

REGIME ALIMENTAIRE ET POURCENTAGE DE SURVIE

CHEZ LA LARVE DE SOLE (*SOLEA SOLEA* L.)

Par

M. GIRIN <sup>1)</sup>

INTRODUCTION

— Les premières métamorphoses en élevage de larves de sole ont été obtenues dès le début du siècle, en France, par FABRE-DOMERGUE et BIETRIX (1905).

Soixante ans plus tard, leurs expériences ont été reprises par FLUCHTER (1965-1972) en Allemagne, et SHELBOURNE (1968) en Grande-Bretagne. Le premier a orienté ses travaux vers une étude en laboratoire du rôle de la qualité de l'eau dans la réussite des élevages, le second, vers la mise au point d'écloseries industrielles. L'un et l'autre ont obtenu la métamorphose avec des pourcentages de survie très variables d'une ponte à l'autre, dépassant 80 % dans les meilleurs cas. Ils expliquent ces variations par des différences génétiques ou des phénomènes pathologiques.

Lorsqu'il a été décidé d'entreprendre la reproduction de cette espèce au Centre Océanologique de Bretagne, l'absence d'indications précises sur la quantité de nourriture offerte quotidiennement à chaque larve a posé de sérieux problèmes. L'alimentation approximative est une pratique encore courante lorsque les larves reçoivent pour première nourriture des élevages de *Brachionus plicatilis* de concentration variable et mal connue. Or les deux auteurs cités ont employé dès le début des nauplii d'*Artemia salina*. Les données les plus précises qu'ils fournissent sont difficilement comparables. FLUCHTER établit une "concentration quotidienne" de 200 000 nauplii par litre au début de son expérience de 1965, à 15°C avec 180 oeufs embryonnés dans 30 litres d'eau. SHELBOURNE, travaillant à 10°5, ne fournit que des moyennes hebdomadaires : 1 900 000 nauplii par jour la 3ème semaine et 2 700 000 la 4ème, avec 77 400 oeufs embryonnés dans 6 m<sup>3</sup> ; ou 100 000 nauplii par jour la 2ème semaine, 1 000 000 la 3ème et 2 000 000 la 4ème pour 57 800 oeufs embryonnés dans le même volume. En outre, les chercheurs qui poursuivent le travail de SHELBOURNE préfèrent employer maintenant des *Brachionus* comme première nourriture (B. HOWELL, comm. pers.).

---

1) Centre Océanologique de Bretagne - BP. 337 - 29273 BREST

Il semblait donc nécessaire de mettre au point une formule alimentaire précise, permettant d'obtenir des résultats reproductibles. Pour des raisons techniques, l'expérimentation a été limitée au premier mois après l'éclosion (aux températures employées, la métamorphose est totalement achevée entre le 15ème et le 20ème jour). Afin de leur éviter la rencontre d'un substrat pollué, les larves sont transférées dans un bac propre à la fin de la 2ème semaine.

Dans la chronologie employée, le jour 0 est toujours celui de l'éclosion. Les oeufs sont obtenus par la ponte naturelle, dans un bassin de 20 m<sup>3</sup> à fond de sable, de poissons pêchés durant la saison de reproduction. Leur incubation est faite en paniers (L'HERROUX et coll., 1974).

#### L'ALIMENTATION DE LA NAISSANCE AU CHANGEMENT DE BAC : LES DEUX PREMIERES SEMAINES

Cette partie de l'élevage a été réalisée dans des aquariums parallépipédiques en "altuglass" de 60 litres (GIRIN, 1973). Les oeufs embryonnés sont placés la veille de l'éclosion dans 50 litres d'eau de mer filtrée sur un filtre à sable. Il n'y a jamais adjonction d'antibiotiques. A partir du jour 3, une lampe de 150 watts fixée à 50 cm au-dessus de l'aquarium est allumée 8 heures par jour. Elle complète un éclairage naturel par les fenêtres de la salle d'élevage climatisée, qui est orientée au nord. La chaleur dégagée par la lampe augmente la température de l'eau de 0,8 à 1° lorsqu'il n'y a pas de renouvellement, et de 0,2 à 0,4° lorsque le renouvellement est permanent. Lorsque l'eau n'est pas stagnante, l'aquarium est alimenté à un débit de 10 l/h environ par un circuit semi-fermé équipé de filtres à sable et d'un stérilisateur à ultra-violets. Un filtre de 116 cm<sup>2</sup> en toile à plancton de 45 µ, placé sur le trop-plein, empêche la sortie des proies non consommées. Ces proies sont ajoutées quotidiennement. A la première distribution, leur nombre est fixé à 500 000, quel que soit le nombre d'oeufs placés dans le bac, afin d'y établir une concentration de 10 proies/ml. Les jours suivants, la ration est fixée selon un schéma établi au préalable, dans lequel elle est rapportée à un oeuf embryonné, (ce mode de calcul est imposé par le fait que les larves mortes sont consommées par des Copépodes dans certains des régimes employés, ce qui empêche leur dénombrement quotidien).

Les proies utilisées sont le Rotifère *Brachionus plicatilis* O.F. Müller, le Copépode *Tisbe furcata* Baird, et les nauplii de Branchiopode *Artemia salina* L. (San Francisco Bay Brand Inc.). Les Rotifères et les Copépodes sont nourris de *Tetraselmis suecica* Kylin (Butch); selon une technique décrite antérieurement (GIRIN et DEVAUCHELLE, 1974). Ils sont distribués dans leur milieu d'élevage. Afin d'alimenter ces proies avant qu'elles ne soient consommées, 1 milliard de *Tetraselmis* est ajouté quotidiennement dans les bacs à partir du 2ème jour après l'éclosion. Lorsqu'un élevage mixte de *Brachionus* et de *Tisbe* est employé, le nombre de Copépodes n'est pas précisé sur les schémas d'alimentation, dans la mesure où ils ne représentent pas une proie produite spécialement, mais un complément aux Rotifères dû à une technique particulière d'élevage.

#### Ponte N° 1

La première ponte (éclosion le 30 mars) fait l'objet d'une expérience

qualitative portant sur 3 lots de 700 oeufs embryonnés. La température avant allumage des lampes monte progressivement de 16° au début, à 16°5 à la fin. Le renouvellement de l'eau, augmentant progressivement de 5 litres par jour, passe de 10 l/jour le jour 7 à 40 l/jour le jour 14.

La quantité de proies offerte chaque jour est une tentative de synthèse des quelques données de la littérature (figure 1 a et b). L'établissement d'une concentration de 10 proies/ml le troisième jour fixe à 714 le nombre de proies disponibles le jour pour chaque larve si l'on néglige les quelques avortements habituels à l'éclosion.

L'aquarium n° 1 (figure 1 a) reçoit uniquement des nauplii d'*Artemia*. Malgré leur forte concentration, qui se traduit par une perte importante, 340 larves seulement (48,6 %) survivent le 14ème jour.

L'aquarium n° 2 (figure 1 b) reçoit des Rotifères provenant d'un élevage monospécifique, offerts seuls jusqu'au 6ème jour, puis en combinaison avec des nauplii d'*Artemia*. 410 larves (58,6 %) survivent le 14ème jour.

L'aquarium n° 3 est alimenté comme le précédent en Rotifères et nauplii d'*Artemia*. Mais les Rotifères proviennent d'un élevage mixte et sont donc accompagnés de *Tisbe*. 449 larves (64,1 %) survivent le 14ème jour.

L'emploi de Rotifères comme première proie est donc préférable à l'emploi de nauplii d'*Artemia*. La différence des survies dans les bacs 2 et 3 est un peu faible pour permettre de l'attribuer avec certitude à la présence des Copépodes. Des observations de contenus stomacaux, faites sur la centaine de larves de la deuxième ponte (éclosion le 6 avril) ont cependant permis de constater que les Copépodes sont consommés et digérés.

Ces résultats conduisent à adopter la combinaison *Brachionus-Tisbe-Artemia*. Elle donne une meilleure survie que les nauplii d'*Artemia* seuls, et le mélange *Brachionus-Tisbe* se prête mieux à la production de masse que le Rotifère seul.

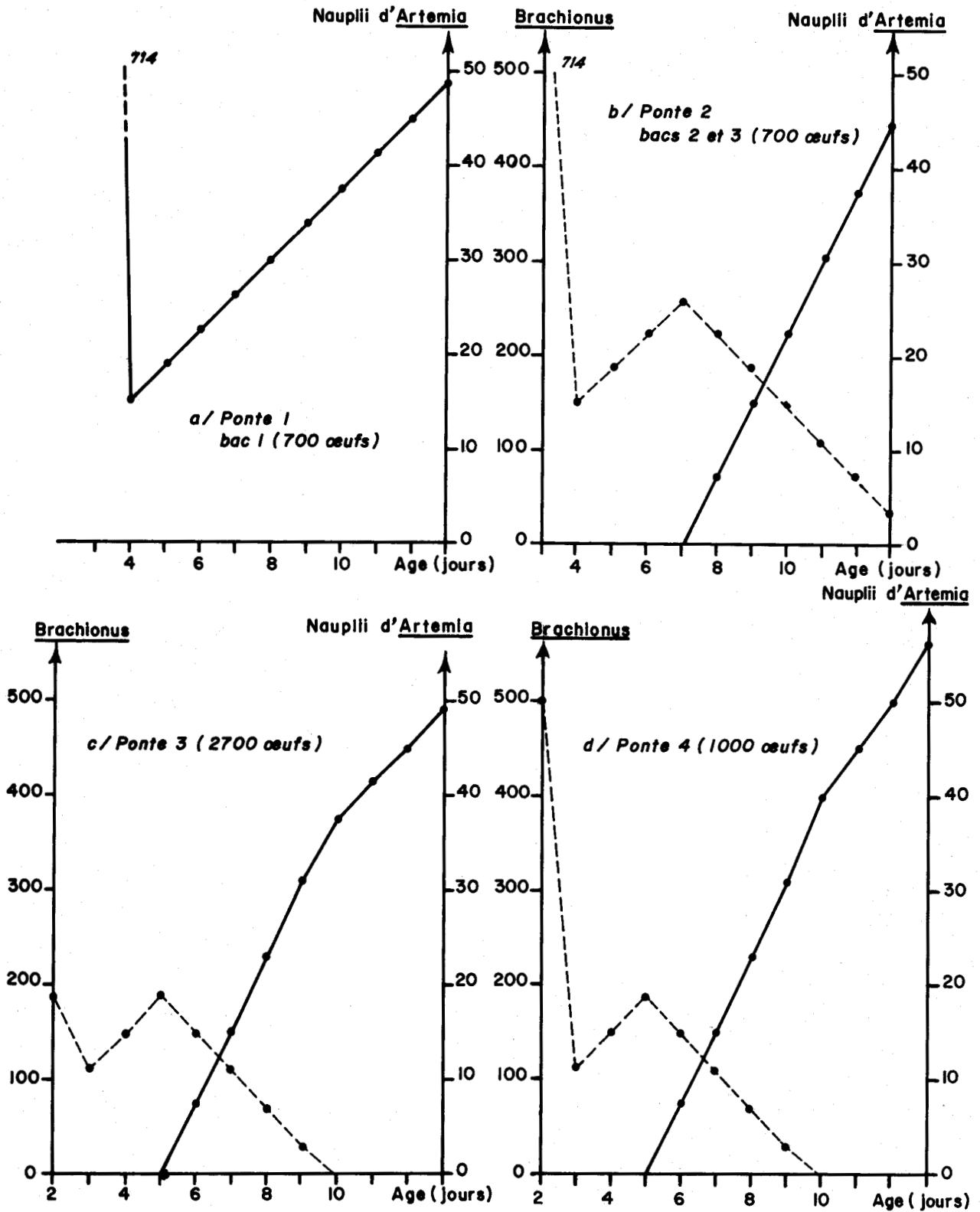
En outre, les Copépodes nettoient les parois des aquariums des algues qui s'y déposent comme dans leur bac d'élevage, et consomment des larves mortes. D'où une récupération de matière organique transformée en supplément de nourriture pour les soles et une production de déchets non adhérents. Cela permet d'envisager pour l'avenir la réalisation de bacs à fond incliné dans lesquels ces déchets, se concentrant en des points où leur élimination sera facile, laisseront le reste du bac propre, ce qui permettra peut-être d'éviter le changement du bac à la métamorphose.

#### Pontes N° 3 et 4

Les pontes n° 3 et 4 sont donc alimentées au départ de *Brachionus* provenant d'un élevage mixte.

Les 2 700 oeufs embryonnés de la ponte n° 3 (éclosion le 25 avril) sont tous rassemblés dans le même aquarium (figure 1 c). La concentration de 10 *Brachionus*/ml y est établie dès le 2ème jour après l'éclosion, ce qui correspond à 185 Rotifères par larve. Des nauplii d'*Artemia* sont proposés dès le jour 5. Les *Brachionus* sont supprimés dès le jour 10. Le renouvellement quotidien de l'eau, établi à 10 litres le jour 3, passe à 70 litres le jour 9 en augmentant de 10 litres par jour. A partir du jour 10, la circulation est permanente et le filtre de sortie de 45 µ est

Fig.1. Régime alimentaire durant les deux premières semaines.  
Les quantités de proies sont rapportées à un œuf embryonné  
placé dans le bac d'élevage.



remplacé par un filtre de 180  $\mu$ . La température monte progressivement de 17°2 à 18° avant allumage de la lampe. 2 296 larves (85,0 %) survivent le 14ème jour. Environ 10 % d'entre elles sont déjà devenues benthiques.

Les mêmes conditions sont répétées pour les 1 000 oeufs embryonnés de la ponte n° 4 (éclosion le 2 mai), à un détail près : les rations de nauplii d'*Artemia* offertes en fin d'expérience sont légèrement augmentées. La charge étant plus faible, chaque larve a 500 Rotifères à sa disposition le jour 2. Avant allumage de la lampe, la température monte de 18° à 18°6. 28 larves sont prélevées à différents stades pour des études anatomiques. 790 survivent le 14ème jour. Près de 50 % d'entre elles sont déjà devenues benthiques.

Le taux de survie parmi les 28 larves prélevées n'aurait logiquement pas pu être inférieur à 79 % si elles étaient restées dans le bac, ce qui correspond à 22 individus. On peut, de ce fait, estimer la survie théorique minimale le 14ème jour à 812 larves, soit 81,2 %. La légère modification apportée au régime ne semble pas améliorer la survie. Le fort pourcentage de métamorphoses le jour 14 est une conséquence logique d'une température plus élevée, et peut-être d'une plus grande quantité de nourriture en fin d'expérience.

Les régimes employés pour ces deux pontes semblent donc garantir une survie à la métamorphose de 80 %. Ce résultat devra être contrôlé sur un nombre de pontes important, de façon à déterminer si des différences génétiques entraînent des différences de survie notables. Le perfectionnement du schéma consistera à s'assurer que les rations offertes certains jours ne sont pas inutilement élevées, ou au contraire, que des augmentations ne se traduiraient pas par une survie encore plus élevée ou une croissance plus rapide.

#### L'ALIMENTATION DU CHANGEMENT DE BAC A UN MOIS

##### Ponte N° 1

Les 1 199 larves de la ponte n° 1 vivantes le 14ème jour sont mélangées puis réparties également dans 3 aquariums propres de mêmes dimensions :

- 399 larves dans un aquarium en "altuglass" identique aux précédents, afin de reproduire des conditions voisines de celles des expériences de FLUCHTER, qui utilise des aquariums en verre.

- 400 larves dans un aquarium en "altuglass" équipé d'un double fond de sable et d'un exhausteur afin de reproduire des conditions de substrat voisines des conditions naturelles.

- 400 larves dans un aquarium en polychlorure de vinyle gris afin de reproduire des conditions voisines de celles des expériences de SHELBOURNE, qui emploie des aquariums peints en noir.

Les 3 lots sont soumis à des conditions strictement identiques : 8 heures d'éclairage artificiel quotidien en plus de l'éclairage naturel, renouvellement permanent de l'eau au taux de 10 l/h, filtre à mailles de 180  $\mu$  sur le trop plein, température avant allumage des lampes montant progressivement de 16°5 à 17°2, mêmes quantités de nauplii d'*Artemia* ajoutées quotidiennement suivant la méthode préconisée par SHELBOURNE : le nombre des nauplii d'*Artemia* distribués est estimé chaque

jour de façon à ce qu'il ne reste que quelques dizaines de proies non consommées au bout de 24 heures (Figure 2 a).

Pratiquement, toutes les larves sont devenues benthiques le 24<sup>ème</sup> jour. La survie le 34<sup>ème</sup> jour est identique dans les trois élevages : 197 larves dans l'aquarium en "altuglass", 208 dans l'aquarium à double fond, et 205 dans l'aquarium en PVC. La nature du bac et du substrat ne semble donc avoir aucune influence sur la survie durant la métamorphose. Il est par contre hors de doute que la quantité de nourriture offerte était trop faible : les alevins survivants sont de tailles très diverses et le pourcentage de survie global est descendu de 57,1 % le 14<sup>ème</sup> jour à 29,0 % le 34<sup>ème</sup> jour.

#### Pontes N° 3 et 4

Un schéma alimentaire conçu selon une progression a donc été établi pour les pontes 3 et 4 (figure 2 b). Des essais effectués sur les larves de la ponte 2 ayant montré qu'elles acceptent plus facilement les nauplii d'*Artemia* congelés au moment de la métamorphose que plus tard, les nauplii vivants sont progressivement remplacés par des nauplii congelés.

Les 2 296 larves de la ponte n° 3 vivantes le 14<sup>ème</sup> jour sont transférées dans un bac de type suédois (Ewos) de 1 m de côté, équipé d'une crépine centrale à perforations de 1,5 mm, avec une profondeur d'eau moyenne de 17 cm (160 l). Un filtre à mailles de 180  $\mu$ , placé au bout de la tuyauterie d'évacuation, permet de récupérer et de remettre périodiquement dans le bac les nauplii d'*Artemia* passés à travers la crépine. Une lampe de 150 watts allumée 8 heures par jour est placée à 80 cm au-dessus de la surface. Elle provoque une augmentation de température inférieure à 0,2°. L'eau de renouvellement est apportée tangentiellement, en permanence, au taux de 20 l/h. La température avant allumage de la lampe passe progressivement de 17°8 à 19°2.

Les 790 larves de 14 jours de la ponte n° 3 sont ajoutées le jour 21. La métamorphose est totalement achevée le jour 20 pour les larves de la ponte 3 et le jour 25 (larves de 18 jours) pour celles de la ponte 4.

Le 34<sup>ème</sup> jour, 2 962 alevins de 12,3 mm en moyenne (longueur totale) et de taille assez homogène sont dénombrés, ce qui représente 80 % de survie depuis l'oeuf embryonné. Le schéma alimentaire employé est donc nettement mieux adapté que le précédent, et le passage à l'aliment congelé ne pose aucun problème à cet âge. La survie est comparable aux meilleurs résultats des auteurs. La taille est par contre un peu faible, puisque FLUCHTER (1965) obtient 15 mm à 30 jours (à 16°C).

Le grand nombre des alevins, qui équivaut à plus de 3 000 individus au mètre carré, facilite l'élimination des déchets : les mouvements des poissons sur le fond les mettent en suspension, tandis que le léger courant les concentre sur la crépine. La faiblesse de ce courant présente malheureusement un inconvénient : une part importante des nauplii qui sont entraînés ainsi avant d'être consommés reste accumulée dans la portion de tuyauterie comprise entre la crépine et le filtre de récupération. La forme de ces pièces est en effet adaptée à des courants beaucoup plus importants, et il n'est pas possible d'employer une crépine interdisant le passage des nauplii d'*Artemia* sans courir le risque de la voir se colmater en quelques heures.

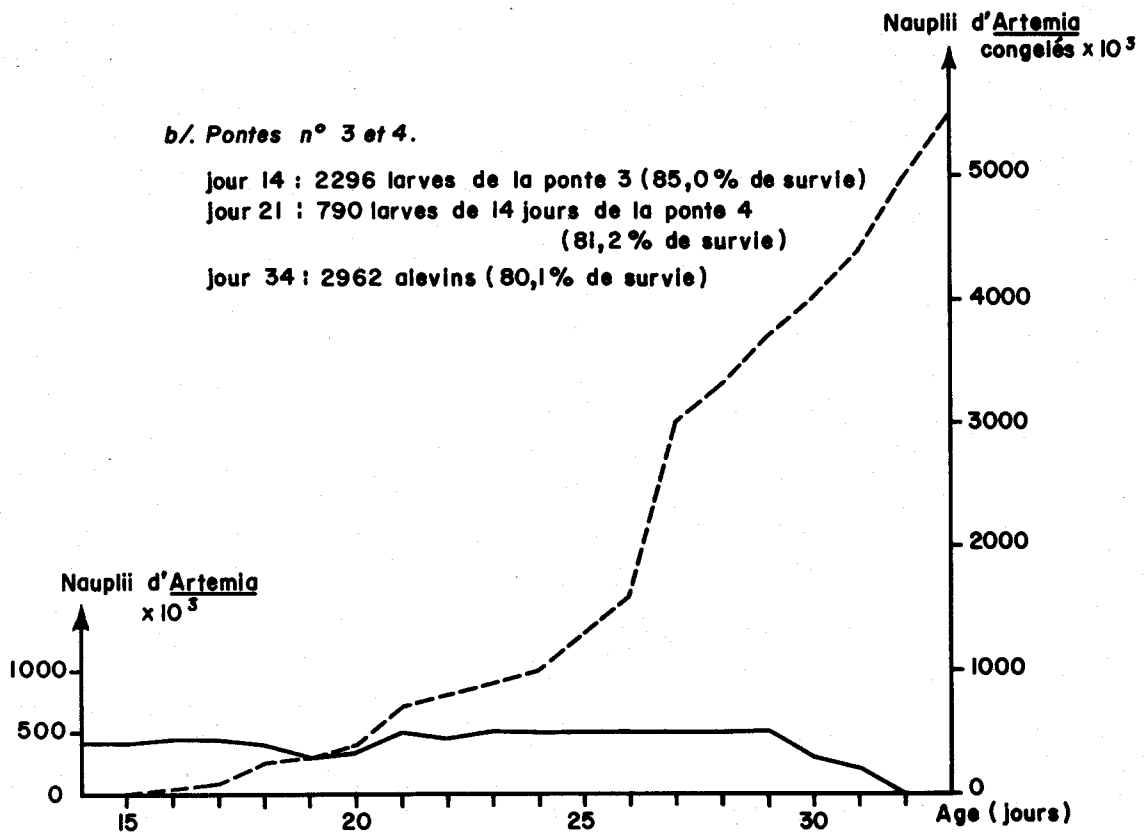
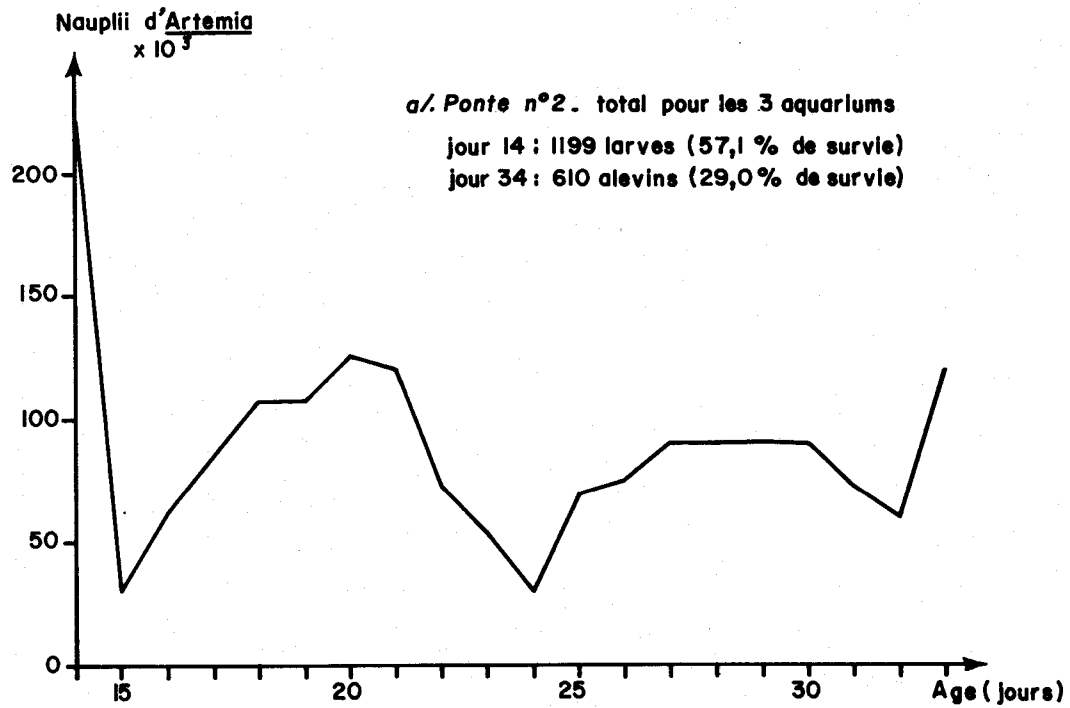


Fig. 2. Régime alimentaire de 2 semaines à 1 mois :  
Total des proies offertes chaque jour.

Le schéma alimentaire employé dans cette dernière expérience est donc à contrôler dans un système d'élevage évitant les pertes de nourriture. Les quantités offertes sont manifestement suffisantes pour réduire la mortalité pendant la métamorphose à moins de 5 %, mais elles devraient certainement permettre une croissance meilleure que celle qui a été enregistrée.

#### CONCLUSION

Les régimes décrits ne prétendent pas fournir la réponse idéale au problème de la nutrition de la larve de sole durant le premier mois, mais seulement poser les bases d'une expérimentation ultérieure plus précise. Sur le plan technique, les bacs employés représentent des solutions assez primitives, qui demandent à être améliorées.

Au total, les meilleurs schémas, employés vers 18°C, pour les pontes 3 et 4, semblent assurer 80 % de survie à un mois avec 3 000 alevins de 12,3 mm au mètre carré, conditionnés à un aliment inerte. Le nombre de proies nécessaires pour produire une larve vivante à ce stade s'établit à 1 350 *Brachionus* (accompagnés de 80 *Tisbe*), 2 950 nauplii d'*Artemia* vivants et 13 000 nauplii d'*Artemia* congelés. Le résultat peut certainement être amélioré sur le plan de la croissance, et son coût peut être réduit.



BIBLIOGRAPHIE

FABRE-DOMERGUE, E. BIETRIX, 1905

Développement de la sole (*Solea vulgaris*) Vuibert et Nouy ed. : 247 pp.

FLUCHTER J., 1965

Versuche zur Brutaufzucht der Seezunge *Solea solea* in kleinen Aquarien. Helgol. wiss. Meeresunters, 12 (4) : 395 - 403.

FLUCHTER J., 1972

Rearing of common sole (*Solea solea* L.) in small containers and in high density under laboratory conditions. Aquaculture, 1 : 289 - 291.

GIRIN M., 1973

Nutrition de la larve de Turbot (*Scophthalmus maximus* (L.)) avant la métamorphose Symposium on the early life history of fish, Oban, mai 1973, FAO Fish.Rep. (141) : 34.

GIRIN M., DEVAUCHELLE B., 1974

Production du Rotifère *Brachionus plicatilis* O.F. Müller en élevage mixte avec le Copépode *Tisbe furcata* (Baird) : Actes du Colloque sur l'Aquaculture, Brest, octobre 1973, CNEXO edit.

L'HERROUX M., FLASSCH J.P., GIRIN M., 1974

Dispositif pour concentrer et transporter les oeufs, larves et petits herbivores. Actes du Colloque sur l'Aquaculture, Brest, octobre 1973, CNEXO edit.

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, University of London, 143 pp.

DISCUSSION

HONG : Je voudrais savoir si vous avez utilisé des mélanges à la fois végétal et animal pour la nutrition des larves de sole ?

GIRIN : A mon avis, il est indispensable d'avoir toujours en permanence une petite quantité d'algues dans le bassin d'élevage de façon à éviter que les proies consommées au bout de 12 ou 13 heures de présence dans le bac ne soient des animaux commençant à mourir de faim, surtout dans le cas des *Brachionus*.

HONG : Il semble que vous n'avez jamais constaté de différence entre bac noir et bac en altuglass transparent, ou bien entre la taille du bassin d'élevage et la survie. Pourtant, d'après les résultats répétés trois années de suite au Japon chez *Mylio macrocephalus*, il existe une corrélation statistiquement valable entre les dimensions du bassin et le taux de survie. Plus le bassin est grand, meilleure est la survie. De plus on a trouvé une différence statistiquement démontrée entre le bac d'altuglass transparent et le même bac recouvert d'un film de plastique noir.

GIRIN : Cela me semble tout-à-fait logique dans la mesure où il s'agit de deux espèces différentes. Je vais parler tout à l'heure du turbot où les conditions sont différentes et où effectivement, il semble y avoir une relation entre le modèle et la taille du bac et la survie des poissons. Il se trouve que la sole est apparemment un animal très souple dans ses premiers stades. Au contraire, elle devient très exigeante plus tard. Dans la gamme de dimensions, de formes, de qualités, de parois des bacs que nous avons employés pour l'élevage des larves, aucune différence de taux de survie n'a été constatée.

HONG : Est-ce que vous avez fait des mesures sur l'évolution de la taille de la bouche des alevins ? Avez-vous trouvé une corrélation entre l'évolution de la taille et la bouche de la larve et la prise de nourriture ?

GIRIN : Non, j'ai limité cette expérience à un pourcentage de survie et il n'y a pas de mesure de taille systématique. Je recherchais un régime alimentaire qui permette de fabriquer à coup sûr des quantités importantes de larves de soles avec un pourcentage de survie élevé.

HONG : Je pense qu'il y a un travail fondamental intéressant à signaler sur l'évolution de la bouche de ces alevins et son influence sur la nature de la proie, fait par un chercheur de Sendai.

LEDOUX : Pour revenir à la question de la couleur des parois, SHELBORNE avait dit très nettement qu'il obtenait une survie meilleure dans les bacs à parois noires. Il expliquait cela par le fait qu'il y avait un contraste entre la proie et la paroi de l'aquarium.

GIRIN : J'ai lu aussi dans "Aquaculture" que SHELBORNE avait révolutionné

l'aquaculture des poissons plats en introduisant les antibiotiques dans l'élevage. Je ne pense pas que mes expériences confirment aussi ces résultats.

CHEVASSUS : J'ai noté une très grande disparité des tailles à partir d'un certain temps d'élevage, est-ce que cela vous semble relié à une disparité des oeufs lors de l'émission, ou au contraire à une hétérogénéité des conditions de l'élevage ?

GIRIN : A une malnutrition ; c'est-à-dire que j'ai relevé de très grosses différences de taille dans l'expérience où les poissons ont été très mal nourris. Certains poissons ont grandi, mais en fait parmi les poissons survivants, il y en a qui n'ont pratiquement pas grandi. A 30 jours dans la première expérience, il restait encore quelques poissons qui n'avaient pas réussi à achever leur métamorphose.

BARNABE : Quel est le comportement du Copépode *Tisbe* en élevage mixte avec le Rotifère ?

GIRIN : *Tisbe*, partout où il se trouve, est un animal qui reste près des parois, c'est-à-dire que dans l'élevage vous voyez toute la population de *Tisbe* qui est concentrée sur les parois, et il y a un animal sur 100 qui est en train de traverser le bassin pour aller de l'autre côté.