B. DANILEWSKY

PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ À KHARKOFF.

LA PARASITOLOGIE COMPARÉE DU SANG.

I

**Nouvelles recherches sur les parasites du
sang des oiseaux.**

Avec trois planches.

KHARKOFF.

1889.

8/26/31

SF

995.6

P35D18

1889F

V.1

Birds

Danilevskii, V. I. A.

B. DANILEWSKY

PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ À KHARKOFF.

LA PARASITOLOGIE COMPARÉE DU SANG.

I

**Nouvelles recherches sur les parasites du
sang des oiseaux.**

Avec trois planches.

KHARKOFF.

1889.

AUTRES OUVRAGES DE M. B. DANILEWSKY.

Sur l'origine de la force musculaire. 1876 (en russe). Monographie.

Recherches sur la physiologie du cerveau. 1876 (en russe).

Expériences pour prouver la loi de la conservation de la force dans le travail musculaire. 1889 (en allemand).

Observations comparées sur l'hypnotisme des animaux. 1888 (en russe).

La Parasitologie comparée du sang.—2^{me} partie: les hématozoaires des tortues (microbes grégariniques); (en français — 1889).

L'âme et la nature. 1889 (en russe).

Печатано по распоряженію Предѣдателя медицинской секціи общества опытныхъ наукъ при ИМПЕРАТОРСКОМЪ Харьковскомъ университетѣ.
25-го Апрѣля 1889 года.

Kharkoff. — Typographie de M. A. Darré.

NOUVELLES RECHERCHES

S U R

les parasites du sang des oiseaux.

1. Microbes paludiques.
2. Trypanosomes et Trypanomonades.

À mon honoré maître

J. SCZELKOFF

Je dédie ce modeste ouvrage.

AVANT-PROPOS.

De nombreuses recherches sur la parasitologie du sang chez divers animaux m'ont permis de rassembler une quantité considérable de faits intéressants qui concernent la zoologie médicale aussi bien que la pathologie du sang.

L'étude des parasites du sang (Haematozoa) est, en outre, également importante au point de vue physiologique et même biologique, car ce milieu — le sang « vivant », — est doué de propriétés physico-chimiques tout à fait particulières. C'est ce dernier motif qui m'a amené à étudier la parasitologie du sang. En considérant le sang comme milieu extérieur, c'est à dire en étudiant la vie des organismes parasites (« Autocytes ») qui l'habitent, nous arrivons à des conclusions plus précises et plus nettes, relativement à sa signification biologique pour les éléments des tissus de l'organisme même (Hystocytes) qu'en n'étudiant son action que comme milieu intérieur.

Les meilleurs objets pour cette étude peuvent être fournis par les divers *microzoa*, soit inoculés artificiellement dans le sang soit s'y trouvant naturellement. En comparant les modifications morphologiques et physiologiques de ces *microzoa* sous l'influence des changements du milieu intérieur (sang et eau), nous pourrions rendre plus claires la valeur biologique du sang et les conditions nécessaires à la vie des hystocytes et de leurs dérivés.

Les résultats que j'ai obtenus indiquent sans aucun doute que la vie des microzoa dans le sang, en comparaison à celle des Protozoa qui vivent librement, élève considérablement leur activité vitale, ou énergie physiologique, en tant que l'on peut en juger par leur mobilité, par leur métamorphose, leur multiplication etc.

Quant à la question de l'influence pathogénique et de la contagion des Hématozoaires, on peut dire que cette partie de la parasitologie du sang offre, surtout ces derniers temps un intérêt particulier pour la médecine, car on a trouvé dans le sang de l'homme des organismes appartenant aux *Infusoria Flagellata* et aux Sporozoa (pour la malaria — Laveran, pour le scorbut, l'anaemia perniciosa, pseudoleucaemia et d'autres maladies — Edw. Klebs) auxquels on attribue des propriétés pathogéniques. Quelques observations sur les maladies des animaux domestiques (Inde Occidentale — Evans, Th. Lewis, Crookshank) indiquent aussi les propriétés contagieuses d'Hématozoaires semblables, appartenant aux Monades (*Flagellata*). A ce que nous venons de dire se rapporte aussi la question de la modification de l'influence pathogénique des Hématozoaires par changement de milieu, c'est à dire en passant d'une espèce d'animaux à une autre, question très intéressante au point de vue purement biologique, aussi bien que pathologique.

Il existe dans la science des études à ce point de vue, se rapportant principalement aux microorganismes bactériens (par exemple, celles qui concernent le *bacillus Anthracis*). La découverte des Hematozoa chez les oiseaux, donne les moyens d'élargir les limites de ces études expérimentales, tant pour la forme de la maladie, que pour les propriétés biologiques des microbes. (v. chap. IV).

CHAPITRE I.

PRÉFACE.

Dans mes recherches précédentes sur la parasitologie du sang ¹⁾, j'avais indiqué l'existence, dans le sang des animaux à sang froid (grenouilles, lézards, tortues et poissons) de parasites, renfermés aussi bien dans le plasma, qu'à l'intérieur des Hémocytes. Quelques uns d'entre eux (*Hexamitus*, *Trypanosoma*) appartiennent aux organismes les plus simples — au groupe des *Infusoria-Flagellata*, d'autres, qui forment la majeure partie, se rapportent aux Grégariniens, dans le sens le plus général de ce terme, ou, plus correctement aux *Sporozoa* (*pseudovermiculi sanguinis*, *Drepanidium*, *Haemogregarina*).

Si l'on considère les conditions de l'alimentation en particulier et, en général, celles de l'existence des animaux à sang froid, on comprendra que la présence des parasites dans leur sang n'offre rien d'extraordinaire.

La température relativement basse de leur corps constitue, selon toute apparence, une condition favorable au développement et à la multiplication de ces Protozoaires dans le sang et les

1) Archives slaves de biologie 1886—1887. Tome I et III. Arch. für microsc. Anatomie 1885 Bd. 24 et Biolog. Centralbl. 1885. Bd. V. p. 529. (V. „Bibliographie“ à la fin de ce livre).

organes car ces conditions correspondent à celles de la vie libre de ces mêmes Protozoaires.

Au contraire l'apparition de ces mêmes Hématozoaires chez les animaux à sang chaud, présente, à priori, un intérêt exceptionnel. D'un côté les conditions physiques, la température élevée et le mouvement énergique du sang, de l'autre, les propriétés physico-chimiques de ce liquide devraient, à ce qu'il semble s'opposer à l'implantation du parasite et à son existence dans ce milieu (*exclusive schizomycetes et vermes*). Cependant les observations de Wittich et en particulier celles de Th. R. Lewis, ont démontré que chez le hamster, le rat, le chien, le cheval et le chameau on rencontre des parasites appartenant aux Protozoaires et quelquefois en quantité considérable (par exemple les *Herpetomonades Lewisii*). Il est donc indubitable que cet organisme protoplasmatique très délicat et fort petit (comparativement aux *Hacmato-vermes*) trouve dans le sang vivant et circulant des conditions d'existence favorables. Ces organismes décrits par Wittich et Th. Lewis, étaient les seuls connus jusqu'à présent, à l'exception des vers, comme Hématozoaires des animaux à sang chaud (sans compter les parasites du sang de l'homme dans la malaria, le scorbut et l'anæmia perniciosa).

Ces dernières années j'ai réussi à découvrir une série de nouveaux Hématozoaires chez des animaux à sang chaud, notamment chez les oiseaux, où, jusqu'à présent, l'on n'avait trouvé que des vers (*Filaria attenuata, immitis etc.*)

Parmi ces nouveaux parasites quelques uns vivent librement dans le plasma du sang, d'autres se trouvent à l'intérieur même des corpuscules rouges sanguins ¹⁾.

Comme on peut le voir par mes communications précédentes, j'ai réussi à découvrir quelques parasites de natures différentes, comme, par exemple, les *pseudovermiculi sanguinis*

¹⁾ A partir de ce moment nous appellerons, pour abrégé, ces corpuscules „Hémocytes“ par analogie aux lymphocytes, leukocytes etc.

(grégairins). *pseudospirillum* ¹⁾). *Trypanosoma*, organisme sphérique a plusieurs flagelles (*Polimitus*). Les observations ont démontré qu'il est nécessaire d'étudier les Hématozoaires des animaux à sang chaud comme à sang froid au printemps et principalement en été. En automne, la quantité d'Hématozoaires dans le sang diminue sensiblement et chez certains oiseaux ils disparaissent complètement jusqu'au printemps suivant. En outre leurs propriétés biologiques s'affaiblissent considérablement même chez les parasites qui restent dans le sang. Leurs modifications, leur développement, leur multiplication sont assez fréquemment annihilés.

Ce petit ouvrage presente un court exposé de mes recherches sur ces Hématozoaires des oiseaux, recherches parues in extenso en langue russe en 1888. Ici je n'ai exposé que les faits nouveaux principaux ayant un intérêt aussi bien au point de vue de la biologie des parasites qu'au point de vue de la pathologie. Ces seconds fait — se rapportent surtout aux parasites intracellulaires, car ces derniers paraissent être identiques chez les oiseaux et chez l'homme dans le cours de l'infection malarique. J'ose croire que ces recherches contribueront a jeter une certaine lumière dans la question si compliquée de la nature et des propriétés des microbes de la malaria chez l'homme et de cette façon elargiront et faciliteront l'étude expérimentale de la malaria en general.

Mes observations comprennent deux groupes de parasites: les gregarines et les flagellates; comme les premières ont déjà été décrits dans ma communication sur les Haématozoa des

¹⁾ Pour éviter les malentendus je dois faire remarquer que toutes ces dénominations formées à l'aide du terme „pseudo“ (tels sont *pseudonucleus*, *pseudovacuo*la etc.) ne forment qu'une nomenclature provisoire fondée sur la ressemblance et l'analogie. Elles n'ont pas l'importance d'une nomenclature systématique précise. Ce moyen de dénomination a été adopté par bien des auteurs, témoins les expressions: *Pseudorhabditis*, *Pseudospora*, *Pseudoplasma*, *Pseudokaryokinesis*, *Pseudocyste*, *Pseudoconjunctio*, *Pseudofilaria*, *Pseudopodia* etc.

tortues et des lézards, je me bornerai dans ce présent article principalement à l'étude des parasites appartenant au second groupes.

Tous les oiseaux qui ont servi à mes recherches se trouvaient selon toute apparence en parfaite santé. En été mes études se rattachent principalement à des oiseaux qui venaient d'être attrappée ou blessés à la chasse.

Beaucoup de mes oiseaux sont resté chez moi des semaines et des mois grâce à quoi je pouvais suivre le développement des Hématozoa dans leur sang. Les oiseaux attaqués par les parasites et ceux qui ne l'étaient pas, ne se distinguaient en rien les uns des autres, malgré les observations prolongées dans des milieux identiques. Les sujets de mes observations se rapportent aux toutes les espèces d'oiseaux, que je pus me procurer à Kharkow. Les suivants présentent le plus l'intérêt, comme présentant la plus grande quantité d'Hématozoa: *Coracias gar-rula* L., *Upupa Epops* L., *Coccothraustes vulgaris* L.; *Lanius excubitor*, *minor*, *rufus*; *Turdus musicus*, *Monedula turrium* *Brhm.*, *Pica caudata* *Ray*, *Timmunculus alaudarius* *Gray*, *Erythropus vespertinus* *Brhm.*, *Buteo vulpinus* *Licht.*, *Milvus migrans* *Bodd.*, *Circus aeruginosus* s. *rufus* L., *Pernis apivorus* *Cuv.*, *Pandion haliaetus* *Cuv.*, *Syrnium aluco* L., *Otus vulgaris*. Tous ces oiseaux appartiennent aux *Insectores*, notamment aux *Raptatores* et *Passerinae*. Jusqu'à présent je n'ai pas réussi à trouver des Hématozoa, chez aucun oiseau appartenant aux *Autophagae*!

Sur tous les oiseaux que j'ai observé (plus de 300 exemplaires), 4 ou 5 seulement tombèrent malades et moururent probablement par suite du parasitisme du sang. Ce fait était indiqué par une multiplication extraordinaire des Hématozoa, par l'augmentation de volume du foie, et surtout de la rate et par un énorme depot de pigment noir dans ces organes. Les carnassiers sont plus prédisposés au parasitisme du sang, et les Laniadae de l'ordre des Passeres. Tous les oiseaux avaient été pris dans les environs de Kharkow. Plus tard nous avons aussi trouvé des parasites dans ceux du gouvernement de Kherson

et du Caucase septentrionale, notamment dans ceux du district du Kouban. Le parasitisme des oiseaux ainsi ne dépend donc pas du tout des conditions locales des environs de Kharkow.

Le parasitisme du sang chez les oiseaux, outre l'intérêt que son étude à par elle-même, a encore une autre importance, car quelques uns des parasites pathogéniques du sang de l'homme, atteint de Malaria, sont, selon toute apparence, presque identiques aux Hematozoa des oiseaux ¹⁾.

Ce fait a, sans doute, une grande importance, car c'est une des preuves expérimentales de la loi d'après laquelle ce ne sont pas seulement les bactéries qui peuvent être des parasites pathogénétiques, mais aussi des organismes supérieurs (tels que les Grégariniens, les Amœbiens, les Flagellés).

L'existence des Hématozoaires intracellulaires chez les animaux malades de la malaria présente la plus grande différence avec le parasitisme des bactéries pathogéniques; elle est, en même temps, d'un grand intérêt scientifique.

La présence des parasites à l'intérieur des éléments cellulaires (*Cytozoa*) est connue depuis longtemps (*Sporozoa*).

Mais ces faits se rapportaient aux cellules fixes, tandis que, dans le cas présent, il est question de l'introduction du parasite à l'intérieur des corpuscules sanguins qui sont mobiles. Il faut encore ajouter que le développement des hémocytes présente toute une série de métamorphoses complexes avec de brusques modifications de leurs propriétés biologiques. Ces conditions augmentent encore, sans aucun doute, l'intérêt que présentent les Hémocytozoaires (c. à d. les animaux parasites à l'intérieur des hémocytes). On peut considérer comme première indication exacte, de l'existence des Hémocytozoaires la découverte que j'ai faite de l'*Haemogregarina Stepanowi* à l'intérieur des hémocytes de la tortue. Quant aux *Cytozoa pathogena* indiqués par d'autres auteurs dans le sang de l'homme

¹⁾ Voir ma communication sur cette question au Centralbl. für medic. Wissenschaft 1886. N^o 41 et 42 „zur Frage über die Identität der pathogenen Blutparasiten des Menschen und der Haematozoen der gesunden Thiere“.

malade de la malaria. ils n'ont été connus que ces dernières années, lorsque j'eus réussi à trouver dans le sang d'oiseaux en bonne santé des Hématozoaires tout à fait analogues.

Etant donné que les Hematozoa de la Malaria apparaissent dans le sang simultanément avec une élévation de température chez le malade pendant le paroxysme fébrile, je crois nécessaire de rappeler que la température normale des oiseaux se maintient dans les mêmes limites (temp. 39 — 42° C.) Il faut encore ajouter que dans le sang des malades de fébris récurrents, apparaît un spirochaete, qui ressemble beaucoup aux «filaments mobiles» de la Malaria et aux «pseudospirilles» des oiseaux; le «spirochaete» se montre également pendant une élévation de la température du malade.

On ne peut douter qu'une température aussi élevée n'ait une grande influence sur les propriétés biologiques des Hématozoaires protoplasmiques les plus simples. D'un autre côté nous trouvons parmi eux le Trypanosome des oiseaux, qui, (sous des formes parentes) se rencontre aussi chez les animaux à sang froid (grenouilles et poissons) avec une structure de l'organisme ayant les mêmes propriétés fondamentales et la même métamorphose de multiplication. Toutes ces données justifient le grand intérêt que présente l'étude des Hématozoaires des oiseaux.

Comme le mode d'infection et de formation des Hematozoa serviront de thème aux travaux expérimentaux qui suivront, je me bornerai à montrer que un certain état de l'organisme permet aux parasites de passer des diverses parties du corps dans le sang. Un fait analogue que j'ai décrit est l'apparition de l'*Hexamitus intestinalis* dans le sang pendant l'inanition de la tortue ¹⁾.

¹⁾ V. ma communication à ce sujet aux Archives slaves de Biologie 1886. N° 1 et „Parasitologie comparée du sang“ I.

Chez ces tortues, dans le sang, dans divers transsudats et même dans l'urine et la bile j'ai trouvé en grande quantité cette monade à 6 flagelles, monade vivant ordinairement dans le canal intestinal. Par conséquent chez

D'un autre côté, il est très important de connaître le moment de l'infection, en d'autres termes de connaître à quelle époque le sang de l'oiseau contient des Hematozoa. Sous ce rapport, quelques observations fortuites m'ont donné un résultat inattendu: les petits (de 3 ou 4 jours) du rollicr, avaient déjà dans le sang des Trypanosoma tout formés et en assez grande quantité. Quant à la transmission des *Hematozoa protozoica* par hérédité chez les oiseaux, elle paraît invraisemblable, si l'on tient compte des conditions qu'exige le développement de l'embryon hors de l'organisme maternel. La seule transmission possible pourrait avoir lieu pendant la formation de la couche albumineuse autour de l'oeuf dans le tube de Fallopius.

L'embryon d'Hematozoaire échappé fortuitement du sang, pourrait pénétrer dans le corps de l'embryon et dans son sang. Ou ne peut encore dire au juste combien cette possibilité peut se justifier.

Il me semble qu'il serait possible de se borner à une supposition plus simple qui suffirait entièrement pour expliquer la présence du parasite dans le sang d'oiseaux très jeunes.

J'ai déjà dit plus haut que pendant quatre étés, les observations sur les oiseaux les plus divers, m'ont permis d'apercevoir des Hematozoa, seulement chez les *Insessores*; tandis que chez les *Autophagae*, je n'en ai jamais trouvé. Les premiers, comme on le sait, sont après l'éclosion, nourris encore un certain temps par leurs parents, c. a. d. reçoivent leur nourriture directement de la bouche de ces derniers; les autres au contraire, cherchent et trouvent leur nourriture par eux-mêmes. De cette façon, si l'on peut généraliser ces faits, il se trouvera que les Hematozoa ne peuvent exister que chez les oiseaux qui ont été nourris par leurs parents dont le sang pouvait contenir éventuellement des Hematozoaires.

les animaux épuisés cette monade est en état de pénétrer à travers les parois épithéliales des intestins.

Sans doute elles peuvent passer aussi par une autre voie, notamment par les conduits des organes urinaires et génitaux.

Si l'on se rappelle plus loin, que chez les oiseaux pendant l'élevage des petits, il se produit des modifications histologiques particulières dans la muqueuse du jabot et une sécrétion d'un liquide particulier, on comprendra encore plus clairement la possibilité d'infection des petits par les parents pendant la nutrition même. Il faut remarquer encore, que, par exemple, quelques formes de *Trypanosoma* existent dans le canal digestif des oiseaux, que les parasites «Gregarina» se rencontrent au même endroit et dans d'autres. Le mode d'infection *ci-dessus* est donc une hypothèse très probable. Nous pouvons encore citer les expériences d'Arloing et de Tripiér. Ils donnaient à manger à leurs sujets (oiseaux) des masses parasitiques prises chez des poules atteintes de psorospermose (dans le foie, les intestins, les poumons, l'oesophage). Par ce moyen, ces deux savants déterminaient une psorospermose artificielle c. à d. une vaste formation de *coccidia* (*Eimeria falc.*) dans le corps des oiseaux qu'ils nourrissaient. De pareilles expériences réussirent aussi à Rivolta et à Silvestrini ¹⁾.

Nous allons répartir les Hematozoa (décrits plus loin) dans les groupes suivantes:

1. *Pseudovermiculi sanguinis* comprenant:

A) Le *vermicula* que l'on rencontre tout formé dans le sang et à mouvements libres.

B) Un autre Hematozoon analogue, vermiciforme comme le précédent et qui sous les yeux de l'observateur, dans le sang examiné, se forme d'un corpuscule sphérique de protoplasme.

2. *Pseudovacnolae* ou *Cytozoa*. A ce groupe appartiennent en général les parasites, se développant dans l'intérieur des hémocytes. Ces *Cytozoa* ne sont pas des formes indépendantes, mais d'autres hématozoa à un degré primaire de développement ou bien jouent le rôle de kystes (*pseudovacnola* X).

¹⁾ Balbiani. Leçons sur les sporozoaires, 1884 p. 98.

3. *Polimitus sanguinis avium* (mihl) Hematozoon sphérique avec quelques flagellum se développant à l'intérieur du hémocyte.

4. *Trypanosoma sanguinis avium* (mihl), à ce groupe se rapportent aussi les formes jeunes de ce Protozoon soit *Trypanomonades* (mihl).

5. *Pseudospirilla* à cause de leur ressemblance sont classés: A) les formes mobiles, spirilliformes qui ressemblent beaucoup aux *Herpctomonas Lewisi* (criceti et murium); B) les fils mobiles sous forme de spirochaete analogues aux «filaments mobiles de la malaria» (*Laveran*); ils se trouvent être des filaments détachés du *Polimitus*.

Tous ces Hematozoa présentent de nouvelles formes jusqu'à présent non décrites pour le sang des animaux. Par leur grande variété le sang des oiseaux présente encore plus intérêt que le sang des grenouilles-ce classique objet de l'étude de Hematozoa.

CHAPITRE II.

— — —

Pseudovermiculi sanguinis (Hematozoa sporozoïca).

A) Dans le sang de certains oiseaux, le plus souvent chez la pie grièche et la chouette, on trouve quelquefois un vermicule tout formé et mobile. Sa grandeur varie, quelques uns ont à peu près la longueur de l'hémocyte (14 — 17 μ) mais le plus souvent il est un peu plus long, et il est rare que sa longueur se soit inférieure à 10 μ . La substance du parasite est d'une couleur grise, uniforme. Au centre du corps cylindrique unicellulaire, se trouve toujours un noyau, unique vésiculaire, ayant l'apparence d'une tache arrondie ou ovale. Une des extrémités du corps est plus arrondie que l'autre qui est un peu plus pointue, mais qui cependant reste obtuse. Il est très rare de voir une extrémité très pointue et

allongée. Le corps a un seul contour. Avec assez de difficultés on distingue la cuticule, notamment sous l'action des acides et des alcalis ou d'un effort mécanique (écrasement). L'animal se meut en glissant; ses mouvements sont lents, mais sont activé par la chauffe. Son corps se contracte et se dilate; mais le plus souvent il avance en suivant une ligne courbe ou une large spirale. La caractéristique de ce parasite est la formation des étranglements transversaux.

En comparaison des autres Hematozoa les Pseudovermiculli libres se rencontrent rarement dans le sang. En général ils présentent une grande ressemblance d'un côté avec les Drepanidia et Haemogregarina et de l'autre avec les embryons mobiles à forme de croissant de coccidii des reins de la grenouille. A en juger par leurs structure visible, par les propriétés optiques et par leurs mouvements, les pseudovermiculli se présentent aussi sous une forme identique à ces embryons sporozoïques. C'est pourquoi il faut les rapporter en général aux Gregarinida (Sporozoa), en particulier aux *Coccidia*.

B) Dans le sang de la chouette, du rollier, de la pie grièche on rencontre des sphères protoplasmiques d'un diamètre de 7 à 9 μ .; leur substance est claire, transparente, incolore. Dans cette substance ou plutôt sur cette substance, on remarque quelques grains d'un noir brunâtre, plus ou moins gros, de forme irrégulière. Sous l'action des réactions et des pigments on ne réussit pas à déterminer la fine structure de cette formation homogène. Toute la sphère est entourée d'une très mince et fine enveloppe incolore, qui se projette d'un côté quelconque du corps rond, et enveloppe un autre corps, ovale, bien plus petit. Ce dernier ne présente pas de propriétés protoplasmiques, mais par les réactions et l'aspect microscopique, se trouve être un noyau, identique au noyau de l'hémocyte dégénéré et atrophié. Dans d'autres cas cette enveloppe est plus large et conserve la teinte de l'hémocyte. D'une série d'observations faites à des divers degrés de développement c. a. d., des dimensions différentes de ce corps, il résulte sans aucun doute, que nous sommes en présence d'une formation protoplasmique,

se développant à l'intérieur de l'hémocyte (fig. 6, 7, 9). A mesure qu'il s'agrandit, l'hémocyte s'atrophie et dégénère graduellement, sa masse diminue; la coloration hémoglobinique s'affaiblit, le noyau se voit distinctement: il ne reste de toute la substance de l'hémocyte que l'ocoïde ou stroma presque ou tout à fait incolore, qui reste encore attaché à la sphère (fig. 7 a, b; 11). Sous l'action pas trop forte du pigment cette plaque ne se colore pas. De cette façon, il faut conclure qu'à l'intérieur du globule rouge du sang se développe un corpuscule sphérique, sous forme des pseudovaculæ ci-dessous décrits. Sur sa surface apparaissent des grains noirs identiques à d'autres grains chez d'autres Cytosoa d'oiseaux. Cette substance noire est le produit d'une métamorphose régressive de l'hémoglobine de l'hémocyte dégénéré.

Tant que ce Hematozoon n'a pas atteint un certain développement, il conserve la forme de petite sphère c. a. d. pseudovaculæ sans modifications, et on peut ajouter que tant que le parasite se trouve à l'intérieur de l'hémocyte non dégénéré, on *n'a jamais* eu l'occasion d'observer la formation de *rameau* vermiculaire. Mais quand la grandeur du parasite a atteint à peu près la moitié de la longueur de l'hémocyte, quand il ne reste du hémocyte que la mince membrane et le noyau, cette sphère parasitique reçoit la faculté de se métamorphoser.

Ordinairement cette transformation a lieu 10 ou 30 minutes après le tirage du sang, — quelquefois plus tard. Quant à l'influence de la température le refroidissement de la préparation jusqu'à 15 — 20° C. n'arrête pas la métamorphose. J'ai cru remarquer parfois, qu'un tel abaissement de température activait la transformation. — Elle a lieu comme suit: sur la périphérie de la sphère parasitique immobile, n'importe à quel endroit, apparaît un rameau court et tronqué (fig. 4 a). Aubout de quelques minutes il grossit visiblement, gardant son épaisseur primitive, mais s'allongeant toujours davantage. Il suit une ligne courbe, ne change plus de direction et continue à s'allonger en suivant la même ligne (fig. 4 b, c, d, e.). Ce rameau est cylindrique, la substance en est d'un gris-mat

homogène; *il est terminé* par un seul contour. Le lien entre le rameau et la sphère primitive est continu. Ce rameau est la prolongation directe de la substance même de la sphère. A mesure que cette expansion vermiculaire s'allonge, la masse de la sphère diminue, mais conserve visiblement une forme sphéroïde. Quand le rameau atteint à peu près les $\frac{2}{3}$ de la longueur de l'hémocyte, on commence à voir dans la partie centrale une tache ovale claire (nucleus); dans d'autres cas cette tache se montre plus tard. A la fin de l'opération toute la masse de la sphère primitive se transforme *sous les yeux de l'observateur* en un vermicule, qui toujours en suivant la ligne courbe commence à se mouvoir dans le plasma (sans étranglements transversaux). De toute la masse du corps primitif il ne reste à la première place, que la membrane ocoïde froissée avec le noyau hémocytaire et les grains noirs. Cette métamorphose dure de 40 à 60 minutes. De cette façon la pseudovacule intracellulaire s'est transformée en un pseudovermicule mobile. Dans l'intérieur de son corps, comme il a été déjà indiqué, se forme un noyau ovale, ayant l'apparence d'un globule clair à un seul contour. Dans tous les cas, ce noyau était solitaire. Sous l'influence de pigments et d'acides sur le cytozoon primitif il n'y avait pas de noyau apparent. Les deux extrémités du «vermicule» sont arrondis, mais l'une d'elles devient toujours plus aigüe, l'autre reste obtuse. Les dimensions de ce parasite varient; la longueur moyenne est égale à 15—17 μ .; il est donc un peu plus long que l'hémocyte chez la chouette, le rollier pavex mais de la même longueur que le pseudovermiculus (A).

A en juger par l'apparence et les mouvements de ce vermicule monocellulaire il appartient, comme ceux, qui ont été décrits précédemment, aux grégaires et notamment montre une grande ressemblance avec les Hematozoa gregarinica (décrits plus-tôt par moi) des animaux à sang froid, et avec les embryons à croissant Coccidia. Quant aux vermicules (A) et (B), selon toute apparence ils sont identiques, il ne se distinguent que par l'âge. Le parasite (A) est plus développé,

ce qui est indiqué par la formation des étranglements transversaux.

Dans mon article précédent sur les *Haemogregarina Stepanowi* des tortues j'ai montré que les embryons très jeunes, à forme de faucille, ne donnent pas ces étranglements bientôt après leur excapsulation. Cette faculté leur vient quelque temps plus tard. Une chose pareille a été observée chez les Hémogregariniens. C'est pourquoi il faut regarder les pseudovermicules qui ont les mouvements plus développés comme une forme adulte s'étant développée chez les oiseaux *intra vitam*. La formation du pseudovermiculus (B) à l'aide du corpuscule sphéroïde, peut-être expliquée de deux manières: 1) comme une vraie transformation morphologique des pseudovacuoïdes en un parasite vermiculaire mobile (*processus néo-plastique*); 2) comme le déroulement du vermicule roulé en forme de sphère pendant sa présence dans l'hémocyte. Quant à la possibilité de la formation néo — plastique d'un organisme vermiculaire mobile, à l'aide d'une masse protoplasmique informe, on peut dire qu'un fait semblable avait été observé par *Ed. van Beneden* chez la gregarine *Porospora gigantea*. Il avait surtout suivi la formation des «pseudo-filariæ» vermiformes, à l'aide de corpuscules protoplasmiques améboides trouvés par lui dans l'intestin du *Homarus vulgaris*.

Ces observations remarquables présentent une analogie complète avec cette formation des pseudovermiculi dans le sang des oiseaux. Leur grande signification est qu'ils montrent la possibilité du développement de la gregarine par l'embryon hors de la spore. Et dans nos observations sur les Hematozoa nous avons justement affaire avec le développement des grégarines hors de l'embryon, dans un certain sens, — libres hors du cyste grégarinique ou spore; au lieu de ces dernières les embryons se développent à l'intérieur des hémocytes, servant comme de pseudo-kystes.

Par les conditions de son développement intracellulaire le parasite décrit présente un immense intérêt biologique. En réalité le *cytozoon* sphéroïde se développe à l'intérieur du

hémocyte sous forme d'un très petit germe qui croît in situ en ayant l'apparence d'un corpuscule sarcodique sans noyau (cytode); ensuite, sous l'influence d'une impulsion extérieure le *cytozoon* se transforme en un *pseudovermicullus* avec nucléus.

Il est indispensable de reconnaître que le noyau se forme de nouveau pendant le développement du parasite et que les parties intégrantes du caryoplasme (surtout la nucléine) peuvent se trouver pendant un certain temps sous la forme de granules séparés, plus ou moins diffus.

Considérant la structure, la mobilité et d'autres propriétés des pseudovermiculles, ainsi que son développement à l'aide d'un Cytozoon, nous avons le droit de classer ce parasite monocellulaire comme une grégarine. Une détermination systématique plus exacte que comme forme jeune, — selon, toute apparence, de quelque coccidium, ce qui a déjà été indiqué plus haut à propos du pseudovermicullus identique, — est à peine possible.

En faveur de cette détermination on peut encore indiquer le fait, que les embryons à forme de croissant des *coccidia* par exemple *Eimeria falciformis* peuvent prendre une forme plus ou moins sphéroïde et amiboïde ¹⁾. Il serait plus rationnel de comparer le cytozoon sphéroïde au contenu de la spore de coccidi qui sert, en entier, à former l'embryon à croissant (Voir mon article sur les «Hématozoaires des Tortues» ²⁾).

Il a déjà été indiqué plus haut que la formation du vermicule (B) ne se produit que dans le sang tiré. Si l'on recueille le sang fraîchement tiré dans un liquide fixant, par exemple dans de l'acide osmique, aucune des sphères parasitiques ne présente le moindre indice de la formation de pseudo-vermicule; on ne voit pas un seul vermicule. La cause de la

¹⁾ V. Th. Eimer. Ueber die ei — oder kugelförmigen sogenannten Psorospermien der Wirbelthiere 1870 p. 7 fig. 26, 41 et 47. — Il trouva de ces *coccidii* dans le tube intestinal de la souris.

²⁾ Arch. Slav. de Biologie 1887, tome III et la seconde partie de cette „Parasitologie comparée“.

formation du vermicule git peut-être dans les modifications du sang lui même ou dans des conditions extérieures. Il est très probable, comme il est dit plus haut, que dans le cas donné le refroidissement du sang, et aussi la diminution de l'oxygène dans la préparation microscopique sous lamelle dans le sang servent de principaux facteurs pour développer la contractilité. L'influence identique de l'asphyxie a déjà été indiquée dans un article suivant par rapport à l'excapsulation de la *Haemogregarina Stepanowi* chez les tortues.

Dernièrement Laveran a décrit un parasitisme analogue chez l'homme pendant l'infection de la malaria à Alger. Marchiafava et Celli qui ont observé ces Hématozoaires pendant la malaria (dans les marais Pontins, près de Rome) ont étudié également ces corpuscules à forme de croissant, nommés aussi «formes semilunaires» (v. fig. 21 — 24). M. Golgi a observé, selon toute apparence des formes identiques. Il est extrêmement probable que les *Pseudovermiculli malariae* se rapportent aussi aux Sporozoa en général ¹⁾, comme les *Drepanidium* et *Haemogregarina* des grenouilles, des lézards, des tortues et des oiseaux.

Dernièrement j'ai trouvé ces mêmes *Pseudovermiculli* c'est à dire *Drepanidia* dans le sang des *poissons* surtout chez la *Perca fluviatilis*. D'un autre côté ils correspondent aux embryons à croissant des *coccidii* dans les reins des lézards et des grenouilles. En outre, j'ai trouvé dans les intestins de la *Salamandra maculata* des embryons à forme de croissant provenant du spore de quelque *coccidii* identique au *Drepanidium* des lézards.

CHAPITRE III.

2. *Cytozoa-Pseudovacuoлаe*.

Dans le sang de plusieurs oiseaux mentionnés plus haut on trouve à l'intérieur des hémocytes des formations claires incolores de diverses formes et grandeurs. Par leurs propriétés

¹⁾ Cette opinion est aussi celle de M. Metchnikoff.

apparantes. elles rappellent les vacuoles ordinaires. Cependant, grâce à l'action de faibles dissolutions de pigments, d'acides, d'eau bromée ou de chloroforme, ou de fortes décharges électriques, on peut facilement se convaincre que ces organisations sont des corpuscules protoplasmiques plus ou moins compactes.

C'est grâce à cette apparence que j'emploie pour elles la dénomination de *pseudovacuolæ*. Il est remarquable que chez ces parasites le noyau de l'hémocyte conserve souvent la position normale, centrale; même le contour elliptique du globule rouge sanguin reste sans modification (fig. 8 a, b). Il est évident que le Cytozoon, en se développant, remplace le zooïde et l'ocoïde de l'hémocyte; la couche périphérique mince de ce dernier joue le rôle de capsule. Dans d'autres cas le Cytozoon, pendant tout le temps de son développement intracellulaire défigure fortement la forme de l'hémocyte. Par suite de cela les propriétés physiologiques de ce hémocyte sont gênées et bientôt après il dégénère et s'atrophie. Le zooïde disparaît graduellement, l'ocoïde (stroma) se dépose sans forme d'une fine membrane en plis autour du noyau et du Cytozoon. Si cette métamorphose régressive est fortement accusée, on peut en rencontrant une pareille organisation dans le plasma du sang (dess. 7 a, b, — 11, 15) difficilement reconnaître le pseudovacuola dans l'intérieur des débris de l'hémocyte. La grosseur des pseudovacuolæ varie entre de grandes limites; les plus grandes atteignent la grandeur de l'hémocyte, les plus petites égalent 2—4 μ . J'ai quelquefois eu l'occasion de voir des hémocytes dont toute la masse consistait en une pseudovacuola, granulée et transparente; le noyau est déplacé de côté, tout près du bord; le tout est entouré d'une étroite bordure jaune (hémoglobique) et cependant la grandeur et la forme elliptique de l'hémocyte étaient tout à fait normales. Ceci indique une grande résistance de la couche périphérique de l'hémocyte. — Les pseudovacuolæ ne se trouvent pas seulement à l'intérieur des hémocytes développés, mais aussi à l'intérieur de très jeunes corpuscules rouges — dans les microcytes. Ce fait a une grande importance pour expliquer leur apparition dans

l'intérieur de l'hémocyte. Le fait qui vient d'être indiqué, de même que la complète analogie avec les Hémocytozoa chez les autres animaux montrent que les pseudovacuoelae, c'est à dire les *Cytozoa*, se fixent à l'intérieur des corpuscules rouges du sang pendant les premiers périodes de développement de ces dernières, des *lymphocytes* ou *leukocytes* et des *hématoblastes*. Si l'on examine la moëlle rouge des os des jeunes oiseaux en été on peut distinguer des hématoblastes contenant un corpuscule étranger parasitique à l'intérieur. Mais généralement le protoplasme faiblement granulé du hématoblaste masque complètement la présence de l'embryon protoplasmatique intracellulaire du parasite. A en juger par la grandeur minimale des pseudovacuoelae des hémocytes, les dimensions des embryons ne dépassent pas 1 — 2 μ .

Dans le sang de quelques oiseaux, surtout chez la chouette, on rencontre des parasites sous forme de sphères (ou ovales) incolores, légèrement granulées et entourées d'une capsule mince, incolore, plissée et homogène: cette enveloppe est pourvue d'un grand noyau ayant la forme d'un biscuit. Ces parasites sont assez grands, leur dimension surpasse $1\frac{1}{2}$ fois la dimension des hémocytes. Ici sans aucun doute nous avons à faire à un parasite intracellulaire (cytozoon) qui d'après tout est analogue (probablement identique) aux *Cytozoa* déjà décrits des globules sanguins rouges («pseudovacuoelae»). Mais la forme et la dimension du noyau de la capsule, l'absence de grains de mélanine, la dimension et l'aspect de la membrane capsulaire tout ceci parle en faveur du développement de ces parasites intracellulaires dans les globules *blancs* du sang — ergo ce sont des *Leucocytozoa* (par analogie aux Hémocytozoa). — Très souvent la couche capsulaire enveloppant le cytozoon tout entier ressort de deux cotés opposées du parasite sous forme de lambeaux triangulaires. Ceci nous démontre clairement que nous avons à faire à un leucocyte à l'état de dégénérescence (analogue à la métamorphose des *hémocytes* chez les lézards — l. c.), c. a. d. la métamorphose du protoplasma en une enveloppe toute plissée et peu élastique; la forme du noyau est

changée par la pression exercée par le cytozoon à l'état de croissance.

En tout cas, les pseudovacuoelae des oiseaux contiennent, comme il a été dit plus haut, des grains noirs brillants en quantité variable; ils sont le produit d'une modification régressive de l'hémoglobine de l'hémocyte même à l'intérieur duquel se trouve la pseudovuola. Ces grains noirs, de forme irrégulière, sont tantôt allongés, tantôt angulaires; ils sont très petits, et forment à peine $\frac{1}{10}$ du μ . c'est à peine si les plus gros grains atteignent $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ de la grosseur d'un nucleus de l'hémocyte ¹⁾). Ils sont généralement disposés dans la couche périphérique de la pseudovuole sphéroïde; il semble même quelquefois qu'ils ne sont qu'accollés à l'extérieur. En se basant sur quelques réactions, on peut à peine douter, que ces grains présentent le produit d'une dégénération graduelle de l'hémocyte, notamment de l'hémoglobine; par leur composition, ils appartiennent en général aux pigments *mélaniques*. Il est à propos de se rappeler ici, que chez les animaux à *sang froid* (grenouilles, lézards, tortues) la présence des parasites intracellulaires n'occasionne pas la formation de produits noirs de l'hémoglobine.

Une observation, ayant pour objet le sang d'une jeune pie, ne sachant pas encore voler, est surtout instructive pour l'étude de la mélanose. Cette pie, et deux autres parfaitement bien portantes (qui sont restées chez moi encore quelques mois) avaient été prises dans le même nid; elle paraissait plus faible, plus apathique, mangeait moins; la muqueuse de la bouche était de *beaucoup plus pâle* que chez ses sœurs. Dans le sang tiré de la griffe on trouve une énorme quantité de pseudovacuoelae; les $\frac{2}{3}$ à peu près de tous les hémocytes renfermaient à l'intérieur ces formations. En outre les hémocytes paraissaient plus pâles que normaliter. Les Cytozoa étaient de diverses grandeurs et contenaient une grande quantité de

¹⁾ Le nucleus de l'hémocyte de sang de hibou est de 6, 4 μ en longueur moyenne; sa largeur est de 2,5 à 3,5 μ .

grains noirs. Leurs contours étaient très peu distincts, de sorte que, dans le plus grand nombre de cas la substance de l'hémocyte, selon toute apparence, se fondait d'une façon diffuse avec le protoplasma des pseudovacuoïdes. Ce dernier n'était pas clair, transparent, comme ordinairement mais d'un gris mat, même légèrement jaunâtre. Les microcytes à l'intérieur desquels se trouvaient aussi des Cytozoa avaient la même apparence. Très souvent, à l'intérieur d'un corpuscule rouge, on remarquait plusieurs pseudovacuoïdes, de sorte qu'en profil l'hémocyte à 2 ou 3 places, présentait une forte expansion (fig. 10). Après la mort de cette pie, nous avons vu que le foie, la rate et la moëlle des os contenaient une énorme quantité de pigment noir; évidemment le parasitisme (malaria) du sang avait dépassé les limites ordinaires de son intensité et avait occasionné la *mélanémie*. Dans la rate ¹⁾ le pigment noir se trouvait sous forme de grains et de fragments libres et aussi à l'intérieur des grands corpuscules protoplasmiques, — des grands *macrophages* (*Mitchnikoff*). Dans l'intérieur de ces derniers on pouvait trouver des hémocytes par 1 ou par 2, à des degrés différents de désintégration depuis la coloration normale hémoglobique jusqu'à la teinte brune et rouge, et même tout-à fait noire. La moëlle du caput femoris et du diploë du crâne, avait une teinte brune noirâtre. Elle contenait aussi une grande quantité de phagocytes mentionnés avec le même contenu. En comparant diverses formes de macrophages avec les hémocytes engloutis, c'est à dire divers degrés de désintégration intracellulaire à leur intérieur il n'est pas difficile d'expliquer l'origine de l'amas à l'intérieur des macrophages d'une pareille quantité de pigment mélanique, comme de restes de Cytozoa et de hémocytes. Il est intéressant de remarquer en outre que les myéloplaques multinucléaires, comme chez

1) Chez une pie normale du même âge la rate est quelque peu aplatie, du 22 mm. de longueur, 5 mm. de largeur. Au contraire, chez la pie malade, la rate est fortement grossie, longueur 40 mm., largeur 10 mm. Sa forme n'est pas plate mais cylindrique; par conséquent le grossissement de rate a été très grand! Le foie était aussi augmenté, mais pas autant.

les tortues ne contiennent *jamais* à l'intérieur de particules étrangères, ni de grains noirs, ni de pseudovacuoelae; ceci se rapporte à tous les oiseaux sans exception.

Le parasitisme du sang chez les oiseaux doit être comparé avec le parasitisme du sang de l'homme atteint de la malaria (Laveran, Marchiafava et Celli, Golgi, Metchnikoff et d'autres). Les dessins de Laveran, de Marchiafava et de Celli, ne laissent aucun doute, que pendant l'infection de la malaria nous avons le développement du parasitisme intracellulaire (Cytozoa) tout à fait analogue à celui qui ont été décrit pour les oiseaux. Laveran regarde avec raison cette forme intracellulaire, comme une phase transitoire du développement du parasite de la malaria, ce que nous observons aussi chez les animaux. Grâce aux méthodes d'observation qui rendent impossible de confondre les pseudovacuoelae avec les vraies, qui apparaissent à l'intérieur des hémocytes au moment où se changent leur structure normale et leurs propriétés, la nature parasitique des premières est devenue incontestable. La métamorphose progressive du micro-parasite intracellulaire qui, ultérieurement, s'accomplit *ad oculos* éloigne toute espèce de doute à cet endroit. Cette métamorphose que j'ai observée chez les animaux doit, selon moi, se passer analogiquement chez l'homme. Le développement intracellulaire du parasite de la malaria qui a été décrit en détail par Golgi est identique. Il est très probable que ce parasite pénètre dans l'intérieur du corpuscule rouge de la même façon dans les deux cas. Les petits embryons sont engloutis par les lympho-ou leucocytes ou par les jeunes hémotoblastes et, conservant leur vitalité se développent, quand le hémotoblaste lui-même se transforme en hémocyte. Ce processus a probablement lieu principalement dans les organes de l'hématogenèse (hématopoësis) et aussi dans les parois de l'intestin. Il faut donc attribuer une grande importance pour le parasitisme du sang à la moelle des os, à la rate et en général au système lymphatique. Ces relations sont le plus distinctes chez les tortues.

Quant à la signification des pseudovacuoelae — Cytozoa, on peut dire que c'est une forme temporaire, jeune, intracellulaire,

de quelque parasite. J'ai décrit le même fait pour l'*Haemogregarina eistudinis*, pour le *Drepanidium ranarum* et *lacertarum*. L'embryon après avoir pénétré activement ou passivement à l'intérieur du hémocyte, se nourrit et croît aux dépens de la substance de ce dernier. Toutes les pseudovacuoelae développées, ont une forme ronde, ou plutôt sphéroïde, un contenu clair et des grains noirs. Cependant 1) quelques pseudovacuoelae donnent lieu à des pseudovermiculi (B) parasites grégaires; 2) d'autres (analogues) donnent lieu à l'excapsulation des *Polimitus*; 3) la troisième forme sert de kyste à des microorganismes extrêmement mobiles.

Nous avons déjà parlé de la métamorphose du premier groupe des pseudovacuoelae, c'est à dire de la formation des pseudovermiculi. Le développement du *Polimitus* libre à l'aide du *Cytozoon* sera expliqué plus loin.

Il nous reste à examiner la troisième forme de pseudovacuoelae (X) forme qui, par ses particularités, présente un énorme intérêt. Quelques minutes après le refroidissement de la préparation, microscopique on remarque à l'intérieur de la pseudovacuoela un violent mouvement des granules. Dans l'espace de 5 — 10 minutes le mouvement atteint son maximum, le hémocyte tout entier est secoué, après quoi, sous les yeux de l'observateur, la pseudovacuoela se déchire, et laisse échapper, avec une grande vitesse, une quantité de corpuscules spirilliformes, qui se dispersent de tout côtés. La pseudovacuoela servait donc en quelque sorte de kyste à ces corpuscules spirilliformes, dont il est très difficile de déterminer le nombre. Plusieurs observations analogues ont donné comme maximum 10 — 15. Chaque corpuscule, serpentine et son mouvement en spirale, rappelle les spirilles en général. Le bout postérieur est fortement rétréci, tandis que l'extrémité antérieure a la forme d'une massue. On peut distinguer avec de forts objectifs la forme des plus gros exemplaires. Elle n'est pas complètement cylindrique, mais aplatie, et semble comprimée.

Quant aux propriétés biologiques de ces pseudospirilli, on doit dire que leur étude présente de grandes difficultés, en

raison de la courte durée de leur existence. Leur développement, comme on peut le voir par ce qui précède, a lieu dans l'intérieur de la pseudovacuoла. comme dans l'intérieur d'un kyste. Ce phénomène remarquable est presque unique dans l'histoire biologique des Hématozoaires des animaux qui sont connus jusqu'à présent. Un cas analogue de déchirement du kyste intracellulaire et d'expulsion des éléments mobiles, a été décrit par Richard pour l'*Hematozoa Malariae*. Enfin dans le sang des rolliers, nous avons rencontré des *Cytozoa* presque libres (les mêmes pseudovacuoлаe) avec des restes de l'hémocyte dégénéré et atrophié, et avec des granules formés (fig. 12 b). Déjà 5 ou 10 minutes après le tirage du sang, ces sphères immobiles commencent à trembler; à l'intérieur on aperçoit un mouvement; ensuite, elles se déchirent ad oculos et il en sort les mêmes pseudospirilla en quantité. Les têtes de ces pseudospirilla auparavant apparaissaient sous forme de grains foncés dans le *Cytozoon* intacte. Il est évident que jusqu'au moment donné, les pseudospirilla se trouvaient immobiles à l'intérieur de leur kyste; mais ensuite, après avoir reçu du dehors une impulsion de mouvement (refroidissement) elles se sont mises en mouvement et ont occasionné le déchirement du *Cytozoon*. Il est à espérer qu'on prouvera plus tard, par de nouvelles observations, la parenté ou, peut-être, l'identité du *Cytozoon* décrit ci-dessus avec le *Polimitus* dont je dois encore parler. Peut être, le premier n'est-il pas un véritable cyste, mais seulement un corps sphérique, (comme le *Polimitus*), ayant une entoplasme très liquéfiée, cela expliquerait pourquoi les pseudospirilles (A), ou flagelles, ne se tiennent pas longtemps attachés au *Cytozoon*, duquel ils se détachent rapidement. Cette supposition est possible, comme nous le verrons dans la description du *Polimitus*.

CHAPITRE IV.

3. *Polimitus sanguinis avium*.

Ce parasite apparait sous la forme d'un véritable « infusoire du sang », d'un véritable Hématozoon spécifique, qui n'a pas de représentant identique ou proche parmi les Protozoa non parasitiques et subsistant d'une façon indépendante. Le *Polimitus* du sang des oiseaux est encore intéressant sous un autre rapport: il ressemble beaucoup au point de vue morphologique et biologique à un parasite tout pareil, découvert, il n'y a pas longtemps dans le sang d'un homme malade de la malaria, pendant l'un de ses paroxysmes (Laveran).

L'apparente différence pathogénétique qui existe entre les deux parasites sera expliquée plus loin. Jusqu'à présent ce parasite du sang des oiseaux était entièrement inconnu ¹⁾ dans la littérature parasitologique. J'ai trouvé le *Polimitus* chez de nombreux oiseaux, mais le plus souvent dans le sang de la pie-grièche, des rolliers et des carnassiers nocturnes (chouettes) et cela aussi bien chez les oiseaux nouvellement pris, que chez ceux qui étaient restés en captivité depuis quelque temps, par exemple depuis quelques mois et même années. Chez une chouette (*Ulula aluco*) dans mon laboratoire depuis trois ans j'ai trouvé une assez grande quantité de *Polimitus* même en hiver. Dans le courant des mois d'été des années 1884, 1885, 1886 presque chez chaque rollier et chaque chouette on pouvait trouver des *Polimitus* et en grande quantité. Il est à propos de dire ici, que j'ai trouvé beaucoup de *Polimitus* chez la pie-grièche dont il a été question dans le chapitre précédent; elle souffrait de mélanémie par suite de la présence d'un grand nombre d'Hémocytozoa dans le sang. Une jeune chouette, malade pendant quelques jours, nous présentent un cas très frappant.

¹⁾ Je crois nécessaire de mentionner que j'ai découvert et étudié les Hématozoa des oiseaux, avant d'avoir eu connaissance des travaux de M. M. Richard, Laveran, Marchiafava et Celli, dont je n'ai reçu les travaux qu'en 1886. Ma première communication traitant des parasites du sang chez les oiseaux était déjà imprimée en 1885. (Biol. Central, V).

Son sang renfermait une masse de gros Polimitus. Quand sa santé se rétablit les Polimitus disparurent assez rapidement. En général il y a lieu de supposer que chez les oiseaux aussi les Polimitus ont une signification pathogénique. En tout cas leur développement intracellulaire se trouve en relation directe avec celui de la mélanose.

Le Polimitus est un Haemocytozoon. Il se développe dans l'intérieur des corpuscules rouges, et provient des très petites pseudovacuoles qui, grandissant graduellement, augmentent aux dépens de la substance du hémocyte et en occasionnent l'atrophie dégénérative. La forme finale du Cytozoon est sphérique, sa substance est claire transparente avec des grains noirs. Il ne reste du hémocyte, comme il a été dit plus haut, qu'une mince bordure jaunâtre ou même incolore et le noyau. Dans d'autre cas le Polimitus d'une dimension inférieure occupe $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{3}$ du hémocyte, dans lequel la partie restante demeure normale. Tant que la pseudovacuola n'a pas atteint un certain âge, c'est à dire sa taille maximale, elle reste immobile et on n'aperçoit à l'intérieur aucun mouvement.

Quelques minutes après la préparation microscopique du sang, on remarque un mouvement à l'intérieur du hémocyte, c'est à dire, directement dans la pseudovacuola. Une minute ou une demi-minute après le commencement du mouvement intracellulaire, le hémocyte se déchire entièrement ou en partie, et il s'en dégage un Cytozoon sphérique avec quelques flagella assez long se mouvant fortement (fig. 14—15). C'est grâce à son apparence que j'ai appelé ce parasite très mobile — Polimitus. Evidemment, le mouvement intracellulaire était causé par la mobilité des flagella encore à l'intérieur du hémocyte. Leurs mouvements violents ont occasionné le déchirement. Dans d'autres cas le procédé d'excapsulation du parasite avait lieu d'une façon différente notamment: le mouvement intracellulaire se prolonge beaucoup plus longtemps. Le hémocyte coloré avec un noyau très visible prend tout entier une forme sphérique, ou se présente sous la forme d'une capsule sphérique dont la cavité est occupée par un Cytozoon très mobile (fig. 14 a). A en

juger par la prodigieuse rapidité des mouvements des flagella dans l'intérieur de cette cavité il faut supposer qu'elle renferme un liquide. La coloration hémoglobique de la paroi ne permet pas de voir les formes du parasite; on peut voir seulement qu'il consiste en un grand corps plus ou moins immobile avec des grains noirs et quelques flagelles. On remarque ces derniers grâce à leurs mouvements énergiques, notamment à l'expansion angulaire, variant rapidement qui se produit sur l'hémocyte à minces parois sous la pression intérieure des flagelles. Ce mouvement s'augmente et diminue par périodes. Chaque période dure de 10 à 15 secondes. La forme sphérique du hémocyte devient alors polygonale avec des angles qui changent souvent de position. L'opposition de la paroi de la capsule hémocytiqque s'affaiblit graduellement. L'hémocyte reste tout le temps immobile. Son noyau également ne change pas de position malgré un mouvement intracellulaire très énergétique. On voit par là que le noyau de l'hémocyte se trouve non dans la cavité, mais dans la substance même de la paroi. J'ai observé un pareil mouvement intracellulaire pendant 10 et 15 minutes de suite à une température ordinaire (de chambre). Enfin, le déchirement de la capsule hémocytiqque se produit et le parasite sort librement dans la plasmie tout en continuant à se mouvoir énergiquement.

Enfin, on remarque un troisième mode d'excapsulation. Dès, que la préparation, est faite pendant que le sang n'est pas encore refroidi, on peut y trouver des hémocytes sphériques, à l'intérieur desquels on peut voir distinctement un noyau et un Cytozoon. Le dernier est recouvert d'une couche assez épaisse de la substance colorée du hémocyte. C'est pourquoi les contours ne sont pas nets. Les grains noirs du Cytozoon sont seuls visibles (fig. 14 a). Après 2 ou 3 minutes, la capsule hémocytiqque semble se déchirer instantanément. L'hémoglobine ou zooïde se dissout dans le plasma et alors il ne reste que le noyau et le parasite sphérique et immobile mis à nu et réunis entre eux par des restes du stroma de l'hémocyte (sous forme d'une membrane hyaline, très fine

fig. 14 b, 15 a). Quelques minutes après on remarque dans l'intérieur du parasite un violent mouvement, après quoi la couche périphérique (capsule) semble se déchirer et immédiatement les flagelles très mobiles se déroulent (14 b). Le corps du *Polimitus* reste de forme sphérique, mais de moindre dimension. Il faut donc supposer que, primitivement, toutes les flagelles étaient accollés au corps central et que le tout était entouré de la membrane capsulaire. De cette façon, comme aussi dans les autres cas des *Haemocytozoon* en général nous nous trouvons de nouveau en présence d'une transformation du corpuscule rouge sanguin en une capsule très fine dans l'intérieur de laquelle se développe le *Cytozoon*.

Ordinairement les *Polimitus* excapsulés dans le sang d'un même oiseau ont à peu près la même dimension qui atteint le plus souvent 0,006 mm. Il m'est arrivé très rarement de voir des exceptions, notamment une dimension plus grande. Dans une de ces dernières observations j'avais pris du sang de la jeune chouette (*Otus sylvestris*) dont, j'ai déjà, parlé. J'y trouvais des *Polimitus* de deux sortes: les uns de grandeur ordinaire, avec des grains de mélanine, et les autres sans grains et de très grande dimension. Le diamètre de ces derniers atteignait 0,012 mm.

Ces dimensions laissent douter que ces *Polimitus* là se développent à l'intérieur des hémocytes. Cependant des observations minutieuses ont montré, autour de chaque *Polimitus* de ce genre, les restes d'un hémocyte dégénéré et atrophié — son nucléus et sa strome, qui avait changée d'aspect (fig. 18 a.).

Enfin j'ai trouvé dans le sang d'un hibou adulte qui se trouve depuis six mois dans mon laboratoire, de grandes sphères protoplasmiques toutes semblables; leur diamètre égalait 15,5—16,0 μ . *maximum*.

Presque chacun de ces corpuscules montre une membrane étroite, incolore et hyaline, un peu séparée de la sphère de l'un de ses côtés. Quelquefois cette bandelette contient encore son nucléus; enfin l'on voit des sphères qui ont, comme

appendice, une particule étroite d'un hémocyte encore coloré, avec nucleus (fig. 11, a, b, c.).

Ainsi toutes ces formations sont des corpuscules parasitiques intracellulaires (*Polimitus*), qui se sont développés sous la forme de pseudovacuoïle et qui ont atteint, plus tard, une grandeur comparativement énorme. Jusqu'à présent aucune observation ne m'a encore donné lieu de croire que les *Polimitus* peuvent se développer, dans le sang, hors des hémocytes et des leucocytes. Ces derniers servent apparemment de défense à l'embryon du *Polimitus* contre les phagocytes.

J'ai déjà parlé d'un fait analogue, relatif aux *Haemogregarina Stepanowi* des tortues.

Si l'on examine le sang, aussitôt écoulé de la plaie, on verra, qu'il y a moins de *Polimitus* libres, à ce moment, là que quelques minutes après l'écoulement. De ce fait surgit la question suivante: y a-t-il en général des *Polimitus* libres dans le sang circulant in situ? S'y produit-il une excapsulation, comme dans les préparations microscopiques? Pour résoudre cette question le sang de la plaie était directement recueilli dans une pipette avec une dissolution d'acide osmique ou de sublimé de mercure ou dans d'autres cas une mince couche du même sang était soumise à l'action des vapeurs du même acide; ou enfin j'employais aussi la dessiccation rapide d'une couche mince de sang (à 35—40° C). Toutes ces expériences m'ont donné le résultat suivant: le *polimitus* libre présente comme une exception extrêmement rare; *le sang «vivant» le contient seulement sous la forme intracellulaire de pseudovacuoïlae*. On peut ainsi reconnaître comme règle que l'excapsulation du *Polimitus* dans les conditions physio-chimiques du sang circulant in situ, ne se produit pas ordinairement chez les oiseaux «bien portants». Il est probable que, dans des conditions pathologiques, l'excapsulation du parasite peut avoir lieu dans le sang. Plusieurs auteurs affirment même avoir vu des *Polimitus* libres dans le sang d'hommes infectés de

la malaria ¹⁾). Laveran indique qu'il est indispensable après la préparation du sang, de laisser écouler 10 à 30 minutes avant de commencer l'examen microscopique; dans ces dernières conditions on peut mieux voir «l'existence de ces éléments (parasitaires) en assez grand nombre», tandis qu'aussitôt après la préparation du sang, souvent on ne voit pas un seul parasite. En rapportant ce résultat aux Polimitus et aux filaments mobiles, nous avons le droit de penser que l'excapsulation du parasite dans le sang de l'homme atteint de la malaria, a aussi bien principalement après l'écoulement du sang des vaisseaux comme nous l'avons vu pour les Polimitus des oiseaux.

La cause de l'excapsulation du Polimitus dans les préparations microscopiques dans des conditions artificielles dépend du refroidissement du sang, ce dont je me suis convaincu par une série d'expériences. Si l'on transporte rapidement le sang de la plaie sur une lamelle de verre chauffée, si l'on y ajoute un peu d'une solution de sel marin (0.6‰), si l'on fait ensuite une espèce de rempart autour de cette préparation à l'aide d'un mélange quelconque durable, et qu'on mette le tout dans un bain d'air à 40° C., on verra que dans ces préparations, l'excapsulation n'aura pas lieu, et on ne verra pas de Polimitus libres. Au contraire, dans d'autres préparations, faites de la même façon et simultanément, mais refroidies jusqu'à 20 -- 25° C. on pourra trouver une grande quantité de parasites libres. Une série d'expériences pareilles ont montré que, par l'élévation de la température, on peut retarder l'excapsulation pour un temps indéfini, et si cette élévation n'a pas dépassé 40° C. (pour le sang de la chouette), le refroidissement consécutif pourra provoquer l'excapsulation.

Si l'on place sur de la neige des préparations de sang encore récentes cela n'arrête l'excapsulation que pour quelque temps: on n'a qu'à réchauffer ensuite ces mêmes préparations jusqu'à 20 — 25 pour que ce procès recommence de nouveau.

¹⁾ Cependant ni Laveran, ni Marchiafava et Celli n'ont pas vu le procès de la libération du Polimitus dans le sang d'homme.

D'un autre côté, j'ai pu remarquer que la forte réfrigération d'une préparation ayant déjà des *Polimitus* libres et mobiles, n'arrête que fort peu leurs mouvements.

Le *Polimitus* sorti de sa capsule hémocytyque a la forme d'un corpuscule sphérique protoplasmatique et mobile, muni de quelques flagelles ondulantes. Sa substance est assez claire et transparente, incolore, chez les formes plus grandes elle est d'un gris — mat, moins transparente. Le contour est net, mais pas fortement prononcé. Avec les meilleurs systèmes et un fort grossissement on ne voit aucune trace d'un enveloppe séparée. Mais quand les déchirements spontanés du *Polimitus* avaient lieu, je pouvais remarquer que la couche périphérique est plus compacte, et que la masse intérieure est d'une consistance plus ou moins semi — liquide. De cette façon il faut distinguer l'ecto — et l'entoplasma.

La consistance de cette dernière semble être d'abord assez compacte, mais, plus tard, après l'excapsulation, en particulier après que les flagelles se sont détachés, et après la formation de la disphère, l'entoplasme se liquéfie sensiblement. Cela se voit à la mobilité augmentée des grains qui sont à l'intérieur et aussi à la transformation de forme du corps sphérique qui se change en polygone irrégulier.

A l'intérieur de protoplasma de ce parasite on remarque plus ou moins distinctement des granules foncés. Sur la surface du *Polimitus* sont disposés des grains noirs de mélanine de forme irrégulière et de diverses dimensions. Sous l'action d'une faible dissolution de bleu de méthyle *in vivo*, j'ai remarqué à l'intérieur du corps incolore du *Polimitus* une tache bleuâtre arrondie, sans contours déterminés, de dimensions assez considérable. Une dissolution faiblement alcaline de Gentiana-violet produisait le même effet, c'est à dire une tache identique, d'un bleu-violacé; quoique tout le corps du *Polimitus* devienne bleu, la tache, étant de teinte plus foncée ressort nettement. La coloration du noyau réussit également à l'aide d'une très faible dissolution aqueus de safranine. Enfin, il m'est arrivé dans un cas de déchirement d'un des côtés du corps du

Polimitus, de voir sans l'aide d'aucun pigment, un noyau homogène, clair et rond qui ressortait suffisamment sous forme d'un corpuscule sphérique d'une grandeur relativement considérable dans une masse d'entoplasma semiliquide hyalin.

Quant aux flagella, leur nombre varie. Ordinairement j'en trouvais 4 à 6, plus rarement de 8 à 10. Je considère comme indispensable de dire que dans le sang des malades atteint de paludisme, Laveran a aussi trouvé des Polimitus avec un nombre variable de flagella — de 1 à 6. Les flagelles du *Polimitus* sont minces et fins. La matière dont ils se composent est plus ou moins transparente et homogène; les acides la font ternir; les bords du flagelle deviennent alors dentelés, il a l'air variqueux. La longueur des flagella varie souvent dans le sang de la même espèce d'oiseaux, surtout quand on l'examine à des époques différentes. La longueur des flagella peut atteindre 20 à 30 μ . Il est intéressant de savoir que la longueur de toutes les flagella d'un seul et même Polimitus n'est pas toujours égale; même aussitôt après l'excapsulation on peut quelquefois remarquer que les unes sont plus longues, les autres distinctement plus courtes. Les flagella partent du corps protoplasmique sous forme de fils d'une égale ténuité partout, et c'est seulement à leur extrémité que l'on remarque de petites expansions rondes ayant la forme d'une tête d'épingle ou le plus souvent ovoïdes. Pourtant l'élargissement de l'extrémité de flagelles n'a pas un caractère fixe: il arrive fréquemment que les flagelles restent d'une égale ténuité sur toute leur longueur, jusqu'à l'extrémité libre. Selon toute apparence, c'est cette dernière forme des flagelles qu'il faut considérer comme normale; car les modifications de grosseur ont généralement lieu quelque temps après la préparation du sang. Ces modifications consistent soit dans le raccourcissement ci-dessous décrit, soit dans une sorte de gonflement, ou, pour s'exprimer plus justement de varicosité qui se produit soit à l'extrémité, soit au centre de la flagelle mouvante: avec le temps cet amas protoplasmique peut varier de forme et de disposition. Une autre modification de la flagelle est un élargissement de la racine (base) de sorte que le corps

du Polimitus présente à cette place un expansions conique, ou un processus pseudopodiale, qui ne s'amincissant que graduellement, finit par devenir un mince flagellum. Cette base conique est douée d'un mouvement violent, et c'est pourquoi elle paraît se mouvoir continuellement sur la surface du Polimitus. Si la flagelle c'est rétractée c'est à dire contractée, ou, ce qui arrive plus souvent, si elle s'est détachée le rapide mouvement du cône fait l'impression d'une ondulation (v. dessin 28 c.).

Les flagelles se meuvent dans toute leur longueur, se courbant dans diverses directions, formant un arc, ou suivant un mouvement ondulatoire, mais non également, passant d'un mouvement violent à une mouvement douce il est aussi à remarquer qu'elles sont indépendantes l'une de l'autre, en ce qui concerne le rythme et le caractère du mouvement; l'une augmente de force, l'autre s'arrête, etc. Cette indépendance des flagelle par rapport à leur mobilité est très caractéristique pour le Polimitus. La formation du pseudoflagelle ressemblant à un très gros pseudopode mobile et indépendant peut être mise en rapport avec le renflement conforme de la protoplasme (dessin 26). Il est plus court que les véritables flagelles; il s'amincit vers l'extrémité; la matière dont il se compose est visiblement la même que celle dont est formée la sphère. Ordinairement ses ondulations sont plus faibles que celles des autres flagelles, il s'en forme un, ou plus rarement, deux à la fois. La forme du pseudoflagelle est inconstante: sa longueur, ses contours et le degré de sa mobilité changent à vue d'œil, quoique lentement; souvent il se transforme en un appendice plus court, plus droit et plus gros; cet appendice est peu flexible, néanmoins, à l'endroit où il prend naissance, il est encore visiblement mobile.

Une fois, j'ai observé le fait suivant: le bout libre d'un pseudoflagelle encore long s'attacha au verre, comme par un pied. Les mouvements et ses ondulations amenaient de fortes locomotions de tous le Polimitus autour du pied attaché; en même temps on voyait tous les flagelles onduler fortement. Au bout de 5 ou 10 minutes ce «pied pseudopodial» remua plus

faiblement: il se raccourcit en se contractant et finit bientôt par ressembler à un bourgeon hyalin et sphérique qui était attaché au polimitus par sa base élargie. Pendant d'autres observations, j'ai vu apparaître un pied tout semblable, court et droit après la séparation de tous les flagelles. Le Polimitus pyriforme avait un pied immobile, de forme constante. Cependant j'ai remarqué d'autres fois que la longueur du flagelle changeait en sens inverse: il s'allongeait tout en accomplissant énergiquement un tremblement ondulatoire.

Ce phénomène se voit assez rarement. Il a été déjà remarqué, que l'excapsulation du parasite a lieu par suite de mouvements intracellulaires, ou bien grâce à l'amaigrissement des parois de sa capsule hémocytaire, — à sa désintégration. Après s'être débarrassé de son hémocyte le Polimitus commence, ou continue à se mouvoir; dans des conditions favorables, il se meut encore pendant longtemps. Ces motions sont causées par les mouvements ondulatoires des flagelles qui sont dirigés de différents côtés; il est donc facile de comprendre pourquoi le déplacement progressif est très faible tandis que le tremblement rotatif *in loco* est très énergique. Ce mouvement peut être observé facilement, surtout dans le cas, où de gros points pigmentés sont disposés sur la périphérie du corps sphérique. Quelquefois le Polimitus, bientôt après son excapsulation, se trouve dans un état d'immobilité presque complète: ses flagelles, remuant à peine, sont étendus dans la partie supérieure du liquide; ce n'est que 10 ou 12 secondes après, que les flagelles se mettent en mouvement. Il est probable que pendant les premiers moments qui suivent l'excapsulation les flagelles sont collés à la paroi inférieure du couvre-lamelle dans toute leur longueur ou en partie.

Quand le mouvement des flagelles se ralentit, on peut remarquer que la direction de la vague qui passe par toute leur longueur est, tantôt centrifuge, tantôt centripète.

On voit aussi quelquefois onduler une partie du flagelle: il remue tantôt près de sa base, tantôt près du bout libre, la partie immobile reste plus ou moins droite. Les courbes

des flagelles sont d'abord fort distincts et fréquentes, ensuite elles se font plus rares et plus basses; avec l'ondulation mourante, leur énergie diminue.

Après leur excapsulation, au contraire, les flagelles remuent fortement, ils forment des vagues des nœuds et des courbes variées, qui se modifient rapidement et apparaissent de différents côtés à la fois.

En examinant le sang d'un rolleur, auquel il avait été ajouté 0,6 % NaCl et du bleu d'aniline, j'ai pu observer pas-à-pas les transformations intéressantes des flagelles.

Les *Polimitus* étaient petits, leur diamètre atteignait à peine $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ de la longueur d'un hémocyte; la longueur des flagelles surpassait de peu de chose le diamètre de la sphère. Au bout de 10 ou 20 min. après la préparation du préparat (temp. 10 — 22° C.) les flagelles commencent à se raccourcir à vue d'œil, mais ils n'étaient pas colorés et se mouvaient encore (le corps sphérique avait légèrement bleui); ils avaient la forme de petits appendices diaphanes, un peu gros et recourbés; leurs mouvements n'étaient pas encore ondulatoires, car ils étaient trop courts, mais ils se mouvaient comme des balanciers. Leurs mouvements, tour-à-tour, s'accéléraient et se ralentissaient, jusqu'à suspension complète. Les flagelles ne remuaient pas simultanément, mais chacun d'eux avait son allure particulière; il y en avait, dont les mouvements s'étaient tout-à-fait arrêtés.

Tous ces changements finissent par l'affaiblissement de la vitalité du parasite.

Un état pareil peut être regardé comme une forme d'involution. Elle se voit rarement. Le fait rapporté ci-dessus démontre, d'ailleurs, que les flagelles des *Polimitus* conservent leurs propriétés plus ou moins protoplasmiques ou pseudopodiales.

Leurs mouvements, qui sont indépendants, même après qu'ils sont séparés de leur sphère, peuvent aussi servir de preuve à cette hypothèse, dont nous traiterons plus tard.

Le *Polimitus* libre présente une modification morphologique très intéressante, notamment la division incomplète, c'est à dire, la *transformation en deux corps sphériques réunis*; fait souvent observé concordément avec un abaissement de la température jusqu'à celle de la chambre (fig. 19, 20, 21, 22). Déjà pendant le violent mouvement des flagelles on voit apparaître sur l'un des côtés du corps sphérique et granuleux une petite expansion, hémisphérique, formée d'une substance entièrement hyaline. Elle augmente graduellement, de sorte que la masse générale du parasite devient considérablement plus grande. Environ 3 — 5 minutes après le commencement de cette formation «le parasite présente la forme de deux sphères réunies entre elles. Quoique les deux parties du *Polimitus* divisé tournaient l'une et l'autre, leur rotation n'était point isochronique; elle était dirigée de différents côtés, ce qui se voyait à la manière dont les grains mélanins disposés sur leur périphérie changeaient de place; il y avait même des moments où les flagelles d'une hémisphère se mouvaient, tandis que ceux de l'autre restaient encore immobiles. Toujours est il que le mouvement de la partie granulée du corps du *Polimitus* est le plus accentué. On le voit en regardant ses grains pigmentés. Le plus souvent toutes les flagelles restent réunies à l'hémisphère primitif; le second se présente simplement sous forme d'une exudation sarcodique. Dans tous les cas, l'expansion est d'abord entièrement transparente, hyaline, et ce n'est qu'après quelques minutes, quand les deux parties deviennent presque de grosseur égale que se produit la répartition égale des granules dans les deux parties de la bisphère. Enfin le mouvement des flagelles cesse, ou bien elles se détachent complètement: maintenant commence un violent mouvement indépendant des granules, (pas de ceux de mélanine) dans l'intérieur du corps primitif, tandis que jusqu'à ce moment les granules intérieurs restaient immobiles. Cela dure 2 — 3 minutes. Ensuite le *Polimitus* se déchire; les grains intérieurs (10 et plus), se mouvant avec énergie, sont dispersés dans toutes les directions: l'endoplasme s'écoule (fig. 23, 24).

Les propriétés morphologiques de ces grains ne sont pas encore bien connues, il y a lieu de croire que ce sont des particules organisées d'une façon compliquée. Les uns sont ronds ou ovales, d'une couleur jaunâtre et brillante tandis que les autres sont allongés. Quelques uns d'entre eux, comme j'ai pu le remarquer, ont un fil flottant, de sorte qu'ils ressemblent aux pseudospirilles dont nous avons parlé (A). Ces grains tremblent d'une façon saccadée; cependant leur oscillation ne ressemble point au mouvement moléculaire. Pour étudier en détail ces corpuscules intéressants, il faut se servir de forts objectifs. Leur présence dans l'entoplasme, ainsi que leur forte mobilité après la séparation des flagelles expliquent suffisamment la formation de ces soulèvements anguleux et changeants de la surface périphérique du *Polimitus* (fig. 23 b, c.) En se mouvant dans l'entoplasme liquéfiée, ils poussent de l'intérieur et soulèvent par moments la couche entoplasmatique; si leurs mouvements deviennent plus énergiques, l'ectoplasme est percée et les grains sortent l'un après l'autre de l'intérieur par sauts tremblés. Alors, à la place du *Polimitus* détruit, il reste une masse informe, transparente, plissée et chiffonnée où l'on voit quelques grains de pigment mélanin qui gisent immobiles — c'est l'ectoplasme. Quelquefois, on peut voir ici même les flagelles libres du *Polimitus* repliés sur eux mêmes comme des serpents la formation de la bisphère ci-dessus décrite, ressemble, par l'apparence, à la multiplication. Cependant nous n'avons jamais encore observé la séparation complète en deux sphères indépendantes ¹⁾).

Il arrive parfois que la formation de la nouvelle hémisphère est si rapide, que l'entoplasme semble s'écouler par une déchirure de l'ectoplasme. Les propriétés optiques de la nouvelle masse sphérique font croire qu'elle se compose d'entoplasme.

¹⁾ Il est possible que certaines conditions physico-chimiques du sang que l'on examine gênent la métamorphose progressive et la division des parasites, tout en excitant leur mobilité et en favorisant leur excapsulation.

La fig. 19 b, représente un *Polimitus* *Lanii* partagé en disphère.

Les Hématoz. des tortues.

De ce qui précède on peut conclure que les différentes formes du Polimitus du sang se distinguent par la présence de grains noirs, par le nombre des flagelles, par leur longueur et même leur forme. Sous ce rapport, le cas de la chouette malade (décrite ci-dessus) est très intéressant. Tant que cet oiseau était bien portant, on ne trouvait dans le sang que des trypanosoma; il n'y avait ni polimitus, ni pseudovacuolae. Dès qu'il tomba malade: (symptômes: perte d'appétit; apathie; réaction faible aux irritations; l'oiseau semble s'être contracté: les plumes sont hérissées; les yeux à demi-clos); on découvrit dans le sang une grande quantité de Polimitus de deux genres; la différence consistait surtout dans les dimensions: les uns étaient de taille ordinaire, les autres très grands; le diamètre de ses derniers atteignait 0,013—0,015 mm. Leur corps, régulièrement sphérique, semblait d'un gris-mat presque homogène contenant une quantité de granules très petits (fig. 18). Différents endroits du corps portaient des flagelles (4—6) très ténues et longues avec des dilatations boutoniformes aux extrémités et sans celles-ci. La longueur des flagella atteignait le double de la longueur de l'hémocyte et même plus (30—32 μ .) tandis que les flagelles des polimitus de moindre dimensions étaient beaucoup plus courtes. Sur chacun des Polimitus major était accolé un corpuscule oblong (le reste de l'hémocyte et son noyau). Ces Polimitus ne possédaient point de grains noirs et brillants de mélanine. On les distinguait chez les Polimitus minor, mais en petite quantité. Le diamètre des grands parasites était double de celui des polimitus minor. Les cytozoa-pseudovacuolae étaient complètement absents. Environ quatre jours après, l'oiseau commença à se rétablir et en même temps le nombre des polimitus et des Pseudospirillae diminua rapidement. Il est intéressant de savoir que chez une autre chouette, prise en même temps et dans le même nid, et restée tout le temps bien portante, je n'ai trouvé que des trypanosoma. Ce fait présente un intérêt particulier pour la description des Polimitus de la Malaria. Laveran considère ce parasite («corps kystiques sphériques ou corps N° 2 à filaments mobiles»)

comme une formation protoplasmatique de forme sphérique avec quelques grains noirs ou rouge-brun et avec quelques flagelles mobiles (1—6) à l'extrémité desquelles se trouve une élargissement pyriforme. Suivant la description de Marchiafava et Celli, le Polimitus de la Malaria se présente sous forme d'un petit corps hyalin avec une vacuole centrale, avec des grains de pigment noir et possédant des filaments très mobiles de différentes longueurs. On voit de ce qui précède, que le Polymitus de la Malaria, comme le Polimitus des oiseaux présente jusqu'à un certain point, des formes polymorphes, dont les propriétés principales sont pourtant identiques chez tous les genres. Quant à la genèse de ce parasite, je considère comme très probable (par analogie), que dans la Malaria aussi, le Polimitus se développe dans l'intérieur des hémocytes et ensuite il s'en dégage. Donc chez l'homme aussi ce parasite est un Haemocytosoon.

En ce qui concerne la détermination de la nature zoologique du Polimitus de ce côté-là nous rencontrons de grandes difficultés. Nous avons déjà fait remarquer plus haut que quelques organismes (Protozoa - Flagellata) présentent une analogie apparente avec notre parasite, mais seulement sous le rapport de la multiplicité des Flagelles. Tel est, par exemple, le Polymastix Bütschli, qui pourtant se distingue essentiellement du Polimitus. Le second organisme analogue est Multicilia Marina découverte par Cienkowsky dans la mer Blanche. Le corps sphérique et protoplasmatique est couvert sur toute sa surface de fines flagelles peu mobiles, et dont le nombre est variable (8—14). La forme du corps se modifie lentement. La Multicilia ne possède ni noyau, ni vacuole contractile, ni orifice buccale. Le mouvement rotatoire est lent. Ce protiste en effet se rapproche du Polimitus au point de vue morphologique, particulièrement par la répartition des flagelles. Sous ce dernier rapport ces deux protistes se distinguent nettement des autres Flagellata. Mais chez la Multicilia, les flagelles n'ont pas de mouvement indépendant. Le troisième organisme a plus d'intérêt pour nous par ce que c'est un parasite des amphibiens.

Grassi l'a découvert le premier dans le sang de *Hyla Viridis*, il le décrit comme: «Monere delle Raganelle». Cet parasite fut aussi observé par Fisch dans le mucus de l'estomac de la *Rana escul.* en grande quantité et fut appelé *Grassia ranarum*. Fisch n'a pas trouvée ce parasite dans le sang. Sa grandeur est de 0,0034 à 0,0048 mm. Dans l'intérieur du *Cytoplasma*, il trouva un noyau et 1 — 2 vacuoles contractiles. Les cilia se meuvent tous ensemble et dans la même direction, elles peuvent être rétractées et alors le parasite devient une sphère. Le *Grassia* se multiplie par voie de division dans le courant de quelques minutes. Quant à l'analogie entre le *Grassia* et le *Polimitus* (Malariae), elle a été indiquée déjà par Grassi lui même.

Il faut convenir, cependant, que nous manquons de faits pour éclaircir la nature zoologique du *Polimitus*; nous savons trop peu, par exemple, relativement à sa métamorphose, à sa reproduction, etc. Néanmoins l'individualité zoologique de ce parasite est indubitable.

CHAPITRE V.

4. *Pseudospirilla*.

Dans les préparations fraîches du sang des oiseaux, de même que dans celles faites depuis quelques minutes, on trouve des organismes spirilliformes très mobiles, que l'on peut répartir en deux groupes. Au premier se rapportent les corpuscules plus fins, plus longs, moins mobiles; ils se rencontrent toujours simultanément avec les *Polimitus*. Au second groupe appartiennent les organismes analogues, mais avec un corps plus aplati. Ils ressemblent énormément aux *Herpétomonas* Lewisi (S. Kent) du sang des rats et des hamster et se rencontrent indépendamment des *Polimitus*. Nous étudierons ces corpuscules plus bas avec des *Trypanomonades*. Les corpuscules du premier groupe, indiquées sous le nom de *Pseudospirilla*, seront décrites ici avec les *Polimitus*, car elles ne sont autre chose que les

flagelles détachées de ces derniers (fig. 31). De ceci ressort clairement que ces dernières ne se trouvent dans le sang que simultanément avec les Polimitus. On peut dire ici que nos Pseudospirilla se trouvent être identiques aux filaments mobiles, trouvés dans le sang de l'homme atteint de la Malaria (Richard-Laveran).

Nous savons déjà que les flagelles du *Polimitus* peuvent subir deux sortes de changements: quelquefois, et c'est assez rare, il se raccourcissent, prennent la forme de petits processus hyalins, gros et courts; alors leur mobilité diminue: au lieu d'onduler énergiquement, ils se balancent en faisant des pauses périodiques. Plus ordinairement, un autre phénomène a lieu, et ce nouveau changement est normal: — les flagelles se séparent du corps sphérique du polimitus. Pendant la vie du parasite in situ ce phénomène n'arrive que très rarement dans le sang.

En effet, on ne trouve presque jamais de flagelles libres ou pseudospirilles dans du sang qui, à peine tiré d'une blessure, est tout aussitôt fixé par l'action des vapeurs d'acide osmique. Cela provient de ce qu'il n'y a point de Polimitus excapsulés dans le sang qui a été préalablement exposé aux vapeurs de cet acide.

Nous avons déjà vu que les flagelles du *Polimitus* font des mouvements très énergiques et prennent la forme de nœuds et de vagues. La direction de ces dernières est centrifuge et il semble que le flagelle, en se redressant fait des efforts pour s'arracher du corps sphérique.

Quelques minutes après la préparation (10 — 20 min.), on peut remarquer que les flagelles en se détachant, s'éloignent de la sphère, en conservant leur mobilité. On peut quelquefois apercevoir sur le corps du Polimitus les racines des flagella déjà détachées. D'abord l'une d'elles se détache, puis une autre et ainsi de suite. Quant à la cause de le fait, elle est, à mon opinion, purement mécanique: le flagellum très mobile a force de se retordre finit par se rompre à sa base. La forme simple du *Trypanosoma ranarum* nous présente un

cas analogue. Cet infusoire, avant de se multiplier, prend la forme d'une sphère garnie d'un très long flagelle; ce dernier, après s'être remué très énergiquement pendant quelques minutes (de 5 à 10 tout au plus), s'arrache, vole de côté et s'immobilise immédiatement. Le filament détaché du *Polimitus* conserve son entière mobilité et ces propriétés morphologiques, et sous cette forme, par le caractère de ses mouvements, il mérite son nom de « pseudospirillum ». Sa forme typique représente un fil d'une ténuité égale et d'une forme ondulante. La plus forte grosseur du pseudospirille filiforme ne surpasse point ordinairement 1—1,5 microns; au contraire, on en voit de plus minces; mais de fortes augmentations permettent de distinguer clairement les deux contours du fil. Quand le fil remue, ces contours ne changent pas; donc ces corps sont cylindriques et non aplatis ou membraneux ce qui permet de les différencier des autres parasites spirilliformes qui seront décrits ci-dessous.

Il y a des cas où s'arrachent des flagelles à forme anormale et non typique. Théoriquement, ce sont les plus intéressants. Les flagelles, comme nous l'avons dit, peuvent, en se mouvant, devenir plus gros ou plus courts. Leur bout libre prend la forme d'une massue. Malgré cette déformation marquée, le flagelle continue à se mouvoir fortement, ensuite il se détache du corps du *Polimitus* et commence à se déplacer librement, son extrémité mince en avant. En général plus on examine ces métamorphoses du pseudospirille, plus on est convaincu de la structure protoplasmique de sa matière. Les mouvements du Pseudospirillum (fig. 31) sont très caractéristiques et d'une façon générale ils rappellent ceux des spirochaeta. Avant tout, on remarque la grande souplesse du fil. Le mouvement paraît semblable à celui du serpent mais en réalité il a la forme d'une spirale. Les flexions du corps varient constamment et avec elle la ligne visible d'ondulation spiralliforme du fil. Il y a des moments où 4 ou 5 vagues paraissent à la fois sur sa surface, d'autres, où il n'y en a que 2 ou 3, enfin, il arrive qu'il se courbe, se redresse rapidement, se

recourbe de nouveau de manière à ressembler à un nématode (fig. 31 a.), en un mot, le pseudospirille prend une variété de formes différentes qui se changent momentanément l'une après l'autre; d'autres fois, au contraire, les mouvements spirilloïdes prédominent. Cet avancement progressif a lieu par périodes.

Le pseudospirille, après s'être détaché du *Polimitus* avance des 2 — 3 fois de sa longueur tout en serpentant avec vivacité; ensuite après s'être arrêté un moment, il retourne en arrière ou de côté de la même façon ou bien continue son mouvement progressif. La force du mouvement est assez grande; on s'en aperçoit par le violent déplacement des hémocytes, quand ce pseudospirillum se trouve parmi eux. Quelquefois, le pseudospirillum tombe à plat, sur le hémocyte, et sans se déplacer, continue à onduler en secouant fortement ce dernier. J'ai observé les mouvements du pseudospirillum à une température élevée (38°) et à la température d'été d'une chambre pendant plusieurs heures de suite (2 — 4). Dans la préparation non chauffée les pseudospirilla se meuvent pendant une heure et plus sans diminution visible de mobilité, et en gardant le caractère de leurs mouvements. L'affaiblissement de la vitalité amène un changement complet dans les mouvements du pseudospirille: ils deviennent saccadés, les pauses s'allongent, les sinuosités de son corps deviennent plus larges, plus basses et durent plus longtemps. Cependant la forme du pseudospirille ne change pas: il n'y a aucune transformation involutionnelle; l'élargissement fusiforme que l'on voit au milieu du pseudospirille y était encore pendant qu'il tenait au *Polimitus*.

Le pseudospirille mort et immobile est roulé en spirale; quelquefois on y voit quelques grains; la protoplasme claire et homogène devient plus foncée. Je n'ai jamais encore pu réussir à voir la division des pseudospirilli et c'est pourquoi je doute même de la possibilité d'une multiplication pour ce corpuseule dans son état indépendant. Ces organismes sont simplement des fils mobiles pseudopodiaux, détachés du corps du *Polimitus*. La structure protoplasmatique des pseudospirilli nous explique suffisamment la mobilité indépendante des fils et leur tendance

à former des renflements sphériques. Nous n'avons pas de raison pour regarder les pseudospirilles comme des organismes parasitiques indépendants.

D'un autre côté on ne peut pas les comparer non plus aux cils et aux flagelles des protozoaires qui vivent en liberté, car ils ont le caractère de processus de la sarcode. Ici il faut faire attention aux propriétés chimiques du sang. Il m'est déjà arrivé de dire que quelques qualités biologiques spéciales, propres aux Hématozoaires, peuvent être expliquées par les conditions spécifiques dont dépend leur existence dans le sang. Dans ce cas, il me semble qu'il faut attribuer une influence apparemment déterminante aux albuminats et aux sels minéraux qui font partie de la plasmе du sang.

Entre ces derniers, le phosphate de soude est peut être d'une importance particulière. Les faits intéressants racontés par O. Zacharias ¹⁾ peuvent servir de preuve à cela.

Il parle de l'influence d'une dissolution de 3 ou 5% de phosphate de soude ($\text{PO}_4\text{N}_2\text{H}$) sur les spermatozoïdes du *Polyphenous* et les cellules épithéliales améboides prises d'un intestin de *Stenostomum*. Il observa la formation d'un grand nombre de pseudopodes longs et minces qui, tout de suite, se mirent en mouvement et devinrent semblables aux vrais cils. De cette manière artificielle on obtint une forme correspondante à quelque *Infusorium flagellatum resp. ciliatum*! Quoique le sang contienne comparativement fort peu d'acide phosphorique [le *serum sanguinis* d'un chien, par exemple, n'en contient que 6% de toute la cendre; la cendre des hémocytes des oiseaux au contraire contient beaucoup de phosphates (40—60%)] on doit aussi tenir compte de la longueur du temps que les parasites ont passé dans le sang.

Il est difficile pour le moment de dire d'une manière définitive quelle est l'influence du lécitine sur les propriétés de l'Hémocytozoon ²⁾.

¹⁾ Biolog. Centralblatt. 1885. v. p. 259.

²⁾ On peut à peine douter que la lécitine (ainsi que la cholestérine et la cérébrine) aie son influence sur la mobilité, la croissance et le

Ainsi il ne me reste qu'à constater le fait biologique suivant: la séparation des flagelles du corps protoplasmatique du *Polimitus* et leur existence postérieure sous la forme de pseudospirilles mouvants. Il faut remarquer que l'on ne peut regarder ces pseudospirilles comme de véritables flagelles, non pseudopodiales, car ils n'ont pas de longueur, ni de nombre, ni de disposition constante. Il est à propos de dire aussi que la science nous donne un exemple de vrais pseudopodes transformés en filaments spirilliformes. C'est l'*Amœba radiosa* (*Perty*) que l'on regarde comme un stade améboïde de la *Spirophora radiosa* (*Zopf*) qui appartient à la famille des Vampirelles (*Myctozoa Monadinea*). Quelques uns de ses pseudopodes s'amincissent graduellement et se changent en longs filaments plus ou moins longs, recourbés en spirale comme ceux du spirochaete; ils imitent l'oscillation d'un balancier.

Dans le cas présent, je crois indispensable de montrer, que le *Polimitus Malariae* présente un fait tout à fait identique la separation des flagelles sous forme de pseudospirilla mobiles. Laveran affirme que «presque toujours les filaments mobiles finissent par se détacher du corps N° 2, sur lequel ils s'inséraient»; après le détachement ces fils nagent librement parmi les hémocytes «avec une grande vivacité». L'extrémité libre de la flagella (resp. filament mobile) présente, comme chez les oiseaux, une expansion sphérique ou plus souvent pyri-forme. De cette façon, en ce qui concerne la forme, la longueur et la mobilité, les filaments mobiles (*Malariae*) se présentent comme tout à fait identiques aux pseudospirilla (*Polimitus*) des oiseaux. Les flagelles des *Polimitus* sont loin d'être entièrement identiques aux flagelles entièrement développées des *Flagellata*; notamment, chez le *Polimitus*, elles conservent leurs propriétés protoplasmiques, comme les processus

développement des processus à cause de la formation de différents prolongements mobiles de la matière du hémocyte pendant sa désintégration quand l'équilibre de sa couche périphérique est dérangée. Quelques observations que j'ai faites sur les „formes myélines“ prouvent la même chose.

pseudopodiaux. C'est ce qui est indiqué, comme il est dit plus haut, par leur mobilité indépendante après le détachement du corps du *Polimitus*; et en partie par les renflements et les dilatations (décrits plus haut) remarquées quelquefois au centre le plus souvent aux extrémités de ce filament. Jusqu'à présent, il n'y avait dans la littérature aucune indication sur le fait, que les flagella des Infusoria Flagellata, peuvent se détacher de leur organisme, et conserver leur mobilité. Nous voyons ce fait original pour la première fois dans le cas donné.

L'une des propriétés remarquables des flagelles séparés ou pseudospirilles des oiseaux, c'est leur mobilité indépendante et durable à la temp. de 20° C. et même plus bas encore. L'observateur croit voir, au premier coup d'œil quelque *vibrio*, *spirochaete* ou petit spermatozoïde; ce n'est que plus tard, après avoir étudié l'origine du parasite, qu'il reconnaît son erreur et aperçoit qu'il avait affaire à un flagelle de *Polimitus*.

À l'intérieur des hémocytes, comme nous savons déjà, il se trouve des pseudovacuoles (X) qui servent, apparemment, de cystes aux corpuscules spirilliformes (A). Ces derniers déchirent de l'intérieur leur corps cystique et se dispersent dans la plasmе. J'ai constaté un fait analogue relativement à la rupture spontanée du corps du *Polimitus* et Richard dit aussi, en racontant le même fait, que «d'autres fois les filaments mobiles percent seuls l'enveloppe (globe rouge du sang) dans laquelle le corps du parasite continue à rester enfermé».

Il me reste encore à attirer l'attention sur l'analogie entre les Pseudospirillum des oiseaux, c'est à dire «filaments mobiles» *Polimitus* avec les *Spirochaete Obermeieri*, trouvés dans le sang pendant febris recurrens, pendant les paroxysmes et peu de temps avant ces derniers (Heidenreich). Cette analogie se rapporte non seulement à la forme mais encore à l'impossibilité de se multiplier dans les milieux artificiels. En outre, on remarque une analogie entre ces deux parasites dans leur propriétés biologiques, notamment la relation de leur mobilité à la température. Heidenreich a montré par des observations exactes

que l'abaissement de la température de 40° C jusqu'à 16 — 19° agit d'une manière excitante sur les mouvements du *Spirochaete Obermeieri*. Nous avons vu le même fait plus haut en parlant des causes de l'excapsulation du *Polimitus*, c'est à dire de l'excitation des mouvements primitifs de leurs flagelles. La même analogie se retrouve dans l'action du refroidissement fort. D'un autre côté, on ne peut pas ne pas reconnaître la parenté entre *febris pallustris* et *febris recurrens*. C'est pourquoi on peut probablement supposer, que les *Spirochaeta Obermeieri* aussi par leur genèse, ne sont pas une forme bactériale libre, mais, selon toute probabilité, ne sont également qu'une partie d'un *Haematozoon* plus complexe pas encore découvert et qui peut être serait même intracellulaire (*Haemocytozoon*). Nous trouvons quelque base à cette supposition chez Arndt, qui insiste à démontrer (comme le résultat d'observations décrites) la relation génétique de ce *Spirochaeta* avec la substance du hémocyte. Cet auteur va évidemment trop loin dans interprétation de ces faits: il regarde ce *Spirochaete* mobile comme une extension de la propre protoplasme du hémocyte. Il s'appuie sur ce que Gaule a découvert des «Blutwürmchen» se composant de la matière des hémocytes de grenouille; cependant mes recherches à cet endroit m'ont prouvé indubitablement que ce «Blutwürmchen» (*Drepanidium ranarum* Ray Lankester) n'est qu'un *Hémocytozoon* grégarin ¹⁾.

Dans ces derniers temps (1889) il a paru une nouvelle communication très intéressante du Dr. Sacharoff (Caucase) sur les microbes de la fièvre recurrente. Il assure avoir trouvé dans cette maladie dans le sang humain un grand *Haematozoon* protoplasmatique sous différentes phases de développement (forme initiale-intracellulaire); les *spirochaete Obermeieri* n'appartiennent pas du tout au groupe des *Schyzomycetes*, ce sont tout simplement des processus détachés de ce *Haematozoon*; ils sont analogues aux *Pseudospirilla*, que j'ai découvert chez les oiseaux malariques. D'après Sacharoff il existe une certaine analogie

¹⁾ Arch. Slav. de Biol. 1886. I. 386 et Arch. für micr. Anat. 1885. Bd. 24.

morphologique entre les microbes de la Malaria et de la fièvre récurrente. De cette manière nous trouvons dans ses faits une complète confirmation de la supposition que j'ai mise plus haut. Malheureusement jusqu'à présent je n'ai pas eu la possibilité d'étudier moi-même les microbes de la fièvre récurrente.

CHAPITRE VI.

5. *Trypanosoma sanguinis avium*.

Ce parasite diffère des précédents en ce qu'il présente une forme zoologique, déterminée d'une façon plus ou moins exacte, — «infusoire», avec une organisation typique distincte. Le *Trypanosoma* est un organisme protoplasmatique, possédant des flagelles, un noyau et une membrane ondulante. Il a été découvert d'abord par Gluge (1843) ensuite par Gruby dans le sang de la grenouille, ce dernier a donné le nom au parasite.

Ray Lankester prit ce parasite pour une nouvelle forme d'infusoire et le décrivit plus tard sous le nom d'*Undulina ranarum*, sans connaître l'ouvrage de Gruby.

Gaule a aussi étudié le *Trypanosoma* de la grenouille. Il a donné relativement à son organisation, une opinion particulière en vertu de laquelle le *Trypanosoma sanguinis* Gruby n'est pas un organisme indépendant et comme tel ne présente aucune individualité zoologique. Ce même doute avait déjà été énoncé auparavant par Remack, Creplin, Siebold et von Stein. Gaule affirme que, pendant les observations qui ont servi de base à cette opinion, il a réussi à observer la transformation du corpuscule protoplasmatique granuleux (leucocyte) en *Trypanosoma*, notamment l'apparition de la flagelle et de la membrane ondulante. D'un autre côté, en perdant la flagelle et en retractant la membrane ondulante, le *Trypanosoma* redevient un leucocyte. Après ces observations, l'auteur (en 1880) conclut que le *Trypanosoma* n'est autre chose qu'un leucocyte métamorphosé progressivement, et ayant reçu une mobilité particulière. Les données ci dessous indiquées,

tirées de mes observations sont entièrement opposées aux conclusions de Gaule, qui, évidemment a été induit en erreur par la ressemblance entre le leucocyte de la grenouille et le stade sphérique du *Trypanosoma* métamorphosé. Nous reparlerons encore des recherches de Gaule dans un article prochain consacré aux Hématozoaires des grenouilles et des poissons.

Quant aux oiseaux, en 1861 Eberth a trouvé chez eux, dans le canal digestif, un parasite analogue—*Trypanosoma* Eberthi (Sav. Kent.). Mais cette forme, (corps très aplati avec une très fine membrane ondulante) à en juger par les dessins de l'auteur, ne présente presque pas de ressemblance avec les *Trypanosoma* fusiformes ci-dessous décrits, ni avec les *Trypanomonas*: elle ne possède même pas de flagelles qui sont si caractéristiques pour ces Haematozoa. En général les descriptions des *Trypanosoma*, même les plus récentes par exemple celles de Gaule, Mitrophanoff et Grassi, sont loin d'être complètes, elles laissent inexplicé ses principaux caractères morphologiques et ses propriétés biologiques. Dans ma courte communication sur les Haematozoa (Biolog. Centralbl. 1885) se trouve la description des différentes variétés du *Trypanosoma* chez les grenouilles et les poissons, et pour la première fois, il s'y trouve des faits concernant la multiplication des *Trypanosoma* et constatant indubitablement l'individualité zoologique du parasite. Jusqu'à présent on savait que le *Trypanosoma* ne se trouve que chez les animaux à sang froid. Pour la première fois en 1885, j'ai trouvé ce parasite dans le sang de plusieurs oiseaux (la chouette, le rollet etc.) Le nombre des *Trypanosoma* trouvés varie suivant les individus et les époques. Le plus intéressant est le cas où j'ai trouvé des *Trypanosoma* fusiformes dans le sang de jeunes rollets âgés de 3 ou 4 jours. La grandeur du parasite n'était que très peu supérieure à la longueur de l'hémocyte. A côté de cette forme se trouvaient encore des *Trypanosoma* courts et très étroits, très mobiles, prenant la forme de nœuds comme le *Trypanosoma* piscium.

Tandis que chez la rana esculanta et Hyla arborea, on rencontre, au moins quatre variétés de Trypanosoma (Biolog. Centr. V. 1. c.) dans le sang des oiseaux, je n'ai trouvé jusqu'à présent qu'une seule forme, qui correspond parfaitement au Trypanosoma fusiforme des poissons. Cette forme, que j'ai déjà décrite ne présente dans aucune période de son développement aucune analogie avec le Trypanosoma Eberthi à membrane, ce qui avait déjà été indiqué plus haut. Il s'est même présenté un doute, concernant l'individualité zoologique de ce parasite intestinal. Par exemple Saville Kent montre la grande analogie entre le Trypanosoma Eberthi avec les spermatozoïdes de quelques amphibiés (Rana. Bombinator, Triton): il croit même possible de poser la question suivante: ce parasite ne serait-il pas simplement un spermatozoon de quelques amphibié, avalé par l'oiseau avec l'eau et ayant conservé sa vitalité dans l'appareil digestif de l'animal? — D'un autre côté Leuckart reconnaît le parasite d'Eberthi non comme un Trypanosoma, mais comme appartenant au genre des Trichomonas. Donné, supposant chez lui l'existence d'une flagelle, qui, probablement, n'aura pas été remarquée par Eberth. Leuckart place le parasite intestinal des oiseaux à côté du Trichomonas Batrachorum parasitique.

Quant au sang des oiseaux, les Hematozoa protozoïques y ont été observés pour la première fois par Wedl (1850) et depuis ce dernier jusqu'à mes observations, il n'y a pas eu d'études sur ce sujet. Wedl a décrit dans le sang Loxia coccothraustes, parasite de forme ovale, de la grosseur d'un corpuscule sanguin, avec une couronne de cilia (!?) sur l'une des extrémités du corps. Ensuite il aperçut chez le même oiseau, un autre parasite plus grand (75 à 150 μ . de longueur et 5 — 6 μ . de largeur); une des extrémités du parasite était allongée, l'autre obtuse; le mouvement avait la forme d'une spirale. Les descriptions de Wedl ne sont pas claires, et, évidemment, ne sont pas exactes. Le premier parasite m'est inconnu; le second, selon toute apparence, est le Trypanomonas.

Tout ce qui est exposé plus loin se rapporte au *Trypanosoma* fusiforme (mihi) sans avis contraire. On trouve cette forme de parasite dans le sang des oiseaux et des poissons.

Le corps du *Trypanosoma* des oiseaux se présente sous forme d'un tronc cylindrique, protoplasmatique, compacte, et fusiforme. L'extrémité en arrière est très amincie, même pointue, plus ou moins longue. Sa souplesse est très faible. Le corps paraît gris, à demi-transparent, entièrement homogène. En général, la substance du *Trypanosoma* est très souple, d'une consistance gélatineuse, molle, et tout à fait élastique; ceci se rapporte surtout aux parasites de grande dimension. L'extrémité antérieure du corps en s'amincissant graduellement, se transforme directement en un flagellum plus ou moins long, ondulant, dont l'épaisseur diminue jusqu'au bout et qui par là devient un fil à peine visible. En outre le flagellum est étroitement lié avec la membrane ondulante. Cette dernière se présente sous forme d'une bordure hyaline, incolore, plus ou moins étroite, qui va du flagellum à l'extrémité postérieure. Sa marche est spiralliforme, mais à des degrés différents. La membrane ondulante présente une prolongation directe de la substance du corps, c'est à dire comme une côte ou une crête aplatie.

L'étroite liaison entre la membrane et le flagellum se démontre physiologiquement par le fait que les ondulations de la membrane et du flagellum correspondent entre elles, aussi bien par la vitesse et la direction, que par la grosseur et la forme des ondes, passant par ces formations. Quand l'ondulation est lente on peut apercevoir le passage géométriquement exacte et directe de l'ondulation passant du flagellum à la membrane et réciproquement suivant la direction de l'ondulation.

La quatrième partie fixe de l'organisation du *Trypanosoma*, c'est le noyau ¹⁾. Il est toujours unique, sous forme

¹⁾ Il est intéressant de mentionner, qu'à l'exception de Ray-Lankester (1871) pas un des savants, qui après lui ont étudié le *Trypanosoma*, n'ont vu le noyau (Gaule, Röttig, Mitrophanoff, Grassi etc.); Certes nie l'existence du noyau chez le *Trypanosoma* Balbiani. Ray-Lankester a vu le noyau seulement chez une forme „simple“ du *Trypanosoma* de la grenouille; il

d'un corpuscule rond (resp. sphérique) gris, homogène, entouré d'un anneau (halo) plus clair, plus ou moins large. Le nucleus, qui est assez gros, se dispose au milieu ou bien près du bout antérieur du corps du parasite. *In vivo*, on peut ordinairement distinguer ce nucleus à chaque mouvement un peu énergique du parasite. Quant à la dimension du Trypanosoma, nous distinguons deux formes Trypanosoma majus et minus. Il est clair que ces déterminations n'ont qu'une valeur descriptive; la différence des deux formes s'affaiblit grâce à l'existence de formes transitives, par l'apparence aussi bien que par la dimension. La grandeur du Trypanosome minus sans compter le flagellum varie de 18 — 22 μ . Au contraire la grandeur du Trypanosoma majoris est 3 ou 4 fois plus grande que le diamètre long de hémocyte, c'est à dire atteint 45 — 60 μ .

À chaque mouvement de ce Trypanosome on remarque un tremblement simultané des flagelles, de la membrane ondulante et de tout le corps, excepté son extrémité postérieure et pointue (fig. 37).

En ce qui concerne les mouvements du Trypanosoma fusiforme en général, ils ont toujours la caractère d'une marche spiralliforme, et le flagellum est dirigé en avant. L'ondulation, c'est à dire la marche des ondes commence à l'extrémité libre antérieur du flagellum, et passe en arrière sur la membrane, continuant sur tout le corps. Les directions de l'ondulation et du déplacement progressif sont toujours opposées l'une à l'autre; on peut facilement observer la même différence entre la direction de la vague ondulante et celle du mouvement (car elles sont opposées) chez toutes les autres espèces de ce parasite qui se trouvent chez les grenouilles et les poissons. La forme « simple et aplatie » du *Trypanosoma ranarum* peut être aussi cités comme un exemple frappant.

n'a pas eu connaissance des autres formes de ce parasite (tous avec un noyau), qui ont été décrits pour la première fois par moi. Il faut ajouter à cela que le dessin du noyau chez Ray-Lankester est loin d'être fidèle à la nature.

L'ondulation de la membrane consiste en ce que son bord se replie alternativement en forme de vague tantôt du côté gauche tantôt du côté droit; le bord vertical de la membrane représente ainsi une ligne régulièrement ondulée.

La dimension de la vague varie; elle est longue et basse quand son énergie est faible; alors elle ne s'étend que sur un bord étroit de la membrane. Quand son énergie augmente les vagues sont profondes, nettement contournées et coulent plus vite. Comme le Trypanosome a les propriétés biologiques d'un vrai Hématozoaire, il importait d'étudier la disposition de ce parasite dans différents organes. Les résultats les plus intéressants ont été obtenus relativement au rein et à la moëlle des os.

Le rein contient (surtout chez les grenouilles) des formes primitives du Trypanosome, que l'on ne rencontre pas toujours même dans le sang tiré cœur du même sujet.

Les poissons comme les grenouilles ont aussi beaucoup de Trypanosomes dans leurs reins; il en ont aussi relativement plus que dans le sang. La moëlle des os des oiseaux est le lieu principal où l'on trouve ces parasites. Dans bien des cas, quand dans le sang du cœur je trouvais difficilement 1 ou 2 Trypanosoma j'en trouvais une grande quantité dans la moëlle rouge des os. Même chez des petits de trois ou quatre jours du *Coracias garula*, j'ai trouvé ces parasites dans la moëlle des os. Cette signification principale de la moëlle au point de vue des Hématozoa, a déjà été indiquée par moi dans l'article sur les *Haemogregarina Stepanowi* chez les tortues. Cet organe est important non seulement comme le milieu de prédilection des Hématozoa, mais aussi comme le lieu de leur développement et de leur multiplication.

Comme preuves concluantes on peut citer le grand nombre de ces parasites dans la moëlle, leurs formes et leurs dimensions variées, qui prouvent une différence d'âge. Le sang ne présente pas une telle variété de formes.

Enfin il est indubitable que les conditions physiologiques favorisent l'entravement des Trypanosomes dans la moëlle des os. Comme telles, on peut nommer la lenteur du courant du

sang. les particularités de la structure des parois des vaisseaux sanguins, peut être aussi des influences chimiques ¹⁾).

On peut fort bien expliquer l'absence de la *vacuole contractile* par les conditions qui favorisent la vie parasitique du Trypanosome dans le sang. ou il absorbe sa nourriture par toute la surface de son corps qui est en contact perpétuel avec une solution physiologique de matières nutritives. c'est à dire avec le plasma.

Une des premières règles de l'étude des parasites en général et des hématozoaires en particulier est de ne jamais oublier que les conditions de l'existence du parasite ont une influence déterminante sur ses qualités physiologiques et morphologiques. La différence de ces conditions amène une différence de structure dans les organismes; quelquefois même la dissimilité est telle, qu'elle peut cacher à l'observateur la parenté des parasites c'est à dire leur provenance d'un même genre et d'une même espèce. Ainsi, par exemple, la différence entre les deux espèces *Hexamitus intestinalis* et *Hex. inflatus* s'explique apparemment par les mœurs parasitiques du premier et la vie libre que mène le second. Il y a une masse de faits qui peuvent être cités comme preuve de cette vérité, au moyen de laquelle s'expliquerait même la parenté des Grégariniens et des Flagellés (Bütschli).

Les conditions de la vie du parasite peuvent avoir une grande influence sur les fonctions et la structure de ses organes principaux: de son flagelle, de sa vacuole contractile, de son tube intestinal. par exemple. Malgré la différence marquée qui existent entre les protozoaires parasitiques et ceux qui vivent en liberté, leur lien de parenté d'origine est hors de doute, car les premiers proviennent évidemment des seconds. L'adaptation de l'organisme aux conditions de la vie parasitique se réduit en particulier à la simplification de ce même organisme.

¹⁾ Il me semble que les rapports ici-mentionnés qui existent entre les parasites du sang et la moëlle des os doivent avoir une certaine importance pour l'homme et les hématozoaires à forme de monade; peut être aussi pour des parasites comme le *Spirochaete Obermeieri*.

Quant aux Hématozoaires et les Entozoaires on peut s'expliquer ce fait par la simplicité de ces conditions (relativement à l'absorption de la nourriture, au changement de place etc.). L'adaptation est une procédure qui, se prolongeant pendant des siècles entiers finit par amener l'organisme à un point où sa vitalité ne se manifeste que pendant qu'il se nourrit, qu'il se meut ou se multiplie. Ces observations se rapportent principalement à des entoparasites comme les Hématozoaires et encore à tous les entozoaires «obligatoires» en général qui passent toute leur vie dans les mêmes conditions.

Ainsi la nature, en nous montrant les phénomènes de la vie parasitique nous présente en même temps une expérience toute faite pour aider à résoudre quelques uns des problèmes du transmorphisme. C'est à ce point de vue que la vie des Hématozoaires a pour nous un grand intérêt biologique.

Le Trypanosoma dans certaines condition est sujet à une métamorphose typique et cette dernière a lieu de deux façons. 1) Le Trypanosoma soumis à des conditions défavorables, rétracte le flagellum et la membrane ondulante, prend la forme sphéroïde (fig. 49, 50, 51), comme un «état de repos», ou comme une diminution de vitalité.

2) L'autre métamorphose conduit à la multiplication du parasite. Il est indispensable de faire remarquer que jusqu'à présent, parmi tous ceux qui ont examiné le parasite, personne n'a observé la multiplication du Trypanosoma chez aucun animal. En général la multiplication du Trypanosoma chez les oiseaux, les grenouilles et les poissons a lieu de deux façons: 1) par voie de division longitudinale ou transversale; 2) par voie de segmentation, c'est à dire de division du Trypanosome (pendant la période améboïde c'est à dire à son état de repos) en une quantité de globules embryonnaires.

I. *Division*. Je n'ai jusqu'à présent observé qu'un seul mode de division — la division longitudinale des Trypanosoma fusiforme des oiseaux. Au contraire, chez les grenouilles et

les poissons les formes les plus simples de cet Hematozoon sont soumises à la division transversale, après la division préliminaire du noyau (fig. 47) et même sans cela. Dans ce dernier cas le nucleus reste toujours avec l'ancien flagelle. Le second flagelle se forme de nouveau sur la partie postérieure du corps avant que la séparation complète ait lieu.

Il est remarquable que, dans ces cas-là, il existe souvent une différence marquée entre les deux trypanosomes de formation secondaire: l'une gardant le nucleus, le flagelle et la membrane ondulante du corps primitif est plus grande et conserve le type Trypanosome; l'autre est plus petite, avec un petit flagelle nouveau, sa forme et ses mouvements tremblés la font ressembler à quelque monade simple ¹⁾. Cette division (fig. 44, 45, 46) commence par un affaiblissement d'activité de la membrane ondulante, par sa rétractation, par une modification de la forme du parasite, et un changement caractéristique dans les mouvements du flagellum, qui se rétracte, s'allonge, probablement aux dépens de la substance de la membrane ondulante ²⁾. Les mouvements du flagelle cessent d'être réguliers et ondulants et deviennent très énergiques, saccadés et tortueux; il serpente dans toutes les directions en formant des noeuds compliqués avec une si grande vitesse qu'il est difficile de les suivre du regard. Cette phase du flagelle est le symptôme certain du commencement de la métamorphose du trypanosome qui précède à sa multiplication. [La longueur et les mouvements du flagelle changent d'une manière fort marquée chez la forme «simple et aplatie» du trypanosome de grenouille]. Quelques minutes après près de la base du flagellum apparaît une fissure qui s'étend longitudinalement sur tout le corps tout en s'approfondissant jusqu'à l'extrémité postérieure. En même temps se produit la divisions du noyau, et la formation

¹⁾ V. fig. 47 C.; le flagelle est trop petit et nettement séparé du corps; la partie a représente d'une manière plus juste le rapport de leurs dimensions. C représente le corpuscule a qui s'est déjà complètement séparé.

²⁾ On peut fort bien observer ce phénomène chez le *Trypanosoma ranarum* V. Biol. Centr. I. c.

d'un nouveau flagellum. Le limpide halo annulaire disparaît peu-à-peu. Pendant quelques unes de ces observations on pouvait distinguer clairement le nucleus qui se gonflait, prenait une forme ovale et allongée et finissait par se partager en deux petits nucleus ronds, gris et sans halo, au moyen d'un étranglement transversal qui se reserrait et s'enfonçait peu-à-peu dans sa masse. Pendant tout ce temps le nucleus était d'une couleur grise et homogène. Près de la base de l'ancien flagellum, mais de l'autre côté de la fissure on remarque un renflement de dimension moyenne, qui graduellement, *ad oculos*, s'étire et s'allonge (fig. 45). C'est le nouveau flagellum, qui montre immédiatement des mouvements ondulatoires, et s'aggrandit sous les yeux de l'observateur pendant 10 ou 20 minutes. Pendant ce temps, la fente longitudinale dans la partie antérieure a déjà partagé les deux moitiés du corps. Les parties postérieures des deux moitiés sont encore un peu reliées. La membrane ondulante peut dans la partie qui a conservée son flagelle (A. fig. b), ou rester encore visible ou se réduire à son minimum. L'autre moitié (B) qui vient de se former avec un nouveau flagelle (45 a) est, comme à l'ordinaire, un peu plus petite que la première (A).

Les nucleus secondaires sont ronds et diffèrent du protoplasme par leur couleur grise plus foncée; ce n'est que plus tard, au bout de trois ou cinq minutes, que chacun d'eux commence à s'entourer d'un halo limpide. Ensuite, après un tiraillement assez long des deux côtés, les corps A et B se séparent complètement. La durée de toute la division du parasite en longueur, — à partir du moment où le flagelle commence à se transformer jusqu'à la séparation complète, à la temp. de 22—30° C. —surpasse rarement 20—30 min. Elle atteint, maximum, une heure. Pendant que la division (de A et de B) n'était pas encore achevée, j'ai eu l'occasion de voir (en B) se former une crête hyaline et étroite à partir de la base du nouveau flagelle, dont elle semblait former la suite. Cette membrane transparente et étroite décrivait une courbe de spiralle en se dirigeant vers le bout postérieur du corps. On voyait

se développer en elle une légère ondulation à partir de la base du flagelle, où les vagues se formaient pour s'étendre ensuite sur le reste de la membrane devenue flexible (69 c, d). De cette façon se produit la division longitudinale primitive. Immédiatement après, se produit une autre division du même type et aussi rapidement. Il arrive assez souvent de voir le commencement de la multiplication secondaire avant que la séparation complète des corps A et B soit achevée. C'est justement pendant le mouvement commun des deux parties que l'une d'elles (c'est à d. B.) change peu à peu sa forme de poire en celle de sphère: elle devient plus large, plus grosse et plus courte (fig. 46 a.); en même temps le flagelle s'allonge peu-à-peu et tout en ondulant fortement s'étire et forme des nœuds; ensuite apparaît, sur cette même partie B, (fig. 46 a=c) une rayure longitudinale qui, commençant à partir de la base du flagelle, s'étend progressivement sur toute la périphérie. Les transformations qui suivent sont identiques à celles que nous avons décrites.

Ainsi la division successive de l'infusoire n'a lieu que dans la moitié qui a un flagelle *nouvellement formé*. En général le Trypanosoma sanguinis est un sujet excellent pour étudier les phases néo-plastiques de la métamorphose progressive qui s'accomplit avec une si grande rapidité.

Multiplication par voie de segmentation ¹⁾.

La différence essentielle entre ce mode et le précédent consiste en ce que la segmentation ne se produit que chez le Trypanosoma immobile, après la disparition du flagellum et de la membrane ondulante. Ces deux dernières formations se rétractent et se raccourcissent graduellement. Le corps prend une forme sphéroïde, et devient immobile (métamorphose sphéroïde). La forme «simple et aplatie» du Trypanosome de grenouille est

¹⁾ Ce mode de multiplication se remarque plus ou moins chez divers Trypanosoma des grenouilles, des poissons, des oiseaux, de même que chez les Herpetomonas Lewisi.

la meilleure pour étudier le développement de la «métamorphose sphérique». Chez ce parasite elle a lieu très vite — en 10 ou 20 min. et même moins.

Une autre différence du *Trypanosoma ranarum* consiste en ce que il exécute des mouvements améboïdes. Cela ne se voit point chez les *Trypanosoma avium* ni même chez les *Trypanosoma ranarum* à crête, dont les particularités ont déjà été établies. Les deux formes de Trypanosomes que nous venons de nommer ont un nouveau point de ressemblance: ils absorbent leur flagelle au lieu de le rejeter pendant la «transformation sphérique» comme cela arrive chez la forme «simple» du *Trypanosoma ranarum*, dont le flagelle, en cas pareil atteint parfois une longueur en vérité colossale — il devient quelquefois 10 fois plus long.

Ainsi le Trypanosome fusiforme des oiseaux se change, vers la fin de sa métamorphose en une sphère protoplasmique faiblement granulée et immobile, dont la couche périphérique est tout à fait homogène. On ne voit aucun vestige d'ectoplasme ni de cystocapsule. A l'intérieur de ce corps on aperçoit un grand noyau sphérique. Le processus de la segmentation (fig. 48, 52, 53, 54) consiste en une division successive de la sphère et des sphères secondaires tertiaires etc... provenant de toutes ces division. Le processus commence toujours par la division du noyau, par voie d'un simple étranglement. La séparation des deux nouveaux nucléus est accompagnée de la division correspondante de la sphère primitive en deux secondaires, qui, à leur tour, se partagent de même dans la suite.

Dans toutes les quatre sphères segmentaires de formation tertiaire il est encore facile de démontrer la présence de nucléus relativement gros, ronds et gris qui sont entourés d'un halo clair et étroit. Plus la division segmentaire est avancée, plus il est difficile d'apercevoir les nucléus. La division des corpuscules eux mêmes a différentes limites dans différentes conditions. Quelquefois une sphère primitive ne donne lieu qu'à 4 sphères finales. Mais le plus souvent on trouve des amas de corpuscules sphériques résultant de la segmentation

par 8, 16, 32. Une observation m'a permis d'en compter plus de 60! (chez le *Trypanosoma costatum ranarum*, ce nombre atteint au maximum 120). Si l'on comparait la masse de la matière d'un si grand nid avec celle du corps d'un Trypanosome maternel ou pourrait décider, même a vue d'œil, que la première surpasse de beaucoup la seconde.

Il faut reconnaître que l'assimilation ou nutrition augmentée, qui trouve dans le sang les conditions les plus favorables, a lieu en même temps que la segmentation. On peut citer comme exemple les Trypanomonades, qui, en se formant de corpuscules segmentaires augmentent avec rapidité de volume aussi vite qu'ils se développent au point de vue morphologique. En ce cas là aussi, se confirme de nouveau la loi biologique qui admet une connexion fort rapprochée entre la multiplication et la nutrition augmentée.

La segmentation du Trypanosome et, particulièrement, du *Trypanosoma ranarum* est d'autant plus instructive que, d'abord, ici l'état de cyste, comme embarras mécanique manque complètement: ensuite parce que l'élément au milieu duquel se trouve le parasite est un liquide nutritif tout à fait adapté au point de vue physiologique (il consiste principalement en différentes formes d'albuminates). On voit que les conditions spécifiques de la vie des Hématozoaires influent sur la modification de leurs propriétés biologiques correspondantes.

Continuons maintenant d'observer les corpuscules segmentaires et suivons leur métamorphoses.—Chacun de ces corpuscules a la forme d'un globule régulière, à substance, à demi-transparente, sans aucun signe d'enveloppe: il renferme toujours des granules. Le nucleus est clairement visible jusqu'à sa division tertiaire en 8 sphérules. Il est difficile, et même souvent impossible, de suivre plus loin l'égrenement du nucleus, même en employant des réactifs. Ne pourrait-il pas arriver que la matière du nucleus y existe en état de diffusion ou de granulation? Cette supposition se corrobore par le fait suivant: le Trypanosome de couleur grise et homogène commence aussi par former des corpuscules segmentaires plus ou moins homogènes

(de 2 à 4); mais ensuite, la division continuant, la granulation devient de plus en plus marquée, tandis que la présence du nucleus est déjà douteuse. L'énergie néoplastique manifestée pendant l'acte de la segmentation est très grande. Elle résiste à l'abaissement de température; la multiplication, comme nous l'avons déjà dit, peut se faire à la temp. de 20 — 25°C. c'est-à-dire à 15 ou 18° plus bas qu'à la temp. normale (du sang), qui est de 40 à 42°C.; la multiplication segmentaire a aussi eu lieu dans le sang contenu dans des pipettes stérilisées pendant 6 ou 8 jours à la temp. moyenne de 22°C.

Enfin la division des sphérules, même à cette temp. comparativement froide se faisait rapidement pendant 30 — 50 min. Depuis le commencement de la métamorphose de la Trypanosome mobile jusqu'à la formation des premières Trypanomonades de sphérules segmentaires, il se passe, en moyenne 2 ou 3 heures. Au bout de 3 ou 4 heures, à la temp. de 25°C ou peu trouver dans différentes parties de préparation de jeunes Trypanosomes libres et remuants, autrement dits *Trypanomonades*. La transformation des sphérules en Trypanomonades se passe de la manière suivante (voir figg. 54 — 62). Primitivement les corpuscules sont tous ensemble (formant comme un «nid»). Les corpuscules dont la division a cessé, passent petit à petit, de la forme sphéroïde à la forme ellipsoïde. L'extrémité s'allonge et devient pointue, de sorte que le corpuscule devient pyriforme.

En même temps sur la périphérie intérieure de chaque corpuscule se forme un flagellum mobile. D'abord apparaît un petit gonflement; il dure peu et se change en un flagelle mince qui commence à onduler peu après sa formation. La matière du flagelle est apparemment la prolongation du protoplasme hyalin du corpuscule. Sa formation peut quelquefois précéder la transformation de la sphère à la forme pyriforme ¹⁾. De cette façon a lieu la formation des jeunes

¹⁾ En comparant la fig. 47 a, c. et la fig. 58 nous voyons une grande ressemblance entre les jeunes formes provenues, d'un côté, par division

Trypanosoma mobiles, à l'aide des corpuscules segmentiques in situ dans le nid. Peu à peu leur connexion s'affaiblit, les flagelles se séparent, et les jeunes organismes se dispersent. Leur forme correspond parfaitement à la forme des monalles les plus simples. Par suite de cette ressemblance de forme, et de mobilité nous avons le droit de nommer cette forme jeune du *Trypanosoma*, d'un nom particulier — *Trypanomonas* (mihi) d'autant plus, que cette phase dure longtemps. Ne connaissant pas la genèse de ces organismes jusqu'à présent inconnus, on ne pourrait même pas les reconnaître parentes aux *Trypanosoma*, tant elles en diffèrent.

Le *Trypanomonas* comme on peut le voir de ce qui précède, a un corps pyriforme avec une extrémité postérieure plus ou moins étirée (fig. 59, 60, 61, 62). De l'extrémité antérieure part un flagellum ondulé très mobile; la vacuole contractile est tout-à-fait absente. Au centre du corps se trouve un noyau d'un gris homogène, mat, entourée d'un halo clair et étroit. Les mouvements sont assez énergiques; le flagellum est toujours dirigé en avant; avec le déplacement progressif ont lieu des oscillations de côté et d'autre caractéristiques pour les monades. La longueur du *Trypanomonas* jeune égale 0,009 — 0,010 mm. sans compter son flagelle; la largeur du corps pyriforme et de 0,005 mm. *maximum*. Pendant quelques heures après sa formation, le corps de pyriforme qu'il était, devient plus allongé, fusiforme. Le corps se rétrécit peu-à-peu et se change insensiblement en un flagelle qui, lui aussi, s'allonge et devient plus mobile. Le flagellum paraît être un processus plus large et plus gros du protoplasma du corps. Ainsi le caractère morphologique du flagelle n'est plus le même: pendant le premier stade de son développement il était également mince dans toute sa longueur; maintenant, au contraire, il se confond avec le corps fusiforme et, visiblement, s'amincit de plus en plus vers son extrémité. L'ondulation, de même,

transversale, de l'autre par segmentation; les premières (fig 47 c) sont cependant beaucoup plus mobiles que les secondes.

n'a plus de limite marquée: elle s'étend à partir de l'extrémité du flagelle jusqu'au corps où elle finit. Au lieu de ressembler au flagelle ordinaire des Monades, il a le caractère d'une formation *pseudopodiale*, comme chez les Trypanosomes adultes de différentes formes.

Pendant ce passage à la forme du fuseau, on remarque la croissance assez rapide du corps: dans la courant d'un jour il dépasse la longueur de l'hémocyte et continue à grandir toujours. J'ai trouvé, dans des cultures de sang ayant 3 ou 5 jours, beaucoup de Trypanomonades dont la longueur surpassait celle d'un hémocyte; elle était de 0,018 — 0,020 mm., sans compter le flagelle ondulant. Dans une pipette contenant du sang pur, pris à un jeune hibou, où j'avais laissé les Trypanosomes se multiplier pendant 12 jours, quelques Trypanomonades atteignirent deux fois la longueur d'un hémocyte, sans compter celle d'un flagelle fort long (fig. 63 et 67). Cependant il faut admettre que, durant ces douze jours où le sang de la culture se trouvait dans des conditions anormales il est possible qu'il s'y soit développé des formes extraordinaires et involutionnelles ¹⁾.

La locomotion est plus rapide et se fait plus dans la direction de la ligne *droite* que pendant la période «pyriforme».

Les ondulations de côté et d'autre, qui sont si caractéristiques, diminuent sensiblement pendant cet avancement progressif. De plus on peut remarquer quelquefois une autre forme de locomotion, par exemple, l'extrémité postérieure du corps se fixe au verre et la monade exécute un mouvement rotatif autour de ce centre.

La faculté qu'ont les Trypanomonades de se multiplier pendant la période mobile, constitue une de leurs plus impor-

¹⁾ Il faut aussi se souvenir que les Hematozoaires en général, comme les Trypanosomes en particulier, donnent parfois des exemples remarquables d'une plastique organique fort développée; les Trypanosomes, par exemple, forment des processus variés, prennent différentes formes l'une après l'autre etc. Cette intéressante question biologique sera développé dans un article suivant sur les *Hématozoaires des grenouilles*.

tante propriétés biologiques. Elle a lieu par voie de scission longitudinale qui commence toujours par l'extrémité antérieure du flagellum. Ce phénomène intéressant s'observe d'ailleurs assez rarement chez les autres Flagellés. Il peut être suivi dans toutes ses phases morphologiques dans des cultures de sang. Chez les uns Trypanomonades la bifurcation de l'extrémité antérieure a lieu (fig. 64); chez d'autres, une division longitudinale partage le flagelle en deux; la fente s'approfondit, et, peu-à-peu, les deux moitiés se séparent (fig. 65.) De cette manière, pendant 15 ou 30 min. on observe *ad oculos* l'accomplissement du partage du Trypanosome en deux organismes secondaires de longueur égale. Le flagelle, ou plutôt les deux flagelles, ondulent tout le temps. Très souvent on peut rencontrer des groupes entiers de pareilles Trypanomonades, réunies entre elles par leurs extrémités postérieures. La division longitudinale peut être très énergique chez notre monade, se répétant, *avant* qu'elle ait eu le temps de croître en longueur. De cette façon se forment de petites Trypanomonades, très étroites et courtes, avec un flagellum relativement long et très ténu. Elles sont très mobiles et par leur forme ondulée rappellent les spirilles mobiles. Le corps est plus souple que chez les grandes formes et devient de plus en plus aplati; leur grande mobilité empêche de les suivre, les oscillations latérales ne sont presque pas visibles; la locomotion est très rapide. Leur longueur ne dépasse généralement pas la longueur de l'hémocyte, c'est-à-dire égale 10 — 15 μ . Leur largeur est de 2 — 3 μ . Il va sans dire qu'il existe toute une série de formes intermédiaires entre ces Trypanomonades minimaux et ceux qui ont été décrits ci-dessus.

Le bord aplati et hyalin est clairement visible; on le voit onduler et se tordre en spirale (fig. 72). J'ai trouvé de pareils Trypanomonades très mobiles dans le sang de jeunes lanerets encore sans plumes. Ces formes minimales sont très délicates; toutes conditions défavorables, comme l'action des réactifs, l'asphyxie du sang ou son desséchement les font rapidement expirer et disparaître aux yeux de l'observateur, car, à cause de leur transparence

et de leur petite dimension, ils se confondent avec le plasma du sang. Ces Trypanomonades mineures sont selon toute apparence, tout à fait identiques aux petites Trypanosoma des poissons (c'est à dire Haematomonas suivant Mitrophanoff). On peut les confondre avec les pseudospirilles ou filaments mobiles du *Polimitus* auquel ils ressemblent par leur forme et leurs mouvements. La différence non morphologique qui existe entre eux consiste en ce que les pseudospirilles ne se trouvent dans le sang qu'avec le *Polimitus*; ensuite, la vivacité et l'énergie de leurs mouvements surpasse celles du pseudospirille, quoique ces mouvements soient plus variés et plus compliqués; enfin le *Trypanomonas* est infiniment plus viable et persévérant que le pseudospirille qui disparaît au bout de quelques heures.

Les jeunes Trypanomonades «pyriformes» ressemblent beaucoup par la forme aux *Oikomonas Steinii* (Sav. Kent), aux *Cercomonas crassicauda* St., aux *Cercomonas intestinalis* (—Bodo intest. Ehr.) et autres. La phase suivante — «fusi-forme» du *Trypanomonas* a aussi des formes qui lui ressemblent beaucoup comme par exemple *Leptomonas Bütschli* (Sav. Kent) et *Herpetomonas muscae domesticae* (sin. *Monomita muscarum* Grassi). La position qu'occupent les monades énumérées dans le système des Flagellés est assez proche de celle des Trypanomonades. Leur multiplication se fait par division en état mobile, quelquefois par ségmentation, comme les Trypanosomes, mais alors dans l'état immobile de cyste, comme par exemple, l'*Oikomonas mutabilis* S. Kent. *Monas Dalingeri* S. K. (*Oikomonas Dal. S. K. Bütschli*). Il faut encore ajouter que ces formes se ressemblent aussi par les conditions d'existence: presque toutes ces monades peuvent vivre sous forme de parasites. Voici quelques exemples: Le *Leptomonas Bütschli* existe dans le canal intestinal du nématode *Trilobus*; *Herpetomonas*, dans l'intestin de *muscae domesticae*; *Bodo intestinalis* — chez la grenouille, le crapaud, le triton; *Cercomonas* (Bodo) *hominis* Davaine chez l'homme; *Cercomonas* (Gruby et Delafond) dans l'estomac du chien, une autre forme

de la monade, — dans l'intestin de la poule; en outre diverses formes du Bodo (Sav. Kent) ou sin. *Cercomonas* (Dujardin) existent chez le *Tropidonotus natrix*, *Julus marginatus*, Hélix, *Lymnaeus*, *Melolontha* (Grassi), plus loin chez les rats, les souris, les oiseaux, les cochons d'Inde etc. Enfin il s'est trouvé dernièrement, que de nouvelles formes de *Cercomonas globulus* et *navicula* se rencontrent dans le sang de l'homme atteint du scorbut, de l'anémie aiguë (*anemia perniciosa*) avec des symptômes fébriles, et chez le chien on les a trouvés dans le suc d'une struma hyperplastica (E. Klebs) provoquée artificiellement. Des organismes se rapprochant des *Herpetomonas*, ont été trouvés dans le sang du rat, du hamster, du chien, du cheval, du chameau. De cette façon la proche relation qui existe entre le *Trypanosoma* et les monades simples, (*Cercomonas*, Bodo) est plus évidente dans ses phases jeunes qui jusqu'à présent étaient inconnues. Il est très probable, je le répète, qu'on les prenait pour des formes indépendantes des genera ci-dessus mentionnées par suite de ce qu'on ne connaissait pas le lien génétique entre les *Trypanosoma* et les *Trypanomonades*.

Quant au développement postérieur des *Trypanomonas*, il est évident qu'elle finit par prendre la forme d'un *Trypanosoma* définie. Cependant je n'ai jamais pu réussir à suivre cette transformation *ad oculos* jusqu'à la fin, malgré de très longues observations (10 — 12 jours). Leur différenciation successive consiste en un aplatissement, la formation d'un bord ondulant et d'une torsion spiralliforme du corps autour d'un axe longitudinal. L'aplatissement se voit le mieux près de la base du flagelle, à l'endroit où l'ondulation finit; il ne s'étend pas sur toute la largeur du corps mais seulement sur l'un de ses côtes; en même temps on remarque que l'un des côtes (aplati) du corps commence à onduler (fig. 70). Le bord du côté ondulant perd sa granulation et se change graduellement en un liseret hyalin (fig. 70 et 72). Ce développement a été observé *ad oculos*. Un tel origine de cette membrane explique complètement sa relation anatomique et physiologique avec le flagelle

dont nous avons parlé en détail en décrivant leurs mouvements communs. Quand l'aplatissement du bord en forme de crête étroite et hyaline a lieu, on peut observer simultanément ou un peu plus tard la torquation dont nous avons parlé; cela se voit à la direction oblique et spirale de la rayure ou du rebord latéral où se forme la crête hyaline (fig. 67). Selon toute apparence, la phase des *Trypanomonas* se prolonge très longtemps. Chez le *Trypanomonas ranarum* l'aplatissement du corps et la formation du bord hyalin avec le flagelle ont lieu d'une manière plus distincte, mais toujours d'après le même type. On peut trouver de plus, dans le rein de la grenouille d'intéressantes jeunes stades de Trypanosomes, qui expliquent la métamorphose progressive des Trypanomonades.

Les Trypanomobades décrits (c'est à dire déjà aplatis fig. 72) offrent une ressemblance extraordinaire avec les *Herpetomonas Lewisi* (Sav. Kent) qui présente parasite du sang des rats bien partants et du hamster, et qui ont aussi un corps aplati avec un même bord hyalin et un flagellum (fig. 73 fort grossissement). Le corps est très souple, ondule rapidement, ce qui est la raison pour laquelle Wittich l'a par erreur, défini comme un *Spirillum*. En étudiant ce parasite, je me suis convaincu qu'il appartient à la forme du Trypanosoma, notamment aux phases jeunes. La comparaison des fig. 72 et 73 ne laisse pas de doute à cet égard; le même fait est confirmé par la comparaison des fig. 70 et 72 avec les dessins de Lewis, Koch et Crookshank. Les observations faites dans mon laboratoire, montrent que, non seulement par la forme mais aussi par le mode de multiplication *Herpetomonas Lew.* correspond avec les Trypanomonades, des sorte qu'à mon avis ces deux formes sont probablement identiques; c'est pourquoi les *Herpetomonas Lew.* doivent être rapportés au groupe des Trypanosomata.

J'ai eu l'occasion de voir dans les cultures du sang de rats des *Herpetomonades Lewisi*, s'augmentant par la masse, et ayant pris une forme aplatie avec une ondulation très visible du bord. Dans cet état, cette forme correspond par-

faitement au type *Trypanosoma ranarum* «le plus simple». La ressemblance entre *Herpetomonas* Lew. et les *Trypanomonades* minimales, dont la longueur dépasse à peine la longueur de l'hémocyte, est surtout remarquable; ces deux formes sont très étroites et rappellent par leur mouvements les spirilles. La présence de la vacuole contractile à la base du flagelle chez le *Herpetomonas muscae* et son absence chez le *Trypanomonas*, ne constitue pas de différence essentielle à cause de la différence des milieux où ils mènent leur vie parasitique. (Ce parasite, chez la mouche, habite le tube intestinal). D'ailleurs la vacuole contractile manque aussi chez l'*Herpetomonas* Lew. du sang de rats. Enfin ces derniers temps j'ai réussi à trouver dans la moelle des os et dans le sang des rats, des formes de parasites, présentant indubitablement des *formes transitoires des Herpetomonas (Trypanomonas) aux Trypanosoma fusiforme* des oiseaux et des poissons. De cette façon, il se trouve, que *Herpetomonas* Lew. des rats, n'est qu'une phase jeune prolongée des *Trypanosoma*; le sang de cet animal, est évidemment défavorable à la métamorphose progressive complète.

D'un autre côté le *Trypanomonas* ressemble beaucoup aux nouveaux *Hematozoa* flagellata qui ont été trouvés dernièrement par T. R. Lewis (1884) dans le sang d'un jeune chien. A en juger par les dessins et les descriptions de l'auteur, on ne peut douter que les *Hematozoa* flagellata trouvés par lui dans le sang du cheval, du chameau, et du chien, se rapportent aux *Herpetomonades*. Enfin Crookshank a trouvé dans le sang du cheval, du mulet et du chameau, pendant la maladie «Surra» (Inde orientale) des parasites ressemblant aux *Herpetomonas* Lew. et aux petits *Trypanosoma* des poissons. Ces parasites (*Trichomonas* Evansi suivant Crookshank) sont, selon toute apparence identiques aux *Herpetomonas Lewisii* [c. a. d. *Trypanomonas (mihii)*] du sang des hamsters et des rats, ce que l'on voit par les dessins et les descriptions des auteurs. En faisant ces comparaisons il ne faut pas oublier que toutes ces formes de monades ont une grande disposition naturelle pour le polymorphisme selon les conditions de leur existence dans l'orga-

nisme de différents animaux. Sous ce rapport, il s'élève une question intéressante: dans quelles conditions la phase des *Trypanomonas* (et celle identique des *Herpetomonas*) peut-elle rester stationnaire sans développement progressif? Le parasite doit-il pour cela changer de milieu c'est-à-dire changer d'animal? La résolution de ses questions ne peut être faite que par des futures recherches. On a émis la supposition que le *Herpetomonas*, au lieu d'être un organisme indépendant, n'est peut être que le spermatozoïde de quelque microfilaire ou d'un autre entoparasite Métazoaire; nous avons la persuasion de l'impossibilité de cela en ce que les *Herpetomonas* se multiplient en se partageant dans la direction longitudinale, comme les monades en général. Nous reparlerons d'une manière plus détaillée du *Herpetomonas* *Lew.* (sive *Trypanomonas murium mihi*) dans un article prochain sur les Hématozoaires des mammifères.

Il est intéressant de savoir que le sang circulant in situ ne contient ni sphérules segmentiques, ni *Trypanomonas* jeunes. On en peut conclure que de toutes les conditions de l'état normale du sang dans les vaisseaux, c'est le *mouvement* qui est le plus défavorable au processus de la multiplication. Si l'on observe rapidement quelques gouttes de sang frais de la plaie on n'y voit jamais à côté des *Trypanosoma* développés, de *Trypanomonas* c. à d. dans leur phase jeune. Au contraire, si l'on recueille une partie de ce sang dans une préparation, on peut, déjà quelques heures après trouver un commencement de multiplication. Il est possible que ce soit justement le ralentissement du courant de sang dans la moëlle, la rate et le rein (de la grenouille, par exemple) qui fasse trouver plus souvent des jeunes formes de *Trypanosomes* dans ces organes que dans le sang lui même ailleurs. Enfin on peut expliquer de même la différence de quantité entre la masse de parasites dans la moëlle des os et leur nombre comparativement petit dans le sang, à la même heure. Chez les oiseaux, chez un hibou adulte par exemple, je n'ai pas pu trouver de parasites dans quelques gouttes de sang tirées du cœur, tandis que dans la moëlle il y en avait beaucoup.

Comme traits caractéristiques pour la biologie des Trypanosomes on peut citer leur persévérance ou vitalité persistante, même dans des conditions extérieures anormales. J'ai vu des Trypanosomes, à la temp. ordinaire, vivre pendant 8 ou 9 jours dans du sang contenu dans une pipette et même sous le verre d'un microscope. Les formes involutionnelles, dans une préparation microscopique, peuvent durer pendant 12 jours. En général j'ai remarqué que les jeunes parasites supportent mieux la culture dans des conditions anormales que les vieux. Les Trypanosomes fusiformes âgés vivent de 5 à 8 jours sans se déformer, tandis que les Trypanomonades qui se forment peuvent rester vivants 10 ou 12 jours à la temp. ordinaire dans une pipette ou dans un tube capillaire contenant une grande quantité d'air et même sous un couvre-lamelle. Le *Trypanomonades ranarum* ainsi que l'*Herpetomonas Lw.* montrent une vitalité toute aussi longue dans une culture de sang de rat (*Mus decumanus*) traité par une solution de 6‰ de sel. Les *Herpetomonades Lw.*, par exemple, vivaient 10 jours à la temp. de 18°C. Il faut toujours penser, nous le répétons, à la possibilité d'anomalies morphologiques pendant les observations aussi prolongées. On remarque souvent chez l'*Herpetomonas Lw.* un assez gros élargissement pyriforme ou sphérique de l'obtuse extrémité postérieure; j'ai observé, chez les Trypanomonades des oiseaux, l'étirement et l'amincissement du corps qui devient très étroit (fig. 53 b, 67); la longueur d'une telle monade avec son large flagelle surpasse de plusieurs longueurs celle d'un hémocyte et aussi, par conséquent, celle de son Trypanosome maternel. Dans une préparation prise d'une culture de 7 jours j'ai trouvé des Trypanomonades de 40 — 45 μ . de long et de 3 — 5 μ . de large! (La longueur du Trypanosome fusiforme est égale, à peu près à 22 — 28 μ .). Les formes involutionnelles des grands Trypanosomes sont extrêmement variées. Chez les grenouilles le parasite présente souvent une extrémité postérieure fortement étirée qui se termine par une grande sphère granulée (fig. 75); la partie antérieure du corps a la forme d'une masse hyaline,

chiffonnée et feuilletée (quelquefois en forme de lis) avec une membrane ondulante encore mouvante, un noyau et un flagelle. Si l'on ne savait pas l'origine de cette forme, on pourrait, à la rigueur, la prendre pour une nouvelle espèce ou variété de Trypanosome. Il suffit d'indiquer que le *Trypanosoma ranarum* involutif et déformé peut atteindre une grande longueur, savoir 0,100 mm. et même plus! Les Trypanosomes des oiseaux et des poissons pendant involution tendent à passer à la forme lamelliforme, c'est à dire à se changer en un corps ayant une bordure ondulante et une plus large membrane à plis. J'ai vu se développer complètement de cette manière le corps d'un Trypanosome fusiforme court dans le sang de *Cobitis barbatula*. Le parasite, pendant deux jours, s'est changé complètement en une forme simplement aplatie, très mobile, garnie d'un long flagelle (fig. 43). Dans d'autres cas le corps ne change pas de forme, mais le flagelle s'étire fortement en restant toujours gros. Il peut même se partager en deux.

Si les conditions extérieures lui sont défavorables, le parasite meurt peu-à-peu. Il tend alors à prendre la forme sphérique d'après la règle biologique commune à toutes les formations simples protoplasmiques. Le flagelle et la membrane ondulante diminuent peu-à-peu, le corps devient sphérique, avec un processus postérieur conique et droit qui disparaît bientôt. A la fin des fins il reste une masse sphérique, granulée et même vacuolisée sur la surface de laquelle on peut encore remarquer, de temps en temps, une faible ondulation si la membrane n'a pas encore tout-à-fait disparu (fig. 49). Il est possible de suivre toute cette métamorphose en appliquant, un courant électrique saccadé aux Trypanosomes de grenouilles et d'oiseaux. Le chloroforme, même en petites doses, agit de même. Le Trypanosome subit une rapide involution et finit par prendre la forme d'une masse améboïde irrégulière, plus ou moins transparente, dont les bords ondulent toujours un peu 2 ou 3 min. plus tard cette masse se fond, s'étend et devient transparente comme le verre.

Il s'ensuit de ce qui a été dit que le Trypanosome est très plastique et enclin au polymorphisme. Cette dernière qualité se manifeste surtout chez le *Trypanosoma costatum* des grenouilles. Ce parasite forme des processus hyalins très originaux, qui changent lentement de forme et qui sont très variés. Sous ce rapport le Trypanosome des grenouilles représente plus d'anomalies que celui des oiseaux. Il est hors de doute, dans tous les cas, que les propriétés plastiques dépendent des conditions favorables de la vie du parasite dans le sang. Grâce à la provision constante de matières alimentaires et au procès perpétuel d'échange d'éléments entre le parasite et son milieu, l'énergie vitale de l'Hématozoaire atteint une force ou un degré qui ne pourrait être atteint par aucun autre milieu.

Je crois nécessaire pour la caractéristique zoologique du *Trypanosoma sanguinis* de citer encore un phénomène que, jusqu'à présent, je n'ai observé que sur le corps du *Trypanosoma ranarum*. Il s'agit de la séparation de corps de segments sphériques plus ou moins gros. Ces parties se forment par étranglement graduel; quelquefois, on peut les voir prendre en se séparant une forme améboïde, aplatie. L'histoire de la destinée ultérieure de ces sphérules est peu connue. Il est probable que cette division partielle ressemble au procès de *gemmation*.

Quant au classement du *Trypanosoma sanguinis* dans le système zoologique, nous pouvons dire ce qui suit: le *genus* *Trypanosoma* Gruby est rapporté dans le système de Bütschli, à la famille des *Rhizomastigina* (order *Rhizoflagellata* de Sav. Kent) qui renferme les formes les plus simples des Monadiens-Flagellés et qui est, à cause de cela, intermédiaire entre les Sarcodiens et les Flagellés. Actuellement, après les travaux de Certes, de Mitrophanoff et après les recherches dans mon laboratoire, on connaît un assez grand nombre de formes de *Trypanosoma*, que nous avons le droit de considérer non seulement comme des variétés différentes, mais aussi comme des espèces distinctes. Toutes ces formes sont caractérisées par leur genre de vie parasitique et de plus chez des

animaux si divers, par exemple: Rotatoria (Lacinularia Leydig). Mollusca (Ostrea ed.) chez pisees, amphibia. aves, rodentia. Le lieu de prédilection est la canal digestif (ostrea. aves) et principalement le sang. Un autre indice caractéristique peut être ajouté à ceux-là: il n'y a que les formes parasitiques des Flagellés qui aient une *membrane ondulante*, par exemple: *Trypanosoma*, *Trichomonas Batrachorum* Perty, *Hexamitus intestinalis* Duj. (Stein).

Mes observations ont établi pour la première fois un fait typique pour l'histoire de la multiplication et du développement de notre parasite: c'est la segmentation sans incystation (c. a. d. sans kyste). La phase prolongée du *Trypanomonas* rapproche notre parasite des Cercomonadiens et aide à le distinguer des autres Rhizomastigiens ou Rhizoflagellés. D'un autre côté les phénomènes de polymorphisme que montre le *Trypanosoma ranarum* et, particulièrement, sa forme «simple et aplatie» (chez les grenouilles et les poissons) rallient le groupe des Trypanosomes avec celui des Rhizopodes (Sarcodiens). Saville Kent est du même avis, car, dans sa table diagrammatique de la phylogénèse des Protozoaires, il a placé les Trypanosomes et les Grégariniens à côté des Amœbiens.

Il est donc permis, si l'on considère les faits ci-dessus indiqués, de repartir toutes les formes des *Trypanosoma* en un seul groupe des Undulo-Flagellata avec des caractères suffisamment distincts [membrane ondulante, se transformant en flagelles et se fondant directement avec le corps]. Chez Bütschli, ce groupe pourrait se trouver placé indépendamment à côté des vrais Rhizomastigiens et servir de transition aux Cercomonadiens.

Comme on retrouve parmi les Hématozoaires des grenouilles la plus grande partie des variétés du Trypanosome, je ne ferai qu'énumérer ici les formes principales de ce parasite en me basant sur mes propres observations sans décrire ici ces formes en détail. On trouve chez la *Rana esculenta*, la *Hyla arborea* de même que chez certains poissons (*Cyprinus carpio*, *Tinea vulgaris*, *Cobitis fossilis et barbatula*, *Esox lucius*,

Perca fluviatilis, *Carassius vulgaris* etc.) la forme 1. «simple et aplatie» du *Trypanosoma sanguinis*; elle est très mobile et de grandeur différente (chez les poissons elle est fort petite). C'est la forme principale et primaire.

2. La seconde variété ressemble à la première, roulée en forme d'entonnoir; elle ne se trouve que dans le sang des grenouilles et n'a été, jusqu'à présent décrite par personne.

3. La troisième variété représente un corps à partie postérieure non aplatie et beaucoup plus compacte. Le devant du corps se transforme directement en une large membrane ondulante; ce Trypanosome a un autre trait caractéristique: son corps se rétrécit en arrière en forme de cône et se recourbe sur lui même. Jusqu'à présent je n'ai rencontré cette forme que chez les grenouilles; parmi les autres auteurs, Ray Lankester (1871) est le seul qui ait apparemment observé cette variété, à en juger, du moins, par un de ses dessins qui a quelque ressemblance avec elle.

4. La quatrième forme de Trypanosome est caractérisée par la surface pectinée et sillonnée de son corps (elle ressemble à la surface extérieure des écailles de quelques Acéphales, par exemple *Cardium*, *Pecten*) et par une légère torquation spirale de son corps, qui provient, comme on peut le croire, par suite du contournement de la membrane pectinée jusqu'à contact complet entre les deux bords rapprochés l'un de l'autre. Cette forme, connue de Rättig, de Gaule et de Grassi (ce dernier lui donna le nom de *Paramecioïdes costatus*) représente une jolie modification (la «corne d'abondance»), remarquable parce que l'on ne voit pas de fente entre les bords rapprochés de la paroi membraneuse du corps, qui semblent soudés l'un à l'autre. Toute la surface du corps est compacte; des crêtes disposées obliquement la sillonnent. J'ai observé cette quatrième forme de Trypanosome chez la *Rana* et la *Hyla*, rarement dans le sang des oiseaux, chez lesquels elle se modifie. Il est certain que toutes ces quatre formes sont parentes et même d'origine commune.

5. Le *Trypanosoma* fusiforme à corps compact et oblong, portant la trace évidente de sa membrane ondulante contournée en spirale peut former une espèce indépendante. Cette forme se rencontre dans le sang des poissons et des oiseaux; jusqu'à présent je n'ai pas pu constater assez précisément sa présence dans le sang des grenouilles ¹⁾; il est probable que M. Mitrofanoff est le premier qui l'ait découverte dans le sang des poissons, quoique ses dessins n'ont qu'une ressemblance éloignée avec les miens ²⁾).

6. Enfin il faut citer l'*Herpetomonas* Lew. sive *Trypanomonas murium (mihi)* et les formes parentes à celles-ci comme les parasites du sang de rat, de cheval, de hamster, etc. qui peuvent former aussi un groupe isolé grâce à leur *modus vivendi* indépendant (quant à les conditions de la vie, multiplication, propagation).

Nous parlerons ailleurs des rapports génétiques de ces formes entre elles ainsi que de leur relation, réciproque qui existe entre l'âge qu'elles atteignent et entre les conditions de leur existence; ici, nous ne ferons qu'une dernière observation, savoir, que la continuité des formes transitives et intermédiaires les rejoint toutes en une famille commune.

CHAPITRE VII.

Influence des parasites du sang sur la santé des animaux.

L'exposition des faits ci-dessus mentionnés se rapportait presque exclusivement aux Hematozoa; nous avons laissé de côté la question de leur influence sur l'organisme de l'animal partant en lui ces Hematozoa. Dans ce chapitre j'indiquerai les principaux faits qui aideront à éclaircir cette importante question laquelle a une bien plus grande valeur, pour les parasites du sang, que

¹⁾ Une seule fois, je l'ai trouvée dans le sang d'un têtard de *Rana esculenta*.

²⁾ En comparant mes dessins avec ceux de M. Mitrofanoff, on voit qu'il avait devant lui une modification non typique du *Trypanosoma fusiforme*.

pour la plus grande majorité des autres Entozoa ce qui ressort clairement de leurs propriétés physiologiques et des fonctions du sang dans l'organisme.

La vie conjointe des organismes (symbiose) présente plusieurs catégories, à en juger par leurs relations dans le sens d'utilité, d'indifférence et de préjudice. La forme du symbiose dans laquelle les deux organismes sont utiles l'un à l'autre (mutualisme J. van Beneden) ne se rapporte pas à la vie des Hematozoa; il n'y a pas d'utilité *réci-proque*.

La seconde forme «le parasitisme» (commensalisme J. van Beneden) peut, selon toute apparence être appliquée aux parasites du sang. L'un des symbiontes, profitant de la substance de l'autre, ne lui porte pas préjudice (*Opalina ranarum*, *Balantidium coli*, les monades intestinales). Il est très probable que les Trypanosomata petits du sang et du canal digestif peuvent être réparties dans ce groupe. Et l'on n'admettra qu'avec peine que les Trypanosoma sanguinis de la grenouille, puissent par leurs mouvements à l'intérieur des vaisseaux sanguinis causer quelque perturbation mécanique dans un sens pathologique. Sous ce rapport, les embryons de Filariae dans le sang de la grenouille pourraient présenter un plus grand danger. La troisième forme du symbiose est la parasitisme stricto sensu, auquel se rapportent la plupart des Hematozoa des oiseaux. Le parasite vivant aux dépens du matériel de l'hôte animal, porte préjudice à ce dernier en y provoquant ou des perturbations partielles dans sa bio-économie, ou bien une maladie générale.

Dans le premier cas, nous pouvons encore considérer la santé comme non atteinte, l'organisme en s'accommodant peut plus ou moins compenser le mal. Mais dans le second cas, le parasite a une influence pathogénique générale. Il est évident, que ces deux catégories sont étroitement liés par des formes transitoires; la perturbation ou l'affaiblissement de cette compensation peut amener le passage du mal partiel à une maladie générale. En ce qui concerne les Hematozoa, en particulier, le Trypanosoma ne peut causer qu'un préjudice

mécanique. par exemple. en pénétrant dans les capillaires du cerveau, et y restant, arrêter temporairement le courant des hémocytes, ou en causant une pression mécanique sur la substance nerveuse, etc.. ceci se rapporte surtout au *Trypanosoma majus*. Il faut cependant avouer, qu'une pareille influence de ce parasite est très problématique, elle peut être admise, comme éventuelle. Le *Trypanomonas*, syn. *Herpetomonas* Lew. (*Spirillum* Wittich), *Spirochaeta Evansi* vel *Trichomonas Evansi* Crookshank) possède selon toute apparence, des propriétés pathogéniques, au moins pour certains animaux. La maladie des chevaux, des mulets, des chameaux, connue sous le nom de «Surra» (Indes orientales) très analogue à febris recurrens, est provoquée par ce parasite du sang; cependant, il arrive, que certains rats, dont le sang contient une quantité énorme de parasites, ne se distinguent en rien des rats qui n'en ont point.

Donc, chez ces derniers animaux, l'organisme s'accommode aux parasites qui ne donne lieu à aucune perturbation, autant que l'on peut en juger par les faits. Quant aux Hémocytozoa, ils sont sans aucun doute de véritables parasites, dont la présence occasionne un préjudice sensible à l'hôte animal. En pénétrant à l'intérieur des corpuscules rouges du sang et en s'y développant, ils altèrent mécaniquement et chimiquement leurs propriétés normales et finissent par amener une dégénération des hémocytes (chez les lézards), une atrophie dégénérative (chez les oiseaux, en partie chez les lézards), une désintégration mécanique (grenouilles, tortues, oiseaux). Il est hors de doute, que chez l'homme atteint du parasitisme du sang (malaria), de pareilles destructions des corpuscules sanguins ont aussi lieu, ce qui ne peut avoir qu'une très mauvaise influence sur la santé générale. La fonction physiologique très importante de ces corpuscules explique ceci.

D'un autre côté, l'amas d'une substance aussi peu soluble et aussi résistante (au point de vue chimique) que la mélanine présente à son tour une perturbation pathologique dans un certain sens. Nous avons cependant vu plus haut, que chez

la grande majorité des oiseaux la présence des Hemocytozoa, ne causait pas de perturbation distincte de l'état général de la santé,—de maladie générale. Il est possible d'expliquer ce fait de deux manières: en admettant l'analogie entre les Cytozoa des oiseaux et celles de Malariae de l'homme, nous pourrions admettre aussi que 1) dans un endroit donné, à une certaine époque de l'année presque tous les oiseaux examinés (Insessores), sont atteints par une malaria chronique à un degré faible (latent) ou bien, 2) que l'Hemocytozoïsme est une maladie locale et partielle, —maladie parasitique du sang, qui n'a pas d'influence sur la santé générale seulement parce que l'organisme s'accommode à cette maladie, à l'aide d'une alimentation forcée, à l'aide du hematopoésis etc; si le parasitisme est très fort, par suite d'un affaiblissement de la compensation, l'organisme commence à souffrir visiblement (quelques oiseaux, les lézards pendant un été très chaud).

Suivant la première opinion, les Cytozoa des oiseaux seraient des organismes pathogéniques, amenant chez les oiseaux une maladie infectieuse; suivant la seconde, on pourrait les comparer au psorospermose, Entozoa du groupe vermes etc.

Mes observations me forcent à me rallier à la première hypothèse, c'. à d. à reconnaître l'identité entre Cytozoa resp. Polimitus et ses pseudospirilla, chez les oiseaux et celui qui apparaît dans la Malaria.

Au point de vue biologique, les faits ci-dessus mentionnés présentent assez de preuves, ils se rapportent aussi bien au côté morphologique qu'aux propriétés biologiques telles que, la mobilité, la métamorphose, la séparation des flagelles etc. Au point de vue pathologique, c. à d. de la question de la pathogénité des microbes sanguins des oiseaux, nous rencontrons ici l'opinion de l'immunité naturelle des animaux contre l'infection malarique (Laveran). Ce savant à l'aide d'une série de données nie la possibilité d'infection des animaux (mammifères) de la malaria, en infusant à ces animaux du sang

d'homme atteint de la malaria ou de l'eau de marais, ou une infusion de terrain paludique ¹⁾.

Il s'élève à présent une question:

Si les oiseaux contiennent des microbes de la malaria, doit on les considérer comme atteints de febris palustris? Comme il a été dit plus haut, on n'a pas aperçu de signes extérieurs et visibles de cette maladie infectieuse. C'est pourquoi, il faut admettre que ces oiseaux ont quelques conditions d'immunité contre les microbes pathogéniques de la malaria qui se trouvent dans leur sang. Ces conditions consisteraient par exemple en une accommodation de longue durée de l'organisme à ces parasites, et les conditions de cette accommodation pourraient être transmises par voie d'hérédité.

Mais il y a encore une autre possibilité d'expliquer cette immunité, qui découle en partie des faits, en partie de l'analogie. La température des oiseaux est toujours très élevée et nous avons vu que l'excapsulation des *Polimitus* et le déchirement de ses flagella a toujours lieu à une température plus basse, de sorte que la haute température des oiseaux les préserve en quelque sorte de la phase mobile du microbe et de son action pathogénique. Si même le développement et le dégagement du microbe mobile se produisent dans le sang in situ, en tous cas ce développement se fera dans des proportions bien plus faibles que dans la préparation. Par analogie on peut admettre que ce microbe est le plus dangereux, non pas pendant la phase du *Cytozoon*, mais justement après l'excapsulation. En faveur de cette dernière hypothèse sur l'influence préservatrice de la haute température normale des oiseaux, on peut citer l'influence analogue de la température sur la *spirochaeta* pathogénique d'Obermeyer, dont on parlé plus haut.

Plus loin Laveran a trouvé des parasites malariques dans le sang de l'homme avant le paroxysme, avec une température

¹⁾ D'après les expériences de Marchiafava et Celli l'injection de sang humain malarique n'a pas produit d'infection chez les lapins et les cochons d'Inde.

relativement peu élevée, ce qui probablement a donné au microbe le moyen de se développer et de montrer ses propriétés pathogéniques. Enfin on connaît un fait analogue dans l'infection de la poule par l'anthrax. Un oiseau normal (à température haute 40 — 42° C) ne souffre pas, malgré l'infection du bacillus Anthracis dans le sang; mais si l'on commence par abaisser la température jusqu'à 37 — 38 C, l'infection réussit et la poule périt dans l'espace de 24 — 36 heures. Si pendant le courant de la maladie, on élève la température jusqu'à la normale, elle peut encore se rétablir (Pasteur). Cet exemple présente l'analogie de la malaria des oiseaux et sert de point de départ à une série d'expériences, entreprises par moi, sur l'infection des oiseaux, expériences dont les résultats seront communiqués plus tard. C'est pourquoi je crois pouvoir me borner ici aux hypothèses ci-dessus données.

BIBLIOGRAPHIE.

1. **Gluge, J.** Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1842. p. 148 (Trypanosoma ranarum).
2. **A. F. J. C. Mayer.** Specilegium observationum anatom. de Organo electrico in Raiis anelectricis et de Hematozois. 1843. p. 10 et 11. Pl. III.
3. **Gruby.** (Sur le Trypanosoma) Compt. rend. de l'Acad. d. Scienc. Paris XVII. 1843. p. 1134 et Annal. des Sciences natur. (3) Zoologie. 1844. I. p. 104.
4. **Wedl.** Denkschriften der Wiener Akademie. I. 1850. 2 Abth. p. 15 — 25 (Trypanosoma).
5. **Leydig.** Zeitschr. für wissensch. Zool. III. 1851 p. 474.
6. **Gruby et Delafond.** Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Paris XVII. p. 1304.
7. **Valentin J. Müller's** Archiv 1841 p. 435 (Entozoon im Blute von Salmo Fario).
8. **Eberth.** Zeitschr. für wiss. Zool. 1861. XI. p. 98 — 99. (Trypanosoma)
9. **Th. R. Lewis.** Quart. journ. of microsc. Sc. 1879 p. 109—114 (Flagellated organisms in the blood of healthy rats).
10. ——— ibidem 1884. July (Further Observations on flagellated organisms in the Blood of animals).
11. **Davaine.** Traité des Entozoaires. 1877, 2-me edition Paris.
12. ——— „Monadiens“ Diction. encycl. d. Sc. médic. A. Déchambre. 1875. IX. 115.
13. **Leuckart.** Die Parasiten des Menschen. Bd. I. 1879 (2-te Aufl.).
14. **Th. Eimer.** Ueber d. ei-oder kugelförmigen Psorospermien des Säugethiere 1870.
15. **Röttig.** Ueber Parasiten des Froschblutes. 1875. Disc.
16. **Ray-Lankester.** Quart. journ. of microsc. Sc. 1882. Januar. p. 53.
17. ——— Ibidem 1871. p. 387 (on Undulina ranarum).
18. **Gaule J.** Beobachtungen der farblosen Elemente des Froschblutes. Arch. für Anat. und. Physiol. 1880 Phys. Abth. p. 375.
19. ——— Ibid. 1880 p. 56. — 1881 p. 297. Centralbl. für medic. Wiss 1881 № 31.
20. **Wallerstein.** Ueber Drepanidium ranarum R. Lank.—1882. Diss.
21. **Wittich.** Centralbl. für medic. Wiss. 1881 № 4 (Spirillen des Blutes von Hamster).
22. **Mitrofanoff.** Beiträge zur Kenntniss der Hematozoën. Biolog. Centralbl. 1883 III. p. 35.
23. **Grassi.** Sur quelques protistes endoparasites. Arch. ital. de Biol. 1883. II. 402 et III. p. 23.

24. **Certes**, A. Buller. soc. zoll. de France 1882. VII. p. 7 (*Trypanosoma* Balbiani).
25. **Möbius**. *Trypanosoma* Balbiani Certes im Krystallstiel... Zool. Anzeiger. 1883. p. 148.
26. **Richard**. Compt. rend. 1882 u Revue Scient. 1883. p. 114 (filaments mobiles de Malaria).
27. **Laveran**. Traité de fièvres palustres. 1884.
28. ——— Des hématozoaires du paludisme. Annales de l'Institut Pasteur 1887. p. 266.
29. **R. Blanchard**. „Hématozoaires“ Dictionnaire encycl. des sc. médic. par Lereboullet. 1886.
30. **Balbani**. Leçons sur les sporozoaires. 1884.
31. **Marchiafava et Celli**. (Untersuchungen über die Malaria-Infektion) Fortschritte der Medicin. 1885. № 11 et 24.
32. **Golgi**. Sulla infezione malarica. Arch. per le scienze mediche. X. № 4 et Gazz. degli Ospitali 1886 № 53.
33. **R. Koch**. Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte 1881. Bd. I. p. 9 (*Herpetomonas* Lew.).
34. **Ed. Klebs**. Allgem. Pathologie. 1887. I.
35. **O. Bütschli**. Sporozoa et Mastigophora (Ordn. Flagellata) Bronn's Klassen und Ordnungen. I.
36. **Saville Kent. A.** Manual of Infusoria. 2 vol. 1880—1882.
37. **Balbani**. Les organismes unicellulaires. Journ. de Microgr. 1882—1883.
38. **Crookshank**. Flagellated Protozoa in the Blood of Diseased and apparently Healthy Animals. Journ. of the Royal Microsc. Society. 1886. December p. 913.
39. **N. Lieberkühn**. Ueber Bewegungserscheinung der Zellen. p. 384. 1870. (*Monas rotatoria*—*Trypanosoma ranarum*).
40. **Metschnikoff**. (Malaria) Русская Медицина 1887, № 12.
41. **W. Osler**. British med. journ. 1887. p. 556.
42. **Chaussat. J. B.** Des hématozoaires. Thèse. 1850. Paris.
43. **Arloing et Tripiér**. Lésion organique de nature parasitaire chez le poulet. Assoc. franç. pour avanc. des scienc. 1873—Gaz. hebdom. 1873. 574.
44. **Klencke**. Neue physiol. Abhandl. 1843 (Davaine l. c. p. 317).
45. **K. Semper**. Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. 1880. II. p. 160.
46. **Th. von Siebold**. Parasiten. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. 1844. II. 648.
47. ——— Ueber undulirende Membranen. Zeitschrift für wiss. Zool. 1850. II. 356 (*Trypanosoma*).
48. **Berg**. (Hematozoa) Arch. Skandinaw. Beiträge zur Naturgeschichte. 1845. I.
49. **W. Flemming**. Die Cytozoen, Biolog. Centralbl. 1881. 529.
50. **Gaule**. Ueber die Bedeutung der Cytozoen... Biolog. Centralbl. 1886. VI. 345.
51. **B. Danilewsky**. (Hematozoa des tortues). Arch. für microsc. Anat. 1885. 588 et Arch. slav. de Biologie 1887. III. 33.
52. ——— Zur Parasitologie des Blutes. Biolog. Centralbl. 1885. V. 529.
53. ——— Matériaux pour servir à la parasitologie du sang. Arch. slav. de Biologie. 1886. I. 85, 364.
54. ——— Zur Frage über die Identität der pathogenen Blutparasiten des Menschen und der Hematozoen der gesunden Thieren. Centralbl. für medic. Wissensch. 1886 et Arch. slav. de Biol. 1887. III.

- 55. **Maurel**. Recherches microscopiques sur l'étiologie du paludisme. Paris 1887.
- 56. **Laveran**. Des Hematozoaires du paludisme. Annales de l'Institut Pasteur.
1888. Juillet.
- 57. **Marchiafava et Celli**. Arch. ital. de Biologie. 1888.
- 58. **Golgi**. Fortschritte der Medicin. 1889. II.
- 59. **Councilman** ibid. 1888. № 12.
- 60. **James**. The Medic. Record 1888 p. 269.

Explication des planches.

(Pl. I, II, III).

Dans les figures 6, 7, 8, 9, 10, 13 et 14 (*a*) la teinte hemoglobinique des globules sanguins rouges est représentée par une teinte grise et continue.

Des dessins sont faits à divers grossissements; dans quelques endroits (par exemple les dessins 63, 64, 73 *c*) ils sont volontairement agrandis. Pour mieux faire ressortir les dimensions relatives des Hematozoa à côté d'eux sont représentés les contours des hemocytes au même grossissement (les dessins 10, 12, 16, 17, 18, 36, 37, 39, 40, 42, 55, 59, 61, 63, 64, 71, 75).

Dans les dessins du parasite *Polimitus* (dessins 14 — 30) les flagelles ondulantes sont représentées beaucoup trop larges; c'est dans la fig. 22 que leur largeur est le plus exactement représentée.

Pl. I.

- Fig. 1 — Pseudovermiculi (*A*) gregarinici (les corps à croissants Coccidii) du sang de divers oiseaux; dans tous on voit un noyau vésiculi-forme; mobiles.
- Fig. 2 — Les mêmes Pseudovermiculi; dans l'intérieur (*a*) outre le noyau nucleolus on voit encore 3 grands grains ronds d'un gris mat (rarement!); *b* et *c* — se rencontrent le plus souvent.
- Fig. 3 — Les mêmes parasites en mouvement et avec formation d'etranglements transversaux longs et minces; dans *c* à l'extremité inferieure il s'est formé un second etrangement.
- Fig. 4 — Formation des pseudovermiculi (*B*) du cytozoon spheroide par ex. figure 7; fig. 4 *a* — le même Cytozoon, à côté de lui (*a*) un noyau d'un hemocyte et le reste incolore de l'okoide (du stroma), formation du processus primitif et obtuse; — *b* et *c* sont les phases suivantes de la metamorphose dans le courant de quelques minutes; — *d*, *e* représentent le pseudovermiculus tout à fait formé et homogène, mobile et ayant un noyau; les grains foncés du Cytozoon sont restés près du noyau de l'hémocyte.
- Fig. 5 — Les mêmes pseudovermiculi; apparition précoce du noyau; les grains noirs ne passent pas dans la substance du pseudovermiculus.
- Fig. 6, 7, 8 et 10 — Differentes formes de pseudovacuoalae c'est-a-dire Haemocytozoa dans differentes phases du developpement incomplet; fig. 7 *a*, *b* — le stroma de l'hémocyte sans hemoglobine; fig. 10 — chez une pie malade, *b* — microcyte avec pseudovacuoala.

- Fig. 9 — *a* et *b* degagement artificiel des cytozoa de l'hémocyte par la pression après l'action de l'acide osmique; *c* — degagement complet (liquide de Pacini). Dans l'intérieur des hémocytes ils restent des endroits vides.
- Fig. 11 — Cytozoa majeure de la chouette; *n* — les restes de l'hémocyte sous forme d'une pellicule mince et incolore; dans *c* l'hémocyte a conservé son noyau.
- Fig. 12 — *b* Un Cytozoon sphéroïde libre; après de violents mouvements de ses particules foncées il se déchire et il en sort des corps spirilliformes *c*; *d* — les mêmes à un fort grossissement; *e* — schéma.
- Fig. 13 — *a* un hémocyte avec pseudovacuole; *b* — elle s'est déchiré et il en est sorti des corps comme 12 *c* (c'est le même processus, que dans fig. 12, seulement qu'ici cela se passe intracellulairement).
- Fig. 14 — *a* un hémocyte sphérique dans lequel on entrevoit un Cytozoon; à la suite d'un déchirement prompt et spontané de la capsule hémocytaire il reste *b* — le Cytozoon et *n* — le noyau de l'hémocyte, enveloppés d'une pellicule incolore (le stroma de l'hémocyte); après 1 ou 2 minutes la métamorphose continue — la couche périphérique du corps *b* se fend et il se forme instantanément; *c* — le polimitus avec 5 flagelles très mobiles; *n* — le noyau de l'hémocyte.
- Fig. 15 — Ce même degagement du Polimitus que dans fig. 14 *b*, *c*.
- Fig. 16 — Polimitus (2) de différentes dimensions dans une même préparation de sang.
- Fig. 17 — Polimitus avec plusieurs flagelles arrachées (le corps — sans modification).
- Fig. 18 — Polimitus major (chez une chouette malade) gris, sans grains de pigment, les flagelles ont des renflements; *n* — le noyau de l'hémocyte (comp. Cytozoa fig. 11).
- Fig. 19 — Polimitus (chez le Lanius) avec une flagelle, *b* — parasite double (division).
- Fig. 20 — Polimitus fixée à l'aide des vapeurs de l'acide osmique; les flagelles n'ont plus la forme ondulante; le corps présente une forte expansion hyaline (formée *intra vitam*).
- Fig. 21 — Polimitus; *a* — commencement de la formation de l'expansion sphérique hyaline; *b* — dans l'espace d'une, deux minutes elle devient plus grande; *c* — répartition égale des grains (3-me phase); la forme allongée du corps peut devenir (plus souvent) sphérique; détachement progressif des flagelles.
- Fig. 22 — Polimitus; le même processus en quatre phases (*a*, *b*, *c*, *d*); les dimensions du corps deviennent peu-à-peu plus grandes; *d* — les grains se répartissent également.
- Fig. 23 — *a* — Polimitus primitif; *b* — on remarque dans l'intérieur mouvements intenses des grains foncés; proéminences anguleuses des contours qui changent à vue d'œil et disparaissent rapidement; *c* — de même seulement sans flagelles; ensuite se produit le déchirement et le degagement des corps *d* (Grossi!).
- Fig. 24 — Polimitus après un tel (23) déchirement spontané de l'ectoplasme; au milieu on voit le noyau.

- Fig. 25 — Polimitus (Schéma); *a* l'extrémité d'une flagelle avec un renflement; *b* la flagelle s'est allongé; *c* — elle s'est détaché du corps et reste collée au corps par son extrémité apposée pendant quelques secondes; *d* — la même flagelle déjà complètement mobile (l'extrémité pointue en avant).
- Fig. 26 — Polimitus; formation du gros processus hyalin (modification des flagelles) très mobile (*a*); *n* — le noyau de l'hémocyte.
- Fig. 27 — Ce même processus mobile (*c*); dans l'espace de quelques minutes il a pris une forme sphérique (*d*).
- Fig. 28 — Polimitus; *a* — renflement au milieu de la flagelle (voir encore fig. 18, 21 *a*, *b*); *b* — le gros processus hyalin; *c* — le processus plus court changeant vite de place *m* — *n* — *o* en ondulant; *d* — les différentes formes de modification des flagelles.

Pl. II.

- Fig. 29 — Le Polimitus *a* en quelques minutes prend la forme *b*; les flagelles se raccourcissent; ils se meuvent en forme de balancier — comme *c*.
- Fig. 30 — Les changements des flagelles de Polimitus dans les préparations du sang fraîchement tiré de la chouette (en hiver).
- Fig. 31 — Pseudospirilla (*B*) *c.* à. d. les flagelles de Polimitus libres mobiles détachés.
- Fig. 32 et 33 — Trypanosoma fusiforme avium, avec les vacuoles postérieures; chez 32 on voit très bien in vivo le noyau avec le halo, idem dans les fig. 34, 35, 36, 37, 40, 41, 44 etc.
- Fig. 34 — Une forme plus rare de Trypanosoma avium (à surface pectinée — *Tr. costatum*).
- Fig. 35 — Trypanosoma fusiforme; on voit distinctement la transformation de la membrane ondulante en flagelle (comp. fig. 32).
- Fig. 36 — Grande Trypanosoma (dans le texte *Tr. major*).
- Fig. 37 — La même; tout le corps ondule.
- Fig. 38 — La même morte.
- Fig. 39 et 40 — Formes ordinaires de Trypanosoma fusiforme avium; idem dans fig. 35 (les mêmes formes dans le sang des poissons).
- Fig. 41 — Trypanosoma costatum des grenouilles (comp. fig. 34).
- Fig. 42 — Trypanosoma piscium avec 2 flagelles; le bord droit ondule.
- Fig. 43 — Trypanosoma fusiforme des poissons (*Cobitis barb.*) transformé en forme „Simple-aplatie“ (involution).
- Fig. 44 — Trypanosome fusiforme des oiseaux avant la division longitudinale; les courbures caractéristiques de flagelle; *a* — la retraction de la membrane ondulante; *b* — la division du noyau.
- Fig. 45 — Suite de 44: division en *a* et *b*; dans *a* se forme un flagelle nouveau, qui s'allonge rapidement.
- Fig. 46 — Suite de 45: la division *a* et *b* presque complète; dans *a* le flagelle mobile forme des courbures caractéristiques ce qui indique la division prochaine de la partie (*a*) même; *c* — *a* après la séparation de *b*;

- Fig. 47 — Un exemple de la division transversale de Trypanosome chez le têtard (de grenouille). *C* — *a* (Le corps de *C* doit être représenté plus pyriforme).
- Fig. 48 — *a*, *b*, *c*, *d* — la stade sphérique de Trypanosoma transformé avant le commencement de la multiplication par segmentation; la division des noyaux et de tout le corps (*d*).
- Fig. 49 — La retraction graduelle de la membrane ondulante de Trypanosoma; le changement de forme du corps.
- Fig. 50 et 51 — La même métamorphose; 50 *a*, *b*, *c* — les phases consécutives avant la multiplication.
- Fig. 52 — *a* le commencement de la ségmentation; *b* — la disparition de halo du noyau; *C* — étranglement de celui-ci (la forme de deux moitiés doit être représentée égale).
- Fig. 53 — Une des phases suivantes de la ségmentation.

Pl. III.

- Fig. 54 — L'amas de spherules, comme la phase définitive de la ségmentation de Trypanosoma fusif.; on y voit des grains brillants.
- Fig. 55 — La métamorphose progressive de spherules segment.; le corps devient pyriforme. (La grossissement de *d* est très fort).
- Fig. 56 — 57 — Le développement suivant de corpuscules. — 57 (fort grossissement!) *ff* — les flagelles nouveaux mobiles.
- Fig. 58 — *a* — la formation des flagelles pendant la phase sphérique; on y voit le noyau in vivo; *b* — les corpuscules pyriformes formés de *a*.
- Fig. 59, 60, 61 et 62 — La métamorphose progressive de ces corpuscules — **Trypanomonades**.
- Fig. 63 — Trypanomonades (se mouvant très énergiquement) dans des cultures de plusieurs jours; *a* — une rare formation d'une flagelle secondaire de côté (anomalie); allongement considérable de tout le corps (*b*, *c*).
- Fig. 64 — Division longitudinale de Trypanomonades (on voit le noyau) — le commencement de la bifurcation des flagelles. — Fort grossissement.
- Fig. 65 — Phases suivantes de la division longitudinale — bifurcation du corps (*a*, *b*); *b* — la division secondaire s'est produit avant que les Trypanomonades aient eu le temps de se disperser.
- Fig. 66 — Trypanomonades à tache ronde et claire.
- Fig. 67 — Torquation spirilliforme autour d'une axe longitudinale des Trypanomonades dans des cultures de plusieurs jours; les flagelles sont représentées beaucoup trop grosses; on distingue sur le corps une raie longitudinale oblique.
- Fig. 68 — Formation d'un bord hyalin *c* (membrane ondulante) chez une jeune Trypanosoma formée par division longitudinale (comp. fig. 45 et 46); *a* — de côté; *b* — en face.
- Fig. 69 — *a*, *b* — deux jeunes Trypanosoma avium après division longitudinale; *a* — a un mince bord hyalin (qui ondulera après, et une jeune flagelle; *b* — *a* déjà une membrane ondulante mobile; les

ondes partent de la racine de la flagelle. *C* et *d* sont les mêmes *Trypanosoma* seulement plus développées (les phases des fig. 68 et 69 viennent de suite après les phases de division des fig. 45 et 46).

Fig. 70 — Figure demi schématique du développement du bord ondulant chez les *Trypanomonades* (comp. fig. 65 *b*) à partir de la phase primaire *a*; Ces formes sont probablement identiques avec *Herpetomonas Lewisi* et avec les nouveaux flagellated organismes of blood Th. R. Lewis (dans le sang d'un jeun chien 1884).

Fig. 71 — Les *Trypanomonades* minimaux (comp. 65 *b*).

Fig. 72 — *Trypanomonades* des oiseaux, des grenouilles et des poissons.

Fig. 73 — *Herpetomonas Lewisi* (*Sav. Kent*) du sang de *Cricetus frum*; et *mus decumanus* (fort grossissement) — Comp. l'identité de fig. 72.

Fig. 74 — La forme involutionnelle de *Trypanosoma fusiforme* (comp. fig. 35.)

Fig. 75 — La forme involutionnelle de *Trypanosoma costatum* de grenouilles (comp. fig. 41); le culture de plusieurs jours; *n* — noyau; *b* — la partie membranese en plis; *C* — la partie granuleuse sphérique.

Table des matières.

	pages.
Avant-propos	5
Chapitre I. Préface	7
„ II. Pseudovermicules (Haematozoa sporozoica)	15
„ III. Pseudovacuoles (Haemocytozoa)	21
„ IV. Polimitus malariae	29
„ V. <i>Pseudospirilles</i>	44
„ VI. Trypanosoma sanguinis avium	52
„ VII. Influence des haematozoaires sur la santé générale des oiseaux	79
Bibliographie	85
Explication des planches.	89

5.