

Décalage de la période de reproduction par raccourcissement des cycles photopériodique et thermique chez des poissons marins *

par M. GIRIN, Nicole DEVAUCHELLE

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

Summary. Shift in the reproduction period of salt-water fish using shortened photoperiod and temperature cycles.

Sea bass (*Dicentrarchus labrax*), turbot (*Scophthalmus maximus*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) spawners were kept in 2 identical 40 m³ tanks, one outdoors (control) and one indoors (test) during a 5-year experiment. The control tank was under natural yearly photoperiod and the temperature cycles of western Brittany. The test tank was under similar variation for 3 years but with the cycles compressed into 10 months. The 3 species spawned naturally in these artificial conditions at various stages of the experiment. After 3 years, the fish in the test tank spawned an average 5 months ahead of the others.

Introduction.

L'existence d'un cycle de reproduction annuel est un élément gênant pour des programmes d'élevage larvaire, les possibilités d'expérimentation se trouvant concentrées sur une période qui peut être limitée à quelques semaines par an. En dehors des régions équatoriales, les cycles photopériodique et thermique annuels constituent conjointement l'élément régulateur des cycles reproducteurs de nombreux organismes dont la plupart des poissons. Les effets respectifs de la photopériode et de la température ne sont pas toujours clairs. Il semble cependant que la photopériode soit l'élément régulateur essentiel de la maturation sexuelle, la température jouant surtout un rôle sur le déclenchement de la ponte (Kuo *et al.*, 1974 ; de Vlaming, 1975).

Les deux facteurs ont été utilisés de différentes manières pour provoquer des pontes hors saison de poissons marins. Leong (1971) et Lasker (1974) ont démontré qu'il est possible d'obtenir des pontes spontanées à longueur d'année à partir d'un stock d'un millier d'Anchois (*Engraulis mordax*) maintenus en conditions constantes (15 °C et 4 h de jour). Laurence (comm. pers.) a obtenu des pontes de tautogue noir (*Tautoga onitis*) et de spare doré (*Stenotomus chrysops*) 4 à 6 mois avant la période normale, en intervenant simultanément sur la température et la photopériode.

* Contribution n° 569 du Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne.

Le schéma expérimental testé ici visait à obtenir progressivement des pontes naturelles décalées de 6 mois chez des reproducteurs captifs, en prenant un minimum de risques expérimentaux. Température et photopériode n'ont donc pas été dissociées, mais les cycles annuels naturels de la région ont été comprimés sur 10 mois pendant 3 ans. A ce terme, le décalage voulu étant acquis, les cycles ont été ramenés à leur valeur normale de 12 mois pour le maintenir à niveau constant.

Ce schéma a été appliqué simultanément à trois espèces, le bar (*Dicentrarchus labrax*), le turbot (*Scophthalmus maximus*), et la daurade dorée (*Sparus aurata*). Lorsque l'expérience a été lancée, la ponte naturelle en captivité dans des bassins de la dimension employée n'avait encore été obtenue que chez le bar (Boulineau, 1974). Chez cette même espèce, une expérience de maturation décalée, par raccourcissement de moitié des conditions thermiques normales des 4 mois précédant la ponte, avait permis d'obtenir des œufs 1 mois à l'avance, avec des injections hormonales (Barnabe, 1974). Mais moins de 3 p. 100 d'entre eux étaient entrés en développement.

Matériel et méthodes.

Deux bacs parallélépipédiques, en polyester armé (4 × 6 × 2 m de haut), sont équipés de doubles-fonds de sable percolé, avec des exhausteurs (« air-lifts ») aux quatre coins. Pour des volumes utiles de 40 m³ environ, les débits de renouvellement sont fixés entre 3 et 4 m³/h. L'eau de mer, non filtrée, est prise sur les circuits d'alimentation normaux du laboratoire, sans modification de température pour le bac témoin, après ajustage à la valeur voulue pour le bac expérimental.

Le bac témoin, placé à l'extérieur, est soumis aux cycles de température et de photopériode naturels de la région. Le cycle imposé au bac expérimental reproduit les mêmes variations (à partir d'une moyenne des 3 années précédentes pour la température), mais comprimées sur 10 mois (fig. 1). Cette reproduction est très simplifiée. Le cycle évolue par paliers, à partir d'un réglage hebdomadaire de température et de photopériode. En période diurne, comme en période nocturne, l'intensité de l'éclairage est constante. En période diurne, 17 tubes fluorescents (« grolux », type lumière du jour), totalisant 680 watts, fournissent un éclairage moyen de surface voisin de 1 500 lux en surface, et 30 lux au fond. L'allumage des tubes se fait en deux temps, par moitiés, à 5 mn d'intervalle. Leur extinction se fait en un seul temps, et provoque l'allumage d'une veilleuse bleue de 25 watts destinée à faciliter les visites.

Les deux bacs sont chargés de poissons entre novembre 1973 et février 1974, au fur et à mesure des disponibilités. Ils reçoivent chacun 8 turbots de 4 à 12 kg, 35 à 40 bars de 100 à 150 g, et 20 à 25 daurades de 50 à 100 g. Les turbots ont été pêchés un an auparavant, dans la région. Les bars et les daurades ont été pêchés aux environs du gramme, et employés d'abord à des expériences de nutrition (Alliot *et al.*, 1974 ; Sabaut et Luquet, 1973). Les bars sont d'origine essentiellement méditerranéenne, les daurades toutes d'origine atlantique.

Du fait de leur provenance, les bars du bassin expérimental continuent à recevoir quotidiennement le granulé dont ils se nourrissaient auparavant (P50 L12 de Alliot *et al.*, 1974), et refusent tout autre aliment, jusqu'au mois de juin 1976. Ils acceptent ensuite, après 1 à 2 mois de jeûne suivant les individus, les morceaux de maquereau

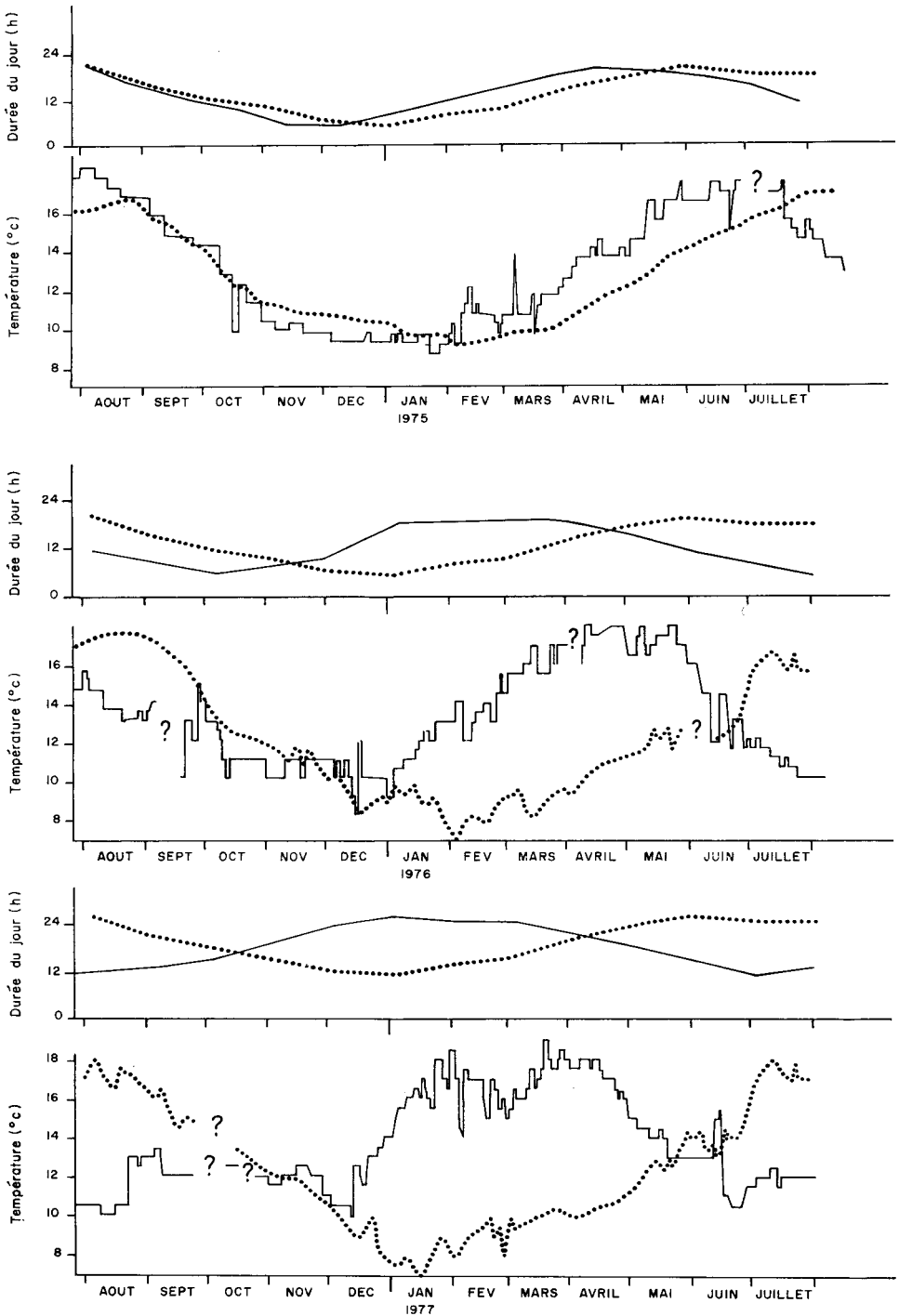


FIG. 1. — Cycles photopériodique et thermique subis par les deux bassins de l'expérience
 — Bassin expérimental ; Bassin témoin.

(*Scomber scombrus*), de tacaud (*Trisopterus luscus*), ou de chinchard (*Trachurus trachurus*), qui sont distribués, dans les deux bacs, 3 fois par semaine en été, 2 fois par semaine en hiver, en quantités ajustées à la demande. Des langoustines (*Nephrops norvegicus*), des crabes verts (*Carcinus moenas*) et de la chair de bucarde de Norvège (*Laevicardium crassum*) ou de cythérée fauve (*Cytherea chione*), sont ajoutés en complément 2 à 3 fois par mois et sont consommés en quasi-totalité par les daurades. La distribution de la nourriture est toujours faite en milieu de journée.

Les 7 premiers mois de 1974 sont consacrés au rodage des installations de contrôle de la température et de la photopériode, et le cycle comprimé débute le 1^{er} août.

Les œufs, collectés automatiquement au niveau des trop-pleins, sont mis à incuber dans des paniers (Girin, 1976) ou dans des barquettes carrées (44 cm de côté pour 17 cm de haut) à fond en toile calibrée de 250 μ , en circuit ouvert d'eau de mer filtrée. Tous les œufs collectés sont dénombrés. Les diamètres moyens sont mesurés sur des échantillons de 20 œufs par ponte. A partir de 1976, les taux de viabilité des œufs au moment de la récolte (proportion de ceux dont le développement débute normalement), et les taux d'éclosion, sont enregistrés systématiquement.

Dans le texte qui suit, le terme ponte sera employé pour désigner l'ensemble des œufs collectés un jour donné et dont le stade de développement indique qu'ils ont été fécondés dans un intervalle de l'ordre de l'heure. Il est évident qu'une ponte, au sens employé ici, peut impliquer des œufs de plusieurs femelles.

Résultats.

Depuis le début de l'expérience, le système de contrôle de la photopériode a donné toute satisfaction. Cela n'a pas été le cas du système de thermorégulation, dont la puissance de refroidissement et la fiabilité ont laissé à désirer (fig. 1).

Aucune mortalité n'a été enregistrée chez les daurades. 5 bars du lot témoin sont morts à quelques mois d'intervalle, en 1975 et 1976, avec des symptômes similaires à ceux que Barahona-Fernandes (1977) a décrit chez le juvénile. Ils n'ont pas été remplacés. 7 turbots du bac expérimental ont été perdus en juillet 1975, à la suite d'un incident technique, et immédiatement remplacés par des poissons de même origine. 2 turbots en 1974, 3 en 1975 et 5 en 1976, sont morts dans le bassin témoin, après la saison de ponte, pour des raisons indéterminées. Les animaux morts en 1976 n'ont pu être remplacés qu'après la saison de ponte de 1977.

En juillet 1977, les poids des animaux pouvaient être estimés entre 800 g et 1,5 kg pour les daurades, 600 g et 3 kg pour les bars, 4 et 10 kg pour les turbots, soit une charge globale de 2,5 à 3 kg/m³.

Les trois espèces ont fourni des pontes naturelles, dans des proportions variables. Les principales caractéristiques des pontes de bars et de turbots sont rassemblées dans le tableau 1. Les bars, encore petits, et manipulés peu avant la saison de ponte, n'ont fourni qu'un millier d'œufs en 1974. Ils ont ensuite pondu tous les ans, dans les deux bacs. Les turbots ont pondu normalement dès 1974, fournissant 23 pontes sur l'ensemble des deux bacs, entre le 1^{er} mai et le 4 juillet. Les pontes se sont ensuite poursuivies, sauf dans le bac témoin en 1977, faute de femelle survivante. Les daurades hermaphrodites protandriques, dont le changement de sexe s'effectue aux environs

TABLEAU 1

Caractéristiques des pontes de *Turbot Scophthalmus maximus* et de *Bar Dicentrarchus labrax*

Espèce	Bassin	Année	Nombre de pontes	Période de ponte			Total des œufs récoltés	Nombre moyen d'œufs par ponte	Diamètre moyen des œufs (mm)	p. 100 d'œufs viables	p. 100 d'éclosion
				Première ponte	Moyenne	Dernière ponte					
Turbot	Expérimental	1975	22	25/04	23/05	17/06	1 174 000	53 000	1,04	?	?
		1976	30	5/03	28/03	26/04	5 825 000	194 000	1,04	43	34
		1977	43	23/12/76	30/01	28/02	3 037 000	71 000	1,12	47	16
	Témoïn	1975	30	1/05	30/05	7/07	3 500 000	117 000	1,04	?	?
		1976	16	23/04	13/05	5/06	4 210 000	263 000	1,08	67	61
		1977	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Bar	Expérimental	1974	1	—	1/04	—	1 000	1 000	?	?	?
		1975	20	26/02	19/03	17/04	207 000	10 000	1,16	?	?
		1976	20	13/01	1/02	23/02	2 328 000	116 000	1,14	68	51
	Témoïn	1977	18	14/11/76	4/12	30/12/76	905 000	50 000	1,19	83	52
		1974	0	—	—	—	—	—	—	—	—
		1975	10	14/04	21/04	29/04	347 000	350 000	1,23	?	?
Témoïn	1976	26	29/02	12/04	19/05	5 138 000	198 000	1,24	81	49	
	1977	39	2/03	25/04	4/06	8 993 000	230 000	1,23	100	63	

du kilo dans la région, n'ont fourni leurs premières pontes qu'en 1977. 20 pontes, totalisant 34 000 œufs, en grande majorité fécondés, ont été récoltés du 22 juin au 22 août dans le bassin expérimental.

Discussion.

Indépendamment du décalage des saisons de ponte, l'obtention de pontes naturelles fécondées chez le turbot et la daurade représente déjà un élément intéressant. Chez le turbot, les seules relations antérieures de pontes naturelles fécondées en captivité (Malard, in Anthony, 1910) impliquaient un bassin de plusieurs centaines de m³. Dans des bacs de 20 m³ ou moins, comme Jones (1972), nous n'avions obtenu que des pontes non fécondées. Chez la daurade, il ne semble pas y avoir eu de relation écrite de pontes naturelles fécondées chez des animaux maintenus en captivité plusieurs mois avant la saison de reproduction, encore que des résultats de ce genre aient été obtenus au printemps 1977, en Israël (Gordin, comm. pers.). Les pontes fournies par les bars confirment les observations de Boulineau (1974) en bacs de 20 m³.

Dans le bassin témoin, la période de ponte et la taille moyenne des œufs sont assez constantes d'une année à l'autre, particulièrement chez les bars. Il n'apparaît ni l'avancée progressive de la période de ponte, ni l'augmentation de taille des œufs que plusieurs auteurs ont observées chez d'autres espèces à mesure que les femelles grandissent (Gall, 1974).

Dans le bassin expérimental, il semble y avoir, surtout chez le turbot, une certaine résistance des poissons à accepter une compression de leur cycle de reproduction. Les pontes du lot expérimental se décalent progressivement, mais toujours avec quelques semaines de retard sur la date à laquelle elles devraient théoriquement intervenir. Chez le bar, la compression du cycle semble s'assortir d'une stagnation du nombre des pontes, et de leur dimension, avec des œufs plus petits que dans le lot témoin. Ce dernier point est important, la taille de l'œuf influant sur les chances de survie et la croissance de la larve, dans une espèce déterminée (Gall, 1974 ; Hempel et Blaxter, 1967 ; Reagan et Conley, 1977).

Mais les changements de régime alimentaire peuvent être mis en cause dans les résultats obtenus. Chez le turbot, les remplacements de reproducteurs et l'absence de pontes dans le lot témoin en 1977 ne permettent pas d'analyser les variations observées dans le nombre, la dimension des pontes ou celle des œufs. Chez la daurade, il faudra attendre les premières pontes dans le bassin témoin pour disposer d'un terme de comparaison. Elles devraient intervenir vers janvier 1978, si l'on s'en rapporte aux variations du rapport gonado-somatique chez les animaux sauvages dans la région, ce qui fixerait le décalage obtenu entre 5 et 6 mois.

Les données disponibles sur les taux de viabilité et d'éclosion sont encore trop fragmentaires pour permettre des conclusions précises. Le niveau de viabilité des œufs augmente dans chaque lot avec le temps, et il est en règle générale plus faible dans le bassin expérimental, aussi bien chez le bar que le turbot. Il en est de même des taux d'éclosion mais qui sont à considérer avec précaution, les conditions d'incubation n'étant pas standardisées. Les données concernant les élevages larvaires, en cours de dépouillement, feront l'objet d'une note séparée.

Le nombre de pontes obtenues chez les turbots, au moins 8 par femelle en 1977 dans le bassin témoin, met bien en évidence l'aspect séquentiel de la ponte chez cette espèce. Ce n'est pas le cas chez le bar.

Les conditions très artificielles du bac expérimental sont donc compatibles avec la ponte naturelle des trois espèces étudiées et son décalage sans manipulation des animaux. Mais les premiers résultats présentés ici laissent encore nombre de questions en suspens. Certaines d'entre elles, comme l'effet du régime alimentaire des poissons, les effets respectifs d'un simple décalage ou d'une compression du cycle annuel, la qualité des pontes obtenues dans ces conditions, le rendement de l'ovulation, devraient trouver une réponse dans les deux ans à venir, par la poursuite des expériences. D'autres, comme la décomposition des rôles respectifs de la photopériode et de la température dans la maturation sexuelle et le déclenchement de la ponte des animaux, supposeraient une expérimentation complémentaire, qu'il n'a pas encore été possible de mettre en place.

*Symposium sur la Reproduction des Poissons
Paimpont, France, 19-21 septembre 1977.*

Références

- ALLIOT E., FEBVRE A., METAILLER R., PASTOUREAUD A., 1974. Besoins nutritifs du bar (*Dicentrarchus labrax*). Etude du taux de protéine et du taux de lipide dans le régime, 215-228. *Colloq. Aquacult. Actes Colloq.*, **1**, CNEXO, Brest.
- ANTHONY R., 1910. The cultivation of the turbot. *Proc. 4th int. Fish. Congr.*, Washington, 1908. *U. S. Bur. Fish. Bull.*, **28**, 859-870.
- BARAHONA-FERNANDES M. H., 1977. Bacterial disease of sea bass (*Dicentrarchus labrax* (L.)) reared in the laboratory : an approach to treatment. *Aquaculture*, **10**, 317-322.
- BARNABE G., 1974. Compte rendu sommaire de la campagne 1972-1973 de reproduction contrôlée du loup à Sète, 205-213. *Colloq. Aquacult., Actes Colloq.*, **1**, CNEXO, Brest.
- BOULINEAU F., 1974. Ponte naturelle et ponte induite hormonalement chez *Dicentrarchus labrax* (L.) en captivité, 151-160. *Colloq. Aquacult., Actes Colloq.*, **1**, CNEXO, Brest.
- GALL G. A. E., 1974. Influence of size of eggs and age of female on hatchability and growth in rainbow trout. *Calif. Fish Game*, oo (1), 26-35.
- GIRIN M., 1976. La ration alimentaire dans l'élevage larvaire du Bar (*Dicentrarchus labrax* (L.)) 10^e Symp. europ. Biol. mar., Ostende, Sept. 1975, Vol. **1**, 171-188.
- HEMPEL G., BLAXTER J. H. S., 1967. Egg weight in Atlantic herring (*Clupea harengus* L.). *J. Cons. perm. Int. Explor. Mer*, **31**, 170-195.
- JONES A., 1972. Studies on egg development and larval rearing of Turbot, *Scophthalmus maximus* L., and Brill, *Scophthalmus rhombus* L., in the laboratory. *J. Mar. Biol. U. K.*, **52**, 965-986.
- KUO C. M., NASH C. E., SHEHADEH Z. H., 1974. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture*, **3**, 25-43.
- LASKER R., 1974. Induced maturation and spawning of marine fish at the Southwest Fisheries Center, La Jolla, California. *Proc. 5th Annu. Workshop, World Mariculture Soc.*, 313-318.
- LEONG R., 1971. Induced spawning of the northern anchovy *Engraulis mordax* Girard. *Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull.*, **69**, 357-360.
- REAGAN R. E., CONLEY C. M., 1977. Effect of egg diameter on growth of Channel Catfish. *Progr. Fish. Cult.*, **39**, 133-134.
- SABAUT J. J., LUQUET P., 1973. Nutritional requirements of the Gilthead Bream *Chrysophrys aurata*. Quantitative protein requirements. *Mar. Biol.*, **18**, 50-54.
- VLAMING de V. L., 1975. Effects of photoperiod and temperature on gonadal activity in the cyprinid teleost, *Notemigonus crysoleucas*. *Biol. Bull.*, **148**, 402-415.