

ELEVAGE DU BAR AMÉRICAIN

II. - Solutions aux problèmes posés

par Anne DELOR

Nous étant familiarisée avec les techniques piscicoles, nous avons abordé les problèmes relatifs à la biologie du Bar rayé au fur et à mesure qu'ils se présentaient. C'est ainsi que nous avons tenté d'apporter des réponses aux questions soulevées par l'incubation des œufs semi-pélagiques, la nutrition artificielle des larves, leur conditionnement alimentaire, et le rôle de certains facteurs physiques sur l'éclosion et la survie larvaire.

A. - Incubation des œufs semi-pélagiques.

Comme nous l'avons déjà mentionné, les œufs obtenus à partir de femelles pêchées en estuaire sont semi-pélagiques et plus petits que ceux des femelles capturées en rivière. Après la pénétration d'eau dans l'espace périvitellin, se produisant pendant la première heure d'incubation, leur diamètre moyen est de 3 mm, celui des œufs démersaux étant de 5,30 mm. On ignore encore à quoi sont dus ces caractères particuliers. RAY et WIRTANEN (1969) ont tenté l'incubation de ces œufs, selon la méthode classique d'incubation dans des jarres de Mac Donald ; trop légers, les œufs passèrent par le trop-plein de la bouteille dans les aquariums qui avaient été munis de bulleurs pour maintenir les œufs en mouvement. Cette méthode a permis d'obtenir un pourcentage d'éclosion atteignant 10,6 %, mais aucune des larves écloses n'a survécu plus de 48 h. Afin de maintenir les œufs dans la bouteille, ces mêmes auteurs ont tenté d'une part de diminuer la dureté totale de l'eau d'incubation en y ajoutant de l'eau distillée, d'autre part de modifier les jarres de Mac Donald de façon à ce que l'eau s'évacue par le fond de la bouteille.

Aucune de ces méthodes n'a été couronnée de succès. A la lumière de ces expériences, la pisciculture d'Edenton s'équipa de différents appareils d'incubation, appareils que nous avons testés par nous-mêmes.

Dans cette expérience, nous avons utilisé les œufs provenant de femelles pêchées dans la rivière de Nanticoke (Maryland). Le poids moyen des géniteurs était de 10,6 kg pour les femelles et de 1 kg pour les mâles, ce qui correspond, d'après MANSUETTI (1961), à des géniteurs âgés respectivement de 9 à 4 ans. Nous avons effectué la fécondation artificielle selon la méthode précédemment décrite, à la température constante de 64° F, soit 18° C.

Les appareils d'incubation testés sont au nombre de 4 ; ce sont :

- a) les jarres de Mac Donald,
- b) les « tubs » ou bacs quadrangulaires d'incubation,
- c) les « troughs » ou auges d'incubation,
- d) les « hatching-baskets » ou paniers d'incubation.

1. Description des appareils et processus expérimental.

Jarres de Mac Donald.

Chaque jarre contient environ 7 litres d'eau et est munie d'un bulleur afin d'assurer l'agitation et l'aération. Dans chacune, nous mettons à incuber 100 000 œufs. Environ toutes les 8 heures, un tiers de l'eau est renouvelé et les œufs morts sont prélevés et comptés.

"Tubs" ou bacs d'incubation.

Ce sont des bacs de plastique, pyramidaux, de 60 cm de côté, 50 cm de hauteur, contenant environ 54 litres d'eau. Au centre un tube, muni d'un filtre, sert de trop-plein. Un robinet, situé à environ

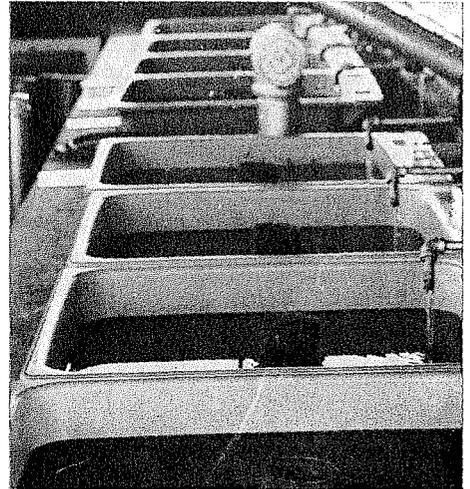
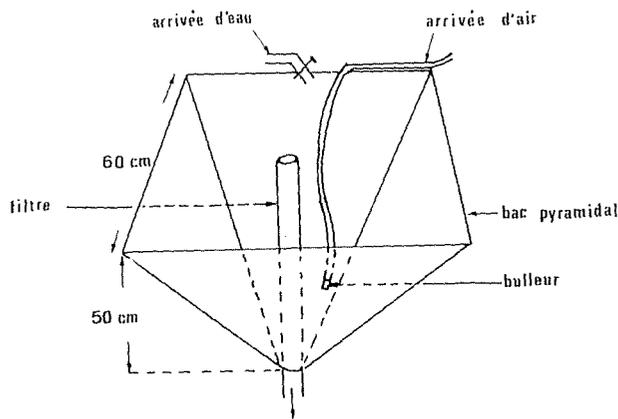


FIG. 1 et 2. — Coupe (à gauche) et vue d'ensemble (à droite) des bacs d'incubation.

15 cm au-dessus de la surface, envoie un jet d'eau à 45° de cette dernière. Le débit doit être parfaitement régulier et réglé de telle façon que les œufs soient en suspension et entraînés dans un mouvement circulaire très lent. Dans chaque cuve, un bulleur augmente l'agitation et l'aération (fig. 1 et 2).

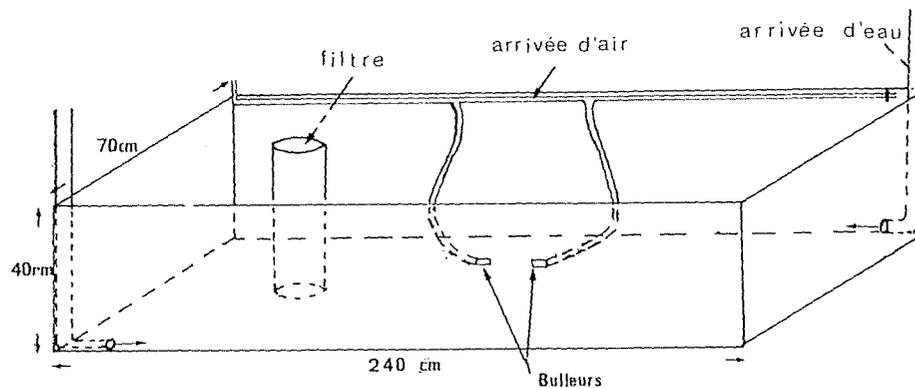


FIG. 3. — Coupe d'une auge d'incubation.

Dans chaque cuve, nous avons mis à incuber un nombre d'œufs variant de 200 000 à 500 000. Les œufs vivants sont constamment en mouvement, les œufs morts flottent à la surface, se collent sur les parois ou sur le filtre. Il est aisé de les séparer des autres et d'en évaluer le nombre. Il est nécessaire de nettoyer fréquemment le filtre afin d'éviter qu'il se colmate. Une fois éclos, les alevins restent dans la cuve pendant cinq à sept jours.

”Troughs” ou auges d’incubation.

Ce sont des cuves de plastique de 2,40 m de long sur 0,70 m de large et 0,40 m de hauteur, contenant environ 500 l. d’eau. Deux arrivées d’eau, situées dans deux coins opposés, au fond du bassin,

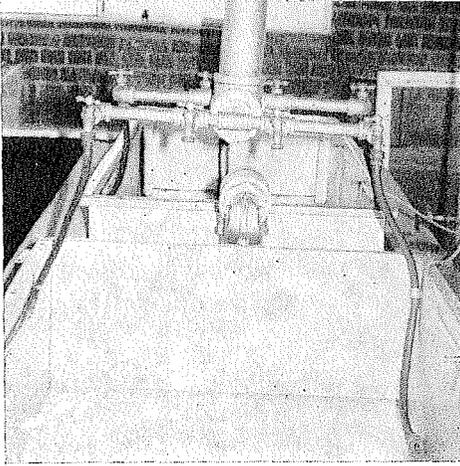


FIG. 4. — Auge d’incubation.

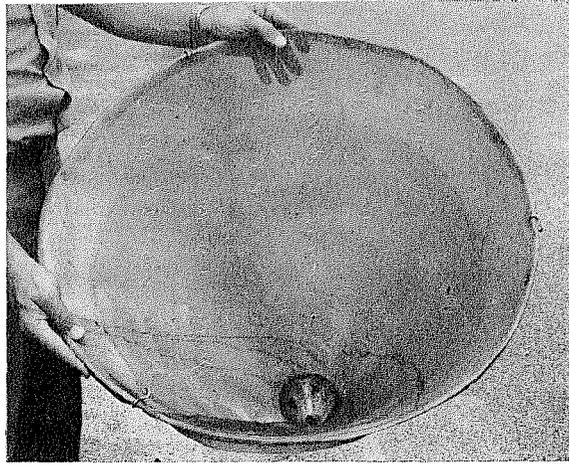


FIG. 5. — Panier d’incubation.

permettent d’établir un courant circulaire (fig. 3 et 4). Ces courants doivent être rigoureusement égaux et de débit constant, car il suffit d’une faible variation de l’un d’eux pour entraîner la perturbation du système. Au centre, deux bulleurs évitent la formation d’une zone stagnante. L’évacuation est assurée par un trop-plein muni d’un filtre.

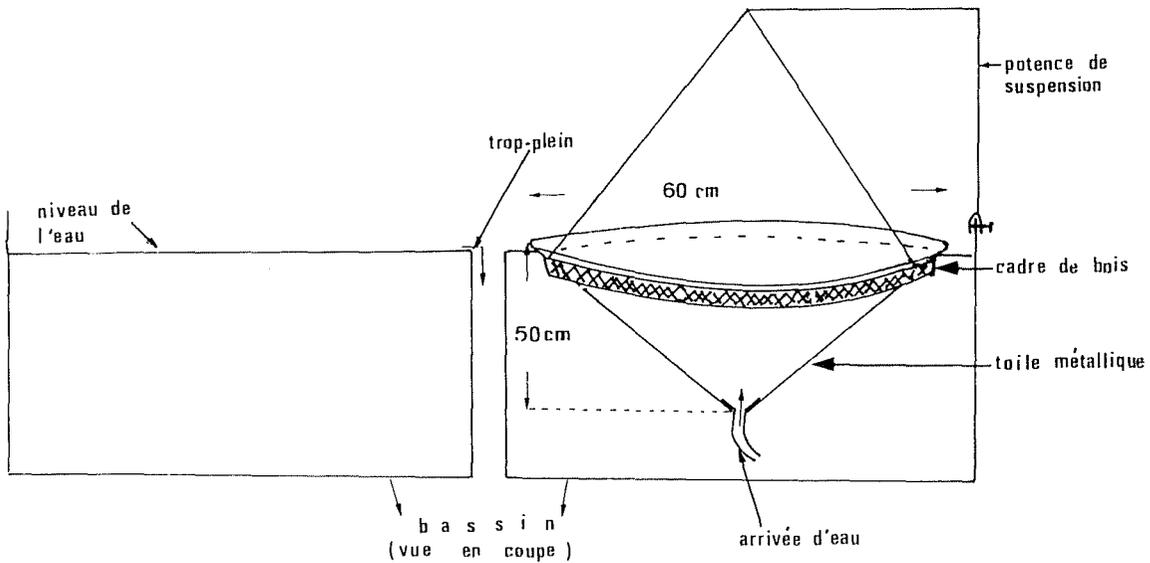


FIG. 6. — Détail d’un panier d’incubation.

Nous avons mis à incuber dans chaque cuve un nombre d’œufs variant de 150 000 à 400 000. Les œufs, comme précédemment, doivent être en suspension et entraînés dans un lent mouvement circulaire. Le prélèvement des œufs morts est difficile en raison du volume de la cuve et du courant ; néanmoins, la plus grande partie de ces œufs flotte à la surface et peut être siphonnée et évaluée.

"Hatching baskets" ou paniers d'incubation.

Nous avons utilisé des cônes de toile métallique de 60 cm de diamètre et 50 cm de hauteur, fixés sur une armature de bois et suspendus dans un bassin (fig. 5 et 6). L'eau arrive par le fond du cône : les œufs sont ainsi constamment brassés.

Nous avons mis dans ce type d'incubateur de 100 000 à 400 000 œufs. Le prélèvement des œufs morts s'y est avéré difficile.

2. Résultats.

Au cours de cette expérience, nous avons remarqué que les œufs semi-pélagiques de *Roccus saxatilis* sont beaucoup plus fragiles que les œufs démersaux de cette même espèce. De très légers chocs mécaniques, tels que les prélèvements à l'aide de pipettes ou l'adhérence momentanée sur les parois de l'appareil, déchirent la membrane chorionique. De nombreuses gouttelettes d'huile sont alors visibles à la surface de l'eau : elles résultent de la coalescence des globules huileux des embryons.

Les pourcentages d'éclosion obtenus avec les différents types d'incubateurs ont été les suivants :

- a) *cuves quadrangulaires* : sur 2 050 000 œufs, 450 000 larves ont éclos soit 22 % d'éclosion ;
- b) *paniers* : sur 1 500 000 œufs, 26 000 larves soit 1,6 % ;
- c) *jarres de Mac Donald* : 620 000 œufs, 500 larves, 0 % ;
- d) *auges d'incubation* : 900 000 œufs, 100 larves, 0 %.

Ces résultats nous montrent que les meilleurs pourcentages d'éclosion ont été obtenus avec les cuves quadrangulaires.

Tous les œufs morts observés au microscope présentent soit un chorion, soit une membrane périvitelline déchirés. Ces déchirures sont dues au frottement des œufs contre la toile métallique constituant les parois des paniers d'incubation. Les expériences de ELLIS (1969) sur l'incubation des œufs semi-pélagiques de *Mugil cephalus* montrent que ces mêmes paniers, construits avec de la toile calibrée pour filets à plancton, donnent des résultats satisfaisants.

Dans les jarres et les auges d'incubation, les œufs s'agglutinent en paquets et meurent pendant les premières heures d'incubation. Ces deux types d'incubateurs sont à rejeter dans le cas des œufs semi-pélagiques.

B. - Facteurs physiques intervenant sur la durée d'incubation et le pourcentage d'éclosion.

1. Température.

Nous avons mesuré la durée d'incubation des œufs démersaux de *Roccus saxatilis* en fonction de la température. Nos résultats, concordant avec ceux de MERRIMAN (1941-1947), PEARSON (1938) et MANSUETTI (1958), montrent que l'éclosion survient après 48 h. d'incubation à la température moyenne de 18° C.

Les travaux de SHANNON et SMITH (1967) sur l'effet de l'augmentation de la température permettent de conclure que :

- a) le temps d'incubation diminue quand la température augmente ;
- b) le pourcentage d'éclosion passe par un maximum à la température de 74 ° F, soit 23°3 C, et diminue ensuite au fur et à mesure que la température augmente ;
- c) le pourcentage d'individus morts et d'individus tératologiques augmente avec la température ;
- d) le pourcentage de survie des larves, calculé 70 h après l'éclosion, diminue tandis que la température augmente.

2. Salinité.

Nous nous proposons de déterminer, d'une part l'intervalle de salinité dans lequel se produit l'éclosion des larves de *Roccus saxatilis*, d'autre part, au sein de cet intervalle, l'influence de la salinité et de la température sur le « water-hardening » (c'est-à-dire l'équilibration osmotique des œufs avec le milieu ambiant pendant la première heure d'incubation), le pourcentage d'éclosion ainsi que la formation d'individus tératologiques. Les expériences ont eu lieu à la pisciculture de Weldon (Caroline du nord).

Description du matériel utilisé.

Nous avons expérimenté dans une pièce à température constante et utilisé des jarres de Mac Donald en plastique. Celles-ci étaient plongées jusqu'aux deux-tiers de leur hauteur dans un bassin contenant de l'eau maintenue à température constante par un thermostat réglable (fig. 7 et 8). Il nous a été impossible d'opérer en circuit ouvert pour chaque salinité en raison du volume d'eau nécessaire.

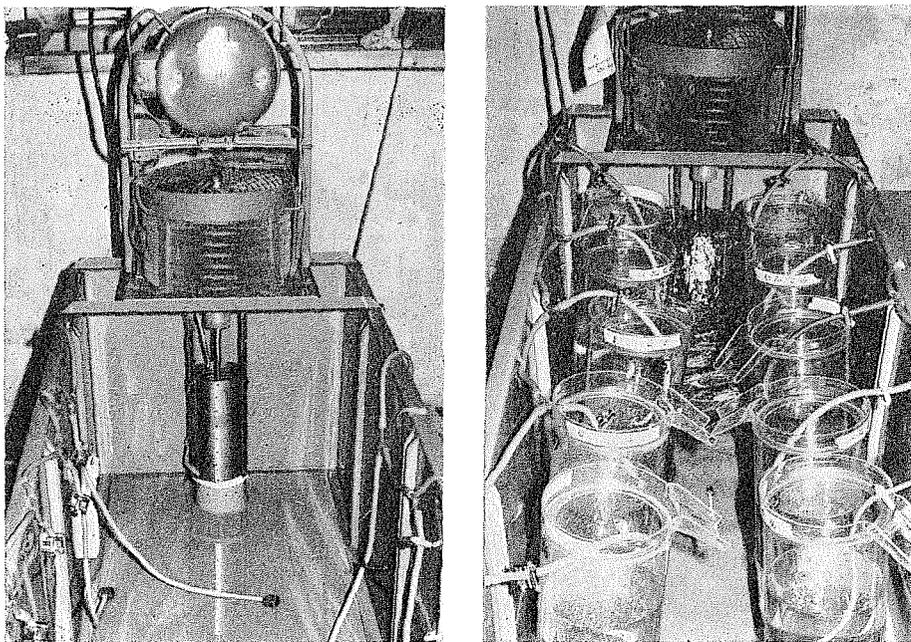


FIG. 7 et 8. — Bassin thermostaté (à gauche) et jarres de de Mac Donald en fonctionnement (à droite).

L'agitation et l'aération sont assurées, dans chacune des jarres, par un bulleur dont le débit est réglable.

Pour préparer les solutions salines, nous avons utilisé des sels de mer commerciaux. Nous avons ainsi préparé une solution mère à 20 % en diluant le poids de sel correspondant dans l'eau distillée. Les différentes salinités désirées étaient ensuite obtenues par dilution de cette solution mère, avec une précision telle que l'erreur finale était de l'ordre de 0,1 %. Pour l'incubation des œufs en eau douce, nous avons utilisé l'eau de la pisciculture, de salinité nulle.

Processus expérimental.

Nous avons procédé à la fécondation artificielle selon le schéma précédemment décrit.

Aussitôt après la fécondation, les œufs étaient mis à incuber à différentes salinités dans les jarres de Mac Donald. En raison du faible résultat obtenu avec les jarres utilisées en circuit fermé

nous avons fixé le nombre d'œufs à incuber à 1 000 par bouteille. Ce nombre étant auparavant déterminé volumétriquement.

Toutes les 8 h, les œufs morts étaient siphonnés et comptés. Le nombre total des œufs mis à incuber était calculé à la fin de l'expérience en additionnant le nombre total d'œufs morts et le nombre de larves écloses.

Nous avons répété chaque expérience deux fois et arrêté celles-ci à la fin de l'éclosion.

Détermination de l'intervalle de salinité optimum.

Nous avons choisi d'étudier les salinités suivantes : 0, 5, 10, 15 et 20 ‰, à la température constante de 65° F soit 18,3° C. Nous avons calculé les pourcentages d'éclosion pour chacune des salinités étudiées (tabl. 1) et exprimé graphiquement nos résultats (fig. 9).

Sal. ‰	exp.	Nbre total d'œufs	Nbre larves écloses	Eclosion %	Pourcentage moyen
0	1	1 028	534	51,94	50,57
	2	1 067	525	49,20	
5	1	1207	945	78,29	72,16
	2	1 131	447	66,04	
10	1	832	413	49,63	56,44
	2	1 353	856	63,26	
15	1	1 175	0	0	0,
	2	1 383	0	0	
20	1	1 249	0	0	0,
	2	1 442	0	0	

TABL. 1. — Mise en évidence d'un intervalle de salinités favorables à l'incubation des œufs de *Roccus saxatilis*.

Nous remarquons que le pourcentage d'éclosion atteint un maximum quand la salinité est de 5 ‰, puis diminue très rapidement. A partir d'une salinité égale à 15 ‰, le pourcentage d'éclosion est nul.

L'intervalle de salinité optimum se situe entre 0 et 10 ‰ et l'intervalle de salinité critique entre 10 et 15 ‰.

En outre, nous avons observé de nombreuses malformations. Quand la salinité de l'eau d'incubation atteint 10 ‰, le pourcentage d'éclosion est important : 56,44 %, mais 20 % des larves écloses présentent des malformations. Le plus fréquemment, l'embryon est légèrement plus petit : 2,55 mm

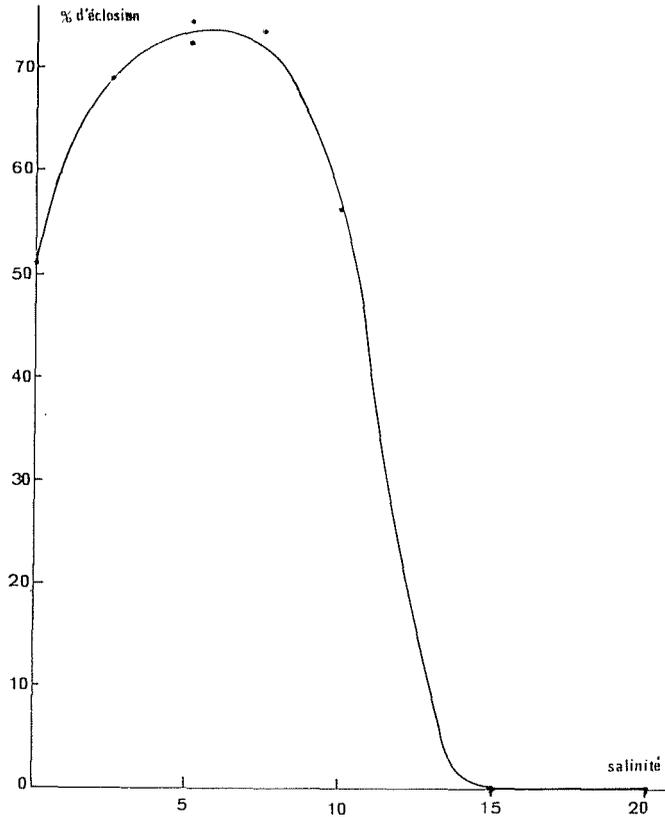


FIG. 9. — Pourcentage d'éclosion en fonction de la salinité.

(3,68 mm à 0 ‰). La queue, souvent tronquée, adopte des positions aberrantes. La courbure occipitale est inversée (tête dirigée vers le haut) (fig. 10).

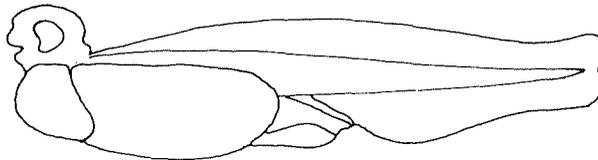


FIG. 10. — Larve tératologique : courbure occipitale inversée L.T. 3,0 mm (× 25).

Quand la salinité atteint et dépasse 15 ‰, le pourcentage d'éclosion est nul. Aucun des œufs ne se développe normalement : le clivage méroblastique du germe s'opère de façon anarchique (fig. 11).

Sal. ‰	Nombre total d'œufs	Nombre larves écloses	Pourcentage d'éclosion	Pourcentage moyen
Température 62° F = 16,7° C				
0	1 244	708	50,91	50,91
2,5	1 363	953	63,91	60,11
	1 526	867	56,31	
5	1 228	944	76,87	73,76
	1 043	737	70,66	
7,5	1 462	1 081	73,33	73,55
	1 140	841	73,77	
10	1 234	596	43,29	61,37
	998	793	79,45	
Température 65° F = 18,3° C				
0	1 232	801	63,01	62,66
	1 318	795	60,31	
2,5	1 146	692	63,38	68,19
	1 297	947	73,01	
5	1 061	731	78,32	74,31
	1 108	679	70,30	
7,5	1 005	772	72,99	74,54
	1 059	806	76,10	
10	1 291	876	67,85	65,33
	1 369	860	62,81	
Température 68° F = 20,0° C				
0	1 032	548	53,10	56,52
	1 121	672	59,94	
2,5	1 092	634	58,05	60,82
	687	437	63,60	
5	813	547	67,28	72,55
	1 033	804	77,83	
7,5	1 078	734	73,10	71,51
	1 004	702	69,92	
10	1 045	517	49,47	54,90
	769	464	60,33	

TABL. 2. — Variations du pourcentage d'éclosion en fonction de la température et de la salinité.

Nous avons choisi d'étudier plus précisément l'intervalle de salinité 0-10 ‰. Dans cet intervalle,

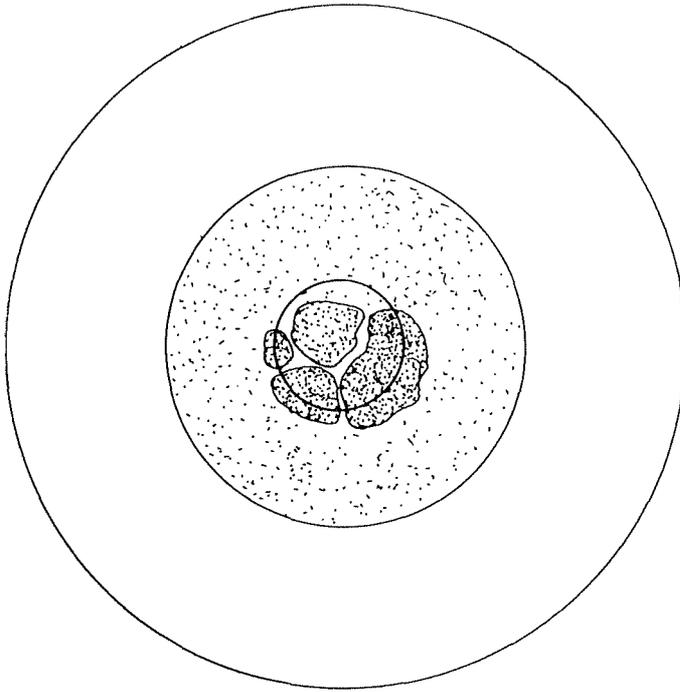


FIG. 11. — Œuf tératologique : germe se développant en amas, Ø 3,9 mm (\times 25).

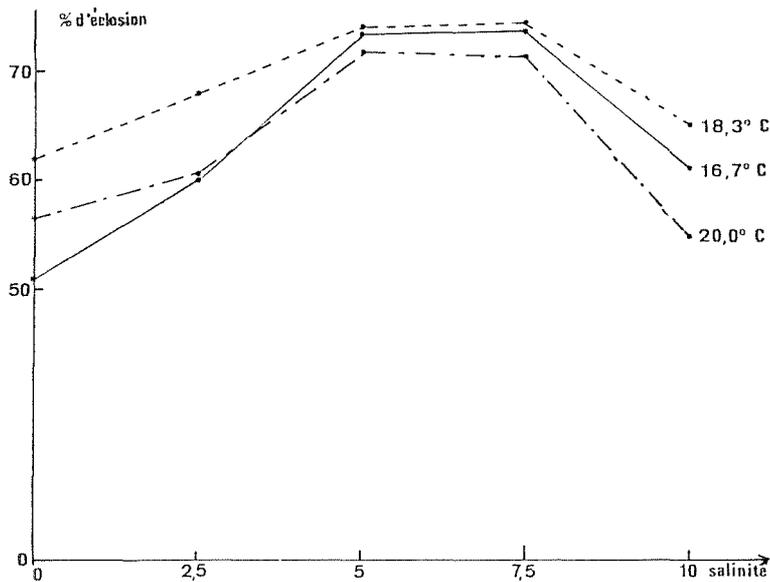


FIG. 12. — Pourcentage d'éclosion en fonction de la salinité et de la température.

nous avons retenu les salinités suivantes : 0-2,5-5-7,5 et 10 ‰. Ces expériences ont été menées à trois températures différentes 62° F (= 16,7° C), 65° F (= 18,3° C), 68° F (= 20° C).

Influence de la salinité et de la température sur les pourcentages d'éclosion.

Nous avons calculé les pourcentages d'éclosion obtenus dans les trois séries d'expériences (tabl. 2) et exprimé graphiquement nos résultats (fig. 12).

Le pourcentage d'éclosion augmente progressivement au fur et à mesure que la salinité augmente de 0 à 5 ‰. Il atteint son maximum entre 5 et 7,5 ‰ puis diminue à partir de 7,5 ‰ jusqu'à ce que la salinité à laquelle les individus tératologiques commencent à apparaître. L'intervalle de salinité optimum de l'eau d'incubation des œufs de *Roccus saxatilis* se situe donc entre 5 et 7,5 ‰.

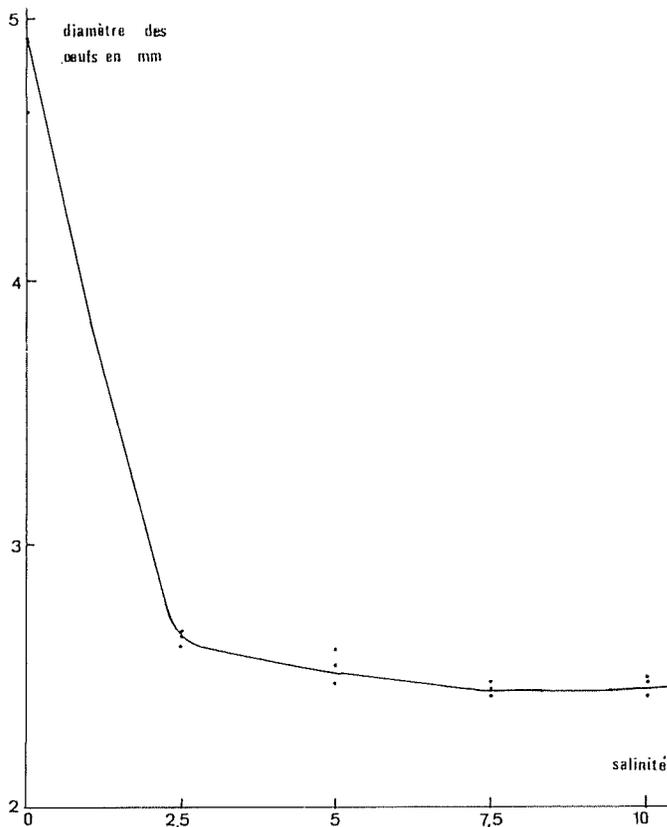


FIG. 13. — Diamètre des œufs en fonction de la salinité.

Nous remarquons, par ailleurs, que les pourcentages d'éclosion dépendent de la température à laquelle se produit l'incubation des œufs. Quelles que soient les salinités étudiées, il atteint un maximum quand la température est de 18,3° C. Le nombre de larves écloses est inférieur quand la température est supérieure ou inférieure à cette valeur. En outre, comme nous l'avons déjà noté, le temps d'incubation diminue quand la température augmente.

Influence de la salinité sur le phénomène du "water hardening".

Deux heures après le début de l'incubation nous avons prélevé des œufs de *Roccus saxatilis* et mesuré leur diamètre ainsi que celui de la gouttelette lipidique qu'ils contiennent.

Nous avons calculé pour chaque condition de température et de salinité les moyennes des deux variables étudiées et appliqué à ces données une analyse de variance (test F) à deux facteurs, sans répétition : LISON (1968).

Les résultats obtenus montrent, qu'en ce qui concerne le diamètre de l'œuf, le test F est hautement significatif (99 %) pour la salinité et non significatif pour la température. Cette donnée semble donc nettement influencée par le premier facteur. En ce qui concerne le diamètre du globule d'huile, le test F n'est significatif ni pour la salinité, ni pour la température. Cette donnée est donc une variable indépendante ; elle a une valeur moyenne constante de 0,90.

Par ailleurs, le diamètre ovulaire diminue brutalement entre 0 et 2,5 ‰, lentement entre 2,5 et 7,5 ‰ et atteint un palier à partir de 7,5 ‰ (fig. 13).

En conclusion, nous pouvons affirmer que le diamètre de l'œuf de *Roccus saxatilis* est fonction de la salinité, ce qui confirme l'hypothèse que le « water-hardening » correspond bien à une équilibration de la pression osmotique de l'œuf avec le milieu extérieur.

Interprétation générale.

Le fait important, qui ressort de cet ensemble d'expériences, est que l'intervalle de salinité 5-7,5 ‰ permet d'obtenir les pourcentages d'éclosion les plus élevés.

Comment expliquer ce phénomène ? Plusieurs hypothèses peuvent être formulées.

a) Dans les conditions naturelles, l'œuf de *Roccus saxatilis* pondu en eau douce est emporté par le courant vers l'estuaire. Son développement se déroule donc dans une eau dont la salinité augmente progressivement. D'un point de vue écologique, on pourrait penser qu'une très faible salinité, recréant les conditions naturelles, favoriserait le développement de l'embryon.

b) Dans cet intervalle de salinité, les échanges osmotiques portent sur des volumes d'eau moins importants qu'en eau douce. Les membranes ovulaires sont donc moins tendues et ont une résistance supérieure aux chocs mécaniques. Une cause de mortalité importante disparaîtrait donc ainsi.

c) La concentration moyenne du milieu intérieur des poissons est de 48 ‰. En admettant que l'embryon de *Roccus saxatilis* ait un milieu intérieur dont la concentration soit identique à celle de l'adulte, on en déduit que son développement est d'autant plus aisé qu'il se déroule dans un milieu dont la concentration est plus proche de son milieu intérieur. Les échanges osmotiques indispensables nécessitent un minimum de dépenses énergétiques chez l'embryon. Dans cette optique, on peut souligner qu'à 10 ‰, on observe un pourcentage d'éclosion important, qu'à 20 ‰ des œufs donnent naissance à des larves tératologiques, et qu'à 15 ‰ la totalité des œufs présente des segmentations anarchiques.

Il est certain que la complexité du développement embryonnaire met en jeu de nombreux paramètres. C'est pourquoi la convergence de plusieurs faits distincts, dans ce domaine, acquiert valeur d'argument. Des hypothèses précédemment énoncées, nous retiendrons d'abord qu'elles mettent en relief l'importance de la pression osmotique lors de l'incubation des œufs de *Roccus saxatilis* ; ensuite que la convergence de ces trois hypothèses indépendantes les unes des autres constitue une explication de l'importance des taux d'éclosion dans l'intervalle de salinité de 5 à 7,5 ‰. Seule une expérimentation approfondie permettrait de vérifier ces hypothèses.

C. - Résistance larvaire.

L'éclosion en pisciculture survient au bout de 48 h à 18° C. Les larves, au fur et à mesure de leur éclosion, nagent vers la surface et passent dans l'aquarium par le trop-plein des jarres de Mac Donald. Elles sont ainsi gardées en circuit ouvert dans les aquariums, vivant sur leurs réserves vitellines pendant 5 à 6 jours, âge auquel la bouche commence à s'ouvrir et les contractions péristaltiques à devenir visibles.

Pendant cette période, les alevins sont transvasés dans des sacs de plastique remplis aux trois quarts d'eau (environ 4 litres), puis les sacs gonflés à l'oxygène sont fermés hermétiquement, placés

dans des boîtes thermiquement isolantes, afin de maintenir une température constante, et expédiés dans différents états ou pays en vue d'un réempoissonnement.

La période optimum pour l'envoi des larves n'étant pas connue, une expérience fut menée à Moncks Corner, à la demande des pisciculteurs, afin de déterminer à quel âge les alevins sont les plus résistants et pendant combien de temps ils peuvent rester en milieu confiné.

Nous désignerons par résistance larvaire, à un âge donné, le pourcentage de survie des larves pendant un temps passé en milieu confiné.

1. Principe de l'expérience.

Les œufs d'une femelle, fécondés artificiellement d'après la méthode décrite précédemment, sont placés dans 3 jarres de Mac Donald et, à l'éclosion, les larves passent dans un aquarium. L'expérience a débuté à la fin de l'éclosion, c'est-à-dire environ au bout de 3 h, quand les jarres de Mac Donald se sont complètement vidées des œufs.

Afin de recréer des conditions identiques à celles de l'expédition dans les différentes régions,

Temps passé en milieu confiné	Age des alevins							
	éclosion		1 jour		2 jours		3 jours	
	1	2	1	2	1	2	1	2
24 h	88,5	71,0	—	95,7	63,5	95,0	42,3	74,0
48 h	86,8	71,8	—	93,7	30,0	92,0	0	89,3
72 h	84,7	66,9	—	70,0	0	64,5	0	42,5

TABL. 3 — *Survie des larves en fonction du temps passé en milieu confiné (exprimée en pourcentage), expérience faite sur deux lots de parents différents (1 et 2).*

nous avons utilisé, pour tester la résistance des larves, des sacs de plastique, chacun contenant 1 000 à 1 500 larves dans 750 cm³ d'eau, ce qui correspond à une concentration de 1 à 2 larves par cm³. Les sacs, complétés à l'oxygène, hermétiquement fermés, sont mis dans un bassin contenant de l'eau à température constante : 65° F ± 2° F (18,3° C ± 1° C).

Chaque jour, une série de 3 sacs (A,B,C) est préparée. Le sac A est ouvert après un séjour de 24 h en milieu confiné, le sac B après 48 h, le sac C après 72 h. Pendant 4 jours, nous avons ainsi préparé 4 séries de sacs, correspondant à 4 âges larvaires différents : éclosion, 1 jour, 2 jours, 3 jours. Chaque sac ne fut manipulé qu'une seule fois : à l'ouverture.

Nous comptons alors toutes les larves, mortes et vivantes, en les siphonnant. Afin d'éviter la mortalité instantanée due aux changements des conditions thermiques au moment du comptage, les larves étaient maintenues à température constante et en courant continu.

Le contenu des sacs est vidé dans un récipient plat, en relation avec un bac contenant de l'eau à 65° F (18,3° C) ; l'écoulement se fait par l'intermédiaire d'un siphon permettant de pipetter les larves une à une et ainsi de les compter.

L'expérience fut répétée deux fois avec deux lots de parents différents. Les résultats de l'expérience en pourcentage de survie des larves, fonction du temps passé en milieu confiné, sont portés dans le tableau 3.

2. *Interprétation* (fig. 14 et 15).

Nous n'avons pas tenu compte des larves âgées de 1 jour dans la première expérience, car, après comptage, le nombre de larves contenues dans 750 cm³ atteignaient 3 500. La concentration, égale dans ce cas à 5 larves par cm³, était donc très éloignée de celle désirée. Toute la série, se trouvant par conséquent dans des conditions très différentes, a été supprimée.

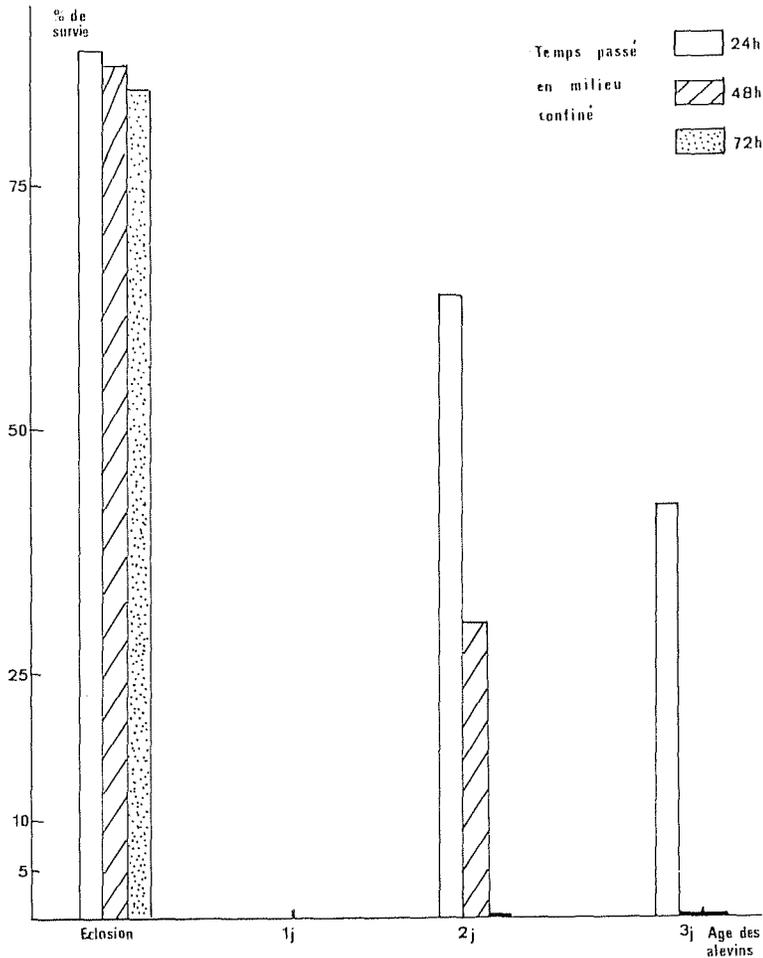


FIG. 14. — *Résistance larvaire*, première expérience.

On remarque que les pourcentages de survie sont plus faibles dans la première expérience. Ceci est dû au fait que les sacs posés sur le fond du bassin se sont renversés : les larves prises dans les replis du sac de plastique autour de la fermeture se sont asphyxiées, provoquant ainsi une forte mortalité. Afin d'éviter ces erreurs, nous avons par la suite suspendu les sacs dans le bassin, au cours de la deuxième expérience.

La forte mortalité obtenue dans la première expérience est aussi due, en partie, à une pollution du milieu par les larves mortes. Nous avons pu en effet remarquer qu'à partir d'un pourcentage de mortalité égal ou supérieur à 50 %, un phénomène de putréfaction apparaît qui tue toutes les larves en quelques heures. Nous avons pu observer ceci dans des sacs contenant des larves âgées de 3

jours et ayant séjourné en milieu confiné pendant 48 h et 72 h. Les larves étant décomposées, il nous a été impossible de les compter ; quelques gouttelettes huileuses flottaient à la surface, provenant du globule d'huile de l'alevin.

La quantité d'oxygène dissous dans l'eau des sacs à l'ouverture de ceux-ci était largement suffisante (8 ppm) à la survie des larves. Dans les sacs ayant subi le phénomène de putréfaction, le taux d'oxygène était tombé à 3 ppm.

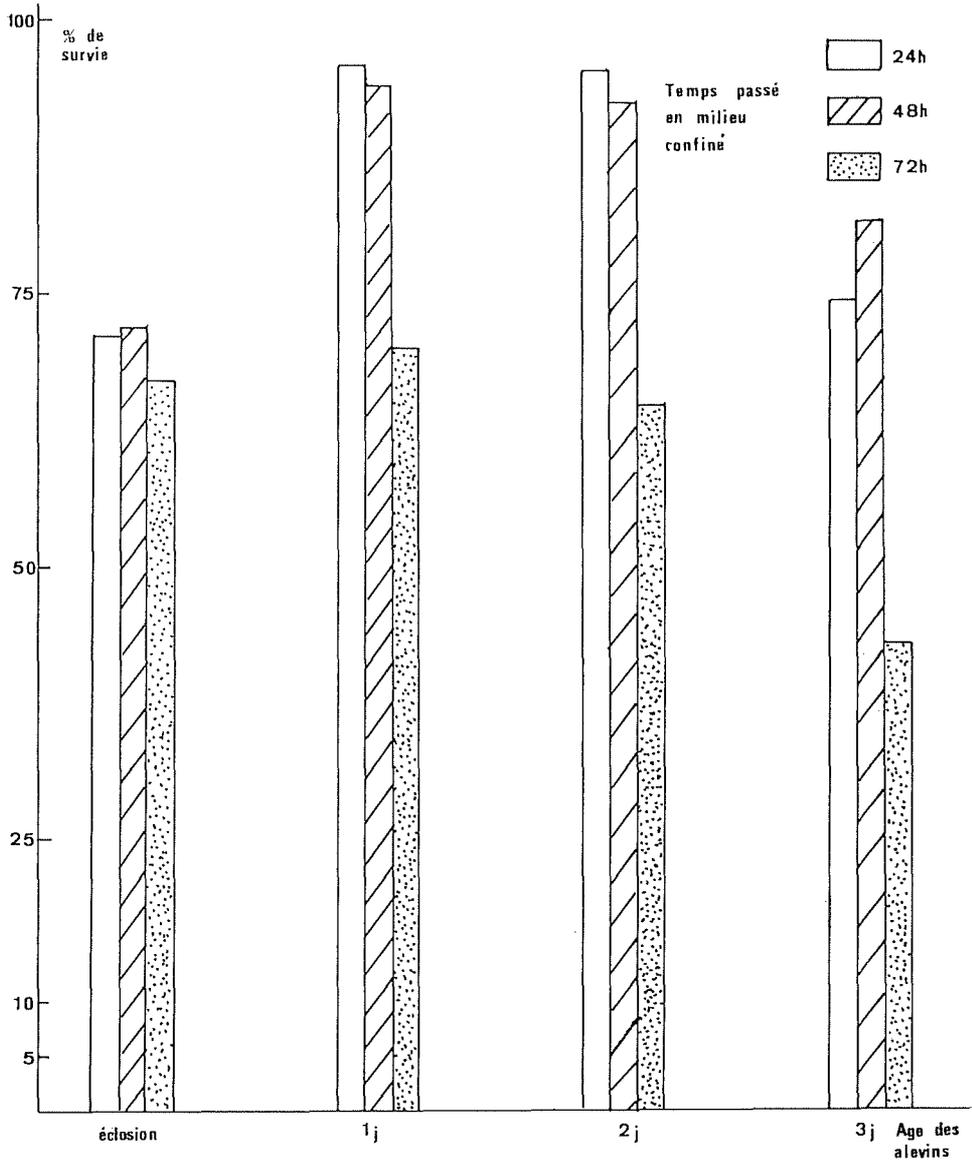


FIG. 15. — Résistance larvaire, deuxième expérience.

En règle générale, à un âge donné, la résistance des larves diminue au fur et à mesure que le temps passé en milieu confiné augmente. À temps égal, passé en milieu confiné, la résistance larvaire, faible à l'éclosion, augmente pour atteindre son maximum entre 1 et 2 jours et diminue ensuite avec l'âge. Les larves âgées de 1 et 2 jours semblent être les plus résistantes.

48 h est le temps maximum que peut supporter une larve de *Roccus saxatilis* en système confiné. Ce temps dépassé, on atteint une mortalité supérieure ou égale à 30 %. Ceci correspond aux résultats obtenus au cours de l'envoi de larves de *Roccus saxatilis* en Russie, en 1965, par la pisciculture de Weldon située sur la rivière Roanoke. Des larves âgées de 2 jours, placées à une température de 18°C, dans un sac gonflé d'oxygène, ont eu une survie moyenne de 20 % (40 % dans les meilleurs cas), après un séjour en milieu confiné de 50 h.

Actuellement, les pisciculteurs ont constaté que les alevins placés en eau saumâtre étaient plus résistants. Les essais d'envoi de larves s'effectuent dans une eau de salinité égale à 1 ‰.

Nous observons qu'à un âge donné, les pourcentages de survie obtenus après 24 h, 48 h et 72 h passées en milieu confiné restent groupés pour les deux premières valeurs, diminuent considérablement après 48 h. A l'éclosion, ces trois valeurs, dans les deux expériences, restent groupées. Nous pensons qu'il se produit chez la larve à peine éclosue, un blocage du métabolisme ; le jeune alevin n'évoluant pas, sa résistance se maintient autour d'une moyenne tant que l'oxygène dissous est suffisant. Nous avons pu observer une grande différence entre les larves âgées de 3 jours après un séjour de 72 h en milieu confiné et les larves du même âge ayant séjourné en aquarium. Les réserves vitellines des premières sont plus importantes, les yeux moins pigmentés, la larve en général moins développée.

D. - Essais relatifs à différents types de nourriture.

Il s'agit de déterminer une nourriture artificielle autre que le plancton, susceptible d'être acceptée par les larves de Bar rayé fraîchement écloses, après la résorption du sac vitellin.

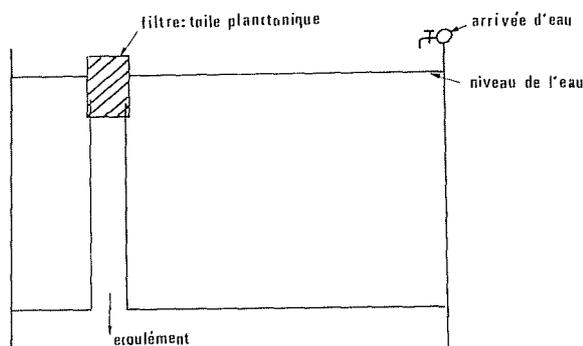
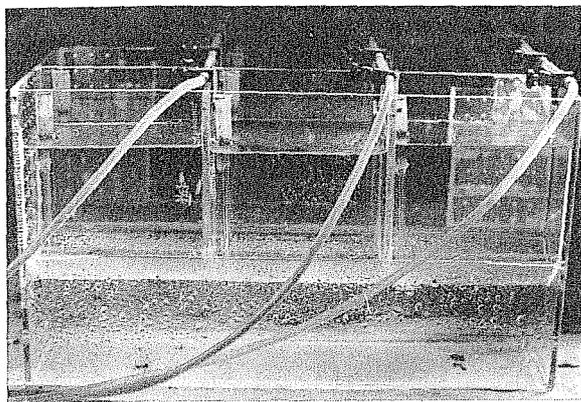


FIG. 16 et 17. — Aquarium à douze cases (à gauche) et détail d'une case, vue en coupe (à droite).

1. Processus expérimental.

Nous avons utilisé un aquarium de plastique divisé en 12 cases (fig. 16) de 13 cm de longueur, 7,5 cm de largeur et 13 cm de hauteur, ce qui correspond à un volume de 1,3 l, comportant chacune une arrivée d'eau et un filtre (fig. 17). Nous avons opéré avec un débit d'eau de 100 cm³/mn et à la température constante de 18°C. Dans chaque case, nous avons placé 100 larves âgées de 3 jours et administré une nourriture, à l'exception d'une case témoin ne percevant aucune nourriture.

Régimes alimentaires testés.

- a) Case témoin : pas de nourriture.
- b) Plancton.
- c) Larves d'*Artemia salina*.
- d) Larves d'*Artemia salina* + SD3 (préparation commerciale, en poudre, pour larves de truite).

- e) Larves d'*Artemia salina* + PR4 (préparation commerciale, en poudre, pour larves de truite, plus riche en protéines que la première).
- f) SD3, seul, en poudre.
- g) SD3 humidifié et présenté sous forme de pâte.
- h) PR4, seul en poudre.
- i) PR4 humidifié et présenté sous forme de pâte.
- j) Pâte préparée à partir d'une préparation commerciale, en poudre, pour alevins de saumon.
- k) Nourriture séchée pour poissons tropicaux.
- l) Filtrat d'un broyat de foie de bœuf.

Toutes les deux heures, les larves sont nourries et les déchets enlevés. Le plancton est prélevé journallement dans les mares à l'aide d'un filet à maille de 300 μ .

Régime alimentaire	Age au début d'ingestion	Contenus stomacaux	Age des larves (mort. 100%)	Long. des larves (mm)
Groupe témoin	—	—	16	5,4
Plancton	7 jours	Copépodes (2 à 3 organism. en permanence dans intestin)	11	6,0
<i>Artemia salina</i>	7 jours	3 à 4 larves par intestin	32	7,5
<i>A. salina</i> + SD 3	7 jours	<i>Artemia</i> uniquement (2-3 par intestin)	18	6,0
<i>A. salina</i> + PR 4	7 jours	<i>Artemia</i> (3 à 4 par intestin)	33	9,8
SD 3 en poudre	—	estomacs vides	16	6,0
SD 3 en pâte	—	» »	15	6,0
PR 4 en poudre	—	» »	16	6,0
PR 4 en pâte	—	» »	15	5,9
Nourriture pour saumon, en pâte	—	» »	15	5,9
Nourriture sèche pour poissons tropicaux	—	» »	12	5,9
Filtrat de broyat de foie de bœuf	—	» »	15	6,0

TABL. 4. — Résultats obtenus avec différents régimes alimentaires ; l'âge des larves est exprimé en jours pour une mortalité de 100 %, la longueur des larves, exprimée en mm, est la longueur totale à la fin de l'expérience.

Les larves d'*Artemia salina* sont élevées dans des aquariums contenant de l'eau légèrement salée et à une température constante de 27°C. Les larves éclosent après 48 h d'incubation ; on utilise le phototropisme positif des larves pour les séparer des œufs morts.

2. Résultats.

Nos résultats sont consignés dans le tableau 4. Les pourcentages de survie les plus importants ont été obtenus avec un régime alimentaire constitué de larves d'*Artemia salina* d'une part et d'un mélange

de ces mêmes organismes avec la préparation commerciale en poudre pour truite (PR4). Ci-dessous la composition chimique de cette nourriture artificielle :

Protéines (43,46 %), huile (8,93 %), hydrate de carbone (26,44 %), fibres (4,72 %) et cendres (9,03 %) ;

la valeur énergétique de cette opération est de 4 500 kcal/kg.

Les résultats obtenus avec ces deux régimes sont similaires. Cependant, les larves sont plus développées dans le deuxième cas ; ceci indiquerait que, bien que le PR4 ne soit pas présent dans les contenus stomacaux, il augmenterait la capacité d'absorption des larves de Bar rayé. Il faut remarquer toutefois que celles-ci sont émaciées et leur activité réduite. En fin d'expérience, très peu vivaces, elles semblent souffrir de malnutrition. Le faible résultat obtenu avec le plancton est dû à un mauvais fonctionnement dans le débit d'eau.

Aucun des autres régimes alimentaires artificiels utilisés, n'est à retenir. Les larves survivent en moyenne 15 jours, elles ne se nourrissent pas et ne se développent pas.

3. Conclusions.

On ne connaît pas encore de nourriture artificielle commerciale, présentée en poudre ou en pâte, assimilable par les jeunes larves de Bar rayé. Seuls les nauplii d'*Artemia salina* sont acceptés ; mais ce procédé, couramment utilisé dans les expériences est onéreux, et il est difficile d'envisager son emploi dans un élevage semi-intensif.

E. - Conditionnement des larves à l'acceptation de nourriture.

MORRIS (1956), étudiant la nutrition des larves de poissons marins, pose le problème d'un point de « non retour », et MARR (1956) mentionne l'existence d'une « période critique ». Si la nourriture artificielle est mise à la disposition des larves avant que celles-ci puissent commencer à se nourrir, on observe le démarrage de la nutrition larvaire dès que l'intestin devient fonctionnel. Si, au contraire, cette nourriture est apportée quand l'intestin fonctionne déjà, les larves éprouvent des difficultés à saisir les proies et quelquefois meurent d'inanition : c'est le point de « non retour ».

Expérimentalement, sur les larves de *Roccus saxatilis*, nous avons noté la présence de nourriture dans l'intestin, dès que celui-ci devient fonctionnel, c'est-à-dire à l'âge de 7 jours, quand la nourriture artificielle constituée de larves d'*Artemia salina* a été mise à la disposition des jeunes alevins dès l'âge de 5 jours. La prise de nourriture subit un retard d'environ 48 h quand la nourriture elle-même est donnée à l'âge de 7 jours.

Par ailleurs, nous avons expérimenté sur des larves de poissons marins : *Achirus lineatus* (Soleidae) et *Lagodon rhomboides* (Sparidae). Ces deux espèces meurent d'inanition, deux jours après l'apparition des contractions péristaltiques de l'intestin, si la nourriture n'est pas présentée dès que les yeux de la larve se pigmentent.

D'après ces résultats, nous pouvons avancer qu'il existe un temps de latence entre la présentation de la première nourriture et son acceptation. Cette période précède obligatoirement la première réponse au stimulus visuel ou olfactif que représente l'aliment. Le conditionnement ne peut ainsi être obtenu qu'après un délai dont la durée varie selon l'espèce. Pour le *Roccus saxatilis*, elle est de deux jours. Le début du conditionnement a lieu avant même que l'intestin devienne fonctionnel, ce qui permet à la larve de s'alimenter dès qu'elle en est physiologiquement capable. Toutefois, nous n'observons pas comme MORRIS (1956) l'a signalé sur d'autres espèces, et comme nous l'avons vérifié sur certaines espèces marines, de point de « non retour » ; un retard de 2 jours, intervenant dans la première distribution de nourriture, ne provoque pas la mort des larves de *Roccus saxatilis*.

Etant donné les techniques utilisées et la connaissance biologique du poisson qu'elles impliquent, nos expériences ont été centrées sur les points faibles de cette technologie : la survie des lar-

ves et la connaissance de leurs exigences. La première expérience, portant sur la température d'incubation des œufs, a montré que les temps d'incubation courts, à températures élevées, correspondaient à des pourcentages d'éclosion moins intéressants.

La possibilité d'augmenter la production larvaire par l'incubation des œufs dans des milieux à salinités différentes s'est révélée intéressante, un milieu de 5 ‰ à 7,5 ‰ favorise l'incubation des œufs de Bar rayé alors que l'incubation artificielle se fait traditionnellement en eau douce. En outre, nous avons constaté que des salinités plus élevées provoquaient soit l'éclosion d'individus tératologiques et non viables à 100 %, soit le développement anarchique du germe dans les œufs.

Enfin, nous nous sommes attachée au problème de la survie larvaire liée à la résistance des larves puis à leur comportement alimentaire.

Nous avons pu définir ainsi qu'il est délicat de manipuler des larves âgées de moins de 48 h, mais qu'au-delà de 72 h, des exigences diverses, nutritives notamment, apparaissent et abaissent la résistance larvaire.

Il nous a été également possible de mettre au point un appareillage destiné à tester les prises de nourriture par les larves ; les conditions de maintien des larves sont identiques en tous points à l'exception du régime alimentaire. Les nourritures artificielles utilisées n'ont pas donné de résultats positifs mais il est probable que c'est là une des solutions d'avenir susceptible de favoriser le contrôle de la première phase de croissance du *Roccus saxatilis*.
