

3rd Meeting of the I.C.E.S. Working Group on Mariculture, Brest, France, May 10-13, 1977.
Actes de Colloques du C.N.E.X.O., 4 : 59-66.

RECHERCHE D'UNE ALIMENTATION ARTIFICIELLE ADAPTEE
A L'ELEVAGE DES STADES LARVAIRES DES POISSONS,
II - APPLICATION A L'ELEVAGE LARVAIRE DU BAR ET DE LA SOLE.

par

François-Joël GATESOUBE⁺, Michel GIRIN⁺⁺ et Pierre LUQUET⁺

+ Laboratoire de Nutrition des Poissons, I.N.R.A., C.N.R.Z., 78350 Jouy-en-Josas, France.

++ Centre Océanologique de Bretagne, B.P. 337, 29273 Brest, France.

RESUME.

Divers types d'aliments composés enrobés à la zéine sont distribués, soit seuls, soit en association avec des rotifères, à des larves de bar et de sole.

Si l'utilisation d'aliments composés seuls a conduit à des résultats décevants, la distribution simultanée de proies vivantes, en quantité limitée, s'est avérée positive : lorsque de faibles charges de poissons (3 à 5 larves/litre) sont retenues, il apparaît possible de dépasser 10 p. 100 de survie à un mois pour le bar et 71 p. 100 de métamorphose chez la sole.

L'analyse des résultats fournis par les différents aliments composés semble indiquer que la supériorité des proies vivantes n'est pas tant leur composition que leur mouvement.

ABSTRACT.

Various zein-coated artificial diets were distributed either alone or in association with rotifers to larvae of sea-bass and sole.

Utilization of artificial diets alone gave rather unsatisfactory results, whereas the simultaneous use of these with limited quantity of live-preys proved successful : when a low density of fish was retained (3 to 5 larvae/litre), it was found that the survival rate after one month for the sea-bass was above 10 p. 100 and for the sole, there was metamorphosis up to 71 p. 100.

The analysis of results obtained for the different artificial diets seems to indicate that the superiority of live rotifers is more due to their movement than to their composition.

.../...

INTRODUCTION.

Nous avons précédemment exposé les problèmes posés par l'alimentation artificielle des larves de poissons de mer et mis en oeuvre, afin d'en tester comparativement la valeur, différents procédés technologiques destinés à améliorer la stabilité à l'eau des aliments. Les résultats obtenus quant aux tests de résistance au délitement, ainsi qu'une réflexion sur les risques de toxicité entraînés intrinsèquement par chacun des procédés, nous ont amené à retenir une méthode d'enrobage à la zéine (GATESOUBE et LUQUET, 1977).

Les schémas alimentaires couramment employés au Centre Océanologique de Bretagne pour l'élevage du bar (*Dicentrarchus labrax*) et de la sole (*Solea solea*) impliquent l'utilisation de proies vivantes pendant 5 à 7 semaines. Il s'agit du rotifère *Brachionus plicatilis*, accompagné du copépode *Tisbe furcata*, puis de nauplius, et enfin de metanauplius d'*Artemia salina* (GIRIN, 1974 ; GIRIN *et al.*, 1975). La production des *Artemia* en quantités suffisantes pose des problèmes sérieux. D'une part, elle est tributaire d'un approvisionnement en oeufs aux U.S.A., qui est coûteux, et souvent difficile ; d'autre part, les quantités requises sont considérables, du fait d'une croissance très rapide des poissons pendant les premiers mois. Par contre, la production du rotifère et du copépode, utilisés seulement pour les très jeunes larves, ne représente qu'une charge relativement modeste, les masses nécessaires étant assez faibles. En outre, il n'y a pas de risque de rupture d'approvisionnement : l'ensemble du cycle vital est réalisé sur place.

Il n'est donc peut-être pas indispensable, au moins à court terme, d'éliminer toutes les proies vivantes employées dans les méthodes d'élevage traditionnelles. Pour cette raison, nous avons choisi d'utiliser les aliments composés comme source unique de nourriture dans certaines expériences, et en supplément des rotifères ou des copépodes dans d'autres.

MATERIEL ET METHODES.

Conditions d'élevage.

Les larves sont élevées en eau filtrée et partiellement recyclée, dans des bacs de polyester de 60 litres, sous illumination continue, conditions déjà décrites (GIRIN, 1975).

Le recyclage partiel n'est pas un choix expérimental : il est imposé par un souci de sécurité lié aux conditions d'approvisionnement en eau du laboratoire. La filtration, effectuée sur filtre à sable rapide sous pression, a pour but d'éviter l'introduction accidentelle de proies vivantes dans les bacs (ADRON *et al.*, 1974). Comme dans les expériences de BARNABE (1975, 1976), les bacs sont utilisés nus. Le modèle retenu, de forme cylindro-conique, avec une hauteur supérieure au plus grand diamètre et une aération par la pointe, tient compte des observations de cet auteur sur l'importance d'un bon mouvement de convection de l'eau.

La température de l'eau est maintenue à 19° C, au °C près. Son renouvellement débute avec le premier apport de nourriture. Il est réglé à 200 ml/mn durant la journée, et 100 ml/mn durant la nuit.

.../...

Alimentation.

Un demi-milliard d'algues unicellulaires *Tetraselmis suecica*, qui servent normalement de nourriture aux rotifères et aux copépodes, est ajouté les 2ème, 5ème, 9ème et 14ème jours après l'éclosion.

Lors des distributions d'algues, de rotifères ou de copépodes vivants, la dose du jour est simplement déversée dans le bac en milieu de journée. L'aliment composé est distribué en continu, au moyen de distributeurs automatiques.

La composition centésimale des régimes utilisés est rapportée dans le tableau 1.

	PG	AA1	AA3	A2	AZ	BZ
Norseamink.....	-	10	-	-	-	-
CPSP 80.....	78	-	-	-	-	-
CPSP 80G.....	-	-	20	30	-	-
Peptonal.....	-	10	8	-	-	-
Autolysat.....	-	10	-	-	-	-
Nuoc Mam.....	-	-	(20ml)	-	-	-
"Arome Maggi"..... (extraits aminés végétaux + glutamate)	-	-	(10ml)	-	-	-
Farine de sang.....	-	3	-	-	-	-
Levure diététique.....	-	10	-	-	-	-
Lait en poudre.....	-	10	10	-	-	-
Spirulines atomisées.....	-	10	10	19	-	-
Poudre d' <i>Artemia</i> lyophilisés	-	-	20	20	90	-
Poudre de <i>Brachionus</i> lyophilisés	-	-	-	-	-	90
Amigel.....	4	3	-	-	-	-
Premix.....	-	4	4	4	-	-
Huile de foie de morue.....	2,5	10	8	7	-	-
Huile de soja.....	2,5	-	-	-	-	-
Gélatine.....	10	-	-	-	-	-
Enrobant :						
Zéine.....	-	10	10	10	10	10
Poudre d' <i>Artemia</i>	-	10	10	-	-	-

TABLEAU 1 : Composition des différents aliments utilisés.

Outre les formules du type semi-synthétique PG, PGE et PZH, déjà décrites (GATESOUBE et LUQUET, 1977), nous avons élaboré trois régimes complexes dénommés AA1, AA3 et A2 renfermant environ 50 p. 100 de protéines et respectivement 12 p. 100, 13 p. 100 et 14 p. 100 de lipides.

Ces aliments sont présentés sous forme de particules de taille comprise entre 100 et 315 microns, enrobées de zéine suivant la méthode décrite antérieurement. Les fractions comprises entre 100 μ et 200 μ sont distribuées jusqu'au 15ème jour pour le bar. Au-delà, c'est la fraction 200-315 microns qui est utilisée. Ces formules sont comparées à deux régimes dénommés BZ et AZ constitués respectivement de poudre de *Brachionus* lyophilisés et de poudre d'*Artemia* lyophilisés, enrobées à la zéine. Les tailles des particules sont de 100-200 μ pour BZ et de 200-315 μ pour AZ.

Les aliments non consommés sont retirés par siphonage du fond du bac tous les deux jours pour le bar et seulement une fois vers le 10ème jour pour la sole, c'est-à-dire juste avant son stade benthique.

ESSAIS REALISES ET RESULTATS.

Compte tenu de la multiplicité des essais réalisés et afin d'alléger le texte, nous énoncerons, simultanément, pour chacun d'eux, le protocole en particulier suivi et les résultats obtenus. Ceux-ci sont résumés dans le tableau 2 pour le bar et dans le tableau 3 pour la sole.

N°	Nombre initial de larves		Aliment composé	Durée de l'apport en Brachionus (en jours)	Nombre total de Brachionus/bac x 10 ⁶	Date d'arrêt de l'expérience (en jours après l'éclosion)	Survivants		Coût en nombre de proies vivantes par larve produite x 10 ³
	Absolu	Par litre					Nombre	Pourcentage	
1	500	8	PG	0	0	18	19	4	0
			PGE	0	0	18	2	0,4	0
2	2500	42	PZH	0	0	26	3	0,1	0
3	1800	30	AZ, BZ	21	1,85	30	18	1	103
			AA1	21	1,85	30	100	6	19
			AA3	21	1,85	30	79	4	23
4	1800	30	AA1	17	1,60	30	190	11	8
			A2	17	1,60	30	43	2	37

TABLEAU 2 : *Survie des larves de bar soumises à différents régimes alimentaires.*

Exp. n°	Nombre initial de larves		Aliment composé	Durée de l'apport en Brachionus en jours	Nombre total de Brachionus par bac x 10 ⁴	Nombre total de Tisbe ajoutés par bac x 10 ³	Date d'arrêt de l'expérience (métamorphose complète)	Nombre de survivants		Coût en nombre de proies vivantes par larve produite	
	Absolu	Par litre						Nombre	Pourcentage	Brachionus	Tisbe
1	768	13	PG	0	0	0	22	6	0,8	0	0
2	300	5	PZH	0	0	0	25	21	7	0	0
3	300	5	AA3	0	0	12,4	19	109	36	0	114
			AA3	1	20	12,4	19	136	45	1471	91
			AA3	10	35	4,8	19	214	71	2570	22
4	350	6	AA1	1	2,5	12,4	18	102	29	245	122
			AA3	1	2,5	12,4	18	66	19	379	188
5	1700	28	AA3	11	127,5	10,5	16	275	16	4636	38
			A2	11	127,5	3	16	210	12	6071	14
			AA1	11	127,5	3	16	198	12	6439	15

TABLEAU 3 : *Survie des larves de sole soumises à différents régimes alimentaires.*

Expériences réalisées sur le bar.

Essai 1 : Deux lots de 500 larves sont constitués le premier jour après l'éclosion. Les aliments utilisés sont, d'une part l'aliment PG et, d'autre part l'aliment PGE (granulés P .../...

encapsulés par la gélatine), à l'exclusion de tout apport de nourriture vivante. Dix huit jours après l'éclosion, il ne reste que 19 survivants dans le premier lot et 2 dans le second.

Essai 2 : Un lot de 2 500 larves reçoit l'aliment PZH (granulés PG encapsulés par la zéine), à l'exclusion de toute nourriture vivante. Au bout de 26 jours, il ne reste que 3 larves.

Essai 3 : Trois lots de 1 800 larves reçoivent des *Brachionus* vivants du 3ème au 23ème jour (au total $1,85 \times 10^6$ *Brachionus* par bac) et en plus respectivement les aliments BZ (puis AZ à partir du 15ème jour), AA1 et AA3. La croissance en longueur des larves rapportée dans la figure 1, suivie en prélevant 10 individus par bac tous les cinq jours à partir du 7ème jour.

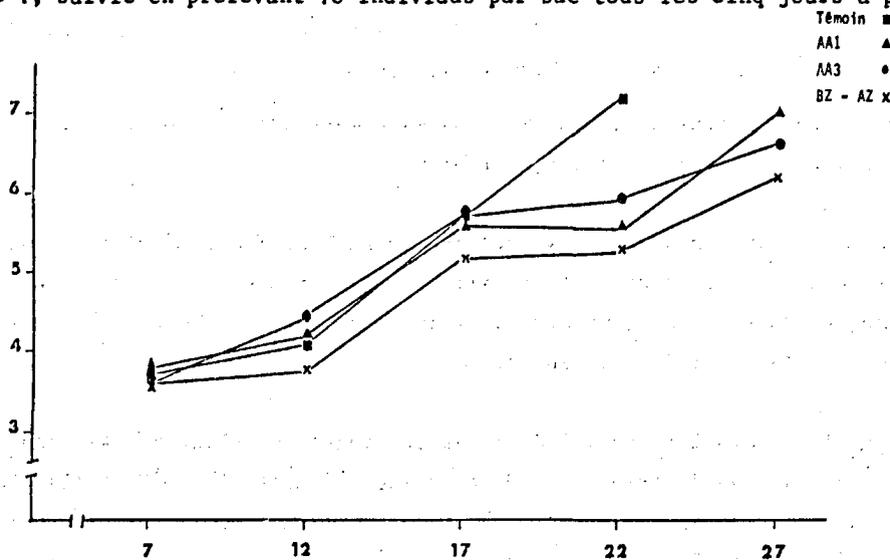


FIGURE 1 : Essai 3 réalisé sur bar - Croissance en longueur en fonction des différents régimes.

Jusqu'au 17ème jour, la croissance des lots AA1 et AA3 est comparable à celle d'un lot témoin recevant des *Brachionus* et des *Artemia* vivants suivant la séquence décrite par GIRIN (1975), alors que la croissance du lot recevant BZ puis AZ est inférieure. Du 17ème au 27ème jour, la croissance des trois lots expérimentaux est pratiquement arrêtée, alors qu'elle se poursuit pour le lot témoin. Au 27ème jour, la longueur est de 7,19 mm pour le lot AA2, de 6,68 mm pour le lot AA3 et de 6,23 pour le lot BZ/AZ ; les poids correspondants sont de 2,3 mg 2,0 mg et 1,7 mg et le nombre de survivants (non corrigé en fonction des prélèvements effectués) de 100, 79 et 18. Compte tenu de ces survies, le coût apparent en nombre de proies vivantes par larve produite varie de 103×10^3 (BZ/AZ) à 19×10^3 (AA1).

Essai 4 : Deux lots de 1 800 larves reçoivent des *Brachionus* vivants du 3ème au 19ème jour ($1,6 \times 10^6$ *Brachionus* par bac au total) et de l'aliment AA1 ou A2. Aucun prélèvement n'est effectué au cours de la période d'observation. Au bout de 30 jours, il reste 190 survivants pour le régime AA1 et 43 pour le régime A2. La croissance correspondante est plus faible que celle notée lors de l'essai précédent puisque les longueur et poids ne sont que de 6,20 mm et 1,8 mg pour le lot AA1 et de 5,6 mm et 1,3 mg pour le lot A2. Le coût apparent en nombres de *Brachionus* par larve produite est respectivement de 8 et 37×10^3 .

.../...

Expériences réalisées sur la sole.

Essai 1 : Un lot de 753 larves ne recevant que de l'aliment PG donne 6 soles dont la métamorphose est achevée au 22ème jour.

Essai 2 : Un lot de 300 larves ne recevant que de l'aliment PZH donne 21 soles dont la métamorphose est achevée au 25ème jour.

Essai 3 : Trois lots de 300 larves reçoivent de l'aliment AA3 et différents apports de proies vivantes. Au premier lot, sont distribués 12 400 *Tisbe* en 3 fois : aux 9ème, 12ème et 17ème jour. Le deuxième lot reçoit la même quantité de *Tisbe* et en outre 20×10^4 *Brachionus* (en 1 fois au 2ème jour). Le troisième lot ne reçoit que 4 800 *Tisbe* (aux 12ème et 17ème jour), mais 55×10^4 *Brachionus* du 2ème au 11ème jour.

Le nombre de soles survivantes lors de la métamorphose complète qui est intervenue au 19ème jour est respectivement de 109, 136 et 214.

Essai 4 : Deux lots de 350 larves reçoivent l'un l'aliment AA1, l'autre l'aliment AA3. En supplémentation, ils reçoivent la même ration de proies vivantes, à savoir 12 400 *Tisbe* (aux 8ème, 11ème et 16ème jour) et $2,5 \times 10^4$ *Brachionus* le 2ème jour. La survie au 18ème jour est respectivement de 102 et 66 soles.

Essai 5 : Trois lots de 1 700 larves reçoivent les aliments AA1, AA3 et A2 ainsi que $127,5 \times 10^4$ *Brachionus* distribués du 2ème au 12ème jour et 3 000 *Tisbe* le 10ème jour. Le lot nourri sur AA3 reçoit, en outre, 7 500 *Tisbe* le 12ème jour. Le 16ème jour, il reste respectivement 198, 275 et 210 soles métamorphosées.

DISCUSSION.

L'utilisation d'aliments composés seuls fournit des résultats assez décevants, largement inférieurs à ceux qu'ADRON *et al.* (1974) ont obtenu chez la plie (17,5 p. 100 de survie à 56 jours). Nous n'avons pas mentionné ici d'autres essais réalisés avec des aliments enrobés à la zéine et arrêtés précocement, car les résultats obtenus n'étaient guère meilleurs. Il est exclu d'espérer tirer des conclusions d'ordre nutritionnel en se basant sur des survies aussi faibles, car il est totalement impossible d'affirmer que les quelques proies vivantes inévitablement apportées par une eau recyclée même filtrée n'ont pas une influence déterminante sur cette survie. On notera d'ailleurs un fait qui peut être un argument en faveur de cette hypothèse : le meilleur résultat obtenu chez le bar (4 p. 100 de survie), comparable à celui que signale BARNABE (1976), provient, comme chez cet auteur, d'une expérience réalisée à une charge inférieure à 10 larves/litre en début d'élevage.

L'utilisation simultanée d'aliments composés et de proies vivantes s'est, en revanche, avérée plus positive.

Chez le bar, il apparaît possible de dépasser 10 p. 100 de survie à 1 mois, avec un apport de rotifères limité à 17 jours et quantitativement assez modeste. Cependant, comme dans les expériences de BARNABE (1976) avec des mélanges d'aliments composés, la croissance se montre moins rapide que lorsque les animaux sont nourris uniquement de proies vivantes.

Chez la sole, le taux de survie après la métamorphose peut atteindre un niveau très élevé (71 p. 100) lorsque la charge est limitée à 5 larves/litre en début d'élevage. Il redescend par contre aux valeurs obtenues chez le bar, lorsque la charge au départ est montée à 30 larves/litre. Sur le plan qualitatif la formulation des régimes paraît jouer un rôle négligeable, en regard de la quantité des proies vivantes fournies ; l'effet de ce dernier facteur est très net dans la 3ème expérience.

L'ensemble des expériences réalisées, chez les deux espèces, paraît conduire à une charge limite de l'ordre de 200 poissons par bac (soit 3 par litre) à 1 mois (chez le bar), ou après la métamorphose (chez la sole), quelle que soit la charge employée au départ. C'est un résultat 8 à 10 fois plus faible que ce qu'il est possible d'obtenir actuellement avec un emploi exclusif de proies vivantes. L'écart est considérable, mais il n'est pas nécessairement impossible à combler : obtenir 3 larves/litre à 1 mois était considéré, chez le bar, comme un bon résultat il y a 3 ans seulement (BARNABE, 1976).

Parmi les diverses formules testées, si l'on utilise comme critères à la fois la survie et la croissance des bars, il semble que AAI soit la mieux adaptée, tandis que les poudres de rotifères et d'*Artemia* fournissent des résultats particulièrement mauvais. Un tel fait pourrait confirmer que la supériorité des proies vivantes n'est pas tant leur composition, que leurs mouvements, comme plusieurs auteurs l'ont supposé (HOUDE, 1973).

Dans une telle hypothèse, la solution présente vraisemblablement à la fois une composante technologique, c'est-à-dire une recherche de structures d'élevage favorisant au mieux les mouvements de particules dans la masse de l'eau et une composante alimentaire essentielle liée aux qualités organoleptiques des produits utilisés. Ces éléments sont les conditions nécessaires d'un niveau d'ingestion suffisant, indispensable à une croissance normale des animaux et à la réduction des risques de pollution des élevages par les aliments non consommés.

BIBLIOGRAPHIE.

- ADRON, J.W., A. BLAIR and C.B. COWEY, 1974. Rearing of plaice (*Pleuronectes platessa*) larvae to metamorphosis using an artificial diet. Fish. Bull., 72 (2) : 353-357.
- BARNABE, G., 1975. La genèse des activités locomotrices et trophiques chez la larve du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson, Serranidae). C.R. Acad. Sc. Paris, 280, D : 755-757.

.../...

- BARNABE, G., 1976. Contribution à la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson, Serranidae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 426 pp.
- GATESOUBE, F.J. et P. LUQUET, 1977. Recherche d'une alimentation adaptée à l'élevage des stades larvaires des poissons. I - Comparaison de quelques techniques destinées à améliorer la stabilité à l'eau des aliments. Présenté à la 3ème Réunion du Groupe de Travail sur la Mariculture, Brest, France, 10-13 mai 1977.
- GIRIN, M., 1974. Régime alimentaire et pourcentage de survie chez la larve de sole (*Solea solea* L.). Colloque sur l'Aquaculture. Actes de colloques, 1, CNEXO Ed. : 175-185.
- GIRIN, M., M.H. BARAHONA-FERNANDES and A. LE ROUX, 1975. Larval rearing of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) with a high survival. ICES Doc. C.M. 1975/G, 14, 8 pp.
- HOUDE, E.D., 1973. Some recent advances and unsolved problems in the culture of marine fish larvae. Proceedings of the World Mariculture Society, 1972, 3 : 83-112.

REMERCIEMENTS.

Ce travail a été réalisé grâce à l'aide financière du CNEXO (Contrat 76/5249).