

**Transferts de technologie
Méditerranée Martinique
et acclimatation du Loup européen
aux eaux tropicales**

GILBERT BARNABE
Aquamar S.A., Pointe-Lynch
97231 Le Robert, Martinique

INTRODUCTION

Au moins pendant les mois d'été, le climat méditerranéen présente quelques similitudes thermiques avec le climat tropical caractéristique des Antilles. Cette parenté se reflète dans l'hydrologie, et la température des eaux côtières ou lagunaires est analogue: 25 à 30°C.

Aussi de nombreux essais d'élevage ont porté en Méditerranée sur des espèces tropicales: crevettes pénaeides et tilapias, par exemple. Si quelques acclimations ont été réussies, telle celle de pénaeides dans la Lagune de Lésina (Sud de l'Italie), bien d'autres ont donné des résultats mitigés car les températures élevées, génératrices de forte croissance, sont relativement brèves (2 à 3 mois tout au plus) en Méditerranée Occidentale.

Le seule espèce de poisson marin élevée à une échelle commerciale en Europe est le Loup ou Bar, Dicentrarchus labrax (L.), espèce très eurytherme et euryhaline que l'on rencontre justement dans les lagunes et la zone côtière méditerranéenne. Sa croissance est rapide de mai à octobre, mais nulle pendant la saison froide. Des études comparatives ont montré qu'elle était en fait très dépendante de la température des eaux (Barnabe, 1973; Tesseyre, 1979; Barnabe, 1980 a) et l'on sait que cette espèce supporte 30°, au moins temporairement, dans le milieu naturel (Ravagnan, 1984).

Cet ensemble de données et l'existence de sites abrités propices à un élevage en cage en Martinique conduisirent à envisager l'élevage du Loup en conditions tropicales pour bénéficier d'une croissance continue tout au long de l'année.

C'est l'Association pour le Développement de l'Aquaculture à la Martinique (ADAM) qui démontra à l'échelle pilote que la croissance du Loup était environ 2,5 fois plus rapide en Martinique qu'en Méditerranée Occidentale, la taille commercialisable (~ 300 g) étant atteinte en 12 mois d'élevage en cage, (ADAM, 1982).

La Société anonyme AQUAMAR se constitua pour exploiter ces résultats à une échelle commerciale, compte tenu des potentialités importantes d'exportation sur l'Europe à un prix élevé (80 F/kilo au moins).

Du fait du changement d'échelle, de l'état imparfait de la maîtrise zootechnique de l'élevage, beaucoup de difficultés s'opposèrent à la concrétisation des perspectives initiales; mais c'est surtout l'apparition de mortalités estivales inexpliquées qui, détruisant la majorité du cheptel en cage, compromettait

l'élevage.

L'utilisation conjointe de technologies méditerranéennes et d'adaptations locales ont permis de faire évoluer la situation. C'est en examinant successivement toutes les étapes de l'élevage dans son état actuel que l'on situera ces acquis.

L'OBTENTION DES SUJETS D'ELEVAGE

La maîtrise de la reproduction est l'élément de base de tout élevage. Deux potentialités s'offraient: soit maîtriser sur place la maturation et la ponte, soit importer des oeufs ou des juvéniles. Toutes ces voies ont en fait été testées. Le contrôle de la maturation par action sur les cycles thermique et photopériodique faisant l'objet d'un compte rendu séparé ne sera pas abordé ici.

L'importation d'oeufs

L'importation d'oeufs, à partir des écloséries méditerranéennes, a été mis sur pied en 1982, en l'absence de pontes locales suffisamment importantes. Elles est maintenant devenue une routine entre la Station de Biologie Marine et Lagunaire de Sète (Université des Sciences et Techniques du Languedoc) et AQUAMAR.

L'organisation générale de la filière utilise les techniques de reproduction contrôlée du Loup définies à Sète a partir de 1971 (Barnabe, 1971, 1974, 1976a,b, 1980a; Barnabe et Paris, 1984; Barnabe et Barnabe-Quet, in press):

- Les Loups récupérés à l'épuisette dans des bassins de stockage de 48 ou 70 m³ sont anesthésiés au 1-2 Propanediol (0,3 ml/l) en présence de furaltadone (30 mg/l) et subissent, soit 2 injections d'HCG (800 UI/kg chacune) espacées de 6 heures, soit 1 injection de LH-RH (20 µg/kg) le mardi après-midi. Dans ces conditions la ponte et la fécondation ont lieu dans la nuit du jeudi au vendredi, à une température de 13° + 1°C. Les oeufs fécondés se rassemblent dans un collecteur-incubateur. Ils seront conditionnés pour le transport le samedi entre 7 h et 8 h 30 de façon à être transportés à l'aéroport de Marseille-Marignane avant 12 h pour prendre le vol Air-France 251 (décollage 16 h 30 heure locale, durée du vol 8 h, arrivée 19 h 30 heure locale à Fort de France).

- La technique de transport est la suivante:

Des cubitainers de 30 l sont partiellement garnis d'eau (9 l) issue du bassin de stockage des reproducteurs. Le cubitainer est pressé pour chasser l'air excédentaire. Un diffuseur en tube poreux, relié à une bouteille d'oxygène est mis en place dans l'eau du cubitainer pendant 5 mn. Il est ensuite enlevé. Le bouchon du cubitainer, muni d'un robinet de vidange est placé. L'orifice du robinet est relié à la bouteille d'oxygène par un raccord en tuyau souple. Le cubitainer est gonflé à l'oxygène, puis le robinet de vidange fermé et le récipient laissé en surpression une dizaine de minutes et agité périodiquement.

L'aération, les arrivées d'eau dans l'incubateur d'oeufs sont

stoppées: les oeufs en développement se rassemblent sous la surface car la salinité de l'ensemble bassin de ponte-incubation est supérieure à 37‰. Ils sont collectés à l'aide d'une épuisette d'aquariophile, égouttés 10 s et pesés en lots de 70 à 90 g. Le robinet du cubitainer est enlevé et remplacé par un entonnoir prolongé par un tube souple. L'épuisette contenant les oeufs est renversée dans l'entonnoir. Les oeufs sont entraînés par rinçage de l'épuisette à l'aide d'un litre d'eau prélevée dans le bassin de ponte. Le cubitainer est vidé de son atmosphère et regarni d'oxygène pur au travers du robinet du bouchon. Après obturation du robinet, le colis est fermé.

Compte-tenu de la capacité de l'écloserie d'AQUAMAR, de 15 à 25 colis renfermant chacun de 70 à 90 g, voire 100 grammes d'oeufs (soit 70 000 à 100 000) sont expédiés lors de chaque envoi. La maîtrise de la reproduction du Loup est suffisante pour qu'il n'y ait eu aucun échec jusqu'à présent.

- A la réception en Martinique les cubitainers sont extraits de leur emballage et mis à tremper (bain-marie) dans les bassins d'élevage où se termine l'incubation et où seront élevées les larves écloses. Lorsque les températures (comprises entre 13 et 15°C) sont homogènes (0,5 h environ), les robinets sont enlevés et de petites quantités d'eau sont introduites dans le cubitainer en l'enfonçant dans le bassin. L'ensemble du contenu est ensuite déversé dans ce bassin. De $1,6$ à $2 \cdot 10^6$ oeufs sont utilisés pour ensemençer les 8 bassins de 15 m^3 que comporte l'écloserie d'AQUAMAR. La mortalité au cours du transport est très variable suivant les cubitainers, mais demeure inférieur à 10%.

L'élevage larvaire

Il est exposé par ailleurs (Marion, ce volume) et tient compte en l'adaptant de l'état actuel de la technique dans ce domaine (cf. Barnabe et Billard, 1984).

Par contre l'utilisation de plancton collecté pour l'élevage larvaire est un transfert plus récent. En Méditerranée, à peu près toutes les écloseries utilisent du plancton collecté dans d'anciens marais salants et surtout dans les nombreux bassins d'oxydation (de lagunage) traitant les eaux usées domestiques. Des appareils de collecte autonomes et stationnaires à basse énergie sont utilisés à cette fin (Barnabe 1980 b, 1983, 1984). La collecte dépasse les 100 tonnes annuelles et constitue une retombée économique intéressante puisque l'Artémia (adulte), le copépode Eurytemora velox, et la Daphnie Daphnia pulex sont commercialisés à l'état congelé à 50F, 60F et 30F le kilo respectivement.

Il y a en Martinique deux lagunages aérés. Dans celui des Anses d'Arlet un petit cladocère de 800μ de long, Moina micrura est fréquent, mais les essais de collecte que nous y avons réalisés à l'aide d'un collecteur dérivé des modèles précités n'ont pas donné de résultats quantitativement intéressants (quelques dizaines de grammes/heure).

Nous avons prélevé une souche de Moina pour réaliser des essais

d'élevage dans des bassins de terre sur le site d'AQUAMAR. Une production effective a été obtenue et un stock de Moïna congelées est en cours de constitution pour le prochain cycle d'élevage larvaire.

Une souche de Daphnia pulex originaire du lagunage de Mèze (Hérault, France) et transportée selon la procédure adoptée pour les oeufs a été reçue en juin 1985 et fait l'objet d'un élevage en bassin de terre également sur le site d'AQUAMAR. Elle pourrait être introduite sur le lagunage du Carbet (Martinique) d'où les Moïna sont absents.

Ces essais d'élevage de plancton dulcaquicole sont motivés par le fait que le plancton d'origine marine également élevé à terre à AQUAMAR depuis 1984, est de très petite taille et ne permet pas d'éviter l'utilisation des coûteux cystes d'Artemia.

A la salinité près, les techniques d'élevage de Moïna et Daphnia sont évidemment inspirées des techniques mises au point pour les espèces marines et exposées par ailleurs (YVON, ce volume).

L'importation de juvéniles

La technique adoptée pour les oeufs a ensuite été élargie au transport de juvéniles. Lors de sa création, la Société AQUAMAR avait envisagé de limiter ses activités au grossissement de juvéniles en cages, mais la difficulté de se les procurer auprès des écloseries, le taux élevé de malformés et les mortalités en cours de transport n'avaient pas permis d'aboutir. Les essais ont repris en 1985 sur de nouvelles bases.

La technique de transport des poissons a fait l'objet de nombreuses études chez des espèces diverses. Chez le Loup nous disposons des données de la DEVA-SUD IFREMER (1984) et d'expériences personnelles non publiées. Une voie n'avait pas été bien explorée: l'influence de la salinité. Or le Loup est une espèce qui peut vivre dans une vaste gamme de salinités et la salinité influence à la fois le métabolisme du poisson et l'évolution de la qualité de l'eau au cours du transport.

Le milieu interne du Loup est isotonique avec le milieu externe lorsque ce dernier a une salinité de 9 à 10‰. Les dépenses énergétiques pour combattre l'hypo ou l'hypertonie du milieu sont donc minimes au voisinage de ces salinités et en conséquence la consommation d'oxygène, peu affectée par la salinité (Bical, 1979).

La toxicité de l'ammoniac est divisée par 2 à salinité modérée, car cette substance perturbe essentiellement la perméabilité membranaire. Or l'intoxication à l'ammoniac multiplie par 5 le débit urinaire, ce qui accroît d'autant la pollution de l'eau.

D'un autre point de vue, la solubilité de l'oxygène dans l'eau est plus importante en eau dessalée et une sursaturation en oxygène non seulement n'a pas d'effet toxique mais diminue les exigences ventilatoires d'un facteur 2,5 et relève le seuil de toxicité (de l'ammoniac par exemple).

Quant au CO₂ s'il est toxique à forte dose, il contribue à diminuer le pH, ce qui abaisse également la toxicité de

l'ammoniaque. Son accumulation n'en demeure pas moins le véritable facteur limitant de la durée de transport.

Nous n'avons pas opéré à 10‰ car d'autres facteurs entrent en jeu: ainsi la présence d'ions monovalents tel que les chlorures diminue la toxicité des nitrites. Il faut aussi penser que l'adaptation à de telles salinités n'est pas instantanée et plus la salinité est basse, plus la période d'adaptation doit être longue, sous peine d'induire un stress important.

D'un autre point de vue, il fallait extrapoler toutes ces données, obtenues sur des poissons juvéniles (de 1 g au moins) ou adultes, à des larves de 60 jours d'un poids compris entre 60 et 85 mg. La fragilité des stades larvaires est bien connue.

Un premier envoi expérimental portant sur 20 000 sujets a servi à définir les normes de transport; les paramètres testés étaient la charge (10 g/l, 15 g/l, 20 g/l) et la salinité (15‰, 25‰, 37‰). La température souhaitée était de la saison (juin) et elle est passée de 17°C au départ à 20°C à l'arrivée.

La mortalité était importante à 37‰ et moyenne à 25‰ à toutes les charges, nulle à 15‰ et 10 g/l (seule charge testée à cette salinité).

Deux envois de 110 000 individus étaient réalisés les deux samedis suivants à une salinité de 20‰ et une charge de 10 g/l. La suivi fut excellente (98%) et le transport à grande échelle de juvéniles de poissons est devenu une réalité. Le coût de l'opération est de 0,15 F par sujet. Ces animaux produits par la Station DEVA -IFREMER* présentaient, pour 80% une vessie, gage d'une croissance sans malformation.

Nourries jusqu'alors de proies vivantes, ces larve furent abruptement servrées sur plancton congelé et ultérieurement sur aliment sec composé SARB**. Le sevrage put être effectué avec peu de mortalité car dans le même temps la température des bassins d'élevage passait de 21 à 26°C; cette augmentation progressive stimule l'appétit du poisson qui accepte alors facilement le granulé, tandis qu'à température basse et constante, une mortalité importante marque cette phase.

L'ELEVAGE EN CAGE EN MER ET SES PROBLEMES

Des poissons sont élevées en cage en mer un peu partout dans le monde. La production de Salmonidés en Europe du Nord dépasse 20 000 tonnes/an, celle de la Sériole au Japon 100 000 tonnes/an. Pour le Loup quelques dizaines de tonnes sont produites en Méditerranée (France, Italie, Yougoslavie) et ce type d'élevage se développe.

* Station de Démonstration et de Valorisation de L'Aquaculture de L'Institut Français de Recherches pour l'exploitation de la Mer, Palavas, France.

** Compagnie Lyonnaise d'Entreprises de Nutrition, Paris, France.

Les mortalités d'été

Introduit en 1981 en Martinique (Rene, 1984), son développement se heurta, tous les étés, à des mortalités sporadiques affectant les poissons de moins de 1 an, dont le poids va, suivant l'âge, de quelques grammes à plus de 100 g. Les individus de 2 ans ne sont pas touchés.

Les symptômes externes de ce mal sont les suivants:

- noircissement du tégument des sujets atteints
- perte d'appétit
- perte du comportement de banc

Ces trois phases apparaissent souvent simultanément.

- perte de l'équilibre et perte probable de la vision, associées à une nage peu active, en vrille, qui conduit indifféremment l'animal vers le fond ou la surface ou dans quelque recoin de la cage.

- mortalité très variable en importance suivant les cages, parfois très importante (90% des 150 000 juvéniles en 1984).

Les lésions internes ont été décrites par Picollier (1983) et Gallet (1984).

Causes potentielles

Qu'ils soient internes ou externes ces symptômes peuvent caractériser une très grande variété de causes. Une enquête récente a permis d'en faire l'inventaire (Barnabe, 1985).

- Si les symptômes précités évoquent pour les pathologistes une maladie virale, les analyses réalisées au Centre de Bretagne de l'IFREMER (Août 1985) n'ont pas confirmé cette hypothèse. Par contre une pathologie nutritionnelle est probable: Bac et Brusle (in press) ont décrit les altérations hépatiques qu'entraîne un aliment sec composé analogue à celui utilisé à AQUAMAR et le foie de nos poissons a effectivement un aspect externe identique (pâleur caractéristique).

- L'aspect nutritionnel. Des carences en vitamines B signalées chez les juvéniles de Hareng (Blaxter et al., 1974) se traduisent exactement par les mêmes symptômes que ceux décrits chez le Loup, mais d'autres carences s'expérimentent exactement de la même façon (Halver, 1980).

L'aspect nutritionnel paraît l'un des facteurs clefs du problème, d'autant que les aliments secs composés utilisés chez les poissons marins carnivores dérivent des formulations pour truites et sont loin d'être parfaitement adaptés: Les travaux désormais classiques de Watanabe et coll. au Japon ont éclairci la situation en ce qui concerne les acides gras polyinsaturés. Pour le Loup les besoins protéiques et lipidiques ont été définis par l'équipe du Centre de Brest de l'IFREMER, mais bien des inconnues demeurent: les proies vivantes qu'ingère le Loup en milieu naturel lui apportent leurs propres enzymes et vitamines. Ce n'est pas le cas des farines de poissons carencées en vitamines liposolubles et en vitamines B₁ par exemple.

D'un autre point de vue, les recherches récentes en médecine humaine mettent en évidence le rôle immunisant ou anti-infectieux

de nombreux nutriments naturels. Ils ont l'avantage d'utiliser les voies biochimiques du métabolisme normal et de ne s'accompagner d'aucun effet adverse. C'est le cas de nombreuses vitamines.

Or le Loup à 30°C, température proche de sa limite létale, doit être considéré en état de stress permanent et l'utilisation de substances médicamenteuses doit être envisagée avec circonspection.

Une autre catégorie de substances, utilisées jusqu'à présent en tant qu'anti-oxydant ou conservateur pour la nourriture humaine ou animale montre également de propriétés intéressantes au niveau prophylactique: le polyphosphate de Na aurait des propriétés antivirales, (Furia, 1981) ainsi que le que le butyl hydroxy anisol (BHA) et le butyl hydroxy toluène (BHT). Parmi les dérivés de la Quinoleine bon nombre de substances ont un effet anti-bactérien plus marqué que beaucoup d'antibiotiques traditionnels et sont beaucoup mieux tolérés (Austin et al., 1982).

- Les caractéristiques du milieu.

La teneur en oxygène dissous de l'eau de mer en eaux tropicales est limitée: à saturation elle va de 4 à 5 ml/l (6 à 7 mg/l environ). Pour le Loup, à 25°C, les concentrations d'oxygène seuil et critique se situent à 45% et 54% de la valeur de saturation (Bical, 1979). Or l'ingestion d'aliment multiplie par 5 les besoins en oxygène pendant les 5 à 6 h suivant le repas. Nous avons établi (Barnabe, 1985) que pour couvrir ces besoins le taux de renouvellement de l'eau dans les cages devait être de 2 par heure au minimum.

La température: il n'existe pas d'autre élevage de Loup en eaux tropicales, mais sa sensibilité aux hautes températures est vraisemblable. La température létale citée pour le Loup est de 31 à 32°C; en Martinique elle dépasse 30°C assez régulièrement l'après-midi, de juillet à septembre, et l'effet cumulatif n'est pas connu. Par contre, on sait que, chez le Saumon par exemple, des mortalités surviennent en mer après une vingtaine de jours consécutifs à 17°C, avec des lésions identiques à celles observées chez le Loup (Harache et Boeuf, 1985).

Notons que les auteurs italiens qui décrivent une mortalité estivale relativement similaire dans leurs élevages de Loup, indiquent aussi que la mortalité augmente aux températures élevées et lorsque la teneur en oxygène diminue (Doimi et al., 1985).

L'auto-pollution peut aggraver la situation en cas de mauvais renouvellement de l'eau au travers des cages.

L'intensité lumineuse: son effet sur l'élevage du Loup n'est pas connu et la technologie de l'élevage en cage rend problématique son contrôle.

Nous avons retenu en dernier lieu la possibilité d'une toxicité des eaux, due soit à des facteurs biologiques (Péridiniens, Méduses) soit à des facteurs anthropiques (Engrais, Pesticides, entraînés depuis les zones agricoles des bassins versants).

Mesures préventives

Pour essayer à la fois d'enrayer et de comprendre de telles mortalités plusieurs mesures ont été mises en oeuvre.

Elaboration d'un plan sanitaire

Il a été confié à l'IFREMER (Gallet, 1985). Mis en place en mai 1985, il a été intégré au mois de juillet à la complémentarion alimentaire décrite ci-dessous.

Complémentation alimentaire

L'aliment de base utilisé pour l'élevage du Loup en Martinique est élaboré (depuis avril 1985) à partir d'un prémix SARB et de matières premières locales par la Provenderie Martiniquaise (PROMA).

Cet aliment contient 48% de protéines, 6,5% de matières grasses (dont 2% d'huile de poisson) et 9,5% de matières minérales. Il est utilisé tel quel pour le grossissement du Loup en métropole.

Pour essayer d'améliorer la résistance aux mortalités d'été nous avons décidé de compléter cette formulation avant distribution. Cela posait plusieurs problèmes techniques:

- Les poudres mélangées à l'aliment et enrobées ensuite avec de l'huile sur le granulé (selon la technique traditionnelle utilisée en pisciculture) n'adhèrent pas à celui-ci. Une grande partie est perdue lors de la distribution (observations réalisées en plongée).

- Répartir de façon homogène des produits incorporés à très faible dose (Médicaments, Vitamines, Oligo-éléments) est illusoire avec cette technique.

- L'incorporation de solutions aqueuses n'est guère possible et présente les mêmes inconvénients.

La technique suivante a donc été définie et appliquée; elle permet l'incorporation et la micronisation de poudres mais aussi de produits en solution aqueuse. Elle consiste à réaliser une émulsion dans l'huile des produits à disperser en utilisant pour cela un émulsifiant à H.L.B.* adaptée.

Une émulsion biphasique peut être réalisée avec des substances préalablement dissoutes en phase aqueuse que l'on verse en mixant dans l'huile: la dispersion est homogène car la taille des gouttelettes d'eau au sein de la phase lipidique est de quelques microns. Ces produits fragiles sont protégés au sein de cette phase. Notons que des substances hydrosolubles incompatibles entre elles peuvent être dispersées successivement dans des gouttelettes aqueuses différentes et aboutir à une distribution homogène sans contact entre elles.

Des poudres peuvent également être dispersées dans l'huile mais le mélange peut également être triphasique: Poudre, Eau, Huile. L'émulsion est particulièrement adhérente au granulé. Les utili-

* H.L.B. = Hydrophilic-Lipophilic Balance

sateurs préfèrent enfin ce produit d'incorporation plus facile et qui ne nécessite qu'un mélange au lieu des 2 nécessaires avec le système traditionnel d'enrobage.

Il serait fastidieux d'entrer dans le détail des raisons qui motivent une complémentation du type de celle rapportée sur le tableau 1. Nous y avons noté le rôle de chacun des additifs incorporés mais quelques lignes directrices ont guidé notre choix.

- Au niveau des acides gras polyinsaturés nous désirions avoir une teneur minimale de 0,5% de l'ensemble acide eicosopentaénoïque et acide docosohexaénoïque. Or l'huile de poisson (capelan) contient 9,9% de l'une et 3,3% de l'autre soit 13,2%. Une incorporation à 5% assure 0,66% d'acides gras insaturés, c'est donc à ce seuil que nous avons fixé le taux d'incorporation. Le total des lipides de l'aliment est de 11,5% valeur proche de l'optimum déterminé chez le Loup (12%). La teneur protéique est un peu inférieure à l'optimum (50 à 52%) mais l'autolysat de poisson, la levure, la méthionine et la choline nous permettent d'approcher ce chiffre. L'incorporation de prémix à 70% dans la ration permet également d'atteindre cette valeur.

L'utilisation de vitamines dépasse largement les besoins connus. Elles sont en fait utilisées à deux autres fins:

- D'une part pour leurs propriétés médicamenteuses.

- D'autre part, et bien que les besoins vitaminiques de poissons marins ne soient pas bien connus, on sait qu'ils sont plus forts que ceux des mammifères ou des oiseaux. Ces besoins peuvent être encore plus grands chez les poissons élevés en eau chaude puisque les vitamines interviennent dans les processus enzymatiques. Or, comme le disent Chow et Halver (1980) "l'acclimatation chez le poisson reflète l'acclimation de ses enzymes" et les enzymes impliquées dans la dégradation des métabolites montrent justement peu d'adaptation. Tel est le cas de la lipase; effectivement les résultats des auteurs italiens précités montrent une inactivation à peu près complète de la lipase hépatique lors du syndrome estival qu'ils décrivent.

Suivi des paramètres physico-chimiques et des mortalités

Malgré la périodicité annuelle de la "maladie estivale" et des recherches détaillées engagées dans d'autres directions (Picollier, 1983; Gallet, 1984), il n'existait pas de données relatives aux températures ou à la teneur en oxygène des eaux par exemple.

Les paramètres suivants ont donc été mesurés journallement:

- Température au niveau des cages en surface et à 1,5 m de profondeur

- Oxygène dissous aux mêmes niveaux

- pH, NH₄ ont été appréciés en début de suivi; compte-tenu des valeurs normales constatées leur appréciation n'a pas été systématique par la suite.

La mortalité, le degré de colmatage du filet des cages, l'aspect et le comportement du cheptel sont appréciés tous les

Tableau 1. Exemple de complementation* de l'aliment destine aux larves et juveniles en periode estivale

Doses pour 10 kg d'aliment sec compose

1 - Phase lipidique

- Huile de poisson (ac. gras polyinsaturés, Vit. A) : 500 ml
- Ethoxyguine (antioxydant) : 1 ml
- Glyceryl-monoleate (émulsifiant pour eau/huile) : 1 ml
- Choline (ne doit pas être en contact avec Vit. E) : 5 g
(a.a essentiel)

2 - Phase aqueuse

- Levure de boulanger (Vit. du groupe B) : 100 g
- Autolysat de poissons (polypeptides, ac. aminés) : 300 ml
- Polyphosphate de Na (protecteur et antiviral) : 2 g
- BHA + BHT (antioxydant, antiviral) : 0,4 g
- Sels minéraux: Chlorure de Cobalt, Iodure de K,
Sulfate de Zinc, Citrate de Fer, : 0,1 g
Sélenite de Soude
(teneur limite de ces sels dans le concentré)
- 5.7 Dichloro, 8 Hydroxy quinoléine (bactériostatique,
promoteur de croissance) : 0,1 g

3 - Poudre

- Complexe vitaminique "SARBAVIT" : 20 g
- Vit. B₁ : 150 mg
- Vit. B₆ : 150 mg
- Vit. C (anti-stress, antioxydant) : 6 g
- Vit. E (à 50%) (antiviral, antioxydant) : 1 g
- Méthionine (a. a. essentiel) : 6 g
- Sorbitol (hépatoprotecteur, conservateur) : 5 g
- Inositol (rôle vitaminique, hépatoprotecteur) : 5 g
- Pepsine titre 200 (enzyme protéolytique) : 0,1 g
- Thyroxine (promoteur de croissance, anti-stress) : 0,5 mg
- Lipase : 1 goutte

* Cette formulation tient compte de la teneur de l'aliment de base.

deux jours par l'observation en plongée (apnée).

Des données complémentaires concernant la consommation d'aliment dans chaque cage sont obtenue lors des distributions d'aliment.

Les charges

Elles ont été limitées à 10 000 - 12 000 alevins par cage de 50 m³ utiles.

Déplacement des cages

Pour bénéficier d'eaux plus "fraîches" et aérées plusieurs sites nouveaux avaient été choisis; c'est sur l'un d'eux que fut effectué l'élevage estival de la majorité des juvéniles: il est situé au S-S-O de l'Ilet à l'Eau (fonds de 12 à 14 m).

Les résultats obtenus

L'exposé détaillé des caractéristiques de l'élevage en cage étant présenté séparément (Baker et Le Coz, ce volume), nous nous intéresserons aux résultats globaux obtenus pendant l'été 1985.

Un total de 257 000 alevins a été mis en cage (l'élevage larvaire et le prégrossissement réalisés à AQUAMAR sont exposée par ailleurs Marion et Suedile, Richard, ce volume). Il s'agissait d'animaux possédant une vessie car triés selon une méthode sélective.

L'examen des mortalités de type estival montre que celles-ci apparaissent dès le mois de Juin mais sont insignifiantes. Elles régressent peu après la mise en application de la complémentation micronisée. Au 30 Août, 1 500 morts ont été dénombrés, soit 0,7%. Les températures ont régulièrement dépassé 30°C pour atteindre 30°5 à 15 heures. Ces hautes températures (29-30°C) persistent encore à la fin du mois de septembre et la mortalité augmente subitement à partir du 15-09. Au 30-09, le nombre de morts cumulés est de 16900, soit 7% du cheptel. Toutes conditions égales par ailleurs, deux cages continues peuvent présenter des pourcentages de mortalités très différents: l'une peut être saine et l'autre fortement atteinte. Les poissons montrant les meilleures performances de croissance ("têtes de lot"), sont plus atteints que les autres; les poissons les plus petits mis en cage au début de l'été également.

Bien qu'elle n'ait pas été appréciée par la mesure, l'observation montre que la croissance est très faible pendant toute la période estivale.

Au plan alimentaire, une rupture d'approvisionnement survenant au milieu du mois d'Août par suite d'une grève portuaire, nous prive des matières premières suivantes: Huile de poisson, Autolysat, Méthionine. De l'huile de soja est utilisée en dépannage jusqu'au 28 Août, mais l'autolysat manque encore au 30-09-1985. Du fait de difficultés d'approvisionnement, l'incorporation d'Inositol ne devient effective que le 09-09-1985.

Notons que l'utilisation d'une concession plus au large n'amène

aucun bénéfique, bien que la température y soit légèrement plus faible (0,3°C environ).

DISCUSSION

En l'absence de données antérieures concernant la température sur le site d'élevage, celle-ci surprend puisqu'elle reste longtemps supérieure à 28°C et dépasse régulièrement 30°C l'après-midi pendant l'été. Nous sommes très loin des conditions optimales de l'élevage du Loup cernées par Tesseyre (1979), puisque cet optimum serait de l'ordre de 22°C et l'on s'approche dangereusement de la température considérée comme la limite létale de spécimens captifs, soit 32°C.

Bien que le Loup soit considéré comme eurytherme, nous ne connaissons pas d'exemple où l'espèce soit soumise à des températures aussi élevées, pendant aussi longtemps. Quand on connaît l'effet cumulatif de températures élevées chez les Salmonidés, par exemple, (Harache et Boeuf, 1985) c'est le pourcentage de survie (90%) qui devrait surprendre cette année puisqu'il y avait en 1984, à la même époque, 90% de mortalité à des températures sans doute similaires.

La seule modification radicale porte sur la densité d'élevage (10 000 poissons par cage au lieu de 20 000) et la complémentation alimentaire intégrant un seul composé bactériostatique.

La pathologie ne pouvant être retenu comme cause majeure de mortalité, l'aspect nutritionnel et métabolique deviennent essentiels à des températures aussi élevées. C'est du moins ce que semble indiquer l'infléchissement de la croissance et le fait que les "têtes de lot" soient plus atteintes que les autres groupes. L'aspect fondamental de cette intéressante question a fait l'objet d'une synthèse récente (Séminaires du Laboratoire de Physiologie de Etres Marins, 1980). Compte tenu de la complexité de ces travaux et des nombreuses inconnues qui subsistent, il est bien difficile d'en tirer des conclusions pratiques à une exception près rejoignant le travail précité de Chow et Halver (1980).

La nutrition et le métabolisme, réglés par les systèmes enzymatiques, sont sous la dépendance de la température.

Dans le cadre d'un élevage sur le site actuel, il n'est pas possible de modifier significativement la température; par contre la voie nutritionnelle peut être utilisée pour atteindre les systèmes enzymatiques et la comparaison des résultats entre 1984 et 1985, aussi bien que la reprise des mortalités survenant en septembre 1985 après une pénurie en certaines matières, constituent autant d'indications dans ce sens.

Les autolysats de poissons représentent dans cette perspective une matière première intéressante: s'ils n'apportent pas, comme le fait la nourriture ingérée vivante, leurs propres enzymes, ils constituent un produit partiellement digéré riche en acides aminés libres, directement assimilables, en polypeptides et en vitamines. Leur présentation liquide permet de les disperser à l'aide d'un tensio-actif au sein de la phase lipidique (ce tensio-actif joue en fait le rôle des sels biliaires émulsifi-

ants).

Si le reste de la complémentation (Vitamines, Oligo-éléments, Anti-oxydants, Antibiotique) relève des formulations classiques en alimentation animale, notons qu'un apport enzymatique transitoire a été réalisé (inclus dans la phase aqueuse).

D'un autre point de vue, toutes les eaux marine entourant la Martinique ne présentent pas les mêmes caractéristiques; la côte Caraïbe semble avoir des eaux superficielles plus fraîches et c'est une certitude pour les eaux plus profondes (40-50 m) qui sont très proches de la côte. Il est tout à fait possible, à un coût compatible avec des objectifs de rentabilité, de pulser ces eaux vers des cages proches de la surface. En 1984, un petit lot de Loups placés dans une cage rotative, en surface, au Carbet, ont traversé l'été sans mortalité, mais la densité des individus et l'alimentation, différente de celle de leurs congénères ne peut permettre une comparaison stricte.

CONCLUSION

Diverses catégories de progrès réalisés dans la technique de production des juvéniles de Loup ont, pour la 1^o fois en 1985, permis de mettre en grossissement en cage en mer plus de 250 000 poissons.

Les proportions entre les taux estivaux de mortalité et de survie ont été inversés de 1984 à 1985 (90%-10% et 10%-90% respectivement) vraisemblablement par diminution de la densité d'élevage et complémentation alimentaire. Ce résultat est compatible avec les espérances qui ont servi de base financière pour le fonctionnement de la Société (mortalité de 2,5% par mois du cheptel pendant les 15 mois de grossissement). Ces juvéniles devraient conduire à une production de l'ordre de 70-80 tonnes en 1986 (en incluant dans cette estimation une mortalité supplémentaire de 10% après le 1^o été, alors qu'elle n'a jamais été constatée). Au prix actuel de commercialisation (100 F/kg, départ pisciculture), une telle production assurerait la rentabilité de l'entreprise.

Malgré ce constat, le suivi des températures estivales de la Baie du Robert a montré qu'elles étaient très élevées (29-30°C) pendant plusieurs mois, ce qui est très loin, contrairement à ce qui a été dit, des conditions optimales d'élevage du Loup (22°C), mais très proche de sa température létale (32°C).

Des progrès dans la technologie d'élevage (cages plus grandes) et surtout dans la nutrition peuvent améliorer le métabolisme et la résistance au stress estival, mais ils ne doivent pas faire oublier l'existence de sites sans doute plus favorables en Martinique. Les tester constituerait une sage précaution.

BIBLIOGRAPHIE

- A.D.A.M., 1982. Résultats expérimentaux obtenus sur l'élevage du Loup Dicentrarchus labrax, de la Daurade Sparus auratus et du Sar Diplodus sargus à la Martinique (Campagnes 1980-1981-1982). Doc. Ronéo: 102 p.

- Austin B., Johnson C., et Alderman D.J., 1982. Evaluation of substituted quinolines for the control of vibriosis in Turbot (Scophthalmus maximus). *Aquaculture*, 29: 227-239.
- Bac N. et Brusle J., in press. Pathologie nutritionnelle induite par une alimentation artificielle chez le Loup, la Daurade et l'Anguille. Colloque Bases Biologiques de l'Aquaculture, Montpellier, Déc. 1983.
- Barnabe G., 1971. Premières inductions hormonales de la ponte chez le Loup Dicentrarchus labrax L. Rapport CNEXO: 10 p.
- Barnabe G., 1973. Contribution à la connaissance de la croissance et de la sexualité du Loup Dicentrarchus labrax L. de la région de Sète. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 49 (1): 49-75.
- Barnabe G., 1974. Mass rearing of the Bass Dicentrarchus labrax. pp 749-753 in: J.H.S. Blaxter (ed). *The Early Life History of Fish*, Springer-Verlag, Berlin.
- Barnabe G., 1976a. Rapport technique sur la ponte induite et l'élevage des larves du Loup Dicentrarchus labrax (L.) et de la Dorade Sparus aurata (L.). *Stud. Rev. C.G.P.M. (F.A.O.)*, 55: 63-116.
- Barnabe G., 1976b. Contribution à la connaissance de la biologie du Loup Dicentrarchus labrax (L.) Poisson Serranidae. Thèse Doct. Etat mention Sciences, Univ. Sc. Techn. Languedoc, Montpellier: 426 p.
- Barnabe G., 1980a. Exposé synoptique des données biologique sur le Loup ou Bar Dicentrarchus labrax (Linné 1758). *Synop. F.A.O. Pêches* (126): 70 p.
- Barnabe G., 1980b. Système de collecte de zooplancton à l'aide de dispositifs autonomes et stationnaires. pp. 215-220 in: R. Billard (ed.), *La Pisciculture en étang*, Pub. INRA, Paris.
- Barnabe G., 1983. Mass rearing of sea-bass (Dicentrarchus labrax) (L.) larvae with plankton collected from oxidation ponds. *J. World Mariculture Soc.*, Spec. Publ. (3): 83-91.
- Barnabe G., 1984. Utilisation de plancton collecté pour l'élevage de masse de poissons marins. pp 185-207 in: G. Barnabe et R. Billard (ed.) *Actes du Colloque: l'Aquaculture du Loup et des Sparidés*, Publ. INRA, Paris.
- Barnabe G., 1985. Enquête sur les mortalités estivales à AQUAMAR S.A., Le Robert, Martinique. Doc.: 7 pp.
- Barnabe G. et Barnabe-Quet R., in press. Avancement et amélioration de la ponte induite chez le Loup Dicentrarchus labrax (L.) à l'aide d'un analogue de LHRH injecté. *Aquaculture*.
- Barnabe G. et Paris J., 1984. Ponte avancée et ponte normale du Loup Dicentrarchus labrax (L.) à la Station de Biologie Marine et Lagunaire de Sète. pp. 63-72 in: G. Barnabe et R. Billard (ed.), *Actes du Colloque: l'Aquaculture du Bar et des Sparidés*, Publ. INRA, Paris.
- Barnabe G. et Billard R. (ed.), 1984. *Edition Scientifique des Actes du Colloque: L'Aquaculture du Bar et des Sparidés*, Sète 1-17 Mars 1983. Publ. INRA: 543 p.

- Barnabe G. et Rene F., 1972 (1976). Procédé pour la production et l'élevage d'alevins de poissons marins. Brevet d'invention n° 72-20412, demande déposée le 7 Juin 1972. Brevet définitif délivré le 02-07-1976. B.N.P.I., Paris: 13 p.
- Biscal C., 1979. Contribution à l'étude de l'activité respiratoire du Bar juvénile Dicentrarchus labrax (L.): influence de la température, de la salinité et de la teneur en oxygène du milieu. Thèse Doctorat 3° cycle. Océanographie et Biologie, Université P. et M. Curie, Paris: 112 p.
- Blaxter J.H.S., Roberts R.J., Balbontin F. et McQueen A., 1974. B-Group vitamin deficiency in cultured herring. *Aquaculture*, 3: 387-394.
- Chow K.W. et Halver J.E., 1980. Carbohydrates in Fish feed Technology. *Aquac. Dev. and Coord. Prog.*, FAO, Rome: pp. 55-63.
- Deva-Sud, Infremer 1984. Transport d'alevins Loup et Daurade en cubitainer et cuve. Fiche Technique, France Aquaculture, Doc. Ronéo: 24 p.
- Doimi M., Bovo G., Ceschia G., Giorgetti G. et Saroglia M., 1985. A new syndrome of intensively cultured Sea-Bass (Dicentrarchus labrax) pp. 231-239 *in* *Fish and Shellfish Pathology*. Academic Press, London.
- Furia T.E., 1981. Handbook of food additives. C.R.C. Press Inc., Boca Raton, Vol. 1: 998 p.
- Gallet D., 1984. Note sur les mortalités survenues à AQUAMAR depuis le 16 Juillet 1984. Doc. interne AQUAMAR-IFREMER: 9 p.
- Gallet D., 1985. Plan sanitaire. Doc. interne IFREMER-AQUAMAR: 2 p.
- Harache, Y. et G. Boeuf, 1985. L'élevage des salmonidés en milieu marin pp. 609-626 *in* 6. Barnabe (coordonateur), *Aquaculture*, Lavoisier Ed., Paris.
- Halver J.E., 1980. The Vitamins in Fish Feed Technology. *Aquac. Dev. and Coord. prog.*, FAO, Rome: pp. 65-103.
- Picollier A., 1983. Note sur les mortalités apparues depuis le 17 Juin 1983 sur le Loups d'AQUAMAR. Doc. interne AQUAMAR: 6 p.
- Ravagnan G., 1984. L'élevage du Loup et de la Daurade en valliculture. pp 435-446 *in*: G. Barnabe et R. Billard (ed.), *L'Aquaculture du Bar et des Sparidés*, Publ. INRA, Paris.
- Rene F., 1984. Essais d'élevage du Loup (Dicentrarchus labrax), de la Daurade (Sparus auratus) et du Sar (Diplodus sargus) à la Martinique. pp 403-418 *in*: G. Barnabe et R. Billard (ed), *L'Aquaculture du Bar et des Sparidés*, Publ. INRA., Paris.
- Séminaires du Laboratoire de Physiologie des Êtres Marins, 1980. Nutrition des animaux marins envisagée du point de vue de la mariculture (Vertébrés). *Océanis*, 5 (2): 91-144.

Tesseyre C., 1979. Etude des conditions d'élevage intensif du loup (Dicentrarchus labrax (L.)). Thèse de Doctorat de Spécialité (3e cycle). Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier: 115 p.