ESSAIS DE MÉROTOMIE

SUR QUELQUES DIFFLUGIES

PAR

Eugène PENARD

Docteur ès sciences.

Les différents observateurs qui se sont occupés de l'étude du noyau cellulaire se sont tous accordés pour faire ressortir le rôle considérable que joue cet élément dans l'organisme. Les recherches de NUSSBAUM, GRUBER, HERTWIG, BOVERI, BALBIANI, VERWORN et d'autres, ont montré que, d'une manière générale, il fallait attribuer au nucléus une importance toute puissante dans les fonctions qui se rapportent à l'hérédité, à la régénération de l'individu, à la vie de l'espèce en un mot.

La plupart des résultats acquis ont été fournis par les Infusoires. C'est en étudiant ces organismes que NUSSBAUM établit le fait, confirmé expérimentalement par GRUBER et BALBIANI, que les mérozoïtes ou fragments détachés d'un individu mais privés de noyau, périssent invariablement après quelque temps, tandis que les fragments nucléés sont régénérés en cellules complètes.

D'après les expériences de BALBIANI sur le *Stentor*, le *Cyrtostomum leucas*, le *Prorodon niveus*, la durée de la vie, chez le mérozoïte non nucléé, est généralement de deux à trois jours; mais cette durée peut exceptionnellement se prolonger jusqu'au septième ou même au huitième jour après la section (*Cyrtostomum*

leucas.) De plus, le même auteur a montré, qu'un Infusoire sans noyau, s'il peut vivre quelque temps encore, est incapable en tout cas de régénérer ce qui lui manque ou de se reproduire.

Les Rhizopodes ont été beaucoup moins étudiés. GRUBER, après avoir coupé en deux une *Amœba proteus*, a constaté que la portion privée de noyau se ramasse en boule et ne tarde pas à périr. HOFER, en divisant de grandes Amibes en parties nucléées et non nucléées, vit que les premières continuaient à se comporter exactement comme des Amibes, tandis que les parties privées de noyau ne montraient une conduite normale que pendant 15 à 20 minutes, puis que les mouvements devenaient anormaux et irréguliers, pour cesser bientôt complètement.

De ces expériences HOFER conclut que si le protoplasma possède en lui-même la faculté du mouvement, c'est le noyau qui doit être regardé comme le centre régulateur de ces mouvements eux-mêmes.

Ces dernières conclusions ont été cependant mises à néant par les expériences de BALBIANI et de VERWORN. Le premier a montré que, dans des conditions favorables, les mérozoïtes non nucléés pouvaient vivre plusieurs jours avec des mouvements normaux. VERWORN a vu des fragments de *Diffugia* isolés et sans noyau émettre des pseudopodes aussi actifs que dans l'état normal; il a constaté de plus que dans la *Lacrymaria olor*, la motion normale et très spéciale de la partie antérieure de l'animal, une fois cette partie détachée de l'individu, continue dans la règle, et malgré l'absence de noyau, à se produire pendant un jour entier.

Les observations dont je voudrais rendre compte ici présenteront peut-être à leur tour quelque intérêt, par le fait qu'elles se rapportent, soit à des noyaux complètement isolés et dépourvus de toute parcelle de cytoplasma, soit ensuite à des individus qui, à part l'absence du noyau, ne sont privés d'aucune parcelle de leur plasma cellulaire.

En effet, toutes les études ont jusqu'ici porté sur des animaux

privés, non seulement de leur noyau, mais en même temps d'une partie de leur cytoplasma, ou bien, à une exception près (*Thalassicolla*, expérience de VERWORN que nous allons citer), sur des noyaux accompagnés encore d'une partie du plasma de l'animal.

VERWORN, après avoir cité l'opinion de GRUBER sur la toute-puissance du noyau pour le maintien de l'espèce, nous dit à ce sujet : « Mais GRUBER oublie que, pour que le nucléus puisse
« être regardé comme la seule partie constituante de la cellule
« qui soit destinée à maintenir l'espèce, l'expérience contraire
« doit être faite aussi, c'est-à-dire l'investigation du nucléus sans
« protoplasma. Si le noyau dans ces conditions continue à vivre,
« s'il régénère un nouveau corps protoplasmique et forme un individu complet, cette expérience serait en fait une preuve indéniable de la signification du nucléus. Mais s'il périt sans régénération, comme le protoplasma privé de nucléus, il n'existe pas de raison pour attribuer au nucléus plus de valeur qu'au protoplasma; tout aussi bien le protoplasma pourrait-il être regardé comme la partie constituante de la cellule destinée à maintenir l'espèce. Or l'expérience a été faite, et montre que le noyau privé de protoplasma périt comme le protoplasma privé de noyau. Dans la *Thalassicolla*, un Radiolaire de grande taille, le nucléus, qui est visible à l'œil nu, peut par une opération habile et avec des instruments délicats être enlevé dans toute son intégrité de la capsule centrale, et observé isolément. Le résultat est que, même protégé contre toute influence nocive, après quelque temps il meurt invariablement sans qu'il soit possible de constater trace de phénomènes régénératifs. On peut faire les mêmes observations chez les Infusoires. Ce résultat détruit la force des arguments de GRUBER¹. »

Mes expériences, analogues à celles de VERWORN, ont donc eu en premier lieu pour but d'isoler le noyau; et cela sur des

¹ VERWORN, *Physiologie générale*, édit. anglaise, 1899.

Difflugies, organismes qui, grâce à la structure particulière de leur nucléus, paraissent éminemment favorables à des recherches de ce genre.

Nous pouvons en effet nous représenter le noyau de ces organismes comme une sphère régulière, formée d'abord d'une membrane ou paroi extérieure bien nette, lisse, souple et élastique en même temps. L'intérieur de ce ballon mince et transparent est alors occupé par un plasma liquide, le suc cellulaire, transparent lui-même, dans lequel flottent, généralement dans un ordre plus ou moins régulier et logés surtout sous la membrane comme une sphère creuse interne, de nombreux nucléoles, sous forme de petites boulettes d'un bleu verdâtre.

Chez les Difflugies, il n'est pas très difficile d'isoler le noyau du plasma qui le renferme. Pour y parvenir il suffit, après avoir transporté l'animal dans une goutte d'eau et l'avoir mis sous un couvre-objet, d'opérer prudemment une pression légère sur la coquille de la Difflugie. Cette pression se fait d'ailleurs d'elle-même si l'on a soin de glisser avec précaution un petit morceau de papier buvard contre le bord du couvre-objet, et peut être réglée à volonté. A un moment donné on voit la coquille se fendre, et le plasma en sortir, entraînant avec lui le noyau. En imprimant alors à la lamelle de verre quelques petits mouvements de va-et-vient, on réussit parfois à isoler complètement ce noyau ; mais ce qui vaut mieux encore, c'est que ce dernier sorte et s'isole de lui-même, s'échappant de la coquille comme un noyau de cerise qu'on presserait entre les doigts. Il ne reste plus alors qu'à enlever, sous la loupe montée, les fragments de la Difflugie, et à remettre une goutte d'eau fraîche sans quitter un instant de l'œil le noyau qu'on a intérêt à conserver.

De cette manière j'ai obtenu sept noyaux différents, dont six ont été étudiés sous le couvre-objet. Le septième a pu être placé tout contre la coquille d'une grosse Difflugie à la partie postérieure de laquelle il est resté accroché pendant plusieurs jours, dans une

éprouvette avec de l'eau pure et fréquemment renouvelée. Disons tout de suite que ce noyau s'est comporté absolument comme les autres, sauf que de tous c'est lui qui a montré la plus longue résistance à la désintégration.

Comme je le disais plus haut, cette opération de l'isolement du nucléus, bien qu'il entre dans sa réussite un certain élément de chance, n'est pas très difficile à effectuer. J'aurais pu multiplier les expériences ; mais les sept noyaux que j'ai étudiés s'étant conduits d'une manière identique, il m'a semblé inutile de pousser plus loin les choses. J'ajouterai que ces noyaux appartenaient aux espèces suivantes : *Diffugia lobostoma* Leidy, *Diffugia globulosa* Dujardin, *Diffugia pyriformis* Perty, et *Diffugia capreolata* Penard¹.

Voici maintenant comment on pourrait décrire les phénomènes qui se passent à partir du moment où le nucléus se trouve isolé.

Pendant un temps variable suivant les conditions du milieu, eau plus ou moins aérée, température plus ou moins favorable, etc., le noyau ne présente aucun changement appréciable d'aspect. Dans mes opérations, après 9 heures pour la *Diffugia pyriformis*, 12 heures pour la *D. lobostoma*, 18 heures pour la *D. globulosa*, 20 heures pour la *D. capreolata* et 24 heures pour la *D. pyriformis* var. *nodosa* (cette dernière en eau libre), le noyau était encore en apparence parfaitement sain ; tout au plus pouvait-on y remarquer une teinte générale d'un bleu moins pur, et un peu moins de brillant dans les nucléoles.

Passé ce temps on voit se dessiner des changements toujours plus accentués : le contour de la membrane nucléaire, qui figurait d'abord un cercle parfait, perd peu à peu de sa régularité ; il s'y dessine de petites ondulations, en même temps que souvent, mais pas toujours, le cercle dégénère peu à peu en une figure irrég-

¹ Cette dernière n'a pas encore été décrite, et le sera prochainement.

gulière. Pendant que se produisent ces changements, on voit apparaître sur le pourtour de la membrane des granulations allongées qui semblent y être implantées en ordre régulier, comme les dents d'une roue dentée. Ces granulations deviennent de plus en plus nombreuses, et finissent par revêtir tout le noyau comme d'une poussière de petits grains, allongés ou sphériques. Ces grains ne se colorent pas sous l'action du carmin. Après avoir cru pouvoir leur attribuer la valeur d'une exsudation provenant de l'intérieur du noyau, j'ai pu bien vite me convaincre que ce sont simplement là des végétations cryptogamiques, telles qu'il s'en forme souvent autour des micro-organismes malades. Leur présence n'a donc rien d'anormal; mais il est intéressant de constater leur apparition au moment même où le noyau commence à perdre son apparence de santé, et on pourrait se demander jusqu'à quel point ils sont cause ou effet.

Pendant que se produisent ces phénomènes, les nucléoles de leur côté subissent des changements appréciables. Les petites sphérules bleues perdent de leur fraîcheur primitive, se ratatinent et deviennent grisâtres et pointillées, en même temps qu'elles abandonnent quelque peu le voisinage de la membrane et se rétractent en un groupe les unes contre les autres. La membrane enfin perd de son épaisseur, se plisse ou s'étale, et tout le noyau n'est plus représenté que par un amas grisâtre et granuleux, entouré d'une fine pellicule grisâtre aussi, reste de la membrane nucléaire.

A ce moment, c'est-à-dire en moyenne deux jours après l'isolement, le noyau mort est encore parfaitement colorable au carmin; le réactif agit même plus rapidement que de suite après la libération, et la coloration se montre plus intense.

Quant au moment précis où toute vie a cessé dans le noyau, il est sans doute difficile à déterminer; à en juger d'après la belle apparence de santé qu'on peut remarquer jusqu'à la formation des premières petites ondulations de la membrane et à l'arrivée

des éléments cryptogamiques, le noyau pourrait peut-être, dans des conditions favorables, rester bien portant une journée entière.

Toujours est-il que le noyau isolé périt fatalement, et bien plus vite, comme nous le verrons bientôt, que le cytoplasma privé de nucléus. Le noyau, je serais porté à le croire, meurt simplement d'inanition. Incapable par lui-même de pourvoir à sa subsistance et complètement dépendant pour sa nourriture du cytoplasma qui l'entoure, isolé il n'a plus qu'à périr; tandis que le plasma cellulaire, presque toujours abondamment fourni en provisions de toute sorte, grains d'amylum, proies non digérées encore, Zoochlorelles qui ne manquent que rarement, peut vivre plus longtemps et ne doit que bien difficilement périr faute de nourriture.

Les observations que je viens de rapporter confirment donc bien les résultats auxquels est arrivé VERWORN chez la *Thalassicola*, sauf que dans le cas de la *Diffugia* la mort semble arriver plus tardivement. VERWORN parle en effet de « quelque temps¹, » ce qui semble vouloir dire « quelques instants » après l'isolement du noyau.

BLOCHMANN de son côté, qui n'a pas fait de recherches mérotomiques spéciales, a constaté un cas anormal où dans une *Euglypha* en cours de dédoublement le plasma tout entier était rentré dans la vieille coque en abandonnant le noyau dans la jeune. Voyant ce noyau rester inerte, BLOCHMANN en tire la conclusion que « le noyau n'a pas le pouvoir, lorsqu'il est isolé un instant seulement du plasma, de conserver l'état de vie². » Cet observateur se trompe sans doute en ne parlant que d'un instant seulement.

Quant aux déductions de VERWORN relatives aux conclusions de GRUBER, — VERWORN donnant ses expériences sur la *Tha-*

¹ « After some time » *General Physiology*, édit. anglaise.

² F. BLOCHMANN. *Zur Kenntniss der Fortpflanzung von Euglypha*. Morphol. Jahrb. Bd. 13.

lassicolla comme « détruisant la force des arguments de GRUBER, » — je ne les comprends pas très bien. GRUBER en effet, en parlant du nucléus comme de l'élément le plus important de la cellule parce que c'était lui qui maintenait l'espèce, n'a sûrement jamais voulu dire qu'il pouvait la maintenir sans l'aide du plasma, et au fond les deux observateurs sont du même avis.

Après ces considérations sur les noyaux isolés, il me reste à relater quelques expériences sur des Difflugies privées de leur noyau, mais de leur noyau seulement. Dans ce genre de recherches il se présente au début une difficulté bien plus grande que dans le cas précédent : c'est d'arriver à obtenir, après le départ du noyau par compression sous le couvre-objet, des individus assez peu mutilés pour qu'on puisse les regarder comme en parfaite santé. Dans la plupart des cas en effet, la coquille s'écrase, le plasma et son contenu s'échappent, et il ne reste plus qu'une masse informe, incapable de reconstituer par exemple des pseudopodes normaux. Cependant il arrive parfois que l'opération réussisse, et j'ai pu obtenir de cette manière trois individus énucléés, tout en restant en bon état.

Mais, avant d'aller plus loin, il ne sera pas inutile de considérer ce qu'il advient en général de Difflugies simplement mutilées, mais pourvues encore de leur noyau et de tout leur cytoplasma.

J'ai fait sous ce rapport un nombre considérable d'observations, portant sur plusieurs centaines d'individus. Ces recherches avaient pour but d'examiner si les Difflugies pourraient resouder leurs coquilles brisées, ou en régénérer les parties manquantes (col enlevé chez la *Diffugia pyriformis*, coque défoncée chez la *Diff. lobostoma*, etc.). Dans toutes ces expériences les résultats ont été absolument les mêmes : les animaux, si leur coquille n'a pas été trop endommagée, rapprochent quelque peu les bords des fractures, de manière à donner à la coque une apparence plus ou moins normale ; mais aucune soudure ne se

produit, et les fentes restent ouvertes. Parfois l'animal collera à sa coquille un fragment de matière étrangère (morceaux de verre mis à sa disposition); parfois aussi une *Diffugia pyriformis* procédera à la régénération de son col, mais ce ne sera qu'une tentative, et l'animal se contentera plutôt de fermer la blessure par un amas de petits fragments englués. Une seule fois j'ai trouvé une coquille dont le col pouvait à la rigueur être regardé comme refait¹.

Dans toutes ces expériences d'ailleurs, les animaux simplement mutilés sans perte de noyau se sont montrés parfaitement viables. Généralement l'animal reste quelque temps en repos dans sa coque, puis il déploie ses pseudopodes comme un organisme sain, et de la sorte il peut vivre, même sans qu'il lui soit fourni de nourriture, des semaines entières. La plupart cependant, après quelques jours, gardent un repos absolu, dont ils ne sortent un instant que lorsqu'on les expose à une vive lumière, puis ils se mettent en boule dans leur coquille et n'en sortent plus. Toute une végétation cryptogamique envahit la coquille, surtout autour de la bouche, et l'animal semble mort, mais lorsqu'on l'écrase on trouve le plasma bien vivant, plein d'amidon, souvent de Diatomées en réserve et de Zoochlorelles en bon état.

Dans ma première expérience, l'animal privé de noyau était une *Diffugia lobostoma*. La coquille avait été fendue en deux moitiés qui bientôt se rapprochèrent quelque peu, sans qu'il se produisît du reste de soudure. Pendant quelque temps l'animal resta immobile dans sa coque, puis bientôt il sortit ses pseudopodes et se mit à marcher. Il continua de la sorte à se comporter comme un individu sain pendant deux jours, étalant ses pseudo-

¹ C'est à ces mêmes résultats qu'était arrivé VERWORN. Par contre cet observateur a réussi à obtenir des coquilles formées de toutes pièces d'éclats de verre; l'animal, avant sa bipartition, s'étant muni du seul matériel qu'il trouvât à sa portée.

podes et fuyant la trop grande lumière quand l'ombre était proche de lui. A la fin du second jour, croyant voir une teinte jaunâtre se prononcer sur les pseudopodes, ce qui est généralement un indice de maladie, j'écrasai l'animal, dont le plasma se trouva cependant normal, avec amidon, Zoochlorelles, etc. On n'y voyait par contre, comme il fallait s'y attendre, pas trace de noyau, et le carmin non plus n'en décela pas la présence. Cet individu aurait pu sans doute être conservé bien plus longtemps vivant.

Dans ma seconde expérience, l'animal énucléé, une *Diffflugia capreolata*, a été examiné pendant cinq jours, du 3 au 8 octobre. Le 4 octobre, j'ajoutai à l'eau dans laquelle se trouvait la Diffflugie, des fragments de *Pelomyxa palustris* écrasées, espérant retrouver plus tard dans le plasma de l'animal soit quelques-uns des petits noyaux, soit les Bactéries, si caractéristiques de la *Pelomyxa*. Le 5 et le 6, l'animal continua à se comporter d'une manière normale, étalant ses pseudopodes et paraissant plein de santé. Cependant le 7 il ne sortit plus de sa coque, et les végétations cryptogamiques commencèrent à le recouvrir. Le 8 octobre, il était pourtant en bon état, et exposé à la lumière, il recommença à marcher, déployant de nouveau ses pseudopodes. A ce moment je l'écrasai, et je trouvai un plasma sain, avec grains d'amidon, granulations brillantes, Zoochlorelles, Diatomées non digérées. Mais on n'y voyait aucune trace des noyaux de la *Pelomyxa*, non plus que des Bactéries. Pas plus d'ailleurs que dans l'observation directe, le carmin n'y décela la présence d'aucun nucléus.

Ma troisième expérience concernait également une *Diffflugia capreolata*, dont la coquille avait été fendue dans toute sa longueur. Après l'avoir mise dans une éprouvette avec de l'eau pure, je réussis à fixer à la partie postérieure de la coquille, où se montrait une large ouverture, un noyau isolé de *Diffflugia pyriformis* var. *nodosa* Leidy. Disons une fois pour toutes que ce

noyau se trouva bien vite collé à une aspérité de la coquille, et y resta huit jours, dégénéralant peu à peu, mais sans que l'individu en observation fit jamais une tentative pour l'attirer dans son intérieur.

Dans cette Difflogie, qui avait été passablement endommagée, le plasma se mit de suite en boule, et de longtemps ne voulut plus sortir de cet état. Opéré le 15 octobre, le 18 toute la coque commença à s'entourer de végétations cryptogamiques. Le 19 cependant, après avoir été exposé plusieurs heures à la lumière, l'animal sortit ses pseudopodes et se mit à marcher. Il faut remarquer que cette espèce présente des phénomènes de locomotion tout particuliers, qu'on pourrait appeler des habitudes spécifiques¹. Or, la Difflogie énucléée présentait bien dans tous ses détails ces particularités de locomotion. HOFER est donc dans l'erreur, comme du reste l'ont montré BALBIANI et VERWORN, lorsque de ses expériences sur les Amibes il tire la conclusion que « le nucléus est un centre régulateur pour les mouvements. » Cependant je ne crois pas qu'on puisse envisager les pseudopodes non plus comme possédant en eux-mêmes ce pouvoir régulateur. J'ai maintes fois observé que des pseudopodes détachés et dépourvus de toute parcelle de cytoplasma, se conduisent, il est vrai, comme des Amibes, mais des Amibes extraordinaires ; les mouvements sont désordonnés, affolés, et ne rappellent rien de ce que l'on voit chez les Amibes normales, non plus que chez les pseudopodes normaux². Le noyau, nous venons de le voir, ne semble exercer aucune influence sur l'intégrité des mouvements, et c'est dans le cytoplasma qu'il faut alors chercher l'influence coordinatrice de ces mouvements.

¹ Ces phénomènes trouveront leur description dans l'ouvrage en préparation dont il a été parlé plus haut.

² Quant aux pseudopodes placés dans le voisinage immédiat de l'individu dont ils viennent d'être détachés, ils semblent être de la part de ce dernier sous l'influence d'une attraction véritable, qui les porte à se diriger vers le parent. Voir PENARD, *Archives des Sciences Phys. et Nat.*, Mai 1899.

Cette même *Difflugie* cependant, exposée toute une matinée à la lumière, se mit le 22 octobre encore à étaler de magnifiques pseudopodes. Du 22 au 28 elle se renferma obstinément dans sa coquille, entourée déjà de myriades de champignons microscopiques. Mais le plasma restait vivant et par moments on constatait la présence d'une vésicule contractile. Enfin le 29 octobre j'écrasai la *Difflugie*, qui se trouva remplie comme les autres d'amidon, de *Zoochlorelles* et de nourriture. On voyait aussi, à un état plus ou moins avancé, quelques-uns de ces corps brillants qui peuvent être considérés comme des spores et se colorent par le carmin; puis quelques Amibes minuscules, munies chacune d'un noyau et d'une vésicule contractile, marchant parmi les débris. Elles avaient en moyenne une longueur de $15\ \mu$ à peine. Il m'est impossible de dire si c'étaient là des parasites ou des embryons provenant de la *Difflugia* elle-même. En tout cas ces Amibes rappelaient étrangement, sauf différences spécifiques, les embryons amœbiformes que j'ai remarqués, bien vivants, dans le corps même de certaines *Pelomyxa*.

En résumé, dans les trois expériences que nous venons de citer, les *Difflugia* privées de leur noyau se sont comportées comme celles qui dans d'autres expériences le possédaient encore. La mutilation de leur coquille les a rendues paresseuses, mais elles ont vécu jusqu'à 15 jours malgré les conditions en somme défavorables (manque d'eau suffisamment aérée, attaque des parasites), et lorsqu'elles ont été examinées pour la dernière fois, la vie ne les avait pas encore abandonnées.

Ont-elles pendant ce temps pris de la nourriture? c'est ce que je n'ai pu contrôler. Dans l'une des expériences, en tout cas, la *Difflugie* en avait à sa disposition, mais elle ne semble pas en avoir profité. Il est peu probable d'ailleurs qu'une nourriture apportée de l'extérieur leur ait été de la moindre nécessité, car des *Difflugies* normales peuvent facilement rester trois et quatre semaines à jeun dans une eau pure sans que rien semble atteindre

leur santé. BALBIANI a vu des fragments d'Infusoires dépourvus de noyau prendre des aliments, et sans doute les Difflugies, chez lesquelles les autres fonctions végétatives étaient restées normales, auraient pu en faire autant.

C'est ici que s'arrêtent mes expériences. Quelque modestes qu'elles soient, elles semblent faire ressortir, à l'égal de celles de VERWORN et de BALBIANI, le rôle prépondérant du cytoplasma pour tout ce qui concerne la vie végétative. Si le noyau doit être regardé comme l'élément le plus important de la cellule pour la vie de l'espèce, il semble que dans les organismes unicellulaires la vie de l'individu ne dépende en aucune façon du nucléus, pourvu du moins que cet individu possède, sauf l'absence du noyau, toute son intégrité, et ne soit pas privé d'une partie de son corps qui pour une vie prolongée demanderait à être reconstituée.

BIBLIOGRAPHIE

1. BALBIANI. *Recherches expérimentales sur la Mérotomie des Infusoires ciliés*. Recueil Zoologique Suisse 1888.
2. BOVERI. *Zellenstudien*. Jen. Zeit. f. Naturw. 1887, 88, 90.
3. DELAGE. *Traité de Zoologie concrète*. Vol. I. Paris 1896.
4. EIMER. *Die Entstehung der Arten*. Jena 1888.
5. GRUBER, A. *Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoen*. Berichte der naturf. Ges. zu Freiburg. Bd. 1. 1886.
6. HERTWIG, O. et R. *Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies*. Jen. Zeit. f. Nat. 1887.
7. HOFER. *Experimentelle Untersuchungen ueber den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma*. Jen. Zeit. f. Nat. 1889-90.
8. NUSSBAUM. *Ueber spontane und künstliche Theilung von Infusorien*. Verhand. d. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande. Bonn 1884.
9. VERWORN. *Die physiologische Bedeutung des Zellkerns*. Arch. f. d. ges. Physiologie 1892 LI.
10. — *General Physiology*. London 1899.

Penard, Eugène. 1900. "Essais de mérotomie sur quelques Difflugies." *Revue suisse de zoologie* 8(3), 477–490. <https://doi.org/10.5962/p.318258>.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/38141>

DOI: <https://doi.org/10.5962/p.318258>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/318258>

Holding Institution

MBLWHOI Library

Sponsored by

MBLWHOI Library

Copyright & Reuse

Copyright Status: NOT_IN_COPYRIGHT

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.