

la paroi intestinale ou bien ressort en dehors de la peau de l'animal. Dans ces cas (fig. 41,<sup>a</sup>), ce n'est que la partie entourée par les phagocytes qui subit la transformation décrite, tandis que l'autre, soustraite à l'action de ces cellules, reste parfaitement intacte.

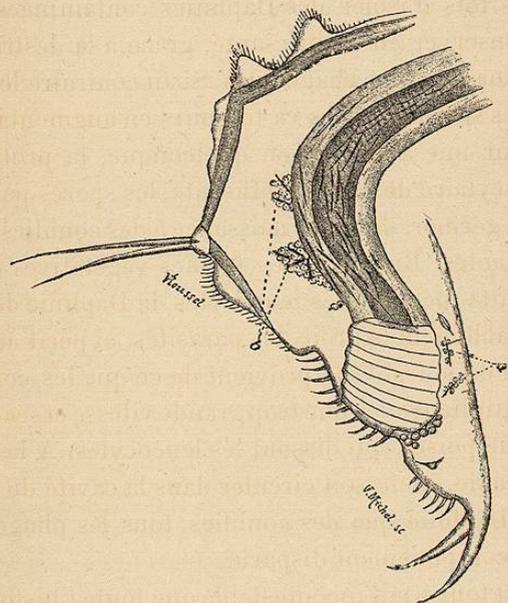


FIG. 43. — Partie postérieure d'une Daphnie.  
a. Spores de la *Monospora*, entourées par des amas de leucocytes.

Lorsqu'un grand nombre de spores pénètrent en même temps dans la cavité générale de la Daphnie, il se produit un amas de leucocytes, rappelant ainsi une infiltration ou une exsudation cellulaire (fig. 43,<sup>a</sup>). Nous voyons alors exactement le même phénomène que celui qui se produit à la suite du traumatisme, mentionné plus haut.

L'action phagocytaire des leucocytes, si manifeste et si facile à étudier chez les Daphnies transparentes, détruit des spores du microbe pathogène, empêche la germination du parasite et protège par conséquent l'organisme envahi. Il m'est arrivé plusieurs fois d'isoler des Daphnies contaminées et de les conserver en pleine santé, grâce à la destruction des spores par les phagocytes. Si au contraire le nombre des spores avalées va toujours en augmentant, ou si, pour une autre raison quelconque, la protection phagocytaire devient insuffisante, les spores parviennent à germer, donnant naissance à des conidies bourgeonnantes. Bien que ces formes végétatives soient aussi attaquées par les leucocytes, la Daphnie devient inévitablement la proie des parasites, et périt au bout de peu de jours. Cela provient de ce que les conidies se multiplient avec une trop grande vitesse et sécrètent quelque poison qui dissout les leucocytes. A la fin de la maladie, on ne voit circuler dans la cavité du corps de la Daphnie que des conidies, tous les phagocytes ayant complètement disparu.

Il est tout à fait incontestable que toute l'histoire de cette maladie des Daphnies se résume en une lutte de deux éléments, cellules du parasite et phagocytes. Malgré l'activité si étonnante des premières, dans la grande majorité des cas c'est la Daphnie, protégée par ses phagocytes, qui prend le dessus. Voilà pourquoi dans un bassin ou un aquarium, dans lequel sévit une épidémie de *Monospora*, la population des Daphnies reste toujours abondante. Il y a tous les jours des individus qui meurent de cette maladie, tandis que la

majorité résiste bien et se propage, comblant ainsi les lacunes formées par les morts.

Bien différents sont les ravages occasionnés par des parasites qui ne rencontrent aucune résistance de la part des phagocytes. Tel est le cas pour les Sapro-légnes. Les spores de ces champignons germent sur la surface extérieure des Daphnies ou d'autres crustacés (par exemple les Branchipus) et poussent leur filament mycélien dans le corps de ces animaux. Souvent ce filament utilise les petites fissures et les orifices produits par différentes causes (blessures ou petits canaux percés par des spores de Monospora, etc.). Une fois entrée dans la cavité du corps des crustacés, la Sapro-légne continue son développement dans ce milieu rempli de sang, ne rencontrant point d'obstacle d'aucun côté. Les leucocytes manifestent une grande indifférence vis-à-vis du mycélium qui se développe. Ce dernier finit du reste par dissoudre ces cellules et par amener la mort certaine de l'animal envahi. Une fois qu'une épidémie de Sapro-légnes s'est manifestée dans un aquarium, on peut être sûr qu'elle ne s'arrêtera pas avant d'avoir détruit toutes les Daphnies ou tous les Branchipus (1).

Plusieurs autres maladies des Daphnies, comme celles qui sont occasionnées par des bactéries *Pasteuria ramosa* (2) ou *Spirobacillus Cienkowskii* (3), ou bien des maladies produites par des sporozoaires (pé-

(1) Les Branchipus et les Artemia sont sujets à la maladie produite par la Monospora. Les phénomènes pathologiques dans ces cas doivent encore être étudiés.

(2) *Annal. de l'Inst. Pasteur*, 1888, p. 165.

(3) *Ibid.*, 1889, p. 265.

brine et autres), ne rencontrent qu'une faible résistance de la part des phagocytes. Dans ces conditions, il est tout naturel que ces maladies, une fois déclarées, ne guérissent jamais et amènent sûrement la mort des animaux attaqués.

La faiblesse de la protection phagocytaire, qui nous frappe chez les crustacés, se trouve très probablement en relation avec l'épaisseur des parois cuticulaires qui revêtent non seulement toute la surface extérieure, mais aussi l'intestin de ces animaux. Or, la cuticule chitineuse est très résistante et ne permet pas le passage de la grande majorité des microbes. Aussi voyons-nous que les petits crustacés, munis d'une enveloppe très dure, comme certains Copépodes, peuvent se passer complètement de phagocytes et ne renferment point de globules dans leur sang.

En ce qui concerne l'inflammation et la résistance vis-à-vis des microbes, les insectes se rattachent complètement aux crustacés. Toute sorte de traumatisme provoque chez eux aussi une accumulation des leucocytes à l'endroit menacé, fait dont on peut facilement se convaincre en cautérisant les pointes des appendices caudaux chez les larves d'éphémérides ou autres.

M. BALBIANI (1) a publié des recherches très intéressantes sur les Bactéries introduites dans le corps de différents insectes et araignées. Il a trouvé que beaucoup de bactéries saprophytes sont pathogènes et même mortelles pour un grand nombre de ces arthro-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CIII, p. 952.

podés. Mais tandis que les insectes riches en leucocytes, comme certains orthoptères, notamment les gryllides, résistent parfaitement à l'introduction d'un grand nombre de bacilles, les espèces pauvres en sang et en leucocytes, comme les lépidoptères, diptères et hyménoptères, sont très sujettes à l'infection par les saprophytes. La résistance des insectes de la première catégorie « doit être attribuée à l'action qu'exercent sur les bacilles deux ordres d'éléments de l'organisme des insectes, savoir, d'une part, les globules du sang qui, au moyen de leurs expansions pseudopodiques, s'emparent des bacilles flottants dans le sang, et les font pénétrer dans leur substance, où ils sont promptement désorganisés; d'autre part, les éléments du tissu péricardial, constitués par de grandes cellules à noyaux multiples, qui entourent le cœur ou vaisseau dorsal sous forme de plaques ou de cordons cellulaires plus ou moins développés suivant les types. A l'exclusion de tous les autres tissus du corps, le tissu péricardial a la propriété de retenir les bacilles charriés par le sang, et de les faire pénétrer dans l'intérieur de ses cellules composantes, où ils se détruisent comme dans les corpuscules sanguins (p. 953). »

Les insectes, si sensibles à l'infection par les bactéries les plus répandues et en apparence les plus inoffensives, sont néanmoins très rarement sujets à des épidémies d'origine bactérienne. La cause en est très probablement dans l'absence, chez les bactéries, de moyens pour pénétrer à travers les parois cuticulaires solides qui revêtent la peau, le canal

intestinal et les trachées des insectes. Outre la flacherie des vers à soie, découverte par M. PASTEUR (1) et faisant ses invasions par l'intestin, il existe chez les larves d'insectes quelques autres maladies, occasionnées par des bactéries. Ainsi les larves de l'*Anisoplia austriaca*, dans la Russie méridionale, sont quelquefois envahies par un bacille qui, par son aspect allongé et recourbé en forme de genou, rappelle beaucoup la bactérie charbonneuse. Au début de l'infection les larves ne se distinguent en rien des individus normaux, et ce n'est qu'après l'envahissement total du sang qu'elles manifestent des signes de maladie, bientôt suivie de la mort.

Bien plus fréquentes sont les maladies provoquées par des champignons ou par des sporozoaires, c'est-à-dire par des parasites qui sont beaucoup mieux appropriés que les bactéries pour la pénétration à travers les sécrétions chitineuses des insectes. Les champignons possèdent dans leur force de croissance un moyen vigoureux pour traverser les parois cuticulaires, tandis que les sporozoaires ont un stade amiboïde, mobile, qui leur permet de pénétrer dans les endroits les mieux protégés.

Les conidies des champignons, qui se reproduisent dans le sang des insectes, rencontrent quelquefois une certaine résistance de la part des phagocytes, comme on peut le conclure d'une observation de DE BARY (2) sur les conidies du *Cordiceps militaris*, englobées par les leucocytes des chenilles. Mais dans la

(1) *Études sur la maladie des vers à soie*, 1870, t. I.

(2) *Vergleichende Morphologie und Biologie d. Pilze*, 1884, p. 399.

majorité des cas examinés à ce point de vue, les filaments mycéliens et les conidies se développent dans le sang sans aucune entrave. C'est ce que je puis surtout avancer pour ce qui concerne l'*Isaria destructor* envahissant le corps du *Cleonus punctiventris* à l'état de larve, de chrysalide ou de coléoptère parfait. La spore verte et ovale du parasite germe à la surface du corps, donnant naissance à un petit filament. Ce der-

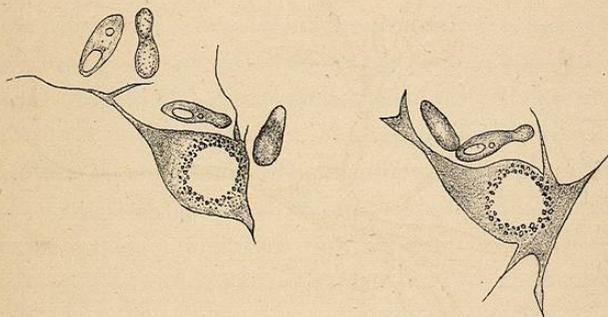


FIG. 44. — Un leucocyte du *Cleonus*, pris dans deux phases de mouvements. Les conidies de l'*Isaria*, se trouvant à côté, ne sont point englobées.

nier éprouve une grande difficulté à percer la cuticule, qui brunit autour de la piqûre faite par le parasite. Mais, aussitôt que cet obstacle a été vaincu, le filament pénètre dans la cavité générale, baignée de sang, et s'y développe sans la moindre gêne. Les leucocytes s'approchent parfois du filament ou des conidies détachées de ce dernier, mais n'englobent point les parasites (fig. 44, 45). Aussi ces intrus ne tardent pas à envahir l'animal entier et à le transformer en une masse dure, si caractéristique pour les cadavres des insectes morts de l'une des différentes espèces

de « muscardine ». Ces épidémies, qui n'ont qu'un obstacle à vaincre, la solidité des parois cuticulaires, produisent souvent de grands ravages parmi les insectes. On se souvient des pertes, occasionnées autrefois par la muscardine des vers à soie. L'épidémie

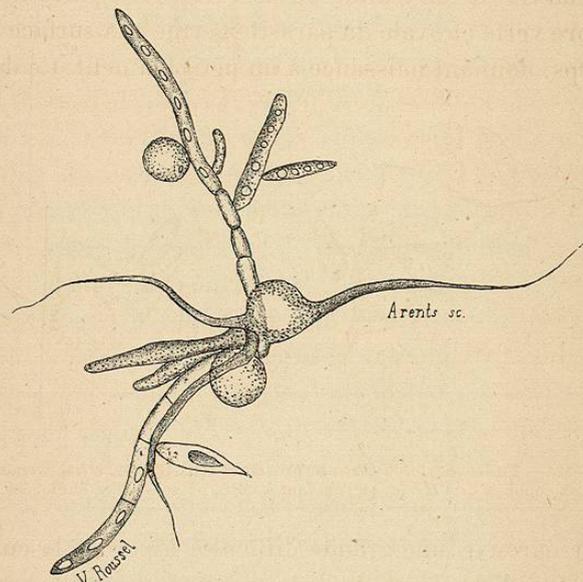


FIG. 45. — Conidies libres de l'*Isaria* dans le plus proche voisinage des leucocytes du *Cleonus*.

produite par l'*Isaria destructor* envahit plusieurs espèces de coléoptères et notamment les *Cleonus punctiventris*. Souvent, dans la nature, plus d'une moitié de ces insectes si nuisibles à la betterave périssent envahis par le parasite. Les propriétaires des plantations de la betterave dans la Russie du sud-ouest font, d'après le taux de la mortalité, occasionnée par la « mus-

cardine verte» parmi les *Cleonus*, le calcul de la quantité de la graine qu'il faudra employer pour la semaille. On a acquis la conviction que sans le secours naturel de la part d'*Isaria destructor*, la culture de la betterave dans la région mentionnée serait impossible.

Les maladies des insectes, occasionnées par les sporozoaires, notamment la pébrine des vers à soie, n'ont pas encore été étudiées au point de vue de la pathologie comparée de l'inflammation. On connaît (1) la microsporidie comme cause de la pébrine, et son état amiboïde qui lui permet de s'introduire même dans l'intérieur de différentes cellules, comme les jeunes ovules; mais on n'a pas encore examiné la question si le parasite de la pébrine entre en collision avec les phagocytes. Chez les *Daphnies*, également sujettes à l'attaque par les microsporidies, la résistance de la part des leucocytes est très faible et ne se manifeste que vis-à-vis des spores. L'état plasmique se développe dans le plus proche voisinage des leucocytes, sans que ces cellules interviennent d'une façon quelconque dans la marche de la maladie. La microsporidie qui se développe si librement dans la cavité du corps de la *Daphnie* et qui finit par envahir l'animal entier, ne détruit point les leucocytes. Ces derniers circulent dans le sang et se fixent temporairement sur la surface du parasite, comme s'il s'agissait d'un corps inoffensif quelconque.

En résumant ce chapitre sur les phénomènes réac-

(1) Voir surtout M. BALBIANI, *Leçons sur les sporozoaires*, 1884, p. 150 et suiv.

tionnels des invertébrés munis de globules du sang amiboïdes et phagocytaires, nous devons conclure que tous ont la propriété de produire une accumulation de ces cellules autour des points lésés. Cette réaction inflammatoire se produit à la suite de toute sorte de traumatisme (cautérisation, introduction des échardes, morsures, etc.). Elle se manifeste aussi dans la marche de certaines infections, comme dans l'exemple des *Daphnies* contaminées par les *Monospores*. Dans les cas où l'inflammation phagocytaire s'accomplit dans une large mesure, ce sont des leucocytes expédiés par le courant sanguin et fixés à l'endroit menacé grâce à leur sensibilité. La circulation lacunaire facilite l'accès des leucocytes et rend inutile une organisation spéciale pour le passage de ces cellules, comme cela a lieu chez les vertébrés.

Mais bien souvent la sensibilité des leucocytes reste négative, ce qui favorise singulièrement l'accès de toute sorte de parasites. Dans ces cas, ce sont surtout les sécrétions chitineuses enveloppant l'animal d'une couche protectrice qui le protègent contre l'invasion. Nous avons chez les arthropodes un moyen de défense semblable à celui que nous avons vu chez les nématodes et les plantes. Seulement, dans ce type des invertébrés, les représentants entièrement dépourvus de phagocytes sont très rares, la grande majorité des arthropodes présentant déjà un système de ces défenseurs plus ou moins développé.