

Université Montpellier II
Sciences et Techniques du Languedoc
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER Cedex 5

CIRAD-EMVT
TA 30 / B
Campus International de Baillarguet
34398 MONTPELLIER Cedex 5

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

**L'ELEVAGE DE L'OMBRINE
TROPICALE EN CAGES FLOTTANTES**
(Sciaenops ocellata)

par

Rémi GAUCHET

Année universitaire 2002-2003

RESUME

La technique d'élevage de l'ombrine (*Sciaenops ocellata*) a été mise au point par l'IFREMER Martinique de 1987 à 1992. Elle comporte 3 parties indispensables, la maturation et les pontes, la production d'alevins sevrés et le grossissement en cages flottantes.

En termes de maturation et de pontes, les cycles de conditionnement sont bien maîtrisés. Cependant la production d'œufs d'ombrine reste le talon d'Achille de la filière, du fait de la difficulté à remplacer le stock de géniteurs en cas de perte car cette espèce n'existe pas dans le milieu naturel des pays producteurs.

Il n'existe aucun point de blocage pour l'alevinage, on obtient une survie de 25 % de la larve de 1 jour à l'alevin sevré et prégrossi de 2-3 g, en 60-65 jours. La nécessité de gérer une salle d'algues et de production de rotifères alourdit le travail en imposant un effectif minimum de 4 personnes.

Pour le grossissement en cages, plusieurs essais ont permis de dégager les principales normes :

- Les poids moyens de 300, 500 et 900 g sont atteints en moyenne respectivement au bout de 145, 190 et 260 jours d'élevage en mer.
- Les survies moyennes associées à ces durées d'élevage sont de 86, 82,5 et 77,5 %.
- L'indice de conversion moyen est de 1,61 en prégrossissement et de 1,84 en grossissement (moyenne 1,77).
- Les charges maximales conseillées sont de 15 kg/m³ en prégrossissement et 30 kg/m³ en grossissement.

Ces normes permettent une étude technico-économique de la filière ombrine et d'envisager un développement. Elles peuvent toutefois être améliorées pour diminuer les coûts de production dans le but de rendre l'ombrine compétitive sur le marché.

MOTS CLES : Aquaculture, Ombrine, Red drum, *Sciaenops ocellata*, grossissement, cages flottantes, production.



SOMMAIRE

RESUME

INTRODUCTION	1
I. PRESENTATION DE L'OMBRINE SUBTROPICALE	2
I.1 Systématique.....	2
I.2 Distribution-Répartition géographique.....	2
I.3 Description	2
I.4 Cycle de vie dans le milieu naturel.....	2
I.5 Contraintes environnementales.....	3
II. LES GENITEURS	4
II.1 Constitution du stock.....	4
II.1.1 Structures d'élevage	4
II.1.2 Charges et effectifs.....	4
II.1.3 Alimentation.....	5
II.1.4 Détermination du sexe	5
II.2 Maturation des géniteurs en salle à environnement contrôlé	5
II.2.1 Matériel de conditionnement et de maturation.....	5
II.2.2 Gestion des cycles de conditionnement.....	6
II.2.3 Programmation des cycles de conditionnement en salle	8
III. L'ELEVAGE LARVAIRE	10
III.1 Les structures d'élevage en écloserie.....	10
III.2 Phase 0 : Prétrophique	11
III.2.1 Transport d'œufs et de larves	11
III.2.2 Incubation.....	11
III.2.3 Mise en élevage et fin de la période prétrophique	12
III.3 Phase 1 : Alimentation sur rotifères.....	12
III.3.1 La nécessité des rotifères.....	12
III.3.2 La norme alimentaire	12
III.4 Phase 2 : Alimentation sur artémia	13
III.5 Phase 3 et 4 : Tri, sevrage et prégrossissement.....	14
III.5.1 Phase 3 : Tri et sevrage.....	14
III.5.2 Phase 4 : Prégrossissement en écloserie.....	15
III.6 Synthèse des 4 phases	16
IV. GROSSISSEMENT	17
IV.1 Alimentation	17
IV.1.1 Evolution du taux de nutrition en fonction du poids.....	17
IV.1.2 Indices de conversion.....	18
IV.1.3 Qualité de l'aliment utilisé	18
IV.2 Croissance.....	19
IV.2.1 Taux de croissance journalier	20
IV.2.2 Influence du tri des poissons sur la population	20
IV.3 Structures et schéma d'élevage.....	20
IV.3.1 Type de structure	20
IV.3.2 Choix du système d'élevage.....	22
IV.3.3 Nécessité de la phase de prégrossissement.....	23
IV.4 Charges et survies obtenues.....	23
IV.4.1 Prégrossissement en cage.....	23
IV.4.2 Grossissement.....	23
IV.4.3 Survies.....	24
CONCLUSION	25
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	26
ANNEXES	28

INTRODUCTION

L'ombrine tropicale (*Sciaenops ocellata*), originaire des estuaires américains et du nord du Mexique, appelée aussi Red drum, a été introduite en Martinique en 1985 par l'ADAM (Association pour le Développement de l'Aquaculture en Martinique).

En 1987, cette espèce est reconnue comme ayant de fortes potentialités aquacoles et l'IFREMER débute un programme, en association avec l'ADAM, de mise au point des techniques d'élevage (maturation, reproduction et grossissement) en intensif dans les conditions martiniquaises.

Des recherches américaines portant sur l'ombrine avaient été menées afin de palier à sa surexploitation dans les eaux des USA et du Mexique.

Victime de son succès auprès des pêcheurs professionnels et sportifs (8 657 tonnes dont 2 040 tonnes de pêche sportive en 1986), sa raréfaction a conduit à la mise en place en 1986 d'arrêts et de quotas de pêche.

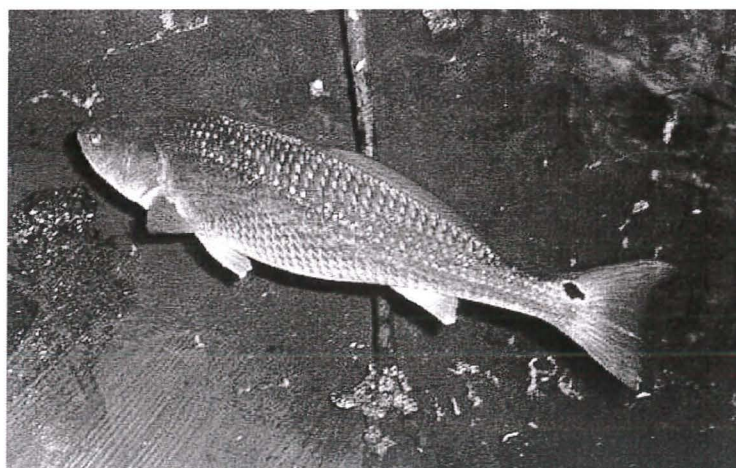
Ainsi un programme de repeuplement de l'ombrine, financé par des associations de pêche, basé sur un élevage semi-intensif en bassins en terre, a été initié aux USA afin de renouveler les stocks et les gérer (Soletchnik *et al.*, 1991).

Les techniques de production de l'ombrine en intensif sont directement inspirées des recherches américaines, notamment en ce qui concerne la maturation et les pontes grâce au contrôle environnemental de la température et de la photopériode (transfert technologique en 1987). Sa ressemblance avec le loup méditerranéen et la maîtrise de la production, en intensif, de nombreuses espèces de poissons tempérés (bar, loup, dorade...) ont également servi pour les recherches sur l'ombrine (Soletchnik *et al.*, 1991).

Actuellement, l'ombrine tropicale a été introduite dans d'autres pays pour la production, en Israël, à Cuba, au Panama, à Mayotte et à la Réunion où l'ARDA (Association Réunionnaise de Développement de l'Aquaculture) a démarré en 1999 un programme de développement de la filière.

L'étude réalisée par l'ADAM et l'IFREMER doit permettre de savoir si cette espèce a un bon potentiel de production et si elle peut prendre la place du déficit en produits de la mer dans les différents pays producteurs.

Cette synthèse bibliographique est principalement basée sur les recherches menées par l'ADAM et l'IFREMER de Martinique. Elle illustre l'état des connaissances et des techniques portant sur l'élevage de l'ombrine tropicale depuis son introduction en Martinique jusqu'à nos jours.



Source : <http://www.fishbase.org>

I. PRESENTATION DE L'OMBRINE SUBTROPICALE

I.1 Systématique

Embranchement :	Vertébrés
Classe :	Osteichtyens
Super ordre :	Perciformes
Famille :	Sciaenidae
Genre-espèce :	<i>Sciaenops ocellata</i> (Linnaeus, 1766)

Nom vernaculaire américain : Red Drum ou Red Fish

Nom vernaculaire français : Courbine, Ombrine tropicale ou subtropicale,
"Loups des Caraïbes".

I.2 Distribution-Répartition géographique

L'aire de répartition de cette espèce s'étend (dans le Golfe du Mexique) de la "lagune Madre" du Mexique, à la pointe sud de la Floride. Sur la côte Atlantique, on la trouve de la Floride à New-York (Soletchnik *et al.*, 1990).

Cette espèce n'existe pas en France. Elle a été introduite en Martinique en 1987 et actuellement on la retrouve dans plusieurs autres pays (Panama, Israël, Mayotte, la Réunion et Cuba).

I.3 Description

S. ocellata est un poisson de grande taille dont les plus grands spécimens font 155 cm. Les individus de 100 cm de longueur sont fréquents. Le corps est allongé et légèrement comprimé latéralement, le dos est arrondi et le profil ventral presque droit. La bouche, horizontale, est en position inférieure avec des dents implantées en bandes sur les deux mâchoires.

La nageoire dorsale est bipartie, la partie antérieure constituée de 10 rayons mous. La nageoire caudale est légèrement concave chez l'adulte.

Sa couleur est gris argenté avec des reflets cuivrés, le dos est plus sombre. Une ou plusieurs taches noires, à la base de la caudale, caractérisent l'espèce. Le corps est recouvert de grosses écailles avec une ligne latérale très visible (Soletchnik *et al.*, 1990).

I.4 Cycle de vie dans le milieu naturel

Les pontes, qui sont de type fractionnées, se produisent en automne et sont centrées sur octobre avec une durée de 2 mois environ (Pearson, 1929). Elles se produisent près des passes et des canaux, les œufs puis les larves, pélagiques durant les 8-10 premiers jours, se laissent porter par les courants à l'embouchure des estuaires où elles deviennent démersales pour s'alimenter dans les zones peu profondes.

Les juvéniles (8-10 jours), euryhalins, se nourrissent principalement de microbenthos et de petits invertébrés (de 15 à 75 mm selon la taille du juvénile). Les juvéniles atteignent l'âge de première maturité aux alentours de 4 ans et ils migrent peu hors des zones d'estuaires. Ils se nourrissent de poissons et de crustacés (crabe bleu *Callinectes sapidus*) avec une proportion de crustacés qui augmente avec l'âge (Bass *et al.*, 1975 ; Soletchnik *et al.*, 1990).

Les adultes se nourrissent par ordre d'importance : de crustacés (crabes et crevettes), de poissons et de polychètes. Ils migrent avec les saisons (Robinson, 1988).

I.5 Contraintes environnementales

- Salinité : L'ombrine est une espèce euryhaline qui supporte des salinités de 1 à 40 ‰. Les œufs et les larves nécessitent des salinités supérieures à 25 ‰ (Goyard *et al.*, 1993).
- Température : *S. ocellata* supporte des températures extrêmes allant de 2°C à 33°C. Il semble que la température de 25°C soit optimale pour le suivi larvaire à la salinité de 30 ‰ (Neill, 1987).
- Ammoniaque : Des concentrations d'ammoniaque inférieures à 0,1 ppm affectent la croissance de cette espèce (Goyard *et al.*, 1993).
- Oxygène dissous : Le seuil de sécurité à ne pas dépasser est de 3 ppm en condition d'élevage. Une concentration de 1,5 ppm à 28°C est létale (Goyard *et al.*, 1993).

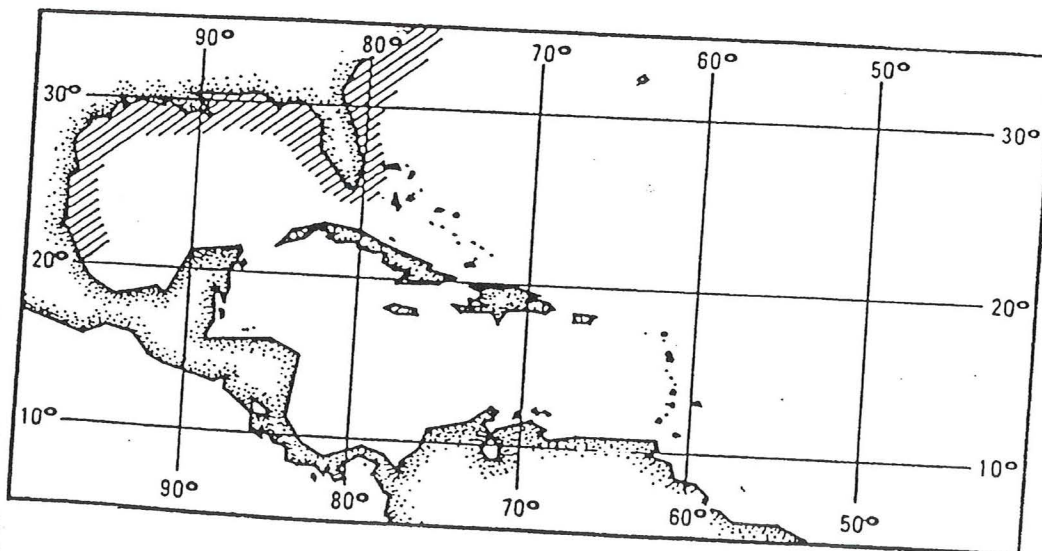
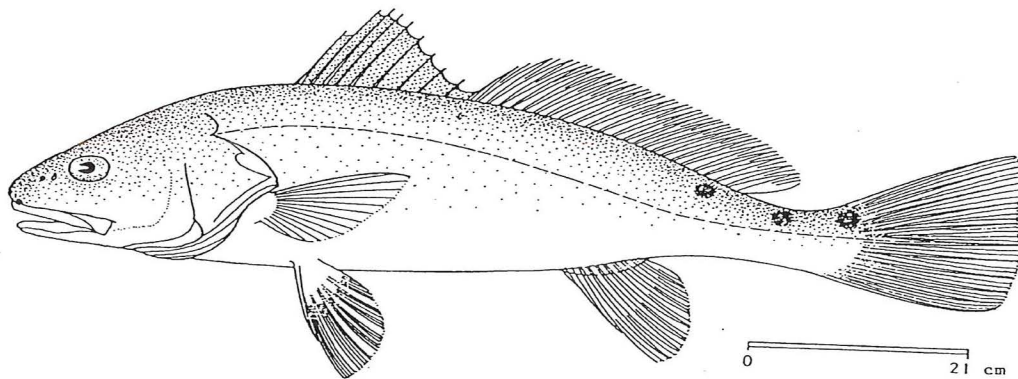


Figure 1 : Présentation de l'ombrine subtropicale *Sciaenops ocellata* (Goyard *et al.*, 1993).

II. LES GENITEURS

L'espèce n'étant pas indigène, cela impose :

- la gestion d'un stock de géniteurs en cages et son renouvellement
- la réalisation de cycles thermiques et photopériodiques en salles à environnement contrôlé pour un petit nombre d'individus (Roberts *et al.*, 1978 ; Arnold *et al.*, 1979 ; Roberts, 1987 ; Arnold, 1988)

La constitution du stock s'est faite par importation d'œufs et de larves importées (Goyard *et al.*, 1993).

II.1 Constitution du stock

II.1.1 Structures d'élevage

Les géniteurs sont élevés depuis le stade d'alevin de 2-3 grammes dans des cages flottantes de forme cylindro-coniques et rotatives de volume 15 ou 30 m³ (annexe 1). Ce type de cage est en effet une structure bien adaptée au stockage de poissons dans un milieu à fort fouling (pas de changement de filet et rotations faisables par un seul homme sans effort démesuré). L'inconvénient de ces cages, à savoir la difficulté d'y pêcher, est mineur pour faire grossir les futurs géniteurs, qui y sont rarement manipulés. La facilité d'entretien et la possibilité d'immerger les cages en cas de forte mer le compensent largement.

Dès l'âge de 3 mois, une maille de 12 ou 14 mm est utilisée. Des rotations de 120° doivent être effectuées entre 2 et 3 fois par semaine pour maintenir un bon état de propreté.

Les risques techniques ou climatiques (filet déchiré, cyclone...) supposent l'utilisation d'au moins 2 cages par générations (Goyard *et al.*, 1993).

II.1.2 Charges et effectifs

Les charges en élevage sont faibles par rapport aux conditions de grossissement, jamais supérieures à 10 kg/m³ contre 25-30 kg/m³. Il y aurait peu d'intérêt à chercher à augmenter ce paramètre car la gestion du risque impose un nombre minimum de 2 cages pour la gestion des géniteurs, même si le doublement de la charge en cage ne représente pas un fort investissement (ni une charge de travail supplémentaire) pour cette gestion (2 590 € au lieu de 1 830 €, sur un total pour l'outil de gestion des géniteurs de 152 450 € à 182 940 €) (Goyard *et al.*, 1993).

Les effectifs en cage suivent des courbes décroissantes (Goyard *et al.*, 1993) :

- ❖ vols ou accidents dans les cages,
- ❖ prélèvement pour conditionnement en salle de maturation sans compensation par une remise dans les cages de géniteurs ayant pondus en salle, suite à :
 - des accidents en salle de maturation,
 - une diminution volontaire du stock en prévision de la maturation prochaine de la génération suivante.

Les effectifs de géniteurs en cages capables de répondre positivement à un conditionnement pour la ponte sont déterminés en tenant compte :

- ❖ du risque de perte d'une cage de la génération conditionnable,
- ❖ de la nécessité d'avoir 2 à 3 salles de maturation en service, et de pouvoir remplacer instantanément les individus qui y sont en conditionnement (en cas de perte totale). Les salles utilisées sont équipées de bassins de 20 m³, qui reçoivent 8 à 10 géniteurs.

On en déduit que l'effectif minimum est de 16 à 24 individus par cage, soit 32 à 48 individus conditionnables en plus des individus en salle. Le sexe ratio est de 1 mâle pour 1 femelle. Dans les normes, il est prévu un chevauchement de trois générations en permanence : des juvéniles, des jeunes géniteurs et des géniteurs dont les performances sont connues (Goyard *et al.*, 1993).

II.1.3 Alimentation

L'alimentation, distribuée à satiété 3 à 5 fois par semaine, est composée :

- d'un aliment granulé de fabrication locale sur une formulation loup à 45-50 % de protéines, complémenté par un prémix vitaminé (annexe 2),
- ou d'un aliment congelé (calamars, sardines ou rougets),
- ou des deux dont l'aliment congelé est distribué une fois par semaine, suivant la même ration que les granulés.

Selon Soletchnik *et al.* (1990), le type d'aliment utilisé en début de constitution du stock conditionne les performances des géniteurs.

II.1.4 Détermination du sexe

Le sexe des individus ne peut être déterminé de manière fiable que dans la troisième année (pour effectuer le sexe ratio des géniteurs) et il est nécessaire d'éliminer les queues de lot ou les mal formés au cours des deux premières années (Goyard *et al.*, 1993).

II.2 Maturation des géniteurs en salle à environnement contrôlé

II.2.1 Matériel de conditionnement et de maturation

Les structures d'élevage comprennent 3 sous-unités (Goyard *et al.*, 1993) :

- ❖ Sous-unité quarantaine (annexe 3) : bassin en forme de 8, séparable en 2 bassins quasi cylindriques de 14 m³. L'alimentation en eau est en circuit ouvert, avec filtration sur sable au seuil de 50 microns. Cette installation est protégée des intempéries par une bâche sous arceaux horticoles.
- ❖ Salle de maturation N°1 : surface de 25 m², bâtiment en tôles moussées isothermes sur charpente métallique qui abrite un bassin cylindrique de 20 m³. Un circuit fermé sur filtre corail permet le recyclage de l'eau à raison de 1 500 l/h. Tout apport d'eau neuve est filtrée sur sable et traité au UV. L'éclairage est assuré par 4 séries de rampes néon de 160 W, programmées par minuteries. Le contrôle de la température est obtenu par des climatiseurs d'air, avec sonde thermique dans le bassin. Des air lifts disposés sur le pourtour du bassin assurent aération et brassage du milieu. Les œufs pondus dans le bassin sont récoltés par surverse dans un filet rigide de maille 500 microns.
- ❖ Salle de maturation N°2 : identique à la salle N°1 avec un système de filtres pression (débit 3 000 l/h).

II.2.2 Gestion des cycles de conditionnement

- L'effectif en bassin est de 8 à 10 individus, avec un sexe ratio de 1 mâle pour 1 femelle. Les géniteurs pêchés en mer sont remontés dans la structure de quarantaine où ils subissent une série de traitements pour les débarrasser des agents pathogènes qui auraient pu être transportés des cages (annexe 3) (Goyard *et al.*, 1993).
- La température et la photopériode sont contrôlées chaque jour et réglées suivant des courbes prédéterminées qui reproduisent en accéléré les variations souhaitées.
Le cycle débute par la simulation d'un "hiver" (température minimum comprise entre 15 et 24°C selon les cycles), puis d'un "printemps" et d'un "été" (température maximum comprise entre 28 et 30°C selon les cycles), et enfin d'un "automne", avec une température minimale qui se stabilise à 23°C pendant environ 10 jours. La descente de température maximum (30°C) jusqu'à 25°C dure au moins 30 jours (Goyard *et al.*, 1993).
D'après Arnold *et al.* (1979), la température est le facteur limitant bloquant la ponte en dessous de 21°C, température également létale pour les larves d'ombrine (Holt *et al.*, 1981).
- L'alimentation est exclusivement constituée d'aliments congelés (rougets, calmars et sardines), proposée une fois tous les 2 à 3 jours à satiété (taux de nutrition moyen de 1 % à 1,5 %). Le calmar est l'aliment principal (41 à 76 % de la ration totale) du fait de sa très bonne appétence pour les géniteurs : 1,6 à 1,9 kg par repas, contre 1,1 à 1,3 pour la sardine, et 1,3 à 1,8, pour le rouget. Toutefois, une alimentation quasi-exclusive sur calmar (92 à 99 % de la ration totale), avec un taux de nutrition de 2,1 à 2,7 % et un repas tous les 1,7 à 1,8 jour, s'exprime par un refus systématique des repas sur poisson conduisant par la suite à l'échec du conditionnement des géniteurs et donc la perte du potentiel de production d'œufs (Goyard *et al.*, 1993).

L'équipe IFREMER conseille donc le régime varié suivant :

- Fréquence maximum d'alimentation en salle : 2 à 3 fois par semaine
- Repas moyen pour 40 à 50 kg de biomasse : 1,5 kg
- Composition moyenne de la ration :
 - Calmar : 50-60 %
 - Rouget : 20-25 %
 - Sardine : 20-25 %
- Complémentation vitaminique par prémix (annexe 2) :
 - 0,2 g/kg de poids vif/jour
 - 65 g par semaine pour 40-50 kg de biomasse.

Une alimentation variée permettrait la ponte spontanée des géniteurs sans utiliser l'induction hormonale.

- Les géniteurs introduits dans une salle ont été préalablement pesés, mesurés et sexés (Goyard *et al.*, 1993) :
 - Les femelles sont reconnues par la possibilité de faire un prélèvement ovarien par canulation, qui est ensuite observé au microscope pour évaluer l'état de maturation initial.
 - Les mâles sont reconnus par l'émission de sperme par pression abdominale ou par la perception de la vibration sonore caractéristique de leur vessie natatoire lors de leur capture.

Aucun suivi n'a lieu jusqu'à la deuxième baisse de température du cycle de conditionnement ("automne"). Lorsque la température de l'eau passe en dessous de 25°C, le niveau du bassin est baissé afin d'y travailler et de pêcher les poissons.

Après anesthésie, les poissons sont de nouveau manipulés pour évaluer leur état de maturité :

- Celui des mâles est apprécié par pression abdominale : on note alors l'émission ou l'absence d'émission de sperme.
- Les femelles sont canulées : l'observation au microscope des ovocytes permet de déterminer si elles sont immatures (prélèvement clair et diamètre ovocytaire de 60 microns), ce qui traduit un échec du conditionnement, ou sinon en cours de maturation (nombreux ovocytes avec un diamètre pouvant atteindre 600 microns), ce qui traduit l'efficacité du conditionnement.

• Le déclenchement des pontes peut être spontané ou par induction hormonale (Goyard *et al.*, 1993) :

- **Pontes spontanées** : si le contrôle de l'état de maturation à la température de 24,5-25°C a mis en évidence un début de maturation, la température est alors descendue à 23°C à une vitesse qui dépend de la date souhaitée pour les premières pontes, puis maintenue à cette température une dizaine de jours. La photopériode est alors de 10 heures de jours par 24 heures.

Les pontes sont déclenchées à partir de ce moment par une remontée rapide de la température de 1°C par jour de 23 à 28°C. Si la ponte n'a pas lieu, une redescente rapide en 2-3 jours à 23°C et une remontée équivalente à la première doit déclencher la première ponte.

Ultérieurement, la photopériode reste inchangée, mais la température fluctue entre 23 et 28°C suivant la vitesse de 1°C/jour à la remontée et 2°C/jour à la descente.

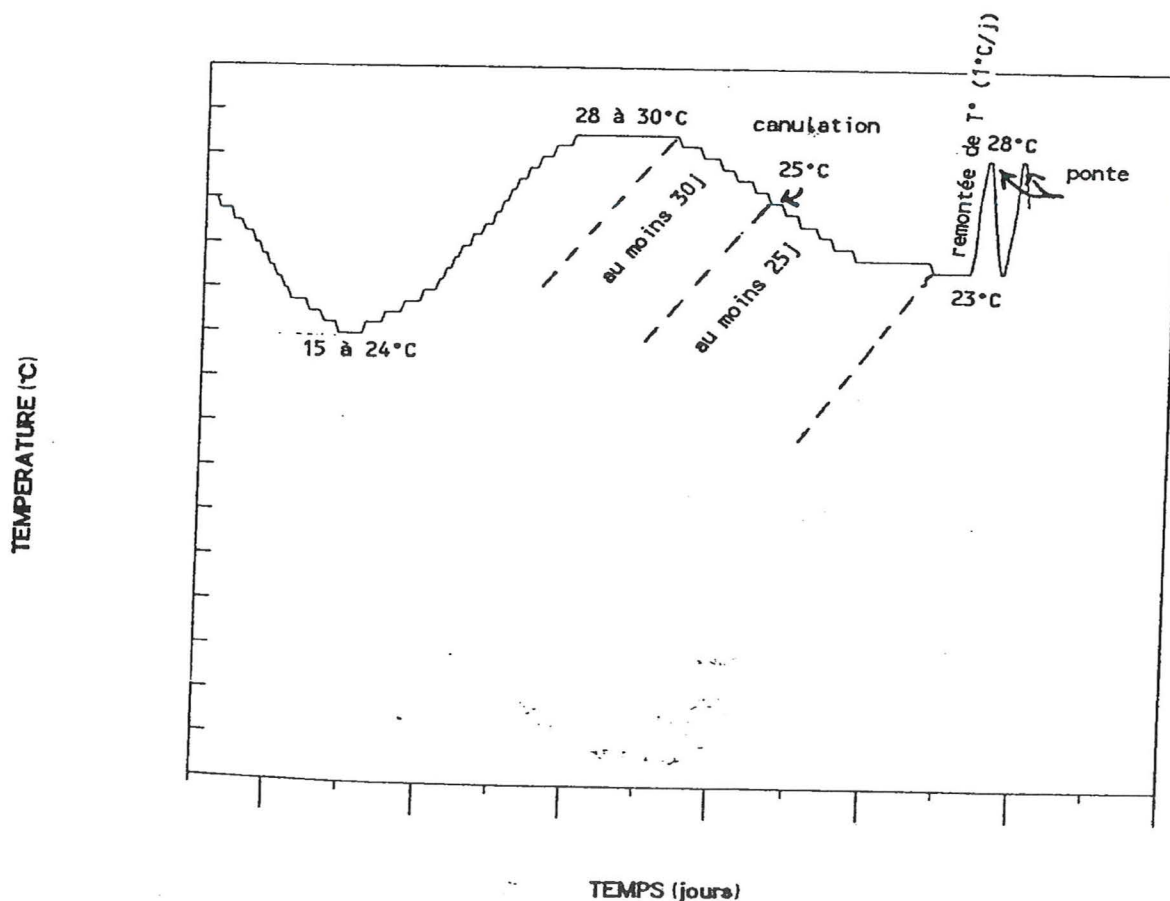


Figure 2 : Variations types d'un conditionnement (Goyard *et al.*, 1993)

- **Induction hormonale** : utilisée de manière exceptionnelle, en particulier pour obtenir une ponte alors que le déclenchement thermique n'est pas efficace, est pratiquée suivant les normes proposées par Soletchnik *et al.* (1990) : après contrôle de l'état de maturité des géniteurs suivant la technique décrite ci-dessus, on pratique une injection derrière la 2^{ème} nageoire dorsale sur :
 - un mâle fluent (dose de 500 Unité International (UI) de HCG par kg de poids vif),
 - une femelle présentant des ovocytes d'un diamètre au moins égal à 550 microns (dose de 0,1 mg de LHRHa par kg de poids vif).

L'induction hormonale permet d'obtenir avec une grande précision dans le temps une ponte au moment souhaité, en fonction des besoins de l'écloserie.

Bien que Colura (1987) ne préconise que l'injection des femelles par HCG, les résultats de l'équipe IFREMER sont équivalents aux siens, au moins en terme de délais de réponse.

Thomas et Boyd (1988) rapportent des résultats similaires sur des géniteurs mâles et femelles injectés avec LHRHa, mais indiquent qu'une deuxième ponte est fréquente.

- Les pontes, qui ont lieu spontanément la nuit, sont récoltées le matin. Pour chacune d'elle on mesure après décantation dans une éprouvette graduée (Goyard *et al.*, 1993) :
 - le volume d'œufs vivants (ils se concentrent à la surface),
 - le volume d'œufs morts (ils coulent au fond de l'éprouvette).

La densité après concentration en surface est de 1 100 œufs par millimètre. Le pourcentage de fécondation des œufs vivants est évalué sous microscope. On en déduit donc :

- la quantité d'œufs vivants fécondés (utilisables pour l'écloserie),
- la quantités d'œufs morts ou non fécondés (inutilisables).

Une ponte spontanée ou induite produit en moyenne 600 000 à 1 million d'œufs fécondés vivants et rien ne les distingue d'un point de vue quantitatif et qualitatif.

Les pontes induites par injection hormonale ont lieu entre 26 et 40 heures après l'injection, généralement au cours de la 2^{ème} nuit ou le lendemain en fin d'après-midi. Le pourcentage de viabilité de ces pontes est compris entre 41 % et 100 %.

II.2.3 Programmation des cycles de conditionnement en salle

Depuis 1990, l'IFREMER soupçonnait que les conditions climatiques de la Martinique pouvaient avoir une influence sur la maturation de l'ombrine (pontes naturelles) (Soletchnik *et al.*, 1990). Après la confirmation de cette hypothèse par les résultats de 1991, il apparaissait que le cycle de conditionnement de 3 mois ne pouvait être préconisé à tout moment de l'année et indépendamment de l'état de maturité des géniteurs.

Goyard *et al.* (1993) préconisent donc de prévoir 3 types de cycles de conditionnement permettant d'avoir des œufs 8 mois sur 12 :

- ❖ Un cycle de 3-4 mois : Début : avril, mai
Pontes : août, septembre, octobre

Ce type de cycle est appelé "de courte durée", il peut se solder par un échec s'il débute entre octobre et janvier, période où un début de maturation est observé dans le milieu naturel.

- ❖ Un cycle de 7-8 mois : Début : avril, mai
Pontes : décembre, janvier, février
Ce type de cycle est appelé "de longue durée" permet un repos sexuel suffisamment long, il est donc très probable que le cycle puisse être débuté toute l'année.
- ❖ Un cycle de 10 mois : Début : mai, juin
Pontes : avril, mai
Ce 3^{ème} cycle n'accélère pas le rythme naturel et ne fait que décaler les saisons. Il pourrait être remplacé par un cycle de 7-8 mois débutant en juillet août.

Tableau 1 : Types de conditionnements possibles (Goyard *et al.*, 1993) :

CONDITIONNEMENT	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
CORRECTS															
TROP PRECOCES															
TROP TARDIF															

CONDITIONNEMENT
 PERIODE DE PONTE

III. L'ELEVAGE LARVAIRE

L'IFREMER a mis au point une technique d'élevage larvaire en eau claire et à forte densité (norme 1992). Les conditions locales ne permettaient pas l'utilisation d'autres techniques "extensives" (Colura, 1987 ; Sturmer, 1987), bassins en terre où l'on fait un bloom zooplanctonique, mises au point par les américains dans l'optique d'un repeuplement du milieu naturel (pas de sevrage ni de calibrage des alevins).

Le schéma général d'élevage se décompose en 5 phases numérotées de 0 à 4 (Soletchnik *et al.*, 1988) :

Phase d'incubation	J0
Ensemencement des bassins	J1
Phase 1 : alimentation sur rotifères	J3 à J10-15
Phase 2 : alimentation sur artémia	J10-15 à J20-30
Phase 3 : sevrage	J20-30 à J27-37
Phase 4 : Prégrossissement	J27-37 à J50-70

Les phases 0, 1 et 2 se déroulent en bassins en polyester cylindro-coniques installés dans une éclosérie construite en tôles isolantes. Les phases 3 et 4 ont lieu en race-ways, dans une nurserie bâchée, ouverte aux extrémités.

Toutes les phases ont été réalisées en circuit ouvert. Selon les ateliers, le seuil de filtration est variable : 0,1 micron en salle d'algues, 1 micron en éclosérie et filtration sur sable (50 microns) en nurserie.

Trois ateliers annexes sont nécessaires : salle d'algues, zone de production de rotifères et salle d'artémia (Goyard *et al.*, 1993).

III.1 Les structures d'élevage en éclosérie

La couleur "vert bouteille" est choisie comme compromis entre le contraste proie-paroi (pour les larves) et le contraste larves-paroi (pour faciliter les observations des larves *in situ*) (Soletchnik *et al.*, 1990).

Alors que l'intégralité des normes des phases 1 et 2 a été menée en bassins de 300 l, les écloséries commerciales installées ailleurs qu'en Martinique utilisent des bassins de plus grande taille (rarement de 1 m³, souvent 2 m³, voire 5 m³). Il semble que les résultats de survie en fin de phase 1 et en fin de phase 2 plaident en faveur des bassins de plus grande taille (essais sur bassins de 900 l) (+5 à 8 % de survie) (Goyard *et al.*, 1993).

Toutefois, les bassins de 300 l, du fait de leur souplesse d'utilisation, s'avèrent plus performants si un traitement à l'eau douce s'impose pour lutter contre une parasitose à amyloodinium. Les "petits" bassins de 300 l ont à l'usage des avantages incontestables liés à leur souplesse d'utilisation :

- ❖ manipulations aisées lors des tris et des comptages,
- ❖ répartition des risques sanitaires, techniques et humains.

Il est important de prendre en compte dans le choix des bassins (300 ou 900 l) : les besoins en alevins, les caractéristiques du contexte du pays et le démarrage ou non de la filière.

III.2 Phase 0 : Prétrophique

III.2.1 Transport d'œufs et de larves

Les méthodes présentées ici sont utilisées dans le cadre d'une implantation pour la constitution du stock de géniteurs (qui produit ensuite ses propres œufs) ou pour d'éventuelles exportations.

Les expéditions sont effectuées dans des sacs en plastique, gonflés à moitié d'oxygène, et protégés des variations thermiques en glacières isothermes pour la durée du transport par avion. Des transports de 12 à 19 h, à des concentrations de 2 500-5 000 œufs ou larves par litre autorisent des survies supérieures à 50 %. Une densité de 4 000-5 000 larves de 1 jour par litre et une durée de transport de 12 h décalent ce chiffre à plus de 90 % (Soletchnik *et al.*, 1988).

La norme suivante est retenue :

Densité :	3 000 œufs ou larves par litre
Transport :	inférieur à 20 heures
Contenant :	sacs gonflés à l'oxygène (50 % du volume en glacière).

III.2.2 Incubation

L'incubation est réalisée en bassins cylindro-coniques blancs de 300 litres dans les conditions suivantes :

Volumes utilisés :	300 litres
Densité :	130 à 270 ml d'œufs vivant par bassin (soit 475 à 990 œufs/l)
Température :	en cas d'écart de plus de 1°C entre la température de ponte et celle de l'écloserie la température est montée par ajout d'eau dans le seau de récolte (montée de 1°C par 15 min).
Renouvellement :	0 %/h pendant 7-8 h (début d'éclosion puis 12 % jusqu'au lendemain)
Crépines :	225 µm
Aération :	légère, par le fond Dispositif de «soufflette en surface évitant l'agglomération des œufs.

Le volume d'œufs a été fixé à 250 ml par bassin de 300 litres.

Sur la base d'un millilitre pour 1 100 œufs vivants, l'incubation est donc réalisée à la densité d'environ 915 larves par litre. Le lendemain matin, le comptage des larves écloses est estimé par prélèvement, après brassage doux, de 30 piluliers de 40 ml dans le bassin d'incubation. Le taux d'éclosion moyen est de 90 %.

Le comptage permet d'affirmer qu'un bassin d'incubation de 300 litres permet de disposer à J1 d'environ 250 000 larves (Goyard *et al.*, 1993).

III.2.3 Mise en élevage et fin de la période prétérophique

Le comptage volumétrique permet de déterminer quel volume du bassin d'incubation doit être transféré dans chaque bassin d'élevage larvaire de 300 litres. La densité est fixée à 100 larves par litre (Goyard *et al.*, 1993).

La norme préconisée pour l'éclairage de l'écloserie est des ouvertures couvrant 15 % de la surface du toit (les tubes néon provoquant une hyper-inflation de la vessie natatoire) (Goyard *et al.*, 1993).

A J2, l'après-midi, un contrôle sur quelques larves permet de déterminer si la majorité des larves ont la bouche ouverte ou non. Si oui, une première alimentation équivalente à un repas de J3 est distribuée. Si non, la première alimentation n'est distribuée qu'à J3 (Goyard *et al.*, 1993).

III.3 Phase 1 : Alimentation avec rotifères

III.3.1 La nécessité des rotifères

La petite taille des larves à l'éclosion et la résorption des réserves avant que les larves puissent ingérer des artémies impose la distribution de rotifères *Brachionus plicatilis* (Bp) (Soletchnik *et al.*, 1988).

La technique de production des rotifères est présentée en annexe 4.

III.3.2 La norme alimentaire

La quantité de rotifères distribués quotidiennement varie linéairement entre J3 et J15 de 24 à 36 Bp/ml le jour (en 3 repas à 8h00, 11h30 et 15h00) et de 8 à 12 Bp/ml la nuit (distribution continue linéaire sur 12 heures).

La mise en évidence de la capacité des larves à s'alimenter la nuit a permis la mise en place d'une norme alimentaire visant à optimiser l'utilisation des rotifères par les larves (Goyard *et al.*, 1993).

Une technique de production des rotifères en discontinue a été utilisée par l'équipe de l'IFREMER Martinique. Dans ce cas, les installations sont dimensionnées pour le besoin maximum de l'écloserie, et produisent chaque jour la même quantité de rotifères. D'où l'idée de distribuer en début de phase 1 une quantité de rotifères supérieure à ce que peuvent ingérer les larves, cela peut avoir comme effet bénéfique de :

- faciliter la prédation,
- diminuer les dépenses énergétiques des larves,
- augmenter la croissance et la survie.

Durant cette période (J3 à J15), le poids sec individuel passe de 20 à 150 microgrammes et la survie attendue à J15 est de 60-70 %. Cette phase s'achève lorsque la longueur moyenne des larves atteint 4,1 mm, taille limite pour l'ingestion d'artémia.

Récapitulatif des conditions d'élevage préconisées par Goyard *et al.*, 1993 :

Volume d'élevage :	bacs cylindro-coniques verts de 300 l
Densité initiale :	100 larves/l à J1
Production de rotifères :	technique discontinue + algues
Rythme alimentaire :	3 repas égaux à 8h00, 11h30, 15h00 1 distribution continue nocturne
Ration alimentaire :	la quantité maximale distribuée est 47 Bp/ml/j, soit 162 millions de rotifères par bassin de 300 l sur la phase 1.

Crépines diurnes :	60 μm
Crépines nocturnes :	225 μm
Renouvellement :	évolution de 12 % à 80 % par heure.

Résultats attendus :	Survie : 70 % depuis J1
	Durée de la phase 1 : 14 jours
	Besoins : environ 8 000 <i>Bp</i> /larve de J15

III.4 Phase 2 : Alimentation avec artémies

La phase 2 débute lorsque les larves ont atteint la taille de 4,1 mm en moyenne (à J14), elles sont alors capables d'ingérer des artémia qui sont plus faciles à produire que les rotifères.

Cette phase est sans doute la plus délicate dans la technique d'alevinage, les principaux problèmes rencontrés sont (Gotard *et al.*, 1993) :

- ❖ un cannibalisme latent (qui apparaît souvent vers J23-J24 en début de matinée avant le premier repas distribué, 1 à 2 heures après le lever du soleil),
- ❖ une sensibilité aux parasitoses cutanées et branchiales (Amyloodinium ou microsporidies),
- ❖ la qualité des artémia influence les performances.

La diminution du cannibalisme se fait par une modification du rythme alimentaire et de la ration (en augmentant la plage horaire de disponibilité des proies, la quantité de la ration distribuée et en pratiquant une distribution nocturne continue).

La qualité des artémies doit garantir des teneurs en acides gras poly-insaturés supérieures à (Soletchnik *et al.*, 1990), :

- ✓ 0,25 % de matière sèche pour 20:5 ω 3
- ✓ 0,33 % de matière sèche pour 20:5 ω 3 + 22:6 ω 3

L'alimentation des larves sur artémies déficientes (quantité d'acides gras inférieurs au seuil requis) se solde par une mortalité quasi totale en fin de phase 2 ou en début de sevrage. Les problèmes se manifestent par (Goyard *et al.*, 1993) :

- ❖ Une tétanie et une détresse respiratoire (à partir de J26) de la majorité des larves dont seulement certaines se remettent et ce, à chaque modification des conditions de milieu (alimentation, arrêt ou restauration du renouvellement ou de l'aération, petits chocs répétés contre la paroi...).
- ❖ Quelques cas d'hyper-inflation de la vessie natatoire.

Pour éviter les problèmes de mauvaises qualité des artémies, il est possible de :

- ❖ Complémenter les artémies par des micro-brisures Sevbar 200-400 (dès J23, soit 7 jours après la première alimentation sur artémia), qui donne des survies comprises entre 35 et 54 %, lorsque les artémies sont faiblement déficientes en acides gras.

- ❖ Enrichir les artémies au booster (annexe 5) est la technique conseillée, on atteint des teneurs en 20:5 ω 5 de l'ordre de 0,3 à 0,5 % de matière sèche (Soletchnik *et al.*, 1990).

Les parasitoses à l'amyloodium nécessitent un traitement à l'eau douce (annexe 6).

Les normes d'élevage pour la phase 2, en tenant compte de la déficience des artémies, sont les suivantes (Goyard *et al.*, 1993) :

Structures :	idem phase 1 (bassin de 300 l)
Densité initiale :	densité de fin de phase 1
Crépines diurnes :	100 μ m
Crépines nocturnes :	500 μ m puis 1 000 μ m
Production artémia :	
Teneur:	en 20:5 ω 3 au moins 0,21 % de la M.S.
Incubation :	automatique la nuit, récolte 30 heures après
Utilisation :	de 8h00 à 7h00 le lendemain
Stockage :	à 8°C, 5 000 Ao/ml maxi
Grille alimentaire :	alimentation mixte
Artémia :	variation linéaire en 10 jours de 8 à 73 Art./ml, soit un maximum de 22*10 ⁶ artémia par bac de 300 l et par jour ; puis plateau à 73 Ao/ml/j. Les artémies sont enrichies afin d'atteindre la teneur minimale de 20:5 ω 3 de 0,25 %.
Sevbar 2-4 :	distribution dès possibilité d'ingestion par les larves (tester à partir de J22) ; ration : augmenter en 3 jours de 5 à 30 grammes/jour, puis ration constante.
Rythme alimentaire :	7h00 : repas d'artémies de la veille 8h00, 11h00, 15h00 : repas Ao du jour 19h00-7h00 : distribution continue
Nettoyage bassins :	quotidien à partir de J24
Renouvellement :	de 80 % à 120 % par heure.

Résultats attendus :	survie phase 2 : 70 % durée : 14 jours besoins : 10-15 000 Ao/larve sevrable
----------------------	--

Selon l'équipe IFREMER, cette norme pourrait encore évoluer vers un raccourcissement de la phase d'alimentation sur artémies : la possibilité d'ingestion de Sevbar par les larves dès J24 laisse espérer la possibilité d'achever le sevrage avant J28.

III.5 Phase 3 et 4 : Tri, sevrage et prégrossissement

III.5.1 Phase 3 : Tri et sevrage

Le respect des normes des phases 1 et 2 permet d'obtenir une densité en fin de phase 2 de l'ordre de 50 larves par litre, pour une longueur standard moyenne de 10 à 11,5 mm. Dans ces conditions, le cannibalisme est latent ou déclaré. Un tri et une diminution de la densité d'élevage permettent de stopper ce phénomène (Goyard *et al.*, 1993).

Le début de la phase 3 est initié par un tri sur 2 grilles à barreaux espacés respectivement de 1,5 et 2,0 mm.

Trois types de lots sont ainsi individualisés :

- ❖ les individus passant à travers la grille de 1,5 mm,
- ❖ les individus retenus par la grille de 1,5 mm et passant à travers celle de 2,0 mm,
- ❖ les individus retenus par la grille de 2,0 mm.

En cas de fort cannibalisme en fin de phase 2, un tri supplémentaire sur grille de 2,5 mm permet d'éliminer les quelques individus de très forte taille.

Il faut cependant se méfier d'une éventuelle mauvaise répartition des larves lors des prélèvements. Une surévaluation de la population peut en effet entraîner au cours du grossissement une sur-alimentation, très polluante pour le milieu d'élevage (Goyard *et al.*, 1993).

La densité moyenne en début de sevrage est comprise entre 1,6 et 8,4 individus par litre. Aucun lot d'une densité initiale supérieure à 5 ind./l n'est mené sans dédoublement jusqu'à 2-3 g de poids moyen. Cette recommandation reflète l'intérêt de ne pas avoir à manipuler les alevins en cours d'élevage (densités initiales en raceway inférieures à 5 individus par litre) (Goyard *et al.*, 1993).

On en déduit donc la norme de sevrage suivante (Goyard *et al.*, 1993) :

Structures :	Raceways de 1 800 l, couleur verte
Crépines :	maille 1 mm
Densité initiale :	2 à 5 larves par litre
Aliments utilisés :	Artémies Sevbar 2-4, 4-6 et 6-8
Rythme alimentaire :	Ao : 10h00 et 15h00
Sevbar :	distribution 24h/24
Ration alimentaire :	la grille est différente pour les 3 sous-populations
Renouvellement :	de 50 % à 75 % par heure

Résultats attendus :	survie phase 3 : 75 % durée : 10 jours pic de mortalité 6 jours après la suppression des artémies poids en fin de sevrage : 0,1 g
----------------------	--

III.5.2 Phase 4 : Prégrossissement en éclosion

La phase 4 débute dans la continuité de la phase 3, sans transfert, ni comptage. Un échantillonnage hebdomadaire par pesée globale de 3 groupes de 30 individus par raceway permet de suivre avec une précision suffisante la biomasse en élevage.

La taille du granulé évolue avec la croissance des alevins et l'observation visuelle joue un rôle essentiel pour l'augmentation de la granulométrie. Le passage d'un type de granulé à un autre s'effectue en 3 jours.

En cas de redéclenchement du cannibalisme, un dédoublement ou un nouveau tri sur grilles de 4-5 ou 6 mm doit être effectué pendant le grossissement. L'évaluation des sous-populations obtenues est alors effectuée par pesée totale et détermination du poids moyen individuel.

Cette phase s'achève lorsque les alevins atteignent 2-3 grammes de poids moyen (Goyard *et al.*, 1993).

La norme retenue par Goyard *et al.*, 1993 est la suivante :

Continuité de la phase 4 avec la phase 3	
Crépines :	3 puis 5 mm
Aliments utilisés :	Sevbar 6-8 Aqualim 3 ^{ème} & 4 ^{ème} age ; 1,5 mm (formulation loup) + complément vitaminique (4 g Rovimix/kg de poids vif/jour)
Rythme alimentaire :	distribution 24h/24
Grille alimentaire :	taux de nutrition de 20 %, 18 %, 15 % et 13 % pour des poids moyens de 0,1 0,3 1,0 et 2,5 grammes
Renouvellement :	de 75 % à 150 % par heure.

Résultats attendus :	survie : 75 % durée : 22 à 27 jours poids en fin d'élevage : 2-3 g
----------------------	--

III.6 Synthèse des 4 phases

La survie au stade alevin de 2-3 g est de 25 % à un âge compris entre 60 et 70 jours.

Tableau 2 : Normes zootechniques de production d'alevins d'ombrine tropicale (Goyard *et al.*, 1993) :

PHASE	BASSINS (l)	DENSITE (larves/l)	AGE fin de phase (jour)	LONGUEUR fin de phase (mm)	POIDS fin de phase (g)	ALIMENT	SURVIE par phase	CUMUL depuis J1
0 INCUBATION Phase PRETROPHIQUE	300	1000	1				80-100 %	
	300	100	2	2,4			90 %	99 %
1 Phase <i>Brachionus plicatilis</i>	300	99	14	4,1		ROTIFERES 7 000 Bp/ (larve J15)	70 %	70 %
2 Phase A0 + présevrage	300	70	28	13		NAUPLII ARTEMIA 10-15 000 A0/ (larve J28) + sevbar	70 %	49 %
TRI TRANSFERT								
3 SEVRAGE	1800	2 - 5	38	18	0,1	artémia + SEVBAR		
4 PREGROSSISSEMENT	1800		60 - 65	50	2 - 3	sevbar AQUALIM 3è & 4è age AQUALIM 1,5 mm	50 %	25 %

IV. GROSSISSEMENT

L'équipe IFREMER (Falguiere *et al.*, 1993), après plusieurs expérimentations, a mis au point les techniques de grossissement de l'ombrine.

Plusieurs paramètres ont ainsi été définis :

- les charges acceptables en élevage,
- les survies escomptées en fin d'élevage en fonction des tailles marchandes,
- une table de nourrissage,
- un schéma d'élevage de l'ombrine en cage en mer,
- ainsi que les structures d'élevage adaptées à l'essor de cette nouvelle filière.

Les normes d'élevage ainsi établies ont été proposées pour 3 différents types d'entreprises de grossissement :

- ❖ entreprise semi-industrielle,
- ❖ entreprise artisanale,
- ❖ pêcheur intégrant un atelier d'aquaculture.

IV.1 Alimentation

L'aliment utilisé par l'IFREMER est fabriqué par un provendier local et titre environ 50 % de protéines. Les carences vitaminiques indéniables de cet aliment obligent à la pratique d'une complémentation vitaminique (annexe 2) et un apport d'huile de poisson. Le granulé est tamisé avant d'être pesé afin d'éliminer les fines, en quantité importante (jusqu'à 10 %).

En théorie, jusqu'à un poids moyen de 100 grammes, 4 alimentations par jour sont conseillées. Mais en pratique, face aux autres tâches routinières, 2 à 3 distributions de granulés journalières sont effectuées.

A partir de 100 grammes, 3 nourrissages par jour sont recommandés. Pour les mêmes raisons, en pratique, 2 alimentations sont fréquentes.

La distribution peut se faire manuellement et par tapis roulant (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.1.1 Evolution du taux de nutrition en fonction du poids

Le taux de nutrition représente la quantité d'aliment à distribuer chaque jour au poisson, ramené à la biomasse instantanée dans la structure d'élevage. Il s'exprime donc en % de la biomasse par jour (Falguiere *et al.*, 1993).

Le taux de nutrition minimum correspondant à une optimisation de l'indice de conversion ne permet pas d'obtenir la meilleure croissance. En effet, si l'on fait augmenter la ration, la croissance sera meilleure mais l'indice de conversion a tendance à remonter aussi ; on atteint ainsi un point où la croissance est maximale et où l'indice de conversion est supérieur à la valeur minimale qu'il avait auparavant : on optimise alors la croissance. Enfin, si la ration continue d'augmenter, la croissance elle n'augmente plus et corrélativement, l'indice de conversion se dégrade rapidement (Falguiere *et al.*, 1993).

L'objectif visé, suffisant pour le démarrage d'une filière, est de proposer une gamme de taux de nutrition permettant d'obtenir des indices de conversion qui tiennent économiquement la route, associés à une croissance proche du maximum (Falguiere *et al.*, 1993).

En début d'élevage, le taux de nutrition proposé est de 9,8 à 10,4 % de la biomasse par jour. Cette valeur descend rapidement à 3,5 à 4,2 % à un poids de 50 g pour atteindre 1,6 à 2,1 % et 1,2 à 1,7 % à des poids moyen de 300 g et 500 g (Falguiere *et al.*, 1993).

Chaque aquaculteur devra adapter la ration grâce à l'observation de son cheptel, dans ses conditions de site, dans ses cages d'élevage, et avec le mode d'alimentation qu'il aura choisi.

Ces valeurs seront donc à adapter en fonction de la priorité, indice de conversion ou vitesse de croissance, déterminée par l'éleveur (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.1.2 Indices de conversion

L'indice de conversion ou de transformation se définit comme la quantité de granulé nécessaire pour produire un kilo de poisson. Pour un éleveur, le seul indice important est l'indice économique (qui ne tient compte que de la biomasse récoltée) puisqu'il permet de connaître la part de l'aliment dans le coût de production du poisson. Cet indice est influencé par la survie puisqu'un poisson mort représente une perte de biomasse (et donc d'aliment) dans le système de transformation de l'aliment en biomasse. En effet, le poisson mort a consommé du granulé durant toute la période précédant son décès. Par ailleurs, une perte de cheptel non détectée conduit à une suralimentation générant de mauvais indices (Falguiere *et al.*, 1993).

L'indice de conversion moyen est de 1,725 (1,61 en prégrossissement et 1,84 en grossissement). Les 2/3 des valeurs sont comprises entre 1,4 et 1,9 ; ce qui témoigne d'une très bonne utilisation du granulé par l'animal (Falguiere *et al.*, 1993).

Il faut noter que des valeurs élevées correspondent souvent à un indice d'élevage ayant été faussé par une mauvaise évaluation de l'effectif. L'alimentation manuelle doit permettre d'éliminer les valeurs trop élevées car en cas de perte accidentelle de cheptel non détectée, l'observation visuelle de l'appétit permet de corriger au moins partiellement la suralimentation (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.1.3 Qualité de l'aliment utilisé

Le tableau 3 montre la granulométrie de l'aliment utilisée en fonction du poids du poisson. Le provendier local fournit 5 granulométries : miettes (en fait du granulé concassé qu'il n'est pas intéressant d'utiliser), 2,5 mm, 3,2 mm, 4,7 mm et 7,5 mm. Généralement, il est nécessaire de tamiser le granulé pour éliminer la poussière en grande quantité. De plus, il est préférable de calibrer le granulé concassé de manière à distribuer des particules d'au moins 1 à 1,5 mm de diamètre au début de grossissement puisque les alevins sortant de la nurserie sont alimentés avec cette granulométrie. S'il n'y a pas de provendier local, il est possible d'importer une formulation de type bar qui donne entière satisfaction (Falguiere *et al.*, 1993).

Tableau 3 : Evolution de la granulométrie de l'aliment en fonction du poids de l'ombrine (Falguiere *et al.*, 1993).

Poids moyen	3 g	10 g	40 g	100 g	220 g	vente
Granulé 1,5 mm	25 jours					
Granulé 2,5 mm		7 jours	25 jours			
Granulé 3,2 mm			7 jours	30 jours		
Granulé 4,7 mm				7 jours	45 jours	
Granulé 7,5 mm					7 jours	Fct du Poids Moyen de vente

Si l'on considère ces conditions, indice de conversion de 1,8, aliment à 6,58 F/kg, complémentation vitaminique à hauteur de 1,15 F/kg (vitamines + huile de poisson), on atteint un coût de 14,29 F/kg (soit 2,18 €/kg) d'aliment par kg de poisson produit. Il est possible de diminuer le prix en baissant l'indice de conversion, le prix du granulé et de la complémentation vitaminée (Goyard *et al.*, 1993).

IV.2 Croissance

La croissance est influencée par le type de structure utilisée. En effet, le grossissement effectué en cage de 10 m³ induirait une meilleure croissance (soit pour un poids moyen de 300 g obtenu en 164 jours en cages verticales contre 126 jours de grossissement en cages rotatives autonettoyantes). L'interprétation de ce phénomène est la suivante : l'influence sur la croissance de la petite taille des structures serait attribuée à une plus grande disponibilité en oxygène due au meilleur rapport surface de filet par volume de la cage (meilleur renouvellement) et de la moindre distance séparant le centre de la périphérie de la cage (diffusion de l'oxygène dissous plus rapide) (Falguiere *et al.*, 1993).

Les types de structures seront détaillés plus loin.

La croissance peut être modélisée par l'équation suivante :

$$\text{Poids} = 0,0263723 \times \text{Age}^{1,87597}$$

Considérant le haut degré de liaison entre âge et poids (Coefficient de corrélation : $r = 0,985$ pour 90 couples de données), l'équation montre que l'on atteint un poids de 300, 500, et 900 g en moyenne à respectivement 145, 191 et 260 jours.

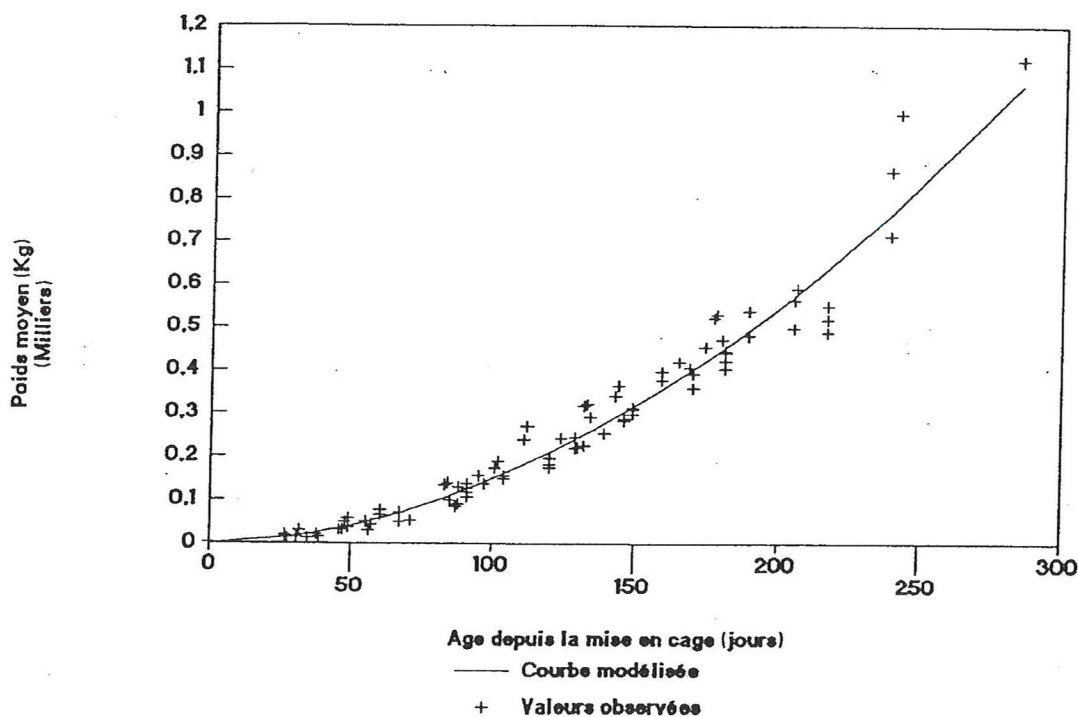


Figure 3 : Courbe de croissance modélisée de l'ombrine en grossissement en cage (source : Falguiere *et al.*, 1993).

IV.2.1 Taux de croissance journalier

Le taux de croissance journalier (TCJ) est un outil de diagnostic de la croissance qui se révèle être plus précis que la courbe de croissance. En effet, le poids moyen est influencé par tout l'historique depuis le début d'élevage alors que le TCJ pour une période donnée peut être comparé au modèle en faisant abstraction de ce qui c'est passé auparavant (Falguiere *et al.*, 1993).

La modélisation de l'évolution du Taux de Croissance Journalier en fonction du poids de l'animal se traduit par l'équation suivante :

$$\text{TCJ} = 6,9638 - 0,9584 \times \text{Ln}(\text{Poids})$$

Il n'est pas possible de faire les TCJ durant le premier mois. Cette outil est très précis et très utile, notamment pour le calcul de la grille alimentaire, car il permet de prévoir la croissance et donc l'évolution de la ration entre deux échantillonnages (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.2.2 Influence du tri des poissons sur la population

Il est tout d'abord bon de noter que l'ombrine (*Sciaenops ocellata*) ne souffre pas de mortalité, même légère, à la suite du tri. Ceci n'est que le reflet direct de la résistance aux manipulations de cette espèce (Falguiere *et al.*, 1993).

Le tri peut avoir une influence sur la croissance des poissons, mais son effet est plus significatif sur le Coefficient de Variation (C.V.) du poids. Celui-ci chute immédiatement à la suite du tri. Ce phénomène est fugace puisqu'en fin d'élevage, les C.V. sont peu différents d'un lot non trié. Les valeurs de fin de grossissement d'ombrines s'échelonnent de 15 à 28 % (20 % en moyenne). Ces valeurs ne justifient pas à elles seules d'avoir recours à un tri en cours d'élevage (Falguiere *et al.*, 1993).

La tendance du C.V. est à la diminution au fur et à mesure de l'avancée du grossissement. Les C.V. relevés en cours de grossissement vont de 16 à 33 %. Si l'on se fixe un seuil de 25 % comme critique, il apparaît que pour éviter tout risque de cannibalisme, il faut trier la population en tout début de grossissement. A partir de 130 g cela ne représente plus d'intérêt car la population est déjà suffisamment homogène (C.V. inférieur à 25 %). La meilleure solution consisterait à procéder à un tri en fin de nurserie avant la livraison aux producteurs. Mais compte tenu des bons résultats de survie généralement obtenus en grossissement en cage, il n'est pas certain que l'on puisse en attendre un gain substantiel par diminution du cannibalisme (Falguiere *et al.*, 1993).

Compte tenu de sa lourdeur d'application, le recours à un tri en cours de grossissement n'est pas justifié. De plus, la disparité de taille du cheptel en fin de grossissement n'est pas préjudiciable aux performances biologiques (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.3 Structures et schéma d'élevage

IV.3.1 Type de structure

Deux grands types de cages ont été testés par l'IFREMER (annexe 1) : cages verticales nécessitant un changement de filet régulièrement et cages rotatives auto-nettoyantes (Falguiere *et al.*, 1993).

Les cages rotatives sont d'un entretien facile et réalisable par une personne seule : cet atout semble avoir une influence positive sur la croissance. Par ailleurs, elles sont immergeables

rapidement en cas de cyclone. Enfin, le fait qu'elles soient totalement fermées les rend moins exposées au vol que les cages verticales ouvertes sur la partie supérieure.

Ses inconvénients en terme de gestion de cheptel sont difficiles à concilier avec des impératifs de production :

- ❖ difficulté pour avoir accès au cheptel lors du ramassage de morts, d'échantillonnage, de récolte ou de transfert,
- ❖ difficulté à visualiser le cheptel (état sanitaire, adéquation de l'alimentation,...),
- ❖ quasi impossibilité d'effectuer des changements de maille du filet lors de la croissance des animaux.

La facilité de manipulation des cages de petit volume permet de les amener à proximité de la berge dans des zones peu profondes où l'accès au cheptel est aisé. Ce type de cage est donc conseillé pour des volumes qui ne dépassent pas une dizaine de m³. La production sera alors nécessairement limitée à moins de multiplier les cages, ce qui irait à l'encontre des économies d'échelle que souhaite atteindre une entreprise semi-industrielle (Falguiere *et al.*, 1993).

Les entreprises de grande taille doivent obligatoirement se tourner vers des structures d'élevage de plus grand volume. Ceci exclue l'utilisation de cages rotatives à cause des contraintes de production et notamment de la nécessité de pouvoir accéder rapidement au cheptel lors des transferts et récoltes (Falguiere *et al.*, 1993).

L'utilisation de cages totalement fermées est difficilement envisageable. En effet, dans ces eaux tropicales, le développement du fouling est extrêmement rapide ce qui oblige à des changements de filets fréquents (Falguiere *et al.*, 1993).

Des cages constituées à partir d'un ponton flottant à armature galvanisée ou celles rencontrées sur la côte méditerranéenne (armature en bois, bidons plastiques de 200 l, fixation par ligatures plastiques soudées) peuvent être recommandé aux artisans de taille supérieure à une centaine de m³ et même dans le cas des entreprises semi-industrielles jusqu'à un millier de m³ environ.

Le ponton de base peut servir à suspendre 1 filet de 50 m³ ou 2 filets de 20 m³ ou encore 4 filets de 10 m³ avec un minimum d'adaptations, ce qui rend ce type de structures très souples d'utilisation (Falguiere *et al.*, 1993).

Au delà de cette taille de 1 000 m³, il faudra probablement envisager des cages de volume unitaire supérieur (80 à 100 m³, voire plus) et des supports plus importants conçus sur la base de radeaux multi-cage afin de faciliter toute la logistique d'élevage : transport de l'aliment, transferts des cheptels, transport de la récolte,...

Quel que soit le choix de l'investisseur, cages verticales ou rotatives, il faudra se pencher sur les problèmes liés aux risques cycloniques.

L'influence du site sera importante car on peut espérer que les cages verticales résistent à ces intempéries si elles sont installées en zones protégées. Par ailleurs, il existe certains types de cages immergeables pouvant résister à des conditions cycloniques mais leur coût est élevé (Falguiere *et al.*, 1993).

Le tableau 4 récapitule les propositions de type et volume de cage qui peuvent être faites aux candidats aquaculteurs selon le type et la taille de l'entreprise qu'ils désirent monter (Falguiere *et al.*, 1993) :

Volume unitaire de cage (m ³)	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100	125	150	175	200
TYPE	Pêcheur/Aquaculteur															Entreprise semi-industrielle						
D'ENTREPRISE									Entreprise artisanale													
TYPE DE CAGE	CAGES ROTATIVES POSSIBLES										CAGES VERTICALES CONSEILLEES											

Les normes conseillées en ce qui concerne les relations fouling / entretien du filet sont les suivantes (Falguiere *et al.*, 1993) :

- Cage verticale : changement de filet toute les 1 à 3 semaines selon la maille, la température de l'eau et la biomasse (compter en moyenne un changement par quinzaine). 2 personnes au moins sont requises.
Après changement, les filets sont nettoyés au moyen d'un nettoyeur haute pression afin de les débarrasser des salissures, puis sont mis à sécher au soleil.
- Cage rotative auto nettoyante : 2 à 3 rotations par semaine afin que cette opération soit facile à réaliser par une personne seule.

Les dimensions des mailles des filets augmentent avec la taille des individus afin de limiter le développement de fouling et de favoriser le renouvellement de l'eau dans les cages. Les dimensions inter maille des filets sont de 5 mm le 1^{er} mois, 8 mm le 2nd (prégrossissement) puis de 12, 15 et 20 mm (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.3.2 Choix du système d'élevage

Comme nous l'avons démontré précédemment, il est injustifié d'avoir recours à un tri en cours de grossissement du fait entre autres de la lourdeur de cette opération (Falguiere *et al.*, 1993).

Dans le cas d'un artisan ou d'un pêcheur poly actif, les faibles volumes produits permettent d'étaler la commercialisation en effectuant des pêches sélectives en fonction des commandes. Une disparité de taille assez importante en fin d'élevage ne gêne pas cette façon de faire puisqu'on choisit le poisson lors de la récolte (Falguiere *et al.*, 1993).

Les volumes d'élevage de l'entreprise semi-industrielle induisent des quantités à commercialiser de plusieurs tonnes par cage. Il s'agira donc de récolter chaque cage en bloc et de commercialiser la production dans le circuit adapté (grossistes, poissonneries...). Le tri en cours d'élevage, ne permettant pas de s'affranchir totalement du calibrage au conditionnement, il est probable que les éleveurs s'orienteront vers un calibrage au conditionnement sans avoir recours à un tri au cours du grossissement.

Les caractéristiques des sous-populations du cheptel en fin de grossissement font apparaître qu'une entreprise semi-industrielle ne peut pas viser un poids moyen en fin d'élevage de 300 g car elle obtiendrait 25 % de poissons difficilement vendables (poids compris entre 180 et 265 g).

Par contre, en visant un poids moyen final de 500 g elle disposera de 25 % de sa production sous forme de poissons de 300 g environ (285 à 450 g) (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.3.3 Nécessité de la phase de prégrossissement

Le recours à une phase de prégrossissement présente certains inconvénients et est conditionné par la possession d'équipements et de structures d'élevage adaptés. En effet, l'utilisation d'un bateau de taille suffisante, de cuves de transport, d'un système d'oxygénation... ou la localisation des deux cages sur un même support pour limiter le transport par exemple sont les contraintes majeures à la mise en place d'un prégrossissement d'ombrines sur le site de production. De plus, le transfert d'un cheptel important d'une cage de prégrossissement à une cage de grossissement est une opération délicate demandant un personnel qualifié et en nombre suffisant pour effectuer le transport rapidement (Falguiere *et al.*, 1993).

Dans le cas d'un aquaculteur / pêcheur, les cages utilisées dans le cadre de son activité sont de très petit volume, ce qui facilite les manipulations même par une personne et l'effectif en élevage est peu important. Ainsi, le transfert de cage n'est pas une opération très lourde et les petites structures peuvent être ramenées au bord, en eau peu profonde afin d'y effectuer la pêche sans que pour cela il ne faille d'équipement spécialisé (Falguiere *et al.*, 1993).

Le prégrossissement s'étale sur une durée d'environ deux mois. Les alevins d'ombrine d'un poids initial moyen de 2,5 g, sont prégrossis jusqu'à un poids de 50-60 grammes (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.4 Charges et survies obtenues

IV.4.1 Prégrossissement en cage

Dès leur sortie de l'écloserie, les alevins d'ombrine de 2-3 g sont placés en cage en mer afin de débiter le prégrossissement.

Après les multiples tests réalisés par l'IFREMER et l'ADAM, il apparaît que les charges maximales atteintes sont de 17,5 kg/m³ (cage de 50 m³) et 16,4 kg/m³ (cage de 2 m³) sans qu'un ralentissement de croissance ou problème sanitaire n'ait été révélé.

Si à cela, une marge de sécurité est ajoutée pour établir la norme d'élevage, la charge maximale à ne pas dépasser en prégrossissement passe alors à 15 kg/m³. Dans le cadre d'une entreprise semi-industrielle utilisant un schéma d'élevage avec prégrossissement, les valeurs utilisées sont de 12 à 13 kg/m³, ce qui est raisonnable (Falguiere *et al.*, 1993).

La densité initiale à préconiser sera fonction des objectifs fixés au départ (durée et poids moyen final prévu). Des densités de l'ordre de 200 alevins par m³ permettent de mener à bien un prégrossissement d'une durée de 2 à 3 mois sans atteindre des charges limitantes (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.4.2 Grossissement

Une charge de 30 kg/m³ laisse une certaine souplesse tant au niveau de la gestion de l'entretien des filets qu'au niveau d'éventuels retards dans la commercialisation. Pour des charges supérieures (40 kg/m³), il faut respecter rigoureusement les changements de filet pour éviter une dégradation de l'état du cheptel (Falguiere *et al.*, 1993).

Si l'on souhaite atteindre un poids moyen final élevé (900 g ou plus), il est conseillé de dimensionner l'élevage sur une charge finale de 25 kg/m³ car la croissance du poisson induit très rapidement un dépassement de la charge maximale. Sur certaines fermes d'ombrine en Martinique des problèmes pathologiques apparaissent à chaque fois qu'une densité d'élevage

supérieure à 27 kg/m³ est dépassée conduisant immédiatement à de fortes mortalités (Falguiere *et al.*, 1993).

Compte tenu de ces normes en terme de charge biologique, les densités initiales à utiliser vont dépendre d'une part, de la taille commerciale visée (à laquelle correspond une survie déterminée) et la durée d'un éventuel prégrossissement (Falguiere *et al.*, 1993).

IV.4.3 Survies

La courbe de survie modélisée a une allure linéaire au cours du temps. Le taux de survie a été modélisé et répond à l'équation qui suit (Falguiere *et al.*, 1993) :

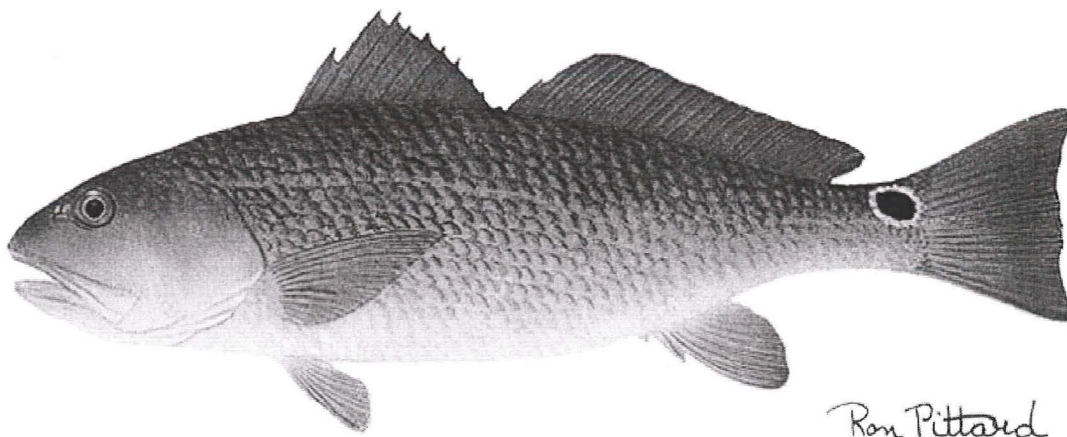
$$\text{Survie (\%)} = -0,07259 \times \text{âge} + 96,325$$

La survie est fixée en moyenne à 97,7 % par mois d'élevage en cage. Pour les poids terminaux de 300, 500 et 900 g, on obtient donc des survies respectives de 86, 82,5 et 77,5 % (Falguiere *et al.*, 1993).

Cette survie peut être entravée par l'apparition de pathogènes, souvent indicateurs du non respect des charges maximales, des besoins alimentaires et vitaminiques des poissons et d'un mauvais entretien de l'état de salissure des filets. Jonhson, 1987, dresse la liste des pathogènes susceptible de s'attaquer à l'ombrine mais le peu de références oblige à une certaine prudence.

Ainsi, il a été observé des trématodes monogènes de type *Neobenelia menelli* se développant sur les branchies, le tégument et la bouche provoquant hémorragies, ulcères, pertes d'écaillés et comportements anormaux (frottement contre les filets, nage sur le dos, bonds hors de l'eau...). Le bain des ombrines dans du formol à 250 ml/m³ pendant 30 minutes, tous les 2 jours, durant une semaine, permet une réduction sensible de la mortalité.

Dans le cas de telles pathologies, un renouvellement est d'autant plus important que le maintien des parasites est favorisé par le colmatage des mailles du filet (Falguiere *et al.*, 1993).



© Windsor Nature Discovery

Source : <http://www.fishbase.org>

CONCLUSION

Les bonnes performances zootechniques de l'ombrine et la disponibilité des sites propices à sa production sont deux atouts majeurs aux développements de cette pisciculture. C'est pourquoi de nombreuses régions tropicales se sont lancées dans la production de cette espèce : la Réunion, Mayotte, Cuba, Panama et Israël.

L'analyse réalisée par Houel *et al.* (1996) sur la création potentielle d'entreprises (artisanales ou semi-industrielles), produisant de l'ombrine de 350 à 800 g, fait apparaître une rentabilité satisfaisante de l'activité, liée à la rapidité des cycles de production et à sa résistance.

Cependant, certains paramètres tels que les facteurs humains, le contexte politique, économique, socioculturel local ou encore les risques naturels non négligeable (cyclones et tempêtes tropicales) restent difficilement intégrables dans une simulation et peuvent avoir un impact négatif sur la viabilité d'une entreprise.

Dans le contexte de la Martinique, à ses début, le coût de production de l'ombrine (jusqu'à 113 Ff/kg = 17,23 €/kg) la prédestinait à un positionnement dans la catégorie des poissons de "luxe" (Rosine B., 1991). Actuellement, le prix de revient varie de 25 Ff/kg (3,81 €) à 49 Ff/kg (7,47 €) selon le type d'entreprise (artisanale ou semi-industrielle) et selon le mode de commercialisation (entier ou écaillé – éviscéré).

Le prix de vente varie de 40 Ff/kg (6,10 €) à 60 Ff/kg (9,15 €) selon le circuit de distribution qui va de la vente directe aux particuliers aux GMS (Grandes et moyennes surfaces) en passant par la restauration. Celle-ci est pour le moment la principale clientèle (restaurateurs "haut de gamme") avec la vente au particulier, la grande distribution restant marginale (Houel *et al.*, 1996).

Le développement de la filière ombrine en Martinique reste freiné par un approvisionnement trop irrégulier en alevins dont le coût varie beaucoup.

Il est difficile de concurrencer des productions locales vendues à une population de connaisseurs dont l'habitude alimentaire est déjà bien établie.

Dans l'avenir, l'ombrine pourrait intégrer le marché international (principalement Européen et Américain), surtout dans des gammes de produits présentés sous différentes formes (frais ou congelé, entier, en filet dont le taux de filetage avoisine les 50 %, en darnes...) (Houel *et al.*, 1996).

Des progrès sont encore à réaliser, notamment en terme de couverture alimentaire (besoins en protéines) dont la création d'un aliment spécial pour cette espèce permettrait de faire baisser le coût de production. Un autre axe de recherche n'ayant pas été exploré concerne la génétique ; elle devrait permettre des gains sensibles sur plusieurs paramètres comme la résistance aux maladies, la croissance et les qualités organoleptiques.

Cette synthèse bibliographique est basée sur les recherches de l'IFREMER Martinique. L'introduction récente de l'ombrine dans le circuit de la production explique le manque de références bibliographiques, les principales études menées jusqu'à présent par les Américains étaient dans un but de repeuplement.

Mon stage, qui va se dérouler au sein de l'ARDA (Association Réunionnaise de Développement de l'Aquaculture), portera sur une analyse technico-économique (scénarios sur les types d'élevages, modèle type d'exploitation viable sur le long terme) de projets d'élevages de l'ombrine dans les conditions de la Réunion. Ce travail sera réalisé en collaboration avec l'IFREMER.

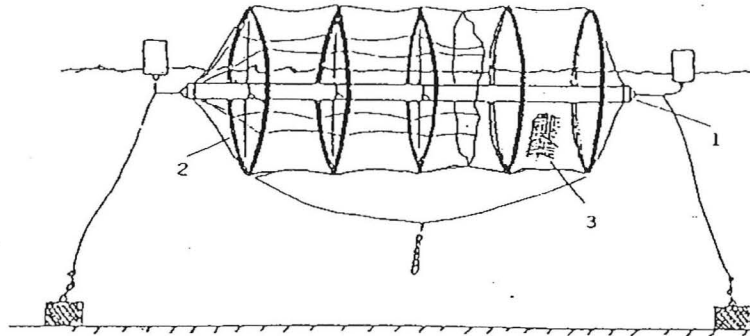
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ARNOLD C.R., 1988.** Controlled year-round spawning of red drum, *Sciaenops ocellata*. In Arnold, Holt and Thomas: red drum aquaculture: Contributions in Marine Science, Supp. to vol. 30, Sept. 1988.
- **ARNOLD C.R., BAILEY W.H., WILLIAM T.D., JOHNSON A. and LASSWELL J.L., 1979.** Laboratory spawning and larval rearing of red drum and southern flounder. Pro. Annual. Conf. S.E. Assoc. Fish and Wildlife Agencies 31.
- **BASS R.J. and AVAULT J.W., 1975.** Food habits, length-eight relation ship, condition factor and growth of juvenile Red-drum, *Sciaenops ocellata*, in Luisiana. Transaction of American fisheries society n°1, p. 35-45.
- **COLURA L.R., 1987.** Hormone-induced strip-spawning of red drum. In Chamberlain, Miget and Haby: Manual on red drum aquaculture.
- **COLURA L.R., 1987.** Saltwater pond fertilization. In Chamberlain, Miget and Haby: Manual on red drum aquaculture.
- **FALGUIERE J.C. and GOYARD E., 1993.** L'élevage de l'ombrine (*Sciaenops ocellata*) en Martinique : IV - Suivi zootechnique et économique du grossissement par des artisans pêcheurs. Rapport interne de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER n°93-020 RA/Martinique, 20 p.
- **FALGUIERE J.C., ROSINE B. and GOYARD E., 1993.** L'élevage de l'ombrine (*Sciaenops ocellata*) en Martinique : II – Grossissement en cages flottantes. Rapport interne de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER n°93-018 RA/Martinique, 53 p.
- **GOYARD E., FALGUIERE J.C. and ROSINE B., 1993.** L'élevage de l'ombrine (*Sciaenops ocellata*) en Martinique : III – Etude prévisionnelle des coûts de production. Rapport interne de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER n°93-019 RA/Martinique, 83 p.
- **GOYARD E., FALGUIERE J.C. and SOLECHNIK P., 1993.** L'élevage de l'ombrine (*Sciaenops ocellata*) en Martinique : I – Maturation des géniteurs et production d'alevins. Rapport interne de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER n°93-017 RA/Martinique, 73 p.
- **HOLT J., GODBOUT R. and ARNOLD C.R., 1981.** Effects of temperature and salinity on egg hatching and larval survival of red drum. Fishery bulletin 79, p. 269-573.
- **HOUEL S., FALGUIERE J.C. and PAQUOTTE P., 1996.** Analyse technico-économique de projet d'élevage d'ombrine (*Sciaenops ocellata*) en cages flottantes à la Martinique. Rapport interne de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER n°96-012 RA/Martinique, 65 p.
- **JOHNSON S.K., 1987.** Recognition and control of diseases common to grow-out aquaculture of red drum. In Chamberlain, Miget and Haby: Manual on red drum aquaculture.

- **NEILL W.H., 1987.** Environmental requirements of red drum. In Chamberlain, Miget and Haby: Manual on red drum aquaculture.
- **PEARSON J.G., 1929.** Natural history and conservation of the red fish and other sciaenid on the Texas coast. Bulletin U.S. Bureau fisheries 44, p. 129-214.
- **ROBERTS D.E., 1987.** Photoperiod/temperature control in the commercial production of red drum (*Sciaenops ocellata*) eggs. In Chamberlain, Miget and Haby: Manual on red drum aquaculture.
- **ROBERTS D.E., HARPSTER B.V. and HENDERSON G.E., 1978.** Conditionning and induced spawning of the red drum (*Sciaenops ocellata*) under varied conditions of photoperiod and temperature. Proc. ninth Ann. meet. World mar. soc.
- **ROBINSON E.H., 1988.** Nutritional requirement of red drum. A review, in: Arnold, Holt and Thomas: red drum aquaculture: Contributions in Marine Science, Supp. to vol. 30, p. 11-20.
- **ROSINE B., 1991.** Grossissement du Red Fish (*Sciaenops ocellata*) en intensif à la Martinique ; Mémoire de fin d'étude ARDAM.
- **SOLETCHNIK P., GOYARD E. and THOUARD E., 1990.** Mise au point technique de l'élevage de l'ombrine tropicale, *Sciaenops ocellata*. Rapport interne de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER n°90-045-RA/Martinique.
- **SOLETCHNIK P., GOYARD E. and THOUARD E., 1991.** L'ombrine subtropicale. Une espèce pour l'aquaculture de demain. Equinox n°34, p. 30-32.
- **SOLETCHNIK P., THOUARD E., GOYARD E., BAISNEE D., YVON Ch. and BAKER P., 1988.** Premiers essais d'élevage larvaire de l'ombrine subtropicale (red fish) *Sciaenops ocellata* dans des conditions intensives en Martinique. Cahiers du pôle n°17.
- **STURMER L.N., 1987.** Zooplankton composition and dynamics in Fingerling red drum rearing pond. In Chamberlain, Miget and Haby: Manual on red drum aquaculture, 1987.
- **THOMAS P. and BOYD N., 1988.** Induced spawning of spotted seatrout, red drum and orangemouth corvine, (family: sciaenidae) with luteinizing hormone-releasing hormone analog injection. A review, in: Arnold, Holt and Thomas: red drum aquaculture: Contributions in Marine Science, Supp. to vol. 30, Sept. 1988.

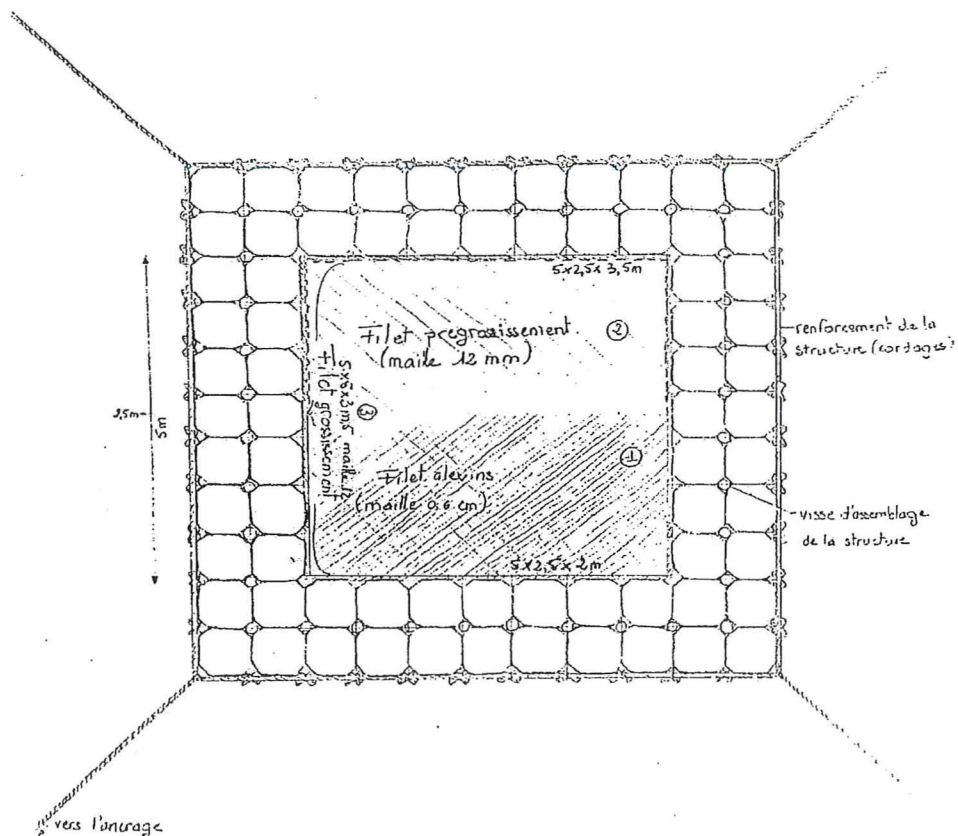
ANNEXES

Annexe 1 : Types de cages utilisées (Falguiere *et al.*, 1993) :



Cage flottante cylindro-conique de 30 m³ (2600 €)

1. Axe central rempli de mousse polyuréthane.
2. Arceaux de soutènement du filet.
3. Filet (24 mm = 200 €)



Plateforme de production vue de dessus avec une cage verticale.

Annexe 2 : Prémix vitaminés utilisés en complément de l'aliment principal (riche en protéines)
(Goyard *et al.*, 1993).

PREMIX UTILISE		Cages de stockage géniteurs alevinage ROVIMIX 1360	Salles de maturation VITAVIA
VITAMINES	A	20 (*10 ^ 6 UI/kg)	10 (*10 ^ 6 UI/kg)
	D3	5 (*10 ^ 6 UI/kg)	5 (*10 ^ 6 UI/kg)
	E	5 (g/kg)	5 (g/kg)
	C	25 (*10 ^ 6 UI/kg)	10 (g/kg)
	B1	1,5 (*10 ^ 6 UI/kg)	2 (g/kg)
	B2	2 (*10 ^ 6 UI/kg)	0,5 (g/kg)
	B3	6 (*10 ^ 6 UI/kg)	
	B6	1,5 (*10 ^ 6 UI/kg)	0,8 (g/kg)
	B12	0,025 (*10 ^ 6 UI/kg)	
	PP	6 (*10 ^ 6 UI/kg)	4 (g/kg)
	K3	2,5 (*10 ^ 6 UI/kg)	
	Acide folique	0,4 (*10 ^ 6 UI/kg)	
	Acide pantothénique		1 (g/kg)

Annexe 3 : Procédure de mise en quarantaine des géniteurs (Goyard *et al.*, 1993).

Matériel :

Bassin de quarantaine ayant subi une désinfection totale (eau de javel : berlingot à 48° cl/200 l), et un assec d'au moins une semaine.

2 bassins de 14 m³ sont utilisés à cet effet.

L'eau est filtrée sur filtre à sable.

Maintient en bassin de quarantaine :

La durée y est de 12 jours au minimum. Pendant ce temps, les mesures préventives sont prises, selon la séquence suivante qui ne doit à aucun prix être interrompue :

J0 : Mise en bassin de quarantaine

Passage de 5 min à l'eau douce en bacs de 50 l

Bain antiseptique dans le bassin : chlorate de furaltadone 50 ppm, 30 min ou cetavlon (ammoniums quaternaires) 10 ppm, 30 min.

J1 : Bain de formol 200 ppm, 30 min en race way de 2 m³

Passage de 5 min à l'eau douce en bacs de 50 l

Bain antiseptique dans le bassin : chlorate de furaltadone 50 ppm, 30 min ou cetavlon (ammoniums quaternaires) 10 ppm, 30 min.

J5 : idem J1

J8 : idem J1

J13 : Poissons transférés en salles géniteure

Passage de 5 min à l'eau douce en bacs de 50 l

Bain antiseptique, Furaltadone : 50 ppm, directement dans le bassin (eau de mer niveau bas) : 30 min.

En cas d'utilisation d'eau douce du réseau, il faut prévoir une déchloration de l'eau douce utilisée pour les bassins par le thiosulfate de sodium : 20 ml d'une solution à 220 g de thiosulfate par litre permet de traiter 70 litres d'eau douce du réseau.

Pendant la quarantaine, les poissons sont observés quotidiennement et peuvent être alimentés légèrement les matinées des jours sans traitement.

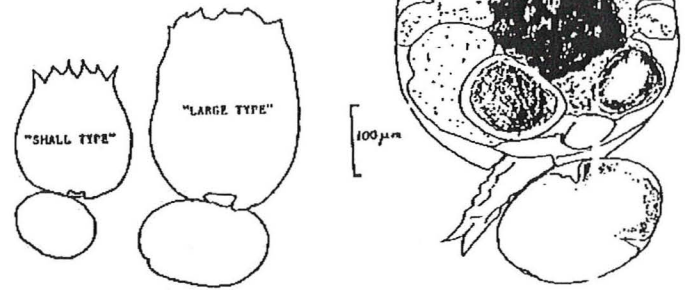
En fin de quarantaine, le bassin est totalement vidé, lavé à l'eau douce, désinfecté, puis laissé en assec au moins une semaine.

Annexe 4 : Technique de production des rotifères (Goyard *et al.*, 1993).

Matériel :

Bassins cylindro-côniques blanc de 900 l
 Tamis de récolte de 42 microns
 Piluliers pour les échantillonnages

Principe :



La technique utilisée est une méthode de production en discontinu et a été adaptée à partir de la technique employée au C.O.P. (Centre Océanographique du Pacifique) de Tahiti.

En période d'élevage, 1 bac estensemencé chaque jour à 21 millions de rotifères, et tous les 3 jours un bac supplémentaire est lancé. Tous les bacs sont alimentés sur algue *Nannochloris* et levure sèche *Saccharomyces cerevisiae* enrichie à l'huile de foie de morue et gérés selon le tableau suivant.

JOUR	ALIMENTATION				VOLUME D'ELEVAGE (L)	POPULATION MOYENNE (*10 ⁶ B.p.)
	LEVURE (*) (g)	H F M (**) (g)	ROVIMIX (***) (g)	ALGUES (****) (%)		
0	12	5	2	40%	750	21
1	14	6	2		750	30
2	21	9	3	10%	900	45
3	32	13	4		900	70
4	46	19	7		900	100
5		récolte				120

Gestion d'un bassin de production de rotifères *Brachionus plicatilis*

(*) : levure de boulangerie *Saccharomycès cerevisiae*

(**) : huile de foie de morue

(***) : prémix vitaminé

(****) : dose exprimée en % de la ration maximum ingérable

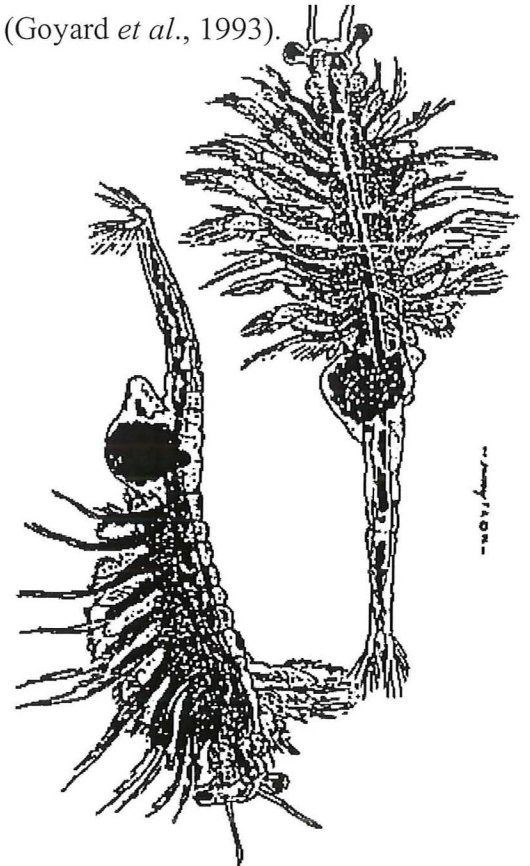
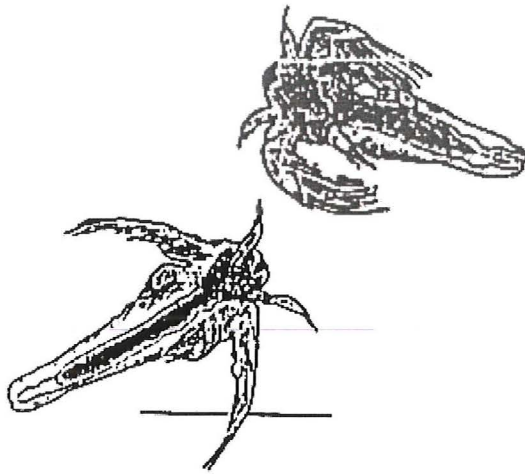
Les quantités d'algues distribuées à J0 et J2 correspondent respectivement à 40 % et 10 % de la ration maximum ingérable théorique de $30 \cdot 10^5 \mu\text{m}^3/\text{Bp}/\text{jour}$. Pour une souche d'algue de diamètre 5 microns, les quantités d'algues distribuées sont donc $4,2 \cdot 10^{11}$ et $2 \cdot 10^{11}$ cellules à J1 et J2.

Dans la pratique, un seul mélange est préparé pour tous les bacs et est réparti volumétriquement pour que chaque bac reçoive sa ration. Les bacs sont récoltés à J5 et utilisés pour alimenter les larves et réensemencer un nouveau bac. La récolte des bacs supplémentaires s'étale sur 3 jours à partir de J5 ; ce qui signifie qu'on dispose tous les jours de 4/3 de bac, soit en moyenne $120 \cdot 10^6$ rotifères.

En période d'inter-élevage, un bac est lancé les Lundi, Mercredi et Vendredi et géré de la même manière. Mais par simplification, le bac lancé le Lundi est récolté un jour plus tôt que les autres pour éviter le travail le week-end.

Compte tenu du fait que l'alimentation des larves débute à J3, le système allégé de production de rotifères est abandonné 48 heures avant le premier jour possible des pontes.

Annexe 5 : Protocole d'enrichissement des artémia au booster (Goyard *et al.*, 1993).



Artemia salina. Femelles adultes avec leurs oeufs

Matériel :

Bassins cylindro-côniques de 900 l
Tamis de 60 microns

Aliment d'enrichissement :

Booster d'Aqualim

Méthode :

Après récolte et rinçage, les nauplii d'artémies sont stockés à la densité de 100 par millilitre pendant 3 à 4 heures dans un bassin de 900 L fortement aéré ou oxygéné. La dose d'aliment distribuée est de 0,5 g de booster par million d'artémies à enrichir. Le booster est préalablement dilué et mixé dans un volume d'eau de mer.

Les artémies ainsi enrichies sont ensuite récoltés sur un tamis de 60 microns et également rincés, avant d'être stockés, avec une forte aération, à la température de 8°C, et à la densité maximale de 5 000 artémies par millimètre.

Gestion des artémia :

- ❖ Incubation automatique la nuit, récolte 30 heures plus tard.
- ❖ Récolte stockée à la température de 8°C (densité maxi : 5 000 AO/ml).
- ❖ Récolte utilisée jusqu'au lendemain.

Annexes 6 : Traitement à l'eau douce d'une parasitose à *Amyloodinium* (dinophycé) sur bassins de 300 litres (Goyard *et al.*, 1993).

Matériel :

1 bassin de 900 l (château d'eau douce déchlorée)
1 tuyau souple de diamètre 40 mm muni d'une crépine pour la vidange des bacs
1 tuyau souple pour remplir les bacs d'élevage par la vanne de vidange
Thiosulfate pour la déchloration de l'eau douce.

Principe :

Maintenir les larves à une salinité inférieure à 0,1 ‰, sans les exonder.
Renouveler l'opération dès la réinfection d'un bassin.

Dans la pratique, cette baisse de salinité est obtenue par 3 dilutions successives :

- Remplissage du château d'eau douce et déchloration par 80 g de thiosulfate. Le traitement d'un bassin de 300 l utilise 250 l d'eau douce. Le château d'eau est alors complété avec 250 l d'eau du robinet déchlorée par 22 g de thiosulfate.
- Vidange du bassin à un niveau de 5 à 10 litres.
- Remontée du niveau à 70 l avec de l'eau douce déchlorée.
- Sans attendre, vidange du bassin à un niveau de 5 à 10 l.
- Remontée du niveau à 70 l avec de l'eau douce déchlorée.
- Sans attendre, vidange du bassin à un niveau de 5 à 10 L.
- Remontée du niveau à 70 l avec de l'eau douce déchlorée.
- Maintient pendant 3 minutes à cette salinité comprise entre 0,01 et 0,1 ‰.
- Vidange du bassin et remontée simultanée à l'eau de mer. Au total, compte tenu de la durée de chaque opération, les larves subissent une dessalure d'environ 10 minutes.

Remarques techniques :

Ce type de traitement est particulièrement impressionnant pour le manipulateur, car les larves se convulsent violemment dans l'eau douce car les concentrations en larves atteignent des valeurs très élevées de l'ordre de 1 000 à 1 500 individus par litre.

La quatrième semaine de l'élevage est la plus difficile et c'est en général à ce stade qu'une parasitose à *Amyloodinium* peut apparaître. Si la parasitose provoque des comportements anormaux visibles à l'œil nu ou des mortalités très abondantes, il est déjà trop tard pour agir. La précocité du traitement est un gage d'efficacité. La rapidité du cycle d'*Amyloodinium* en conditions tropicales impose une surveillance quotidienne de l'état sanitaire de l'élevage par observation de quelques larves par bassin au microscope.