

2. Sur la Sénescence et sur la Conjugaison des Protozoaires.

(Expériences et théories nouvelles.)

Par Dr. Gustave Loisel (Préparateur à la Faculté des sciences de Paris).

eingeg. 3. Februar 1903.

I.

Désirant appliquer à l'étude de la conjugaison des Infusoires les méthodes récentes de fécondation artificielle des oeufs d'oursin, nous avons commencé, en septembre dernier, à faire des cultures de paramécies, de stylonichies et de vorticelles. Nous avons abandonné ces cultures pendant quatre mois, à l'abri de l'air et sans renouveler leur eau; puis, modifiant un peu la méthode préconisée par Maupas¹, nous avons placé des paramécies dans des gouttelettes suspendues, au-dessus de chambres humides. Quelques jours après, beaucoup de ces paramécies étaient en conjugaison. Les prenant alors dans les premières heures de leur accouplement, c'est-à-dire au stade A de Maupas, nous portons la gouttelette les contenant, au-dessus d'une petite cuvette, creusée dans une lame de verre et renfermant la substance chimique à expérimenter : eau de source filtrée et solution faible de chlorure de sodium².

Le mélange étant opéré, nous suivons au microscope la destinée des couples conjugués vivant dans ce nouveau milieu. Or, dans ces conditions, nous avons toujours vu les couples se séparer au bout de quelque temps, puis chaque conjoint mener une vie indépendante, grossir comme un individu normal et se multiplier activement les jours suivants.

Ces expériences sont encore incomplètes; elles ont été faites sans témoins et ne disent rien sur la durée de la réjuvénescence artificielle. Nous ne les aurions donc pas publiées de sitôt³ si nous n'avions appris que miss G.-N. Calkins avait obtenu des résultats analogues l'année dernière. Cette expérimentatrice a vu, en effet⁴, que le bouillon de boeuf, l'extrait de cerveau de mouton et différents sels (phosphate et chlorure de potassium, chlorure de sodium et de magnésium) produisaient sur les infusoires en sénescence les mêmes effets qu'une

¹ E. Maupas, Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. Arch. de zool. expér., 1889, VII, p. 168.

² Cette solution était titrée à 1 p. 1000, mais, étant donné son mélange avec l'eau contenant les Infusoires, le titre de la solution agissante était en réalité un peu plus faible.

³ Compt. rend. Soc. de Biologie. 10 janv. 1903.

⁴ Gary N. Calkins, Studies on the life-history of protozoa. III. The six hundred and twentieth generation of *Paramecium caudatum*. Biologic. Bullet. 1902. III. p. 192—205. Avec 1 fig.

conjugaison; elle a pu obtenir ainsi plus de 600 générations successives de *Paramecium caudatum*.

Cette connaissance du travail de Calkins nous a fait rechercher, dans la littérature scientifique, si d'autres zoologistes n'avaient point déjà fait des expériences semblables. Et nous avons trouvé, en effet, que le Professeur Kulagin, de Moscou, avait obtenu, en 1899, des résultats comparables, en expérimentant sur des paramécies vivant dans des mares du Caucase⁵.

Le 21 Juillet, il isola un de ces infusoires et suivit sa descendance jusqu'au 26 Août suivant; à cette époque se montrèrent des générations sénescences. Il put alors obtenir le rajeunissement de ces derniers individus, soit par la conjugaison habituelle, soit en reportant les individus vieillis dans un nouveau récipient contenant cinq gouttes d'eau pure. Ces derniers, dit Kulagin, se comportèrent comme des individus rajeunis naturellement; ils grossirent et se multiplièrent. Mais, comme nous, Kulagin n'a pu voir exactement combien de temps un tel rajeunissement pouvait durer et c'est pour cela que les expériences de Calkins sont plus complètes.

II.

Quoiqu'il en soit, ces trois sortes d'expériences, faites isolément et à peu près à la même époque, remettent en question, il nous semble, la nature de la sénescence des Protozoaires et la signification de la conjugaison.

Jusqu'à maintenant, on a pensé surtout que la conjugaison agissait en donnant à chaque conjoint une substance vivante, de nature spéciale, devenant particulièrement active dans le nouveau milieu où elle entraît. Comme les méthodes généralement employées pour l'étude de la conjugaison comportaient d'abord la mort de l'animal, puis sa coloration, l'attention des observateurs se porta tout naturellement sur les parties du corps colorées. C'est ainsi qu'on est arrivé à attribuer une importance exclusive aux échanges nucléaires qui se font pendant la conjugaison; les pronucléus devinrent par là les agents porteurs des substances particulières agissant dans la réjuvenescence.

On s'est alors demandé quelle était la nature de ces agents si importants.

Pour Maupas, les deux pronucléus de chaque conjoint sont des éléments comparables au spermatozoïde et à l'ovule: »Personne ne contestera, dit-il⁶ que le pronucléus d'échange doive s'assimiler au

⁵ N. Kulagin, Zur Biologie der Infusorien. Le Physiologiste russe, (12 Décembre 1899.) tome 1. p. 269—279.

⁶ E. Maupas, loc. cit., p. 461.

noyau spermatique et le pronucléus non échangé au noyau ovulaire, après l'expulsion des globules polaires».

Mais alors, comment se fait-il que les deux pronucléus d'un Infusoire en sénescence, s'ils sont de sexe différent, ne se conjuguent pas entre eux, dès le moment où ils sont mûrs pour la fécondation?

Cette remarque suffirait à elle seule, il nous semble, pour rejeter l'explication donnée par Maupas; elle a été formulée par un biologiste, Félix Le Dantec, qui propose une autre théorie, susceptible malheureusement de la même critique.

Maupas admet que le manque de nourriture est la condition occasionnelle de la sénescence: »une riche alimentation, dit-il (loc. cit. p. 403) endort l'appétit conjugant; le jeûne, au contraire, l'éveille et l'excite.«

Pour Le Dantec⁷, la sénescence est encore »le résultat d'une pénurie progressive du milieu«. Mais sa théorie est plus complète que celle de Maupas car elle essaie de montrer comment agit cette pénurie. Il suppose qu'au cours de leurs divisions successives, les Infusoires, placés dans un milieu défavorable, perdent peu à peu une de leurs substances plastiques spécifiques, celle qui caractériserait la sexualité: les uns perdraient les substances mâles, devenant ainsi femelles; les autres au contraire, appartenant à une famille différente, perdraient leurs substances femelles et deviendraient ainsi des mâles.

»Je trouve bien plus logique de croire, dit Le Dantec, qu'il y a, dans un infusoire, deux pronucléus mâles et, dans son conjugué, deux pronucléus femelles.«

»Cela explique que deux individus d'une même lignée, ayant vieilli dans les mêmes conditions, ne puissent pas se féconder réciproquement; ils sont du même sexe, parce qu'ils ont été rendus progressivement incapables par la même pénurie de milieu; d'ailleurs, par antagonisme, comme nous l'avons vu plus haut, la sénescence commencée dans le sens mâle doit se continuer dans le sens mâle⁸.«

»Il n'y a qu'une objection à cette manière de voir, continue Le Dantec, c'est que les deux pronucléus en marche, ne se fusionnent jamais; et à cette objection je ne vois pas comment répondre.«

N'est-ce point là en somme, dans cette dernière remarque, exactement la même objection que Le Dantec formulait plus haut, contre la théorie de Maupas⁹?

⁷ Félix Le Dantec, *La sexualité*. Paris, Naud.

⁸ Félix Le Dantec, loc. cit. p. 92.

⁹ Bütschli et Tarchanov avaient déjà présenté une théorie à peu près semblable à celle de Le Dantec.

Pour Bütschli, les plastides renferment une substance particulière qui agit

Du reste ces deux théories ne concordent pas toujours avec les faits. D'abord, ce n'est pas le manque de nourriture qui amène la sénescence, comme le pense Maupas; c'est seulement l'impossibilité de digérer cette nourriture.

Calkins constate en effet que les Paramécies sénescentes ingèrent toujours des bactéries par la bouche et forment continuellement des vacuoles digestives. Nous avons fait la même observation chez des *Stylonichies* vieilles; mais nous avons constaté de plus, comme nous le montrerons plus loin, que le pouvoir digestif de ces individus était fortement diminué¹⁰.

D'un autre côté, on ne peut guère admettre avec Le Dantec, il nous semble, que tous les descendants d'une même lignée doivent subir exactement les mêmes modifications de leur protoplasma sous la seule influence du milieu ambiant; deux individus, seraient-ils deux frères vivant toujours côte à côte, ne rencontrent pas exactement, pendant toute leur vie, les mêmes conditions extérieures. De plus, loin de paraître avoir augmenté sa substance, un Infusoire qui vient de se conjuguer rejette en général des produits d'excrétion en grande quantité; souvent même il subit alors une véritable mue.

Enfin Calkins nous montre dans son travail que les échanges des pronucléus ne sauraient avoir toujours l'importance que leur attribuent Maupas et Le Dantec. Il a vu en, effet¹¹ chez des Paramécies, gardées pendant longtemps dans un même milieu, des conjugaisons normales se produire: les micronucléus s'interchanger, les vieux macronucléus se désagréger, de nouveaux se former; cependant les ex-conjugués ne tardaient pas à mourir.

Pour Calkins, la sénescence proviendrait de l'usure ou de la disparition d'une portion du protoplasma d'où résulterait une diminution de la puissance vitale, en particulier du pouvoir de former des ferments. Cet état se produirait seulement quand la descendance d'un individu se multiplierait toujours dans un même milieu non

comme ferment, en produisant ces réactions chimiques qui sont la source des manifestations de la vie. Ce serait la disparition progressive de ce ferment vital, qui conduirait les Infusoires à la Sénescence, puis à la mort totale, s'il ne se trouve pas renouvelé par une conjugaison.

Pour Tarchanov, ce serait la substance nucléaire qui jouerait le rôle de ce ferment vital; supposant que cette substance diminue au fur et à mesure des bipartitions, l'auteur arrive ainsi tout naturellement à expliquer la sénescence.

Ces deux théories ont été combattues par Chodkowski, par Jonson et enfin par Kulagin, auquel nous empruntons les données de cette note.

¹⁰ Maupas avait du reste remarqué déjà en 1889 que: »la *Stylonichia pustulata* se conjugue souvent avant épuisement total de la nourriture ambiante et tout en continuant à capturer les proies«. loc. cit. p. 322.

¹¹ Calkins, loc. cit. p. 203.

renouvelé; il suffirait de changer ce milieu, de donner, par exemple, une nouvelle nourriture, pour voir la puissance vitale antérieure réapparaître.

Cette théorie explique bien les effets de la réjuvenescence naturelle et de la réjuvenescence obtenue artificiellement; mais elle ne nous dit pas réellement pourquoi les activités protoplasmiques disparaissent peu à peu chez un animal vivant toujours dans un même milieu. C'est pourquoi, à ce dernier point de vue, la théorie émise en 1899 par Kulagin nous paraît plus satisfaisante.

Le professeur de Moscou, comme tous les auteurs précédents, place encore le point de départ de la sénescence dans une modification défavorable du milieu. Il admet toujours que la conjugaison des formes parentes a peu d'effet, parce que ces formes, ayant vécu dans les mêmes conditions, ont souffert des mêmes influences nocives; mais il ne pense plus que ces influences consistent dans l'appauvrissement progressif et direct du milieu ambiant; pour lui, ce serait une contamination de ce milieu par les Infusoires eux-mêmes. Des individus de même famille, dit-il en substance, vivant dans la même eau, y rejettent constamment une série de substances à peu près semblables aux toxines; ce serait ces substances qui, agissant directement sur le corps de l'Infusoire, ou réabsorbées par lui, finiraient par l'empoisonner.

Si l'on pense que les animaux dont on a observé la conjugaison ont toujours été conservés longtemps dans un milieu restreint, non renouvelé, on comprend que ce milieu a du être saturé, en effet, à un certain moment, par les produits d'excrétion; il a du devenir ainsi, de plus en plus défavorable à la continuation de la vie des protozoaires qu'il contient. Nous croyons donc que l'explication de la sénescence donnée par Kulagin est vraie, mais nous croyons qu'elle n'envisage qu'une cause seconde. Pour nous, les causes principales de la sénescence sont beaucoup plus complexes et doivent être recherchées, comme nous allons le montrer maintenant, dans le fonctionnement même du corps des protozoaires.

III.

Les recherches de physiologie cellulaire, faites dans ces dernières années, tendent à montrer que, parmi les élaborations protoplasmiques, se trouvent des substances destructives de la matière vivante elle-même.

A côté des diastases digestives il faut ajouter les cytotoxines des humeurs des organismes, en particulier du sérum et d'autres substances encore bien mal connues, toxalbumines et autres, qui semblent apparaître dans tous les tissus à fonctionnement actif. Ces diverses substances ont été recherchées et étudiées, chez les Méta-

zoaires, en vue surtout de l'action qu'elles exercent dans la digestion des aliments, de leur puissance destructive vis-à-vis de certains éléments malades ou étrangers à l'organisme, enfin de leur rôle dans la pathogénie des maladies infectieuses.

Mais, un fait sur lequel on n'a pas assez insisté jusqu'ici, c'est que ces substances peuvent agir également sur le protoplasma même qui les a produites. Aussi, chez les Métazoaires, l'élaboration des diastases digestives détermine la mort totale ou partielle des cellules chargées exclusivement de cette fonction; la production du lait, qui n'est qu'une sorte de matière excrémentitielle utilisée par une certaine classe d'animaux, provient d'une fonte totale des cellules de la Glande mammaire; le muscle produit des substances de déchet qui altèreraient promptement la fibre musculaire si le sang ne venait enlever ces substances ou neutraliser leur action.

Enfin les travaux récents de cytologie montrent que le noyau élimine de temps en temps, dans le cytoplasma environnant, des portions figurées de sa substance. Ces excrétions nucléaires se voient encore pendant quelque temps; ce sont, dans les spermatocytes et les ovocytes, par exemple, les formations appelées *nebenkern* (Bolles Lee, Platner, Prenant), corps chromatiques (Moore), tigelles ou bourgeons chromatiques (Van Bambeke) etc. Mais bientôt, ces excreta, attaqués par le cytoplasme, pâlisent, perdent leurs contours et finissent, en général, par disparaître complètement.

La présence de ces substances nocives particulières doit être déjà acceptée en principe chez un Protozoaire, puisque le corps de cet être n'est autre chose qu'une cellule en activité continuelle; mais l'observation directe et l'expérimentation ont pu dans ces dernières années montrer l'existence réelle de ces substances. On a vu que les unes étaient utilisées pour la digestion des aliments: acides décélés par l'ingestion de colorants sensibles, diastases protéolytiques extraites l'année dernière chez les Amibes¹²; d'autres substances, analogues probablement aux cytotoxines des Métazoaires, sont utilisées pour la défense ou pour l'attaque (par exemple: poisons des trichocytes des Paramécies); d'autres, encore, inutilisables pour l'individu, sont rejetées par la vésicule contractile; c'est ainsi que Mouton¹³ a vu la vacuole pulsatile des Amibes rejeter une substance qui agit comme une agglutinine, vis-à-vis des *Bacterium coli* placés dans le voisinage.

Enfin, chez les Protozoaires, nous voyons également, à un certain

¹² Henri Mouton, Recherches sur la digestion chez les Amibes et sur leurs diastases intracellulaires. Annales de l'Institut Pasteur, 1900. XVI.

¹³ H. Mouton, loc. cit. p. 476. pl. VII fig. 5 et 6.

moment, le macronucléus et une grande partie du micronucléus être attaqués par les produits de la matière vivante elle-même, qui les contient et finir par disparaître complètement.

La plupart des tissus des Métazoaires peuvent résister longtemps, à ces causes de mort, parce, comme dans le cas du suc capsulaire antitoxique des produits musculaires, par exemple, la division du travail est venue former, chez eux, une véritable association pour la défense.

Il n'en n'est plus de même pour les Protozoaires.

Chez ces êtres, pour que la vie puisse se continuer indéfiniment, il faudrait que les ferments, les toxines, etc., qu'ils produisent constamment ne se trouvassent jamais en contact direct avec leur protoplasma. Or, c'est ce qui n'existe pas.

En effet, quand les vésicules digestives ont rempli leur rôle, leur contenu (produits assimilables et déchets) se répand dans le protoplasma environnant. Les sucs digestifs et les toxines inutilisées sont bien attirées avec l'eau en excès par la vésicule contractile; mais, dans leur parcours vers cet organite, ces substances doivent forcément agir sur les molécules protoplasmiques environnantes puisque rien ne paraît les en séparer. Cela doit se faire d'autant plus que le fonctionnement de la vésicule contractile présente, en général, une période de repos assez longue; d'autres fois cette vésicule même peut complètement manquer.

Certes, le protoplasma que nous trouvons aujourd'hui dans le corps des Protozoaires a un long passé. Il est le résultat de sélections nombreuses qui ont éliminé les individus trop faibles pour pouvoir s'adapter à ces conditions particulières de la vie; aussi les Protozoaires doivent-ils présenter des tolérances spéciales pour les poisons qu'ils produisent. Mais un protoplasma ne peut s'accoutumer à la présence d'une substance chimique, agissant directement sur lui, qu'en contractant, avec une partie, au moins, de cette substance, des groupements moléculaires inactifs, ou bien en produisant continuellement des substances protectrices: antidiastases, antitoxines, agglutinines etc.¹⁴.

Dans les deux cas, l'immunisation ne peut être obtenue, ici, qu'aux dépens d'une seule masse de protoplasma déjà chargée de remplir toutes les autres fonctions de la vie, dans laquelle, par conséquent, les différenciations protoplasmiques et la division du travail qui en résulte, ne peuvent être que très-limitées.

Il n'y a pas encore, dans le corps des Protozoaires, l'association pour la défense qui existe dans celui des Métazoaires. Il est donc

¹⁴ Une observation de H. Mouton, que nous avons rapportée plus haut, semble en effet montrer la présence d'agglutinines chez les Amibes.

vraisemblable d'admettre que, chez les premiers, l'immunisation ne peut être aussi complète que chez les derniers. Si cela est, leurs diastases, leurs toxines etc. . . ne sont pas toutes neutralisées ou le sont insuffisamment. Ces substances doivent donc agir nocivement sur le protoplasma environnant avant d'être expulsées; elles doivent ainsi entraver, plus ou moins, l'activité fonctionnelle des molécules vivantes touchées.

Donc, s'il en est ainsi, plus un Protozoaire vieillit, plus son protoplasma renferme de molécules vivantes altérées.

Chacun des deux individus résultant de la bipartition d'un Protozoaire contient nécessairement une partie de ces dernières molécules, véritables tares héréditaires¹⁵. Il y ajoute d'autres tares semblables provenant de sa propre vie. Aussi, après un certain nombre de générations, il doit donc nécessairement arriver un moment où les derniers individus formés n'ont plus assez de protoplasma disponible pour assurer toutes les fonctions vitales, en particulier l'immunisation. Dès lors, les actions nocives se font de plus en plus sentir; du protoplasma, elles gagnent le macronucléus qui meurt en se désagréant, puis le micronucléus qui réagit également en se divisant successivement; enfin, si une circonstance telle que la conjugaison n'intervient pas, la mort totale arrive.

En résumé, un Infusoire vieillit parce que, dans ses réactions multiples contre les milieux extérieurs dans lesquels vit, un nombre de plus en plus grand de ses molécules protoplasmiques se trouve immobilisé, soit momentanément, soit définitivement. Il en résulte nécessairement, chez cet Infusoire, une assimilation d'autant plus difficile et une diminution progressive dans son pouvoir d'immunisation naturelle.

Si l'on veut dire avec Le Dantec et Calkins qu'un individu sénescence a perdu quelque chose de ses substances spécifiques, ce ne peut donc être qu'au figuré. En réalité le corps d'un pareil individu

¹⁵ Ces molécules sont peut-être modifiées chimiquement par les mélanges qui se font, au moment de la division, entre les substances cytoplasmiques et nucléaires; le rejet de portions chromatiques que les auteurs ont signalées au moment de chaque mitose, serait une véritable épuration résultant de ces mélanges. Dans ce cas, la division cellulaire, surtout la karyocinèse, pourrait être considérée comme une sorte de défense de la matière vivante contre les causes de mort que la vie elle-même y accumule.

Nous pensons également que la division de la cellule résulte de deux facteurs principaux: 1°. de la croissance totale de l'élément; 2°. de l'action excitante de substances nocives de la matière vivante, s'accumulant d'abord dans le protoplasma, et venant ensuite atteindre le noyau.

paraît chargé de granulations d'excrétion dont il ne pourra se débarrasser qu'après une conjugaison fertile.

IV.

L'explication que nous venons de donner de la sénescence est vérifiable par l'observation et par l'expérimentation. Déjà plusieurs faits connus viennent plaider en sa faveur.

Si deux individus vieillis sont chargés de substances nocives, si leur protoplasma s'altère lui-même en vieillissant, leur corps doit montrer des réactions chimiques différentes de l'état de jeunesse. C'est en effet ce que Kulagin constate dans son travail sur les Paramécies; il fait cette remarque que les individus sénescents présentent des affinités spéciales pour certains colorants: ainsi ils acquièrent une coloration verdâtre particulière avec le bleu de méthylène, ils sont plus avides de safranine que de violet de gentiane, ce qui est le contraire pour les individus jeunes.

D'un autre côté, si le protoplasma s'altère vraiment, au fur et à mesure qu'il vieillit, par suite d'une immunisation incomplète, les manifestations vitales d'un Protozoaire sénescant doivent présenter moins de force que celles d'un individu jeune. C'est en effet ce que l'observation montre facilement pour les mouvements des cils vibratils et pour les contractions de la vésicule pulsatile; c'est ce qu'une expérience déjà ancienne nous a montré pour les fonctions digestives.

Au mois de Novembre¹⁶ nous ensemençons, avec des *Stylonychia mytilus* (prises dans une rivière) une faible solution de rouge Congo, contenant une Spongille colorée par la même substance. Le lendemain nous trouvons les vacuoles digestives de ces Infusoires remplies d'un liquide bleu. Pendant plus d'une semaine nous observons journellement ces Infusoires qui continuent à se multiplier activement, tout en faisant virer le rouge Congo avec la même intensité. Puis nous cessons notre observation, laissant les Infusoires dans le même cristalliseur, sans y toucher, jusqu'au mois de Février suivant. A ce moment, nous redonnons du rouge Congo à nos Stylonychies; ce rouge passe encore bien dans les vacuoles digestives, en même temps que les particules alimentaires, mais il ne vire plus au bleu; cependant, après cinq ou six jours d'attente, il prend une teinte de carmin légèrement violacé.

A l'époque où nous avons fait cette expérience, notre attention était attirée sur un tout autre sujet; c'est pourquoi nous n'avons pas cherché à voir si ces individus étaient en puissance de conjugaison. Les circonstances dans lesquelles nous les avons gardés nous permettent de penser cependant, qu'ils devaient être en état de sénescence; dans tous les cas, le rouge Congo vient nous montrer que, chez eux, les vacuoles digestives formaient un acide beaucoup plus faible ou

¹⁶ Gustave Loisel, Coloration de quelques infusoires à l'état vivant = Journ de l'Anat. et de la Physiol. 1898. p. 224. fig. I.

beaucoup moins abondant qu'au moment où les Stylonichies venaient d'être retirées de leur milieu naturel, la rivière.

Quoiqu'il en soit, tout ce que nous savons d'autre part nous permet de dire sûrement que la sénescence est un état dans lequel le protoplasma a perdu une partie de sa puissance vitale. Nous avons admis que cet état provient de la présence, ou du passage constant, de substances nocives formées à la suite des réactions de la matière vivante sur le milieu extérieur et incomplètement neutralisées¹⁷.

Dès lors, peuvent s'expliquer la signification de la conjugaison et la nature de la réjuvenescence qui suit ce phénomène.

V.

Les conditions de milieu dans lesquelles vivent les protoplasmas de deux individus n'étant jamais identiques, les substances nocives, formées par ces protoplasmas, ne peuvent être absolument semblables. Leur différence sera d'autant plus grande que leur souche commune sera plus éloignée.

Les protoplasmes de deux individus sénescents appartenant à deux familles distinctes, c'est-à-dire provenant de milieux très-différents, présenteront donc des tares héréditaires spéciales qui pourront s'attirer les unes et les autres, se mélanger, et s'annihiler réciproquement; ou bien déterminer, dans les protoplasmas conjugués, la formation de nouvelles substances protectrices actives, de nouvelles antitoxines, de nouvelles antidiastases, de nouvelles précipitines, etc.

La conjugaison nous apparaît ainsi comme un ensemble de phénomènes physico-chimiques, d'où résulte, pour chaque conjoint, une sorte d'épuration protoplasmique en même temps qu'une puissance d'immunisation nouvelle.

On peut comprendre alors l'action des substances chimiques qui, entre les mains de Kulagin, de Calkins et de nous-mêmes, ont amené une réjuvenescence artificielle. Ces corps ont d'abord agi en diluant le milieu contaminé par les produits d'excrétion des Infusoires; par là ils ont assaini ce milieu, en même temps qu'ils ont produit une différence de pression osmotique favorable au fonctionnement de la vésicule pulsatile. Puis ils sont allés influencer directement le protoplasma, soit en produisant une sorte de lavage à son intérieur¹⁸ soit en neutralisant directement l'action des déchets inexpulsés, soit

¹⁷ Nous employons ici l'expression substances nocives dans son sens le plus large. Ainsi une molécule protoplasmique immobilisée simplement par un anesthésique, par exemple, devient une substance nocive, car elle gêne, par sa seule présence, le fonctionnement des autres molécules non touchées.

Il en est de même pour l'expression milieu extérieur. Ainsi le cytoplasme et le karyoplasme forment, l'un par rapport à l'autre, des milieux extérieurs différents.

¹⁸ C'est ainsi que Ranke, »réussit à restaurer un muscle fatigué et à le rendre de nouveau capable de fonctionner en lavant son tissu avec une solution de sel marin dilué». — Verworn, *Physiologie générale*, Trad. franç. 1900. p. 516.

enfin en donnant une nouvelle activité immunisatrice au protoplasma touché ¹⁹.

Il nous semble, du reste, que les faits d'observation connus de conjugaison normale, viennent plaider encore en faveur de cette explication. Le premier phénomène qui apparaît, quand deux Infusoires viennent de s'unir, est toujours un gonflement du micronucléus; ce gonflement résulte probablement d'échanges, se faisant par osmose, entre les deux parties liquides des protoplasmas. D'un autre côté, des actions osmotiques nous paraissent nécessaires pour produire la destruction plus ou moins étendue des deux membranes accolées et la communication directe qui se fait entre les deux protoplasmas, à un certain moment du phénomène.

Ces échanges osmotiques sont, sans doute, le phénomène essentiel de la conjugaison, car ils semblent bien être les seuls phénomènes d'échange, dans la conjugaison des Protozoaires inférieurs.

Les échanges nucléaires ont vraisemblablement une importance beaucoup moins grande, du moins au début de la phylogénie. En effet, ils ne se voient pas toujours et, quand ils existent, les deux pronucleus migrateurs s'arrêtent souvent avant d'avoir rejoint les pronucleus restés immobiles, c'est-à-dire, probablement quand l'équilibre osmotique est atteint; par contre, comme nous l'avons dit plus haut, les pronucleus peuvent arriver jusqu'à se fusionner sans qu'il y ait, pour cela, rejeunesse.

Les échanges nucléaires doivent donc être considérés comme des phénomènes venus secondairement dans l'évolution de la fonction, il en est de même pour les échanges des parties figurées protoplasmiques qui ont conduit peu à peu à la conjugaison totale.

D'autres phénomènes observés par les auteurs viennent nous montrer encore, dans le cours de la conjugaison, la présence d'actions chimiques évidentes; or ces phénomènes nous paraissent plus particulièrement en rapport avec notre conception.

¹⁹ On pourrait, il est vrai, interpréter les expériences de sénescence artificielle comme Félix Le Dantec l'a fait pour les expériences de fécondation chimique. (L'unité dans l'être vivant. Paris 1902. p. 72.) D'après cette interprétation, les substances employées par Kulagin, Calkins et nous-même, agiraient en arrêtant la fonte des substances sexuelles; autrement dit les individus rajeunis artificiellement n'auraient pas présenté la maturation chimique caractérisant la puissance conjugante.

Cette interprétation ne concorderait guère, il nous semble, avec les faits. Les Infusoires, qui se sont rajeunis dans nos expériences, montraient tous les caractères connus de la sénilité: petitesse, ralentissement des mouvements, diminution dans le nombre des cils vibratils. D'un autre côté, nous attendions que la conjugaison soit commencée pour faire agir le chlorure de sodium, ce qui semble indiquer que la maturation chimique concordait bien avec la maturation morphologique.

Il est vrai que Le Dantec ajoute encore, à propos de la fécondation artificielle: »Et encore, même s'il était démontré que les ovules sur lesquels a opéré Loeb étaient chimiquement mâles, c'est-à-dire dépourvus de toute trace de substance mâle, on pourrait concevoir que, sous l'influence de certains phénomènes osmotiques, des substances femelles se changent en substance mâle, surtout si la différence entre substances mâles et femelles était une dissymétrie moléculaire«.

Ainsi l'élévation de la température du milieu ambiant accélère la durée de la conjugaison, comme elle active la formation des antitoxines, chez les Métazoaires ; le trouble qui se produit dans les protoplasmas pendant la conjugaison, et la formation, à ce moment, de granulations particulières considérées comme des produits d'excrétion, rappelle exactement les effets connus des coagulines et des agglutinines ; enfin la contraction protoplasmique qui accompagne ou suit le phénomène, surtout dans le cas de conjugaison totale, est encore une preuve de l'importance des actions chimiques qui se font dans l'intérieur de ces protoplasmas.

D'un autre côté, la disparition de la plus grande partie de l'appareil nucléaire des individus conjoints, les nombreuses granulations que ces individus rejettent, la chute plus ou moins complète de l'appareil ciliaire, doivent être considérés, il nous semble, comme des phénomènes d'excrétion, d'où résulte nécessairement une véritable épuration protoplasmique.

En somme, la conjugaison nous apparaît surtout comme un ensemble de phénomènes chimiques qui vient s'opposer à un autre ensemble de phénomènes chimiques, celui de la sénescence.

La signification physiologique de cette fonction devient ainsi plus claire. Elle représente un des moyens de défense de la matière vivante contre la mort, moyen acquis sans doute par sélections, dans le cours de l'évolution.

Les recherches que nous poursuivons actuellement tendent de plus en plus à nous montrer également, que chaque poussée sexuelle des Métazoaires représente une véritable crise de sénescence et que les fonctions sexuelles forment, dans leur ensemble, un autre moyen de défense contre la mort.

Paris, 1. février 1903.

3. Eine neue im weiblichen Geschlecht flügel- und halterenlose Sciaridengattung, nebst Bemerkungen über die Segmentierung des Hinterleibes der Dipteren-Weibchen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von Carl Börner.

(Aus dem zoologischen Museum zu Berlin.)

(Mit 7 Figuren.)

eingeg. 8. Februar 1903.

Bei der Durchsicht meiner im Frühjahr 1902 in Süditalien und Sicilien gemachten Collembolenausbeute wurde meine Aufmerksamkeit auf eine kleine ungeflügelte *Sciara*-ähnliche Mycetophilide gelenkt, die sich in 1 Exemplar zwischen verschiedenen, am Fuße des Monte Pellegrino bei Palermo unter Steinen gesammelten Collembolen fand. Da von *Sciariden* schon eine flügel- und halterenlose Gattung lange bekannt ist (*Epidapus* Haliday 1851, nur ♀♀), so vermuthete ich zunächst einen Repräsentanten derselben vor mir zu haben, wurde aber

Africa and Southern Europe could not be sustained. The discovery of *S. karatheodoris* in Samos showed rather that the specialization took place in Africa and that the existence of such forms in India and Southern Europe was due to a secondary immigration from Africa. Most probably, however, there was the same relationship between the whole fauna of Samos and that of the Siwalik Hills—i. e., the latter was a transformed and later generation of the former. — Mr. F. E. Beddard, F.R.S., read a paper upon some species of Oligochaeta from Africa. Two of them, viz., *Stuhlmannia Michaelseni*, n. sp., and *Bettonia lagariensis*, n. g. & n. sp., were founded upon material collected by Mr. Hinde and Mr. Betton, and presented by those gentlemen to the British Museum. A third species belonged to the genus *Pareudrilus* Beddard, and was collected by Mr. Cyril Crossland. It was stated to be possibly, but not certainly, a new species, and the spermatophore, hitherto unknown in the genus, was described. Some specimens of *Alma Stuhlmanni* Michaelsen, collected by Mr. Crossland were shown to possess a clitellum rather different in position and extent from that of the only other species of the genus, believed to be a new species and named *A. Budgetti*, n. sp., in which the clitellum had been described. — W. L. Sclater, Secretary.

2. Linnean Society of New South Wales.

March 25th, 1903. — 1) A Monograph of the Australian *Membracidae*. By F. W. Goding, M. D., Ph. D. — In studying this group twelve genera, represented by thirtyfive species, have been recognised, namely, *Hypsoprora* (?) Stal, *Philya* Walker, *Terentius* Stal, *Machoerota* Burmeister, *Tryonia* Goding, *Eufrogattia* Goding, *Lubra* Goding, *Acanthucus* Stal, *Sextius* Stal, *Daunus* Stal, *Nessorhinoides* Goding, and *Sertorius* Stal. The identification of several of the forms described by Walker and Fairmaire proved to be difficult. With the aid of the synoptical tables now given, it is hoped that the recognition of the species treated of will be facilitated. — 2) Revision of Australian Lepidoptera. By A. Jefferis Turner, M. D., F. E. S. — Under the above heading the author hopes to publish a series of papers dealing with the different families as time and opportunity permit. This first instalment treats of the *Notodontidae*, represented in Australia by only some thirty species, referable to nineteen genera; and the *Hyponomeutidae* represented by about twenty known species referable to six genera.

III. Personal-Notizen.

Herr Dr. L. Reh trat am 1. Juli d. J. als Assistent am Naturhistorischen Museum in Hamburg ein.

Berichtigung.

In dem Artikel von Dr. Loisel, No. 701 p. 484, Zeile 28 ist zu lesen: Monsieur G. N. Calkins anstatt Miss G. N. Calkins.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Loisel G.

Artikel/Article: [Sur la Sénescence et sur la Conjugaison des Protozoaires. 484-495](#)