

épithéliales analogues, mais qui se rapprochent du produit sébacé ou plutôt du smegma préputial.

Le vagin et les parties génitales externes servent surtout à la *copulation*, qui a pour but la *fécondation*; nous les étudierons donc avec ce phénomène, que nous pouvons aborder maintenant, connaissant les produits mâles et femelles, c'est-à-dire les deux éléments dont la mise en présence constitue la fécondation.

III. — Fécondation et développemen de l'œuf fécondé.

I. — FÉCONDATION, PHÉNOMÈNES PRÉPARATOIRES

La fécondation résulte de la rencontre de l'*ovule* et des *spermatozoïdes*. Nous connaissons l'appareil mâle destiné à éjaculer le sperme. L'appareil femelle destiné à le recevoir comprend :

a) Les *organes génitaux externes*, qui possèdent des appareils érectiles (*bulbe du vagin et corps caverneux du clitoris*) analogues à ceux de l'homme, quoique rudimentaires; ces organes, et surtout la région clitoridienne, analogue au gland de la verge, sont le siège principal des sensations génitales voluptueuses.

b) Le *vagin*, à l'entrée duquel (entre les petites lèvres et les caroncules myrtiliformes) s'ouvre de chaque côté le canal excréteur des deux *glandes de Bartholin*, glandes analogues, et par leur position et par leur produit, aux glandes de Cooper, que nous avons étudiées chez le mâle. Leur produit paraît destiné à lubrifier l'entrée du vagin. Ces glandes sont intéressantes au point de vue pathologique; c'est en elles que siège, chez la femme, l'inflammation analogue à la blennorrhagie de l'homme. Dans ces cas, il n'y a presque jamais vaginite; la *blennorrhagie* chez la femme se traduit par ce qu'on peut appeler une *bartholinite*.

Le vagin est essentiellement l'organe de la *copulation*: ses rides et ses plis transversaux excitent au plus haut degré la sensibilité du gland et amènent le réflexe de l'éjaculation; c'est donc dans le vagin que sont versés les spermatozoïdes. Aussi l'état de cette muqueuse peut-il avoir une certaine influence sur la vitalité de ces éléments fécondateurs: si la desquamation vaginale est notablement acide, son contact avec les spermatozoïdes peut être fatal à ces filaments vibratiles, car on sait qu'ils sont frappés de mort, comme toutes les cellules à cils vibratiles, au contact d'un liquide acide. Au

contraire, la présence d'un mucus alcalin, comme celui que produit normalement l'épithélium pavimenteux du col de l'utérus, est éminemment favorable à la vie et aux mouvements des spermatozoïdes. (V. p. 634 et 644.)

Les sensations génitales voluptueuses qui accompagnent l'acte du coït chez l'homme et qui sont nécessaires pour amener le réflexe de l'éjaculation, ne paraissent pas, ainsi qu'il a été dit précédemment (p. 645), devoir accompagner nécessairement cet acte chez la femme, afin d'amener la *fécondation*; les seules conditions que doivent remplir les organes génitaux externes de la femme, c'est de permettre que la semence soit introduite dans le vagin et puisse y être retenue. La membrane hymen, qui présente toujours une perforation de forme variable (hymen sémilunaire, hymen en fer à cheval, hymen annulaire, hymen bilabié), n'oppose pas d'obstacle à cette introduction, et, du reste, elle est d'ordinaire brisée dans le premier coït; mais parfois cette membrane présente une *sensibilité* toute particulière, qui, mise en jeu par les plus légers attouchements, amène par action réflexe une contraction énergique du sphincter du vagin, contraction accompagnée de violentes douleurs et mettant obstacle à tout coït.

C'est ce phénomène, si curieux au point de vue physiologique, que Mar. Sims (de New-York) a étudié sous le nom de *vaginisme*. Sims compare avec raison le vaginisme au blépharisme ou contraction spasmodique douloureuse et involontaire de l'orbiculaire des paupières, accompagnée d'une extrême sensibilité ou photophobie¹. Ce chirurgien a de plus montré que le vaginisme ne pouvait être détruit ni modifié par la dilatation forcée ou graduelle, tant qu'on ne s'adressait pas au point de départ du réflexe, c'est-à-dire à l'hymen ou à ses débris (caroncules myrtiliformes), mais que l'excision et la cautérisation de ces membranes sensibles (surtout à leur surface externe) font disparaître aussitôt les contractions spasmodiques qui étaient la suite de leur hyperesthésie.

Il est possible que le sperme soit lancé directement jusque dans l'utérus, car l'ouverture du méat urinaire du gland étant verticale, et celle du col de l'utérus transversale, il y a là une condition qui doit favoriser le passage dans la seconde ouverture du liquide qui sort avec violence de la première. Ce passage est peut-être favorisé par un état d'érection de l'utérus et de son col, érection qui ouvrirait largement l'ouverture de ce dernier; on a dit aussi que cette érection, dilatant la cavité de la matrice, amenait de la part de celle-ci une véritable aspiration sur le sperme.

¹ V. pour plus de détails sur la physiologie pathologique du vaginisme: Stoltz, *Contracture spasmodique de l'orifice vaginal par hyperesthésie (vaginisme)*. — *Gazette médicale de Strasbourg*, janvier 1872.

Cependant l'observation directe chez les animaux (lapine) fait voir que le sperme n'est versé que dans le vagin ¹; Coste a montré même qu'il s'écoule dix à vingt minutes avant que les spermatozoïdes commencent à se montrer dans l'ouverture du museau de tanche et dans la cavité du col. Aussi toute cause, naturelle ou artificielle, qui viendra atteindre la vitalité des spermatozoïdes (comme l'acidité du mucus vaginal) pendant leur séjour dans le vagin, mettra obstacle à la fécondation. Les recherches de Coste lui ont montré, chez la lapine, l'existence d'une sécrétion particulière au niveau du col de la matrice, sécrétion qui vient diluer le sperme et augmenter la vivacité des mouvements des spermatozoïdes. Le sperme aurait donc à subir dans cette antichambre de la matrice une élaboration comparable à celle qui résulte déjà, dans les voies génitales du mâle, de son mélange avec les produits des vésicules séminales, des glandes bulbo-urétrales, etc. Il en serait de même dans l'espèce humaine, d'après les recherches de Arm. Desprès (*Académie de médecine*, décembre 1869). Le col de l'utérus renferme des glandes en grappe ou tubuleuses ramifiées, siégeant en partie dans le tissu musculaire de l'utérus, comme les glandes prostatiques au milieu des fibres musculaires de la prostate. Ces glandes secrètent un liquide clair, visqueux, albumineux, analogue au liquide prostatique, qui sort du col d'une façon intermittente et produit l'*éjaculation de la femme*. Ce liquide sort lentement du col et reste sur le museau de tanche et dans la cavité du col : *cette éjaculation de la femme est destinée à fournir un véhicule aux zoospermes*

¹ Nous ne pouvons toutefois nous dispenser de rapporter une observation très curieuse faite chez la femme et qui confirmerait singulièrement la théorie d'une aspiration active de la matrice sur le sperme pendant l'orgasme vénérien. Cette observation, due à un médecin anglais, a été reproduite dans tous les journaux de médecine. (V. *Mouvement médical* du 8 mars 1873.) Il s'agit d'une femme atteinte de chute de la matrice et chez laquelle le moindre contact sur le col utérin amenait l'orgasme vénérien : « Je glissai la pulpe de mon indicateur trois ou quatre fois le long du col de l'utérus; immédiatement l'orgasme survint. Le col utérin, au début, était dur, ferme et avait l'aspect normal; son ouverture était close et n'aurait pu admettre la sonde. Presque aussitôt après le contact, le museau de tanche s'ouvrit largement et bâilla cinq ou six fois, pendant que l'ouverture externe était attirée vigoureusement dans l'intérieur de la cavité du col; ces phénomènes durèrent environ vingt secondes, puis tout rentra dans l'état normal, l'ouverture se referma et le col reprit sa place... Quand j'aurai ajouté que la malade était très intelligente, qu'il n'y avait aucun état inflammatoire ni à l'ouverture, ni dans le col utérin, ni dans le vagin, et que toutes les parties étaient saines, qu'il n'existait qu'un déplacement, on pourra penser avec moi que j'ai été témoin de ce qui se passe pendant le coït, et que le passage du liquide spermatique dans l'utérus peut de cette façon s'expliquer clairement. »

pour leur permettre d'arriver sûrement dans le col de l'utérus ¹. »

Dans ces circonstances, il est incontestable que ce qui joue le rôle essentiel pour faire parvenir des spermatozoïdes jusqu'à l'ovule, ce sont les mouvements propres de ces éléments vibratiles; il a suffi parfois que le sperme fût déposé à l'orifice vulvaire pour que les spermatozoïdes, par leurs propres mouvements, arrivassent à l'ovule, en suivant le vagin, le col et le corps de la matrice, et enfin les trompes de Fallope. Dans ce voyage plus ou moins long des spermatozoïdes, qu'on a appelés *animalcules*, il n'y a cependant ni spontanéité ni instincts; ils sont très nombreux, doués de mouvements très vifs, et du moment qu'ils se trouvent dans un liquide alcalin, ils se répandent de tous côtés et quelques-uns arrivent, par suite, jusqu'à la dernière extrémité des trompes de Fallope; c'est ainsi qu'un peu de sperme de batracien, déposé à l'extrémité d'un de ces longs chapelets d'œufs que pondent ces animaux, va féconder jusqu'aux derniers ovules de l'autre extrémité de cette chaîne.

II. — PHÉNOMÈNES INTIMES DE LA FÉCONDATION

C'est sur le trajet de l'ovaire à la trompe, ou mieux encore au niveau du papillon de la trompe, que se produit la rencontre des spermatozoïdes avec l'ovule, la *fécondation*, comme le prouvent les grossesses péritonéales et tubaires.

Quant au phénomène même de la fécondation, il résulte de la pénétration des spermatozoïdes dans l'épaisseur même de l'ovule.

Le rôle du spermatozoïde dans la fécondation et sa pénétration au sein de l'ovule ont été longtemps méconnus. Après la découverte des filaments spermatiques et à l'époque même où quelques auteurs exagéraient l'importance de cet élément au point d'y voir une miniature de l'être futur, d'autres auteurs, peut-être par réaction contre l'opinion précédente, tendaient à restreindre singulièrement le rôle du spermatozoïde. Pour eux, la partie liquide du sperme aurait seule joui de la propriété fécondante, et si l'on trouvait dans ce liquide des éléments, des *animalcules*, doués de mouvements, on n'attribuait à ces mouvements d'autre rôle que celui d'agiter perpétuellement la liqueur fécondante, d'y entretenir la vie, d'y empêcher

¹ Arm. Desprès, *Études sur quelques points de l'anatomie et de la physiologie du col de l'utérus* (*Bulletin de l'Acad. de médecine*, 1869, t. XXXIV, p. 1131).

la putréfaction ! Bien plus, quelques-uns plaçaient la faculté fécondante non pas même dans le liquide, mais seulement dans une émanation subtile, dans une vapeur qui s'en serait dégagée, et cette théorie, dite de l'*aura seminalis*, était si généralement admise vers la fin du dix-huitième siècle, que Spallanzani, auquel nous devons les premières tentatives expérimentales sur la génération, crut devoir en faire une réfutation en règle. L'expérience de Spallanzani fut très simple, mais très démonstrative (1787). Ayant pris deux cupules en forme de verres de montre, il plaça dans l'une du sperme de grenouille et dans l'autre des œufs de grenouille fraîchement pondus ; l'albumine qui entoure ces œufs les rendait adhérents à la cupule, de sorte qu'il put renverser celle-ci et la superposer dans cette position à celle qui renfermait le sperme. Or, dans ces conditions, quoiqu'il laissât longtemps ces éléments de la génération dans cet état de voisinage, mais non de contact, la fécondation n'avait pas lieu, quoique rien n'empêchât l'*aura seminalis* de s'exhaler et d'atteindre les œufs. Mais si, prenant ensuite un peu de sperme et quelques-uns de ces œufs, il les mélangeait dans un autre vase, il voyait la fécondation s'opérer, c'est-à-dire que les œufs se développaient ultérieurement (segmentation et apparition de la gouttière médullaire, etc.). Une autre expérience de Spallanzani, non moins démonstrative que la précédente, et qui a été bien souvent répétée depuis lors, notamment par Prévost et Dumas, consiste à filtrer du sperme au-dessus d'un vase renfermant des ovules. La partie liquide du sperme traversant seule le filtre à l'exclusion des spermatozoïdes, la fécondation ne se produit pas ; plus le filtre est épais, moins il y a d'ovules fécondés (avec le filtre mince, le microscope montre qu'il passe quelques spermatozoïdes). Ces expériences sont suffisamment claires par elles-mêmes pour qu'il soit inutile d'y insister ; elles démontrent qu'il faut absolument le contact direct de l'élément mâle avec l'élément femelle pour que ce dernier soit fécondé.

Voyons maintenant comment l'élément mâle pénètre l'ovule. De deux choses l'une : ou bien l'ovule est entouré extérieurement d'une coque, c'est-à-dire d'une membrane d'enveloppe résistante, ou bien il est dépourvu de toute enveloppe solide. Dans le premier cas, qui est celui des poissons osseux, par exemple, la coque est percée en un point d'un orifice extrêmement petit, le *micropyle*, orifice infundibuliforme disposé de telle façon qu'il ne peut livrer passage à plus d'un spermatozoïde à la fois. Quant au cas où il n'existe pas de coque autour de l'ovule, c'est de beaucoup le plus général, c'est celui de l'ovule de la femme et des mammifères en général. Mais,

dira-t-on, n'y a-t-il pas alors la membrane vitelline qui fait obstacle à la pénétration du spermatozoïde ? Il est prouvé aujourd'hui qu'un grand nombre d'ovules sont simplement entourés, au moment où la fécondation va s'accomplir, d'une zone pellucide, c'est-à-dire d'une couche plus dense, d'aspect particulier, mais qui, à l'état normal, est toujours fluide et perméable. Fol (de Genève) a montré qu'en mettant en contact avec l'ovule des liquides contenant des vibrions, ceux-ci traversaient cette couche pellucide et se retrouvaient dans le vitellus ; à plus forte raison, la zone pellucide est-elle perméable pour les spermatozoïdes. Quant à la membrane vitelline, en tant que membrane résistante et imperméable aux corpuscules figurés, c'est une formation secondaire qui n'existe pas sur l'œuf non fécondé ; à peine le premier spermatozoïde a-t-il pénétré dans le vitellus, qu'on voit l'ovule s'enkyster presque subitement, par condensation de sa couche périphérique, et en vertu d'une sorte de phénomène catalytique dont on ne saurait préciser davantage la nature.

Il nous reste à voir maintenant comment s'opère la fusion de l'ovule et du spermatozoïde, et quels sont les résultats de cette fusion, phénomènes jusqu'à ces derniers temps mal connus et longtemps réputés mystérieux. C'est sur l'œuf des animaux à fécondation externe qu'il a été tout d'abord possible de suivre toute la série de ces phénomènes. L'œuf des limnées et des planorbes, mollusques qui vivent dans nos étangs, et qu'on peut se procurer facilement, a surtout servi à ces observations, qui ont été reprises et complétées récemment sur l'œuf des oursins et des étoiles de mer, ainsi que sur celui des poissons. Mais notons tout de suite un fait important. Certaines phases du processus qu'on a pu saisir sur l'œuf des animaux supérieurs s'y sont montrées absolument les mêmes que sur l'œuf des espèces à fécondation externe, si bien que nous sommes pleinement autorisés à conclure de cette similitude partielle à une identité complète, et, partant, à combler les lacunes que présente encore l'histoire de la fécondation chez les vertébrés les plus élevés, par la connaissance plus complète que nous en avons chez les êtres placés plus bas dans la série.

Rappelons d'abord la série de phénomènes dès longtemps décrits par Ch. Robin, et que les recherches récentes sont venues confirmer en montrant leur signification intime. Ces phénomènes, qui préludent à la fécondation, l'accompagnent et la suivent, sont, d'après les études sur les œufs d'invertébrés : 1° *disparition de la vésicule germinative* ; 2° *excrétion des globules polaires* ; 3° *apparition du noyau vitellin* ; 4° *segmentation du vitellus*. La fécondation proprement dite, c'est-à-dire la pénétration du spermatozoïde, se placerait, et cela est parfaitement exact, d'après les nouvelles recherches, soit entre la première et la deuxième phase, soit entre la deuxième et la troisième.

1^o Il était reconnu depuis longtemps que la *disparition de la vésicule germinative* est le signe de la maturité de l'œuf. Quant à la question de savoir si cette disparition est réelle, s'il s'agit d'une véritable dissolution, ou si la vésicule devient simplement moins visible en changeant de place, on n'était pas jusqu'ici parfaitement d'accord là-dessus. Dans l'opinion de Ch. Robin, la vésicule disparaîtrait; nous verrons qu'il n'en est rien.

2^o Après la disparition de la vésicule germinative, le protoplasma devient transparent en un pôle de l'œuf. Cette calotte sphérique, au niveau de laquelle les granulations vitellines ont absolument disparu, se soulève bientôt sous forme d'une saillie hyaline et translucide, d'abord hémisphérique, puis conoïde, sorte de bourgeon résultant d'une véritable gemmation de la substance du vitellus. Puis la saillie s'étrangle à sa base, et, cet étranglement se prononçant de plus en plus, elle finit par être complètement séparée du vitellus, et se présente alors sous la forme d'un globule de protoplasma amorphe; c'est le premier *globule polaire*, dont la formation peut être presque aussitôt suivie de celle d'un second globule identique. Rien n'est plus facile à observer que cette émission des globules polaires sur l'œuf des limnées et des planorbes, vers le mois de février. Ces globules, dont la signification n'a pas laissé que d'intriguer les observateurs, ont été qualifiés de polaires, parce que le premier sillon de segmentation du vitellus a pour point de départ constant le pôle au niveau duquel ils se forment; on les a appelés encore, pour la même raison, *sphères de direction*, *globules de direction*; ils sont nommés aussi quelquefois *globules de rebut*, parce qu'une fois excrétés ils tombent en deliquium et ne servent plus à rien.

3^o Peu de temps après la sortie du dernier globule polaire, on voit apparaître par *genèse*, — nous en sommes toujours à l'ancienne description, — au centre du vitellus, un corps sphérique, brillant, dense et homogène; c'est le *noyau vitellin*, qui marque une ère nouvelle dans l'existence de l'œuf. Son apparition n'a lieu, en effet, qu'après que la fécondation s'est opérée.

Cherchons maintenant à connaître les choses telles qu'elles sont réellement, et à mettre face à face les faits, tels qu'on les décrivait jusqu'ici, et tels que nous les montrent aujourd'hui les travaux des observateurs récents. Ces travaux, qui ont si profondément modifié l'état de la science sur cette question, ont été poursuivis simultanément par trois embryologistes qui observaient isolément et sans avoir réciproquement connaissance de leurs recherches : H. Fol (de Genève), dans le golfe de Messine et au laboratoire de zoologie maritime de Naples; O. Hertwig, dans les mêmes parages, et Selenka, à Rio Janeiro. Les résultats auxquels ils sont arrivés sont parfaitement concordants, et leurs observations se complétant les unes par les autres, c'est une description moyenne en quelque sorte que nous allons donner, sans nous attacher à suivre l'un d'eux de préférence. Nous distinguerons ici deux ordres de phénomènes : A, phénomènes reliant la

disparition de la vésicule germinative à l'émission des globules polaires; B, phénomènes reliant la sortie des globules polaires à l'apparition du noyau vitellin.

A. Sur l'œuf récemment pondu d'un stelléride (*Asterias glacialis*, O. F. Müller), œuf présentant une couche périphérique plus molle, non condensée en membrane, un contenu granuleux, mais transparent, avec une vésicule germinative presque toujours excentrique, on voit cette vésicule, après quelques minutes de séjour dans l'eau de mer, se transformer en une tache plus claire. Cette tache change alors de forme : elle s'allonge en un *fuseau* qui se met à voyager dans l'intérieur du vitellus et se déplace vers le pôle supérieur de l'œuf; ce fuseau est à ce moment tantôt transversalement, tantôt verticalement dirigé, et si alors on fait agir sur lui l'acide acétique (ou picrique), ou même sans avoir recours à aucun réactif, on peut voir chacune des extrémités de ce fuseau devenir foncée et former comme un centre d'attraction autour duquel les granulations vitellines viennent se grouper en formant des traînées rayonnantes. En même temps, dans l'intérieur du fuseau se dessinent des filaments qui relient ses deux pôles l'un à l'autre, et qui semblent formés d'un protoplasma plus réfringent que le milieu dans lequel il est plongé. On a appelé ces filaments *rayons* ou *filaments bipolaires*, en raison de leur direction. La figure tout entière du fuseau, avec ses extrémités en étoiles, constitue ce que Fol a nommé un *amphiaster*; chacune de ces étoiles est un *aster*.

On voit alors l'amphiaster se rapprocher de plus en plus de la périphérie de l'œuf, périphérie avec laquelle, à un moment donné, un des asters se trouve en contact. Cet aster repousse devant lui une petite portion du protoplasma ovulaire, et la surface de l'œuf se soulève à son niveau pour former une sorte de bosse parfaitement transparente; cette protubérance s'allonge de plus en plus, puis elle s'arrondit au sommet, tout en se resserrant à la base, et finit par se détacher du vitellus pour constituer le premier globule polaire (fig. 182). Les réactifs montrent que la moitié interne seulement de l'amphiaster est restée dans le vitellus, tandis que sa moitié externe en est sortie avec le globule polaire qu'elle constitue essentiellement. Après une période de repos assez brève, l'aster disparu se reforme dans le vitellus, l'amphiaster se reconstitue avec ses deux étoiles et son fuseau à filaments bipolaires, en sorte que nous obtenons exactement la même image qu'au moment où le premier globule polaire allait se former; puis la même série de phénomènes se reproduit, et un second globule de rebut est excrété, entraînant avec lui, comme précédemment, une moitié d'amphiaster. Il reste dans l'œuf, en définitive, la moitié à peu près de la vésicule germinative, ou plus exactement la moitié du second *amphiaster de rebut*, sous forme d'une vésicule dans laquelle les réactifs montrent une disposition rayonnée (aster, fig. 183).

A ce moment, ce reliquat de la vésicule germinative se condense pour former un petit noyau arrondi qui abandonne la périphérie de

l'œuf et se déplace lentement d'abord, puis de plus en plus vite, vers le centre du vitellus. Ce corpuscule est ce qu'on appelle le *pronucléus femelle* ou *aster femelle*; ce n'est pas encore le noyau vitellin, mais seulement la moitié de ce noyau, que nous allons voir provenir de la fusion du pronucléus femelle avec un pronucléus mâle émané du spermatozoïde.

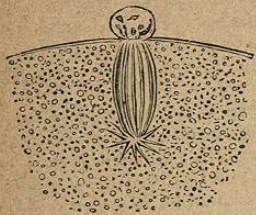


FIG. 182 — Portion d'œuf d'*Asterias glacialis* au moment où le premier globule polaire se détache et le reste du fuseau se rétracte dans l'œuf.

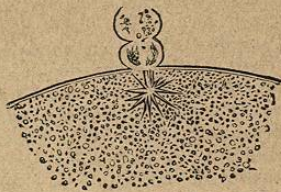


FIG. 183. — Portion de l'œuf d'*Asterias glacialis* immédiatement après la formation du second globule polaire. — (Empruntée à Fol. Fécondation.)

Tels sont les phénomènes qui rattachent la prétendue disparition de la vésicule germinative à l'émission des globules polaires; il est maintenant certain que la vésicule germinative ne se liquéfie pas, comme on le croyait il n'y a pas longtemps: nous venons de voir, en effet, que même après que les globules polaires s'en sont détachés, il reste encore quelque chose d'elle à l'intérieur de l'œuf. Ce quelque chose, c'est le *pronucléus femelle*. Avant d'aller plus loin, donnons la signification d'une dénomination de date récente, celle de *fuseau de direction*. Le fuseau de direction, — ainsi nommé pour le distinguer du *fuseau de segmentation* dont nous allons avoir à parler (p. 669), — n'est pas autre chose que l'*amphiaster* précédemment décrit.

B. Nous arrivons maintenant à ce moment si important du processus de la fécondation où, les spermatozoïdes abordant l'ovule, une vie nouvelle semble être communiquée à celui-ci. Cette question de la pénétration dans le vitellus de l'élément fécondateur a été parfaitement étudiée, dans ces derniers temps, par Fol et par Selenka. Ces observateurs, faisant tomber sur des œufs d'oursin parvenus à maturité la semence du mâle, ont vu se dérouler sous leurs yeux le spectacle le plus intéressant auquel il puisse être donné à un naturaliste d'assister. Si l'on place sous le microscope des œufs ainsi fécondés artificiellement, on voit le champ parcouru par les spermatozoïdes qui avancent lentement et droit devant eux grâce aux mouvements ondulatoires de leur flagellum vibratile. Toutes les fois que la tête d'un spermatozoïde arrive au contact de la couche périphérique, molle et pellucide, de l'œuf, le spermatozoïde reste pris, et les mouvements de sa queue ne tendent

qu'à le faire s'enfoncer davantage dans cette couche molle. Toutefois, la plupart des spermatozoïdes ne pénètrent que peu avant dans l'épaisseur de cette couche, et restent près de sa surface; quelques-uns seulement, en petit nombre, réussissent à se frayer peu à peu un chemin. Parmi ces quelques privilégiés, il y en a un qui réussit à devancer ses rivaux et qui arrive premier au but. Le voici parvenu au voisinage du vitellus (fig. 184, en A). Aussitôt qu'il en approche, la couche superficielle du protoplasma ovulaire se soulève en forme de cône plus ou moins effilé, sorte d'apophyse hyaline qui marche à la rencontre du spermatozoïde et s'allonge jusqu'à ce qu'elle l'ait atteint. Dès qu'il y a contact (fig. 184,

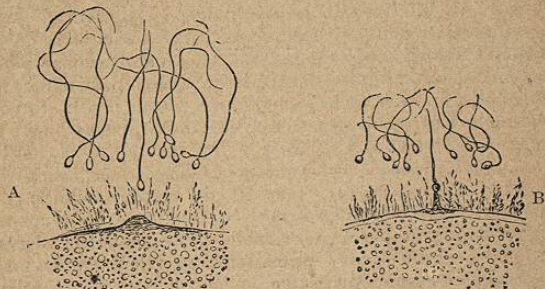


FIG. 184. — Spermatozoïdes arrivés dans la membrane mucilagineuse (œuf d'*Asterias glacialis*) *.

en B), le *cône d'attraction*, ainsi que l'a nommé Fol, cesse de s'étirer et commence, au contraire, à rentrer dans le vitellus. Ce mouvement de retrait, succédant au mouvement d'extension du cône d'attraction, est-il dû à une rétraction active de ce cône ou à l'énergie propre du spermatozoïde, c'est ce qu'on ignore, mais toujours est-il qu'à un moment donné cône et spermatozoïde finissent par se trouver englobés dans la masse vitelline. Hâtons-nous d'ajouter ici que la tête seule du spermatozoïde pénètre dans le vitellus; la queue reste embourbée dans la couche mucilagineuse périphérique. C'est, en effet, un organe de locomotion devenu désormais inutile.

Avant de suivre le spermatozoïde dans ses transformations ultérieures, notons un fait qui reste encore inexplicable dans sa cause, mais dont l'importance est considérable: à peine le contact entre le sommet du cône d'attraction et la tête du spermatozoïde est-il établi depuis quelques instants, que la couche hyaline de sarcode qui occupe la surface du vitellus, et avec laquelle le cône d'attraction semble être

* En A, formation du cône d'attraction; — en B, rencontre de ce cône avec le spermatozoïde.

en continuité de substance (*couche enveloppante* de Fol), prend des contours plus foncés et plus nets; elle se transforme en une véritable membrane entourant le vitellus. Il y a là un phénomène catalytique tout particulier, déterminé bien évidemment par le contact de l'élément fécondateur, mais dont la nature ne nous est pas autrement connue.

Il existe quelque incertitude relativement à la partie du spermatozoïde qui, après pénétration dans le vitellus, s'y conserve et s'y transforme: pour Fol, ce serait la tête, le col (ou segment intermédiaire) d'après Selenka. Sans vouloir trancher ici la question, nous dirons, continuant notre description des phénomènes qui se déroulent sous les yeux de l'observateur, que l'extrémité céphalique du spermatozoïde (tête proprement dite ou tête avec segment intermédiaire), parvenue dans le vitellus, se gonfle et forme une petite tache claire qui reste d'abord immobile et sans changements apparents pendant plusieurs minutes. Abandonnant ensuite la surface du vitellus pour se rapprocher du centre de l'œuf, cette tache s'entoure de rayons constitués par des granules vitellins qui se disposent en lignes droites, convergeant toutes vers le centre de la tache, et séparées les unes des autres par des lignes claires et transparentes, affectant la même disposition; celles-ci sont, suivant toute apparence, des courants de sarcode vitellin venant confluer en un amas central. La figure qui prend ainsi naissance est un *aster mâle*; de même que l'aster femelle que nous avons vu résulter du fractionnement du second amphiaster de rebut, l'aster mâle se rapproche de plus en plus du centre de l'œuf, c'est-à-dire marche à la rencontre du pronucléus femelle. Parvenu au voisinage de celui-ci, il se dépouille en partie de ses rayons, et c'est sous la forme d'un noyau plus ou moins bien circonscrit qu'il arrive au contact du corpuscule femelle. Ce noyau, c'est le *pronucléus mâle*.



FIG. 185, 186, 187. — Trois stades successifs dans la fusion des pronucléus mâle et femelle chez l'*Asterias glacialis*. — Œuf vivant (emprunté à Fol, *Fécondation*).

On assiste alors au phénomène suivant: les deux pronucléus se fusionnent; il se fait une véritable conjonction, le pronucléus femelle se creusant parfois en forme de croissant, de manière à embrasser le pronucléus mâle dans sa concavité; puis il arrive un moment où toute trace de séparation entre les deux noyaux a disparu (fig. 185, 186, 187). La fusion achevée, il n'existe plus qu'un seul noyau rond dont le volume semble correspondre à la somme des deux noyaux réunis. C'est le

noyau vitellin, le véritable noyau de l'œuf, celui qui va présider à l'évolution du nouvel être (segmentation, etc.)

Si de l'étude de la fécondation chez les animaux inférieurs nous passons à cette même étude chez les animaux supérieurs, nous trouvons des données moins complètes, parce que les difficultés de l'observation sont plus grandes; mais, toutes les fois que l'observation a été possible, elle a révélé des faits si semblables à ceux que nous connaissons déjà, qu'il est facile de reconstituer, au moyen de ces quelques jalons, toute la succession des phases du processus.

Chez les mammifères, les phénomènes intimes de la fécondation ont été spécialement étudiés chez la lapine, la chienne et la chauve-souris.

En 1873, Hensen a étudié, chez la lapine, la disparition de la vésicule germinative et l'apparition des globules polaires. Il s'est assuré que ces globules se forment d'ordinaire dans l'ovaire, et que leur apparition coïncide avec le moment même où la vésicule germinative disparaît, mais ce qu'il n'a pas vu, c'est que la vésicule germinative leur donne naissance. C'est ce que van Beneden a parfaitement constaté. Mais à l'époque où il entreprit ses recherches, en 1874, les travaux de Fol n'étaient pas encore publiés; c'est ce qui nous explique la nomenclature quelque peu différente dont fait usage van Beneden. Il a vu, en effet, six ou sept heures après le coït, la vésicule germinative, se composant alors d'un contenu granuleux à réticulum (ce qu'il appelle le nucléo-plasma), et renfermant dans son intérieur la tache germinative. La vésicule ainsi constituée progresse vers la périphérie de l'œuf. On voit alors la tache germinative s'aplatir dans sa portion qui touche à la membrane cuticulaire du noyau, puis sortir de la vésicule germinative pour constituer le premier globule polaire. Le second globule polaire se formerait aux dépens du nucléo-plasma. Van Beneden n'a pas vu qu'après l'émission de ces globules il reste dans l'œuf un dernier débris de la vésicule germinative, qui devient le pronucléus femelle, ainsi que Fol devrait le montrer; mais déjà il avait parfaitement noté l'apparition au centre de l'œuf, peu de temps après l'acte d'excrétion des globules polaires, d'un petit noyau auquel il donnait le nom de *pronucléus central*. Depuis lors, ayant eu connaissance des travaux de Fol, Van Beneden a repris et complété ses premières observations.

En ce qui concerne la pénétration des spermatozoïdes dans l'œuf de la lapine, Bischoff et Barry, en 1842, avaient constaté leur présence dans la zone pellucide, mais jamais ils n'étaient parvenus à les voir dans l'intérieur de l'œuf, dans le vitellus. Or, si l'on examine les figures qu'ils ont données, on peut s'assurer que le vitellus y est représenté déjà segmenté ou commençant à se segmenter; il est dès lors certain que la pénétration de l'élément mâle était un fait accompli et que les spermatozoïdes qu'ils ont figurés dans la zone pellucide étaient des retardataires pour lesquels la porte ne pouvait plus s'ouvrir. En 1873, Weil a publié sur cette question des observations qui ne tendraient à rien moins qu'à détruire toutes les connaissances acquises

jusqu'à ce jour. Il prétend avoir vu dans l'œuf de la lapine, après la fécondation, deux noyaux unis l'un à l'autre par une traînée ou gerbe de spermatozoïdes. Sur des œufs segmentés en deux ou quatre sphères de segmentation, il aurait observé de même des faisceaux de spermatozoïdes au centre de chaque sphère. Il y a là manifestement une erreur d'interprétation; ce que Weil a observé, ce n'est pas la fécondation, c'est la segmentation de l'œuf. Et, en effet, quand l'œuf se segmente, son noyau se transforme en un amphiaster, dont les deux moitiés sont réunies par un faisceau de rayons bipolaires, pour employer l'expression de Fol. Il est donc absolument inexact d'avancer, comme on l'a fait en s'appuyant sur les travaux de Barry et de Bischoff, et sur ceux plus récents de Weil, qu'il est nécessaire qu'un grand nombre de spermatozoïdes pénètrent dans l'œuf, pour qu'il y ait fécondation. Cette assertion repose tout entière sur des faits mal interprétés.

C'est ce qu'ont démontré directement les recherches plus récentes de Hensen (1875), et de van Beneden (1876). Le premier a vu un spermatozoïde arriver jusqu'au vitellus, et, à peine y avait-il pénétré, sa tête se gonfler, puis disparaître. Il n'a pas pu constater autre chose. Mais là où Hensen avait échoué, van Beneden a poussé plus loin ses investigations. A cette même place où semblait disparaître la tête du spermatozoïde, il a vu se former une tache claire, ce qu'il appelle le *pronucléus périphérique*, qui doit être, dit-il, la tête du spermatozoïde modifiée. Cette tache, qu'il n'a pas observée entourée de rayons à l'état d'aster mâle, s'avance vers le centre de l'œuf, où elle rencontre le pronucléus central, qui, à ce moment, se déprime en manière de calotte pour s'appliquer par sa concavité au pronucléus périphérique avec lequel il se fusionne ensuite. C'est absolument ce qu'avait vu Fol chez l'oursin et chez l'étoile de mer.

L'étude de la fécondation sur l'œuf de la chienne a donné quelques résultats qui ne diffèrent pas sensiblement des précédents, mais qui sont encore insuffisants.

Enfin, chez la chauve-souris, la fécondation a pu être suivie par Eimer et par Fries, en 1879 (*Journal de zoologie* de Carus), et elle a été l'objet d'un travail tout récent de van Beneden (*Archives de biologie belge*, août 1880). Ces observateurs, van Beneden surtout, ont bien vu les globules polaires se former dans l'ovaire (pour l'œuf de la lapine, le premier seul est excrété dans l'ovaire); ils ont assisté aussi à la formation du pronucléus central ou femelle, et ils ont retrouvé ici cette formation qui nous est maintenant connue, le pronucléus périphérique; malheureusement van Beneden n'a pu saisir l'entrée du spermatozoïde. Ils ont constaté enfin que la fusion des pronucléus se fait d'après le mode précédemment étudié¹.

De tous ces faits si concordants, recueillis sur des animaux aussi

¹ Pour plus de détails et pour les nombreuses indications bibliographiques, V. notre article SPERMATOZOÏDES (et FÉCONDATION) du tome XXXIII du *Nouv. Dict. de médecine et de chirurgie pratiques*.

distants dans la série que l'étoile de mer et la chauve-souris, et dont les uns sont morphologiquement nos voisins presque immédiats, il ressort une conclusion qui s'impose, c'est que les choses ne sauraient se passer différemment chez l'homme. Chez lui, comme chez les cheiroptères, les globules polaires doivent être excrétés dans l'ovaire (peut-être cependant ce ressouvenir d'une dérivation philogénique lointaine disparaît-il dans notre espèce). Après que la vésicule germinative a subi les transformations qui l'amènent à l'état de pronucléus central, l'ovule est mûr; alors a lieu l'ovulation, c'est-à-dire la déhiscence du follicule graafien, et la chute de l'ovule dans la trompe. Alors aussi les spermatozoïdes, retenus dans les *morsus diaboli* ou replis du pavillon, et qui attendent l'ovule au passage, se précipitent sur lui, et l'un d'eux pénètre jusqu'au vitellus. Les phénomènes ultérieurs ne diffèrent pas non plus, on peut l'affirmer, de ce que nous avons vu ailleurs.

III. — PHÉNOMÈNES CONSÉCUTIFS A LA FÉCONDATION

L'ovule fécondé subit des métamorphoses que nous étudierons dans un instant; mais si nous le suivons dans son trajet, du pavillon de la trompe vers la matrice, nous voyons que les organes qu'il parcourt ne se comportent plus de la même manière qu'ils le faisaient pour l'ovule non fécondé. Sous l'influence excitante de ce corps en voie de développement, l'épithélium utérin entre dans un état de vie tout particulier; la muqueuse forme de vastes bourgeons, et lorsque l'ovule arrive dans la matrice, il se loge dans la cavité, dans le fond de l'espèce de vallée circonscrite par deux bourgeonnements ou villosités de ce genre; celles-ci continuent à se développer de tous côtés autour de l'ovule, qu'elles finissent par entourer, de manière à lui constituer une enveloppe continue, que l'on nomme la *caduque* (fig. 188, c, ee, f, k).

Toute la muqueuse utérine prend alors le nom de *caduque*; la partie qui tapisse l'utérus se nomme *caduque utérine* (fig. 188, c); la partie qui est venue former à l'œuf une enveloppe complète se nomme *caduque fœtale* (ee, k); la surface par laquelle cette dernière se continue avec la première (c'est-à-dire le point même où l'œuf est venu s'attacher à l'utérus) porte le nom de *caduque sérotine* (fig. 188, ee), d'après des idées erronées que l'on avait conçues autrefois sur son mode de développement. Cette *caduque sérotine* n'en est pas moins importante à considérer, car c'est à son niveau et en partie à ses dépens que se formera le *placenta* (fig. 188 et 195).

Nous avons déjà (p. 650) vu comment l'organe que l'œuf vient de quitter subit, par sympathie, une hypertrophie temporaire semblable, comment, en un mot, se forment les vrais *corps jaunes*, ou *corps jaunes de grossesse*.

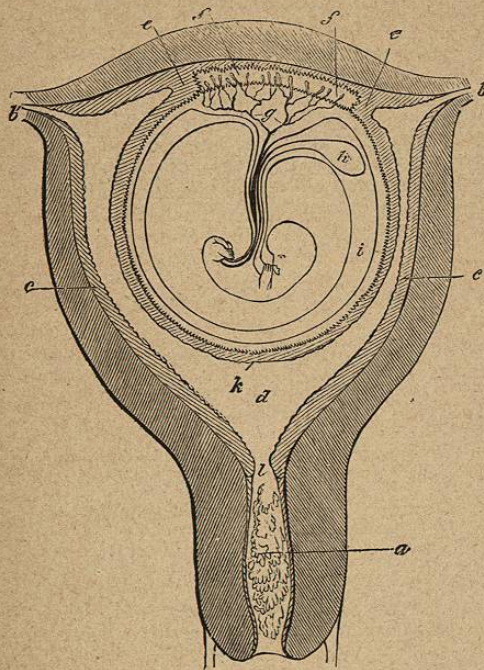


FIG 188. — Matrice, œuf et caduque*.

La partie musculaire de l'utérus s'hypertrophie également; il se forme de nouveaux éléments musculaires (lisses), en même temps que les fibres préexistantes prennent des dimensions énormes. Enfin les

* Coupe verticale de la matrice, contenant un œuf développé; — a, col plein d'un bouchon gélatineux; — bb', ouvertures des trompes; — cc', caduque utérine; — d, cavité utérine que l'œuf remplit presque entièrement; — ee, points où la caduque utérine se continue avec la caduque fœtale; — f, caduque dile *serotina* et *placenta*; — g, allantoïde; — h, vésicule ombilicale avec son pédicule dans le cordon ombilical; — i, amnios; — k, caduque fœtale et chorion.

vaisseaux eux-mêmes participent à ce développement, et la richesse nouvelle de l'utérus en artères et veines est en rapport avec la nécessité de la nutrition du nouvel être qui va se développer. Quant à sa richesse en éléments musculaires, elle est en rapport avec le phénomène d'*expulsion* (parturition) qui doit se produire quand le nouvel être sera complètement développé (fœtus à terme). Nous n'avons pas à faire ici la physiologie de l'accouchement. Indiquons seulement que cet acte est, comme tous ceux que nous avons étudiés jusqu'ici, sous la dépendance du système nerveux; nous retrouvons ici des réflexes analogues à tous ceux qui ont pour but les actes d'*expulsion* ou d'*excrétion*. Le point de départ de ces réflexes est normalement dans l'utérus lui-même; mais des excitations très diverses peuvent y donner lieu, même dans des points éloignés des organes du bassin. Il résulte des recherches de W. Schlesinger (sur des lapines) que lorsqu'on excite le bout central des nerfs rachidiens, il se produit des contractions utérines. On obtient le même effet par l'excitation du bout central du pneumogastrique; du reste, l'observation clinique montre que l'excitation mécanique du mamelon favorise les contractions utérines, et que l'involution de l'utérus s'accomplit plus facilement chez les femmes qui allaitent. Schlesinger, excitant, chez les animaux, les mamelons, a également obtenu des contractions utérines, démontrant ainsi une corrélation entre le mamelon et l'utérus, corrélation qui avait été fort exagérée chez les anciens, et peut-être trop facilement dédaignée chez les modernes.

IV. — DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF FÉCONDÉ

Le résultat de la fécondation est pour l'ovule la *segmentation du vitellus*. Le noyau vitellin, que nous avons vu se former par fusion des deux pronucléus (p. 664), donne le signal de la segmentation du vitellus, et à cet effet commence à se diviser lui-même, en présentant successivement la forme d'un fuseau, à chaque extrémité duquel se forme un aster; c'est ce qu'on nomme le *fuseau de segmentation*, et l'*amphiaster de segmentation*, les choses se passant, du reste, d'une manière tout à fait semblable à ce que nous avons vu pour le *fuseau de direction* (qui se divise pour donner successivement les globules polaires); la masse de l'œuf suit la division du noyau. Du reste, le phénomène de segmentation de l'œuf se produit selon le processus général de *karyokinèse* que nous avons étudié dès le début comme type de la *prolifération globulaire* (p. 12 et 15). Dans la simple segmentation du vitellus, il n'y a rien de particulier, et cette segmentation peut avoir lieu parfois sans la fé-