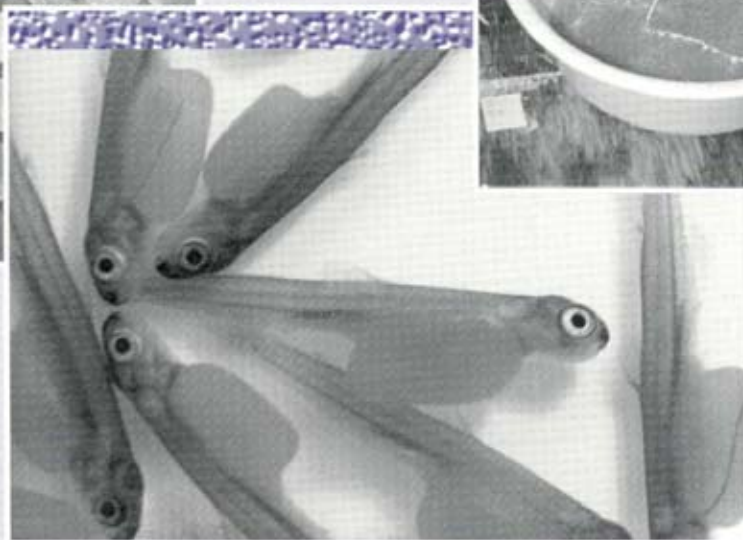
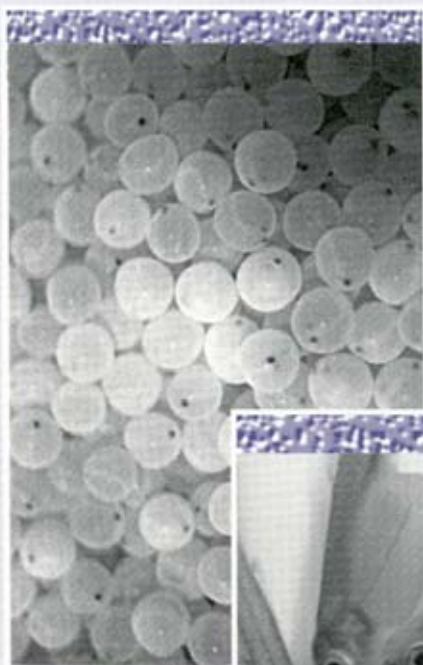


REPRODUCTION, INCUBATION ET AVELINAGE

ÉLEVAGE DES SALMONIDÉS

FASCICULE

3



Québec 

REPRODUCTION, INCUBATION ET AVELINAGE

Fascicule 3

RÉDACTION

Richard Morin, biologiste

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Direction générale des pêches et de l'aquiculture commerciales

RÉVISION

Robert Champagne

Pierre Dubé

Guy Ouellet

Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation
Direction générale des pêches et
de l'aquiculture commerciales

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier tout particulièrement les personnes suivantes, qui ont contribué fortement à la réalisation de ce document par leur apport de connaissances. L'expérience pratique et l'expertise de ces collaborateurs ont été mises à profit pour l'évaluation et la critique des pratiques piscicoles recommandées. Grâce à leurs judicieux conseils, ce fascicule constitue un véritable guide pratique sur la reproduction, l'incubation et l'alevinage des salmonidés.

COLLABORATEURS

Michel Chouinard

Luc Desjardins

André Doyer

Lars Hansen

Jean-Pierre Réville

Sylvain St-Gelais

Yvan Turgeon

Institut de technologie agro-alimentaire, La Pocatière

SAUKEB Inc., Nouvelle

Baie-des-Chaleurs Aquaculture inc., Saint-Omer

Cégep de Saint-Félicien

Pisciculture du lac William inc., Saint-Ferdinand d'Halifax

Aquiculture Manicouagan-Saguenay, La Baie

Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	9
3.1 INTRODUCTION	13
3.2 LES POISSONS REPRODUCTEURS	15
3.2.1 L'âge des poissons reproducteurs et la maturité sexuelle	16
3.2.2 Développement des gonades et période de reproduction	16
3.2.2.1 Conditionnement photopériodique	18
3.2.2.2 Effet de la température	19
3.2.3 Soins à apporter aux poissons reproducteurs	19
3.2.3.1 Structures de contention et charges	20
3.2.3.2 Température de l'eau	20
3.2.4 Alimentation	21
3.2.5 Reconditionnement	21
3.3 LA REPRODUCTION	23
3.3.1 Définition	24
3.3.2 Suivi de maturation et préparation des géniteurs	24
3.3.2.1 Changements morphologiques et comportementaux	24
3.3.2.2 Stabulation	24
3.3.2.3 Test de fécondité	25
3.3.3 Principes et modes opératoires	26
3.3.3.1 Manipulations et anesthésie des géniteurs	26
3.3.3.2 Extraction des produits sexuels	26
3.3.3.3 Conservation prolongée des produits sexuels	28
3.3.3.4 Dilueur de sperme	28
3.3.3.5 Test de motilité des spermatozoïdes	28
3.3.3.6 Période de récupération	28
3.3.4 Fécondation artificielle	29
3.3.4.1 Méthodes sèche et humide	29
3.3.4.2 Mélange des produits sexuels	29
3.4 MANIPULATION DES OEUFS FÉCONDÉS	33
3.4.1 Nettoyage et tri	34
3.4.2 Période de durcissement	34
3.4.3 Comptage	34
3.4.3.1 Méthode Von Bayer	34
3.4.3.2 Méthode du déplacement d'eau	34
3.4.3.3 Méthode de la pesée	35
3.4.4 Désinfection	36
3.4.5 Acclimatation	36
3.5 L'INCUBATION	37
3.5.1 Définition	38
3.5.2 Anatomie et stades de développement de l'oeuf	38
3.5.2.1 Anatomie	38
3.5.2.2 Stades de développement	38
3.5.2.3 Test de fécondation	42

3.5.3	Facteurs influençant le développement de l'oeuf	42
3.5.3.1	Température	42
3.5.3.2	Oxygène	43
3.5.3.3	Lumière	44
3.5.4	Traitements contre les champignons	45
3.5.5	Choquage	45
3.5.6	Élimination des oeufs morts	46
3.5.6.1	Pipette	46
3.5.6.2	Siphon	47
3.5.6.3	Flottaison	47
3.5.6.4	Trieur photoélectrique	48
3.5.7	Équipements d'incubation	48
3.6	L'ALEVINAGE ET LA PÉRIODE JUVÉNILE	53
3.6.1	Définition	54
3.6.2	Résorption de la vésicule vitelline	54
3.6.3	Début de l'alimentation	54
3.6.4	Tri des alevins	55
3.6.5	Taux de survie	55
3.6.6	Bassins d'alevinage	56
3.6.7	Bassins pour les juvéniles	56
3.6.8	Charges	58
3.6.9	Chauffage de l'eau	59
BIBLIOGRAPHIE	65	

3.2 LES POISSONS REPRODUCTEURS

Les reproducteurs proviennent le plus couramment de souches domestiquées depuis plusieurs générations en pisciculture pour les espèces commerciales en élevage. Ils peuvent occasionnellement provenir d'un stock de poissons sauvages pour entreprendre l'élevage d'une nouvelle espèce ou pour produire des juvéniles devant servir à la reconstitution de populations sauvages.

Ces poissons sont utilisés spécifiquement pour la reproduction, requièrent des soins particuliers et sont gardés pendant plusieurs années dans un endroit à part dans la station piscicole. La qualité des produits sexuels obtenus est directement reliée à celle des géniteurs, de la qualité du milieu d'élevage et des soins qui leur sont apportés.

3.2.1 L'ÂGE DES POISSONS REPRODUCTEURS ET LA MATURITÉ SEXUELLE

Les salmonidés, bien que potentiellement capables de se reproduire aussitôt que la maturité sexuelle est atteinte, donnent un rendement optimal sur le plan de la quantité et de la qualité des produits sexuels obtenus dans une certaine plage d'âges. La qualité des produits sexuels est évaluée à partir de la taille des oeufs et de leur taux de survie, de l'état physiologique et de la croissance des alevins obtenus.

En général, le nombre et la taille des oeufs, pour une espèce donnée, dépendent de la taille et de l'âge des reproducteurs. Les poissons les plus gros produisent le plus grand nombre d'oeufs et les plus gros oeufs. Par exemple, les femelles de truite arc-en-ciel âgées de 3 ans donnent des oeufs plus gros, un plus fort pourcentage d'oeufs oeillés¹ et des alevins plus gros,

¹ Oeuf oeillé: stade de développement de l'oeuf fécondé où la pigmentation des yeux de l'embryon est visible par la présence de deux points noirs à l'intérieur de l'oeuf.

qui croissent plus rapidement, que celles âgées de 2 ans. Après la 5^e ou 6^e année, la fécondité des reproducteurs et la qualité des alevins produits diminuent considérablement chez cette espèce. Un pourcentage important des femelles âgées sont stériles et celles qui produisent encore des oeufs vont donner des alevins peu performants avec la présence de beaucoup d'infirmités.

Le **tableau 1** donne l'âge de la maturité sexuelle (âge où la majorité des individus mâles et femelles sont matures) et de fin de productivité pour les principales espèces de salmonidés en élevage au Québec. L'omble de fontaine atteint la maturité sexuelle le plus tôt, soit à 2 ans, suivie de la truite arc-en-ciel à 3 ans et du saumon atlantique à 4 ans. Généralement, les mâles atteignent la maturité sexuelle précocement, soit un an plus tôt que l'âge de la maturité sexuelle reconnu pour l'espèce, où les deux sexes sont matures en même temps. Il peut arriver aussi qu'un certain pourcentage des femelles soit mature à un âge précoce. Il est fréquent de rencontrer des mâles matures précocement à 1 an et 2 ans respectivement chez l'omble de fontaine et la truite arc-en-ciel. La **figure 1** illustre les cycles de productivité sexuelle comparés pour l'omble de fontaine, la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique en fonction de l'âge.

3.2.2 DÉVELOPPEMENT DES GONADES ET PÉRIODE DE REPRODUCTION

La gonadotrophine, une hormone sécrétée dans la glande pituitaire située à la base du cerveau, contrôle le développement des gonades. La libération de la gonadotrophine est principalement contrôlée par l'épiphyse, une petite glande située sur le dessus du cerveau, laquelle est sensible à la lumière. Cette glande réagit aux changements saisonniers de la longueur du jour et joue un rôle dans le synchronisme de la maturité avec les saisons.

Tableau 1 Âges (années) de la maturité sexuelle et de la fin de la productivité pour l'omble de fontaine, la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique

Espèces	Maturité sexuelle précoce	Maturité sexuelle	Fin de productivité
Omble de fontaine	1	2	4 - 5
Truite arc-en-ciel	2	3	5 - 6
Saumon atlantique	3	4	7 - 8

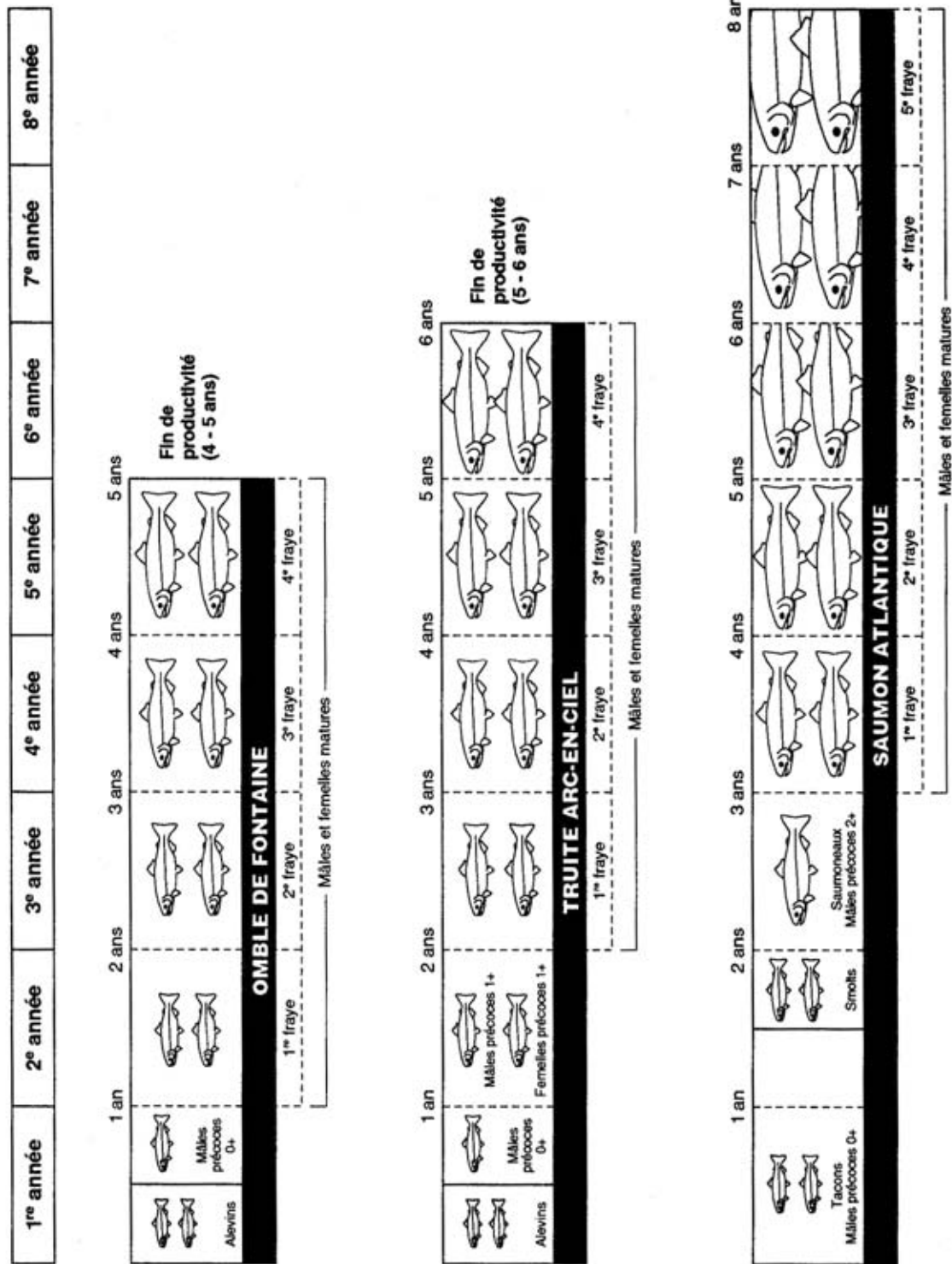


Figure 1 Cycles de productivité sexuelle comparés en fonction de l'âge pour l'omble de fontaine, la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique

La saison de reproduction naturelle du saumon atlantique et de l'omble de fontaine est l'automne. Elle dure une courte période d'environ 3 semaines à 1 mois en octobre et en novembre. La truite arc-en-ciel fraye sur une période plus étalée que les deux espèces précédentes. Il existe deux lignées de truite arc-en-ciel en pisciculture au Québec avec des périodes de reproduction différentes, dont une est qualifiée d'automne et l'autre de printemps. La truite arc-en-ciel de printemps est la plus répandue et fraye en hiver et au printemps, soit de février jusqu'à mai. La truite arc-en-ciel d'automne commence à frayer en même temps que le saumon atlantique et l'omble de fontaine en octobre et la période se prolonge jusqu'en décembre.

3.2.2.1 Conditionnement photopériodique

La reproduction a lieu approximativement à des intervalles d'une année chez les poissons selon un rythme endogène. La photopériode, soit les variations dans la longueur du jour selon les saisons, sert à entraîner ce rythme. La reproduction des salmonidés a lieu sous l'effet de la décroissance de la durée du jour ou des jours courts de l'automne ou de l'hiver.

Il est possible, en changeant artificiellement la séquence photopériodique naturelle, c'est-à-dire la longueur du jour et de la nuit sur une période de 24 heures, d'influencer l'épiphyse et ainsi de modifier la période de reproduction naturelle d'une espèce. Cette pratique est couramment utilisée en pisciculture afin d'étaler tout au long de l'année la production d'oeufs.

En respectant certaines règles, il est possible d'amener des truites arc-en-ciel à frayer à n'importe quel temps de l'année. Un cycle compressé sur une période de 6 mois, avec les jours les plus longs et les plus courts en avril et en fin de juin respectivement, avance la fraye de 3 à 4 mois comparativement au cycle naturel chez des truites arc-en-ciel se reproduisant naturellement en janvier/février (**figure 2**). Un cycle compressé sur 9 mois entraîne un avancement de 1 à 2 mois. Un cycle étalé sur 18 mois retarde la fraye jusqu'à 3 mois. L'efficacité du conditionnement photopériodique a également été démontrée chez l'omble de fontaine et le saumon atlantique.

L'exposition des poissons à un régime photopériodique, présentant une différence marquée avec le cycle auquel ils étaient maintenus normalement, peut les amener à ignorer complètement le nouveau régime et à frayer à un autre moment que celui visé. On doit effectuer les changements dans la période de fraye en modifiant progressivement le cycle photopériodique sur une période de 2 cycles de reproduction et plus. À titre d'exemple, des poissons ayant un cycle de reproduction initial sur 12 mois peuvent être conditionnés une première année sur un cycle de 9 mois, entraînant un avancement de 1 à 2 mois, et sur un cycle de 6 mois la

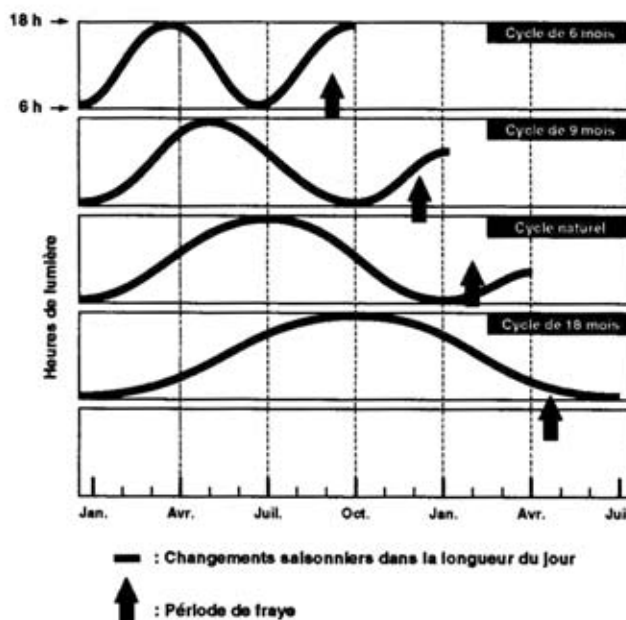


Figure 2 Périodes de reproduction chez la truite arc-en-ciel maintenue artificiellement à différents régimes photopériodiques ($T^{\circ}=10^{\circ}\text{C}$; tirée de Bromage et Cumaranatunga, 1988)

seconde année pour créer un avancement de 3 à 4 mois par rapport au cycle initial.

Les cycles photopériodiques à période constante sont plus faciles d'utilisation dans des conditions commerciales et donnent de très bons résultats. Les changements progressifs dans la longueur du jour, à l'instar de la photopériode naturelle, ne sont pas nécessaires pour un développement normal de la reproduction. L'exposition de truites arc-en-ciel à des jours longs d'une durée de 16 à 18 heures pendant 4 à 5 mois, suivie d'une réduction directe à des jours courts d'une durée de 6 à 8 heures pour les mois suivants, peut avancer la fraye d'une période de 4 mois (**figure 3**).

Les bassins d'élevage qui servent au conditionnement photopériodique des reproducteurs doivent être munis de couvercles complètement opaques. La source lumineuse peut être une ampoule ordinaire à incandescence (bulbe au tungstène) ou un tube fluorescent blanc. L'intensité lumineuse doit être de 40 lux environ à la surface de l'eau sur toute la superficie du bassin. Une minuterie règle l'ouverture et la fermeture de la source lumineuse sur chaque période de 24 heures. Il est recommandé d'utiliser un variateur d'intensité pour amener une augmentation progressive de l'intensité lumineuse. Autrement, l'éclairage subit du bassin, à pleine intensité, crée un stress aux poissons. Les périodes d'éclairage doivent être réglées

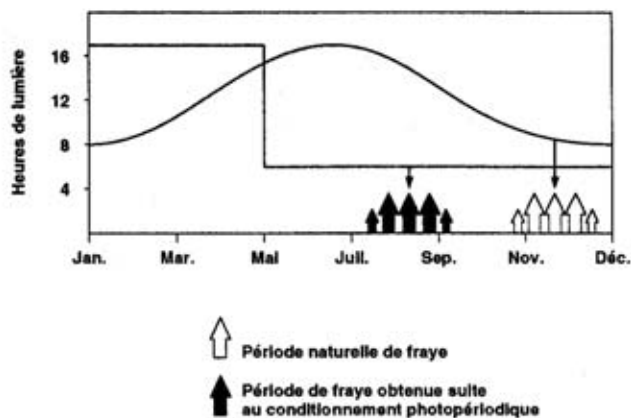


Figure 3 Effet d'une photopériode artificielle constante, de jours longs (18 h) suivis de jours courts (6 h), sur la période de fraye de la truite arc-en-ciel (tirée de Bromage et Cumaranatunga, 1988)

en concomitance avec le jour naturel, de manière à pouvoir ouvrir les couvercles des bassins pour les opérations piscicoles de routine, sans affecter le cycle photopériodique.

La modification artificielle de la période de fraye naturelle par le conditionnement photopériodique amène des changements dans la taille des oeufs récoltés. L'avancement de la période de fraye produit des oeufs plus petits, alors que le retardement produit des oeufs plus gros. Cependant, bien que le conditionnement photopériodique soit utilisé principalement pour avancer la période de fraye, la plupart des oeufs produits à la suite de traitements appropriés sont d'une taille suffisante pour l'élevage et la mise en marché.

L'utilisation des deux souches de truite arc-en-ciel disponibles en pisciculture, dont une se reproduit à l'automne et l'autre pendant l'hiver, permet d'étaler la production d'oeufs du mois d'octobre au mois de mai pour cette espèce. Le conditionnement photopériodique peut être utilisé avantageusement avec la truite arc-en-ciel d'automne et l'omble de fontaine pour avancer la période de production d'oeufs au mois de juillet par exemple. Cela permet de réaliser la fraye, l'incubation et le début de l'alevinage à des températures plus élevées. Par ailleurs, ce cycle de production avancé permettra d'obtenir des poissons plus gros au printemps suivant, par rapport à ceux obtenus avec le cycle naturel. Cela augmente l'efficacité du système de production.

3.2.2.2 Effet de la température

Un autre facteur agissant sur le cycle de la reproduction est la température de l'eau. Les températures élevées accélèrent la phase finale de la maturation des gonades alors que les basses températures la ralentissent.

Cette caractéristique est bien connue des pisciculteurs qui utilisent pour les reproducteurs des températures d'eau plus élevées ou plus basses que celle de l'élevage, dans les semaines précédant la reproduction, pour avancer ou retarder la période de fraye.

Il est possible aussi de retarder de plusieurs mois la période de reproduction en maintenant des reproducteurs à une température d'eau très basse. Cela a été démontré avec un lot de truites arc-en-ciel se reproduisant normalement de décembre à février dans des conditions d'eau souterraine à 10 °C. Une partie du lot a été amenée à frayer à la fin de mars et en avril après avoir été maintenue dans une eau de ruisseau, dont la température baissait jusqu'à 2 °C pendant l'hiver (figure 4). Au moment de la fraye, la température de l'eau avait remonté à 7 °C. Il n'y a pas eu de différence significative dans la qualité des oeufs récoltés des deux groupes de reproducteurs.

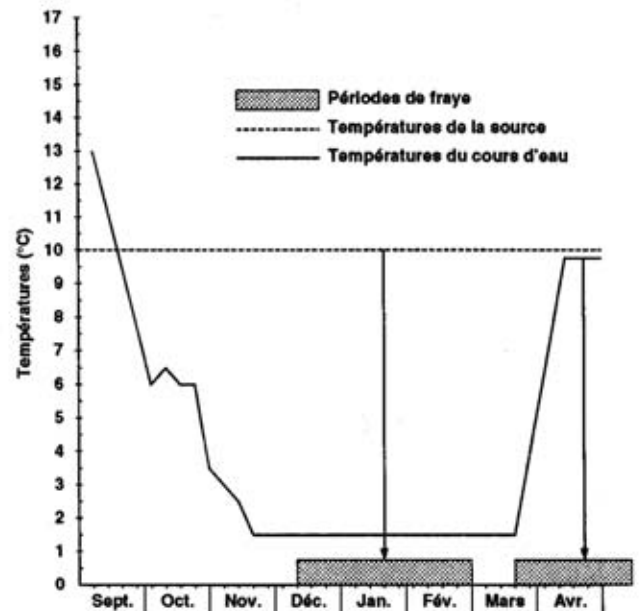


Figure 4 Périodes de reproduction observées chez des truites arc-en-ciel d'un même lot, entre une température d'élevage constante de 10 °C et des températures basses d'un cours d'eau

3.2.3 SOINS À APPORTER AUX POISSONS REPRODUCTEURS

La qualité des produits sexuels est directement liée à celle des géniteurs et aux soins qui leur sont apportés. Il est facile de comprendre l'impact qu'aura sur la production de juvéniles, l'utilisation d'un lot de géniteurs en mauvais état de santé donnant des produits sexuels d'une qualité inférieure et peut-être contaminés par

3.3.3 PRINCIPES ET MODES OPÉRATOIRES

3.3.3.1 Manipulations et anesthésie des géniteurs

Préalablement aux opérations de la reproduction artificielle, il est recommandé de concentrer les géniteurs qui sont prêts pour l'extraction des produits sexuels, de manière à faciliter leur capture au moyen d'une épuisette.

L'extraction des produits sexuels peut être faite chez des sujets anesthésiés ou pas, dépendant de leur taille et de l'expérience des manipulateurs. L'utilisation d'un anesthésiant est fortement recommandée sinon essentielle pour manipuler le saumon atlantique. Le MS-222 (tricaïne méthanesulfonate) est un produit anesthésique bien connu au Canada. Cependant, une ordonnance vétérinaire est requise pour l'achat de ce produit et son utilisation.

La dose recommandée de MS-222 pour les salmonidés est de 40 à 80 mg/l (Turgeon, 1985). Ce produit peut être dissous directement dans l'eau. Il faut en ajouter au besoin, selon la biomasse de poissons à anesthésier, parce que l'anesthésique est absorbé par les poissons. Un gramme de MS-222 est requis pour 10 à 16 kg d'omble de fontaine et 16 à 39 kg de saumon atlantique. En général, on recommande d'ajuster la concentration pour que l'anesthésie des poissons ne se fasse pas en moins de trois minutes. Un dosage de 40 mg/l est utilisé au départ, lequel peut être augmenté à 60 ou 80 mg/l au maximum. Le **tableau 3** présente les quantités de MS-222 à utiliser, pour préparer des solutions anesthésiantes à différentes concentrations, et les quantités de poissons pouvant être anesthésiées. Le volume de la solution anesthésiante doit être suffisamment important pour ne pas avoir à réajuster la concentration d'anesthésiant fréquemment. Il ne faut pas anesthésier trop de poissons à la fois, de manière à ce qu'ils ne restent pas trop longtemps dans le bassin d'anesthésiant.

La température de l'eau dans le bassin d'anesthésie doit être la même que celle des bassins contenant les poissons reproducteurs. Plus la température est élevée, plus les poissons sont anesthésiés rapidement. Du sel non iodé peut être ajouté, à raison de 0,3 %, pour aider à diminuer le stress chez le poisson. Un bon système d'aération doit maintenir la concentration en oxygène de l'eau près du niveau de la saturation. Une sursaturation en oxygène augmente le temps nécessaire à l'anesthésie.

La solution anesthésique ne doit jamais entrer en contact avec les produits sexuels. En effet, il a été démontré qu'une concentration aussi faible que 18,9 mg/l de MS-222 réduit l'activité des spermatozoïdes (Piper et al. 1982). Il est donc préférable d'éponger légèrement les poissons anesthésiés avant de procéder à l'extraction des produits sexuels.

Les poissons moins gros, qui ne requièrent pas d'être anesthésiés, peuvent être placés sur un égouttoir pendant quelques dizaines de secondes, le temps qu'ils arrêtent de se débattre. Cela facilite leur manipulation par la suite. Une bonne pratique consiste à éponger l'eau sur l'abdomen du géniteur au moyen d'une serviette, immédiatement avant de procéder à l'extraction des oeufs, de manière à éviter que cette eau ne se retrouve dans le récipient qui recueille les oeufs et le sperme. Il est important de procéder délicatement afin de ne pas enlever le mucus.

3.3.3.2 Extraction des produits sexuels

Les opérations d'extraction des produits sexuels et de la fécondation doivent être effectuées à l'ombre, à l'intérieur d'un bâtiment, de manière à éviter que les oeufs ne soient exposés à la lumière solaire intense. Les oeufs et le sperme sont recueillis dans des récipients. L'opérateur peut travailler en position assise, en utilisant un banc spécialement conçu à cette fin, ou debout, en déposant sur une table les récipients qui recueillent les oeufs. Deux éléments de l'équipement de base, soit un banc pour la fraye et un égouttoir, sont illustrés à la **figure 8**.

Tableau 3 Dosage du MS-222 pour l'anesthésie des poissons

Concentration d'anesthésique désirée (mg/l)	Quantité de MS-222 (g) pour un volume de solution anesthésiante de :		Quantité de poisson (kg) pouvant être anesthésiée dans une solution d'un volume de :			
	50 litres	100 litres	50 litres		100 litres	
			Truite et omble	Saumon	Truite et omble	Saumon
40	2	4	20 - 32	32 - 78	40 - 64	64 - 156
60	3	6	30 - 48	48 - 117	60 - 96	96 - 234
80	4	8	40 - 64	64 - 156	80 - 128	128 - 312

L'extraction des oeufs se fait en maintenant fermement la femelle d'une main par le pédoncule caudal. L'autre main applique une légère pression sur l'abdomen du poisson en se déplaçant de l'avant vers l'arrière. Le premier mouvement doit être commencé près de l'orifice urogénital pour libérer une partie importante des oeufs, qui sont fortement concentrés dans cette région (figure 9). Ensuite, les mouvements sont allongés en partant des nageoires ventrales d'abord et pectorales ensuite. Il est important de faire sortir tous les oeufs de l'abdomen de la femelle. Le nombre de mouvements à exécuter pour extraire tous les oeufs dépend de la facilité avec laquelle ces derniers sortent de la femelle. De huit à douze mouvements sont généralement suffisants, mais il en faut plus dans les cas difficiles. Il est préférable d'exécuter un plus grand nombre de mouvements de préférence à augmenter la pression pour faire sortir les

oeufs. Deux opérateurs peuvent être nécessaires pour manipuler des gros poissons tels que le saumon.

L'extraction du sperme chez le mâle se fait en maintenant ce dernier d'une main, de la même manière que la femelle. L'anatomie du mâle diffère de celle de la femelle et requiert d'exercer une pression latérale plutôt que ventrale. L'autre main effectue deux ou trois mouvements avec une légère pression des deux côtés de l'abdomen du mâle.

Les précautions suivantes doivent être prises lors de l'extraction des produits sexuel des reproducteurs :

- 1- Causer le moins de stress possible aux poissons.
- 2- Extraire le plus d'oeufs possible de la cavité abdominale des femelles.

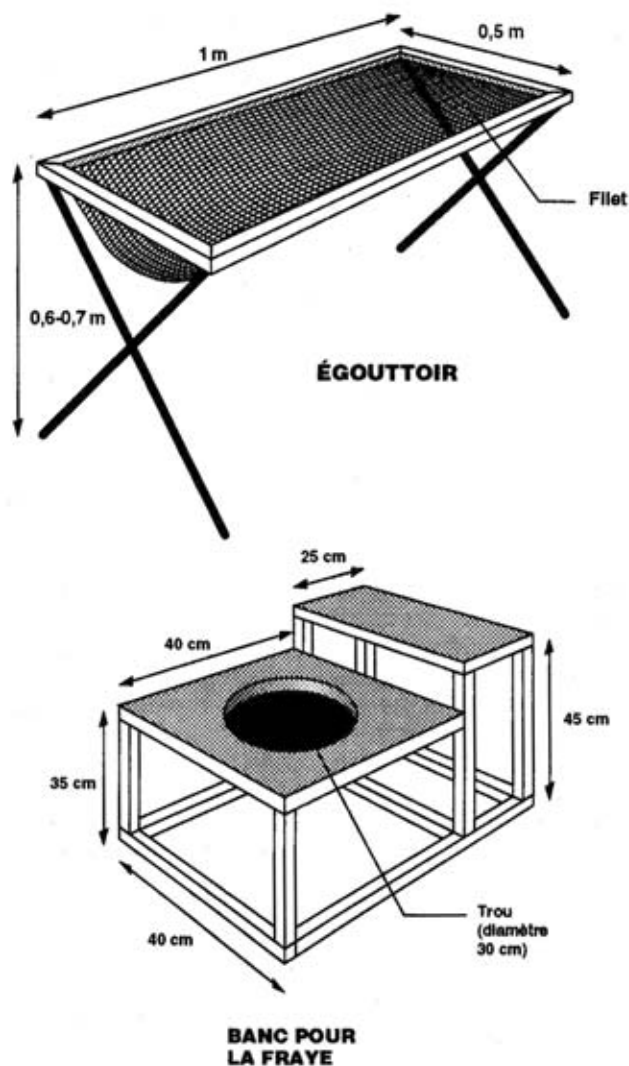


Figure 8 Égouttoir et banc utilisés pour réaliser la reproduction artificielle des salmonidés

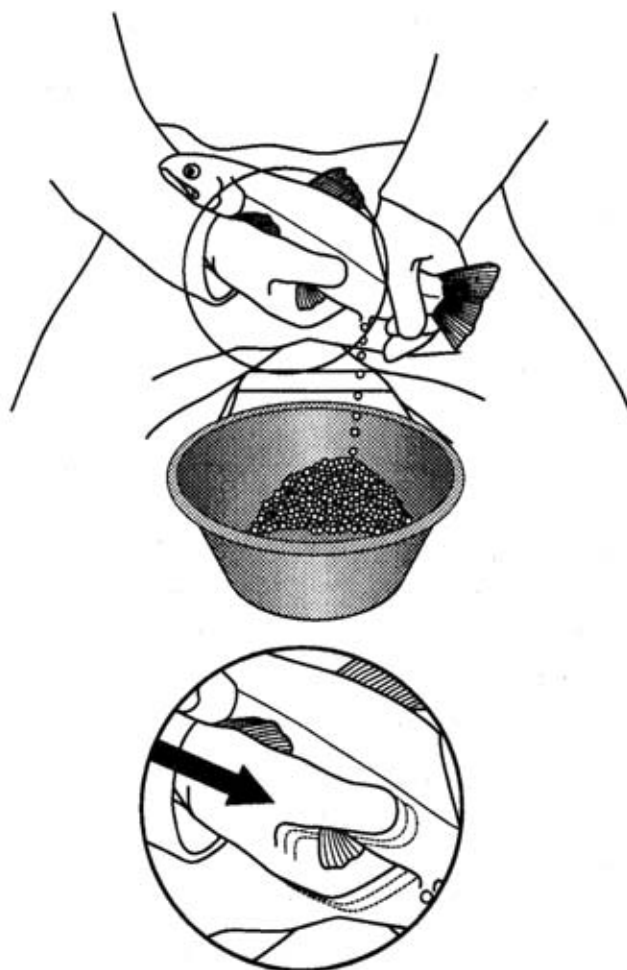


Figure 9 Méthode utilisée pour extraire les oeufs et la laitance des reproducteurs

3.5 L'INCUBATION

3.5.1 DÉFINITION

L'incubation est la période pendant laquelle l'embryon se développe dans l'oeuf. Les oeufs sont alors placés dans un courant d'eau continu, nécessaire à l'alimentation en oxygène. L'incubation se termine avec l'éclosion des oeufs.

3.5.2 ANATOMIE ET STADES DE DÉVELOPPEMENT DE L'OEUF

3.5.2.1 Anatomie

L'oeuf de salmonidé est composé de 5 parties principales (figure 13). La **coquille** enveloppe l'oeuf et lui sert de couche protectrice. Elle est munie de pores minuscules qui laissent passer les petites molécules telles que l'oxygène, mais ne laissent pas pénétrer l'eau. L'**espace périvitellin** est rempli par un fluide qui sert à transporter l'oxygène de la surface intérieure de la coquille jusqu'au disque germinal. La **membrane vitelline** sépare le fluide périvitellin du vitellus. Le **vitellus** contient des gouttelettes lipidiques et les substances nutritives pour l'embryon en développement. Le **disque germinal** est le début de la formation de l'embryon.

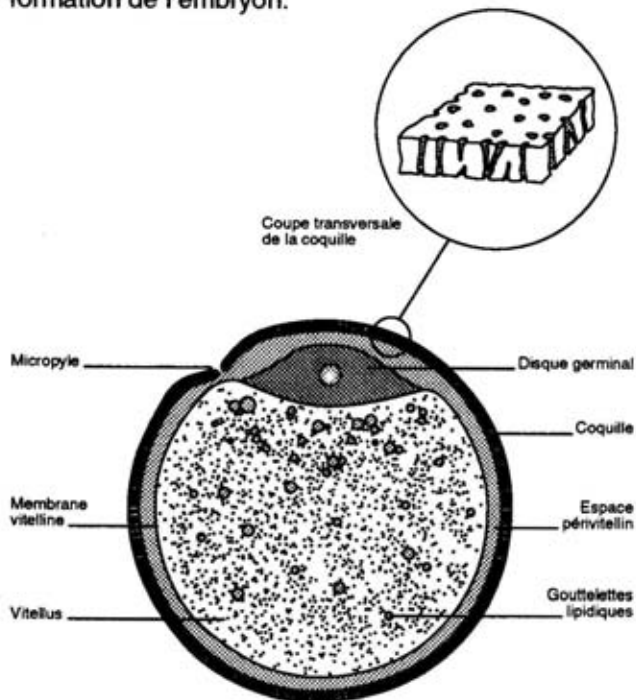


Figure 13 Anatomie de l'oeuf de salmonidés

3.5.2.2 Stades de développement

Le développement de l'oeuf de salmonidés, ou l'embryogénèse, comprend plusieurs stades distincts, de la première division cellulaire jusqu'à l'éclosion, lesquels sont regroupés en trois grandes étapes. Le **tableau 6** présente ces stades de développement en fonction du temps à une température de 10 °C pour la truite arc-en-ciel. La première est la **segmentation** (stades 1 à 10) pendant laquelle s'effectuent les premières divisions cellulaires. Dans la deuxième étape, la **gastrulation** (stades 11 à 17), l'embryon commence à se former. Les cellules apparues pendant la segmentation commencent à se spécialiser en tissus et l'embryon se forme. Pendant la troisième étape, l'**organogénèse** (stades 18 à 29), l'embryon est caractérisé par l'apparition des nageoires et la formation des organes internes et du système circulatoire. La **figure 14** (P. 39 à 41) représente schématiquement la structure interne de l'oeuf de truite arc-en-ciel à différents stades de son développement à une température d'incubation de 10 °C.

En pratique pour le pisciculteur, les trois étapes suivantes sont à retenir, soit celle de l'oeuf vert, suivie d'une étape intermédiaire de fragilité et, en dernier lieu, celle de l'oeuf embryonné (figure 15). L'oeuf vert est un oeuf fraîchement fécondé. Cette étape correspond à la segmentation et se termine environ 48 heures après la fécondation à une température d'incubation de 10 °C. Les oeufs fraîchement fécondés et ayant complété le temps de durcissement, d'environ une à deux heures, sont résistants et peuvent être manipulés. Les premières divisions cellulaires s'effectuent pen-

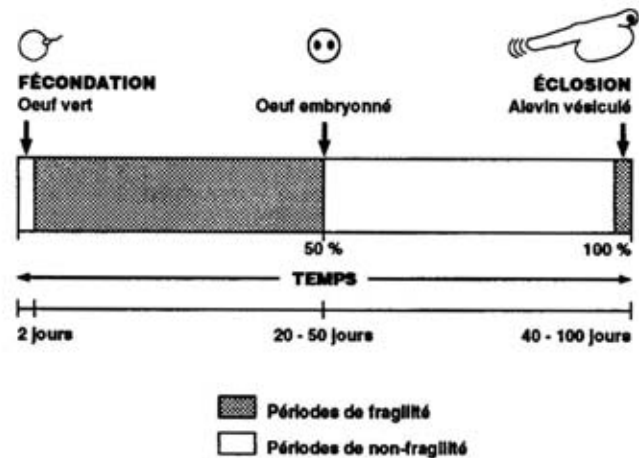


Figure 15 Périodes de fragilité et de non-fragilité de l'oeuf de salmonidés pendant l'incubation selon les stades de son développement

Tableau 6 Stades de développement de l'oeuf de truite arc-en-ciel en fonction du temps à une température d'incubation de 10 °C

Étapes	Stades	Âge (heures-jours)	Caractéristiques
Segmentation	2	24 h	2 cellules
	3	28 h	4 cellules
	4	32 h	8 cellules
	7	2 j	Morula ¹
	10	3,5 j	Blastula ²
Gastrulation	14	7 j	Embryon apparent
	17	9 j	Vésicules optiques formées
Organogénèse	22	16 j	Membrane interne de l'oeil entièrement pigmentée (oeuf embryonné)
Alevin	29	31 j	Éclosion
	31	39 j	Alevin vésiculé

¹ Morula : Segmentation de l'oeuf fécondé sous la forme d'une petite sphère, constituée de l'amas des cellules issues des divisions cellulaires et ayant l'apparence d'un mamelon à la surface de l'oeuf.

² Blastula : Formation d'une cavité au sein de l'amas de cellules.

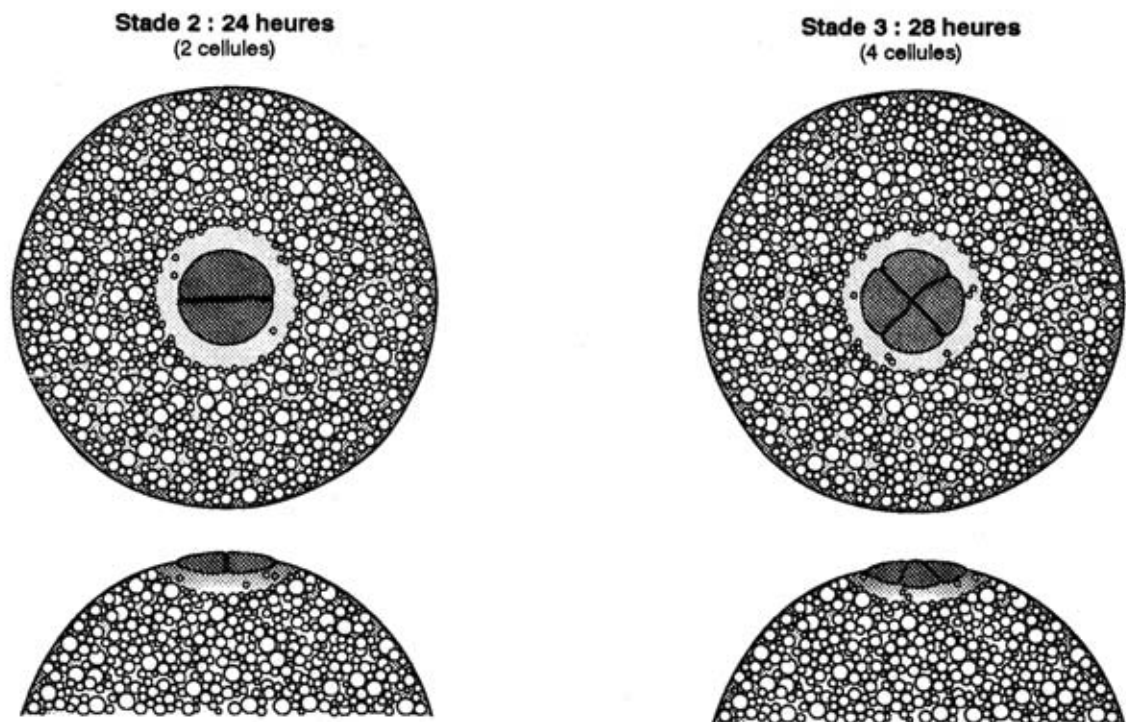


Figure 14 Structure interne de l'oeuf de truite arc-en-ciel à différents stades de son développement après la fécondation (température d'incubation = 10 °C; tirée de Vernier, 1969)

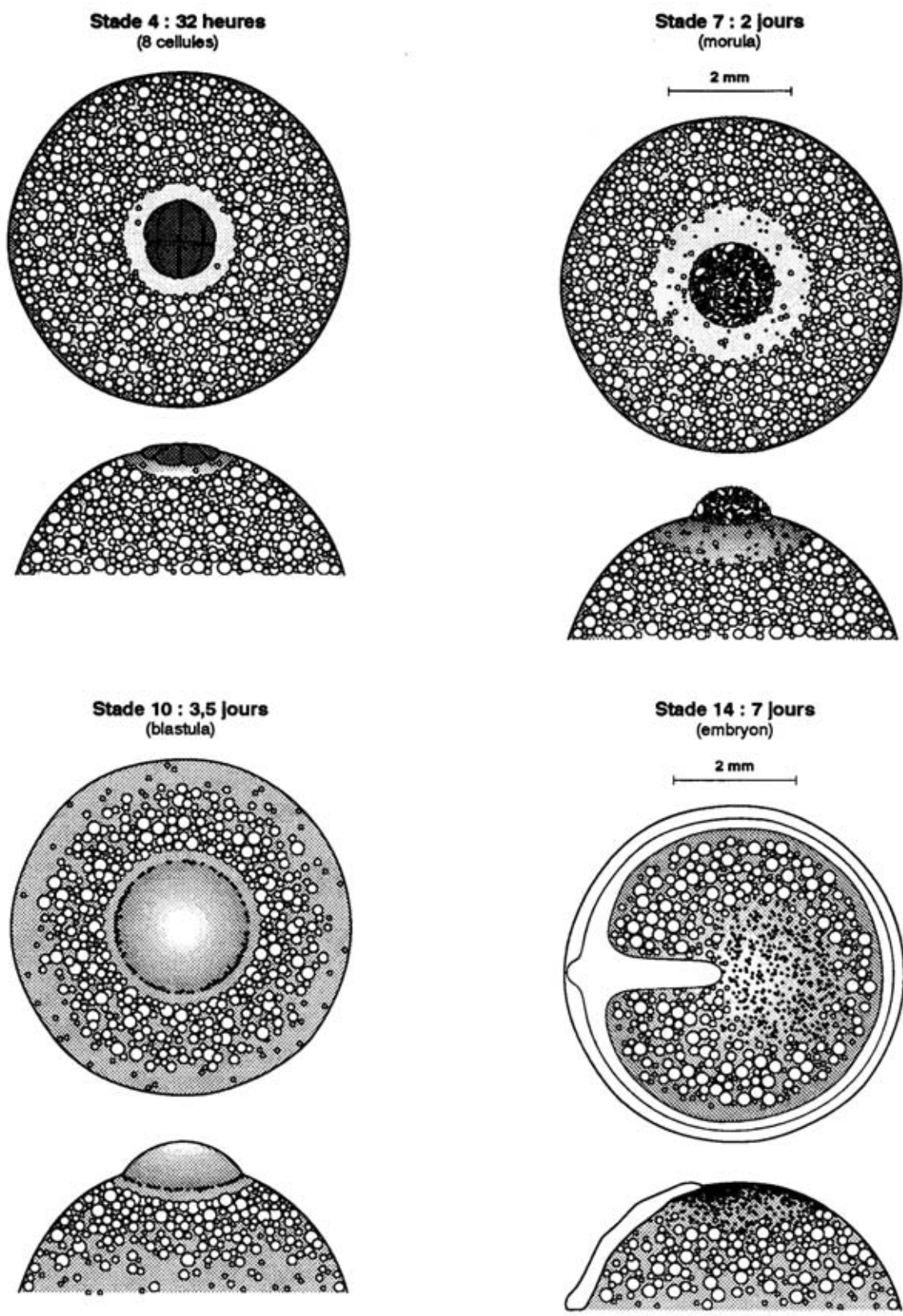


Figure 14 Structure interne de l'oeuf de truite arc-en-ciel à différents stades de son développement après la fécondation (température d'incubation = 10 °C; tirée de Vernier, 1969) (Suite)

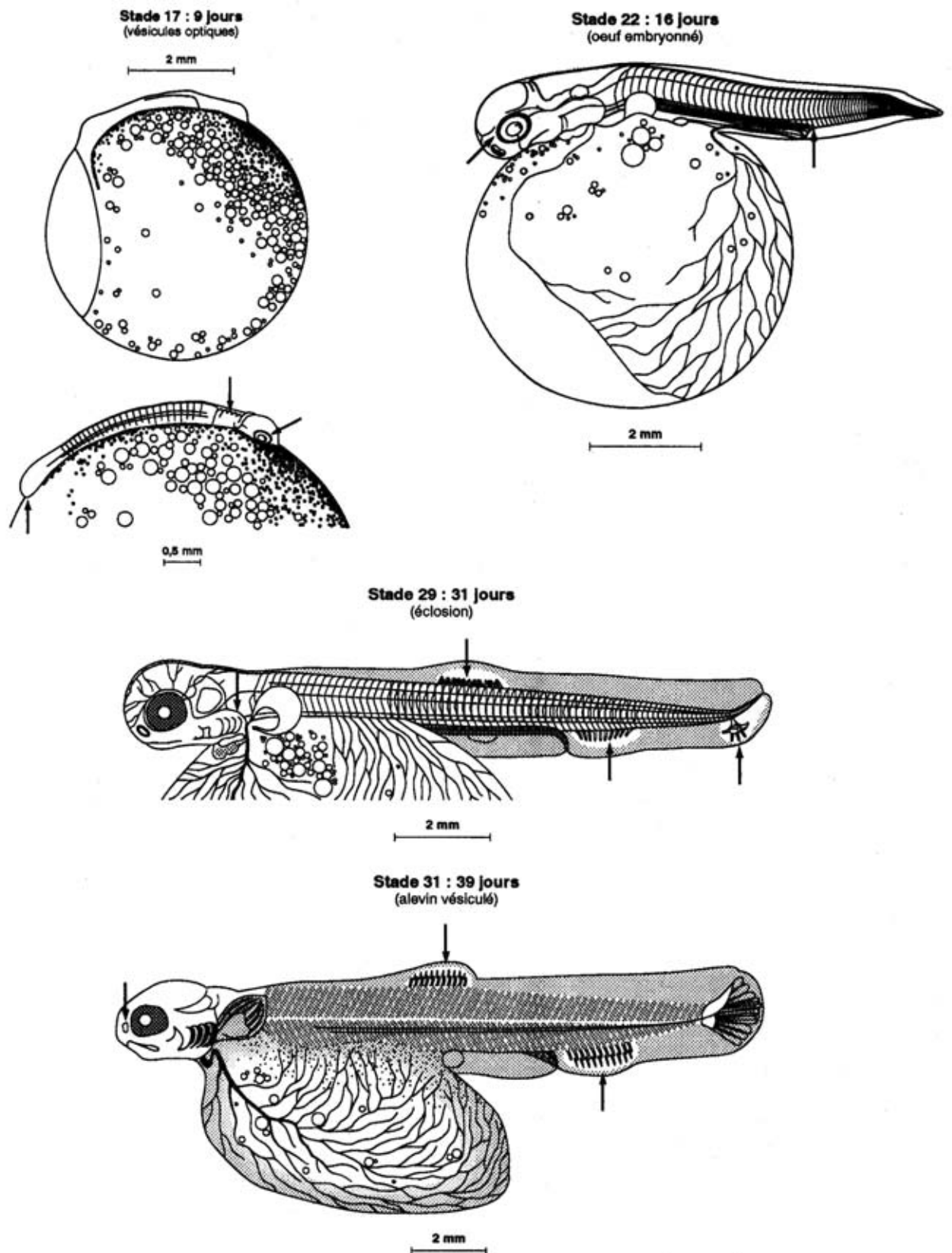


Figure 14 Structure interne de l'oeuf de truite arc-en-ciel à différents stades de son développement après la fécondation (température d'incubation = 10 °C; tirée de Vernier, 1969) (Suite)