

SUR L'UTILISATION DES CRITERES COMPORTEMENTAUX
POUR DETERMINER L'ETAT DE SANTE ET L'EVOLUTION PROBABLE
DES ELEVAGES DE POISSONS MARINS.

1. CAS DES PRELARVES ET DES LARVES DE Diplodus sargus,
Sparus aurata, Puntazzo puntazzo, Lithognathus mormyrus.

KENTOURI M. DIVANACH P.
Station de Biologie marine et lagunaire
34200 SETE

R E S U M E

En aquaculture, et notamment en élevage larvaire ou le temps de latence entre le moment d'application d'un stress (terme générique) et l'apparition du point de non-retour est très court, les paramètres permettant de prévoir l'état de santé et l'évolution du stock sont d'une grande importance. Or, dans la chronologie des réponses aux agressions (terme générique) c'est la modification du schéma comportemental spécifique qui est l'une des premières notée et son identification précoce associée à un rétablissement des conditions adéquates n'entraîne généralement pas de séquelles physiologiques.

La connaissance éthologique étant la base de cette stratégie prévisionnelle, nous définissons dans cette étude un modèle comportemental simplifié des formes d'expressions larvaires de 4 espèces de sparidés dans une gamme de conditions compatibles avec la pratique de l'élevage. Parallèlement, nous précisons certains schémas comportementaux aberrants éventuellement corrélés avec des causes bien identifiées.

M O T S - C L E F S

Comportement; Larves de Sparidae; Diplodus sargus; Sparus aurata; Lithognathus mormyrus; Puntazzo puntazzo; Critères de santé; Prévisions d'élevage.

On the behavioral criteria to determinate helth state and probable evolution of marine fish rearing ponds. 1. Prelarval and larval stages of Diplodus sargus Sparus aurata, Puntazzo puntazzo, Lithognathus mormyrus.

A B S T R A C T

In aquaculture and particularly during fish larval rearing when the time between moment of stress application and the non-return point acquisition is very limited, criteria which may provide helth state and stock evolution are of great importance. Now, in stress responce chronology, the specific behavioral scheme modification is first noted. This early identification, associated with initial conditions restoration, generally do not involve after effects.

Ethological knowledge beeing the basis of this for-casting strategy, we define in this study a simplified behavioral scheme of four sparid larval species in a range of physiological conditions. Otherwise we precise somme aberrant behavioral schemes sometimes correlated with well identified causes.

K E Y - W O R D S

Behaviour; Sparid larval stages; Diplodus sargus; Sparus aurata; Lithognathus mormyrus; Puntazzo puntazzo; health criteria ; rearing previsions.

1 - INTRODUCTION

En aquaculture les paramètres prévisionnels de l'état de santé et de l'évolution du stock sont d'une grande importance. Chez les poissons en grossissement de nombreux critères empiriques connus de longue date lient une condition trophique ou physicochimique et une réaction comportementale (anoxie et montée en surface, maladie ou pollution et apathie, faim et excitation, etc.). Les pisciculteurs tiennent compte de ces avertissements et modifient en conséquence le cours de leurs élevages avant qu'il ne devienne irréversible. Chez les larves de poissons marins, il n'existe actuellement rien de semblable car tant le modèle éthologique normal que les points de transition entre états de bonne ou mauvaise santé sont encore inconnus. Trop souvent les modifications comportementales antérieures aux mortalités sont négligées ou mal interprétées et cette carence est d'autant plus grave que leur identification précoce correspond encore parfois à une période de réversibilité.

Au cours des 4 dernières années nous avons recherché les bases du modèle éthologique par le biais d'une étude analytique, ouverte extrêmement diversifiée s'adressant à l'ensemble des classes de taille entre l'éclosion et le stade juvénile de 4 espèces de Sparidae et assurant des conditions d'expression vastes (élevages extensifs réalisés en plein air ou dans des enceintes protégées) ou, au contraire, restreintes, sélectives et stressantes. La synthèse actuelle de l'ensemble de données permet de définir pour les larves ce modèle dans sa gamme de variabilité normale et pathologique.

La méthodologie d'approche décrite par Kentouri (1984) et Divanach (1984) est basée sur l'observation directe et indirecte du comportement des poissons en bassins et sur la comparaison de leurs réaction et de leurs performances au cours d'une centaine d'essais d'élevage détaillés dans les travaux de recherche des auteurs précités.

Lors de cette étude, les mots "agression" et "stress" sont pris dans leur sens générique de responsables de perturbation et leurs modèles d'action pharmacologiques, voisins de ceux utilisés en toxicologie humaine ont été élargis de façon à resituer le problème des élevages larvaires dans un contexte écophysiologique plus vaste.

2 - LE CONTEXTE DE CAUSALITE ET LES TYPES DE PERTUBATION PHYSIOLOGIQUE

L'interprétation du modèle comportemental comme base prévisionnelle de l'évolution des élevages ne peut pas être dissociée du contexte de causalité dont nous rapportons ci-après une version très simplifiée. Tout comme pour la majorité des systèmes biologiques, les modalités de réponse aux agressions (terme générique) des populations prélarvaires et larvaires de sar, daurade, marbré, charax, dépendent de plusieurs paramètres dont : le mode d'action physiologique et le temps d'exposition aux agressions (type de séquelles), les doses ou intensités de dommages encaissés, les seuils de résistance spécifique, les possibilités d'adaptation ou de récupération après convalescence.

Avec les agressions agissant par "accumulation d'effets" chaque unité de "dose active" encaissée est responsable d'un quota de destruction instantané ou différé et le mode de sensibilisation, généralement irréversible car touchant des tissus ou organes à faible taux de régénération, est fonction du nombre de quanta reçus et conduit progressivement après atteinte de différents seuils, à des perturbations comportementales puis physiologiques et enfin la mort (parfois séparée du moment d'atteinte du seuil létal par une période de latence ou l'animal condamné, apparemment sain, développe les lésions irréversibles qui l'emporteront. Toutes les doses ayant un effet négatif, l'animal sort diminué de chaque épreuve et ne peut compenser les pertes que grâce à ses

facultés d'adaptation physiologiques ou comportementales. La fallacieuse impression d'amélioration au cours du temps après arrêt de l'agression ne résulte souvent que d'une augmentation naturelle de résistance liée à la croissance (augmentation des seuils de sensibilité avec l'âge) et d'une suppression des actions synergiques de type "accumulation de dose" que l'agression développait en parallèle sur d'autres parties du corps. A long terme, les performances biotechniques des animaux (indice de croissance et taux de conversion) sont amoindries et leur potentiel de survie plus faible en fait souvent des "morts en sursis" qui ne méritent pas d'être comptabilisés dans les productions présentes. La fréquence élevée d'animaux ne répondant pas aux normes de conformité à l'espèce augmente la fraction d'invendables lorsque l'anomalie, visible, rebute le consommateur potentiel ou au contraire le manque à gagner lorsque, sournoise et peu visible, elle est localisée au niveau de certains organes essentiels et perturbe les performances d'élevage ou sensibilise aux affections parasitaires et aux conditions de milieu proche des bornes létales (estivage ou hivernage).

Avec les agressions agissant par accumulation de doses, le mode de sensibilisation, dépend de la vitesse d'atteinte des différents seuils de modification comportementale, physiologique ou létale, eux-mêmes fonction du rapport vitesse d'encaissement des doses/vitesse de détoxification du corps, c'est-à-dire du nombre de doses reçues et des possibilités de régénération des tissus ou organes. Après arrêt de l'agression l'animal rentre en convalescence et récupère progressivement l'ensemble de ses facultés physiologiques puis comportementales si aucun seuil d'irréversibilité n'a été atteint. Dans le cas contraire (atteinte d'un seuil de destruction organique non létal) il développe des formes de compensation physiologiques ou comportementales identiques à celles du modèle précédent et pâtit souvent de la même sensibilisation aux agressions ultérieures. Entre ces deux extrêmes, il existe toute une gamme d'intermédiaires qui rendent difficile l'interprétation des modifications de l'état de santé des larves et les aspects prévisionnels qui en découlent. C'est le cas notamment des expositions simultanées à deux ou plusieurs agressions mineures agissant individuellement par "accumulation de doses" et séparément bien supportées dans la limite des seuils physiologiques (parasitisme en milieu naturel) mais dangereuses lorsque réunies (parasitisme en élevage) car l'affaiblissement de potentiel de réponse des individus leur donne alors un mode d'action par accumulation d'effets et une évolution souvent fatale ou l'action des "doses unitaires actives" est intégrée dans le temps.

En fait, comme avec la majorité des autres espèces, la définition de l'éthogramme des larves de sar, daurade, marbré, charax suppose une connaissance de deux facteurs : avec les individus en bonne santé, une prise en compte de la variabilité d'expression liée aux possibilités d'adaptation spécifiques non pathologiques (innées ou acquises) dans le milieu c'est-à-dire des prévisions sur les conditions d'environnement; avec les individus en mauvaise santé, une intégration de leur histoire naturelle antérieure pour savoir s'ils ont été ou non sensibilisés et ont développé, outre les anomalies comportementales, reflet de l'état présent, des adaptations comportementales, aberrantes dans un contexte normal mais naturelles dans un contexte physiologique perturbé (nage en oblique et anomalie de vessie natatoire).

3 - LE SCHEMA COMORTEMENTAL DE BASE ET LES DIFFERENTES FORMES D'EXPRESSION

Le bilan des observations et des essais en grand volume ou les animaux étaient soumis soit à des conditions de libre expression comportementale, soit à des conditions imposant une adaptation a montré que non seulement dès les premiers stades les poissons présentent la complexité de tous les organismes évolués mais encore qu'il existe une logique du système comporte-

mental ; une étho-logique en quelque sorte dont le modèle évolutif est résumé ci-après.

3.1 - Les prélarves

A l'éclosion, la prélarve est dotée d'un système neurosensoriel et musculaire fonctionnel. Sous des conditions adéquates elle manifeste très tôt une photosensibilité et un éveil sensoriel aux agressions mécaniques directes ou indirectes qui évolue vers des réactions d'évitement. La genèse de l'activité motrice suit un schéma assez précis dont l'évolution dans le temps dépend de la vitesse de maturation de l'animal elle-même reliée de façon hyperbolique inverse à la température du milieu. A ce stade les possibilités d'adaptation comportementales aux modifications éventuelles du milieu sont faibles et seul le critère " répartition spaciale " peut varier dans des proportions importantes. Toutefois, l'action de facteurs physiques modifiant passivement la répartition limite les conséquences prévisionnelles qui peuvent en résulter.

Au niveau des bornes physiologiques, la maturation comportementale est freinée, inhibée puis perturbée. Les réactions musculaires aux stimuli sensoriels se raréfient et la possibilité de réitération diminue. La durée du temps de repos par rapport au temps de nage augmente. D'une façon générale, les animaux présentent une régression comportementale avant de mourir et la non-évolution ou la réapparition de schémas comportementaux ayant préalablement disparu, sont suffisamment significatives pour être considérées comme prévisionnelles d'un mauvais état de santé. En mode calme, ces perturbations se traduisent par une tendance à la sédimentation et à une inhibition du réflexe de bascule et de retour dans le pelagos après contact avec le fond. Si aucun remède mécanique n'est apporté (brassage du milieu) ce comportement est une cause directe de mortalité après attaque (ciliés, copépodes) des prélarves posées sur le fond. Tout comme il existe une notion de zéro biologique, il est possible de définir un seuil de "zéro comportemental" physiologiquement non mortel sous des conditions d'assistance technique adéquate mais létal en son absence. En élevage extensif, dans la région languedocienne, cette valeur est comprise entre 11 et 12°C de température moyenne journalière. Outre cette modification comportementale de base, certaines conditions de milieu responsables de malformations ou d'anomalies létales sont associées à des modifications de comportement typiques. C'est le cas des fortes turbulences qui causent des torsions corporelles, une érosion de la nageoire primordiale ou un décrochement du globule lipidique (qui flotte dans le vitellus) et sont visualisées par une position de repos spéciale, une nage en vrille caractéristique et des états de passivité persistants.

3.2 - Les larves à l'entrée dans la vie trophique

A l'entrée dans la phase hétérotrophe (2,9-4,1 mm de taille selon les espèces), les larves sont pélagiques. Elles présentent une activité de nage moyennement équilibrée et un éveil sensoriel important qui se manifeste sous forme de phototropisme intense, de rhéotropisme modéré, de réactivité instantanée aux agressions directes et indirectes avec expression des comportements d'évitement orientés, d'intérêt pour les proies et, plus tard, de sélectivité alimentaire.

Dès cet instant, un apprentissage de chasse commence qui se poursuit jusqu'à 3,5-4,5 mm de taille. Son évolution est influencée par plusieurs paramètres parmi lesquels les conditions ambiantes antérieures, la qualité et l'accessibilité des proies, les conditions d'éclairement et de turbulence sont les plus importantes.

Cette période est fort délicate même dans des conditions d'élevage extensif. Au plan de l'évolution générale ultérieure les caractéristiques de réussite ou de l'échec se résument de la façon ci-après :

- Réussite
 - Préservation des réserves lipidiques → maturation comportementale (évolution constante ; réactivité élevée ; possibilités d'adaptation conséquentes)
 - Croissance rapide
 - Survie élevée
- Echec
 - Consommation des réserves lipidiques → aberration comportementale (transfert de l'activité de chasse, réflexes et activité de nage perturbés, comportements de parois ou de surface) → régression comportementale (reprise des positions et attitudes caractéristiques des prélarves)
 - Croissance faible ou négative
 - Mortalité chronique importante

La lumière conditionne la première prise de nourriture et, par là même le cours de l'apprentissage de chasse. Son action, essentiellement détectable lorsque les charges en proies et prédateurs sont faibles (élevages de type extensif) est la suivante :

- avec un éclairage direct, ponctuel et intense 45 à 90% (suivant la nature des planctons existants) d'une population larvaire réussit à se nourrir le premier jour d'alimentation ;
- avec un éclairage suffisant (à partir de 50 watt/m²) et homogène, le taux d'animaux ayant mangé le premier jour oscille entre 10 et 45% du total ;
- enfin avec un éclairage diffus, un retard d'environ 2 jours est observé dans la première prise de nourriture qui semble conditionnée par un seuil d'intensité lumineuse minimale.

La température a un rôle important sur l'évolution générale mais qui peut, suivant les cas, être plus ou moins évident. A savoir que :

- dans la gamme des faibles températures constantes (< 12°C) le développement des réflexes de chasse est très lent, l'entrée dans la phase trophique perturbée et, la mortalité par inanition est massive vers le 15^e jour après l'éclosion ;
- dans la gamme thermique supérieure, l'influence de la température n'est significative que si les autres conditions trophiques et celles trophiques sont adéquates.

Les turbulences et les courants affectent l'apprentissage de chasse mais leur impact dépend tout à la fois de leur intensité et du moment où ils ont été appliqués. Soit :

- les animaux qui se sont développés et ont survécu en présence des courants manifestent de très bons réflexes de chasse : au premier jour d'alimentation jusqu'à 90% d'une population peut se nourrir si les conditions trophiques le permettent ;
- chez les animaux développés en mode calme l'application de courants même faibles au moment d'entrée dans la phase trophique conduit à une perturbation momentanée du schéma alimentaire qui aboutit rarement à l'ingestion. Les raisons de ces échecs initiaux sont à rechercher dans une longue durée de positionnement avant l'attaque et de nombreuses tentatives de réajustement lorsque la proie est éloignée de la larve par les turbulences. Sous ces conditions, l'apprentissage de chasse peut durer jusqu'à deux jours pendant lesquels les poissons, sous-alimentés, présentent des comportements spéciaux de parois ;

- d'une façon générale, toute perturbation brutale de la courantométrie du bassin pendant la phase d'apprentissage conduit à des manifestations momentanées de comportements spéciaux.

L'influence des conditions trophiques sur l'apprentissage de chasse est énorme :

- une alimentation adéquate est annoncée par : une nage lente et prospective ; une croissance rapide ; une augmentation progressive du contenu stomacal moyen ; une maîtrise rapide des réflexes de chasse qui fait chuter la fréquence d'observations sans suite et de positionnements ainsi que celle d'abandons (après positionnement ou poursuite) d'échecs ou de régurgitations ;

- une alimentation inadéquate est annoncée par : une nage rapide, désordonnée et entrecoupée de périodes de repos qui évolue à court terme vers une passivité quasi totale ; des fréquences initiales d'observations, de positionnements et d'échecs élevées qui font place à un transfert de l'activité de chasse puis à un refus ultérieur de se nourrir ; des taux de réplétion stomacale hétérogènes où contrastent un fort pourcentage de vacuité avec un faible taux de sur-consommation (déformation abdominale).

3.3 - Les larves pendant la phase de transition

De 3,5 à 4,5 à 4,5-5,5 mm de longueur totale, les larves entrent dans la phase dite de transition. Elles ont alors une morphologie et une expérience plus développée qui leur permettent de s'adapter et de survivre dans des conditions précédemment considérées comme subléthales mais elles restent fragiles : elles maîtrisent la technique de chasse des proies rapides mais présentent encore une activité trophique perturbée en milieu fortement agité. Le comportement général ne présente pas de modifications majeures, soit :

- les conditions de répartition spatiale, les réponses aux agressions diverses, le mode de propulsion et d'orientation et le schéma trophique sont inchangés ;

- le mode de prospection s'affine grâce à une amélioration de l'exploration spatiale ;

- à partir de 4-5 mm de taille, l'activité de prospection ne peut plus être dissociée de l'activité de déplacement.

Pendant cette période, de nombreuses images ponctuelles de comportements préfigurant des formes ultérieures ou rappelant des formes antérieures et liées à des phénomènes adaptatifs momentanés sont enregistrées. Nous en retenons les cas suivants :

1. Sous certaines conditions de forte courantométrie, la larve exprime un rhéotropisme intense qui la fait cesser toute activité de prospection et l'épuise. Elle présente alors une alternance de périodes d'orientation active avec battement continu de la queue (comportement supra-normal) et de périodes de passivité en position de repos, caractéristique des prélarves (comportement régressif) ;

2. sous des densités en proies faibles ($< 150/l$), la larve présente un comportement de prospection moins méticuleux que la normale et se livre à une nage ininterrompue dont les caractéristiques sont celles d'individus plus âgés. Inversement, lorsque la quantité de plancton augmente, la nage se ralentit au profit d'une prospection régulière plus attentive. La vitesse de nage peut, dorénavant, servir de critère de bonne ou mauvaise condition trophique d'un élevage.

3.4 - Le stade larvaire proprement dit

De 4,5-5,5 à 15,5 mm, les poissons subissent de grandes modifications morphologiques et sont de plus en plus aptes à recevoir et à traiter les informations provenant du milieu extérieur. Les principales caractéristiques de ce stade dit proprement larvaire se résument de la façon ci-après :

3.4.1. La formation progressive des organes natatoires conduit à une amélioration de nombreuses performances qui contrebalancent à moyen terme l'influence auparavant stressante ou néfaste de divers facteurs ambiants, Soit :

- la stabilité en milieu turbulent et la résistance aux courants augmentent ;
- la vitesse de nage, les trajets parcourus et le volume exploré sont de plus en plus importants ;
- la réactivité aux agressions est immédiate (nage "filée") et la facilité de capture (lors des opérations de vidange et de siphonage des bassins en particulier) diminue.

La plus grande évolution dans l'activité natatoire a lieu vers 8 mm de taille où la larve adopte le mode de progression décrit par WEIHS (1974) qu'elle conserve par la suite. Les trajectoires deviennent alors franchement rectilignes.

3.4.2. Le perfectionnement de l'activité natatoire est accompagné d'une évolution des systèmes optique et nerveux :

- la distance de perception des proies augmente de façon importante ;
- le schéma trophique évolue vers un arc réflexe permettant une discrimination rapide de la proie suivie d'une attaque immédiate ou, au contraire, d'un abandon sans positionnement préalable ;
- le réflexe de posture en S cesse d'être obligatoire ;
- le mode de prospection se simplifie et s'enrichit de formes statiques assimilables à des affûts pélagiques ;
- le territoire de chasse s'élargit vers les interfaces mais jusqu'à 10 mm, seule l'attaque à l'extrême surface est maîtrisée.

3.4.3. L'expression générale est nuancée par des nouvelles affinités et aptitudes qui sont notamment :

- l'atténuation du phototropisme au profit d'un rhéotropisme intense ;
- la genèse des premières relations intraspécifiques qui évoluent de l'interattraction (jusqu'à 12-14 mm) vers une dispersion qui est probablement annonciatrice d'un besoin physiologique d'espace vital individuel ;
- l'acquisition des comportements d'adaptation à des conditions inadéquates qui deviennent ainsi des critères prévisionnels de cas parapsychologiques. Nous avons identifié les relations de cause à effet suivantes :

- . manque quantitatif ou inadéquation qualitative de nourriture et nage accélérée avec fréquentation des interfaces ;

- . courantométrie excessive et renforcement des relations intra-spécifiques avec fuite des zones perturbées ;

- . affaiblissement pour causes nutritionnelles et inhibition du rhéotropisme et des comportements sociaux ;

- . malnutrition prolongée et tournis (prémisse du point de non-retour)

- . début de maladie, ralentissement de l'activité de prospection et consommation sélective de proies de tailles inférieures aux optima dimensionnels ;

. état de maladie légèrement plus avancé et alternance de périodes de repos en zone calme avec des moments de suroxygénation (orientation active à contre-courant) ;

. état de maladie avancé ou de malnutrition irréversible (point de non-retour) et passivité totale.

3.4.4. Durant ce stage, l'impact de la température sur la vitesse d'évolution (croissance → expérience → perfectionnement) n'est significative que si les conditions trophiques sont adéquates.

3.4.5. En règle générale, le déroulement de ce stade dépend principalement des conditions d'alimentation et, la majorité de cas paranormaux sont le résultat d'une mauvaise gestion dans ce domaine.

L'acquisition d'un comportement trophique correct résulte de plusieurs processus complémentaires tels :

- la présence des stimuli déclencheurs par la nature des conditions trophiques existantes ;
- le renforcement des capacités potentielles d'apprentissage par la réussite des tentatives initiales des animaux encore "naïfs" ;
- l'amélioration des aptitudes physiologiques au cours de la morpho-génèse ;

Qu'il s'agisse des larves de 2,9-4,1 mm ou d'individus de taille supérieure la gamme d'expression de l'éthologie trophique est large si on se réfère au nombre de réponses adaptatives lors des diverses situations possibles mais relativement restreintes lorsque des bilans de croissance et de survie sont pris en considération à long terme. En dehors des gammes alimentaires compatibles avec leur physiologie les larves de différentes tailles présentent l'un ou l'autre des deux types de réponses suivants :

- en dessous de 6 mm, les possibilités d'adaptation sont faibles. Les individus ne changent pas de territoire de chasse. Les transferts comportementaux portent sur une accélération de la vitesse de prospection et sur l'attaque de proies ou particules à répartition pélagique qui seraient délaissées sous d'autres conditions ;

- de 6 à 15,5 mm les possibilités d'adaptation sont supérieures mais insuffisantes. Les transferts comportementaux portent sur la colonisation des interfaces mais le mode de chasse y est inadapté et, les attitudes manifestées y sont de 2 types :

- a) surexcitation incontrôlée contre les interfaces ;
- b) actes préfigurant des formes d'adaptation ultérieures mais qui aboutissent rarement à l'ingestion (tentatives d'aspiration du film superficiel jusqu'à 12 mm ; picorage des parois jusqu'à 15 mm ; prospection du sédiment entre 12 et 15 mm).

4 - BILAN DES OBSERVATIONS

La synthèse des observations comportementales peut être résumée dans un contexte de causalité à deux types et 5 niveaux d'agressions comme défini dans l'organigramme ci-joint. D'une façon générale, lorsqu'un cheptel en bonne santé (niveau 0) c'est-à-dire caractérisé par une conformité physiologique et comportementale reçoit une agression, il passe presque toujours par un brève période de perturbation comportementale éventuellement suivie d'une perturbation physiologique plus ou moins importante.

Le premier niveau de "perturbation comportementale" (niveau 1) est caractérisé par une manifestation de réactions supranormales telles que l'apparition trop précoce de la nage filée (peur et fuite), l'augmentation de la vitesse de croisière (lorsque l'agression relève des domaines de toxicologie, de courantométrie ou d'alimentation) ou l'élargissement du territoire de chasse à des niveaux non conformes avec l'écologie des individus (lorsque l'agression conduit à une carence alimentaire de type quantitatif ou qualitatif). L'état de sensibilisation atteint à ce niveau est généralement faible et une convalescence récupérative est possible si les relations de cause à effet découvertes à temps ont été suivies d'actions curatives.

A un niveau d'agression supérieur c'est l'état physiologique lui-même qui est affecté. Les possibilités de diagnose se compliquent et ne sont pas encore toutes identifiées mais des pronostics relativement fiables peuvent quand même être fondés sur le seul fait de l'expression comportementale.

Une perturbation physiologique réversible (niveau 2) est souvent annoncée par une manifestation de comportements d'anticipation (colonisation d'interfaces chez les larves inférieures à 10 mm de taille; ingestion de particules de dimensions non conformes à la moyenne de la norme et/ou de transfert (ingestion des bulles et de scories; état agressif préfigurant du cannibalisme). L'état de sensibilisation atteint à ce niveau n'est pas encore trop grave et une convalescence récupérative est aussi possible si des dispositions curatives sont prises à temps. Dans le cas contraire, les animaux évoluent soit vers un état de mauvaise santé, soit vers un état intermédiaire de santé sensibilisée qui est le résultat exacerbé du pouvoir adaptatif physiologique et comportemental (tournis en surface ou effet de paroi et insuffisance trophique). Cette convalescence adaptative implique des soins intensifs si on persiste à vouloir sortir une production. Il entre dans cette catégorie les causes de stress provoquées par la majorité des essais d'élevage larvaire intensif actuels, notamment les densités élevées, le renouvellement d'eau insuffisant et l'inadéquation trophique qualitative et quantitative.

Une perturbation physiologique irréversible mais non létale (niveau 3) est souvent annoncée par l'élaboration de comportements de compensation (absence de vessie natatoire et répartition nectobenthique associée à une nage en oblique) ou de substitution (développement de malformations squelettiques et anomalies d'utilisation des pectorales rétablissant un fallacieux équilibre natatoire). L'état de sensibilisation atteint à ce niveau est important et le cheptel ne peut évoluer que vers un état de mauvaise santé ou de santé sensibilisée.

Enfin, à des niveaux d'agressions supérieurs les perturbations physiologiques létales à moyen terme (niveau 4) se traduisent par une acquisition progressive de comportements régressifs (augmentation de passivité, perte d'appétit, diminution des tailles des proies ingérées, sélectivité spécifique orientée vers des proies planctoniques à mouvement lent ou immobiles, sédimentation sur le fond) alors que les perturbations physiologiques létales à court terme (niveau 5) sont annoncées par des comportements à caractère généralement spasmodique parfois aberrant en préliminaires des précédents.

Un certain nombre d'exemples d'évolution prévisionnelle basés sur des relations de cause (agression) à effet (expression comportementale) sont rapportés dans la légende de l'organigramme.

5 - CONCLUSION

Dès les premiers stades, les sars, daurades, marbrés, charax expriment des comportements qui sont relativement spécifiques mais dont les

traits généraux communs traduisent l'unité de famille. Au cours du temps, cette expression comportementale évolue et se diversifie selon un schéma relativement précis (étho-logique de développement) qui est fonction des conditions d'environnement de l'état physiologique et de l'acquis et qui permet de déterminer l'état de santé puis l'évolution probable du cheptel. Certaines relations de causes à effets ont ainsi été identifiées entre des types "d'agressions" et des anomalies comportementales (associées ou non à des perturbations physiologiques) mais de nombreux travaux restent à faire pour relier plus précisément les concepts de "causalité directe" aux formes d'expression et aux séquelles.

Au plan appliqué, la conclusion de cette étude est que, jusqu'au niveau d'expression défini comme niveau 2 (perturbation physiologique réversible) l'étude du comportement permet tout à la fois de prévoir l'évolution d'un élevage, d'estimer l'importance des soins qu'il faut lui attribuer et, éventuellement de ratrapper une fausse démarche. Par contre, à partir du niveau 3 (perturbation physiologique irréversible létale ou non) où le cheptel est irrémédiablement touché dans son intégrité qualitative ou quantitative et où l'estimation des soins curatifs n'a aucun intérêt, les possibilités de prévision ne peuvent servir que dans une optique de gestion rationnelle du volume d'élevage par sacrifice éventuel et précoce des stocks condamnés ou non conformes.

DIYANACH P., 1984 - Contributions à la connaissance de la biologie et de l'élevage de 6 sparidés méditerranéens : *Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus annularis*, *Lithognathus mormyrus*, *Puntazzo puntazzo*.
Thèse doctorat ès-science en préparation.

KENTOURI M., 1984 - Contribution à la connaissance de l'éthologie des jeunes stades de *Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Lothognathus mormyrus*, *Puntazzo puntazzo* (Pisces sparidae) en élevage.
Thèse doctorat ès-science en préparation.

WEIHS D., 1974 - Energetic advantages of burst swimming of fish.
J. Theor. Biol. 48, 215-229.