

H 710 E 600 - NOG - E

47864

Rapport Interne de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER

**ELEMENTS DE BIOLOGIE ET
DONNEES D'ELEVAGE DE LA DORADE
CORYPHENE (*Coryphaena hippurus*, L. 1758) :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.**

Bruno NOGUERRA



RIDRV N° 97 - 3

RA / Martinique

IFREMER Bibliothèque de BREST



OEL10839

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de rapport : Synthèse bibliographique	
Numéro d'identification du rapport : DRV/RA/ Diffusion : libre X restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique : - chemin UNIX : - adresse WWW :	date de publication Avril 1997 nombre de pages 30 bibliographie (oui) illustration(s) (oui) langue du rapport Français
Titre et sous-titre du rapport : <p style="text-align: center;">Eléments de biologie et données d'élevage de la dorade coryphène (<i>Coryphaena hippurus</i>, L. 1758) : synthèse bibliographique.</p> Titre traduit : <p style="text-align: center;">Biological and rearing datas on dolphinfish (<i>Coryphaena hippurus</i>, L. 1758) : a literature review.</p>	
Auteur(s) principal(aux) Bruno NOGUERRA	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER / DRV RA //
Collaborateur(s) : nom, prénom	Organisme / Direction / Service, laboratoire
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse	
Titre du contrat :	n° de contrat Ifremer
Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s)	
Responsable scientifique :	
Cadre de la recherche : Programme : Convention : Projet : Autres (préciser) : Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)	

FICHE DOCUMENTAIRE

Résumé :

Les îles des Caraïbes, et parmi elles les Antilles Françaises, présentent un potentiel considérable en matière d'élevage en cage de poissons marins en raison de la disponibilité en sites potentiels, de la forte demande locale en produits de la mer, des possibilités d'exportation vers l'Europe ou l'Amérique du Nord et des bonnes performances zootechniques des espèces tropicales. Parmi les poissons marins tropicaux, la dorade coryphène revêt l'intérêt d'être présent dans toute la ceinture inter tropicale, d'avoir un marché large et relativement bien connu en raison de l'existence de pêcheries, et de posséder des performances zootechniques hors du commun.

Cependant malgré certains travaux américains annonçant la maîtrise du cycle biologique et en dépit de projets d'investisseurs sérieux, cette filière d'élevage tarde à se développer. Ce rapport fait le point des connaissances actuelles sur la biologie de la dorade coryphène et analyse les données aquacoles afin de mettre en évidence les points de blocage éventuels à son élevage et d'orienter les programmes de recherche vers les sujets permettant leur levée. Les performances de croissance sont remarquables (2 kg en 6-7 mois depuis l'oeuf), la reproduction a lieu toute l'année sous nos latitudes, l'élevage larvaire semble maîtrisé (malgré une survie qui pourrait être améliorée) et les problèmes de nutrition en grossissement semblent avoir été contournés. Cependant le comportement agressif en élevage est insuffisamment étudié et reste problématique notamment chez les mâles au delà de 2 kg. Ce dernier point ouvre des perspectives de recherche sur le contrôle du sexe et/ou de la maturation.

Abstract :

Caribbean islands, especially French West Indies, have a notable potential in cage culture of marine fish due to availability of suitable sites, large local demand, possibility of export to Europe and North America and good zootechnical performances of tropical species. Among tropical marine fishes, dolphinfish is attractive because of its world wide distribution, a large and well known market due to fisheries, and exceptional high zootechnical performances.

Nevertheless, despite American work indicating control of biological cycle, and serious investment projects, this culture has not been yet developed. This report makes a review of biological and culture data on dolphinfish in order to point out the potential problems and guide research program accordingly. Growth performance is high (weight of 2 kg obtained 6 months after hatch), reproduction occurs all the year long in our area, larval rearing technique seems to be efficient despite survival which can be improved, and nutritional problem seems to be resolved. On the other hand, aggressive behaviour is poorly studied and this problem has to be resolved especially for males heavier than 2 kg with a perspective of research on sex and/or maturation control.

Mots-clés :

Coryphaena hippurus, coryphène, aquaculture, biologie, poissons, bibliographie, Martinique, Antilles Françaises, Caraïbes.

Key words :

Coryphaena hippurus, dolphinfish, aquaculture, biology, finfish, bibliography, Martinique, French West Indies, Caribbean.

Commentaire :

RIDRV97

N° RI DRV	DEPARTEMENT	LABORATOIRE	AUTEURS	TITRE	DATE SORTIE	DIFFUSION	NB PAGES	TIRAGE
97/01	RA	Physiologie des Poissons	J.L. Gaignon, L. Quémener, A. Fauré, Y. Harache	Croissance et survie marines de post-smolts de saumons atlantiques (<i>Salmo salar</i>) : effets de leur origine, de l'alimentation, des structures et des techniques d'élevage.	fév-97	libre	44	50
97/02	RA	U.R.A.P.C. La Tremblade	P. Gouletquer	A Bibliography of the Manila Clam Tapes philippinarum	mar-97	libre	120	100

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
BIOLOGIE	2
1 Nomenclature et taxonomie	2
2 Description et caractéristiques	2
2.1 Sexualité et dimorphisme sexuel	3
2.2 Biotope, comportement	3
2.3 Régime alimentaire	3
2.4 Taille maximale	4
2.5 Longévité	4
3 Distribution	5
3.1 Répartition géographique	5
3.2 Facteurs de répartition et influences	5
4 Répartition par classe d'âges et de tailles	6
5 Reproduction	7
5.1 Maturation	7
5.2 Comportement	7
5.3 Fécondité	7
5.4 Saisonnalité	7
6 Croissance	9
6.1 Taux de croissance	9
6.2 Relations taille-poids	9
7 Parasitologie	10

MAINTIEN EN CAPTIVITE ET AQUACULTURE	12
1 Obtention de pontes et éclosion	12
1.1 Conditionnement des géniteurs	12
1.2 Maturation et fécondité	13
1.3 Caractéristiques des oeufs, incubation et développement embryonnaire	13
2 Elevage larvaire	14
2.1 Facteurs physiques et physico-chimiques	14
2.2 Facteurs alimentaires, nutrition	14
2.3 Performances larvaires: survie, croissance	16
3 Grossissement	16
3.1 Données zootechniques	16
3.2 Croissance: taux de croissance, modélisation	17
3.3 Taux de nutrition	21
3.4 Composition de l'aliment	22
4 Fin d'élevage	23
4.1 Durée de l'élevage	23
4.2 Abattage, conditionnement	23
5 Pathologies	24
5.1 Pathologie liée à l'alimentation	24
5.2 Pathologies classiques	24
CONCLUSION: DU MIRAGE A LA REALITE	25
BIBLIOGRAPHIE	27

INTRODUCTION

Cette étude bibliographique a été réalisée dans le cadre des programmes du Laboratoire Ressources Aquacoles du Robert (Martinique) afin d'effectuer un état des connaissances disponibles sur la dorade coryphène (*Coryphaena hippurus*) dans la littérature scientifique. En effet, cette espèce sur laquelle on a fondé beaucoup d'espoir au vu de ses remarquables performances de croissance, tarde à connaître un développement aquacole, vraisemblablement en raison de difficultés à maîtriser la totalité du cycle biologique. Par ailleurs, ces dernières années apparaissent dans la zone Caraïbe des projets plus ou moins avancés d'implantation de fermes d'élevage de cette espèce, basés sur les connaissances et la technologie américaine. Il nous paraissait donc important de disposer d'un état des lieux afin de cerner les principaux problèmes et éventuels points de blocage au développement de son élevage.

La démarche a donc consisté à analyser les données biologiques, qui portent à penser que la coryphène est un sujet intéressant pour l'aquaculture : répartition mondiale intertropicale, croissance rapide, reproduction possible tout au long de l'année. Par la suite, les données sur les performances aquacoles sont passées en revue.

Tout en adoptant une attitude prudente, ce travail devra être considéré comme un bilan des connaissances actuelles afin d'orienter d'éventuels travaux de recherche sur les disciplines permettant de lever les points de blocage techniques à la domestication de cette espèce.

1 ère PARTIE : BIOLOGIE

1 Nomenclature et taxonomie

La dorade coryphène (*Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758) est un poisson de la famille des coryphaenidae, ordre des perciformes, classe des ostéichthyens. Les noms vernaculaires les plus souvent rencontrés sont les suivants:

- France métropolitaine: coryphène, dorade coryphène
- Antilles françaises: dorad, ti klik
- Polynésie française: mahimahi
- Hawaï: mahimahi
- U.S.A.: dolphin, dolphinfish
- Italie, Monaco: lampuga
- Espagne: llampuga

2 Description et caractéristiques

La coryphène est un poisson au corps allongé et comprimé portant de petites écailles cycloïdes (Figure 1). La ligne latérale rectiligne tout le long du corps s'incurve au niveau de la nageoire pectorale. Les nageoires dorsales et anales sont très longues, la nageoire caudale est très fourchue.

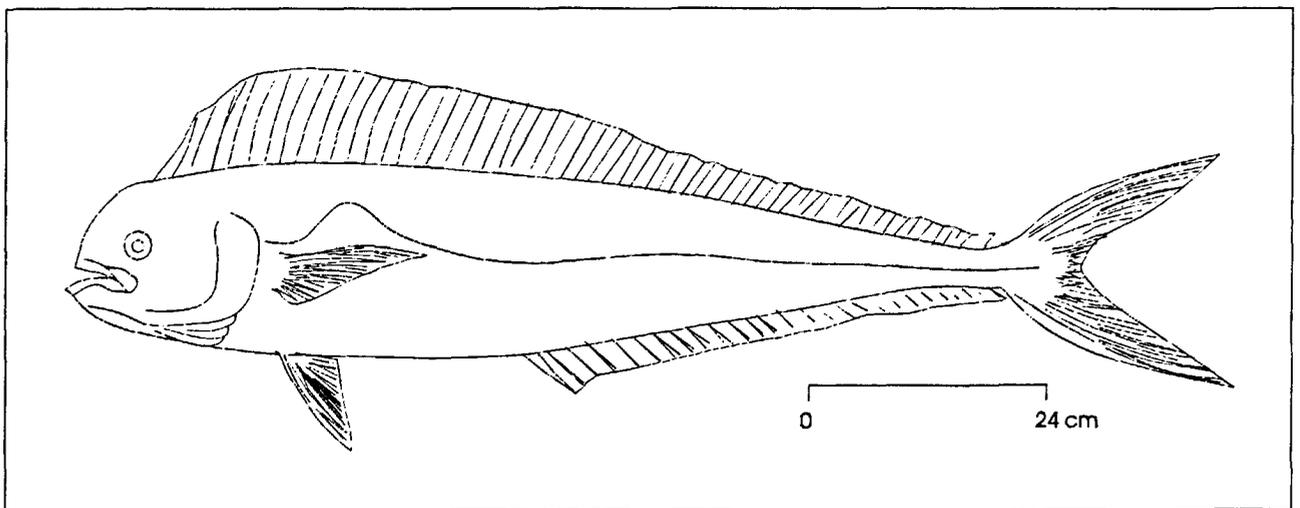


Figure 1 : Dorade coryphène (*Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758)

Vivants, ces poissons présentent des couleurs vives. Bleu métallique et vert au niveau de la tête, reflets dorés sur les flancs et blanc et jaune pour la partie ventrale, de nombreux points

noirs sont présents sur le corps et la tête. Les spécimens les plus jeunes présentent des barres verticales sur les flancs.

Par ailleurs, il existe une espèce proche (*Coryphaena equisetis* L. ou pompano) avec laquelle il faut éviter toute confusion. Cette espèce beaucoup moins étudiée a un comportement plus pélagique et une répartition géographique moins large. Elle fait l'objet d'une pêche moins intensive et peu de données sont disponibles sur son maintien en captivité. La coryphène est aisément différentiable du pompano, la nageoire caudale de la première étant nettement plus fourchue.

2.1 Sexualité et dimorphisme sexuel

Les coryphènes sont hétérosexuelles. Le dimorphisme sexuel de taille à l'avantage du mâle est très spectaculaire au niveau du profil de la tête. Les mâles matures présentent une crête osseuse prononcée sur le dessus de la tête, les femelles présentant un profil beaucoup plus effilé. Le profil "tête de taureau" apparaît à la taille approximative de 400 mm L.F. (longueur à la fourche). Nous verrons plus loin les dimorphismes de taille et de croissance mais l'exemple cité par Rose et Hassler (1968) permet de fixer les idées:

- une femelle de 1268 mm L.F. pese 12,1 Kg
- un mâle de 1256 mm L.F. pese 21,6 Kg

2.2 Biotope, comportement

Les coryphènes sont des pélagiques océaniques adaptés à l'océan ouvert c'est à dire la haute et très haute mer. Ces poissons peuvent être, très occasionnellement, rencontrés à proximité des côtes ou des estuaires. Les coryphènes occupent la tranche d'eau située entre 0 et 20 m de profondeur.

Ces poissons sont couramment rencontrés autour des épaves ou objets flottants et en particulier les nappes de sargasse qui constituent d'excellentes réserves de petits poissons et de crustacés. Les coryphènes sont des prédateurs voraces qui poursuivent et capturent des poissons qui se déplacent très vite. Néanmoins ces poissons passent une bonne partie de leur temps à picorer les crevettes, crabes et poissons associés aux objets flottants. Cette stratégie alimentaire qui repose sur la consommation d'animaux sessiles (associés notamment aux nappes de sargasse) permet d'économiser de l'énergie par rapport à la poursuite des proies en plein océan (Manooch *et al.*, 1984).

2.3 Régime alimentaire

La composition du régime varie avec la taille:

- les larves consomment essentiellement des crustacés, principalement des copépodes
- les juvéniles dont la longueur dépasse 20 mm commencent à consommer des larves de poissons
- chez l'adulte le régime est principalement piscivore et inclut des calmars

Sur les côtes du golfe du Mexique, Manooch *et al.* (1984) ont relevé la présence de poissons dans 77,6% des estomacs analysés (échantillon de 2632 individus) et de mollusques et crustacés dans 27,5% des estomacs analysés (céphalopodes, *Loligo spp.* en particulier). Par ailleurs, il faut noter la présence de *Sargassum* dans 50,6% des cas. L'ingestion de sargasses est accidentelle et met en évidence le fait que les coryphènes se nourrissent à proximité de ces algues.

La représentation des familles des organismes rencontrés dans les estomacs des poissons échantillonnés est variable selon l'aire de capture. Rose et Hassler (1968) rapporte une proportion (en poids du contenu stomacal) d'exocoetidae (famille des poissons volants) supérieure à 25% (échantillon de 373 individus), une proportion de scombridae de 22% et de carangidae de 12% au large de la Caroline du Nord. Dans le golfe du Mexique, Manooch *et al.* (1984) relèvent la présence de balistidae dans 31,5% des cas, de carangidae dans 10% des cas, d'exocoetidae et de syngnathidae dans 6% des cas.

Manooch *et al.* (1984) ont montré que la proportion de poissons dans les contenus stomacaux augmentait avec la taille des poissons. Dans l'échantillonnage présenté, les coryphènes dont la longueur est supérieure à 1100 mm ont des contenus stomacaux constitués de 100% de poissons.

2.4 Taille maximale

Les tailles et poids maximums atteints sont supérieurs pour les mâles. Un poids maximal de 46 kg est rapporté par Benetti *et al.* (1995) pour un poisson capturé en 1979. La longueur maximale se situe aux environs de 1,90 m pour les mâles et 1,50 m pour les femelles.

2.5 Longévité

Les coryphènes sont des poissons à croissance extrêmement rapide dont la longévité maximale est de 4 ans environ (Beardsley, 1967). Les échantillonnages de capture en Floride font apparaître que seulement 2% de la population ont un âge supérieur ou égal à 2 ans (Beardsley, 1967) et 4% en Caroline du nord (Rose *et al.*, 1968).

La longévité des coryphènes en captivité à Hawaï n'a jamais dépassé 18 mois (Benetti *et al.*, 1995).

3 Distribution

Les coryphènes sont des poissons essentiellement océaniques que l'on retrouve dans le monde entier dans les eaux tropicales et subtropicales (figure 2)

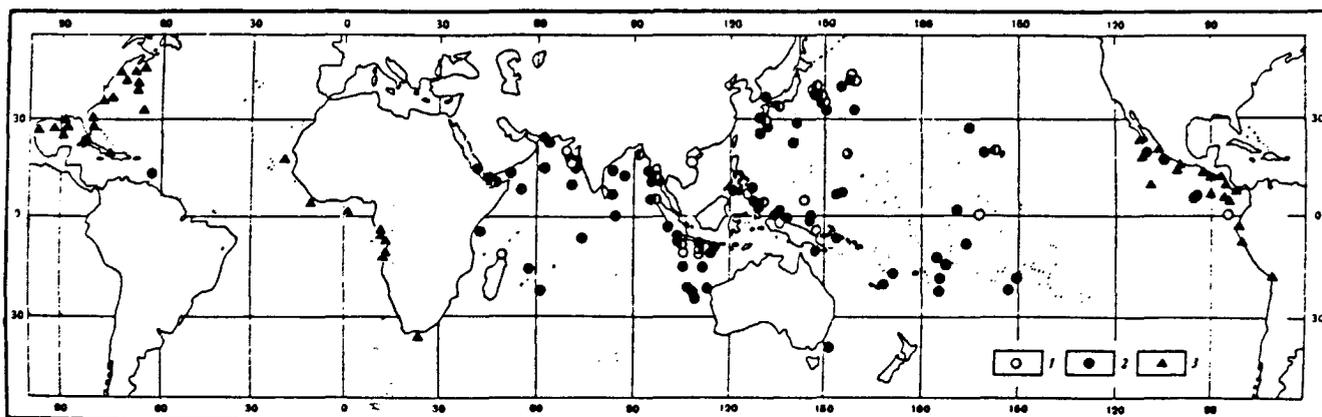


Figure 2 : Distribution des larves et jeunes adultes de *Coryphaena hippurus* : 1) longueur standard jusqu'à 15 mm; 2) longueur standard jusqu'à 350 mm; 3) données issues de Shcherbachev (1973). D'après Palko *et al.*, 1982.

3.1 Répartition géographique

Dans l'Atlantique-Ouest, la coryphène est rencontrée jusqu'aux latitudes de la Nouvelle Ecosse au Nord et de Rio de Janeiro (Brésil) au Sud. Ce poisson est abondant dans le golfe du Mexique, dans le courant de Floride et dans la mer des Caraïbes. Dans l'Atlantique-Est on retrouve la coryphène entre la baie de Biscaye et l'embouchure du fleuve Congo.

La coryphène est présente en Méditerranée et notamment aux alentours des îles Baléares et de Malte.

Dans le Pacifique-Est la coryphène a été observée de l'Oregon au Nord jusqu'à la baie de Panama au Sud; dans le Pacifique-Ouest elle est rencontrée entre les latitudes de 46° au Nord et de 38° au Sud.

La coryphène occupe toutes les parties Nord et centrale de l'océan indien (Palko *et al.*, 1982).

3.2 Facteurs de répartition et influences

La répartition de la coryphène est limitée par l'isotherme de 20°C (Ditty *et al.*, 1994). Des variations saisonnières d'abondance sont observables. Elles sont dues à des mouvements de migrations ou à des regroupements pour la reproduction.

Dans l'archipel Caraïben les coryphènes sont accessibles à la pêche côtière. Elles sont proches des côtes lors de la période s'étendant de novembre à mai inclus. Cette fréquentation des côtes

représenterait un rassemblement préparant la ponte, qui a lieu durant les mois d'été (Palko *et al.*, 1982). Certaines observations indiquent que les migrations et rassemblements peuvent suivre le mouvement des objets flottants auxquels les coryphènes sont étroitement associées.

4 Répartition par classe d'âges et de tailles

La croissance très rapide et la longévité faible (le plus souvent inférieure à 2 ans) implique l'existence d'une répartition par classe d'âge variable au cours de l'année. Oxenford et Hunte (1983) ont déterminé l'âge moyen des cohortes capturées au large de Barbade (Petites Antilles) par lecture des otolithes. La figure 3 donne une idée de l'évolution de la taille moyenne des poissons capturés. On constate que plus on s'avance dans la saison de reproduction, plus la taille des individus capturés augmente.

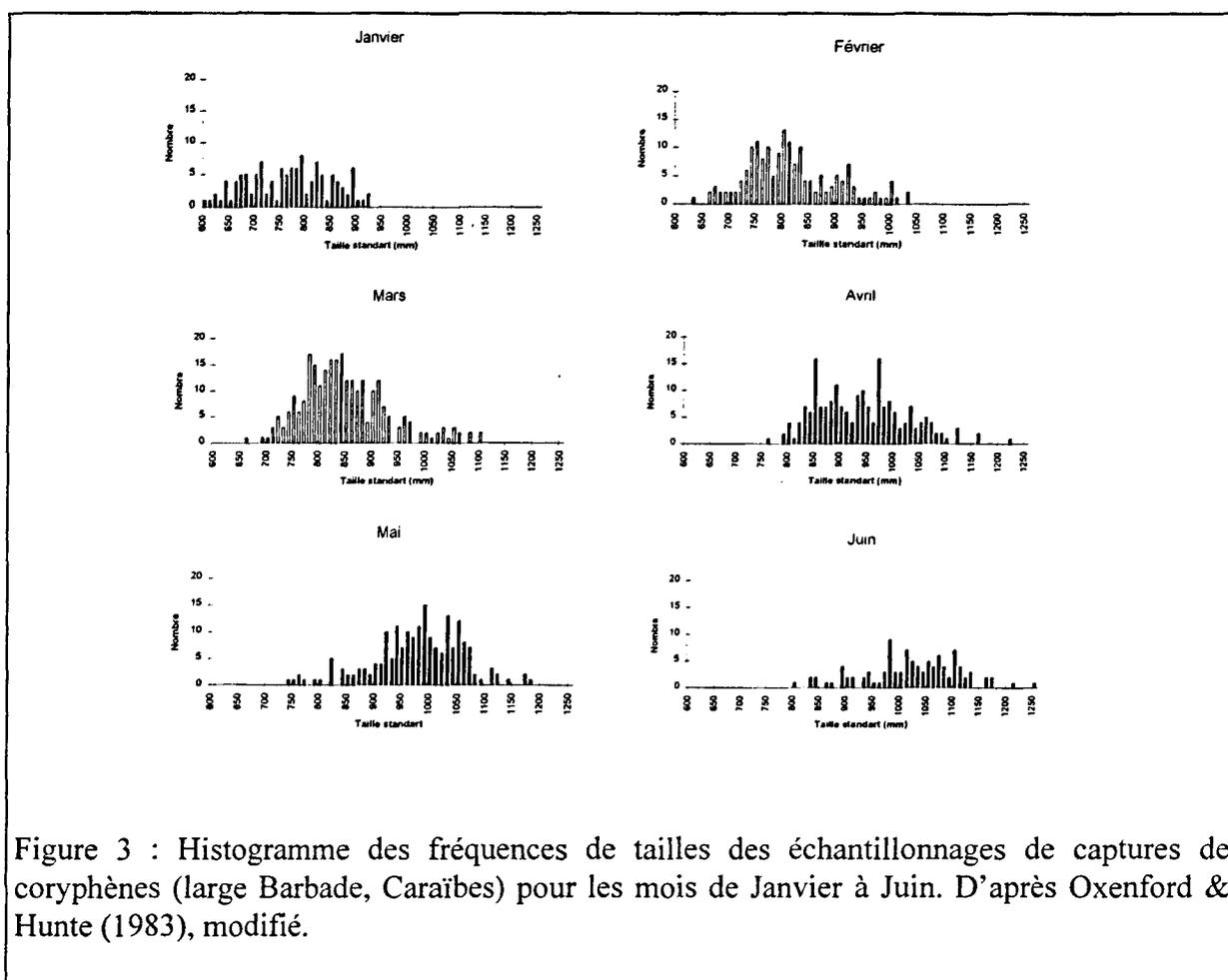


Figure 3 : Histogramme des fréquences de tailles des échantillonnages de captures de coryphènes (large Barbade, Caraïbes) pour les mois de Janvier à Juin. D'après Oxenford & Hunte (1983), modifié.

Beardsley (1967) a analysé un échantillon de 511 poissons capturés dans le courant de Floride. Seuls 11 poissons (soit 2 %) présentaient deux *annuli* ou plus dont la répartition se fait comme suit :

- 5 femelles et 4 mâles dans le groupe d'âge II
- 1 mâle dans le groupe d'âge III
- 1 mâle dans le groupe d'âge IV

De la même manière Rose et Hassler (1968), sur un échantillon de 738 poissons capturés dans les eaux de la Caroline du Nord ont trouvé seulement 20 poissons (soit 2,7 %) de la classe d'âge II (15 mâles) et 8 poissons de la classe d'âge III (tous mâles).

5 Reproduction

5.1 Maturation

Les coryphènes atteignent la maturité sexuelle au cours de leur première année. Les femelles mûrissent à une taille inférieure à celle des mâles : première maturation à 350 mm L.F. contre 450 mm L.F. pour les mâles (Beardsley, 1967). En captivité, Benetti *et al.* (1995), et Kraul (1993) rapportent des observations faisant état d'une maturation vers l'âge de 6 mois (500-550 mm L.F). Schekter (1982) a observé l'apparition de la maturité sexuelle et les premières pontes chez des femelles de 6,5 mois (2,0-2,5 kg).

5.2 Comportement

Le comportement de ponte a été décrit par Soichi (1978). Les observations ont été effectuées dans un bac de 700 m³ sur un lot de 8 poissons de longueur totale de 100 cm environ. La ponte a lieu à la surface par un couple de poissons, le couple étant parfois accompagné par d'autres poissons. Les 22 pontes observées ont eu lieu exclusivement entre 15h35 et 17h45. Les oeufs produits et fertilisés sont transparents, flottant et de forme sphérique. Nous reviendrons plus loin sur leurs caractéristiques.

5.3 Fécondité

Le nombre d'oeufs produit par femelle est fonction du poids de celle-ci. Beardsley (1967) évoque une augmentation très importante de la fécondité avec la taille. A partir d'échantillonnages de captures, Chatterji et Ansari (1982) ont décrit une relation linéaire entre le nombre d'oeufs produit et le poids individuel. Dans la gamme de poids de 1 à 3 kg les quantités d'oeufs produites varient entre 140 000 et 550 000 par poisson.

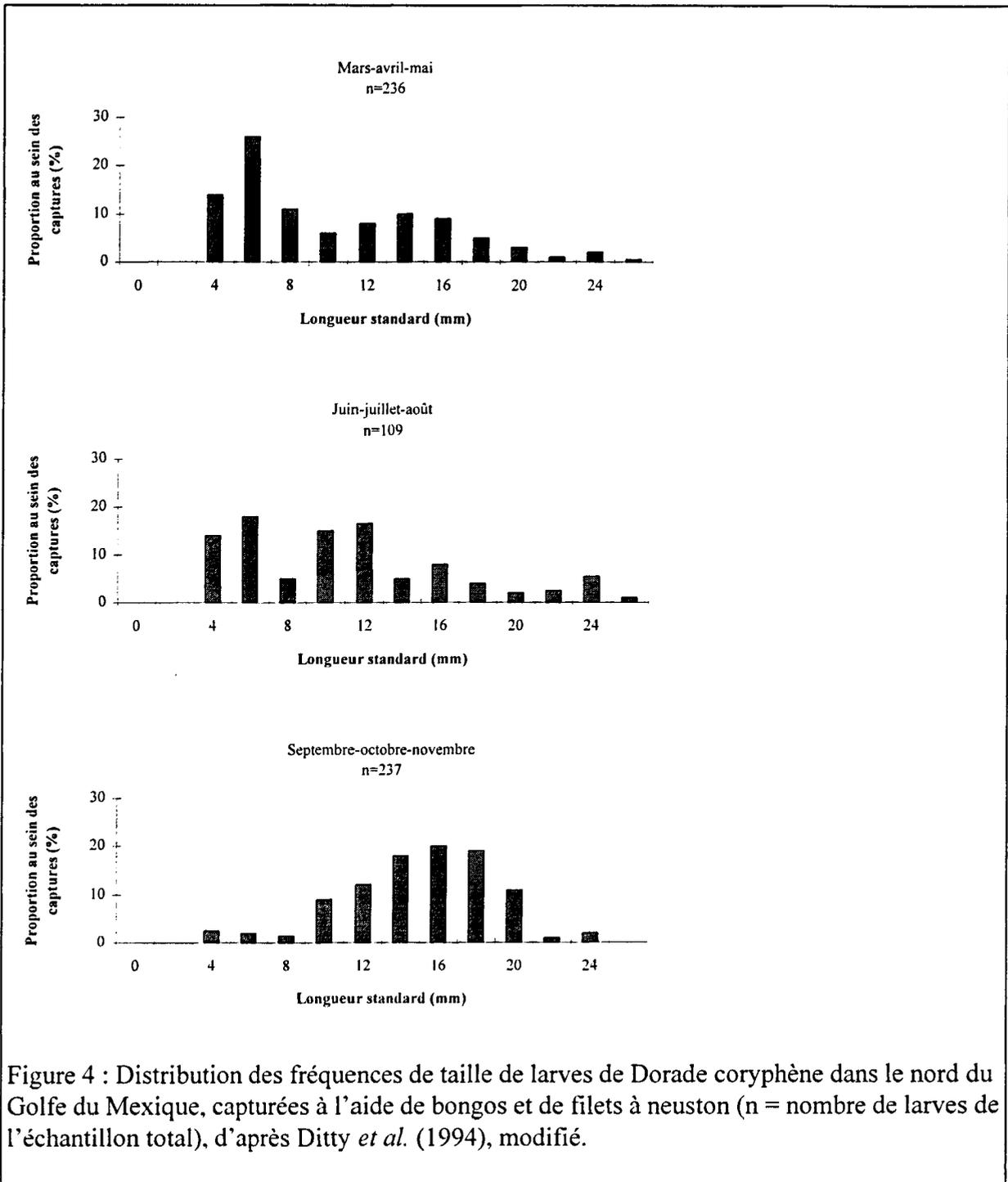
Kraul (1993) a observé en captivité, sur des poissons ayant atteint la maturité sexuelle à 6 mois, une fréquence importante de pontes (tous les deux jours) observable tout au long de l'année. A l'âge d'un an, les femelles produisent une moyenne de 400 000 oeufs par ponte.

5.4 Saisonnalité

Les coryphènes ont une période de ponte très étendue et les pontes semblent multiples (Palko *et al.*, 1982), ce qui est confirmé par les observations faites en captivité. Beardsley (1967) indique que la saison de ponte s'étend de novembre à juillet dans le courant de Floride.

Schekter (1982) relève, pour des pêches au filet à plancton dans la même aire géographique, des moyennes de :

- 0,3 oeuf par trait en hiver
- 3 oeufs par trait en avril
- 30 oeufs par trait en mai et juin



Palko *et al.* (1982) ont fait une revue des différentes saisons de pontes observées selon les aires géographiques dans les 3 principaux océans. Globalement, il faut souligner l'étendue de

la saison de ponte. L'hypothèse proposée est la suivante: les coryphènes sont sexuellement actives tout au long de l'année dans les eaux tropicales et restreignent la ponte aux mois les plus chauds en périphérie des aires de répartition principales (régions subtropicales).

D'après Ditty *et al.* (1994); les échantillonnages de larves de coryphènes dans le golfe du Mexique montrent que les larves sont présentes toute l'année bien que les larves les plus petites soient capturées pendant les mois les plus chauds (figure 4).

6 Croissance

Les coryphènes ont une croissance rapide et une longévité faible. Le fait que l'on trouve plusieurs classes de taille en abondance chez les juvéniles s'explique par l'étendue de la saison de ponte mais aussi par le rythme élevé de la croissance. Oxenford et Hunte (1983) à partir de l'observation des anneaux des otolithes, montrent une relation linéaire entre la longueur standard et le nombre d'anneaux sagittaux.

6.1 Taux de croissance

Le taux de croissance en longueur des coryphènes sauvages et captives varie entre 0,1 et 0,58 cm/jour pour la première année de vie (Oxenford et Hunte, 1983).

Benetti *et al.* (1995), sur des poissons captifs dont la croissance a été menée jusqu'à 5 Kg environ, rapportent un taux de croissance dit absolu de 0,227 cm/jour. Il faut noter que très peu de poissons téléostéens pélagiques ont des taux comparables ou supérieurs à ceux de la coryphène. Celle-ci se situe dans la gamme de taux de croissance du thon atlantique (*Thunnus thynnus*): 0,1-0,6 cm/jour. Parmi les espèces étudiées, seuls le marlin bleu (*Makaira nigricans*) et le voilier atlantique (*Istiophorus platypterus*), deux des plus gros poissons pélagiques de l'Atlantique-Nord, présentent des taux de croissance supérieurs: respectivement 1,66 cm/jour et 1,10 cm/jour (Benetti *et al.*, 1995). Les taux de croissance relatifs au poids seront repris dans la partie aquaculture.

6.2 Relations taille - poids

La relation taille - poids est différente selon le sexe considéré. Nous avons vu plus haut les différences de morphologie. Rose et Hassler (1968) ont établi une relation taille - poids sur un échantillon de 176 mâles (gamme de tailles : 275-1350 mm) et de 325 femelles (gamme de tailles : 310-1275 mm). La figure 5 met en évidence cette différence.

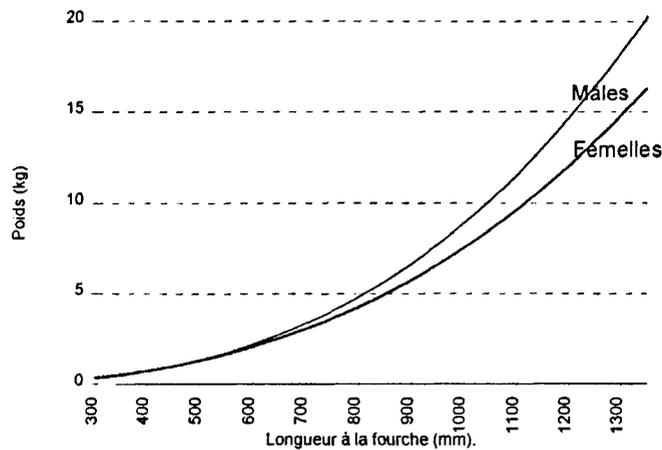


Figure 5 : Comparaison intersexe des relations taille - poids établies sur des coryphènes échantillonnées au large de la Caroline du Nord, d'après Rose & Hassler (1968), modifié.

Pour Benetti *et al.* (1995) les tailles maximales observées sont sensiblement différentes entre les sexes: 1,89 m pour les mâles et 1,53 m pour les femelles. Plus généralement, d'après Palko *et al.* (1982), les mâles sont plus lourds que les femelles à peu près à toutes les tailles et cette différence s'accroît au fur et à mesure que la taille augmente en raison du dimorphisme sexuel.

Les différences s'expliquent aussi par l'importance de la production d'oeufs : pontes répétées et maturation précoce. Ainsi sur des poissons en captivité, la diminution de la croissance à partir de la maturation correspond à une perte de 5% de poids vif lors de chaque ponte, c'est à dire tous les deux jours (Kraul, 1989). Cet auteur rapporte également une différence de taille importante entre mâles et femelles : à l'âge de 15 mois environ les femelles captives pèsent 4,5 kg et produisent 200 000 oeufs tous les deux jours alors que les mâles pèsent environ 15 kg.

7 Parasitologie

Les déformations et autres problèmes dus au maintien en captivité sont décrits dans la partie aquaculture. Palko *et al.* (1982) ont fait une revue des publications concernant l'observation de parasites sur la dorade coryphène (tableau 1).

Type de parasite	Nombre d'espèces observées et répertoriées
Trématodes monogènes	3
Trématodes digènes	17
Nématodes	3-4
Isopodes	3
Cestodes	6
Acantocéphales	2
Copépodes	15
Autres	1

Tableau 1: Revue des différents types de parasites observés sur les coryphènes, d'après Palko *et al.* (1982) modifié.

Par ailleurs, Manooch *et al.* (1984) ont recherché les parasites intestinaux présents sur un échantillon de 2632 coryphènes capturées au large du Sud-Est des Etats-Unis et du golfe du Mexique. Deux parasites intestinaux ont été relevés: un nématode ascaridoïdien et un trématode digène non identifié. Les nématodes sont beaucoup plus nombreux et observés plus fréquemment que les trématodes. Les auteurs indiquent que le taux d'infestation de la population est lié à la taille du poisson et non pas à la saison ou à l'aire géographique de capture.

2^{ème} PARTIE : MAINTIEN EN CAPTIVITE ET AQUACULTURE

Les principales caractéristiques biologiques étudiées de l'espèce ayant été décrites précédemment, nous nous intéresserons maintenant aux travaux portant sur l'élevage de la dorade coryphène. Par ordre chronologique dans l'obtention d'un poisson de taille commerciale, nous étudierons :

- La reproduction
- L'élevage larvaire
- Le grossissement
- La fin de l'élevage

1 Obtention de pontes et éclosion

1.1 Conditionnement des géniteurs

Les géniteurs les plus adaptés sont issus de reproduction en captivité (Kraul, 1993). Les géniteurs sauvages capturés dans le milieu connaissent souvent des problèmes de parasites et de comportement. Kraul (1993) recommande l'utilisation de bacs comportant un plot central facilitant le comportement de nage circulaire à un rythme élevé pour l'ensemble du lot de poissons, le diamètre minimal recommandé étant de 6 m environ.

Un taux élevé d'oxygène dissous (minimum 5,5g/l à 25°C) doit être maintenu (Lutnesky & Szyper, 1990). Pourtant, Hassler et Hogarth (1977) rapportent une bonne tolérance de la part de poissons maintenus en milieu estuarien aux facteurs suivants :

- Forts courants de marée
- Variations de salinité
- Fluctuations de température
- Forte turbidité

Néanmoins, cette espèce est adaptée à des conditions très particulières d'environnement océanique ouvert présentant peu de variations (milieu extrêmement stable et tamponné), aussi les variations brusques des conditions du milieu doivent être évitées.

La gestion du stock de géniteurs doit prendre en compte deux éléments essentiels :

- La maturation très précoce vers l'âge de 6 mois environ (Kraul, 1993; Ostrowski *et al.*, 1992.a),
- La longévité faible de 18 mois, observée par Benetti *et al.* (1995).

Ces éléments imposent et permettent un renouvellement rapide et fréquent du stock de géniteurs.

L'alimentation doit prendre en compte à la fois les besoins énergétiques et les problèmes d'appétence du granulé (Ostrowski *et al.*, 1989). Ostrowski et Divakaran (1989) recommandent une alimentation à base d'aliment frais composée de 60% de calamar et de 40% de hareng, deux fois par jour à satiété.

1.2 Maturation et fécondité

La maturité sexuelle est, selon plusieurs auteurs, atteinte dès l'âge de 6 mois environ en captivité. La fécondité est très importante puisque les poissons peuvent être en activité sexuelle toute l'année. Kraul (1993) rapporte le maintien d'un stock de géniteurs jusqu'à l'âge de 15 mois dont 9,5 mois de pontes quotidiennes. Les premières pontes sont de 15 000 à 30 000 oeufs/femelle tandis qu'à l'âge d'environ un an, une femelle produit 200 000 oeufs tous les 2 jours (Kraul, 1993).

1.3 Caractéristiques des oeufs, incubation et développement embryonnaire

Le tableau 2 fait état des caractéristiques des oeufs de coryphène et de leur développement décrits dans la littérature.

Diamètre de l'oeuf à la ponte	Durée du développement embryonnaire	Référence
1,4 mm	58 heures à 20°C 38 heures à 25°C 26 heures à 30°C	Ditty <i>et al.</i> , 1994
1,3-1,6 mm	-	Kraul, 1993
1,5-1,7 mm	50-60 heures à 23-25°C	Jokiel, 1989
1,4-1,65 mm	60 heures à 24-25°C	Soichi, 1978

Tableau 2 : Diamètre des oeufs à la ponte et durée du développement embryonnaire en fonction de la température d'incubation chez la dorade coryphène.

Ostrowski (1989) et Kraul (1993) recommandent une aération très vigoureuse durant l'incubation qui dure 2 jours et une nuit à la température de 26,5-27,5°C. Dans l'attente du début de l'alimentation, les larves écloses doivent être maintenues avec une aération minimale. La photopériode recommandée est de 24 heures, soit un éclairage en continu. Le développement embryonnaire a été décrit par Soichi (1978), les larves mesurant entre 3,8 et 4,9 mm à l'éclosion.

2 Elevage larvaire

L'élevage larvaire débute à l'ouverture de la bouche soit 2 jours après éclosion à 26-28°C ou 3 jours à 23-25°C (Kraul, 1993). Il est intéressant de noter que pour des larves ayant éclos à 58 heures, la vésicule est résorbée à 50% à 82 heures et à 100% à 106 heures (Ostrowski et Divakaran, 1991).

2.1 Facteurs physiques et physico-chimiques

Les contraintes à respecter concernant la qualité de l'eau et ses paramètres physiques sont les suivantes.

Dans le cadre d'une étude sur l'effet des grands travaux et de terrassements miniers sur la survie des espèces pélagiques, Jokiel (1989) a démontré que la quantité de matière en suspension présente dans l'eau n'influe pas directement sur la survie larvaire. Par contre, les matières en suspension ont un effet néfaste sur l'alimentation.

La coryphène supporte bien les variations de salinité selon divers auteurs. Il a été néanmoins démontré que les concentrations en ions Calcium et Magnésium ne doivent pas descendre en dessous d'un seuil critique non déterminé par l'expérience (Lee et Krishnan, 1985). L'absence totale de ces ions induit une baisse des taux d'éclosion et de survie larvaire ainsi que des malformations.

En ce qui concerne le taux d'oxygène dissous, Kraul (1993) recommande de respecter un niveau minimal de 6 mg/l dans les bacs d'élevage larvaire. Benetti et Martinez (1993) ont émis l'hypothèse selon laquelle les mortalités observées durant les 2ème et 3ème semaines de vie larvaire étaient reliées à une détresse respiratoire. Cette détresse correspondrait à l'apparition des lamelles branchiales et à la transition entre respiration cutanée et respiration branchiale. Ils préconisent une aération vigoureuse ou une légère sursaturation du milieu.

2.2 Facteurs alimentaires, nutrition

Les protocoles et séquence alimentaires proposés sont de 2 types.

Kraul (1993) propose la séquence suivante :

- Du 2ème au 8ème jour : rotifères
- Du 6ème au 12ème jour : copépodes
- Du 10ème au 25ème jour : artemia
- Du 18ème au 40ème jour : larves de coryphènes vésiculées
- 30ème jour : début du sevrage, aliment composé ou purée de calamar

L'auteur recommande l'addition d'algues dans le milieu : à partir d'une solution contenant 0,5 à 1.10^6 cellules/ml, rajout de 2% du volume d'élevage au 2ème jour puis de 1%/jour jusqu'au 25ème jour.

Kim *et al.* (1993) proposent une alimentation sur artemia exclusivement, sans ajout d'algues. Le sevrage sur granulés débutant entre le 20^{ème} et 25^{ème} jour. Ces auteurs recommandent l'utilisation de race-ways très peu profonds (<10cm) parcourus par un courant important afin de limiter le comportement agressif.

De nombreux chercheurs retiennent l'hypothèse que la nature des apports énergétiques utilisés par la larve en phase prétrrophique laissent préfigurer de ses besoins lors de la première alimentation. Si l'on admet cette hypothèse, l'étude des contenus énergétiques et de leur évolution montre que les lipides constituent l'essentiel de cet apport (Ostrowski et Divakaran, 1991). En effet, leur teneur diminue de 47% entre le 2^{ème} et le 5^{ème} jour. Ainsi, on peut envisager avec intérêt l'enrichissement en acides gras des proies vivantes distribuées.

Ostrowski et Divakaran (1990), Ostrowski et Kim (1993) ont montré que l'utilisation d'huiles différentes (maïs, olive, soja et calmar) pour l'enrichissement des proies vivantes permet un gain de survie de 30% par rapport à des rotifères cultivées uniquement sur algues (*Nannochloris oculata*). Par contre, le profil en acides gras de l'huile utilisée ne semble pas avoir d'effet dans cette étude.

La méthodologie d'enrichissement utilisée est la suivante :

- Utilisation d'un émulsifiant
- Quantité d'huile ajustée à 2% de la ration à distribuer
- Durée minimale de l'enrichissement : 2 heures

Par ailleurs, Ostrowski et Kim (1993) ont évalué les niveaux nécessaires de HUFA n-3 dans la ration. Les essais portaient sur des larves du 8^{ème} au 17^{ème} jour alimentées avec des artemias soumises à différents enrichissements. Les acides gras du type n-3 contrôlent la survie et la croissance. Ces travaux laissent envisager que les besoins sont de l'ordre de 0,6 à 1% des lipides totaux.

L'effet de l'enrichissement sur la résistance au stress des larves a aussi été testé (Kraul *et al.*, 1993). L'importance du niveau de DHA (acide docosahexanoïque) sur la résistance au stress a été évaluée par le maintien hors de l'eau de larves à des délais variables. Les auteurs ont montré que l'alimentation en copépodes (*Euterpina acutifrons*) permet d'obtenir une résistance au stress supérieure. En effet, les copépodes contiennent plus de DHA que les artemias même si celles-ci sont enrichies. Le niveau optimal d'enrichissement en DHA n'a pas été défini et les auteurs préconisent le maintien des copépodes dans la ration alimentaire.

Kraul (1989, 1993) recommande le traitement prophylactique des rations de proies vivantes. La méthodologie employée est la suivante : bain d'une durée d'une heure dans un volume de 200l d'eau de mer contenant 5 g de tétracycline et 5 g d'ampicilline.

En tant que facteur alimentaire indirect, l'étude de la couleur du bac sur la survie larvaire a montré que l'utilisation de bacs de couleur noire permettait un gain de survie au 7^{ème} jour d'environ 130% par rapport à l'utilisation de bacs incolores (Ostrowski, 1989). Ces résultats soulignent l'importance de la vision dans la prise alimentaire. Les bacs sombres fournissent un arrière-plan offrant plus de contraste. Par ailleurs, l'auteur utilise une photopériode continue de 24h durant l'élevage larvaire.

2.3 Performances larvaires : survie, croissance

Le protocole proposé par Kraul (1993) permet d'obtenir des taux de survie compris entre 10 et 40 % au 30^{ème} jour, de 10% au 60^{ème}. L'alimentation sur artemia exclusivement a fourni des taux de survie de 10% au 17^{ème} jour. Mais par la suite, le sevrage se déroule plus facilement avec un taux de survie de 50% sur cette phase pour un poids moyen de 15 g au 45^{ème} jour.

Globalement, les résultats de survie larvaire sont variables selon les auteurs. Cela s'explique par la diversité des protocoles présentés et des objectifs recherchés. Certains considèrent que le taux de survie n'est pas forcément un élément à optimiser si l'on peut s'affranchir par ailleurs de l'élevage et de la gestion des copépodes et des rotifères. En effet, cela permettrait alors de réduire considérablement les coûts de production de l'alevin.

Par ailleurs, la très forte variabilité du taux de survie larvaire observée peut aussi être expliquée par la grande sensibilité aux pathogènes entre la 2^{ème} et la 4^{ème} semaine. Kraul (1993) souligne l'importance de la qualité sanitaire des proies vivantes.

3 Grossissement

Nous nous intéresserons dans cette partie à l'obtention de poissons de taille commerciale à partir d'un alevin sevré. C'est à dire que l'on ne fait plus la distinction classique pré-grossissement/grossissement étant donné la rapidité de la croissance et de l'obtention d'un poisson de taille commerciale.

3.1 Données zootechniques

Les coryphènes sont très sensibles au taux d'oxygène dissous. Il est en effet recommandé de maintenir cette espèce à des taux proches de la saturation (à 26°C et 34‰ de salinité, 6,7 mg/l fournissent une saturation de 100%). Si la concentration en oxygène baisse de 100 à 67% de la saturation, on observe chez des juvéniles de 44 à 77 jours, une augmentation de plus de 40% de la fréquence de ventilation, c'est à dire du rythme du battement operculaire (Lutnesky et Szyper, 1990). Des modifications du comportement (nage sur le fond, immobilisation) sont observables en dessous de 80% de saturation.

Au contraire de certaines espèces qui rencontrent des conditions hypoxiques dans leur milieu et peuvent répondre par une diminution du métabolisme, les coryphènes ont un taux de consommation d'oxygène indépendant de la concentration en oxygène dissous (Lutnesky et Szyper, 1990). Les effets de la concentration en oxygène dissous sur la croissance n'ont pas été étudiés.

La salinité n'a que peu d'effets sur le comportement. La baisse de salinité de 35 à 0‰ n'entraîne pas de modifications de la fréquence de ventilation, ni de mortalité. A 9,5‰, on

n'observe pas d'effet qualitatif sur le comportement alimentaire (Szyper et Lutnesky, 1991). Les coryphènes survivent une heure sans conséquence à 0‰. Aussi, les auteurs recommandent-ils l'utilisation éventuelle de bains d'eau douce pour traiter les parasites sensibles.

Par contre, la température a un effet direct sur la fréquence de ventilation et sur le comportement (Szyper et Lutnesky, 1991). Les températures basses (<21°C) ont peu d'effets et pas de conséquence. On observe une diminution de la fréquence de ventilation, les poissons cessant de s'alimenter vers 16°C. Hassler et Hogarth (1977) rapportent une tolérance en milieu estuarien dans la gamme de température de 15 à 29,4°C.

Dans les températures hautes on observe une augmentation linéaire de la fréquence de ventilation, les symptômes de stress et la mortalité apparaissant vers 30°C (juvéniles âgés de 44 à 70 jours). Il faut néanmoins souligner l'importance des interactions température - taux d'oxygène dissous.

En ce qui concerne la densité ou biomasse admissible par volume d'élevage, les données disponibles ne sont issues que d'élevages expérimentaux et donc à petite échelle. Néanmoins, il semble que la norme admise soit de 10 à 15 kg/m³ environ pour des poissons atteignant des tailles de 2-3 kg. (Kraul et Ako, 1993; Ako *et al.*, 1993; Kim *et al.*, 1993).

Le comportement agressif des coryphènes en élevage constitue aussi un problème qu'il faut tenter de maîtriser pour obtenir les meilleures performances de survie et de croissance. En effet, ce comportement au sein du lot de poissons en élevage peut entraîner une acquisition alimentaire différentielle.

Lutnesky et Szyper (1991) ont montré que la distribution spatiale de l'alimentation a une influence sur le comportement agonistique. Une distribution homogène au sein du bac d'élevage permet de réduire les phénomènes d'agonisme chez des juvéniles (taille comprise entre 3 et 3,5 cm). Les travaux de Brownell (1988) mettent en évidence que l'introduction de nourriture dans le milieu d'élevage ne stoppe les attaques que pour un laps de temps très court (environ 15 mn). La présence d'objets flottants ou de refuges et la diminution de la densité n'ont pas d'effet alors que l'augmentation de la turbidité (testée par l'ajout d'une suspension de poudre chimiquement inerte) entraîne une intensification de l'agressivité.

3.2 Croissance : taux de croissance, modélisation

La croissance des coryphènes a fait l'objet des travaux les plus nombreux mais il faut souligner l'importante variabilité des résultats présentés. Le tableau 3 donne une idée de l'étendue de la gamme de poids annoncés pour un âge donné.

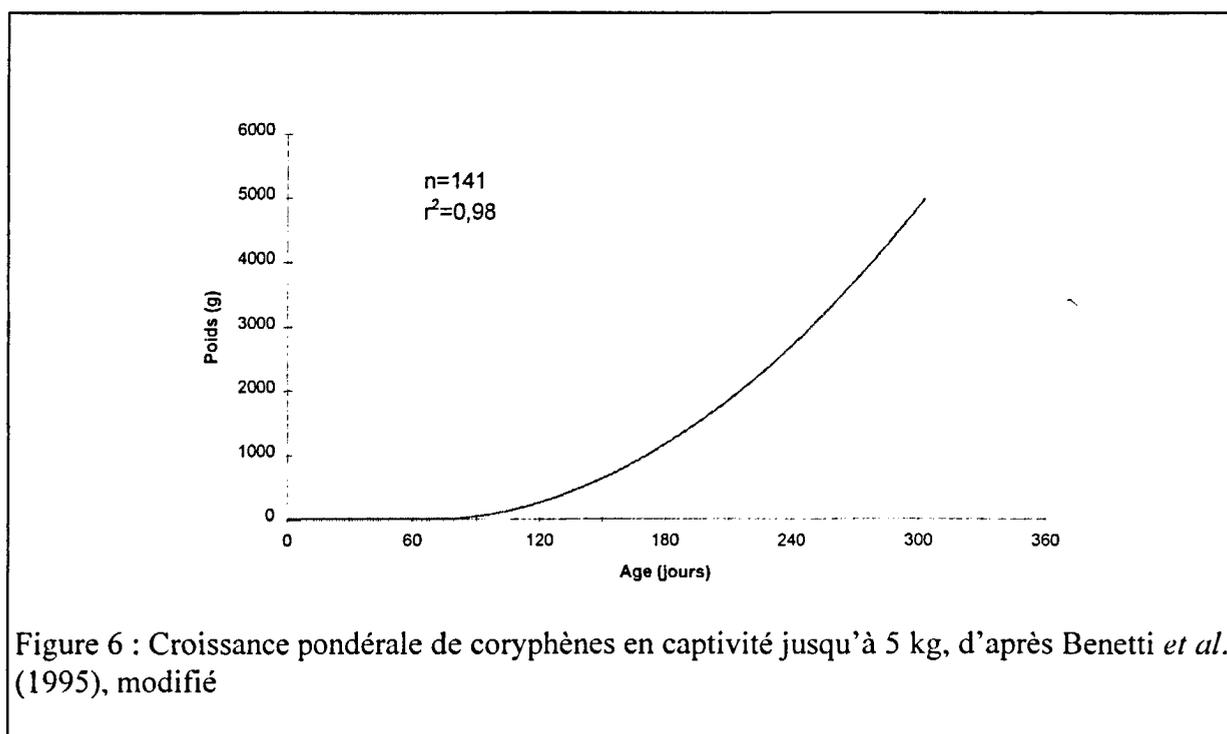
L'âge et la croissance sont estimés dans la bibliographie par différentes méthodes :

- Incrémentation quotidienne sur les otolithes
- Progression modale sur la distribution des fréquences de taille à partir de données issues du milieu naturel
- Suivi de la croissance de poissons d'âge connu en captivité

Age depuis l'éclosion	Poids moyen du lot	Référence
J25	1 g	Kraul, 1993
J42	1,0-8,2 g	Iwai <i>et al.</i> , 1992
J43	3 g	Ostrowski <i>et al.</i> , 1992a
J45	5 g	Ostrowski <i>et al.</i> , 1989
	15 g	Kim <i>et al.</i> , 1993
J60	25 g	Ostrowski <i>et al.</i> , 1992b
J60	40 g	Kraul, 1993
J68	34,1-88,2 g selon régimes	Iwai <i>et al.</i> , 1992
J72	6,2-20,9 g	Lutnesky et Szyper, 1991
J90	300g	Kraul, 1989
J135	325	Ostrowski <i>et al.</i> , 1989
J150	1 kg	Kim <i>et al.</i> , 1993
J150	900-1300 g selon régimes	Ostrowski <i>et al.</i> , 1992b
J180	2 Kg	Kraul et Ako, 1993
J180	2,4 Kgs	Kraul, 1989
J261	5,4 Kgs	Kraul et Ako, 1993
J285	4,93 Kgs	Benetti <i>et al.</i> , 1995

Tableau 3: Ages et poids moyens de la dorade coryphène rapportés dans la littérature

Dans l'optique aquacole nous nous intéresserons plus particulièrement aux résultats de cette dernière méthode. Benetti *et al.* (1995) ont fourni un modèle de croissance en longueur qui est une fonction linéaire du temps, un modèle de croissance en poids en fonction du temps et une relation taille-poids qui sont des fonctions paraboliques (figures 6 et 7, respectivement).



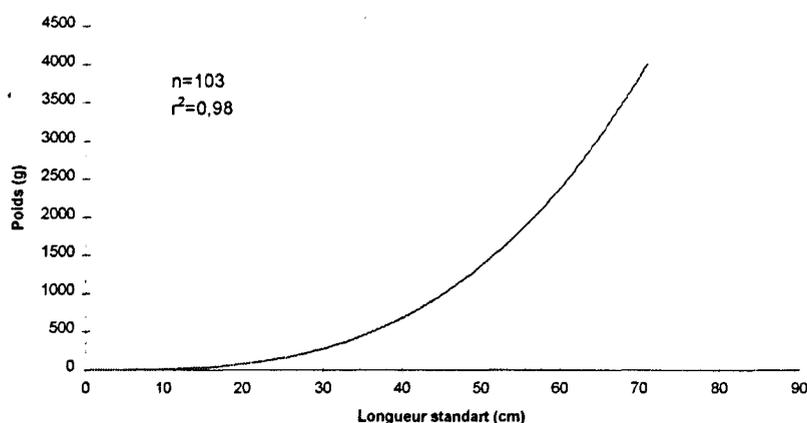


Figure 7 : Relation taille poids pour des coryphènes maintenues en captivité jusqu'à l'âge de 9,5 mois, d'après Benetti *et al.* (1995), modifié

Il faut souligner que ces modèles ont été établis dans la gamme de poids et d'âge de l'expérimentation, c'est à dire de 0 à 4,9 Kg et de 0 à 9,5 mois respectivement.

En ce qui concerne les taux de croissance, nous nous intéresserons au Taux de Croissance Journalier (TCJ) exprimé en pourcentage de gain de poids vif par jour. Le tableau 4 donne une idée des valeurs de taux de croissance journalier rapportées dans la littérature.

Gamme de TCJ (%/jour)	Référence
4,3 (adultes)-10 (juvéniles de 1-3 mois)	Benetti <i>et al.</i> , 1995
10,7-13,3 (J43 à J57)	Ostrowski <i>et al.</i> , 1992a
9,3-13,0 (J42 à J68)	Iwai <i>et al.</i> , 1992
8,6 (J1 à J180; 0,7 mg à 1,7 kg)	Kraul, 1993
4-4,4 (J60 à J150; 25 g à 0,9-1,3 kg)	Ostrowski <i>et al.</i> , 1992b

Tableau 4: Revue des taux de croissance journalier rapportés dans la littérature.

Les différences sont imputables en tout premier lieu aux différences de gammes de tailles étudiées mais aussi à la variabilité des différents régimes utilisés.

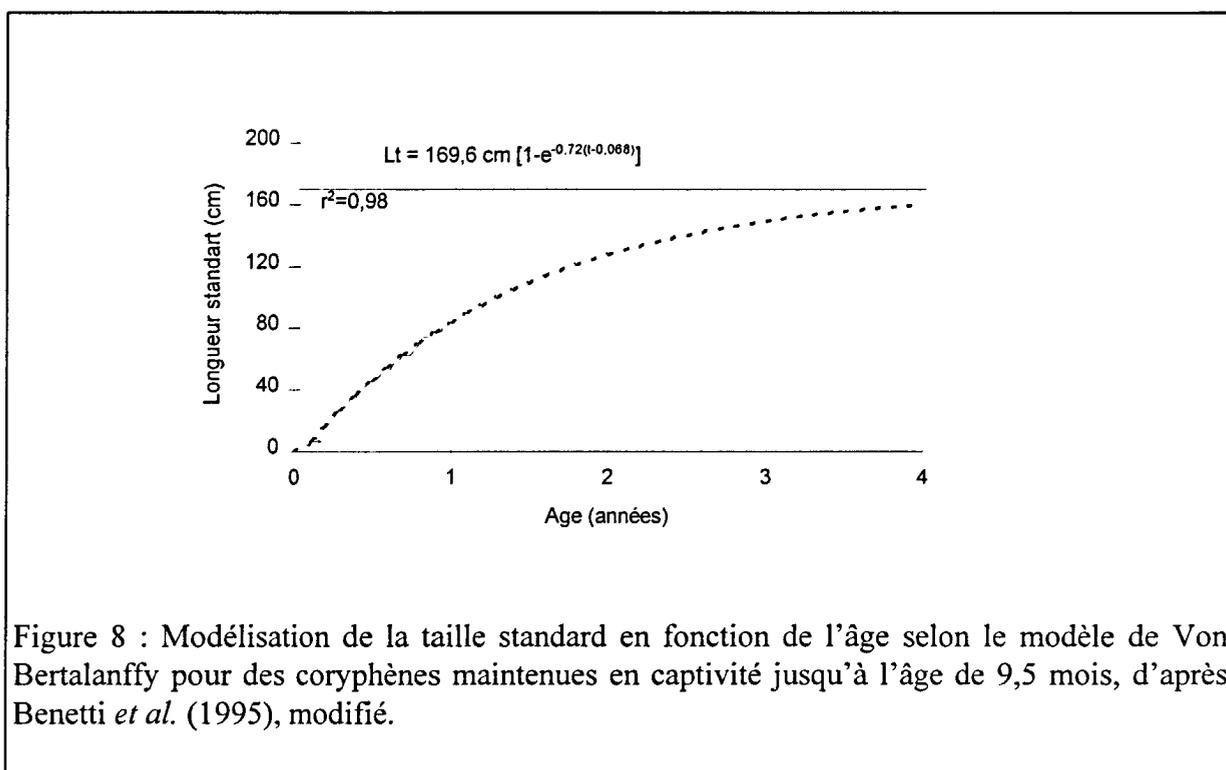
Kraul (1993) rapporte un taux de croissance journalier de 25% pendant les 3 premières semaines après l'éclosion, celui ci étant de 7,6% au 57^{ème} jour (Ako *et al.*, 1993). D'après ces auteurs, ce taux subirait une décroissance de 1% par jour jusqu'au 128^{ème} jour environ puis ensuite une décroissance quotidienne de 2%.

En tout état de cause, il faut souligner l'exceptionnel niveau de ces valeurs. En effet, cela dépasse et de loin les taux de croissance journalier évalués pour les poissons tropicaux marins ou d'eau saumâtre. Ainsi, les espèces suivantes :

- Snook ou brochet (*Centropomus undecimalis*)
- Barramundi ou loup tropical (*Lates calcarifer*)
- Mérout de Nassau (*Epinephelus striatus*)
- Red drum ou ombrine subtropicale (*Sciaenops ocellatus*)
- Mulets (*Mugil spp.*)

ont des taux compris entre 0,55 et 3,46% (Benetti *et al.*, 1995).

Le modèle de Von Bertalanffy a été calibré avec les mêmes données (gamme de poids 0-4,9 kg, Benetti *et al.*, 1995), l'extrapolation aux plus grandes tailles doit être considérée avec prudence et demeure spéculative. La figure 8 donne une idée de la forme de la courbe de croissance linéaire de la coryphène (mâles et femelles confondus).



Le modèle peut néanmoins fournir certaines informations. Il semble qu'il soit cohérent pour la taille puisque la taille maximale correspond aux données de la littérature. Par contre, le poids asymptotique évalué par le même modèle est de 58,4 kg et dépasse largement le poids maximal enregistré de 46 kg (Benetti *et al.*, 1995). En effet, le coefficient b dont la valeur est de 3,07 dans la relation taille - poids calculé par Benetti *et al.* (1995) est supérieur à celui issu de l'étude de la population sauvage, où b est compris entre 2,58 et 2,75 (Rose et Hassler, 1968).

Ces différences indiquent que les poissons d'aquaculture sont plus trapus et plus gras (coefficient de condition plus élevé). En effet, les poissons en captivité nagent moins et

fournissent des efforts plus faibles que ceux fournis par les poissons sauvages dans l'océan pour leurs déplacements et l'activité de chasse.

Par ailleurs, Chatterji et Ansari (1985) ont déterminé des valeurs différentes du coefficient b sur des mâles et des femelles coryphènes pêchées dans le milieu naturel :

- 2,866 pour les mâles
- 2,067 pour les femelles

3.3 Taux de nutrition

Les résultats sont issus principalement des travaux expérimentaux de nutrition où l'alimentation à satiété (*ad libitum*) est le plus souvent employée. Ainsi, si l'on compare le Taux d'Ingestion Journalier (TIJ), c'est à dire le rapport entre l'aliment consommé (distribution à satiété) et la biomasse, on constate l'existence de différences importantes selon le type d'aliment (composé ou frais). Sur une période de 90 jours avec un lot de poissons de poids moyen initial de 5 g, Ostrowski *et al.* (1989) ont évalué ces taux d'ingestion (sur une base matière sèche) :

- Taux d'ingestion journalier de 4 à 7 % pour l'aliment composé
- Taux d'ingestion journalier de 8 à 12 % pour l'aliment frais

Ceci est la conséquence probable d'un problème d'appétence du granulé utilisé. Ces différences importantes de quantité d'aliment ingérée peuvent avoir, par delà les problèmes de qualité nutritionnelle, des implications importantes sur la croissance.

Par ailleurs, Ostrowski *et al.* (1989) ont noté l'importance d'adapter la taille du granulé à la taille du poisson favorisant l'agressivité du comportement alimentaire et donc le taux d'ingestion journalier. Les tailles recommandées par ces auteurs pour les poissons de petites tailles figurent dans le tableau 5.

Taille du poisson L.S. (cm)	Diamètre du granulé (mm).
9-11	3
15-17,5	5
23-28	9,5

Tableau 5 : Diamètre de granulé recommandé pour optimiser le taux d'ingestion journalier en fonction de la taille de la coryphène, d'après Ostrowski *et al.* (1989), modifié.

En ce qui concerne l'évolution de ce taux d'ingestion journalier en fonction de la taille, il varie entre 7% et 1,5-2% en fin de période, pour des poissons en croissance de 11,5g à 2 kg (durée de 4 mois)(Ako *et al.*, 1993).

Pour des poissons en croissance jusqu'à des tailles de 1 kg et plus, Ostrowski *et al.* (1992,b) ont observé un taux de 4-4,5% avec des indices de conversion légèrement supérieurs à l'unité (1,1-1,2).

Les valeurs des taux de nutrition à appliquer sont très variables. Cela peut s'expliquer par des taux d'ingestion variant très vite avec l'âge du poisson mais aussi des régimes utilisés de composition très différente (aliment composé du commerce, aliment composé expérimental, aliment frais, aliment humide). Aussi toutes les données concernant les taux de nutrition doivent être considérées avec prudence. Seule la mise en place de fermes pilotes puis d'élevage à grande échelle fourniront des données fiables.

En ce qui concerne la fabrication d'aliment composé, Szyper et Ako (1990) ont montré que l'exclusion de céréales et l'inclusion de purée de calmars augmentaient notablement l'acceptabilité de l'aliment. Mais cette solution est difficilement applicable à l'industrie.

3.4 Composition de l'aliment

En ce qui concerne la composition optimale de l'aliment pour la croissance et le rendement économique de l'élevage, on s'intéressera aux résultats des différents essais de croissance expérimentaux.

Tout d'abord, il faut évoquer les travaux d'Ostrowski et Divakaran (1989) qui ont analysé la composition en acides aminés et acides gras de tissus de coryphènes afin de déterminer les éventuelles implications nutritionnelles pouvant aider à la mise au point du régime adapté. Le C22: 6n-3 est l'acide gras le plus présent et représente jusqu'à 20% de la fraction phospholipidique dans le muscle et le foie. L'étude des différentes classes d'âge montre que les besoins journaliers pour les séries linoléniques (C22: 6n-3) sont élevés tout au long de la vie du poisson. D'après l'examen des profils en acides aminés des tissus, les besoins en arginine et histidine semblent moindres pour les juvéniles que pour les adultes. Les besoins en tryptophane augmenteraient aussi au cours de la vie du poisson.

Ostrowski *et al.* (1993a) ont montré que de bonnes croissances associées à des indices de conversion corrects pouvaient être obtenues avec des taux de lipides variant entre 12 et 22%. Par contre, un fort taux de lipides entraîne un dépôt excessif de graisse dans le foie. Les auteurs recommandent donc une formulation présentant un fort taux de protéines (55 à 60%) et un faible taux de lipides. En effet, une expérimentation visant à tester 16 régimes différents a montré que le taux de croissance journalier est relié linéairement au taux de protéines (pour des poissons de 45 jours et plus), celui ci atteignant 12% pour le régime contenant 60% de protéines. Cette croissance décroît dès que le taux de lipides dépasse 15%.

Il faut aussi souligner l'importance de la qualité de la farine de poisson utilisée pour l'élaboration de l'aliment composé. Ostrowski *et al.* (1993b) ont comparé 2 aliments composés :

- Un aliment formulé pour le turbot contenant de la farine de hareng de haute qualité et dont la composition est celle qui, dans le commerce, est la plus proche de l'optimum décrit plus haut.
- Un aliment composé expérimental contenant de la farine de poisson blanc de haute qualité et de la farine de soja à hauteur de 20% de la matière sèche.

Les survies sont comparables entre 2 et 5 mois (50%). Par contre, un poids moyen final de 1300 g pour le deuxième régime contre 900 g laisse supposer un intérêt potentiel de l'ajout de farine de soja dans l'aliment composé.

En ce qui concerne les vitamines et les minéraux, il a été montré que l'ajout de foie de boeuf dans un régime à base d'aliments composés semi-humides entraîne une augmentation significative à la fois de la croissance et de la survie (Iwai *et al.*, 1992). L'hypothèse permettant d'expliquer l'effet bénéfique du foie se base sur l'apport conséquent en Fe, Cu et Zn mais aussi en vitamines. Par contre, l'identification des nutriments impliqués dans l'amélioration de la croissance et de la survie est rendue difficile par l'existence d'interactions et de problèmes de niveaux d'actions.

4 Fin d'élevage

4.1 Durée de l'élevage

Plusieurs facteurs sont à considérer pour la gestion de la durée d'un élevage de coryphènes : le marché et les tailles commerciales les plus demandées, mais aussi la croissance très rapide. On peut se baser sur un minimum de 1-1,5 Kg en 6 mois à partir de l'éclosion et sur la possibilité d'obtenir des oeufs toute l'année sans conditionnement complexe et coûteux. Actuellement, il semblerait que les projets de production s'orientent vers des durées d'élevage comprises entre 6 et 10 mois.

4.2 Abattage, conditionnement

La coryphène peut être consommée entière ou en filets, ce dernier ayant les faveurs du marché américain. Un défaut couramment observé sur les filets congelés est une légère coloration verte que l'on retrouve parfois chez l'espadon et chez certaines variétés de thons. En effet, certaines bactéries spécifiques produisent du H₂S au cours de la détérioration de la chair, la réaction avec les hémoprotéines entraînant la formation de sulfhémoprotéines qui correspondent aux pigments verts.

Chen et Hu (1989) ont montré que cette coloration peut être évitée grâce au glaçage immédiat du poisson et au maintien au froid jusqu'aux opérations de filetage. Le saignage du poisson ne réduit pas la coloration des filets. Les auteurs conseillent un abattage électrique ou par hypoxie qui fournissent la meilleure qualité de filet.

En ce qui concerne les problèmes de taux d'histamines, Sun et Perng (1986) ont étudié le taux de formation de cette molécule et les moyens d'y remédier. La coryphène fraîche contient peu d'histamine mais présente de forts taux d'histidine libre. Les auteurs recommandent un glaçage immédiat ou la pulvérisation d'un tampon acide spécialement formulé qui permet de réduire considérablement la formation d'histamine.

5 Pathologie

5.1 Pathologie liée à l'alimentation

En dehors des problèmes de compositions et de carences vitaminiques, plusieurs auteurs rapportent l'observation d'un phénomène d'accumulation de liquide dans la cavité intrapéritonéale pouvant entraîner la mort. Ce phénomène dénommé "bloating" dans la littérature de langue anglaise peut représenter une accumulation de 20% du poids total du corps (Ostrowski *et al.*, 1989; Szyper et Ako, 1990).

Ce problème serait lié à la prise alimentaire parfois exagérément importante des coryphènes en élevage. Certains auteurs recommandent de limiter la ration en dessous du niveau de satiété, de fractionner et de multiplier les distributions. Szyper et Ako (1990) évoquent l'intérêt éventuel d'une formulation contenant moins d'ions ce qui pourrait diminuer le phénomène de bloating.

5.2 Pathologie classique

Les coryphènes captives sont, selon plusieurs auteurs, relativement sensibles aux pathologies.

Leamaster et Ostrowski (1988) rapportent l'observation d'une vibriose, la bactérie en cause étant *Vibrio alginolyticus*. Le traitement adapté doit être entrepris dès les premiers signes, en tout état de cause avant l'apparition de l'anorexie. En effet, le traitement recommandé correspond à la combinaison d'un bain de nifurpirinol à 10 mg/l et l'ajout d'oxytétracycline à hauteur de 75 mg/Kg de poids vif dans la ration.

Par ailleurs, Leamaster *et al.* (1993) ont étudié la maladie dite de la "queue rouge", c'est à dire une érosion de la nageoire caudale. Cette maladie correspond à l'apparition d'une blessure et à une infection par des bactéries opportunistes principalement des myxobactéries. Ces problèmes apparaissent les plus souvent entre le 20^{ème} et le 45^{ème} jour. Afin de prévenir l'apparition de ces problèmes, il convient d'éviter les manipulations pouvant entraîner des lésions.

CONCLUSION: du mirage à la réalité

L'état des connaissances actuelles sur la coryphène nous inspire deux réflexions :

- Les données concernant la biologie de l'espèce sont relativement anciennes; elles ont, pour l'essentiel, trait à la pêche.
- Les données concernant l'aquaculture sont, pour la plupart, récentes et en nombre élevé pour une espèce qui n'est pas encore exploitée (aucune statistiques de production aquacole ne figurent dans l'annuaire F.A.O. de 1995)

Ainsi, la coryphène est clairement identifiée comme un candidat sérieux à l'aquaculture, et des travaux ont été réalisés à tous les niveaux de la séquence d'élevage. Pourtant, il apparaît (hors littérature scientifique) que tous les projets se sont heurtés, entre autre, à des difficultés techniques et le passage du stade pilote au niveau d'exploitation commerciale n'a pas encore été réussi malgré les tentatives d'investisseurs sérieux (Hawaï, Australie, Antilles). Néanmoins, les informations les plus récentes font état du démarrage d'une exploitation à la Barbade (Fish Farming International, Juin 95).

Les principaux points de blocage identifiés dans la littérature et pronostiqués par ceux qui envisagent la production sont les suivants :

- Au niveau du **conditionnement des géniteurs** et de la production d'oeufs. Malgré les avantages majeurs présentés par la maturation précoce à 6 mois environ et la production d'oeufs continue tout au long de l'année et régulable par la température, de nombreux problèmes de comportement ont été rapportés. L'agressivité est très développée chez les coryphènes mâles et pour l'instant mal cernée. Les fermes pilotes recommandent de maintenir un mâle pour 4 à 6 femelles au moins. D'autre part, si la production peut être continue toute l'année en maintenant la température au-dessus de 24°C, il se peut que la qualité des oeufs ne soit pas constante.
- Au niveau de l'**élevage larvaire** : les séquences alimentaires sans rotifère proposées sont avantageuses mais aboutissent à des taux de survie faibles (environ 10% au bout d'un mois). De plus des problèmes de cannibalisme sont évoqués et peuvent contribuer à faire augmenter considérablement le coût de l'alevin.
- Au niveau du **grossissement** : l'élevage en cage en mer représente la solution la plus intéressante, mais on connaît mal les charges admissibles (les chiffres de 5 à 15 Kg/m³ sont avancés prudemment). D'autre part, on peut se demander si les croissances très rapides enregistrées à l'échelle expérimentale sont reproductibles à l'échelle de la production. Par ailleurs, cette vitesse élevée d'augmentation de la biomasse doit poser des problèmes de gestion des stocks et des structures.
- Au niveau **sanitaire** : comme toute espèce dont on envisage la production à grande échelle, les risques pathologiques sont présents d'autant plus que la coryphène est un poisson sensible au stress et aux contacts.

Globalement, on peut dire que les principales inconnues de la séquence d'élevage de la coryphène concerne le comportement (sexuel, agressivité, cannibalisme, aptitude à supporter le stress et les fortes densités). En ce sens, les perspectives de recherche pour une maîtrise plus complète des comportements se situent au niveau du contrôle du sexe (obtention de population monosexé) et de l'étude du stress.

Actuellement, la coryphène continue à faire l'objet de travaux de recherche, mais c'est la mise en production à une échelle prudente qui devrait permettre de mieux cerner les problèmes évoqués ci dessus. La coryphène demeure un sujet d'étude particulièrement excitant en raison de ses performances de croissance exceptionnelles et de ses implications en matière d'aquaculture. Cependant, compte tenu des difficultés attendues pour surmonter les problèmes identifiés, le mirage ne doit pas masquer la réalité et la prudence sera donc de mise.

BIBLIOGRAPHIE

AKO, H., KRAUL, S., FUJIKAWA, L., BRITTEN, K., and M.C. HOLLAND, 1993. Feasibility of a commercial growout of juvenile mahimahi *Coryphaena hippurus*. *From discovery to commercialization*, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p. 306.

BENETTI, D.D., and L. MARTINEZ , 1993. Respiratory distress in dolphin *Coryphaena hippurus* larvae. *From discovery to commercialization*, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p. 312

BENETTI, D.D., IVERSEN, E.S., and A.C. OSTROWSKI, 1995. Growth rates of captive Dolphin, *Coryphaena hippurus*, in Hawaii, *Fish. Bull.*, vol. 93, n°1, pp.152-157.

BEARDSLEY, B.L, 1967. Age, growth and reproduction of the dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in the straits of Florida. *Copeia*, 1967: 441-451.

BROWNELL, C.L., 1988. Factors affecting agonistic behaviour in reared juvenile dolphin (*Coryphaena hippurus*). ICES Symp. on the early life history of fish, Bergen (Norway), 3-5 Oct. 1988, Rapp. P.V. CIEM., L.,p.485, vol.191.

CHATTERJI, A., and Z.A. ANSARI, 1982. Fecundity of dolphinfish *Coryphaena hippurus* L.. *Mahasagar*, vol.15, n°2, pp.129-133.

CHATTERJI, A., and Z.A. ANSARI, 1985. A note on the length-weight relationship in dolphin fish, *Coryphaena hippurus*. *Mahasagar*, vol.18, n°3, pp.425-427.

CHEN, H.C., and C.C. HU, 1989. Microbiological studies of the cause of discoloration of common dolphin (*Coryphaena hippurus*) fillets. *J. Food. Sci.*, vol.54, n°4, pp.835-838.

DITTY, J.G., SHAW, R.F., GRIMES, C.B., and J.S. COPE, 1994. Larval development, distribution, and abundance of common dolphin, *Coryphaena hippurus* and pompano dolphin, *Coryphaena equiselis* in the Northern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, vol 92, n°2, pp.275-291.

HASSLER, W.W. and W.T. HOGARTH, 1977. The growth and culture of dolphin *Coryphaena hippurus* in North Carolina; *Aquaculture*, vol.12, n°2, pp.115-122.

IWAI T. Jr, AKO H. and L.E. YASUKOCHI, 1992. Use of beef liver in the diet of juvenile mahimahi, *Coryphaena hippurus* L., *World Aquaculture*, vol.23, n°3, pp.49-50

JOKIEL, P.L., 1989. Effects of marine mining dredge spoils on eggs and larvae of a commercially important species of fish: the mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *Mar. Min.*, vol.8, n°3, pp.303-315.

KIM, B.G., MONAHAN, S., SCHALEGER, E., and A.C. OSTROWSKI, 1993. Intensive hatchery culture of mahimahi (*Coryphaena hippurus*) at the oceanic institute. *From discovery to commercialization*, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p. 401.

KRAUL, S., 1989. Review and current status of the aquaculture potential for the mahimahi *Coryphaena hippurus*. Advances in tropical aquaculture: workshop held in Tahiti, French Polynesia, February 20- march 4 1989., Barret J. (ed.), 1990, Actes colloq. IFREMER, L., pp. 445-459, n°9

KRAUL, S., 1993. Larviculture of the mahimahi *Coryphaena hippurus* in Hawaii, USA. *J. World Aquacult. Soc.*, vol. 24, n°3, pp.410-421.

KRAUL, S. and H. AKO, 1993. Succesfull methods for mahimahi aquaculture. *From discovery to commercialization*, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p. 403.

KRAUL, S., BRITAIN, K., CANTRELL, R., NAGAO, T., AKO, H., OGASAWARA, A., and H. KITAGAWA, 1993. Nutritionnal factors affecting stress resistance in the larval mahimahi *Coryphaena hippurus*. *J. World Aquacult. Soc.*, vol. 24, n°2, pp.186-193.

LEAMASTER, B.R. and A.C OSTROWSKI, 1988. Vibriosis in captive dolphins. *Prog. Fish Cult.*, vol. 50, n°4, pp.251-254.

LEAMASTER, B.R., KIM, B.G., and A.C. OSTROWSKI, 1993. Caudal peduncle disease in juvenile mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *From discovery to commercialization..*, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p. 404.

LEE, C.S and L. KRISHNAN, 1985. Influences of calcium and magnesium ions on embryo survival percentage hatching and larval survival of dolphinfish (*Coryphaena hippurus* L.). *J. World Maricult. Soc.*, vol.16, pp.95-100.

LUTNESKY, M.M.F. and J.P. SZYPER, 1990. Respiratory and behavioral responses of juvenile dolphinfish to dissolved oxygen concentration. *Prog. Fish. Cult.*, vol.52, n°2,pp.178-185.

LUTNESKY, M.M.F. and J.P. SZYPER, 1991. The influence of spatial food distribution in agonistic behaviour in juvenile mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *J. Appl. Ichtyol.*, vol. 7, n°4, pp. 253-256.

MANOOCH, C.S., MASON, D.L., and R.S. NELSON, 1984. Food and gastrointestinal parasites of dolphin *Coryphaena hippurus* collected along the Southeastern and gulf coast of the U.S.. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, vol.50, n°9, pp.1511-1525.

OSTROWSKI, A.C., 1989. Effect of rearing tank background color on early survival of dolphin larvae. *Prog. Fish Cult.*, vol. 51, n°3, pp.161-163.

OSTROWSKI, A.C. and S. DIVAKARAN, 1989. The amino acid compositions of selected tissues of the dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) and their nutritional implications. *Aquaculture*, vol.80, n°3-4, pp.285-299.

OSTROWSKI, A.C., BROWNELL, C., and E.O. DUERR, 1989. Growth and feeding rates of juveniles dolphins (*Coryphaena hippurus*) fed a practical diet trough growout. *World aquacult.*, vol.20, n°4, pp.104-105.

OSTROWSKI, A.C. and S. DIVAKARAN, 1990. Survival and bioconversion of n-3 fatty acids during early development of dolphin (*Coryphaena hippurus*) larvae fed oil enriched rotifers. *Aquaculture*. vol.89, n°3-4, pp.273-285.

OSTROWSKI, A.C. and S. DIVAKARAN, 1991. Energy substrates for eggs and prefeeding larvae of the dolphin *Coryphaena hippurus*. *Mar. Biol.*, vol. 109, n°1, pp.149-155.

OSTROWSKI, A.C., KIM, B., and E.O. DUERR, 1992a. Preliminary studies on the dietary protein energy needs of juvenile mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *Aquaculture '92: growing toward the 21st century*, 1992, Orlando, FL (USA), 21-25 May 1992, pp. 176-177.

OSTROWSKI, A.C., SCHALEGER, E., and E.O. DUERR, 1992b. Utilization of practical feeds for intensive growout of the mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *Aquaculture '92: growing toward the 21st century*, 1992, Orlando, FL (USA), 21-25 May 1992, p. 177.

OSTROWSKI, A.C., SCHALEGER, E., and E.O. DUERR, 1993a. Practical diets for growout of mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *From discovery to commercialization.*, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p.306.

OSTROWSKI, A.C., KIM, B.G., and S. DIVAKARAN, 1993b. The importance of fishmeal source and quality in the formulation of practical diets for mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *From discovery to commercialization.*, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p. 425.

OSTROWSKI, A.C. and B.G. KIM, 1993. Responses of larval and juvenile mahimahi (*Coryphaena hippurus*) to various dietary lipid sources and n-3 HUFA contents, 1993, World Aquaculture'93, Int. Conf. Torremolinos (Spain), 26-28 May 1993, Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc., L., p. 424.

OXENFORD, H.A. and W. HUNTE, 1983. Age and growth of dolphin *Coryphaena hippurus*, as determined by growth ring in otoliths. *Fish. Bull.*, vol.84, n°4, pp.906-909.

PALCO, B.J., BREARDSLEY, G.L., and W.J. RICHARDS, 1982. Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena*. NOAA Tech. Rep., 32pp.

ROSE, C.D., and W.W. HASSLER, 1968. Age and growth of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, (Linnaeus) in North Carolina waters. *Trans. Am. Fish Soc.* Vol.97, pp.271-276.

SHCHERBACHEV, YU.N., 1973. The biology and distribution of the dolphins (Pisces, Coryphaenidae). [In Russ.] Vopr. Ikhtiol. 13:219-230. Trans. in J. Ichthyol. 13:182-191.

SCHEKTER, R.C., 1982. Mariculture of dolphin (*Coryphaena hippurus*): is it feasible?. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Nassau, Bahamas, Novembre 1982, pp.27-32.

SOICHI, M., 1978. Spawning behavior of the dolphin *Coryphaena hippurus* in the aquarium and its eggs and larvae. *Jap. J. Ichtyol.*, vol.24, n°4, pp.290-294.

SUN, C.T., and C.Y. PERNG, 1986. Postharvest histamine formation in dolphinfish in southern Taiwan. Proceedings of the first Asian fisheries forum, Manila, Philippines, 26-31 may 1986, pp.463-466.

SZYPER, J.P. and H. AKO, 1990. Feed formulas producing improved palatability and growth with juvenile mahimahi (*Coryphaena hippurus*). *World Aquacult.*, vol. 21, n°3, pp.104-105.

SZYPER, J.P. and M.M.F. LUTNESKY, 1991. Ventilation rate and behavioral responses of juvenile mahimahi to temperature and salinity. *Prog. Fish Cult.*, vol.53, pp.166-172.