

10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium, Sept. 17-23, 1975. Vol. 1:171-188.

*La ration alimentaire dans l'élevage larvaire du bar, Dicentrarchus labrax (L.) **

M. Girin

Centre Océanologique de Bretagne, Centre National pour l'Exploitation des Océans, B.P. 337, 29273
Brest Cédex, France

Abstract

The feeding ration in the larval culture of sea bass, Dicentrarchus labrax (L.)

— During the spring of 1974, 364,000 sea bass larvae, obtained from natural spawnings in captivity, were reared up to 1 month, in 60-500 l tanks in 22 different experiments. The only food for the fish larvae, consisted of the rotifer *Brachionus plicatilis* Müller, and nauplii or metanauplii of the branchipod *Artemia salina* L. Larval density at the beginning of the experiments ranged from 28-154/l. It was reduced after 1 month to 2-32 larvae/l., the survival ranged from 3-69 %.

Under the experimental conditions employed, survival seemed to be strictly related to the daily feeding regime. Both survival and growth seemed to be independent from the size of the culture tanks and from the larval density.

The nutritional budget of 30 day old fingerlings was calculated and growth curves (size and weight) established. —

Résumé

— 364000 larves de bar provenant de pontes naturelles en captivité sont élevées au printemps 1974 jusqu'à l'âge de 1 mois en 22 lots différents, dans des bacs de 60-500 l. Leur nourriture est composée exclusivement du Rotifère *Brachionus plicatilis* Müller, de nauplii et de metanauplii du Branchiopode *Artemia salina*. La concentration des larves varie de 28-154/l en début d'expérience, et de 2-32/l à 1 mois, avec des survies allant de 3 à 69 %. Dans les conditions expérimentales, la survie et la croissance semblent être indépendantes de la dimension des bacs d'élevage et de leur charge en larves. La survie est par contre nettement reliée à la ration quotidienne en proies offertes. Les quantités de nourriture nécessaires pour produire l'alevan de 30 jours sont calculées. Des courbes de croissance en taille et en poids sont établies. —

* Contribution no. 414 du Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne.

Introduction

Le bar, ou loup, *Dicentrarchus labrax* (L.) du fait de sa valeur marchande élevée, fait l'objet, depuis une dizaine d'années, de tentatives d'aquaculture plus élaborée que le grossissement extensif pratiqué traditionnellement dans certaines lagunes des bords de la Méditerranée. L'un des volets de la recherche entreprise concerne l'élevage de la larve, de la naissance à l'obtention du juvénile possédant tous les caractères de l'adulte, à la taille près.

Une fois les principaux problèmes de l'induction de la ponte résolus (Alessio *et al.*, 1973), c'est en 1972 qu'apparaissent les premiers juvéniles d'élevage (Arcarese *et al.*, 1972 ; Barnabé et René, 1972). Il semble que plus de 100,000 animaux de 2 mois furent produits en 1973 (Lulare et Villani, 1973 ; Barnabé, 1974a,b ; Boulineau, communication personnelle). Mais, malgré ces succès, de nombreuses difficultés subsistent encore, particulièrement sur le plan de la reproductibilité des expériences.

La plupart des élevages sont en effet réalisés dans des unités dépassant la dizaine de m³, selon des méthodes dérivées de la technique japonaise des "eaux vertes", qui constituent des milieux très stables, mais difficilement contrôlables. C'est pourquoi, il nous a semblé intéressant d'appliquer à cette espèce une méthode d'élevage larvaire contrôlé en petits volumes déjà expérimentée sur le turbot, *Scophthalmus maximus* (L.) (Girin, 1974a,c) et la sole, *Solea solea* L. (Girin, 1974b).

Les expériences décrites ici portent sur le premier mois de vie, à la fin duquel l'organogénèse est pratiquement achevée (Barnabé *et al.*, sous presse). Pendant cette période, toute la nourriture offerte est constituée de proies vivantes.

Matériel et méthodes

Toutes les larves employées proviennent d'œufs pondus et fécondés naturellement, entre le 28 mars et le 8 avril 1974, par un stock de 23 géniteurs en captivité depuis 2 ans au moins, dans un bassin cylindrique de 20 m³ (Boulineau, 1974). Durant cette période, 840,000 œufs pélagiques sont récupérés dans un collecteur décrit antérieurement (L'Herroux *et al.*, 1974). L'incubation est réalisée dans des paniers rigides de 30 l, avec un renouvellement de 180 l/h (Fig. 1), à la température normale de l'eau à cette saison (11-12 °C), ou en eau légèrement réchauffée (14 °C). Du fait d'incidents de rodage de l'installation, 460,000 larves seulement arrivent à l'éclosion dans les paniers. La dernière incubation fournit 111,000 larves (90 % d'éclosion) dans un seul d'entre eux.

Les élevages sont réalisés dans des aquariums parallélépipédiques de 60 l en "altuglas" transparent, des bacs cylindriques de 500 l en polyéthylène blanc et des bacs de 60, 150, et 480 l, de même forme que les bacs d'incubation, en polyester enduit intérieurement de peinture epoxy grise ou beige clair. Dans ces derniers bacs, les orifices d'alimentation en eau et en air sont situés à la pointe du cône. Les autres caractéristiques techniques, et le taux de renouvellement de l'eau, ne sont pas modifiés par rapport aux expériences précédentes sur la sole et le turbot (Girin, 1974b,c).

L'alimentation en eau est fournie par trois circuits semifermeés équipés de filtres à sable, avec renouvellement de 10-20 % du volume par heure. La température varie au

Ration alimentaire du bar, Dicentrarchus labrax

cours des expériences de 17.5-20 °C. Outre l'éclairage naturel de la salle, un appoint est fourni par des lampes à incandescence de 100 et 150 w au-dessus des bacs de 60 et 150 l, et des tubes fluorescents de 40 à 200 w au-dessus des autres, 14 heures par jour.

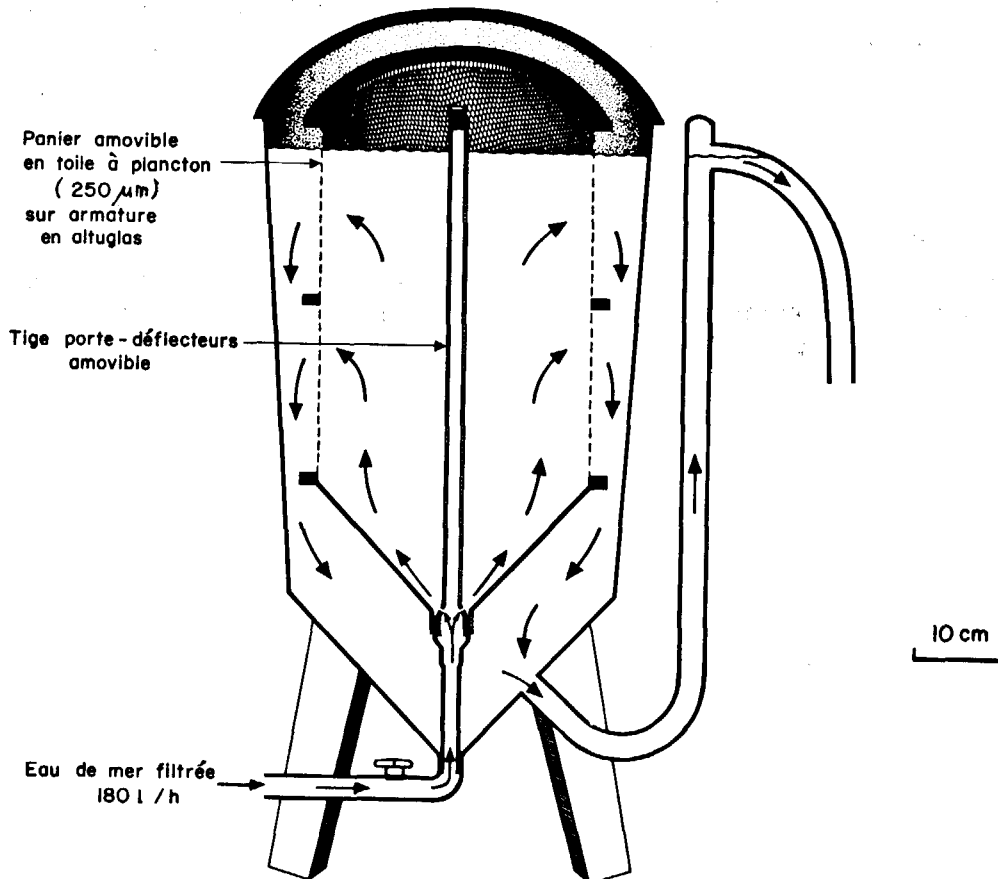


FIG. 1. Panier d'incubation en place dans son bac d'alimentation.

La dose quotidienne de proies est offerte en fin de matinée. Le régime de la première expérience est établi en combinant des données communiquées par Boulineau (1974) sur trois expériences d'élevage en bacs cylindriques de 500 l, celles de Barnabé (1974a) et les informations acquises antérieurement dans des essais de ce genre avec d'autres espèces (Girin, 1974b, c). Dans le schéma de Boulineau (1974), entre 16 et 20 °C le Rotifère *Brachionus plicatilis* Müller est offert en quantités croissantes du 4^e au 15^e à 25^e jour, puis en quantités décroissantes jusqu'au 45^e jour. Il est remplacé progressivement par des nauplii d'*Artemia salina* L., à partir du 15^e jour, ainsi que des *Artemia* de 1.2 à 3 mm à partir du 25^e au 35^e jour. Dans le schéma de Barnabé (1974a), à 15-16 °C, les Rotifères sont remplacés par du plancton naturel (Copépodes) le 15^e jour, tandis que des nauplii d'*Artemia* sont ajoutés dès le 12^e jour. La technique employée ne permet pas de déterminer exactement quand les Rotifères cessent d'être disponibles pour les larves.

Les expériences décrites ici emploient des *Brachionus* nourris de *Tetraselmis suecica* Butcher vivantes (Girin et Devauchelle, 1974), des nauplii d'*Artemia* (souche de San Francisco) et des *Artemia* de 0.9 mm nourries de *Tetraselmis* congelées ou de Spirulines (*Spirulina maxima* Geitler) atomisées (Person-Le Ruyet, sous presse). Les Rotifères sont produits en élevage mixte avec le Copépode *Tisbe furcata* (Baird), bien apprécié par les larves de plus de 2 semaines, qui n'est pas individualisé dans les schémas alimentaires (en moyenne six Copépodes pour 200 Rotifères). Il n'est pas employé de Copépodes pêchés.

Une concentration de 15,000 *Tetraselmis*/ml est établie dans les bacs d'élevage la veille de la première distribution de nourriture. Il n'en est plus ajouté ensuite. Les proies sont distribuées chaque jour selon des schémas établis à l'avance, qui sont rapportés à une larve mise en élevage le jour de l'éclosion (jour 0). Les doses d'*Artemia* sont calculées de façon à tenter de faire en sorte qu'environ 90 % d'entre elles soient consommées dans les 24 heures qui suivent une distribution.

Résultats

Ponte 1 (éclosion le 2 avril)

Cette première expérience vise à la mise au point d'un régime alimentaire efficace, à base seulement de Rotifères et d'*Artemia* ; à la suppression des Rotifères, nourriture particulièrement onéreuse, plus tôt que dans les expériences de Boulineau (1974) ; et à une analyse de l'influence de la nature du bac d'élevage sur la survie au début de l'alimentation.

Le jour de l'éclosion 32,000 larves sont réparties en trois lots de 2,000 (a, b, et c), dans des aquariums de 60 l en altuglas (33 larves/l), un lot de 2,000 (d) dans un aquarium identique en PVC gris, un lot de 2,000 (e) dans un bac conique de 60 l en polyester, et un lot de 22,000 (f) dans un bac de 500 l en polyéthylène (44 larves/l). Les rations alimentaires quotidiennes (Fig. 2) sont strictement identiques au départ pour tous les lots, d'où une concentration en proies plus élevée dans le dernier bac. La température de l'eau varie entre 17 et 18 °C.

Les lots c, d, et e sont transférés le jour 10 dans des aquariums en altuglas propres, et les larves survivantes dénombrées : 1,360 (68 % de survie) pour c, 782 (39 % de survie) pour d, et 1,314 (66 % de survie) pour e. Les animaux vivants à ce stade ont passé avec succès la phase critique de première alimentation, le 10^e jour, à cette température correspondant au 11^e-12^e jour des expériences de Barnabé (1974a) où la survie moyenne est de l'ordre de 55-60 %. Il est possible que le résultat relativement mauvais enregistré dans l'aquarium en PVC soit accidentel, mais aucun phénomène anormal n'a été observé. On peut aussi supposer que les parois opaques grises rendent le repérage des Rotifères plus difficile que sur des parois transparentes. Cette gêne serait compensée dans le bac conique par un mouvement général de la masse d'eau favorisant les rencontres fréquentes entre proies et prédateurs. Quoi qu'il en soit, le bac conique, d'un emploi plus commode, et donnant de bons résultats, sera systématiquement employé dans les expériences suivantes.

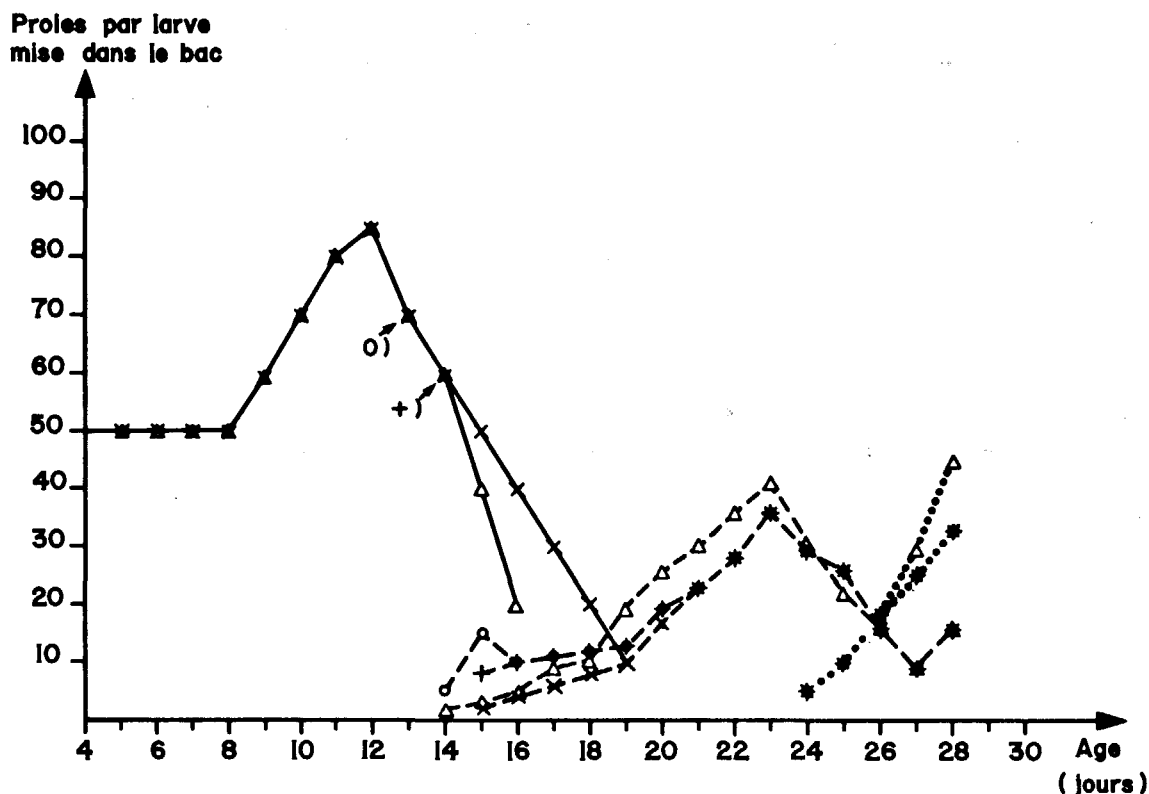


FIG. 2. Schémas alimentaires de la ponte 1. — Rotifères; - - - *Artemia* (nauplii); *Artemia* (0.9 mm); + lots a et e; *: lots b et c; o: lot d; Δ lot f.

Pour d, employé comme lot d'essai, le passage des Rotifères aux nauplii d'*Artemia* est fait sans recouvrement, entre les jours 13 et 14. Les *Artemia* étant bien acceptées, a et e reçoivent le même traitement un jour plus tard. Il est préféré pour b et c un changement de régime progressif et plus tardif, avec recouvrement des deux proies les jours 15 à 19. Le lot f, test comparatif en volume plus important, reçoit un traitement intermédiaire, sous la forme d'un changement de régime avec recouvrement les jours 14 à 16.

Le jour 29, 400 alevins sont dénombrés en d (20 % de survie), 390 en a (19,5 % de survie) et 502 en e (25 % de survie), 435 en b (22 % de survie) et 319 en c (16 % de survie); tandis qu'un échantillonnage en indique 6,800 en f (31 % de survie).

La comparaison de a et e, et de b et c, ne permet de mettre en évidence, ni une influence du changement de bac réalisé pour c et e le 10^e jour, ni une influence nette des techniques de changement de proie employées. Le lot d'essai donne d'ailleurs un résultat comparable. L'expérience ne permet pas de préciser si la survie particulièrement élevée obtenue en f est due à la charge, à la dimension de l'élevage, ou à la technique de changement de proie choisie. Avec une variation presque du simple au double entre le plus mauvais lot (c), et le meilleur (f), les pourcentages de survie sont dans l'ensemble comparables à ceux de Barnabé (1974a) et Boulineau (communication

personnelle) qui obtiennent des valeurs de l'ordre de 20 % à un mois, pour des élevages réalisés dans des conditions et avec des régimes alimentaires très différents.

Si l'on considère le taux de survie le jour 29 par rapport aux animaux vivants le jour 10, le changement de régime progressif du lot e donne un résultat meilleur (28 %) que le changement brutal de c (23 %), mais moins bon que l'essai précoce de d (51 %). Il faut cependant préciser que si les populations de c et e étaient assez comparables le jour 10, celle de d était nettement plus faible. On peut donc logiquement supposer que, à rations similaires, le changement de proies progressif est peut-être préférable, mais que les rations individuelles offertes en c et e étaient nettement trop faibles. Pour la même période, Barnabe (1974a) indique une survie moyenne de l'ordre de 35 %.

Une courbe de croissance en taille (Fig. 7) et en poids (Fig. 8) a été établie à partir de quatre échantillons d'une dizaine d'individus de f fixés au formol neutre à 5 %. La courbe de taille est assez semblable à celle dressée par Barnabé et René (1972) aux environs de 16 °C, et semble un peu moins bonne que celle donnée par Lumare et Villani (1973) à 18 °C. Mais la comparaison est aléatoire, car aucune des deux ne porte d'indice d'erreur.

Ponte 2 (éclosion le 4 avril)

42,000 larves sont rassemblées dans un bac cylindrique de 500 l (84 larves/l). Beaucoup d'entre elles sont tordues en L dans le plan latéral, tandis que de nombreux avortements ont été observés en fin de neurulation, à la suite d'ennuis de thermorégulation en cours d'incubation (variations brutales de température de 4 °C d'amplitude), d'où un taux d'éclosion de 35 % seulement. Près de 90 % des animaux meurent entre le 4^e et le 5^e jour. La séquence alimentaire appliquée aux survivants est calquée sur celle du lot d de l'éclosion précédente. Un échantillonnage au jour 30 indique 1,200 alevins (3 % de survie).

La mortalité catastrophique observée en fin de résorption vitelline par Barnabe (1974b) dans des circonstances différentes, peut être, selon toute vraisemblance, reliée aux conditions de l'incubation. La très forte charge employée a cependant pu amener un élément défavorable complémentaire, qu'il n'est pas possible de quantifier à ce stade des expériences.

Ponte 3 (éclosion le 5 avril)

L'expérience vise à apporter un complément d'informations sur l'influence du bac d'élevage et de la concentration des larves. 31,200 larves sont réparties en un lot de 4,200 (a) dans un bac conique de 150 l (28 larves/l), et un lot de 27,000 (b) dans un bac cylindrique de 500 l (54 larves/l).

La séquence alimentaire, comme cela se retrouvera plus loin, est choisie en tenant compte, autant que faire se peut, vu le faible décalage entre les pontes, des impressions acquises au cours des essais précédents. Le passage des Rotifères aux nauplii d'*Artemia* est fait avec un recouvrement de 4 jours, entre les jours 12 à 15 (Fig. 3). La ration de *Brachionus* par individu est réduite, certaines doses ayant paru excessives, tandis qu'à l'inverse il est offert beaucoup plus de nauplii d'*Artemia*. Un incident dans la production

Ration alimentaire du bar, *Dicentrarchus labrax*

des *Artemia* de 0.9 mm se traduit par un trou dans leur distribution (jour 27 et 28), qui se retrouve, décalé, dans toutes les expériences ultérieures. Il est compensé par une augmentation correspondante des rations de nauplii. La température de l'eau reste comprise entre 17 et 18 °C.

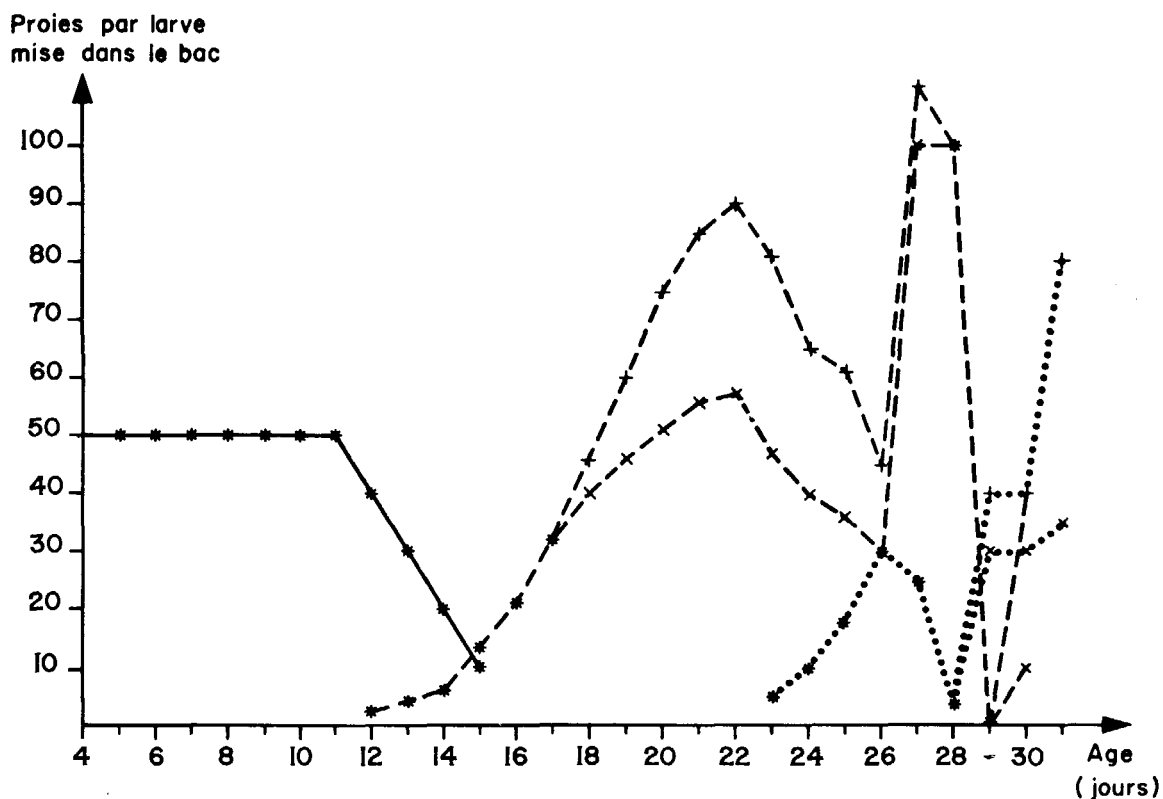


FIG. 3. Schémas alimentaires de la ponte 3. — Rotifères ; - - - - *Artemia* (nauplii) ; *Artemia* (0.9 mm) ; + lot a ; * lot b.

Le 32^e jour, 2,910 alevins sont dénombrés en a (69 % de survie) et sont rassemblés avec ceux du lot b, pour lesquels un échantillonnage indique 8,950 individus (33 %). Ce dernier résultat est très voisin de celui obtenu dans un bac semblable à la 1^e éclosion, avec un charge plus faible (lot f). Par contre, le très bon résultat du lot a ne peut pas trouver d'explication à ce stade de l'étude. On notera seulement que ce type de bac n'avait pas encore été employé, que la concentration choisie est la plus faible utilisée jusqu'alors, et que l'observation quotidienne n'a jamais montré l'habituelle crise de mortalité de la 3^e semaine. On n'exclura cependant pas la possibilité d'une erreur de comptage en début d'expérience.

Ponte 4 (éclosion le 6 avril)

L'expérience vise à apporter un complément d'informations sur l'influence de la charge en larves.

Deux bacs cylindriques de 500 l reçoivent respectivement 26,000 larves (a, 52 larves/l) et 38,000 larves (b, 76 larves/l). Le schéma alimentaire (Fig. 4) est copié sur celui de l'expérience précédente, le passage des Rotifères aux nauplii d'*Artemia* étant avancé d'un jour (recouvrement les jours 11 à 14). Pour les motifs indiqués plus haut, le remplacement des nauplii par des *Artemia* de 0.9 mm est retardé. La température de l'eau est comprise entre 17 et 18.5 °C.

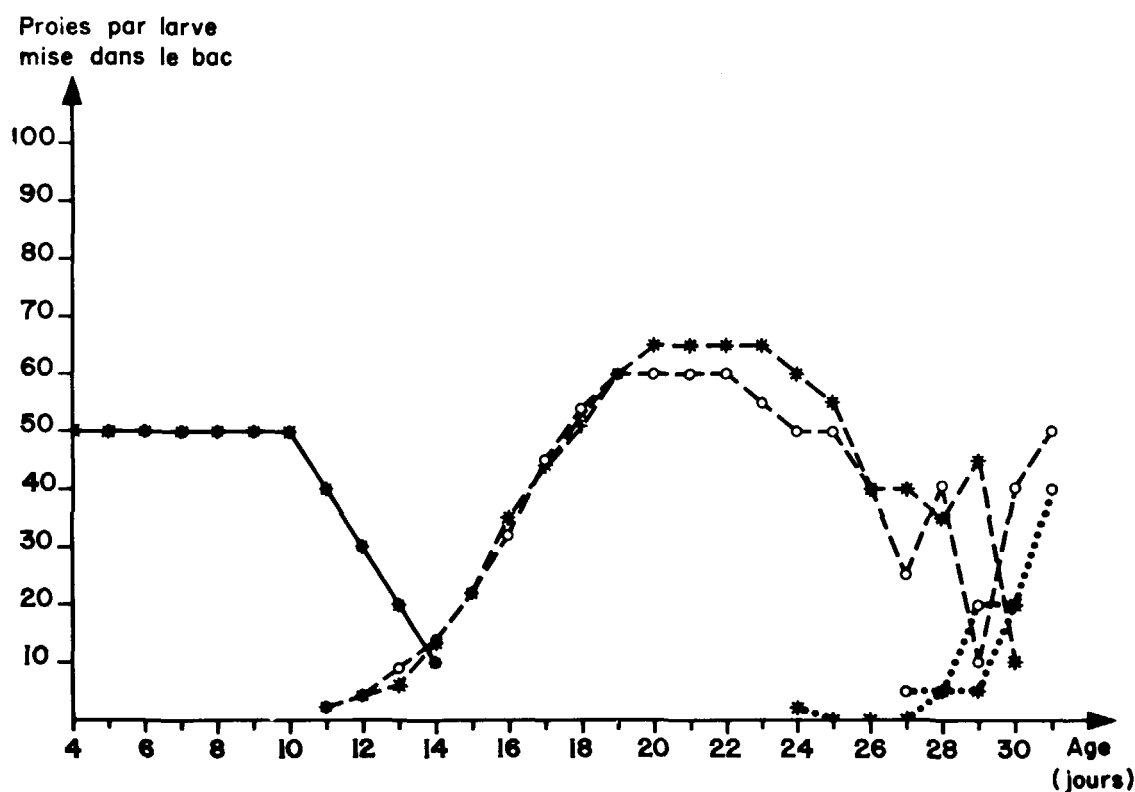


FIG. 4. Schémas alimentaires des pontes 4 et 5. — Rotifères; - - - Artemia (nauplii); Artemia (0.9 mm); + ponte 4, lot a; * ponte 4, lot b; o ponte 5.

Le 31^e jour, 8,970 alevins survivants sont dénombrés en a (34.5 % de survie) et 13,600 en b (36 % de survie). Ces résultats diffèrent peu de ceux qui ont été déjà obtenus dans des bacs du même type: 31 % (ponte 1, lot f, 44 larves/l), et 33 % (ponte 3, lot b, 54 larves/l). La concentration des larves, dans la gamme employée, semble donc sans effet notable sur la survie, ce qui élimine les restrictions émises plus haut quant à son éventuelle influence sur la mortalité catastrophique de la ponte 2. La légère amélioration des résultats d'une ponte à l'autre peut être liée aux modifications des schémas alimentaires.

Ponte 5 (éclosion le 7 avril)

11,000 larves sont rassemblées dans un bac conique de 150 l (73 larves/l) et nourries suivant un schéma presque identique à celui de la ponte précédente (Fig. 4) à la même

température. Le 32^e jour, un dénombrement indique 4,090 alevins (37 % de survie), résultat pratiquement identique à celui du lot b de la ponte précédente, où la charge était similaire, mais dans un bac différent. Cela élimine l'hypothèse émise plus haut (ponte 3, lot a) d'une influence bénéfique du bac conique de 150 l.

Ponte 6 (éclosion le 8 avril)

L'expérience vise à apporter un complément d'informations sur l'influence de la charge et de la dimension de l'élevage.

Trois bacs coniques de 60 l reçoivent respectivement 2,500 (lot a, 42 larves/l), 5,000 (lot b, 83 larves/l), et 7,500 larves (lot c, 125 larves/l), tandis qu'un bac de 150 l en reçoit 12,000 (lot d, 80 larves/l). Le schéma alimentaire (Fig. 5) est similaire à celui de la ponte précédente, à cela près que le passage des Rotifères aux nauplii d'*Artemia* est réalisé un jour plus tôt (recouvrement les jours 10 à 13). L'information du lot b est malheureusement rendue inutilisable par un débordement accidentel le 8^e jour (il reste 173 survivants le jour 32). La température de l'eau varie entre 18 et 19 °C.

Un échantillonnage le jour 10 fait apparaître 1,230 individus en a (49 % de survie), et 3,830 en c (51 % de survie). Le 32^e jour, un dénombrement indique 762 alevins en a (30 % de survie), 1;905 en c (25 % de survie), et 3,040 en d (25 % de survie).

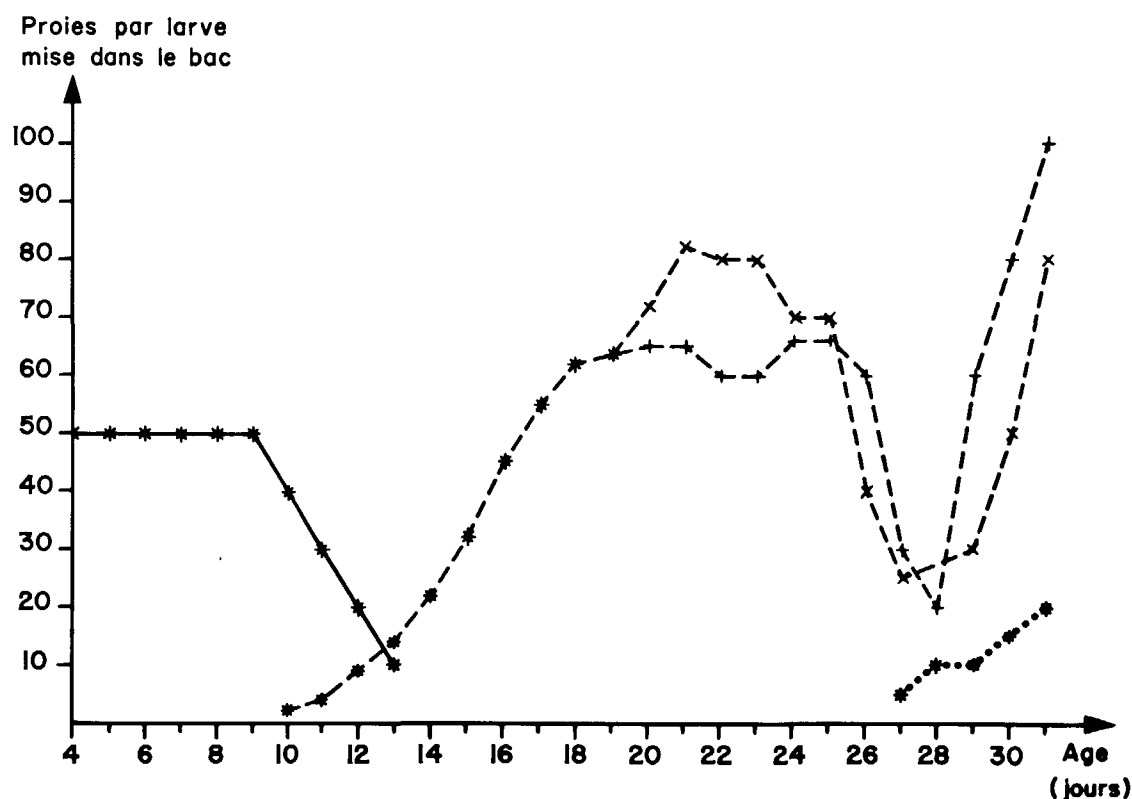


FIG. 5. Schémas alimentaires de la ponte 6. — Rotifères; — Artemia (nauplii); Artemia (0,9 mm); + lots a, b et c; * lot d.

Ces résultats sont un peu moins bons que ceux des deux pontes précédentes, mais se situent néanmoins dans la moyenne de ce qui a été obtenu jusqu'alors. Ils sont remarquablement proches les uns des autres en regard des différences de concentration employée (du simple au triple). Il semble donc possible d'admettre que, dans cette gamme, et dans les conditions techniques de l'élevage, la concentration des larves, ou le volume de l'élevage, n'ont pratiquement pas d'influence sur la survie.

Il est tentant d'attribuer la régression des résultats obtenus, par rapport aux deux expériences précédentes, au passage plus précoce aux nauplii d'*Artemia*. Mais une comparaison avec la ponte 1, où le régime était plus riche en Rotifères, montre une survie à 10 jours déjà moins bonne, tandis que la survie du jour 10 au jour 32 est comparable : 50 % pour c et 62 % pour a, contre 51 % pour le meilleur résultat de la ponte 1 (lot d, jours 10 à 29). Il est donc possible que l'on soit allé trop loin dans la recherche d'une économie de Rotifères. La légère augmentation de température (1 à 1.5 °C) enregistrée pour les élevages de la ponte 6 suffirait alors à provoquer un manque de nourriture pendant les premiers jours de l'alimentation.

Des échantillons d'une dizaine d'individus des lots a et c sont fixés comme précédemment les jours 15 et 26 pour mesure ultérieure de la longueur totale et du poids frais individuels, ainsi que du pourcentage d'eau total. Les résultats obtenus sont comparés par l'analyse de variance (F 0.05 = 4.49 et F 0.01 = 8.52).

Jour 15 :

Longueur totale :	6.34 ± 0.43 mm pour a et 5.81 ± 0.51 mm pour c.	F = 6.24*
Poids frais :	1.10 ± 0.28 mg pour a et 0.90 ± 0.31 mg pour c.	F = 2.91
% d'eau :	80 % pour a et 81 % pour c.	

Jour 26 :

Longueur totale :	8.95 ± 0.99 mm pour a et 10.5 ± 0.6 mm pour c.	F = 6.9*
Poids frais :	3.68 ± 1.1 mg pour a et 3.90 ± 0.64 mg pour c.	F = 0.002
% d'eau :	78 % pour a et 78 % pour c.	

L'observation des tailles seules pourrait faire croire à une croissance meilleure en a le jour 15 et en c le jour 26 (tests F significatifs, P < 0.05). Mais l'observation des poids conduit à admettre que la dimension des échantillons choisis ne permet pas de mettre en évidence une influence quelconque de la charge sur la croissance, dans la gamme choisie.

Ponte 7 (éclosion le 14 avril)

L'expérience vise à apporter un complément d'informations sur l'influence de la ration par individu, et à tester des bacs coniques de 480 l.

Trois lots de 5,000 larves, répartis dans trois bacs coniques de 60 l (83 larves/l), sont nourris selon un schéma alimentaire (Fig. 6) similaire à celui de la ponte précédente. Mais la ration individuelle, normale dans un lot (b), est réduite de moitié dans un autre (a), et multipliée par 1.5 dans le dernier (c). Trois bacs coniques de 480 l reçoivent en outre respectivement, 31,000 larves (d, 65 larves/l), 36,400 larves (e, 76 larves/l), et

Ration alimentaire du bar, *Dicentrarchus labrax*

74,000 larves (f, 154 larves/l), avec un schéma alimentaire normal. La température de l'eau varie entre 18 et 20 °C.

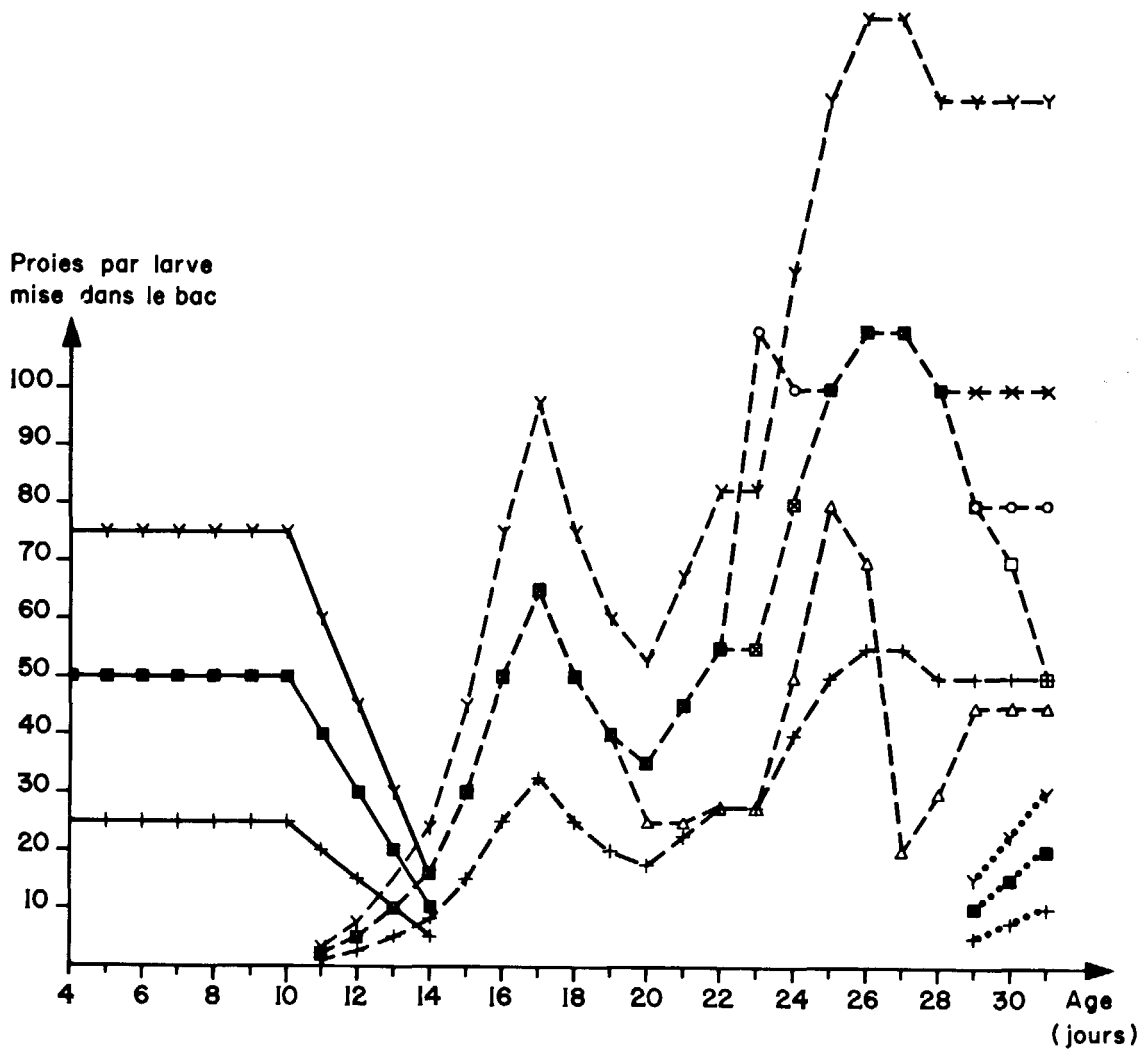


FIG. 6. Schémas alimentaires de la ponte 7. — Rotifères; — *Artemia* (nauplii); *Artemia* (0.9 mm); + lot a; × lot b; y lot c; o lot d; ■ lot e; Δ lot f.

Un échantillonnage le jour 10 indique 2,280 larves en a (46 % de survie), 2,370 en b (47 % de survie) et 2,760 en c (55 % de survie). Le 25^e jour, un débordement accidentel, dû au colmatage du filtre de sortie par l'accumulation de cadavres d'*Artemia* non consommées, élimine environ 250 larves du dernier lot. Le 33^e jour, un dénombrement indique 888 alevins en a (18 % de survie), 1,454 en b (29 % de survie), et 1,890 en c (38 % de survie). Les résultats du lot b sont conformes à ceux des expériences précédentes, réalisées avec des régimes similaires. Une diminution de moitié de la ration individuelle ne semble pas modifier la survie au jour 10, et la réduit de 40 % au jour 33. Une augmentation de 50 % augmente la survie de 15 % au jour 10, et de 30 % au jour 33 (en fait, nettement plus si l'on tient compte de la perte accidentelle de certains animaux).

Entre les jours 10 et 32, les taux de survie s'établissent à 39 % pour a, 61 % pour b, et 68 % (au moins) pour c. Cette dernière valeur est la plus élevée obtenue jusqu'alors. Sur le plan de la survie pure, le régime de c est donc nettement meilleur que les deux autres. Mais, si l'on considère l'importance des pertes de nourriture observées au cours de l'élevage, sur le plan de l'efficacité, le meilleur régime reste à rechercher, vraisemblablement entre ceux de b et c. Comme dans l'expérience précédente, les survies à 10 jours sont nettement moins bonnes que pour la ponte 1, alors que les régimes en Rotifères de b et c encadrent celui qui y avait été utilisé. A ce stade de l'étude, il devient nécessaire d'envisager que la vitalité des larves puisse diminuer à mesure que la saison de ponte avance.

Un échantillonnage le jour 32 fait apparaître 8,900 alevins (29 % de survie) en d, 9,400 en e (26 % de survie) et 8,600 en f (12 % de survie) ; qui a débordé le 25^e jour, et perdu 5,000-6,000 individus, la capacité du filtre de sortie étant manifestement inadaptée à la masse de déchets provenant d'une charge en poissons de cette importance. Il a été en outre nécessaire de réduire la ration individuelle quotidienne dans ce bac dès le 20^e jour par rapport aux rations employées dans les deux autres, ce qui laisse supposer que la charge employée était aussi excessive sur le plan biologique. Reste à déterminer s'il s'agit d'un excès par rapport au volume disponible, ou au taux de renouvellement de l'eau. Les résultats fournis par d et e sont similaires à celui de b, confirmant une fois de plus le peu d'influence de la dimension de l'élevage sur la survie.

Des courbes de croissance en taille (Fig. 7) et poids (Fig. 8) sont établies dans les mêmes conditions que précédemment pour des échantillons de a, b, et c. Les pourcentages d'eau observés sont compris entre 77 et 86 %.

D'éventuelles différences dans la croissance sont testées par une analyse de variance globale ($F_{0.05} = 3.40$ et $F_{0.01} = 5.61$) et une décomposition des relations a/bc et b/c ($F_{0.05} = 4.26$ et $F_{0.01} = 7.82$) :

Jour 9 :

Taille :	F global = 2.80	F a/bc = 5.50*	F b/c = 0.11
Poids :	F global = 4.10	F a/bc = 8.02	F b/c = 0.18

Jour 15 :

Taille :	F global = 5.25*	F a/bc = 10.31**	F b/c = 0.19
Poids :	F global = 0.58	F a/bc = 0.57	F b/c = 0.59

Jour 26 :

Taille :	F global = 4.11	F a/bc = 2.85	F b/c = 5.37*
Poids :	F global = 3.77	F a/bc = 4.18*	F b/c = 3.34

Jour 33 :

Taille :	F global = 0.62	F a/bc = 1.22	F b/c = 0.06
Poids :	F global = 0.83	F a/bc = 1.40	F b/c = 0.25

La croissance des larves du lot a présente pendant les 2 premières semaines un retard qui se comble progressivement ensuite, l'augmentation de la mortalité par rapport aux

Ration alimentaire du bar, *Dicentrarchus labrax*

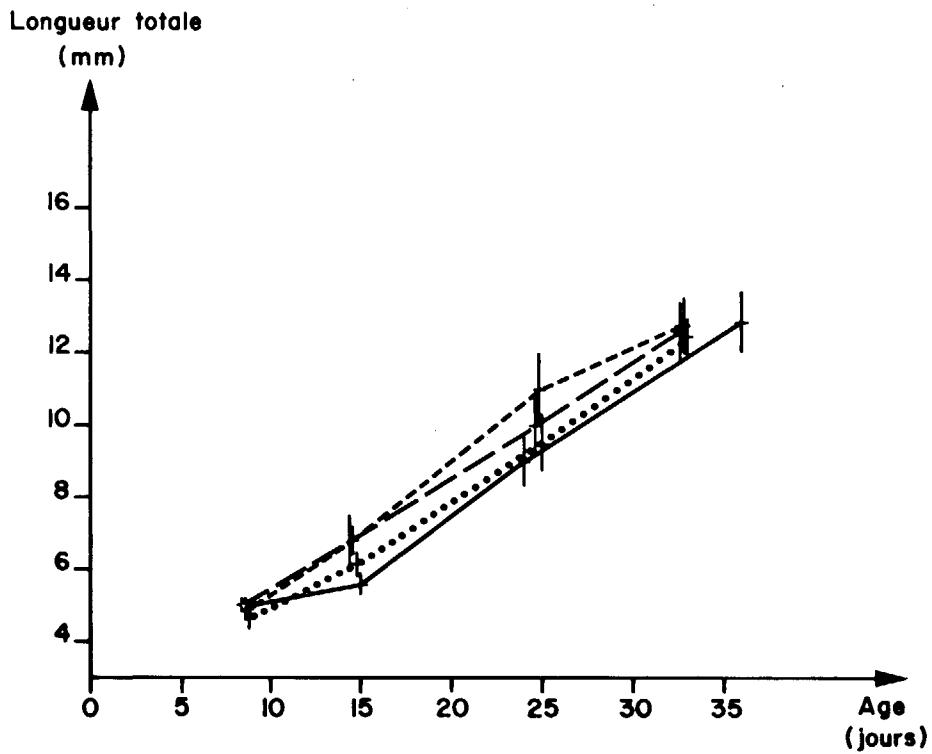


FIG. 7. Croissance en taille. Les points indiquent les moyennes, les traits verticaux leur intervalle de confiance au niveau $P < 0.05$. — Ponte 1, lot f; ponte 7, lot a; --- ponte 7, lot b; — — — ponte 7, lot c.

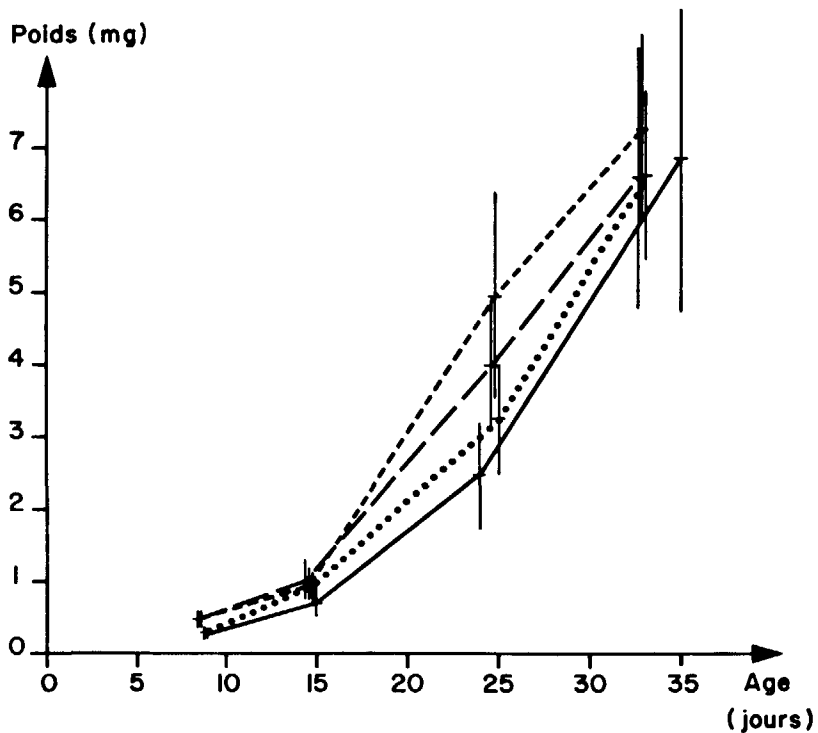


FIG. 8. Croissance en poids. Les points indiquent les moyennes, les traits verticaux leur intervalle de confiance au niveau $P < 0.05$. — ponte 1, lot f; ponte 7, lot a; ----- ponte 7, lot b; — — — ponte 7, lot c.

autres lots réduisant la différence imposée dans la ration. Il n'apparaît de différence sensible entre b et c qu'aux environs du 25^e jour, ce qui tendrait à montrer que nos critères de jugement habituels conduisent à offrir une ration individuelle un peu faible à ce moment.

Au total, la combinaison des données de croissance et de survie semble mettre en évidence une importante résistance de la larve au manque de nourriture dans sa 2^e semaine de vie. Elle semblerait au contraire beaucoup plus fragile de ce point de vue entre la 3^e et la 4^e semaine.

Discussion

Les principaux résultats des différentes expériences réalisées sont rassemblés dans le Tableau I. Afin de mettre en évidence les possibilités de la méthode, les totaux et les moyennes pondérées ont été aussi calculés après élimination de cinq lots qui présentent des anomalies à divers titres : 6 b, 7 c et 7 f ont souffert de débordements accidentels dus à des filtres de sortie mal dimensionnés, 2 a présenté une mortalité anormale vraisemblablement liée à une incubation mal conduite, tandis que 3 a a donné un taux de survie très élevé, qui oblige à envisager la possibilité d'une erreur de comptage au départ.

Au total, environ 85,600 alevins de 1 mois ont été produits à partir de 364,000 larves venant de naître, soit un taux de survie moyen de 23 %. C'est un résultat voisin des 20 % indiqués par Barnabé (1974a) (sur un chiffre absolu non précisé) et également par Boulineau (communication personnelle) pour ce stade. Il paraît cependant manifeste qu'avec un minimum de corrections techniques, la méthode peut fournir à coup sûr 30 % de survie. En ne tenant pas compte des anomalies, les résultats enregistrés varient de 16-37 %, variation principalement liée aux améliorations progressives du régime pendant la durée des expériences. Nous ne disposons pas, chez d'autres auteurs, d'informations permettant de déterminer si une telle variation est fréquente ou non chez cette espèce.

Les concentrations en larves en début d'expérience (86/l en moyenne, 66/l anomalies exclues) sont nettement plus élevées que les 15/l mentionnées par Barnabé (1974a). Il ne semble pas y avoir d'influence de la charge sur la survie dans la gamme employée, sauf peut-être au niveau des deux limites (28 et 154 larves/l), toutefois l'une de ces expériences est suspecte, l'autre entachée d'un incident technique.

Au total, il paraît possible d'escompter dans de bonnes conditions 30 % de survie à 1 mois, avec 80 larve/l au départ, soit un résultat par unité de volume 7 à 8 fois supérieur à ce que fournissent les unités de quelques dizaines de m³ le plus souvent employées aujourd'hui pour cet élevage. Dans la mesure où il n'a pas été noté d'influence du volume du bac sur la survie, de 60 à 480 l, la réalisation d'unités de 1 m³ susceptibles de production de 20-25,000 alevins de 1 mois ne paraît pas utopique. C'est beaucoup par rapport aux standards actuels, mais une telle charge représente en fait moins de 0.2 g/l en poids frais.

En moyenne, la production d'un alevin de 1 mois implique la dépense d'environ 2,000 Rotifères, 3,000 nauplius d'*Artemia*, et 150 *Artemia* de 0.9 mm. Ces valeurs ne peuvent

TABLEAU

Résultats d'ensemble des différentes expériences réalisées. (Les moyennes sont des moyennes pondérées.

(a) indique des expériences ayant présentés des anomalies. Cy = cylindre, C = cône, Pa = parallélépipède)

Référence lot	Poissons vivants		Survie à 1 mois (%)	Type et volume du bac (l)	Charge par litre		Nourriture dépensée pour un poisson de 1 mois		
	Jour 0	A 1 mois			Jour 0	A 1 mois	Rotifères	Nauplii d' <i>Artemia</i>	<i>Artemia</i> de 0.9 mm
3a ^(a)	4,200	2,910	69	Co 150	28	19.0	720	1,330	155
7c ^(a)	5,000	1,890	38	Co 60	83	31.5	1,790	4,280	40
5	11,000	4,090	37	Co 150	73	27.3	1,210	1,860	25
4b	38,000	13,600	36	Cy 500	76	27.2	1,260	2,170	35
4a	26,000	8,970	34.5	Cy 500	52	17.9	1,300	2,240	35
3b	27,000	8,950	33	Cy 500	54	17.9	1,510	2,220	290
1f	22,000	6,800	31	Cy 500	44	13.6	2,280	950	520
6a	2,500	762	30	Co 60	42	12.7	1,310	2,730	80
7b	5,000	1,454	29	Co 60	83	24.2	1,550	3,710	35
7d	31,000	8,900	29	Co 480	65	18.5	1,570	3,690	35
7e	36,400	9,400	26	Co 480	76	19.6	1,740	4,050	40
1e	2,000	502	25	Co 60	33	6.4	2,690	1,000	500
6c	7,500	1,905	25	Co 60	125	31.7	1,580	3,270	100
6d	12,000	3,040	25	Cy 150	80	20.3	1,580	3,350	100
1b	2,000	435	22	Pa 60	33	13.2	3,790	1,030	590
1d	2,000	400	20	Pa 60	33	12.1	3,070	1,120	590
1a	2,000	390	19.5	Pa 60	33	6.5	3,460	1,290	580
7a	5,000	888	18	Co 60	83	10.7	1,270	3,040	30
1c	2,000	319	16	Pa 60	33	5.3	5,170	1,410	740
7f ^(a)	74,000	8,600	12	Co 480	154	17.9	3,870	5,455	85
6b ^(a)	5,000	173	3.5	Co 60	83	2.9	11,560	24,000	720
2 ^(a)	42,000	1,200	3	Cy 500	84	2.4	6,120	1,513	790
Totaux ou moyennes									
Généraux	363,600	85,578	23		86	20.0	1,880	2,860	140
Sauf ^(a)	233,400	70,805	30		66	20.3	1,590	2,540	135

pas être transformées en rendements alimentaires, car une part importante des proies est consommée par les animaux qui meurent au cours de l'élevage. Elles situent la technique à un instant donné, et permettent la prévision des quantités nécessaires selon la production souhaitée. Le passage des Rotifères aux *Artemia* entre le 10^e et le 15^e jour ne paraît pas poser de problème majeur. A partir du 25^e jour environ, les *Artemia* de 0.9 mm sont nettement préférées aux nauplii, mais le poisson tolère encore très bien les seconds en cas de besoin.

Les croissances observées, aussi bien en taille qu'en poids, mettent en évidence une importante hétérogénéité de la population d'un même lot, vraisemblablement en grande partie due à des conditions d'élevage encore imparfaites. Il est hors de doute que le poisson doit pouvoir dépasser 12 mm et 6 mg à 1 mois, aux températures employées. Une courbe de relation entre la taille et le poids a été tracée à la main à partir des moyennes obtenues pour chaque échantillon réalisé (Fig. 9).

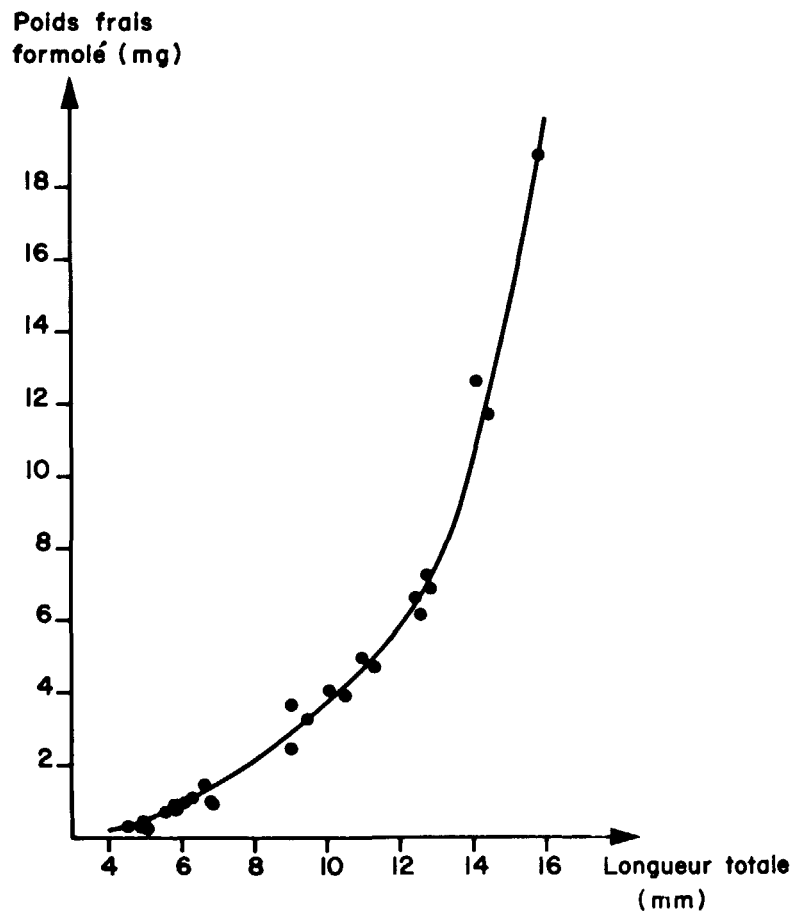


FIG. 9. Relation entre la taille et le poids pendant le premier mois de vie.

Du fait de la diversité des techniques employées dans les divers essais d'élevage de poissons marins qui ont fait l'objet de publications, il est très difficile de comparer ces résultats à ceux qui ont pu être obtenus sur d'autres espèces. Aussi, Houde (1973), qui emploie des charges inférieures à 10 œufs/l, cite comme des exceptions les expérien-

ces de Shelbourne (1968) sur la plie *Pleuronectes platessa* L. et la sole, *Solea solea* L. ou de Blaxter (1968) sur le hareng, *Clupea harengus* L. avec des charges allant jusqu'à 50 œufs/l, et suppose chez certains poissons plats une tolérance spéciale aux charges élevées. Dans ce contexte, le bar pourrait être considéré comme une espèce remarquablement adaptée aux élevages à forte densité. Mais la comparaison est délicate : d'une espèce à l'autre, la technique change avec l'expérimentateur.

Nous ne disposons encore d'éléments de comparaison à techniques semblables que pour deux espèces : le turbot, chez lequel les survies sont difficilement supérieures à 10 % à 1 mois, pour des charges au départ inférieures à 30 larves/l (Girin, 1974c), et la Sole, chez laquelle nous obtenons jusqu'à 80 % de survie à 1 mois avec 45 larves/l au départ (Girin, 1974b). Par rapport à ces résultats, le bar fournirait des taux de survie moyens, en supportant des charges très élevées.

Conclusions

Les expériences décrites ici ne sont qu'une première approche de l'élevage larvaire du bar. Leurs résultats peuvent de toute évidence être encore améliorés, aussi bien en survie qu'en croissance. Elles mettent cependant en évidence la possibilité de réaliser des élevages reproductibles, à des charges nettement supérieures aux standards actuels, avec un taux de survie compatible avec des productions importantes. L'alevin de 1 mois n'est cependant qu'un animal encore nourri de proies vivantes, éventuellement utilisable à des essais de repeuplement, mais inadapté au grossissement en captivité, que ce soit en nourriture naturelle ou avec des aliments composés. Dans un objectif d'aquaculture, c'est donc vers ce problème qu'il importe de se tourner maintenant en priorité.

Bibliographie

- ALESSIO, G., P. BRONZI, G. GANDOLFI, e B. SCHREIBER. 1973. Primi risultati sulla riproduzione artificiale di branzini, *Morone labrax* (L.) allevati in acque salmastre. *Rc. Ist. Lomb. Sci. Lett.* B107:93-106.
- ARCARESE, G., G. RAVAGNAN, e P. GHITTINO. 1972. Primi risultati positivi di fecondazione artificiale nel branzino (*Dicentrarchus labrax*) su vasta scala. *Riv. ital. Piscicult. Ittiol.* A 5(2):27-33.
- BARNABE, G. 1974a. Mass rearing of the bass *Dicentrarchus labrax* L. p. 749-753. *In*: The early life history of fish. Blaxter, J. H. S. (Ed.). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 765 p.
- BARNABE, G. 1974b. Compte rendu sommaire de la campagne 1972-1973 de reproduction contrôlée du loup à Sète. p. 205-209. *In*: Colloq. Aquacult., Brest, France, 22-24 Oct. 1973. Act. Colloq. 1. C.N.E.X.O. (Ed.). 472 p.
- BARNABE, G., et F. RENE. 1972. Reproduction contrôlée du loup *Dicentrarchus labrax* (Linné) et production en masse d'alevins. *C.r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, Sér. D, 275:2741-2744.
- BARNABE, G., F. BOULINEAU-COATANEA et F. RENE. (sous presse). Chronologie de la morphogénèse chez le loup ou bar *Dicentrarchus labrax* (L.) obtenue par reproduction artificielle.
- BLAXTER, J. H. S. 1968. Rearing herring larvae to metamorphosis and beyond. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 48:17-28.

- BOULINEAU, F. 1974. Ponte naturelle et ponte induite hormonalement chez *Dicentrarchus labrax* (L.) en captivité. p. 151-156. In: Colloq. Aquacult., Brest, France, 22-24 Oct. 1973. Act. Colloq. 1. C.N.E.X.O. (Ed.). 472 p.
- GIRIN, M. 1974a. Nutrition de la larve de turbot [*Scophthalmus maximus* (L.)] avant la métamorphose. p. 739-746. In: The early life history of fish. Blaxter, J. H. S. (Ed.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 765 p.
- GIRIN, M. 1974b. Régime alimentaire et pourcentage de survie chez la larve de sole (*Solea solea* L.). p. 175-182. In: Colloq. Aquacult., Brest, France, 22-24 Oct. 1973. Act. Colloq. 1. C.N.E.X.O. (Ed.). 472 p.
- GIRIN, M. 1974c. Régime alimentaire et pourcentage de survie chez la larve de turbot [*Scophthalmus maximus* (L.)]. p. 187-200. In: Colloq. Aquacult., Brest, France, 22-24 Oct. 1973. Act. Colloq. 1. C.N.E.X.O. (Ed.). 472 p.
- GIRIN, M. et B. DEVAUCHELLE. 1974. Production du Rotifère *Brachionus plicatilis* O. F. Müller en élevage mixte avec le Copépode *Tisbe furcata* (Baird). p. 87-96. In: Colloq. Aquacult., Brest, France, 22-24 Oct. 1973. Act. Colloq. 1. C.N.E.X.O. (Ed.). 472 p.
- HOUDE, E. D. 1973. Some recent advances and unsolved problems in the culture of marine fish larvae. p. 83-112. In: Proc. 3rd A. Wkshop Wild Maricult. Soc., St. Petersburg, Florida, U.S.A., Jan. 26-28, 1972. Avault, J. W., Jr., E. Boudreaux, and E. Jaspers (Eds.). Louisiana State Univ., Baton Rouge. 495 p.
- L'HERROUX, M., J. P. FLASSCH, et M. GIRIN. 1974. Dispositif pour concentrer et transporter les œufs, larves et herbivores d'aquaculture. p. 69-76. In: Colloq. Aquacult., Brest, France, 22-24 Oct. 1973. Act. Colloq. 1. C.N.E.X.O.(Ed.). 472 p.
- LUMARE, F., e P. VILLANI. 1973. Ricerche sulla riproduzione artificiale ed allevamento delle larve in *Dicentrarchus labrax* (L.). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 28(1):74-75.
- PERSON-LE RUYET, J. (1976). Elevage larvaire d'*Artemia salina* (Branchiopode) sur nourriture inerte: *Spirulina maxima* (Cyanophycée). *Aquaculture* 8:157-167.
- SHELBOURNE, J. E. 1968. The culture of marine fish larvae with special reference to the plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and the sole (*Solea solea* L.). Ph.D. Thesis, Univ. London, Great Britain. 143 p.