

THÈSE DE ZOOLOGIE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

LE 23 AOUT 1847,

PAR

ALPHONSE DERBÈS.

SUR

LA FÉCONDATION DE L'ŒUF

ET LES PREMIERS DÉVELOPPEMENTS DE L'EMBRYON

CHEZ

L'OURSIN COMESTIBLE.

PARIS,

IMPRIMERIE DE L. MARTINET,

RUE JACOB, 30.

1847.

ACADÉMIE DE PARIS.

FACULTÉ DES SCIENCES.

MM. DUMAS, Doyen, BIOT, FRANCOEUR, DE MIRBEL, PONCELET, POUILLET, LIBRI, STURM, DELAFOSSE, LEFÉBURE DE FOURCY, DE BLAINVILLE, CONSTANT PREVOST, AUGUSTE SAINT-HILAIRE, DESPRETZ, BALARD, MILNE EDWARDS, CHASLES, LEVERRIER.	} Professeurs.
DUHAMEL, VIEILLE, MASSON, PELIGOT, DE JUSSIEU,	} Agrégés.

SUR

LA FÉCONDATION DE L'ŒUF

ET LES PREMIERS DÉVELOPPEMENTS DE L'EMBRYON

CHEZ

L'OURSIN COMESTIBLE.

Des études que je poursuis depuis plusieurs années sur le mécanisme de la fécondation chez les plantes aquatiques inférieures m'ont conduit à faire des recherches analogues sur quelques animaux inférieurs. Le premier qui m'a occupé est l'Oursin comestible ; c'est aussi celui sur lequel je possède le plus de données. Je vais exposer mes observations à son sujet.

Le spectacle des premiers phénomènes qui accompagnent la fécondation inspire nécessairement le désir de connaître la destinée ultérieure de l'embryon ; aussi je n'abandonnerai pas le sujet sans faire connaître les curieuses transformations que j'ai pu saisir dans l'évolution du jeune animal, lequel contracte, dans le cours de cette évolution, des formes inattendues, et que rien ne permettrait de prévoir *à priori*. Un travail sur ce sujet a été présenté à l'Institut, il y a quelques mois. Je m'abstiens d'en parler et d'en discuter l'origine. Je veux me borner à énoncer les faits dont j'ai été témoin, et que j'ai montrés à une personne dont l'auteur du travail en question ne récusera certainement pas le témoignage. La majeure partie de ce qui suit était rédigé avant que j'eusse connaissance du Mémoire de M. Dufossé ; je ne change rien à ma rédaction, bien que j'aie de nouveau répété toutes mes observations, depuis que je l'ai lu.

D'autres observations sur le même sujet ont été communiquées par M. Baër à l'Académie de Saint-Pétersbourg. A en juger par l'extrait très succinct et les très courtes citations contenues dans

l'Institut du 26 mai dernier, tous les faits signalés par M. Baër concordent avec ceux que j'ai observés; seulement il n'a pas suivi les développements de la larve au-delà de l'éclosion. J'ai eu le bonheur de pousser plus loin mes recherches, comme on va le voir.

C'est un fait désormais acquis à la science que, dans les Echinodermes, les sexes sont séparés sur des individus différents. Mais ce n'est pas depuis bien longtemps que cette vérité a été reconnue par M. Peters, M. Milne Edwards et M. Lallemand. Tous les ouvrages de physiologie, même récents, considèrent ces animaux comme des exemples d'hermaphrodismes parfaits. J'ai plusieurs raisons de penser que l'hermaphrodisme, tel qu'on le supposait chez ces animaux, tel qu'on le suppose encore chez les Mollusques acéphales, malgré les travaux de M. Prévost et Dumas, confirmés et étendus par ceux de M. Milne Edwards, est beaucoup moins fréquent qu'on ne croit généralement. Des observations assidues et exactes feront disparaître bientôt la plupart des cas où une étude superficielle l'avait fait admettre. Parmi les Echinodermes, j'ai constaté cette séparation non seulement sur *l'Echinus esculentus*, mais encore sur plusieurs Astéries. Parmi les Mollusques acéphales, tous ceux que j'ai observés me l'ont également offerte; je puis citer notamment la *Venus decussata*, le *Mytilus edulis* et le *Cardium edule*. C'est un sujet dont je me propose de m'occuper, dès que j'en aurai le temps.

Les individus mâles de *l'Echinus esculentus* ne peuvent être distingués des individus femelles par aucun caractère extérieur, à moins que ce ne soit le moment de l'émission des œufs ou du sperme. Dans ce cas, on voit s'écouler, par cinq petits orifices qui entourent l'anus, un liquide épais, dont la couleur seule peut indiquer le sexe de l'individu qui la fournit. Ce liquide, en effet, est ou bien d'un blanc de lait, ou bien d'un rouge orangé plus ou moins vif, ou au moins d'une teinte jaune bien prononcée. Dans le premier cas, c'est du sperme qui le constitue; dans le second, c'est aux œufs qu'il contient qu'il doit sa coloration.

Si cette circonstance d'une émission spontanée n'existe pas, et si l'on ouvre le test, pour procéder à l'examen des parties internes,

le plus souvent la couleur des cinq rayons qui constituent la partie comestible sera un indice suffisant du sexe. Lorsque ces rayons sont rouges, il n'y a pas de doute, on a affaire à une femelle; s'ils sont jaunes ou d'une couleur bistre plus ou moins brune, on peut presque affirmer qu'ils appartiennent à un mâle; car je n'ai point trouvé d'exception pour la couleur brune, qui, du reste, est assez rare, et je n'en ai trouvé que fort peu pour la couleur jaune; mais, dans ce cas, l'œil nu peut encore trouver un signe qui lève tous les doutes. Les cinq rayons aboutissent aux cinq trous qui entourent l'anus, chacun par un petit prolongement canaliforme, dont la coloration est l'indice certain du sexe. La transparence de la membrane qui constitue ce canal laisse juger si le liquide contenu est blanc ou d'une autre teinte; dans le premier cas, on a affaire à un mâle; autrement, c'est une femelle. Au printemps, au moment où la reproduction va s'opérer, les cinq rayons sont considérablement tuméfiés, et occupent la presque totalité de la cavité limitée par le test. Si alors on fait la moindre blessure à ces organes, il s'en échappe à l'instant un liquide, dont la couleur caractéristique peut encore servir à décider sur le sexe. Il est enfin un autre moyen de le reconnaître, lequel est indépendant de la vue, c'est le goût. Toutes les personnes qui y ont pris garde, en mangeant des Oursins, ont reconnu que la saveur des femelles est plus prononcée et plus agréable.

Il suffit de considérer un instant la disposition des organes génitaux, pour être convaincu que la fécondation ne peut s'opérer que hors du test, au sein du liquide ambiant. Toute la portion externe de l'appareil générateur, qui sert à l'introduction du sperme, manque en effet ici; et en laissant un Oursin femelle séjourner pendant quelque temps dans un vase où j'avais répandu de la liqueur fécondante, je n'ai pu trouver aucun œuf fécondé à l'intérieur, tandis que tous ceux qui avaient été émis, soit qu'ils se fussent répandus dans le liquide, soit qu'ils adhérassent encore au test de la femelle, ou du moins presque tous portaient des signes de fécondation.

Je ne m'arrêterai pas à décrire les organes dans lesquels s'élaborent les produits dont le concours doit perpétuer l'espèce. Qu'il

me suffise de dire que , anatomiquement parlant , ces organes sont complètement identiques , considérés chez le mâle ou chez la femelle ; il n'y a entre eux d'autre différence que celle qui dérive de la nature même du produit. Leur constitution rappelle entièrement celle d'une glande composée : c'est comme une réunion de cœcums débouchant dans des canaux communs , qui viennent à leur tour s'ouvrir dans un canal général ; celui-ci longe tout l'organe , au centre de la face qui s'appuie sur le test. J'en ai déjà signalé l'extrémité ; c'est elle qui déborde inférieurement , et vient aboutir à l'un des cinq trous qui entourent l'anus.

Ces organes renferment , dans toute leur étendue , les uns des œufs propres à être fécondés , les autres des Spermatozoïdes complets et propres à opérer la fécondation. Ces produits à l'état parfait peuvent en être retirés de quelque point sur lequel on fasse une blessure. Il est vrai de dire pourtant que , excepté peut-être dans le canal central , partout ces produits parfaits sont accompagnés d'œufs ou de Spermatozoïdes n'ayant pas encore atteint le degré d'élaboration qui les rend propres à la reproduction.

Les œufs , dans cet état d'imperfection , paraissent composés de trois sphères concentriques , comme le représente la figure 1. Plus tard , la sphère moyenne disparaît tout à fait ; il ne reste plus que la plus extérieure qui est le jaune , et la petite intérieure qui est la vésicule germinative. Alors l'œuf est apte à recevoir efficacement l'action du sperme ; il apparaît sous l'aspect de la figure 2 , et lorsqu'on en considère un isolément , il ne paraît pas avoir d'autres parties constituantes. Néanmoins , lorsqu'on en a plusieurs sous l'objectif du microscope , et qu'ils sont serrés les uns contre les autres , on voit qu'ils sont un peu déformés par la compression qu'ils se font subir mutuellement ; mais on voit en même temps que cette déformation a lieu , bien qu'en apparence ils ne se touchent pas. Il est donc permis de penser qu'ils sont entourés chacun d'une couche d'une substance très incolore et transparente que l'on ne peut pas distinguer , et au moyen de laquelle se transmet la pression des uns aux autres. L'existence de cette couche parfaitement transparente et inappréciable dans

cette circonstance devient évidente un peu plus tard, comme nous allons le voir.

Ce que je souhaitais le plus de reconnaître, c'était le rôle que jouent les Spermatozoïdes dans la fécondation. Pour y parvenir, j'ai mis dans une petite auge, sur le porte-objet du microscope, une gouttelette du liquide rouge, et à une petite distance, une gouttelette semblable du liquide blanc; puis, après avoir recouvert le tout d'une mince lame de verre, j'ai ajouté une goutte d'eau de mer. Alors j'ai pu voir les Spermatozoïdes s'avancer progressivement sur les œufs. Quelques uns de ceux-ci étaient bientôt entourés d'une foule compacte de ces corpuscules mouvants; d'autres, plus éloignés, ne se trouvaient en contact qu'avec un fort petit nombre d'entre eux; et, dans les deux cas, j'ai vu les signes de la fécondation se produire.

Le premier effet apparent de ce rapprochement est l'apparition presque subite d'une enveloppe parfaitement transparente, qui entoure le jaune à une certaine distance, et qui se manifeste par l'apparence d'une ligne circulaire, fig. 3. Cette enveloppe, je l'ai vue se manifester à propos du contact d'un très petit nombre de Spermatozoïdes (trois ou quatre, quelquefois même un seul). Voici tous les détails que j'ai pu saisir au sujet de cette transformation: les Spermatozoïdes s'agitent avec une grande vivacité à la surface de l'œuf, tantôt en le frappant à coups redoublés, comme s'ils cherchaient à s'y introduire, tantôt fixés à sa surface par leur partie antérieure, et agitant vivement leur appendice caudal. On dirait quelquefois qu'ils parviennent à y déterminer momentanément une petite dépression. On les voit aussi se borner à exécuter des mouvements très variés, sans avoir l'air de vouloir y pénétrer. Le jaune subit alors, à sa surface, comme une sorte de plissement, d'où résulte qu'il se détache, en quelques points, de la membrane qui l'entoure; en même temps celle-ci se distend, comme une vessie que l'on gonflerait, et s'éloigne du jaune, lequel a bientôt repris sa forme sphérique, et ses dimensions ne sont nullement altérées. Cette enveloppe hyaline ne prend pas toujours un égal développement, et souvent elle paraît rester adhérente au jaune, ce qui n'empêche pas qu'on ne voie successivement apparaître les mo-

difications suivantes , conséquences de la fécondation. Dans les cas où elle se manifeste d'une manière sensible , on voit le jaune entouré d'une autre membrane propre qui le serre de plus près.

En considérant attentivement les efforts que font les Spermatozoïdes pour arriver jusqu'à cette enveloppe, que je regarde comme la zone transparente de Bischoff , on peut observer que, dans le voisinage de l'œuf, ils ne se meuvent pas avec la même aisance que dans le reste du liquide ambiant, comme s'ils avaient pénétré dans un milieu plus dense, où leurs mouvements seraient gênés. Lorsqu'ils arrivent à la fois en nombre un peu considérable, il est facile de juger qu'ils s'empâtent dans une sorte d'atmosphère mucilagineuse, qui entoure l'œuf. Celle-ci présente à sa périphérie des contours mal définis, mais qui bientôt deviennent saisissables, au moyen des filaments spermatiques qui s'y trouvent comme englués. Fig. 4. C'est à l'existence de cette couche d'une substance parfaitement transparente qu'il faut attribuer les déformations que les œufs juxtaposés se font subir mutuellement, en apparence à distance. Cette couche, bien que je l'aie observée très généralement, ne me paraît pas être indispensable; du moins il m'est arrivé de n'en pouvoir constater la présence par aucun moyen, sans que cela me parût influencer sur les phénomènes subséquents.

Lorsque cette épaisse couche a été traversée par les Spermatozoïdes, ceux-ci, arrivés sur la surface de l'œuf, se meuvent avec bien plus de liberté, et avec un redoublement de vitesse. Peu de minutes après leur contact, l'œuf commence à être doué d'un mouvement rotatoire qui m'a paru s'effectuer de trois façons différentes.

1° Toutes les parties que nous venons d'énumérer, couche mucilagineuse, enveloppe hyaline et jaune, se meuvent simultanément et solidairement. Dans ce cas, le plus grand nombre des Spermatozoïdes sont empâtés dans la couche mucilagineuse, et même souvent accumulés en plus grand nombre à la périphérie, et je n'ai pas remarqué qu'ils fussent doués d'une activité particulière. Les choses se passent ainsi pour des œufs dont l'enveloppe hyaline s'é

taut distendue, comme chez d'autres où elle n'avait pas acquis de développement sensible.

2° La couche mucilagineuse reste immobile, le mouvement de rotation se manifeste solidairement dans l'enveloppe hyaline et le jaune. Ce cas, qui est le plus remarquable sous le rapport de la rapidité du mouvement, se présente aussi, soit que la membrane hyaline se dilate, soit qu'elle reste adhérente. Je l'ai toujours vu coïncider avec la présence d'un très grand nombre de Spermatozoïdes. A mesure que ceux-ci pénètrent dans la couche mucilagineuse, il arrive quelquefois que le mouvement commence à s'effectuer, comme dans le cas précédent; mais bientôt, leur nombre augmentant considérablement, ils pénètrent jusqu'à l'enveloppe hyaline. La surface de celle-ci paraît alors être le siège d'une agitation extrêmement tumultueuse qui se communique peu à peu à une portion même de la couche mucilagineuse. Bientôt le mouvement très actif des Spermatozoïdes semble prendre une direction uniforme; on dirait qu'ils exécutent une véritable ronde, tandis que le reste de la couche mucilagineuse reste complètement immobile. En même temps, l'œuf est doué aussi d'un mouvement de rotation, lequel a la même direction que celui des Spermatozoïdes. Fig. 5. Si ce cas se présentait seul, il serait très difficile de dire si ce sont ceux-ci qui sont la cause du mouvement de l'œuf, ou si c'est l'œuf qui entraîne en se mouvant un certain nombre de Spermatozoïdes. Je mentionnerai bientôt des cas qui tendent à faire penser qu'il y a une double cause de mouvement, ce qu'un examen attentif du cas qui nous occupe pouvait déjà faire soupçonner. En effet, en amenant au foyer une portion de la surface de l'enveloppe hyaline, on voit quelques Spermatozoïdes qui semblent collés à cette surface, et qui ont un mouvement plus lent ou plus rapide que les autres. Les premiers seraient donc entraînés par l'œuf auquel ils adhèrent, tandis que ceux-ci pourraient avoir un mouvement qui leur fût propre. Il y a toujours ceci à noter, que les deux mouvements ont une direction commune. Le plus souvent la portion de la zone mucilagineuse dans laquelle s'effectue ce mouvement n'est concentrique ni au jaune, ni à cette même couche mucilagineuse. Fig. 5.

3° Enfin, j'ai vu des cas où l'enveloppe hyaline était bien manifestement détachée du jaune, et où celui-ci seul se mouvait en tournant indépendamment de ses enveloppes, lesquelles restaient immobiles, bien que la couche mucilagineuse fût empâtée d'un grand nombre de Spermatozoïdes et que, parmi ceux-ci, ceux qui avaient pénétré jusqu'à l'enveloppe hyaline fussent doués d'une activité très grande.

Bien que l'observation de cette troisième sorte de mouvements ait été faite par moi plusieurs fois, puisque je la trouve mentionnée plusieurs fois dans mes notes, il est, parmi mes observations les plus récentes, quelques circonstances qui jettent quelques doutes sur sa légitimité, et je les mentionne, parce que je n'ai pas pu depuis lors répéter et varier assez mes expériences pour éclaircir entièrement ce point. Voici quelles sont ces circonstances : j'ai vu un œuf dont le jaune, bien détaché de l'enveloppe hyaline, était doué d'un mouvement de rotation, auquel celle-ci paraissait ne point participer. Néanmoins en observant attentivement, j'ai remarqué que le jaune ne se trouvait pas parfaitement au centre de l'enveloppe hyaline ; il y avait donc d'un côté entre le jaune et la limite de l'enveloppe hyaline un espace plus grand que de l'autre, et chacun de ces espaces différents paraissait alternativement à ma droite et à ma gauche. Or cette apparence pouvait provenir de ce que le jaune en tournant contractait en même temps un léger mouvement d'oscillation qui le portait tantôt à droite, tantôt à gauche. Mais cela pourrait provenir aussi de ce que l'enveloppe hyaline était entraînée par le même mouvement qui animait le jaune ; et dans ce cas, celui-ci aurait toujours gardé la même position relative avec les différentes parties de l'enveloppe. Or, souvent il pourrait en être ainsi sans qu'on pût s'en douter. En effet, la membrane hyaline est d'une transparence, d'une limpidité parfaite, et ne présente naturellement à sa surface aucun signe, aucune marque qui puisse faire juger du déplacement de ses parties. Il n'en est pas de même du jaune dont les fines granulations servent de points de repère, et indiquent bien, par leur déplacement, le mouvement du corps dont elles font partie. Si maintenant le jaune est sensiblement

concentrique à la membrane hyaline, on conçoit qu'on pourra être trompé par les apparences, et attribuer au jaune seul un mouvement qui n'est visible que dans le jaune seul. L'erreur n'est plus possible lorsque quelques Spermatozoïdes adhèrent à la surface externe de l'enveloppe hyaline. Ceux-ci jouent alors à l'égard de cette enveloppe le même rôle que les granules à l'égard du jaune.

Ce fait, s'il a lieu réellement ainsi que je viens de l'interpréter, sans que les Spermatozoïdes adhèrent à la surface de l'enveloppe hyaline et sans qu'il y ait accumulation de ces corps auprès de cette surface, dans la couche mucilagineuse, ce fait, dis-je peut être cité comme une preuve de l'indépendance du mouvement de l'œuf. D'un autre côté, voici une autre circonstance qui démontre que, si les Spermatozoïdes contractent quelquefois un mouvement de translation rapide autour de l'œuf, la cause n'en doit pas être attribuée au mouvement de l'œuf lui-même qui les entraînerait, mais bien à une disposition inhérente et particulière aux filaments spermatiques eux-mêmes. J'ai vu souvent, à mesure que les Spermatozoïdes arrivaient en grand nombre dans le champ du microscope, des places circulaires, à contours mal définis, se dessiner par leur accumulation ainsi localisée, et en faisant varier le foyer, il était facile de s'assurer que les Spermatozoïdes étaient retenus là par un corps mucilagineux, de forme sphéroïdale, tout à fait semblable à la couche qui entoure les œufs; soit que les sphères eussent été abandonnées par les œufs qu'elles contenaient, soit que, par une sorte d'avortement, elles se fussent développées sans l'œuf qu'elles étaient destinées à contenir. Quoi qu'il en soit, j'ai vu, dans plusieurs de ces sphères les Spermatozoïdes qui y avaient pénétré exécuter une véritable ronde tout à fait semblable à celle que j'ai signalée autour de l'œuf. Les Spermatozoïdes qui étaient empâtés à la périphérie ne participaient point à ce mouvement. Vers le centre de quelques unes de ces sphères, j'ai constaté la présence de petits corps sphériques semblables à des gouttelettes d'un liquide huileux; d'autres ne m'ont rien offert dans leur intérieur.

Il convient d'ajouter maintenant que ces mouvements, bien

qu'ils paraissent être évidemment des signes de la fécondation, ne sont pas néanmoins des circonstances qui l'accompagnent nécessairement : car j'ai vu tous les signes ultérieurs de l'exécution de cette fonction se manifester, sans avoir été précédés d'aucune motilité.

Nous pouvons dès à présent constater que jamais les Spermatozoïdes ne dépassent l'enveloppe hyaline, et ne pénètrent par conséquent dans l'œuf proprement dit ; et, à *fortiori*, que jamais ils ne parviennent jusque dans le jaune. Il est très facile de s'en assurer lorsque l'enveloppe hyaline est manifeste ; car alors, toutes les fois qu'on amène au foyer de l'instrument le grand cercle horizontal de l'œuf, on voit toujours parfaitement net et exempt de tout Spermatozoïde l'espace compris entre le jaune et la limite de cette enveloppe. Mais il est tout aussi aisé de s'en convaincre, lors même que l'enveloppe hyaline reste adhérente au jaune : car l'œuf de l'Oursin, bien que coloré, est d'une transparence qui favorise admirablement cette sorte d'observation. En faisant varier le foyer, on aperçoit d'abord les Spermatozoïdes qui recouvrent la portion de la surface la plus rapprochée de l'œil de l'observateur ; puis on n'aperçoit plus rien que les fines granulations, dont toute la masse du jaune est remplie ; et enfin, en continuant à abaisser l'instrument, on aperçoit distinctement les Spermatozoïdes qui s'agitent à la surface inférieure de l'œuf ; mais dans aucun instant, on n'en aperçoit dans l'intérieur du jaune. Ainsi les Spermatozoïdes ne concourent pas à la formation de l'embryon, du moins d'une manière directe, et néanmoins leur présence est d'absolue rigueur pour que la fécondation ait lieu. Je me suis assuré de ceci en abandonnant à eux-mêmes des œufs isolés, qui n'ont pas tardé à se décomposer. Je m'en suis encore convaincu en soumettant des œufs à l'action de la liqueur spermatique filtrée. Il est vrai que, dans ce cas, j'ai toujours trouvé çà et là quelques œufs fécondés ; mais aussi j'ai toujours constaté auprès de ces œufs la présence de quelques Spermatozoïdes ; car, bien que je me servisse d'un papier très serré et doublé, ces petits corps sont tellement déliés qu'il en est toujours passé quelques uns.

Il ne m'a pas été donné de voir autre chose quant à l'action qu'exercent les filaments spermatiques sur l'œuf dans l'acte de la fécondation. Il me reste maintenant à décrire ce que j'ai vu du développement de l'embryon.

Quelque temps après l'imprégnation, le jaune commence à se segmenter, d'abord en deux, puis en quatre, et ainsi de suite, chacune des nouvelles cellules se partageant à son tour en deux. Le temps employé à cette segmentation varie. Environ trois heures après la fécondation, j'ai toujours eu sur le porte-objet, à la fois, des jaunes divisés en deux, en quatre et en huit. Dans cet état, un mouvement commence à s'y manifester, mouvement qui n'a plus rien de commun avec celui que j'ai signalé dès les premiers instants du contact des Spermatozoïdes; celui-ci cesse généralement un quart d'heure ou vingt minutes après l'imprégnation. C'est donc un nouveau mouvement qui se manifeste aussi bien chez les œufs segmentés en quatre que chez ceux dont la segmentation est un peu plus avancée; je ne l'ai pourtant jamais observé dans ceux où elle avait atteint la division en plus de seize sphérules.

Ce mouvement a lieu par petites saccades, il est lent, et ne va pas toujours jusqu'à une révolution complète; alors il change de direction après une fraction de révolution. L'enveloppe hyaline ne participe nullement à ce mouvement, ce qui le distingue du premier, dans lequel probablement cette enveloppe se meut toujours solidairement avec le jaune. Il ne paraît pas, du reste, être plus indispensable que le premier au développement ultérieur de l'embryon, car dans un très grand nombre de cas je ne l'ai pas vu s'effectuer, sans que cela nuisît au reste de l'évolution.

Lorsque le jaune était divisé en deux, j'ai vu chacun des segments contenir une petite vésicule. Il paraît que c'est le résultat de la division de la vésicule germinative. Chacune de ces petites vésicules est le centre d'une radiation un peu confuse. Dans la division en quatre je n'ai plus aperçu de vésicule, mais seulement la radiation autour d'un point plus ou moins central. Celle-ci même n'est plus perceptible dans les segmentations plus avancées.

Entre six et sept heures, après la fécondation, les subdivisions commencent à ne pouvoir plus être comptées exactement. Seulement on peut remarquer que les cellules tendent à occuper la périphérie, et à laisser entre elles un espace central où il ne s'en développe pas, ou qui en contient plusieurs beaucoup plus petites et incolores.

Après la septième heure, les cellules périphériques deviennent de plus en plus nombreuses et serrées, et le tissu par conséquent de plus en plus uni. L'espace central se circonscrit aussi plus nettement, et vers la dixième heure l'embryon a acquis l'aspect qu'il aura au moment de l'éclosion. Je n'ai pas pu saisir la formation des cils, qui deviendront très apparents lorsque le jeune animal sera sorti de son enveloppe.

De la douzième à la vingt-quatrième heure, suivant les circonstances, et même suivant les individus, l'éclosion a lieu. Elle est précédée de mouvements de l'embryon. Celui-ci s'agite tantôt d'une manière continue en tournant sur lui-même, tantôt d'une manière saccadée. Une déchirure se manifeste dans l'enveloppe, l'embryon s'y engage; alors les cils sont très apparents. A force de se démener tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, l'embryon effectue enfin sa complète délivrance, et il s'élançe en nageant avec un double mouvement; une translation souvent assez rapide, et une rotation qui dégénère quelquefois en un simple balancement. C'est lorsqu'il est ainsi devenu libre qu'il est surtout facile de constater que toute sa surface est revêtue de cils vibratiles qui sont ses organes locomoteurs.

Il est impossible d'assigner des limites précises aux époques auxquelles surviennent les phases suivantes. Il y a des variations de vingt-quatre à quarante-huit heures dans chacune d'elles. Aussi je me borne à indiquer les changements de forme plutôt que les moments exacts auxquels ils ont lieu. La première de ces considérations a certainement bien plus d'importance que l'autre.

Pendant les douze heures qui suivent l'éclosion, la forme sphérique de la larve s'altère par la formation d'une dépression sur un point de la surface. Peu à peu cette dépression devient plus manifeste, et son centre se perce d'un orifice qui communique

avec les rudiments d'une cavité intestinale. A partir de ce moment, cet orifice est toujours porté en avant dans la natation, et le plus souvent dirigé en haut, lorsque les larves nagent librement dans un espace où elles ne sont point gênées; c'est-à-dire que le diamètre qui passe par l'orifice est vertical, et la bouche regarde le zénith. Bientôt ce diamètre s'accroît un peu, en même temps la portion de surface qui est ainsi déprimée devient grossièrement triangulaire, de sorte que l'animalcule contracte une forme qui se rapproche un peu de celle d'une pyramide tronquée, dont la base est percée à son centre par l'orifice buccal. Figures 14-15.

L'un des angles de cette base s'agrandit peu à peu, de manière qu'après quelque temps elle paraît confusément quadrangulaire. La larve prend la forme d'un coin; la face qui représente la tête de ce coin est occupée par la bouche, et l'une des quatre autres faces, à laquelle je donnerai le nom de face antérieure, se montre percée d'un autre orifice qui termine la cavité intestinale, et peut par conséquent recevoir le nom d'anüs. La bouche se montre entourée de cils vibratiles qui s'agitent avec rapidité. On remarque à la surface quelques taches rouges plus ou moins irrégulières, quelquefois assez nettement circonscrites. Dans l'espace compris entre le tégument et le tube digestif, on remarque intérieurement quelques globules incolores irrégulièrement épars. Tandis que ce développement s'opère, on voit apparaître, dans l'intérieur, des linéaments disposés d'une manière symétrique; ceux-ci se dessinent avec une netteté croissante et se présentent sous l'aspect représenté fig. 16. Je ne sais quel nom leur donner, ni quel usage leur assigner, à moins qu'ils ne soient des sortes de cartilages ou de tendons destinés à soutenir et assurer la forme de l'animal, comme le ferait un squelette. Quoi qu'il en soit, ces tendons, si toutefois ils méritent ce nom, constituent deux faisceaux distincts et symétriquement placés. Chaque faisceau est composé de quatre branches dont l'une se porte vers la branche correspondante de l'autre faisceau en passant près du sommet de l'angle plan déterminé par la rencontre de la face supérieure et de la face antérieure. Une seconde branche se dirige inférieure-

ment vers le tranchant du coin. Les deux autres branches se portent chacune vers l'un des sommets les plus voisins du quadrilatère qui représente la tête du coin, l'une en avant, l'autre en arrière. Fig. 16. Ces deux dernières branches se terminent en une pointe aiguë, et la seconde en une double pointe, toutes ces pointes font saillie hors du corps de l'animal. Tout ce que je puis dire de cette charpente, c'est qu'elle présente plus de solidité, plus de résistance que le reste du corps. En effet, lorsque j'ai eu de ces animalcules morts, qui se sont décomposés au fond des vases où je les élevais, les pièces de cette carcasse demeuraient intactes, et résistaient encore à l'action décomposante et à la voracité des infusoires, longtemps après que tout le reste avait disparu. Dans un autre cas, au contraire, je les ai vus disparaître et comme se dissoudre sous mes yeux, tandis que le corps de l'animal n'avait été que déformé; c'est lorsque j'ai introduit dans le liquide un peu d'un sel de morphine ou de strichnine.

La forme représentée par la figure 16 se modifie pour devenir celle qu'indique la figure 17; le corps s'allonge, le plateau supérieur s'enfonce par l'exhaussement de ses bords; les deux angles antérieurs de ce plateau prennent surtout un développement considérable. Un peu plus tard, leur accroissement ayant continué, et les deux angles postérieurs en ayant aussi subi un, en vertu duquel ils font également saillie en cône, en même temps que la portion de ce plateau qui porte la bouche est devenue presque verticale, la larve a pris la forme de la figure 18, qui représente son plus haut degré de développement en dimension. On peut alors très bien distinguer la forme et la disposition de la cavité intestinale; à la bouche succède un grand œsophage qui, après un étranglement, vient s'ouvrir dans un vaste estomac, lequel est suivi d'une autre cavité qui communique avec l'extérieur au moyen de l'anus. Cette série de cavités n'est pas placée suivant un axe rectiligne, mais suivant une ligne courbe, de manière que l'anus est tourné du même côté que la bouche, et la portion inférieure du corps de l'animal, laquelle n'a pas suivi le développement de la portion moyenne, constitue comme un pro-

longement caudal ; j'appelle ceci la portion inférieure, parce que, lorsque la larve nage librement, cette partie, qui représente comme le tube d'un entonnoir, est invariablement dirigée en bas. Ce n'est que lorsqu'on resserre l'espace dans lequel l'animal peut se mouvoir, en le plaçant entre deux verres pour l'observer au microscope, qu'on le voit nager en tenant son grand axe horizontal, ou même quelquefois incliné, en portant en bas sa bouche, et en haut ce que l'on pourrait appeler sa queue. On voit alors fréquemment l'œsophage se contracter, et de petits corps pénétrer dans l'estomac, où ils sont agités probablement par des cils vibratiles qui tapissent cet organe, au moins en partie, comme je l'ai vu très nettement autour de l'ouverture par laquelle l'œsophage communique avec l'estomac sur un individu plus avancé, fig. 21.

Bientôt les quatre prolongements coniques des angles du plateau buccal se rapetissent et tendent à s'oblitérer. Il en est de même du prolongement caudal, qui se rétrécit d'abord, puis se raccourcit, et devient enfin de plus en plus obtus ; la portion moyenne qui loge l'intestin conserve, au contraire, toute son ampleur, de manière qu'on peut déjà apercevoir une tendance vers le retour à une forme globuleuse. Les corps auxquels je donne le nom de tendons, faute d'une dénomination plus convenable, présentent en général un plus grand nombre de ramifications, mais courtes et irrégulières, tandis que l'une des premières tend à disparaître : c'est celle qui se dirige horizontalement près de la face antérieure. Les mêmes modifications continuant à s'effectuer, l'animalcule prend successivement les formes représentées par les figures 20 et 21.

J'ai remarqué qu'au moment de l'éclosion, les larves viennent nager à la surface de l'eau, où elle ne s'enfoncent que si l'on vient agiter le liquide dans le vase qui les contient, et elles remontent lorsque l'agitation a cessé. Dès qu'elles ont commencé à se développer, elles nagent entre deux eaux, et lorsqu'on en a un certain nombre, elles sont également disséminées dans toute la masse liquide ; enfin, lorsque survient la période d'oblitération et de décroissance, elles s'enfoncent davantage, et même tom-

bent au fond, d'où elles ne s'élèvent plus. A cette époque, leur mouvement, qui a toujours eu une certaine gravité, comparé à celui d'un grand nombre d'Infusoires, perd encore de sa vivacité; leurs déplacements deviennent lents et peu étendus; mais toujours elles restent libres, sans contracter aucune espèce d'adhérence. Elles ne sont pas tellement petites qu'on ne puisse, à l'aide d'une loupe ou même à la simple vue, lorsqu'on en a contracté l'habitude, les voir ramper sur le fond, et lorsqu'on plonge jusqu'au fond une pipette, dont on tient l'ouverture supérieure bouchée, au moment où l'on permet l'introduction du liquide, on les voit entraînées par celui-ci sans la moindre difficulté.

La larve représentée figure 20 a été choisie dans un grand nombre d'autres qui étaient parvenues à la même phase, à cause de la disposition anormale de la partie inférieure de l'un des tendons, lequel, après s'être replié dans l'intérieur du corps, vient faire postérieurement saillie hors du tégument; ce qui me semble un argument de plus pour prouver la rigidité de ce singulier organe. Cette même larve a été dessinée quatorze jours après la fécondation, le 16 janvier; celle qui est représentée figure 19 avait été dessinée la veille, et celle de la figure 21 l'a été, le 17 avril, dix-neuf jours après l'imprégnation, d'où l'on peut conclure que le temps nécessaire pour que l'animal parvienne à ce degré est toujours à peu près le même. Mais il n'en est pas ainsi pour les phases antérieures; en effet, j'en ai dessiné deux qui sont sensiblement dans l'état indiqué par la figure 17, l'un, le 14 janvier, douze jours après l'imprégnation; l'autre, le 16 mai, deux jours seulement après le contact du liquide fécondateur. Les circonstances extérieures paraissent donc avoir une influence marquée sur la rapidité avec laquelle s'effectue l'évolution, au moins dans une portion de sa durée, et l'on peut dire, en général, qu'une température plus élevée active ce développement. Je crois cependant que ce doit être dans de certaines limites; car j'avais commencé, dans les derniers jours de mai, par une forte chaleur, une série d'observations, que j'ai été malheureusement forcé d'interrompre, et les premières phases ne me paraissaient pas se succéder avec autant de rapidité qu'avec une température

moins élevée. Du reste, toutes les circonstances étant les mêmes, il y a toujours des individus qui sont considérablement en retard par rapport aux autres.

La fig. 24 montre qu'à mesure que la déformation se poursuit les tendons s'oblitérent peu à peu. La fig. 24 fait voir que lorsqu'il en persiste des fragments, ceux-ci se disposent d'une façon très irrégulière. On peut remarquer aussi que les dimensions vont en diminuant de plus en plus, et que la forme tend à devenir sphérique.

La larve, fig. 23, était parvenue à cet état vingt jours après la fécondation. Elle présente plusieurs dispositions assez remarquables : les pourtours de l'anüs sont devenus saillants et mamelonnés ; l'intérieur paraît contenir comme les rudiments des circonvolutions d'un intestin ; l'anüs et la bouche sont toujours les points où les cils vibratiles sont le plus nombreux, il y en a bien sur d'autres points, mais plus épars et moins visibles. L'agitation extrêmement ralentie de ces cils déterminait bien encore quelques mouvements dans la larve, mais ils n'avaient plus la force de la déplacer.

La fig. 25, obtenue trois jours plus tard, indique un degré d'opacité qui ne permettait plus de voir les accidents de l'intérieur ; la surface était très irrégulièrement mamelonnée, la bouche et l'anüs n'étaient plus distincts, les mouvements avaient cessé, les cils s'infléchissaient cependant encore, mais sans énergie. Enfin, vingt-cinq jours après l'imprégnation, j'ai trouvé des corps semblables à ceux que représentent les fig. 26 et 27, dont la disposition rappelle l'aspect que présentait l'embryon quelque temps avant l'éclosion, comme je l'ai figuré fig. 10 ; la surface est mamelonnée à peu près de la même manière, une membrane hyaline sert également d'enveloppe ; on pourrait presque s'y méprendre si l'on ne remarquait que l'intérieur ne se laisse plus apercevoir, et ne paraît point, comme dans le premier cas, constitué par une cavité contenant des corps d'une nature différente du tissu périphérique. J'ai vu aussi une particularité qui n'existe pas dans la première période, c'est l'existence de cils vibratiles implantés autour d'une sorte d'orifice pratiqué sur une dépression de la membrane hyaline. Il ne m'est pas possible de décider si

c'est là une modification qui va se perpétuer et entrer comme élément dans la nouvelle forme que va prendre l'embryon, ou si c'est simplement un reste des cils qui entouraient la bouche, par exemple, lesquels auraient suivi l'épiderme dont ils étaient une dépendance, au moment où celui-ci a dû se détacher du tissu sous-jacent, pour constituer la membrane hyaline; ce serait alors un vrai changement de peau, le commencement d'une nouvelle métamorphose.

La fig. 22 représente une larve au treizième jour après la fécondation, au mois de février. La disparition des tendons, l'état tuberculeux de l'anus, indiquent un état plus avancé qu'on n'aurait dû l'attendre à une époque si peu éloignée de la fécondation; d'un autre côté il ne ressemble guère aux fig. 23 et 25, qui semblent établir un passage gradué entre l'état de la fig. 21 et celui des fig. 26 et 27; il me paraît une anomalie. Je l'ai dessiné néanmoins à titre de renseignement.

Voilà tout ce que j'ai réussi à voir. Par conséquent, jamais les jeunes larves ne se sont montrées à moi attachées par un pédoncule; bien certainement aussi ce n'est pas dans les quinze ni les vingt premiers jours que les piquants se montrent. Je n'ai pas été assez heureux pour faire traverser aux jeunes animalcules que j'élevais cette phase remarquable dont les fig. 26 et 27 donnent une idée; c'est là sans doute une époque critique pour eux, et j'ai toujours perdu le petit nombre de ceux qui avaient échappé jusque là aux nombreuses causes de mort qu'ils rencontraient, au milieu des circonstances toutes factices dont je les entourais.

Mais sans chercher pour le moment à savoir ce que deviennent ces larves, dans leur développement ultérieur, les curieux changements qu'elles subissent, dans cette première période, me paraissent offrir un certain intérêt et quelques instructions pour la zoologie philosophique. Peut-on dire que l'Oursin, cet animal rayonné, conserve, pendant toutes les phases de son existence, le type de l'embranchement dans lequel les naturalistes l'ont placé? Dans l'état où le montre la fig. 8, il est symétrique de part et d'autre d'un plan qui passerait par la bouche et l'anus, comme un Articulé interne ou externe, ou comme un Mollusque; mais as-

surement on ne pourra jamais dire qu'il soit composé de parties semblables et symétriquement disposées autour d'une ligne droite ou autre. Il est difficile de tirer une induction générale d'un fait aussi particulier que celui-ci, ou du moins je déclare mon impuissance à le faire ; mais il est de nature à donner l'espérance qu'il pourra un jour surgir quelque lumière de l'observation des phénomènes embryogéniques chez les animaux les plus inférieurs.

PROPOSITIONS.

1° Les zoospermes ne sont pas des animaux. Ils sont le produit d'un organe.

2° Le contact des zoospermes avec les œufs est indispensable pour que la fécondation ait lieu chez les animaux.

3° La fécondation, considérée au point de vue le plus général, dans tout le règne organique, paraît s'effectuer au moyen du contact de deux substances élaborées séparément.

4° Ces deux substances réagissent l'une sur l'autre, le plus ordinairement médiatement, au travers d'une membrane.

5° L'une au moins de ces deux substances, dans un très grand nombre de cas, et peut-être toujours, est le siège d'un mouvement tout particulier, lequel a lieu avant et au moment de l'imprégnation dans la substance fécondante, un peu après dans la substance fécondée.



Vu et approuvé

PAR LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES.

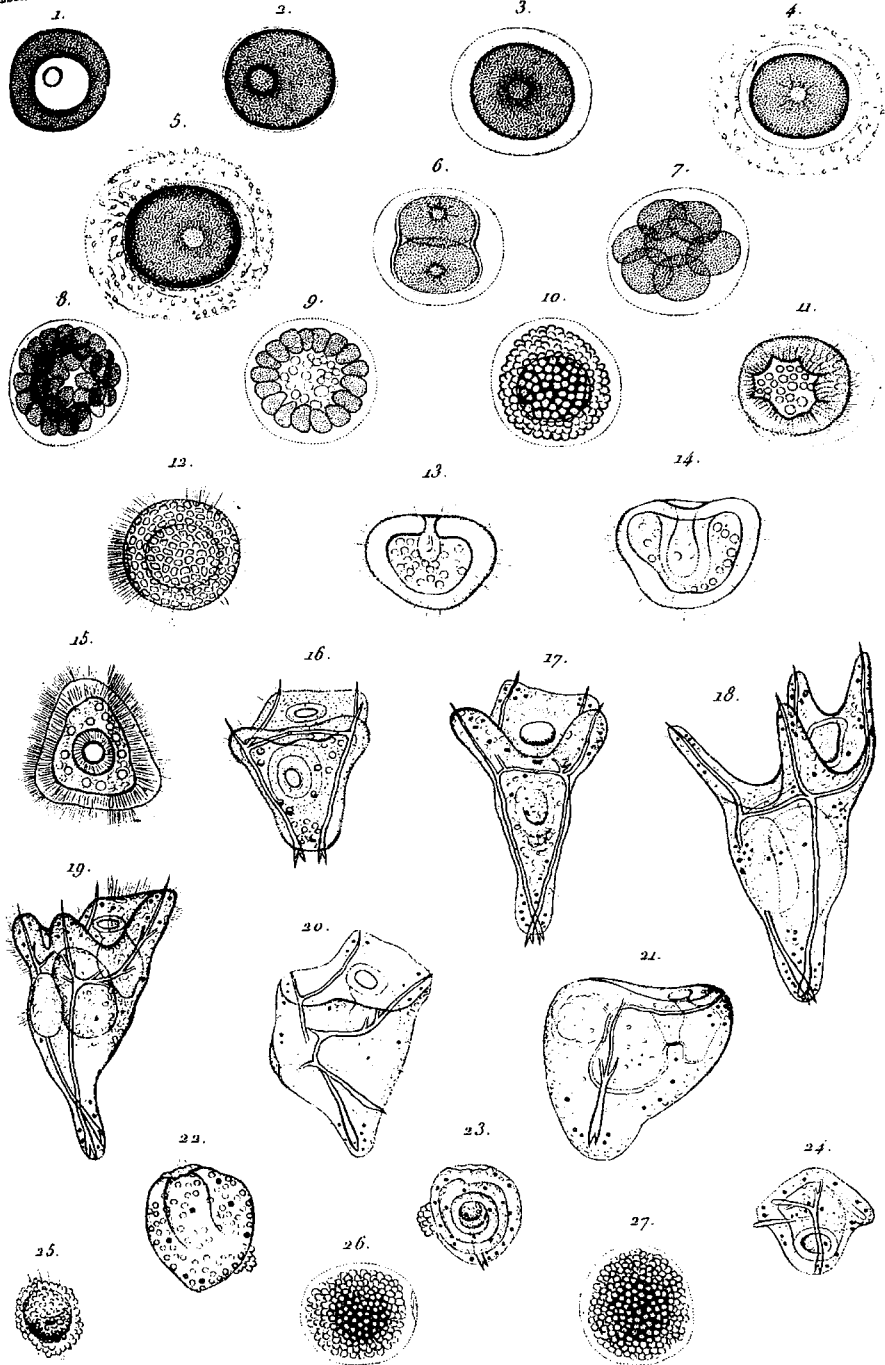
Paris, le 40 août 1847.

DUMAS.

Permis d'imprimer.

L'INSPECTEUR-GÉNÉRAL DE L'UNIVERSITÉ,
Vice-recteur de l'Académie de Paris.

ROUSSELLE.



Développement des Oursins.

Dourgeois sc.

EXPLICATION DES FIGURES.

- Fig. 1. Œuf non encore susceptible d'être fécondé.
Fig. 2. Œuf susceptible d'être fécondé.
Fig. 3. Œuf avec l'enveloppe hyaline distendue.
Fig. 4. Œuf présentant la même particularité, et entouré de plus de la couche mucilagineuse, qui est rendue apparente par l'accumulation des zoospermes.
Fig. 5. Œuf où l'enveloppe hyaline n'est pas distendue, où la couche mucilagineuse est visible, et où l'on a essayé de représenter ceux des zoospermes qui se meuvent autour de l'œuf, tandis que la couche mucilagineuse et les zoospermes qui y sont empâtés restent immobiles.
Fig. 6, 7, 8. Segmentation successive.
Fig. 9. Œuf dans le même état de segmentation que celui de la fig. 8, dont on a représenté le grand cercle horizontal, pour montrer que la segmentation se fait à la périphérie.
Fig. 10. Dernier état de segmentation.
Fig. 11. Larve au moment de l'éclosion, vue en amenant au foyer le grand cercle horizontal.
Fig. 12. Larve libre, vue à la surface.
Fig. 13-14. Larves plus développées, vues intérieurement.
Fig. 15. Larve de la fig. 14, vue d'en haut.
Fig. 16 à 25. Divers états successifs de la larve, pendant lesquels elle perd successivement sa motilité.
Fig. 26 et 27. Larve devenue immobile, et probablement sur le point de subir une métamorphose.

Nota. Dans toutes ces figures, les objets sont représentés sous un grossissement de 150 fois le diamètre.

FIN.