

## LA FÉCONDATION DE L'ŒUF DE TRUITE ET SON DÉVELOPPEMENT <sup>(1)</sup>

Par M. le Docteur LOUIS ROULE

Professeur au Muséum et à l'Institut National Agronomique,  
Membre de l'Académie d'Agriculture.

Novembre et Décembre, sous nos climats, sont les mois des amours de la Truite. Malgré le gel tout proche et à l'inverse des autres espèces de la rivière, elle s'excite dans l'eau presque glacée, s'y dépense en voltiges et en ébats.

Les femelles, à panse rebondie, gonflée par la masse des œufs, frottent leur ventre sur le gravier des frayères ; les mâles, empessés auprès d'elles, attendent avec impatience l'instant de la ponte pour accomplir la fécondation.

Sous les poussées des besoins de leur organisme, sous les frôlements réitérés des mâles, les mères ne tardent pas à rejeter, par paquets, le fais considérable de leurs œufs. Rejet rapide, énorme, semblable au résultat d'une brusque éventration. De suite, les mâles approchent de ces ovules encore entassés, s'arrêtent sur eux, déversent leur sperme d'un trait blanchâtre, et, celui-ci se diluant dans l'eau, la fécondation s'opère.

Cette fécondation s'accomplit dans l'intimité de la substance de l'œuf. Ses vrais protagonistes, agents effectifs et définitifs, sont deux objets infimes : cet œuf, et le spermatozoïde qui y pénètre et s'unit à lui.

L'œuf de la Truite, relativement gros, comparé à celui de la plupart des Poissons, a la même forme et la même structure fondamentale. Il consiste en une masse de cytoplasme entourée par une membrane d'enveloppe et munie d'un noyau intérieur. Son diamètre ordinaire (4-6 m/m) fait d'elle une cellule énorme.

Cette cellule-œuf, détachée de ses semblables, est capable d'avoir une vie indépendante. Sur le lit du torrent, isolée, elle conserve sa vitalité.

La matière vivante, ou cytoplasme, qui compose la plus forte part de sa masse, contient des gouttelettes de substances grasses et de nombreuses granulations protéiques destinées à servir de matériaux nutritifs au futur

(1) Extrait de l'ouvrage récemment publié par l'auteur : *Les Poissons et le monde vivant des eaux*, V, *Larves et métamorphoses*, Paris, Delagrave.

embryon. Sa surface, en un pôle, présente une disposition particulière : le cytoplasme s'y ramasse en un disque contenant le noyau, qui, sphérique, volumineux, renferme, roulé en un peloton, la matière active, dite « chromatine » en raison de son affinité pour les colorants dont on se sert dans les études d'anatomie microscopique.

Le cytoplasme de l'œuf est dit le « vitellus » ; on distingue en lui le vitellus nutritif du vitellus formatif. Celui-ci constitue le « disque germinatif » contenant le noyau, dont la substance va s'employer, après la fécondation, à façonner le corps de l'embryon. La Truite, en voie de développement dans son œuf, sera construite par le vitellus formatif, nourrie par le vitellus nutritif.

L'œuf, lors de la ponte, est un objet déjà complexe, entouré et protégé par une coque transparente, relativement résistante, qui l'isole du milieu environnant. Cet isolement n'est pourtant pas complet ; il tolère l'entretien des échanges nécessaires à la vie. Malgré sa compacité, la coque laisse passer, par osmose, l'oxygène dont le vitellus a besoin pour respirer. En outre, au niveau du germe et de son noyau, elle est percée d'un trou, le « micropyle », par où s'insinue le spermatozoïde.

Ce second protagoniste de l'acte fécondant est un filament mince et grêle, invisible à l'œil nu, car il mesure, au plus,  $1/20^{\circ}$  à  $1/30^{\circ}$  de millimètre en longueur, et son épaisseur équivaut à peine à  $1/100^{\circ}$  de cette longueur même. Il contraste étrangement, par sa forme serpentine et sa taille minuscule, avec l'œuf globuleux, énorme par rapport à lui. Pourtant, les deux s'équivalent et s'égalisent quant à leur constitution. Le spermatozoïde a, lui aussi, valeur de cellule. L'une de ses extrémités, renflée, contient un noyau. Son cytoplasme, fort réduit par rapport au volumineux vitellus ovulaire, entoure ce noyau d'une couche enveloppante qui se prolonge en arrière, et constitue le reste du filament, étiré en un fouet mobile et ondulant.

Le contraste des masses ne doit pas masquer l'identité des valeurs. Dans la fécondation, œuf et spermatozoïde se répondent à égalité. L'organisme féminin peut engendrer quelques milliers d'œufs ; les Truites mâles élaborent les spermatozoïdes par millions, les rassemblent en une pâtée visqueuse, blanchâtre, dite « laitance ». Il n'importe, les deux éléments sexuels en présence sont tous deux dissemblables, mais tous deux équivalents.

Leur conjugaison va s'accomplir. Toutefois, pour qu'elle ait lieu d'une manière efficace, il faut une élaboration première de l'œuf et du spermatozoïde qui s'effectue dans le corps des parents, avant la fécondation.

L'œuf, ayant acquis ses dimensions ultimes, se détache de l'ovaire, et tombe dans la cavité abdominale de la Truite mère. Mais, si la ponte se manifestait de suite, il n'aurait pas encore la pleine capacité d'être fécondé, car il lui faut subir auparavant, dans son noyau, une modification conférant à ce dernier l'aptitude à se joindre au noyau du spermatozoïde. En cela consiste la maturation.

Au moment où l'œuf se sépare de l'ovaire, le noyau montre l'aspect d'une vésicule sphérique, avec peloton de chromatine. Mais, aussitôt après, le disque germinatif se ramasse, se concentre, s'agite de mouvements contractiles. En même temps le noyau perd sa forme, son contour, et libère son peloton de chromatine. Puis celui-ci se scinde en un nombre déterminé de segments, dits « chromosomes », qui, se dédoublant, puis s'associant, aboutissent à composer quatre groupes distincts. Trois d'entre eux, devenus inutiles, seront ultérieurement expulsés ; un seul subsistera dans le germe, à titre de noyau définitif. Et celui-là, constitué, comme les autres d'ailleurs, par un nombre de chromosomes égal à la moitié de celui qui existait dans le noyau entier, n'a donc valeur réelle, par rapport à l'état initial, que d'un demi-noyau. La maturation, dès lors, est acquise. L'œuf est devenu apte à la fécondation quand sa capacité se trouve ramenée à celle d'une cellule demi-valente, puisque son noyau est réduit de moitié.

Il en est de même de l'autre élément sexuel : le spermatozoïde. Dans l'élaboration subie par le testicule pour arriver à parfaire les myriades de ses menus bâtonnets fécondants, la substance nucléaire subit une réduction d'identique portée. Quand ce travail s'achève à son tour, la laitance étant mûre, chacun de ses spermatozoïdes constitutifs ne contient, dans sa petite tête globuleuse, qu'un demi-noyau.

La fécondation, qui s'effectue ensuite, devient donc l'union de deux cellules demi-nuclées, ayant, par suite, un identique pouvoir. Les spermatozoïdes, ondulant de leur fouet, s'introduisent, tête en avant, dans les micropyles des coques ovulaires, les traversent de bout en bout, puis arrivent au contact des disques germinatifs qui contiennent, assemblés, les chromosomes de leurs demi-noyaux. Chaque œuf fécondé, pénétré par un de ces spermatozoïdes, subit alors une même transformation. Le groupe des chromosomes spermatiques, touchant à la substance du disque de l'élément femelle, pousse davantage, pénètre en elle, avance dans la direction du groupe nucléaire féminin ; puis, sur place, dans cette position, tous deux se joignent et se mélangent. Le demi-noyau mâle associe ses chromosomes à ceux du demi-noyau femelle, reconstitue, par ce moyen, le total entier, et, un noyau complet ayant été refait de la sorte, la fécondation se trouve acquise, terminée. Les éléments sexuels, infimes et minuscules, viennent d'accomplir l'œuvre qui leur avait été confiée.

Mais, pour que cette fécondation réussisse, faut-il encore l'aide du dehors. La Truite mère éparpille souvent ses œufs, au lieu de les amonceler ; elle amoindrit ainsi les chances de leur imprégnation. Le sperme émis par la Truite mâle, balayé par l'eau du torrent, dissémine ses spermatozoïdes. Non seulement l'eau les disperse, mais elle exerce sur eux une action nocive ; en quelques secondes, elle les tue. Il leur est nécessaire, dans l'intérêt de leur action, qu'ils soient mis, d'emblée, à proximité des micropyles. Circonstance heureuse, mais relativement rare. Aussi, dans la nature, des œufs en grand nombre sont-ils perdus.

La pisciculture s'est avisée de cet inconvénient. Mettant en pratique la fécondation artificielle, elle évite à coup sûr de tels dommages. Ses manipulations sont réglées dans le but de tirer des choses le meilleur parti. On choisit des femelles et des mâles parvenus à leur complète maturité sexuelle. On presse sur leurs flancs, pas trop fortement, afin de ne les pousser à rejeter que des éléments vraiment mûrs, libérés et dégagés des glandes qui les ont produits. On projette à sec, sans interposition d'eau, les ovules dans une cuvette ; de même on fait lancer directement, par les mâles, leur sperme sur ce tas d'œufs amoncelés. Puis, délicatement, en s'aidant d'une lame en spatule, on remue ce tas de façon à lui incorporer ce sperme. La laitance, où fourmillent les spermatozoïdes encore vivaces, s'insinue entre les œufs. Venant d'être rejetée par le mâle, n'ayant pas été touchée par l'eau, elle accomplit une totale imprégnation de la ponte entière. Le pisciculteur, grâce à son artifice, réussit pleinement ; alors que la nature, ayant pourtant tout agencé et tout disposé dans ce but, rencontre souvent des obstacles qui limitent son pouvoir.

Comme l'action essentielle de la vie consiste en échanges opérés entre la matière vivante et le milieu, ces échanges se trouvant conduits et réglés par le noyau des cellules, le noyau du germe venant d'être fécondé agit conformément à son état. Toutefois agit-il avec une puissance, une rapidité, une continuité supérieures à celles d'habitude, comme si sa constitution hétérogène lui conférait des capacités plus étendues. Sous son influence, la masse du germe se concentre autour des chromosomes, qui vont augmenter en nombre. Bientôt, en se subdivisant, ils forment deux groupes, deux noyaux-fils, d'abord juxtaposés, puis progressivement distants. S'écartant ainsi, ils font se découper la masse du germe en deux segments, chacun contenant l'un des groupes. Sans plus tarder, ces derniers se subdivisent à leur tour, et, entraînant à nouveau la substance du germe, la découpent en quatre parties. Après quoi, le même jeu s'accomplissant dans les quatre segments ainsi produits et se prolongeant ensuite par la répétition continue de ces phénomènes, le disque germinatif se convertit en une plaque d'éléments cellulaires accumulés, dits « blastomères » dont chacun contient une part du cytoplasme initial et une part du noyau fécondé, celle-ci ayant une origine mixte, paternelle et maternelle à la fois.

En peu de jours après la fécondation, première et immédiate conséquence, ce phénomène de la segmentation s'est accompli. Le disque germinatif n'a presque point changé de volume, il occupe toujours sa même petite place sur le volumineux amas du vitellus nutritif ; rien ne semble donc avoir subi de transformation, sauf sa composition même. Sa substance nucléaire s'est grandement amplifiée. Le résultat est ce disque converti, dans l'œuf, en un amas cellulaire qui, ainsi aménagé, va s'accroître et s'organiser pour devenir embryon.

Au total, l'impulsion fécondante est celle d'un élan d'accroissement imprimé à la matière du germe. Ce pouvoir de « croissance » commence par appartenir à la chromatine, avant de passer au cytoplasme lui-même.

Le premier résultat de la fécondation consiste en cette amplification de substance nucléaire poussant celle-ci à se concréter en noyaux multiples, centres d'action pour les échanges futurs, après quoi le germe va grandir aux dépens du vitellus et se façonner pour devenir un embryon : croissance définitive, amplificatrice et différenciatrice à la fois, issue de celle des noyaux.

Quand cette seconde phase de l'évolution commence, le disque germinatif mesure à peine 1 millimètre  $1/2$  de diamètre sur 3 à 4 dixièmes de millimètres d'épaisseur ; son volume est inférieur de plusieurs centaines de fois à celui du vitellus nutritif formant alors tout le reste de l'œuf. Pourtant, malgré une telle dissemblance, le germe, étant seul à grandir, ayant seul la puissance de le faire, va s'intégrer peu à peu l'énorme vitellus ; et, tout en commençant sa propre élaboration personnelle, il prend de suite les dispositions destinées à s'incorporer cet élément nutritif.

La première semaine consécutive à la fécondation est employée à préparer cette annexion. Le disque germinatif s'étale d'abord sur un espace plus vaste ; s'épaississant sur ses bords, ceux-ci, en proliférant, produisent une mince lame envahissante qui s'étend autour du vitellus. Cette extension, partant d'une moitié environ du bord du disque, recouvre progressivement l'amas vitellin. Lorsqu'elle s'achève, au terme de la deuxième semaine ou au début de la troisième, le germe tient désormais cet amas sous sa dépendance. Il l'a entouré d'une paroi dont il a fourni la matière. Se l'étant adjoint, il l'a convertie en une vésicule vitelline, appendue à lui, devenue un de ses organes fonctionnels.

Entre temps, le germe se façonne et produit les premières ébauches des organes. Au cours de la deuxième semaine, la région opposée à celle d'où est partie l'extension de l'enveloppe vitelline prend l'aspect d'un bouton épais, puis s'allonge, surtout selon l'axe diamétral du disque.

Telle est la figure première du corps de l'embryon. Un cordon axial s'y délimite, représentant ce qui sera la « notocorde », baguette autour de laquelle s'édifieront les vertèbres. Au-dessus, une plaque cellulaire se différencie, qui deviendra le rudiment premier de la moelle épinière et du cerveau. En outre, les parties latérales du germe se rassemblent par groupes, se découpent en segments musculaires ou « myomères » dont le nombre, d'abord restreint, va augmenter peu à peu jusqu'à 58 ou 60.

Lorsque la troisième semaine commence, l'embryon montre donc un début d'organisation. On devine ses contours, mais on peut les préciser en examinant l'œuf dans une eau additionnée de quelques gouttes d'acide acétique.

L'embryon continue à grandir et à s'allonger ; il s'infléchit sur lui-même et prend une forme coudée. Son extrémité antérieure s'élargit, s'épaissit ; c'est ainsi que se constitue la première indication de la tête. L'ébauche du neuraxe s'y élargit aussi afin de produire l'ébauche du cerveau. Et cette dernière, proliférant avec activité par places, produit quatre vésicules : deux antérieures, rudiments des yeux, les deux autres étant

ceux des oreilles. Le petit embryon montre un corps déjà scindé en tête et tronc.

Le tronc, dans ce travail de façonnage progressif, va engendrer les ébauches des nageoires. En outre, il produit en lui le rudiment du cœur, qui, à peine formé, s'annexe des rudiments de vaisseaux dont les uns s'allongent dans le tronc, dont les autres s'étendent dans la paroi de la vésicule vitelline. La circulation sanguine commence à s'établir, d'abord confuse et courte, bientôt précise et englobant le corps entier. Le cœur minuscule pousse le sang dans les vaisseaux. Celui-ci commence par parcourir le tronc, puis passe dans la paroi de la vésicule vitelline ; il s'y charge des matériaux nutritifs qui sont contenus. L'organisme embryonnaire puise donc dans le vitellus, grâce à sa première circulation, les produits alimentaires nécessaires à son édification.

La vésicule vitelline sert, par surcroît, d'appareil respiratoire. Sa vaste surface étant appliquée contre la coque dont la surface se laisse traverser osmologiquement par l'oxygène dissous, cette osmose gazeuse pousse jusqu'à elle. Le sang, en parcourant les régions superficielles de la vésicule, s'y charge à la fois de matériaux pour la nutrition et d'oxygène pour la respiration ; en outre, il s'y dépouille des produits de désintégration. Ainsi épuré, vivifié et rendu nourrissant, il retourne au cœur qui, par ses battements incessants, l'oblige à recommencer sans répit ce circuit continu.

Le résultat en est que, vers la fin de la troisième semaine, l'embryon, toujours infime, grâce à sa nutrition et à sa respiration suractivées possède les moyens de précipiter son travail d'édification. La seconde moitié de son évolution se consacre à une amplification considérable de sa masse matérielle, accompagnée d'un minutieux façonnage de chacune des parties.

Parmi les ébauches organiques qui se constituent, s'accroissent, se différencient, au premier rang se placent celles des yeux. Les minuscules vésicules optiques, devenues plus fortes, se sont compliquées. Placées sur les côtés de la petite tête embryonnaire, elles s'y dressent en fortes saillies, bientôt très apparentes. Ces ébauches oculaires, en effet, produisent précocement le pigment noir de leur future rétine. Cette genèse faite, on peut discerner les deux taches noires ainsi établies. C'est, en pisciculture, une date notable dont les éleveurs de Truites surveillent l'apparition. Assurés alors que le jeune être se développe, ils disent de l'œuf qu'il est « embryonné ».

L'embryon, pendant la seconde moitié de son développement, grandit de façon considérable. Il s'allonge et s'épaissit à la fois. Sa tête globuleuse se distingue du tronc qui, uni à la vésicule sur un large espace ventral, déborde cette dernière, s'étend entre elle et la coque, s'y déploie en se recourbant, et finit par occuper de biais plus d'une demi-circonférence. Une mince crête longitudinale, destinée à produire les futures nageoires impaires, se dessine sur lui en son milieu. Deux moignons latéraux, ébauches des pectorales, naissent immédiatement en arrière de la tête.

Dans leur voisinage se creusent en forme de fentes les premiers linéaments des branchies. Le petit être, toujours interné dans sa coque, bien que rudimentaire, a déjà allure de poisson.

Non seulement il s'est donné une structure, mais il a acquis la faculté de s'en servir. Encore retenu par sa coque, il possède la capacité de se mouvoir. Il agite ses moignons de nageoires, détend en divers sens la majeure partie de son tronc.

L'époque de la ponte étant ordinairement placée en Décembre chez la Truite de nos pays, cette succession de phases, ayant pour objet la genèse de l'être, a lieu pendant les mois de Janvier et Février. Le plus souvent, dans une eau mesurant alors, comme température habituelle, une dizaine de degrés centigrades, elle exige une durée de six semaines environ. Les œufs, pendant ce temps, subissent, sous l'eau qui se renouvelle sans cesse, cette incubation qui doit les mener jusqu'à l'éclosion. La rivière est leur unique matrice.

Quand la sixième semaine de l'évolution touche à sa fin, dans les circonstances habituelles, les embryons sont prêts à se libérer. Les coques ont perdu leur résistance et leur élasticité ; elles ne peuvent plus retenir l'être actif dont elles ont entouré et protégé la genèse. Les mouvements du tronc finissent par les fissurer. Comme la fente se perce le plus souvent dans le voisinage de la tête, celle-ci sort d'abord, bientôt suivie du tronc, qui entraîne avec lui la vésicule.

L'embryon, agent de sa propre libération, se délivre en se débattant ; enfin dégagé, ayant cessé d'être germe inclus, il devient individu indépendant et libre de son corps, susceptible désormais de vivre sa vie conformément à son organisation.

L'incubation est terminée ; l'évolution première s'est accomplie ; l'embryon est devenu alvein vésiculé.

---

---

## LES ASSOCIATIONS DE PÊCHE

Par M. DE VAISSIÈRE

Garde général des Eaux et Forêts, à Rambouillet.

(Fin) <sup>(1)</sup>

---

c) *Les difficultés à prévoir et leur solution.* — L'Association syndicale autorisée, une fois constituée, peut, en vertu de l'article 107 de la loi de Finances du 31 Mars 1931, exercer ses droits : — soit directement ; — soit par voie de location, notamment à des Sociétés de pêche et de pisciculture.

L'exploitation directe sera une exception.

---

(1) Voir *Bulletin* ; — Mai 1932, p. 338 ; — Juin 1932, p. 370.