FIG. 32. — Amas de phagocytes autour d'une écharde. *Bipinnaria asterigera*.

(1) Voir mon article dans les *Arbeiten des zool. Institutes zu Wien*, 1883, t. V, p. 141.

Si au lieu de ces corps solides et piquants, on introduit sous la peau de *Bipinnaria* une gouttelette de sang, celle-ci sera également entourée par des cellules mésodermiques, qui formeront autour des amas d'hématies, de véritables plasmodes, c'est-à-dire des masses protoplasmiques polynucléaires, provenant d'une fusion complète des phagocytes (fig. 33). Les

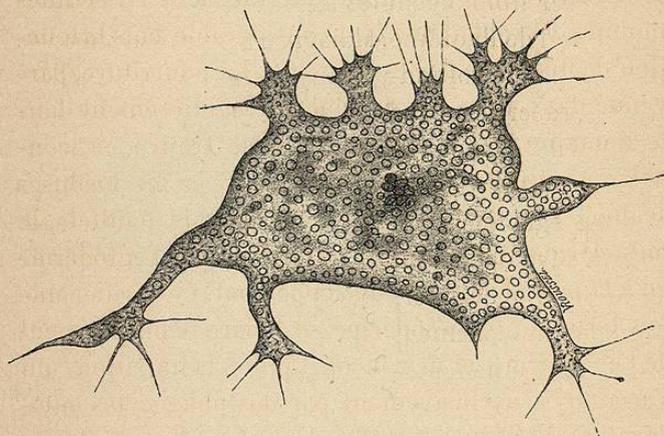


FIG. 33. — Plasmode, formé par les phagocytes de la *Bipinnaria*.

transformations des globules rouges du sang dans l'intérieur des cellules mésodermiques de la larve correspondent parfaitement à la digestion intracellulaire, phénomène qui peut être suivi également vis-à-vis des globules gras du lait.

L'introduction des bactéries sous la peau des *Bipinnaria* est aussi suivie de l'englobement de ces microbes par les phagocytes du mésoderme. La grande transparence des larves d'échinodermes, permet de constater facilement que les cellules amiboïdes

dévorent des bactéries vivantes, puisqu'elles sont encore mobiles.

En comparant les phénomènes de réaction chez les spongiaires, les cœlentérés, possédant un mésoderme, et les échinodermes, on est frappé de leur ressemblance essentielle, malgré les différences que présentent les animaux de ces trois types. Chez les sponges nous avons un mésoderme riche en cellules mobiles et prenant une part considérable dans la fonction de nutrition de ces animaux. La nourriture, parvenue dans leur corps, pénètre régulièrement dans le domaine du mésoderme, qui se trouve en connexion intime avec l'entoderme. Chez les méduses acalèphes et autres cœlentérés à trois feuillet, le mésoderme n'est en rapport direct avec l'entoderme qu'à la période de son développement. Ce dernier une fois terminé, le mésoderme se sépare définitivement de l'entoderme, et ne concourt plus à la nutrition, qui s'accomplit exclusivement par des phagocytes entodermiques. Chez les larves des échinodermes, la séparation des deux feuillet est aussi définitive; le mésoderme est également exclu de la fonction nutritive de l'animal, dont l'entoderme, unique organe de nutrition, n'est point capable de digestion intracellulaire. La digestion s'accomplit à l'aide de diastases sécrétées par les cellules entodermiques dans la cavité intestinale.

Eh bien, malgré toutes ces différences d'organisation, les cellules du mésoderme conservent leurs propriétés de s'approcher des corps étrangers, de les englober et les digérer dans le cas où ils sont diges-

tibles. Les lésions diverses, produites par ces corps étrangers, provoquent chez tous les animaux cités une agglomération de phagocytes mésodermiques avec ou sans formation de plasmodes, ou cellules géantes.

Le point commun des animaux en question consiste encore en ceci, que leurs phagocytes mésodermiques apparaissent sous forme de cellules étoilées du tissu conjonctif, répandues dans une substance intercellulaire semi-liquide ou gélatineuse. Dans tous les cas examinés, il n'y a eu ni sang, ni plasmé, ni globules, ni vaisseaux sanguins. Ces organes ne se trouvent ni chez les spongiaires, ni chez les coelentérés, et n'apparaissent chez les échinodermes qu'à une période beaucoup plus avancée que celles qui ont servi pour les recherches pathologiques citées.

Si nous nous adressons au type si varié des Vers, nous verrons d'abord des phénomènes de réaction qui se rattachent parfaitement à ceux que nous avons déjà vus chez d'autres animaux. Comme représentant des vers inférieurs, prenons le turbellarié si transparent, *Mesostomum Ehrenbergi*, et produisons une lésion sur une partie de son corps. Au bout d'un certain temps, les phagocytes du mésoderme se réuniront à l'endroit lésé, et nous les verrons remplis de granulations, ce qui les rend très ressemblants aux cellules de l'épithélium intestinal qui, chez les turbellariés, sont également de véritables phagocytes. Les cellules mésodermiques sont des éléments amiboïdes mobiles dispersés dans une masse intercellulaire gélatineuse, présentant par conséquent un tissu conjonctif mu-

queux, rappelant le mésoderme des éponges, méduses et échinodermes.

Chez les Vers plus élevés, les phagocytes mésodermiques sont représentés par des cellules suspendues dans le liquide périviscéral, ou par l'endothélium péritonéal. Ces deux espèces de cellules possèdent les mêmes propriétés phagocytaires très prononcées, et cette analogie fonctionnelle peut expliquer le fait que, chez des représentants très rapprochés, les cellules périviscérales sont tantôt très développées, tantôt manquent complètement. Ces éléments mésodermiques, en dehors de leur rôle phagocytaire, servent encore comme organes de la respiration et d'excrétion (1).

Une écharde, introduite dans la cavité périviscérale d'un annélide, comme par exemple *Terebella*, est bientôt enveloppée d'une couche épaisse de ces cellules « lymphatiques, » dont les propriétés phagocytaires sont prouvées par la facilité avec laquelle elles englobent les petits grains (de poudres colorées ou autres), accolés au corps piquant. Ce qui augmente l'intérêt de ce fait, c'est la présence chez la grande majorité des annélides d'un système vasculaire très développé et complètement clos. La réaction contre les corps étrangers se fait pourtant chez ces animaux au moyen des phagocytes mésodermiques seuls, tandis que les vaisseaux sanguins restent absolument passifs, ce qui peut être facilement constaté grâce à la coloration assez intense du liquide sanguin.

(1) Voir GROBEN, *Die Pericardialdrüse der chaetopoden Anneliden*, *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss.*, Wien, t. XCVII, 1888.