

# Bien-être chez les poissons d'élevage

P. PRUNET, B. AUPERIN

INRA, UR1037 Station Commune de Recherches en Ichtyophysiologie, Biodiversité et Environnement,  
F-35042 Rennes, France

Courriel : Patrick.Prunet@rennes.inra.fr

L'élevage de poissons est en forte augmentation à travers le monde. Les diverses activités tournant autour de ces élevages (de production ou récréatifs) ont une importance économique croissante. Ainsi, en 2003, les élevages aquacoles représentaient 31,9 % de la production totale (pêche et élevage) mondiale de poissons.

L'augmentation de la production de poissons a conduit à s'intéresser de plus en plus aux problèmes de bien-être de ces animaux en élevage. D'une manière générale, les problèmes de bien-être chez les poissons peuvent être liés à l'activité d'élevage elle-même (effets directs) mais également à d'autres activités humaines (effets indirects). Ces effets indirects peuvent être liés à la dégradation de la qualité du milieu de vie, aussi bien au niveau physico-chimique que biotique avec la réduction des apports nutritionnels, l'introduction de nouveaux prédateurs, la modification de l'habitat... Tous ces paramètres peuvent avoir des effets négatifs sur le bien-être des poissons vivant en milieu naturel (sujet que nous ne traiterons pas ici) mais aussi des poissons d'élevage.

Le bien-être des poissons en élevage fait l'objet d'un travail du comité permanent de la convention européenne sur la protection des animaux dans les élevages qui élabore depuis plusieurs années une recommandation concernant les poissons d'élevage. Cette recommandation contient des dispositions générales dans lesquelles sont explicitées les bases de la conduite d'un élevage respectueux du bien-être des animaux (inspection, type d'enclos, conduite de l'exploitation, et mise à mort d'urgence). A côté de ces conditions générales, des annexes explicitent les besoins particuliers de chaque espèce : qualité de l'eau, hébergement, alimentation, nettoyage des bassins, manipulation, identification... Il est donc important pour les éleveurs comme pour les consommateurs que ces recommandations soient élaborées à partir de données scientifiques perti-

nentes et adaptées aux spécificités des différentes espèces de poisson faisant l'objet d'un élevage intensif.

Alors que la production agricole d'animaux terrestres concerne essentiellement des espèces domestiquées, l'élevage des poissons s'applique à nombreuses espèces peu domestiquées ou en cours domestication et pour lesquelles les connaissances sur leurs besoins biologiques et environnementaux restent trop limitées. En outre, le concept de bien-être a été initialement défini par rapport à des espèces terrestres ayant un niveau élevé de cognition et la capacité de ressentir la douleur. Son application n'est pas nécessairement évidente chez les poissons qui présentent, dans de nombreuses espèces, des structures cérébrales simplifiées et des capacités cognitives limitées.

Le but de cette synthèse est avant tout de mettre en relief les spécificités des questions de bien-être que pose l'élevage des poissons et de faire l'état des connaissances par rapport à ces questions. Ces différents aspects ont fait l'objet, récemment, de revues de synthèse publiées (Huntingford *et al* 2006, Conte 2004). Dans la logique des cinq libertés du bien-être telles qu'elles ont été définies par Bramwell (rapport Bradwell 1965, cité dans Dawkins 1983), nous aborderons donc dans un premier chapitre les aspects physiologiques et éthologiques du bien-être et dans une deuxième partie les aspects liés à la douleur. Enfin, dans les deux derniers paragraphes, nous analyserons les méthodes d'évaluation du bien-être et les conséquences des pratiques d'élevage.

## 1 / Les réponses au stress chez les poissons

L'essentiel des connaissances acquises sur les perturbations du bien-être des poissons exposés à des facteurs

nocifs provient des études réalisées sur la biologie du stress. L'ensemble de ces travaux montre clairement que, pour réagir aux facteurs de stress, les poissons possèdent globalement les mêmes stratégies physiologiques et comportementales que les vertébrés terrestres. En particulier, les récents travaux réalisés chez les salmonidés ont montré que ces animaux sont capable de mettre en place des réponses comportementales et physiologiques intégrées qui recouvrent des stratégies d'opportunisme déjà décrites chez les mammifères (Huntingford et Adams 2005). Les différences avec les mammifères restent mineures et principalement liées aux caractéristiques associées à la vie en milieu aquatique, comme par exemple l'importance des effets des facteurs de stress sur les différents mécanismes d'acclimatation au milieu (Barton 1997, Wendelaar Bonga 1997). Ainsi, par exemple, l'application d'un stress d'isolement ou d'une situation de dominance chez les poissons induit des modifications morphologiques (nécrose, apoptose, dilatation des espaces intercellulaires) au niveau de l'épithélium branchial et des déséquilibres de la balance hydrominérale Wendelaar Bonga 1993).

### 1.1 / Réponses comportementales

Ces réponses constituent la première ligne de défense du poisson face à des facteurs de stress environnementaux, sociaux, ou liés aux prédateurs. La gamme de réponses comportementales que le poisson peut exprimer en élevage est très large, comme par exemple des modifications du comportement de nage (Juell et Fosseidengen 2004), du comportement alimentaire (Hart 1993) ou le développement de phases comportementales spécifiques en réponse à une maladie parasitaire (Furevik *et al* 1993). Chez les poissons comme chez les autres animaux, les situations de stress peuvent induire des modifications du comportement ; en retour, l'existence de contraintes (ex. élevage

en cage) peut aussi conduire à une réponse de stress : la connaissance du comportement normal de l'espèce élevée constitue donc un préalable indispensable pour l'analyse du bien-être. Ainsi, des modifications du comportement constituent autant d'indicateurs de la manière dont le poisson sent et réagit à l'exposition à des facteurs de stress (Schreck *et al* 1997).

De nombreux facteurs de stress sont susceptibles de modifier certains comportements des poissons. Ainsi, une alimentation de mauvaise qualité distribuée à des poissons au stade larvaire peut conduire à un développement anormal des réponses comportementales adaptatives mises en place lors d'une exposition à des stress environnementaux (Fletcher 1997, Davis et Olla 1992). De même, l'exposition de Tilapia à des températures extrêmes a pour conséquence de modifier les capacités de nage des poissons (Kutty et Sukumaran 1975).

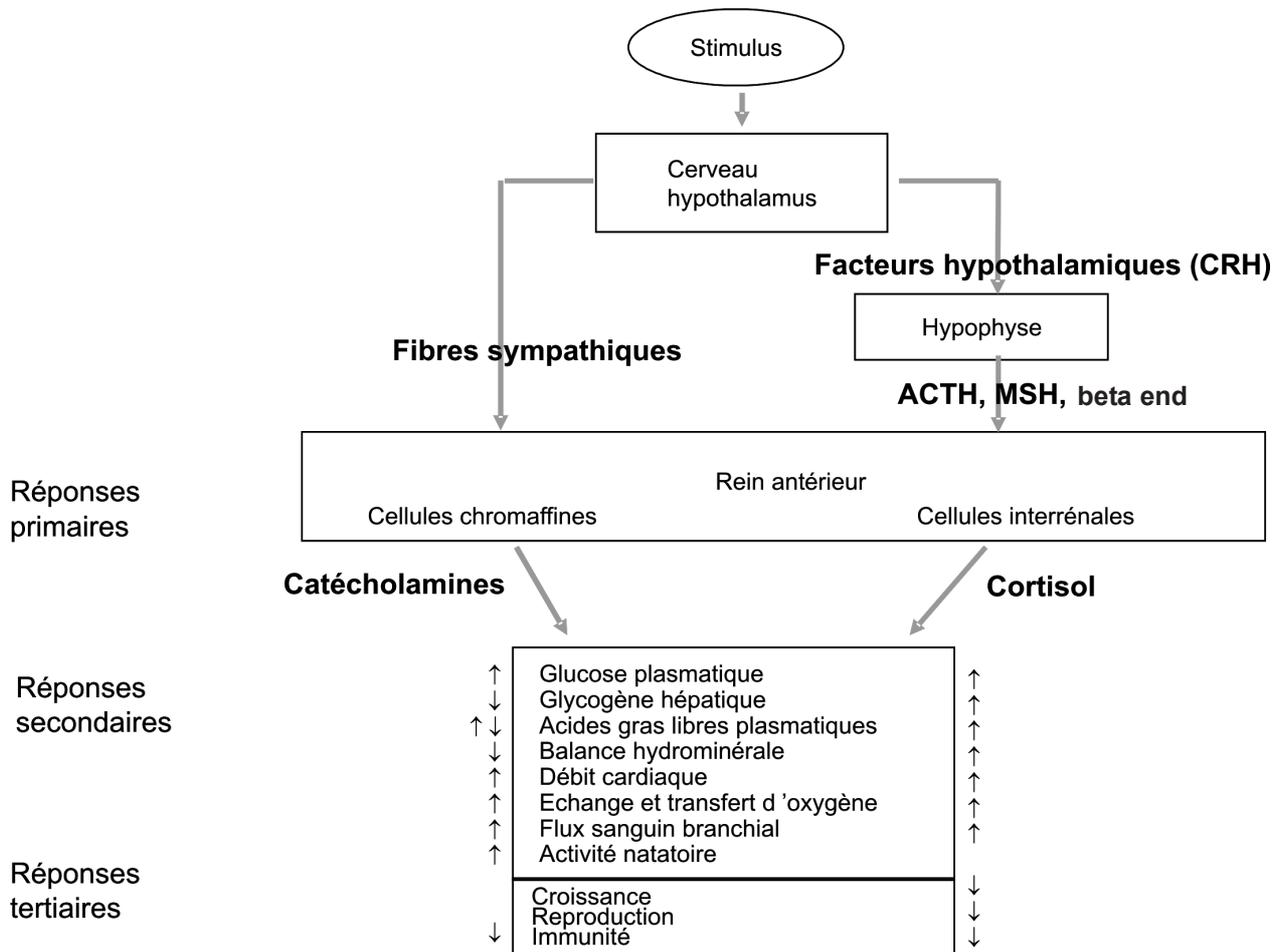
Des changements de comportement ont également été observés en réponse à des infestations par des microorganismes pathogènes ou par des parasites (Post 1987). Ceci inclut une augmentation de l'activité du poisson, des sauts à la surface de l'eau et finalement une baisse d'activité suivie d'une léthargie (Warren 1991, Thoesen 1994). Chez des saumons élevés en cage, l'infestation par des parasites a conduit à des comportements erratiques à la surface de l'eau (Furevik *et al* 1993).

## 1.2 / Réponses physiologiques

Comme chez les mammifères, la réponse primaire à un stress implique chez les poissons l'activation du système catécholaminergique et de l'axe hypothalamo-hypophyse-interrénale (HPI) (Wendelaar Bonga 1997). La perception d'un facteur de stress induit une libération rapide de catécholamines par le tissu chromafin situé au niveau du rein antérieur. L'activation de l'axe hypothalamo-hypophyse-interrénale

conduit à la libération, au niveau du système nerveux central (hypothalamus), de CRH (*Cortico-Releasing Hormone*), neuropeptide qui stimule la libération d'ACTH hypophysaire, laquelle va stimuler la synthèse et la sécrétion de cortisol par l'interrénale (glande homologue du cortex adrénal des mammifères) en association avec d'autres hormones hypophysaires telles que MSH et  $\beta$ -endorphine (figure 1). L'activation de ces deux systèmes permet des réponses coordonnées, à court terme, activées par les catécholamines, puis à plus long terme par le cortisol. Ces réponses touchent, dans un premier temps, les grandes fonctions physiologiques impliquées dans l'acclimatation, la respiration, le métabolisme énergétique, l'osmorégulation, la fonction cardio-vasculaire. Lorsque la situation de stress se prolonge et que l'animal ne peut s'adapter, les modifications de ces fonctions physiologiques peuvent avoir des conséquences néfastes diverses, comme la perte d'appétit, la réduction de la croissance, le blocage de la repro-

**Figure 1.** Schéma montrant les principales voies neuroendocriniennes d'intégration de la réponse au stress chez les poissons. ACTH : adrenocorticotropine, MSH : hormone stimulant les mélanophores, beta end :  $\beta$ -endorphine.



Les flèches indiquent l'effet stimulateur ou inhibiteur des catécholamines et du cortisol sur les réponses secondaires (différents paramètres physiologiques) et tertiaires au stress (Inspiré de Wendelaar Bonga 1997).

duction, la chute de la réponse immunitaire. Chez les poissons, les défenses contre les agents pathogènes s'appuient principalement sur le système immunitaire non spécifique. Le système immunitaire spécifique qui comprend les lymphocytes responsables de la production d'anticorps et les cellules phagocytaires est en effet moins développé chez les poissons. L'immunosuppression associée au stress chronique est en partie médiée par le cortisol (Weyts *et al* 1999) et il est fréquent que ces situations conduisent à des mortalités dues à des pathologies bactériennes ou fongiques.

En milieu naturel, les situations de stress auxquelles les poissons doivent faire face sont le plus souvent de type aigu. Les réponses comportementales et physiologiques développées face à un tel type de stress sont, a priori, bénéfiques pour le poisson ; elles lui permettent de fuir ou de se défendre (stratégie du «*flight or fight*») grâce à une augmentation des capacités de mobilisation de l'énergie. Par contre, lorsque l'animal est exposé à des situations de stress plus longues (stress chronique) ou répétées (stress chronique intermittent) comme cela peut être le cas en élevage où aucune possibilité de fuite n'existe, les réponses développées peuvent devenir mal adaptées et conduire à des états pré-pathologiques voire pathologiques pouvant entraîner la mort du poisson.

## 2 / Le poisson peut-il ressentir la douleur ?

Cette question est un point important à prendre en considération dans l'analyse du bien-être des poissons en élevage. En effet, la définition du bien-être animal est directement associée à la capacité des animaux à ressentir la douleur et d'autres formes de souffrance. La question de savoir si une situation peut générer un état mental de souffrance chez les poissons fait l'objet de débats contradictoires principalement liés à la difficulté d'évaluer, chez ces animaux, leur capacité de ressentir des effets physiques tels que la douleur. Dans ce débat, le consensus actuel suggère que les poissons éprouvent certains des états physiques et émotionnels qui sont associés chez l'homme à la douleur mais pour autant n'ont pas la même conscience de la souffrance que les humains (Huntingford *et al* 2006, Chandroo *et al* 2004, Braithwaite et Huntingford 2004). Ce point de vue est soutenu par les éléments suivants : il

est maintenant admis que la longue durée de vie des poissons est associée à un répertoire de comportements complexes sous-tendu par des processus mentaux élaborés, identiques à ceux générés par le ressenti conscient de la douleur chez l'homme. Ainsi, nous savons que certaines espèces de poissons sont capables de former des représentations mentales de leur environnement ce qui leur permet de développer des capacités de navigation exceptionnelles (Reese 1989, Rodriguez *et al* 1994). De plus, beaucoup de poissons vivant en groupe social sont capables de reconnaître leurs congénères de proximité (Swaney *et al* 2001). En utilisant des techniques de psychologie expérimentale, il a été montré que différents types d'informations comme le ressenti d'un *stimulus* nocif sont intégrés au niveau de différentes parties du cerveau du poisson, ce qui permet à l'animal d'exprimer des réponses d'évitement adaptées (Portavella *et al* 2004, Yue *et al* 2004). Ainsi, ces données suggèrent clairement que les poissons présentent des processus complexes cognitifs et comportementaux à partir desquels on peut légitimement penser que le poisson est capable de ressentir la souffrance.

Cette conclusion est renforcée par l'analyse chez les poissons des systèmes de perception de la douleur. Ainsi chez la truite, deux types de nocirécepteurs (les fibres A-delta et C) ont été identifiés au niveau du nerf trigéminal qui transmet l'information de la douleur (Sneddon *et al* 2003a). De plus, les poissons téléostéens produisent les mêmes messagers, des opiacés naturels, connus chez les mammifères pour moduler la nociréception (Balm et Pottinger 1995). Enfin, des travaux récents d'analyse du comportement chez la truite ayant subi un traitement nocif au niveau de la bouche, indiquent des perturbations fortes de différents paramètres comportementaux (Sneddon 2003b). L'ensemble de ces données suggère donc que les poissons sont capables de percevoir un *stimulus* nocif, non seulement au niveau périphérique par l'intermédiaire d'un système sensitif mais aussi au niveau central et d'avoir une certaine perception de la douleur (Huntingford *et al* 2006).

## 3 / L'évaluation du bien-être des poissons

Les réponses de stress constituent des réactions naturelles du poisson face à des situations de perturbation et les

informations acquises sur le stress constituent certainement une partie importante de notre connaissance sur le bien-être des poissons. C'est donc à partir des informations acquises sur les réponses biologiques aux situations de stress qu'ont été élaborés les indicateurs de perturbations du bien-être des poissons. Cependant, l'évaluation du bien-être ne peut se résumer à l'observation de l'ensemble des réponses au stress. Ainsi, par exemple, certains aspects de la réponse au stress aigu (ex. modification du métabolisme énergétique) peuvent être bénéfiques pour le poisson et l'activation de ces réponses ne peut alors être considérée comme perturbant le bien-être du poisson. De même, l'observation de symptôme de maladie dans les élevages n'est pas nécessairement signe de problèmes de bien-être *via* un effet du stress sur la réponse immunitaire des poissons. En cas d'épidémie, tous les poissons peuvent être touchés par la maladie quel que soit leur état de bien-être. Ainsi, l'utilisation des seuls critères de réponse physiologique au stress pour évaluer le bien-être des poissons n'est pas satisfaisant (Huntingford *et al* 2006).

Les études comportementales constituent une autre approche importante pour l'évaluation du bien-être chez les poissons. Les modifications des réponses comportementales peuvent souvent constituer des réponses précoces indicatrices d'une perturbation du bien-être des animaux. Ainsi, par exemple, Sneddon *et al* (2003c) ont montré que les réponses d'évitement de la truite exposée à un nouvel objet sont supprimées lorsque le poisson a été exposé à un stimulus nocif. Cependant, ces réponses réapparaissent si les animaux reçoivent un traitement à la morphine qui agit alors comme un agent analgésique. Ces résultats illustrent bien les possibilités qu'offrent le répertoire des réponses comportementales comme outil de diagnostic du bien-être des poissons. L'utilisation de tests de choix face à différents paramètres environnementaux (température, présence ou non de polluants) ou sociaux (choix entre différents bancs de congénères) pourrait aussi constituer des approches originales pour évaluer le bien-être des poissons (Huntingford *et al* 2006).

Compte tenu de la multiplicité des paramètres biologiques qui sont associés au bien-être des poissons, la stratégie actuelle la plus fiable pour évaluer ce bien-être reste la mesure simultanée de plusieurs paramètres associés aux différents volets biologiques du bien-être. La

question ensuite se pose de l'interprétation de ces mesures multiples et du choix de la méthode d'analyse multivariable. Ainsi, par exemple, Turnbull *et al* (2005) a utilisé l'Analyse en Composante Principale (ACP) pour intégrer différentes mesures réalisées sur le saumon atlantique (état du poisson et des nageoires, glucose et cortisol plasmatiques) et destinées à mesurer le bien-être des animaux dans différents systèmes d'élevage. Cette analyse intègre ces paramètres dans le calcul d'un score représentatif du bien-être des animaux : il est intéressant de noter que ce travail aboutit à des conclusions qui sont assez cohérentes avec l'estimation faites par les pisciculteurs du bien-être des poissons en élevage.

Enfin, la réalisation de ces mesures se heurte souvent à la difficulté de collecte des échantillons biologiques dans les élevages. L'utilisation de méthodes ne nécessitant pas de réaliser des prélèvements sur l'animal est la seule stratégie qui à terme soit réellement utilisable dans les élevages aquacoles. Ainsi, Huntingford *et al* (2006) proposent une liste de 10 indices qui recouvrent à la fois des paramètres comportementaux et physiologiques (croissance, reproduction). Ils doivent être mesurés sur un échantillon approprié et utilisés de manière adaptée à chaque situation d'élevage pour apporter une réelle information sur l'état de bien-être de l'ensemble de la population.

## 4 / Les effets de l'activité humaine sur le bien-être des poissons

Une des particularités de l'aquaculture est de concerner des espèces en cours de domestication et pour lesquelles les connaissances des besoins biologiques et environnementaux restent limitées. Malgré ce contexte et poussés par le récent développement de l'aquaculture, de nombreux travaux se sont penchés sur l'impact des pratiques d'élevage sur le bien-être des poissons en élevage.

Quel que soit le système de production utilisé, l'élevage des poissons a pour principale caractéristique d'être étroitement dépendant du milieu extérieur à savoir la quantité d'eau disponible et sa composition physico-chimique. En effet, la capacité de l'eau à « transporter » des déchets azotés sous forme non toxique pour les poissons dépend de sa température et de son pH. De même, ses capacités à apporter de

l'oxygène dépendent entre autre de sa température et de sa salinité. Il en est de même pour d'autres produits du métabolisme tels que le gaz carbonique ou de la toxicité de certains minéraux tels que le fer. Ainsi, toute variation de ces paramètres en dehors des valeurs acceptables pour l'espèce considérée conduit à des réactions de stress qui, lorsqu'elles se prolongent dans le temps, conduisent à des problèmes de pathologie et de mortalité (Conte 1992, Schreck et Li 1991). En effet, la présence de produits toxiques en quantité significative dans le milieu d'élevage a des conséquences directes sur la physiologie de la respiration et de l'osmorégulation et peut aussi aboutir à une destruction de la couche externe de mucus qui constitue une barrière importante contre les agents pathogènes et les parasites (Post 1987, Klontz 1993).

L'objectif recherché dans la gestion des systèmes aquacoles est donc de se situer en deçà des limites de ces paramètres de qualité du milieu d'élevage. Suivant les systèmes d'élevage considérés, l'aquaculteur est fortement dépendant du milieu naturel pour la plupart des paramètres de qualité d'eau (ex. cages installées en eau de mer, eau saumâtre ou eau douce) ou peut, totalement ou partiellement, maîtriser certains paramètres, comme l'oxygène, la température, le CO<sub>2</sub>, les niveaux d'ammoniac et d'azote... (comme dans le cas de systèmes d'élevage en eau recyclée).

### 4.1 / Impacts de la densité d'élevage

Dans les élevages aquacoles, la densité est un paramètre important qui intègre non seulement le nombre de poissons par unité de volume mais aussi la biomasse par unité de volume statique. Les valeurs limites doivent en effet prendre en compte à la fois la capacité d'accueil du milieu (qui se mesure par la qualité physico-chimique de l'eau), le seuil d'entassement acceptable (par rapport aux besoins comportementaux de l'espèce considérée). La prise en compte de ces deux paramètres permet de définir des densités d'élevage spécifiques à chaque site de production et à chaque espèce (Ellis *et al* 2001) et rend toute normalisation délicate. Ces notions sont déterminantes pour le bien-être des poissons en élevage et sont à la base des réglementations sur le bien-être des poissons (voir plus loin).

Les technologies actuelles permettent d'augmenter les capacités d'accueil

d'un élevage, à volume d'eau entrant constant, entre autre en traitant l'eau par divers procédés d'oxygénation (tubes en U, plateformes à jet, bicones) et en éliminant les matières en suspension (filtration mécanique). L'amélioration de la qualité des aliments (digestibilité, tenue) a également contribué à avoir une eau de meilleure qualité permettant d'accroître les densités d'élevage. Il existe actuellement un débat autour de l'impact de la densité d'élevage pour savoir si la cause principale de perturbation du bien-être à forte densité d'élevage est liée à une diminution de la qualité de l'eau ou à la mise en place d'interactions sociales défavorables. A partir d'une synthèse des différents travaux réalisés sur cette question chez la truite, Ellis *et al* (2002) concluent que la cause principale des effets négatifs des fortes densités est certes la dégradation de la qualité de l'eau dans les élevages mais aussi l'agressivité des poissons. Ces effets de la densité peuvent aussi varier suivant les espèces. Ainsi, chez la truite et de manière plus forte encore chez l'omble chevalier, les faibles densités d'élevage peuvent conduire à des réponses de stress liées à la mise en place de comportement de dominance au sein des bancs de poisson. A partir de cette analyse, les auteurs suggèrent donc, pour évaluer l'impact de la densité d'élevage sur le bien-être des poissons, d'utiliser une approche multiparamétrique incluant des mesures de qualité d'eau, des analyses de l'état de santé des animaux et des indicateurs de comportement.

### 4.2 / Impact de la manipulation du poisson

Dans les élevages aquacoles, la manipulation des poissons constituent une source de stress d'autant plus importante qu'au cours de ses pratiques, les animaux sont alors sortis de leur milieu aquatique et que l'éleveur est amené à trier régulièrement ses animaux par classe de taille pour optimiser la prise alimentaire et suivre les performances de croissance de son élevage. Ceci a conduit les éleveurs à développer des pratiques d'élevage destinées à réduire l'exposition à des situations stressantes. Les poissons peuvent être regroupés afin d'être aspirés avec de l'eau et transportés dans des goulottes ou des vis sans fin afin de réduire le temps d'exposition à l'air et de manipulation. Ces systèmes ainsi que l'utilisation de filets adaptés permet de réduire l'érosion de la couche de mucus externe. De plus afin de diminuer les risques de

blessures, source d'entrée d'agents pathogènes, l'utilisation d'anesthésique peut être faite pour certaines manipulations (tri, collecte de gamètes...) en particulier pour les espèces de poissons présentant des mouvements brusques ou des épines (bar, tilapia...). L'utilisation d'anesthésique nécessite cependant des précautions pour la commercialisation des animaux. D'autre part, les caractéristiques du milieu dans lequel les poissons sont transférés doivent être proches de celles du milieu de départ pour éviter toute variation trop forte de température ou de caractéristique physico-chimique (Wedemeyer 1997). Pour éviter ce type de problème, les poissons peuvent alors subir un transfert progressif, par pallier, entre deux milieux trop différents.

### 4.3 / Impact du transport

Le transport des poissons peut être divisé en différentes phases : le regroupement des animaux avant le chargement dans les cuves de transport, le chargement et le transport à proprement parler. L'impact des stress étant en général additif ou synergique, chaque phase du transport doit être exécutée de manière à réduire le plus possible le stress.

Ainsi, lors du regroupement des poissons en vue de leur pêche, une importance particulière doit être portée à la qualité de l'eau ; une mise à jeun préalable des poissons est souvent utilisée. Le chargement a été rapporté comme étant la phase la plus stressante pour de nombreuses espèces (Miles *et al* 1974, Specker et Schreck 1980). Ceci est probablement lié aux trauma-

tismes (lésions cutanées) associés aux méthodes de transfert en particulier avec l'usage d'épuisettes pour le chargement (Barcellos *et al* 2001). Même dans des conditions de transport optimales, l'effet stressant de la phase de transport est très dépendant des espèces. Il est en particulier important de surveiller les teneurs en oxygène qu'il est relativement aisé d'ajuster, mais également la température et l'accumulation des produits du métabolisme (CO<sub>2</sub>, ammoniaque) et des matières en suspension.

La charge maximale dans les unités de transport dépend fortement de l'espèce, de la durée du transport et de la présence ou non de système de traitement de l'eau.

Diverses méthodes permettent de réduire le stress de transport dans sa globalité : réduction progressive de la température de l'eau, légère sédation... (Wedemeyer 1972, Robertson *et al* 1988).

Même si le transport se fait dans de bonnes conditions, les poissons doivent récupérer avant l'exposition à tout autre stress afin de ne pas cumuler l'effet de plusieurs agents stressants successifs, ce qui pourrait être grandement défavorable à leur bien-être.

### Conclusions

L'élevage des animaux aquatiques et plus particulièrement des poissons soulèvent des problèmes spécifiques de bien-être. De par leur mode de vie aquatique et du caractère poikilotherme

de leur physiologie, les caractéristiques physico-chimiques de leur milieu de vie doivent être maintenues dans des limites acceptables. En retour, l'éleveur a tout intérêt à contrôler très finement l'état de stress et le bien-être de ses animaux, en particulier pour maintenir l'état de santé des élevages.

Malgré le développement de telles pratiques dans les élevages de poissons et de travaux de recherche sur le bien-être et le stress, la connaissance des différentes facettes du bien-être des poissons reste encore trop fragmentaire. Ainsi, le domaine où notre connaissance est la plus limitée est certainement la compréhension des capacités cognitives du poisson et la conscience primaire que ces animaux peuvent avoir de leur état de bien-être ou de stress. Ces connaissances sont indispensables pour pouvoir évaluer l'impact de situations nocives générées par l'élevage intensif des poissons sur l'état psychologique de bien-être ou de souffrance chez ces animaux. Les relations entre stress, bien-être et résistance aux maladies chez les poissons constituent aussi un domaine important et encore mal connu nécessitant plus d'efforts de recherche. Ces informations devront ensuite être intégrées avec d'autres indicateurs physiologiques, comportementaux et morphologiques pour l'établissement de critères de bien-être utilisables dans les élevages.

### Remerciements

Nous remercions vivement Catherine Beaumont pour la relecture de cet article et ses remarques constructives.

### Références

- Balm P.H.M., Pottinger T.G., 1995. Corticotrope and melanotrope POMC derived peptides in relation to interrenal function during stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Gen. Comp. Endocrinol.*, 98, 279–288.
- Barcellos L.J.G., Woehl V., Wassermann G., Quevedo R., Krieger M., 2001. Plasma levels of cortisol and glucose in response to capture and tank transference in Rhamdia quelen (Quoy and Gaimard), a South American catfish. *Aquaculture Res.*, 32, 121–123.
- Barton B., 1997. Stress in sunfish: past, present and future – a historical perspective. In : Fish stress and health in aquaculture, Iwama G.K., Pickering A.D., Sumpter J.P., Schreck C.B., (Eds), Society for Experiment Biology, Seminar Series 62, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1–31.
- Braithwaite V.A., Huntingford F.A., 2004. Fish and welfare: do fish have the capacity for pain perception and suffering. *Anim. Welf.*, 13, 587–592
- Chandross K.P., Duncan I.J.H., Moccia R.D., 2004. Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 86, 225–250.
- Conte F.S., 1992. Evaluation of a freshwater site for aquaculture potential. Western Regional Aquaculture Center, USA, Publication WRAC 92-101, 35p.
- Conte F.S., 2004. Stress and the welfare of cultured fish. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 86, 205–223.
- Davis M.W., Olla B.L., 1992. Comparaison de growth, behavior and lipid concentrations of walleye pollock Theragra chalcogramma larvae fed lipid-enriched, lipid deficient and field collected prey. *Marin. Biol. Prog. Ser.*, 90, 23–30.
- Dawkins M., 1983. La souffrance animale ou l'étude objective du bien-être animal. Le Point Vétérinaire (Ed), Paris, France, 152p.
- Ellis T., Scott A.P., Bromage N., North B., Porter M., 2001. What is stocking density? Trout News, CEFAS-DEFRA, Publication, 32, 35–37.
- Ellis T., North B., Scott A.P., Bromage N.R., Porter M., Gadd D., 2002. The relationship between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *J. Fish Biol.*, 61, 493–531.
- Fletcher T.C., 1997. Dietary effects on stress and health. In: Fish stress and health in aquaculture. Iwama G.K., Pickering J.P., Schreck C.B. (Eds.), Cambridge University Press, UK. Soc. Exp. Biol. Semin., Ser. 42, 223–246.
- Furevik D.M., Bjordal Å., Huse I., Fernö A., 1993. Surface activity of Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) in net pens. *Aquaculture*, 110, 119–128.
- Hart P.J.B., 1993. Teleost foraging: facts and theories. In: Behaviour of Teleost Fishes, Pitcher T. J. (Ed), 2<sup>nd</sup> edition, Chapman, Hall, London, UK, 253–284.

- Huntingford F.A., Adams C.E., 2005. Behavioural syndromes in farmed fish: implications for production welfare. *Behav.*, 142, 1207-1221.
- Huntingford F.A., Adams C., Braithwaite V.A., Kadri S., Pottinger T.G., Sandøe P., Turnbull J.F., 2006. Current issues in fish welfare. *J. Fish Biol.*, 68, 332-372.
- Juell J.E., Fosseidengen J.E., 2004. Use of artificial light to control swimming depth and fish density of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in production cages. *Aquaculture*, 233, 269-282.
- Klontz G.W., 1993. Environmental requirements and environmental diseases of salmonids. In: *Fish Medicine*. Stoskopf, M. (Ed.), Saunders, Philadelphia, PA, USA, 333-342.
- Kutty M.N., Sukumaran N., 1975. Influence of upper and lower temperature extremes on the swimming performance of *Tilapia mossambica*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 104, 755-761.
- Miles H.M., Loehner S.M., Michaud D.T., Salivar S.L., 1974. Physiological responses of hatchery reared muskellunge (*Esox masquinongy*) to handling. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103, 336-342.
- Portavella M., Torres B., Salas C., 2004. Avoidance response in goldfish: emotional and temporal involvement of medial and lateral telencephalic pallium. *J. Neuro.*, 24, 2342-2335.
- Post G.B., 1987. *Text Book of Fish Diseases*. TFH Publications, Neptune, New Jersey, 287p.
- Reese E.S., 1989. Orientation behaviour of butterfly fishes (family *Chaetodontidae*) on coral reefs, spacial learning of route specific landmarks and cognitive maps. *Env. Biol. Fishes*, 25, 79-86.
- Robertson L., Thomas P., Arnold C.R., 1988. Plasma cortisol and secondary stress responses of cultured red drum (*Sciaenops ocellatus*) to several transportation procedures. *Aquaculture*, 68, 115-130.
- Rodriguez F., Duran E., Vargas J.P., Torres B., Salas C., 1994. Performance of goldfish trained in allocentric and egocentric maze procedures suggests the presence of a cognitive mapping system in fishes. *Anim. Learn. Behav.*, 22, 409-420.
- Schreck C.B., Li H.W., 1991. Performance capacity of fish: stress and water quality. In: *Aquaculture and water quality. Advances in world aquaculture*, Brune D.E., Tomasso J.R. (Eds). Pub. Wld. Aquacult. Soc., 3, 21-29.
- Schreck C.B., Olla B.L., Davis M.W., 1997. Behavior responses to stress. In: *Fish stress and health in aquaculture*, Iwama G.K., Pickering A.D., Sumpter J.P., Schreck C.B. (Eds). Soc. Exp. Biol. Semin., Ser. 62., Cambridge University Press, UK, 145-170.
- Sneddon L.U., Braithwaite V.A., Gentle M. J., 2003a. Do fish have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proc. Royal Acad. London B*, 270, 1115-1121.
- Sneddon L.U., 2003b. The bold and shy: Individual differences in rainbow trout. *J. Fish Biol.*, 62(4), 971-975.
- Sneddon L.U., Braithwaite V.A., Gentle M.J., 2003c. Novel object test: examining nociception and fear in the rainbow trout. *Proc. Royal Soc.*, 270, 1115-1121.
- Specker J.L., Schreck C.B., 1980. Stress responses to transportation and fitness for marine survival in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) smolts. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.*, 37, 765-769.
- Swaney W., Kendal J., Capon H., Brown C., Laland K.N., 2001. Familiarity facilitates social learning of foraging behaviour in the guppy. *Anim. Behav.*, 62, 591-598.
- Thoesen J.C., 1994. Suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens, 4<sup>th</sup> edition, Version 1. Fish Health Section, American Fisheries Society, Bethesda, MD (sectional series).
- Turnbull J.F., Bell A., Adams C.E., Bron J., Huntingford F. A., 2005. Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. *Aquaculture*, 243, 121-132.
- Warren J.W., 1991. *Diseases of hatchery fish*. United States Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, USA, 92p.
- Wedemeyer G.A., 1972. Some physiological consequences of handling stress in the juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 29, 1780-1783.
- Wedemeyer G.A., 1996. *Physiology of fish in intensive culture systems*. Chapman Hall, ITP, New York, USA, 232p.
- Wedemeyer G.A., 1997. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama G. K., Pickering A.D., Sumpter J.P., Schreck C.B. (Eds). *Society for Experiment Biology Seminar, Series 62*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 35-71.
- Wendelaar Bonga S.E., 1993. Osmoregulatory effects of stressors in fish. *Atti Accad. Pelor. Pericol.*, 69, 45-61.
- Wendelaar Bonga S.E., 1997. The stress response in fish. *Physiol. Rev.*, 77, 591-625.
- Weyts F.A.A., Cohen N., Flik, G., Verburg van Kemenade B., 1999. Interactions between the immune system and the hypothalamo pituitary interrenal axis in fish. *Fish Shell. Immun.*, 9, 1-20.
- Yue S., Moccia R.D., Duncan I.J.H., 2004. Investigating fear in domestic rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using an avoidance learning task. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 87, 343-354.

## Résumé

Le récent développement de l'aquaculture a conduit à s'intéresser au bien-être des poissons en élevage. A la question du ressenti de la douleur chez le poisson, il est le plus souvent admis que ces animaux sont capables de la percevoir mais pas nécessairement d'en avoir la même conscience au niveau cérébral que chez l'homme. Exposés à des situations de stress, les poissons présentent globalement les mêmes stratégies physiologiques et comportementales que les vertébrés terrestres. C'est à partir de ces informations qu'a été abordée la caractérisation du bien-être chez les poissons en favorisant une approche multiparamétrique. Les activités associées à l'élevage des poissons constituent autant de facteurs susceptibles de modifier leur niveau de bien-être. La qualité physico-chimique du milieu d'élevage en rapport avec les spécificités de l'espèce élevée constitue une cause importante de modification du bien-être. D'autres facteurs comme la densité d'élevage, la manipulation du poisson ou son transport sont également susceptibles d'avoir un impact sur le bien-être. Le contrôle de tous ces facteurs par l'éleveur est indispensable pour la réussite d'un élevage. Les compétences acquises par les éleveurs doivent être complétées par une meilleure connaissance des bases biologiques du bien-être chez les poissons.

## Abstract

*Recent development of aquaculture rose interest for fish welfare in aquaculture farms*

The recent development of aquaculture has raised interest in fish welfare. It is debatable whether fish can feel pain, although there is a certain consensus that fish can perceive harmful stimuli. However, it is still difficult to evaluate how this information is integrated as a subjective experience. When exposed to stress, fish develop the same physiological and behavioural responses as terrestrial vertebrates. Analysing this information using a multiparameter approach has enabled fish welfare to be defined. Several activities involved in fish farming put fish welfare at risk. Deterioration of water quality can be a major cause of welfare problems with regards to specific characteristics of the species. Other parameters such as fish density, handling and transport are also likely to impact on welfare. Control of these stress factors by fish farmers is essential for successful production. In addition to experience acquired by fish farmers, better knowledge of the biological basis of fish welfare is required.

PRUNET P., AUPERIN B., 2007. Bien-être chez les poissons d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 20, 35-40.