

PROTECTION SUISSE DES ANIMAUX PSA

Bien-être animal dans les piscicultures

Etude sur la littérature spécialisée et analyse effectuée par la Protection Suisse des Animaux PSA en relation avec une pisciculture conforme aux besoins des espèces (2012)



Editeur

Protection Suisse des Animaux PSA, Sara Wehrlé, Service spécialisé Animaux sauvages,
Dornacherstrasse 101, Case postale CH-4018 Bâle
Tél. 061 365 99 99, Fax 061 365 99 90, CCP 40-33680-3
sts@tierschutz.com, www.protection-animaux.com

Avant-propos

Alors que la détention de masse des animaux pour la production de lait, de viande et d'œufs qui s'étend au monde entier est, à juste titre, dans le collimateur de la critique, la production de poisson ne fait pratiquement l'objet d'aucune interrogation. Et ce, bien qu'elle aussi pose les mêmes graves questions en matière d'éthique, de protection des animaux, d'écologie et de santé. La raison principale pourrait résider dans le triste fait que si les poissons sont exploités à volonté, bien peu de gens s'intéressent à leur bien-être et à leur santé. Il n'est donc pas étonnant que la recherche sur la protection des animaux soit peu dotée concernant les poissons par rapport à nos autres animaux de rente et que les prescriptions légales de protection soient tout à fait insuffisantes, même en Suisse.

La consommation mondiale de poisson se monte à plus de 160 millions de tonnes – dont 44 % (70 millions de tonnes) proviennent déjà de l'aquaculture – soit 20 kg par habitant de la planète! A titre de comparaison, la consommation mondiale de viande se monte à 280 millions de tonnes, soit une consommation de 40 kg par habitant. Certes, la Suisse est un petit consommateur avec environ 73 000 tonnes (0,045 %). Mais la consommation de poisson y a doublé ces quinze dernières années et se monte actuellement à 9,3 kg par habitant.

Il est important et nécessaire que le mouvement de protection des animaux se préoccupe du bien-être de ces animaux, tant au niveau national que sur le plan mondial. Les organisations de protection des espèces n'ont manifestement pas trouvé le bon moyen d'aborder le problème de l'exploitation souvent cruelle et brutale des poissons. Et même, la propagande en faveur des piscicultures a créé de graves problèmes supplémentaires en matière de protection des animaux.

Cependant les organisations de protection des animaux seraient bien avisées – si elles se soucient réellement du bien-être des poissons – de ne pas se contenter de fustiger la (trop importante) consommation de poisson. Elles devraient aussi se battre pour des améliorations concrètes de la pêche (le sport de la pêche à la ligne!), de la détention, de la manipulation et de l'abattage (aquaculture et pêche en mer!). Enfin il faudrait faire avancer la recherche sur la protection des poissons. C'est en ce sens que la Protection Suisse des Animaux PSA a entrepris, avec la présente publication, une analyse globale et un état des lieux de l'aquaculture en Suisse. Cette publication constitue la base d'un futur engagement de la Protection Suisse des Animaux PSA concernant le bien-être des poissons.

Hansuli Huber, Dr sc. Nat.
Directeur du domaine technique
Protection Suisse des Animaux PSA

Table des matières

Abrégé	5–7
1. La domestication des poissons de rente sous l'angle du bien-être animal	8
1.1 Introduction	8
1.2 Phénomènes liés à la domestication de diverses espèces ichthyologiques	9
1.2.1 Réflexions fondamentales sur la domestication	9
1.2.2 Domestication des poissons	10
1.2.3 Différences entre poissons sauvages et poissons de rente	11
1.2.4 Saumon et omble	12
1.2.5 Truites	14
1.2.6 Esturgeon	15
1.2.7 Perche	16
1.2.8 Autres espèces	16
1.3 Conséquences de la domestication sur le comportement	18
1.3.1 Comportement grégaire et densité de population	19
1.3.2 Instinct migratoire et reproduction	20
1.3.3 Territorialité, stress et agression	22
1.4 Conséquences pour la détention des poissons	23
2. Problèmes de protection des animaux dans la détention des poissons de rente	26
2.1 Est-ce que les poissons peuvent souffrir?	26
2.2 La souffrance des poissons dans les élevages	27
2.3 Evaluation des mesures de gestion en fonction du degré de gravité	27
2.4 Manipulation des poissons conforme à la protection des animaux	28
2.5 Alimentation	29
2.6 Crowding et préparation de l'abattage	32
2.7 Transport	32
2.8 Etourdissement et abattage	33
2.9 Dispositions régissant la détention de poissons dans l'ordonnance suisse sur la protection des animaux (OPAn)	36
2.10 Meilleure pratique: recommandations aux éleveurs de poissons	38
3. Un milieu de vie plus ou moins artificiel en fonction des différents systèmes de détention	39
3.1 Introduction	39
3.2 Le poisson et son environnement	40
3.3 Paramètres décisifs pour le bien-être du poisson	40
3.4 Validité des indicateurs du bien-être des poissons dans l'élevage de poissons de rente	53
3.5 Des mondes différents – de la pleine mer à l'installation à circuit fermé	54
3.6 Réflexions sur «l'enrichissement des comportements» dans les piscicultures	59
3.7 Architecture et fonction d'un réservoir à circuit fermé	60
3.8 Elevage suisse de truites selon les standards bio	62
3.9 Projets de piscicultures pilotes en Suisse	63
3.10 Résumé	67

4. De global à local: nouvelles espèces de poissons pour les piscicultures suisses	69
4.1 Introduction	69
4.2 Réflexions de principe sur le saumon cerise et autres espèces de saumon	69
4.3 Réflexions de principe sur le panga (pangasius)	70
4.4 Réflexions de principe sur le tilapia	72
4.5 Réflexions de principe sur le bar/loup	74
4.6 Réflexions de principe sur la daurade et le vivaneau campèche (red snapper)	75
4.7 Réflexions de principe sur d'autres espèces de poissons	76
4.8 Résumé	78
5. Lessons Learnt	80
5.1 Synthèse et recommandations provisoires de la Protection Suisse des Animaux PSA sur la détention des poissons de rente en Suisse	80
5.2 Possibilités de risques dans le contexte de l'élevage de poissons et du bien-être animal	82
Annexe	84
1 Sensation de la douleur chez les poissons	84
2 Entretiens avec des experts	86
3 Extrait des dispositions relatives à la détention conformément à l'ordonnance sur la protection des animaux (OPAn)	94
4 L'engraissement combiné carpes-canards	95
Bibliographie	96
Liste des illustrations	4
Liste des tableaux	4

Liste des illustrations

Illustration 1: Saumon de l'Atlantique (<i>Salmo salar</i>)	12
Illustration 2: Truite fario (<i>S. trutta</i>) et truite arc-en-ciel (<i>O. mykiss</i>)	14
Illustration 3: Perche (<i>perca fluviatis</i>)	16
Illustration 4: Jeunes tilapias dans un bassin d'élevage	19
Illustration 5: Anguilles (<i>Anguilla anguilla</i>)	21
Illustration 6: tablettes disponibles dans le commerce	29
Illustration 7: Transporteurs de poissons	32
Illustration 8: section des branchies	35
Illustration 9: facteurs de détention dans la pisciculture	40
Illustration 10: Le cabillaud mâle (<i>Gadus morhua</i>)	43
Illustration 11: Thons (<i>Thunnus thynnus</i>) dans une cage à filet	56
Illustration 12: Un réservoir d'élevage de perches	61
Illustration 13: saumon rouge (<i>Oncorhynchus masou</i>)	64
Illustration 14: carpes (<i>Cyprinus carpio</i>)	66
Illustration 15: panga (<i>pangasius</i>) (<i>Pangasionodon hypophthalmus</i>)	70
Illustration 16: augmentations de la production globale de panga (en t) selon la FAO	71
Illustration 17: augmentation de la production mondiale de tilapia (en t) d'après la FAO	73
Illustration 18: Tilapia (<i>Tilapia mariae</i>)	72
Illustration 19: bar (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	74
Illustration 20: Daurade (<i>Sparus aurata</i>) et vivaneau campêche (red Snapper) (<i>Lutjanus campechanus</i>)	75
Illustration 21: la lotte (<i>Lota lota</i>) est le seul gadidé d'eau douce	77
Illustration 22: Etang combiné carpes-canards	95

Liste des tableaux

Tableau 1: Niveau de domestication des différentes espèces de poissons	11
Tableau 2: Modifications du comportement en fonction des aménagements	23
Tableau 3: Exemples d'évaluation d'interventions	28
Tableau 4: densités maximales de différentes espèces de poissons en bio production UE	47
Tableau 5: Effets de la structuration des réservoirs sur le bien-être des poissons	52
Tableau 6: Indicateurs pour l'évaluation du bien-être (SW, d'après Tschudi & Stamer, 2012)	53
Tableau 7: Contrôle des conditions de vie des poissons par les humains dans différents types de détentions	54
Tableau 8: Comparaison entre bassins d'eau courante et installations à circuit fermé	58
Tableau 9: dispositifs d'enrichissement du comportement possibles dans les élevages de poisson	60
Tableau 10: Prévention des risques dans la détention des poissons de rente	83

Abrégé

La présente étude a été réalisée par le Service spécialisé Animaux sauvages de la Protection Suisse des Animaux PSA. Le but était d'évaluer l'aquaculture de poissons de consommation du point de vue de la protection des animaux, en mettant l'accent sur l'évaluation des piscicultures suisses, ainsi que d'indiquer d'éventuels champs problématiques du point de vue de la protection des animaux, les opportunités et les risques liés à l'élevage du poisson en Suisse. Cette étude ne fait qu'effleurer des thèmes comme le développement durable ou la faisabilité technique et se concentre sur des problématiques qui ont directement trait au bien-être animal. Elle se fonde sur une recherche exhaustive portant sur la littérature spécialisée et elle est étayée par des entretiens menés avec des experts et par des visites à des pisciculteurs suisses. Le but exprès de notre travail n'était pas de procéder à nos propres recherches, ni d'analyser des connaissances scientifiques au sens d'une méta-étude. Au début de cette étude, le questionnement était relativement ouvert. Il s'agissait de donner une vue d'ensemble du «state of the art» dans les piscicultures suisses. Il fallait mettre en évidence les conflits possibles avec les idées de la protection des animaux et d'élaborer des recommandations du point de vue de la PSA.

La littérature spécialisée sur le sujet s'est révélée nettement plus importante que prévu. Toutefois, des résultats concrets ne peuvent être interprétés que relativement à certaines espèces de poissons, voire à des lignées d'élevage et des types spécifiques d'élevage. Ce qui manque, ce sont des connaissances générales sur le bien-être des poissons. Ainsi, le monde des spécialistes continue à débattre sur des questions fondamentales et souvent oiseuses comme se demander si les poissons sont capables de souffrir. En revanche, on manque de connaissances concrètes sur les conditions d'une détention conforme aux espèces de poissons en captivité. C'est pourquoi la meilleure pratique («best practice») actuelle se fonde moins sur le savoir concernant les besoins des poissons que sur des spéculations ou l'expérience pratique des pisciculteurs. En outre, les résultats de plusieurs études se posant des questions similaires sont contradictoires, même quand elles portent sur une seule et même espèce. Ce qui augmente la difficulté est le fait que, dans de nombreuses études, même si elles sont publiées dans des magazines sérieux et sont évaluées par des pairs («peer reviewed»), l'arrière-plan «idéologique» du rédacteur (pêche, économie, protection des animaux) transparaît. Les «résultats» et les interprétations sont donc souvent à considérer avec prudence.

Cette étude est divisée en quatre chapitres qui sont dévolus aux problématiques suivantes:

- Où en est la domestication des poissons de rente et joue-t-elle un rôle dans la détention des animaux?
- Quelle est la capacité des poissons à souffrir et quelles mesures de gestion ont-elles une influence sur le bien-être animal dans les piscicultures?
- Quels paramètres sont-ils décisifs pour le bien-être des poissons dans les piscicultures?
- Quelles espèces de poissons sont-elles appropriées pour les piscicultures suisses? Pour quelles espèces la PSA a-t-elle des réserves particulières à formuler?

A la fin de chaque chapitre, nous tenterons de résumer la situation. Le chapitre 5 enfin formule une synthèse des connaissances réunies en tirant des conclusions pour les éleveurs, le commerce de détail, les autorités, la protection des animaux et les consommateurs.

En se fondant sur les connaissances qu'elle a réunies, sur les discussions menées dans le cadre de l'étude avec des spécialistes, ainsi que sur nos visites sur place, la Protection Suisse des Animaux PSA part des observations suivantes:

1. Les poissons sont des animaux dotés de sensibilité dont les besoins spécifiques sont définis par leur mode de vie en liberté à l'état sauvage.
2. La domestication est avancée uniquement chez la truite arc-en-ciel, le saumon de l'Atlantique, la carpe et le tilapia. Chez ces espèces, elle devrait avoir produit certaines adaptations à la vie en captivité. Toutes les autres piscicultures doivent être considérées comme des détentions d'animaux sauvages à visées commerciales.
3. L'engraissement intensif des poissons est peu compatible avec les idées de la protection animale. Du point de vue de la protection des animaux, le bien-être animal ne trouve son compte que dans une production (bio) extensive, dans des conditions proches de celles de la nature.
4. Les piscicultures suisses actuelles peuvent être agréées du point de vue de la PSA en matière de protection des animaux. Toutefois, les recherches scientifiques ciblées sur le bien-être animal dans ces installations restent très insuffisantes. Etant donné que, sur certains aspects, les connaissances sont encore très lacunaires, la PSA estime que les installations à circuit fermé ne doivent pas être encouragées.
5. Du point de vue de la protection des animaux, les élevages extensifs de carpes et de truites (avec des réserves pour ces dernières) sont à encourager. En général, l'élevage et la commercialisation de poissons paisibles comme la carpe devraient être encouragés, car...
6. ... la pêche de poissons fourrage est aussi liée à la souffrance animale.

Les questionnements éclairés dans les différents chapitres permettent de tirer des conclusions sous forme de recommandations pratiques pour la détention, la gestion, la réduction du stress, l'anesthésie et l'abattage des poissons. Pour terminer cette étude, nous prenons en considération les différents risques au regard de la protection des animaux. Essentiellement:

- La détention d'espèces à forte tendance migratoire ou d'autres espèces dont on peut penser qu'elles sont inappropriées
- Le renforcement d'élevages de notre pays par des pêches de poissons sauvages
- Un nourrissage non naturel (par ex. nourriture végétarienne pour des poissons carnivores)
- Une production intensive impliquant de fortes densités
- La fragilité des systèmes techniques comportant le danger d'une «catastrophe» (mortalité massive)
- La souffrance animale du fait des transports, de l'insémination artificielle, d'une trop longue privation de nourriture ou de méthodes d'abattage peu éprouvées
- La manipulation biologique de cheptels par la création de groupes unisexes ou d'élevages cruels ainsi qu'un respect minimaliste des standards légaux pour accroître la rentabilité

En Suisse, les standards légaux sont tout à fait insuffisants. Les autorités et les législateurs n'ont manifestement pas pris la mesure d'un développement rapide de la pisciculture suisse qui va sans doute encore s'accroître durant la prochaine décennie. Hormis la détention en aquarium, les prescriptions sur la détention et la gestion ne portent que sur la production commerciale de truites et de carpes. Et les prescriptions existantes se bornent à quelques rares paramètres concernant l'eau et elles ne donnent aucune indication sur une dimension et un aménagement conformes aux besoins des poissons des installations piscicoles. Ainsi, contrairement à ce qui se passe pour les autres espèces d'animaux de rente, il n'existe pas de systèmes de détention standardisés et expérimentés qui pourraient être prescrits lors de l'agrément délivré à de nouvelles installations piscicoles. Les autorités cantonales chargées de l'application de la loi sont livrées à elles-mêmes devant le fait que de plus en plus d'élevages de poissons sont créés, même pour les espèces pélagiques. Il devrait en résulter une application extrêmement différenciée de la loi en matière de protection des poissons.

Relativement à la protection des animaux, cette étude permet de tirer les conclusions suivantes importantes pour les consommateurs, le commerce de détail, les pisciculteurs et les autorités:

- Les consommateurs devraient donner la préférence à des espèces indigènes et/ou à des espèces qui ont fait leurs preuves comme la perche commune, le sandre, l'omble (salvelinus), la truite arc-en-ciel, la lotte de rivière, le chevesne, la carpe (ou le tilapia).
- Lors de l'achat, veiller à la qualité: élevage (bio) «respectueux de l'animal» et production extensive.
- Lors de l'achat d'un produit en provenance de l'étranger, choisir les piscicultures certifiées bio ou portant le label ASC.
- Même pour les poissons vendus en vrac, une déclaration d'origine est souhaitable (ferme/pêche de poissons sauvages, éventuellement type de détention ou méthode de pêche et pays d'origine). Conformément à l'ordonnance sur les produits alimentaires d'origine animale, une obligation de déclaration (rudimentaire) ne vaut actuellement que pour les produits préemballés à base de poisson. Dans sa réponse du 3 décembre 2012 à la motion Schelbert, le Conseil fédéral (12.4026) se félicite expressément de l'introduction d'une obligation de déclaration pour le poisson, y compris dans la vente de poisson en vrac.
- Les éleveurs et les négociants de poisson devraient veiller particulièrement à la détention des animaux reproducteurs. Ces derniers devraient disposer de davantage de place et de possibilités de fuite et être anesthésiés lors du prélèvement de la laitance et de la rogne.
- L'élevage de poissons paisibles est préférable à celui des poissons carnivores. Les marchands de détail et les autorités devraient encourager la mise sur le marché de carpes et d'autres poissons paisibles appropriés et les consommateurs devraient acheter plutôt des poissons paisibles que des poissons carnivores.
- La PSA estime plus important que l'ouverture commerciale à des espèces toujours nouvelles (espèces pélagiques!) dans les piscicultures de notre pays, le fait que l'offre en matière de poissons dans les magasins suisses présente une plus-value clairement écologique, respectueuse des animaux et éthique. Il est également important que le commerce de détail, plus proche du consommateur, utilise ses canaux de communication pour renseigner sur les relations qui existent entre le comportement de l'acheteur, le prix et le bien-être animal.

1. La domestication des poissons de rente sous l'angle du bien-être animal

1.1 Introduction

Depuis 1970, l'aquaculture connaît une expansion énorme. Sur le plan mondial, le nombre de poissons d'élevage est déjà équivalent au nombre de poissons pêchés. Alors que le poids total des pêches a stagné, voire baissé depuis le milieu des années 90 (Fair-fish, 2010) et se monte actuellement encore à 90.4 millions de tonnes (Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, 2012), l'output mondial de l'aquaculture a augmenté jusqu'à presque 64 millions de tonnes. Selon la FAO, l'élevage de poissons est le secteur de la production alimentaire qui connaît la plus forte croissance. Depuis 1970, le taux de croissance annuel se monte à 8 %. Les producteurs les plus importants sont les pays de l'Asie du Sud, avec une part du marché mondial d'environ 90 % (Chine, Inde, Viêt-Nam, Thaïlande). Dans ces pays, on élève surtout des poissons d'eau douce comme le tilapia et la carpe qui représentent le groupe le plus important, avec 54 % des espèces produites. Les poissons carnivores comme, par exemple le saumon, la truite ou le bar/loup ne viennent qu'en quatrième position (après les mollusques et les crustacés). Les plus grands producteurs sont le Chili et la Norvège. La production annuelle des fermes de poissons européennes se monte à 1,3 million de tonnes (2011).

En Suisse, on consomme par habitant et par an 9 kg de poisson (au total 71 011 tonnes) (WWF, 2012), dont 94 % viennent de l'étranger, presque 50 000 tonnes provenant de la pêche. A titre de comparaison, la consommation de viande par habitant se monte actuellement à 53,7 kg (25 kg de porc, 11,4 kg de volaille, 11,3 kg de bœuf), et 80 % de la viande est produite en Suisse! Depuis 1988, la consommation de poisson a augmenté de 50 % en Suisse. D'ici à 2050, la consommation de poisson devrait encore doubler selon les prévisions (Lienhart, 2012).

Actuellement, il y a en Suisse environ 90 éleveurs de poissons qui se destinent à la consommation (qui pour la plupart exercent cette profession à titre principal) (renseignement OFEV). Ils produisent annuellement 1200 tonnes de poisson de consommation (Tschudi & Stamer, 2012). Depuis peu, la pisciculture se répand comme revenu annexe chez les paysans, ce qui peut engendrer d'importants problèmes concernant l'élevage de poissons de rente. Outre la problématique de l'origine de la farine destinée aux poissons, la question du bien-être des poissons d'élevage se pose. En général le niveau de savoir en matière des besoins des poissons est rudimentaire. La mortalité des poissons de rente adultes est vraisemblablement une des plus élevées de tous les vertébrés détenus comme animaux de rente (Ellis et al., 2012). Les taux de mortalité élevés (selon les sources, 10 à 18 % de perte passent pour des taux normaux) seraient alarmants dans tout autre branche d'élevage d'animaux de rente. (A titre de comparaison: la mortalité des poulets à l'engrais est d'environ 3 % en Suisse).

Dans la communauté des chercheurs, il existe un consensus sur le fait que les pratiques actuelles de détention de poissons sont loin de correspondre à la «meilleure pratique (best practice)» et loin de remplir des exigences éthiques ou écologiques (Bergqvist & Gunnarsson, 2011). La plupart des experts sont actuellement d'avis que les poissons sont des êtres dotés de sensibilité (ibidem), ce qui rend la problématique de la détention conforme au bien-être des animaux d'autant plus urgente. Le bien-être signifie davantage que la santé et le maintien des fonctions normales du corps. Mais ce qu'il faut comprendre par détention conforme aux besoins de l'espèce chez les poissons de rente échappe en grande partie à nos connaissances et nous connaissons mal les besoins des animaux en captivité. Différents paramètres exercent une influence sur le bien-être des poissons: la densité de population, la lumière, la vitesse du courant, les concentrations d'oxygène et de CO₂ dans l'eau, la qualité de la nourriture à disposition, la manipulation des animaux et l'expérience des employés dans les fermes de poissons, la santé, le transport, l'hygiène et les méthodes d'abattage (Johnston, 2003). Les poissons sont des organismes qui réagissent de manière très sensible, ce qui se mani-

feste par de forts taux de mortalité lorsque les conditions de détention sont insuffisantes. Pour des raisons économiques et de qualité, les producteurs de poisson devraient donc se montrer ouverts face aux questions posées par la protection des animaux dans les piscicultures. Ceci est parfois le cas, comme le montrent les directives que la branche s'impose déjà en partie à elle-même. (Scottish Salmon Producers' Code of Good Practice, Freedom Food Standards de la Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals RSPCA, Loch Duart Sustainable Salmon, entre autres).

Certes, il existe des travaux de recherche sur les conséquences de la domestication, la capacité de sensibilité et les besoins des poissons en captivité ainsi que sur les questions de protection des animaux dans les piscicultures. Cependant, les problématiques sont complexes et les résultats souvent contradictoires. Ainsi, la recherche a-t-elle montré jusqu'à présent que des directives se rapportant à la densité de détention d'une espèce sont problématiques, étant donné que les poissons peuvent souffrir non seulement de trop fortes densités, mais aussi de densités insuffisantes (Turnbull, 2005). Mais, malheureusement, les connaissances éthologiques sont encore insuffisantes en ce qui concerne les besoins des poissons dans leur milieu naturel.

Dans la présente étude, nous nous proposons de résumer les connaissances scientifiques sur les paramètres importants qui influent sur le bien-être animal en pisciculture. Il n'est pas dans les intentions de cette étude de présenter de nouvelles connaissances, sans parler de connaissances scientifiques, sur le bien-être animal dans les piscicultures. Ce travail a bien plutôt pour but d'évaluer les piscicultures du point de vue de la protection des animaux en s'appuyant sur des connaissances pratiques et scientifiques disponibles actuellement.

1.2 Phénomènes liés à la domestication de diverses espèces ichthyologiques

1.2.1 Réflexions fondamentales sur la domestication

Bien que le terme «domestiqué» vienne du latin *domus* = la maison, la domestication d'animaux signifie dans son acception classique bien davantage que de détenir (d'apprivoiser) les animaux à la maison. Les animaux domestiques se distinguent de leurs ancêtres sauvages sur le plan génétique et dans leur aspect extérieur (phénotypique). Grâce à des choix opérés dans les élevages par les humains (domestication active) ou une auto-domestication (passive), les animaux se sont adaptés à la vie avec les humains. Les processus classiques de la domestication comprennent l'élevage sélectif, l'hybridation, le croisement, mais aussi la sélection naturelle dans un environnement anthropogène. La technologie génétique joue également un rôle nouveau. La condition d'une domestication accomplie est la reproduction ininterrompue et contrôlée en captivité (Bilio, 2007/2008).

Les critères classiques de la domestication sont les suivants: l'animal est détenu dans une intention particulière, sa reproduction est contrôlée par l'être humain et est indépendante des cheptels sauvages, il peut se comporter de manière différente de ses congénères en liberté et quelques-unes de ses nouvelles propriétés peuvent (mais ce n'est pas obligatoire! [Note de l'auteure]) rendre difficile sa survie en liberté (Liao & Huang, 2000).

Toutefois, le processus millénaire de domestication d'animaux domestiques comme le chien, le porc ou le cheval ne peut être comparé à celui des poissons que sous certains aspects, ce qui, selon certains auteurs, exige un élargissement du concept de domestication. En effet, on pourrait trouver en chacun de nos animaux domestiqués depuis très longtemps un héritage de ses ancêtres sauvages. Aucune espèce animale ne pourrait donc être considérée comme définitivement domestiquée (Denis, 2004). La domestication serait un processus en marche permanente et pouvant à tout moment revenir en arrière (par ex. le dingo, le pigeon des rues, le mustang). Un nouveau concept de domestication engloberait, de manière sensée, non plus seulement des espèces dans leur ensemble, mais aussi des individus représentant une espèce, de telle sorte qu'il puisse exister parallèlement, pour une seule et même race, des lignées sauvages et des lignées domestiquées. Bilio (2007/2008) en revanche met en garde contre le fait d'affaiblir le concept de domestication spécialement pour le domaine de l'aquaculture et plaide pour qu'on considère seulement comme domestiquées les espèces de poissons qu'on a réussi à élever en captivité sur au moins trois générations sans avoir recours à des captures d'animaux sauvages.

L'œuvre de domestication par l'homme revêt trois formes. L'homme protège contre les prédateurs et contrôle l'approvisionnement en nourriture ainsi que la reproduction des poissons. Cependant son influence est différente selon son intensité. Ainsi existe-t-il des espèces que nous ne nous «approprions» que de manière sporadique (par ex. gibier de chasse), que nous domptons (par ex. tigre au cirque) ou dont nous tirons un usage contrôlé et permanent (par ex. vache). Pratiquement toute espèce animale de notre univers peut être définie du point de vue de son statut de domestication en fonction d'une combinaison de ces trois types de domestication (Denis, 2004). En ce qui concerne les poissons, il existe aussi bien des espèces qui peuvent être considérées comme domestiquées conformément à la définition classique, mais qui ne sont «d'aucune utilité» (poisson rouge, guppy), que des espèces dont la «domestication» ne réside que dans le fait que nous disposons de connaissances fondamentales sur leur reproduction et sur leurs besoins les plus importants en captivité (cabillaud, daurade) (Vandeputte & Launey, 2004). Les seules races parfaitement domestiquées et dont on tire un véritable usage sont jusqu'à maintenant les carpes, les truites arc-en-ciel, ainsi que le saumon de l'Atlantique.

L'environnement d'un poisson en captivité se différencie radicalement du contexte naturel. Le cadre est plus simple, l'espace restreint, les migrations impossibles (Huntingford, 2004). Sa vie offre peu de défis étant donné que la recherche de nourriture n'est plus nécessaire et que les prédateurs ne sont plus une menace, les maladies sont soignées et la reproduction se déroule sans concurrence. Toutefois, d'une autre manière, cette vie est plus exigeante car les animaux sont régulièrement exposés à des interventions de l'homme et sont détenus suivant de très fortes densités (ibidem). Mais des modifications du comportement se produisent non seulement à la suite d'une sélection génétique (ciblée ou due au hasard) sur plusieurs générations, mais aussi par les effets d'apprentissage et de ce qu'on appelle les trade-off (traits d'histoire de vie) qui permettent à l'animal de peser les avantages et les inconvénients d'un certain comportement. La détention en captivité peut donc avoir pour conséquence que, considérant des poissons individualistes comme les truites de rivière adultes, la vie en banc apporte plus d'avantages que le fait de devoir défendre un territoire. Ces effets doivent être aussi intégrés dans l'évaluation de la pisciculture.

1.2.2 Domestication des poissons

Les relations les plus anciennes sur la détention des poissons proviennent de Mésopotamie, 4000 ans avant J.C. Toutefois nous ne savons pas s'il s'agissait déjà en l'occurrence de poissons domestiqués (Fosså, 2004). A partir de 2000 avant J.C., les Egyptiens, et par la suite les Romains, ont détenu des tilapias, des anguilles et des carpes dans un but purement décoratif. Les premiers poissons nettement domestiqués sont les poissons rouges qui furent détenus dans des temples, en Chine, autour de 200 à 400 après J.C. (ibidem), ainsi que des tilapias en Egypte (Suquet et al., 2004). En comparaison avec la domestication des mammifères, la domestication des poissons survient avec un retard de 60 000 à 8000 ans, selon les espèces! Aujourd'hui, en aquariophilie, il existe environ 50 espèces de poissons plus ou moins domestiqués qui apparaissent sous quelque 300 variétés (Fosså, 2004). Les espèces connues sont, outre le poisson rouge, le guppy, le poisson paradis, le betta, le poécilia sphenox, le platy et le xipho(phore)/porte-épée/porte-glaive. Cependant, la domestication classique n'a été atteinte que chez les espèces de poissons de rente suivantes: carpe, truite, saumon, tilapia, et silure glane. Signalons que les opinions des experts divergent quant au statut de domestication des saumons. Actuellement, en France, seuls les poissons rouges et les carpes sont reconnus juridiquement comme des espèces domestiquées (Suquet et al., 2004), et, en Suisse, seules les truites et les carpes sont considérées par la loi comme des animaux de rente.

Dans la première moitié du XX^e siècle, 42 espèces de poissons ont été élevées à des fins commerciales, dont 22 ont atteint une production de plus de 1000 tonnes. En 1971, on comptait 71 espèces, dont 7 généraient un montant de 100 000 tonnes.

La génétique de la plupart de ces espèces est encore proche de celle des poissons à l'état sauvage. La plupart des poissons de ferme ne peuvent pas, ou relativement peu, être considérés comme domestiqués. C'est pourquoi, pour évaluer une pisciculture, il est préférable de partir des besoins des poissons à l'état sauvage et de ne considérer la domestication comme acquise dès lors qu'il

existe des différences génétiques et phénotypiques nettes par rapport aux types sauvages, ce qui n'est le cas que pour un très petit nombre d'espèces de poissons de rente.

La domestication des poissons peut être classifiée comme l'indique le tableau suivant:

Tableau 1: Niveau de domestication des différentes espèces de poissons (simplifié d'après Billio, 2007/2008)

Espèce	Production mondiale (t) (environ)	Niveau	Frai	Nombre de générations	Domestication
Carpe commune	3 300 000	Com	sp/ind	∞	réalisée; lignées d'élevage
Saumon de l'Atlantique	1 200 000	Com	ind/(sp)	∞	réalisée; lignées d'élevage
Saumon argenté/coho	101 000	Com	ind	∞	réalisée; lignées d'élevage
Truite arc-en-ciel	500 000	Com	ind/(sp)	∞	réalisée; lignées d'élevage
Ombre	1500	Com	ind	∞	réalisée
Sandre	91 000	Lab/com	ind/sp	> 5	à ses débuts
Turbot	1 500 000	Com	sp	∞	réalisée
Flétan	313	Lab/com	sp/ind	∞	à ses débuts
Cabillaud	6000	Lab/com	ind/sp	∞	à ses débuts
Daurade	187	Lab/com	ind/sp	> 3	à ses débuts
Esturgeon sibérien	3800	Com	ind/sp	> 3	réalisée; lignées d'élevage
Cobia	185	Com	ind	> 3	réalisée; lignées d'élevage
Pangasius	20 000	Lab/com	ind/sp	> 2	non domestiqué
Tilapia	> 1 500 000	Com	ind	> 1	?
Barramundi	30 000	Lab/com	ind/sp	3	à ses débuts
Bar/loup	125 000	Com	ind/sp	∞	à ses débuts

Niveau: Com = élevage commercial parfaitement établi; Lab = Elevage pratiqué jusqu'à maintenant dans des conditions de laboratoire; Lab/com = Elevage essentiellement encore au stade du développement, mais premières lignées d'élevage commercialisées avec succès.

Frai: sp = les poissons fraient spontanément en captivité; ind = n'est induit que par une stimulation artificielle (hormones, prélèvement); (sp) = frai spontané rarement observé; ind/sp = Frai induit à un niveau commercial mais un frai spontané peut se produire; sp/ind = Les poissons fraient de manière spontanée, mais le frai est induit pour un usage commercial.

Nombre de générations: ∞ =innombrables, reproduction en captivité établie; 1, 2, 3, 4, 5, etc. = nombre de générations à partir des poissons sauvages capturés à l'origine (génération fondatrice).

1.2.3 Différences entre poissons sauvages et poissons de rente

Il existe une incertitude importante sur la signification du concept de «domestication» en aquaculture (Billio, 2007/2008). Mais des questions sur le statut de la domestication, sur l'appropriation par l'élevage et sur les buts de l'élevage se posent parce que l'on a affaire à un grand nombre d'espèces et qu'en même temps, les connaissances afférentes à leur détention sont encore minimales. Les conséquences typiques d'une domestication avancée sont, entre autres:

- Modifications des organes des sens
- Réduction de la parade nuptiale
- Réduction du volume du cerveau
- Accélération de la croissance
- Modification de la couleur
- Réduction de la réceptivité au stress
- Modification de la morphologie
- Modification du comportement de fuite et d'agression

Les poissons de rente sont sélectionnés avant tout pour leur capacité à résister aux maladies et à profiter au mieux de la nourriture. Le choix de l'élevage induit également des modifications secondaires, non voulues dans l'apparence et le comportement (sélection quasi-naturelle dans les élevages). Particulièrement dans la première génération en captivité, les animaux qui survivent sont, pour la plupart, ceux qui par hasard s'adaptent mieux aux conditions de la captivité. Ces derniers passent alors massivement leurs informations génétiques. De nombreux poissons ont en commun le fait que des représentants sauvages de leur espèce existent qui (excepté la carpe, le saumon, la truite arc-en-ciel le tilapia, la daurade et le bar) sont encore régulièrement utilisés pour enrichir les élevages (Vandeputte & Launey, 2004). Etant donné qu'une grande partie des modifications qui se sont produites dans le cadre de la sélection à des fins d'élevage en vue d'une croissance accélérée, sont fortuites, la question se pose de savoir dans quelle mesure ces dernières pourront être planifiées à l'avenir. Des effets secondaires sont, par exemple, la qualité de la chair, la résistance aux parasites et aux maladies, la précocité sexuelle, la capacité à supporter le stress et l'agressivité. Les exemples de sélection ciblée réussie sont encore rares concernant les poissons. Ainsi, la sensibilité au froid a pu être réduite chez les carpes européennes (ibidem). Chez les saumons, les truites arc-en-ciel et les tilapias, il existe différentes lignées d'élevage ayant des propriétés différentes (entretien Sindilariu, 2012).

La variabilité génétique des espèces détenues dans des élevages est énorme, même chez les saumons et les truites fréquemment détenus. Souvent, dans un élevage nouvellement créé à partir de poissons sauvages capturés, seul un fragment de la diversité génétique de la population sauvage fondatrice est représenté. Le glissement génétique opéré dans les générations suivantes (modification aléatoire de la fréquence d'un certain allèle dans une population) mène à la formation de lignées très différentes. Il peut en résulter des différences massives, par exemple concernant le poids. Selon la population fondatrice, le poids de carpes de trois ans, par exemple, détenues dans des conditions identiques peut varier jusqu'à 56 % (Vandeputte & Launey, 2004). Ce glissement génétique pourrait également expliquer les résultats contradictoires des études, étant donné que celles-ci portent sur des populations fondatrices différentes.

Nous abordons maintenant l'évaluation du niveau de domestication intéressant pour la pisciculture suisse.

1.2.4 Saumon et omble



Illustration 1: Saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*)

WIKIPEDIA

Les saumons sont des poissons de taille moyenne des genres *salmo* (saumon de l'Atlantique), *salmothymus* et *oncorhynchus* (saumon du Pacifique) de la famille des salmonidés (*salmonidae*). La plupart des représentants des genres *salmo* et *oncorhynchus* (saumon de l'Atlantique, saumon rose à bosse, le saumon rouge ou saumon nerka, saumon royal (chinook), saumon kéta ou saumon chien (chum), saumon argenté (coho), saumon rouge ou saumon du Japon migrent lors de leurs premières années de vie vers la mer, passent le plus clair de leur temps en eau salée et remontent les fleuves pour se reproduire. Alors que les saumons de l'Atlantique effectuent plusieurs migrations et fraient plusieurs fois dans leur vie, les saumons du Pacifique meurent pour la plupart après le premier frai. Il existe également quelques populations qui vivent dans des lacs et y passent toute leur vie (par ex. le *salmo salar* du lac Ladoga, le saumon rouge de Taiwan, le saumon nerka américain). Les ombles également (genre *Salvelinus*) appartiennent aux salmonidés. Mais, contrairement aux saumons, la plupart de ces espèces ne peuvent vivre qu'en eau douce et restent donc plus ou moins fidèles à leur habitat. Seul l'omble ou omble chevalier, *salvelinus alpinus*, une espèce qui vit aus-

si bien en eau douce qu'en eau salée, est en partie anadrome. De tous les salmonidés, c'est le saumon de l'Atlantique qui est, de loin, le plus souvent élevé, suivi par la truite arc-en-ciel et (loin derrière) le saumon argenté ainsi que la truite fario et la truite de mer (Currie, 2012). Le saumon de l'Atlantique se trouve naturellement dans l'Atlantique Nord, du Groenland au Nord, jusqu'au Portugal au sud, et de l'Est du Canada à la Russie occidentale. Les juvéniles mettent de 2 à 8 (!) ans avant de migrer en mer. La plupart des saumons d'élevage sont détenus dans des enclos à filet sur les côtes maritimes. La production en installations à circuit fermé est un phénomène nouveau. Les saumons sont susceptibles de contracter l'anémie infectieuse (AIS), une épizootie qui peut provoquer de gigantesques dégâts économiques dans les fermes. Ils sont également une proie facile pour les poux (des crustacés qui sont des ectoparasites et s'accrochent au poisson). La détention en système fermé est destinée à protéger les saumons contre les maladies et les parasites et, dans le même temps, à rendre impossible les contacts avec les saumons sauvages.

Sur le plan mondial, la production de saumon se montait à environ 2,36 millions de tonnes en 2010, ce qui ne représentait que 3,9 % de la production de l'aquaculture mondiale, mais contribuait pour 11 % à la valeur ajoutée (FAO; Currie, 2012). En 1999, la quantité de saumons d'élevage a dépassé pour la première fois celle des saumons sauvages pêchés (fish-facts, 2003). Depuis, la production des élevages équivaut à plusieurs fois celle des saumons sauvages pêchés annuellement et le saumon constitue environ 20 % des poissons détenus dans les piscicultures. 82 % de l'ensemble des saumons d'élevage proviennent de Norvège, du Chili, des Îles Britanniques (Ecosse, Irlande) et du Canada, mais l'Iran et la Turquie disposent également d'élevages importants. La détention dans un parc à filet moyen ne laisse à disposition d'un poisson de 75 centimètres pas plus de volume d'eau que dans une baignoire. Les poissons nagent la plupart du temps en cercle, car ils ont déjà appris à le faire dans les installations d'élevage de juvéniles (courant tournant vers la droite ou vers la gauche dans le bassin) et parce qu'ils n'ont à disposition qu'un espace limité.

L'élevage de saumon est à l'ordre du jour en Suisse également. Actuellement, seul le «BachtelachS®» fait l'objet d'élevage. C'est une forme d'élevage du saumon rouge japonais dont l'instinct migratoire est faible et qui vit en bonne intelligence avec ses congénères. Actuellement, les ombles ne constituent que 0,5 % de la production annuelle des piscicultures suisses (Tschudi & Stamer, 2012).

Domestication du saumon et de l'omble

Les saumons et les ombles sont détenus en captivité depuis déjà de nombreuses générations. Par exemple, les saumons de l'Atlantique sont élevés en Norvège à des fins commerciales depuis 1971 (programme d'élevage). En 2008 déjà, on établissait leur arbre généalogique sur 8 générations (Bilio, 2007/2008). La domestication du saumon de l'Atlantique devrait être relativement avancée. Mais les variations entre les élevages sont considérables parce que les poissons proviennent des populations fondatrices les plus diverses. Le saumon de l'Atlantique se trouve dans la phase de sélection renforcée par l'homme. Ainsi les saumons d'élevage sont-ils moins farouches et moins sensibles au stress que les saumons sauvages. Il existe des lignées d'élevage de ce qu'on appelle des cortisol-low-responders (individus moins sensibles au stress) qui sont ciblés pour la reproduction (Ashley, 2007). En Tasmanie sont élevés des saumons de l'Atlantique qui présentent une tolérance plus grande aux températures (Bilio, 2007/2008). Les saumons domestiques ont une croissance plus rapide, atteignent une taille plus grande, se nourrissent plus souvent à la surface de l'eau et sont moins sensibles aux menaces. Par exemple, après avoir été confrontés à un simulateur de poisson prédateur, ils reviennent plus rapidement à la nourriture que leurs congénères sauvages (Huntingford, 2004) (mais ceci pourrait aussi être un comportement acquis). En outre, ils sont pour la plupart plus robustes et ont des nageoires dorsales et ventrales plus courtes que les saumons sauvages. L'élevage sélectif pourrait permettre d'atteindre un taux de croissance plus élevé, toutefois cette sélection d'élevage ciblée a manifestement été accompagnée d'un accroissement de problèmes oculaires et de malformations.

On ne sait pas encore clairement comment la domestication agit sur l'agressivité des saumons et des ombles ainsi que sur leur comportement grégaire. Certaines études montrent que l'agressivité est renforcée chez les poissons d'élevage, mais d'autres prétendent le contraire. Cependant,

chez le saumon d'élevage et l'omble, il y a bien davantage d'indications sur une agressivité génétique renforcée en corrélation avec une croissance accélérée. Mais en général, c'est la densité de la détention (et moins la génétique) qui joue un rôle déterminant chez tous les saumons en matière d'agressivité. En cas de forte densité, le poisson conserverait son comportement juvénile dans le banc et serait pour cette raison moins agressif que lorsque la densité est faible (entretien Sindilariu, 2012).

En dépit d'une domestication génétique avancée, ce qui est décisif pour la caractérisation de types comportementaux, c'est le type de détention (et donc le comportement acquis). Si de jeunes saumons d'élevage sont remis en mer, c'est la sélection naturelle qui prime rapidement et les poissons retrouvent un comportement «sauvage» (caractère farouche, instinct de chasse). Des comparaisons entre des saumons de ferme de la 7^e génération et leurs congénères provenant de la population fondatrice ont toutefois mis en évidence des différences génétiques: les saumons de ferme ont des nageoires plus courtes, ont une forme moins hydrodynamique et leur endurance et leur capacité de saut dans des installations à courant d'eau sont réduites (Bégout Anras & Lagardère, 2004). Ils prennent plus rapidement du poids et produisent plus d'œufs. Ils font preuve d'un appétit plus grand étant donné que leur système hormonal semble accorder une importance plus grande à la nourriture qu'à l'évitement de l'ennemi. Dans des installations réservoirs, les individus provenant de lignées domestiquées sont en général dominants par rapport aux saumons sauvages pêchés. Des saumons nés sauvages ne perdent pratiquement pas leur caractère farouche et leur distance de fuite reste importante durant toute leur vie. En revanche, dans des installations expérimentales pourvues de courants et de seuils, les poissons sauvages dominent leurs congénères domestiqués car dans cet environnement, ils leur sont supérieurs sur le plan physique et leur croissance est donc meilleure.

Dès que les poissons ont atteint leur maturité sexuelle, leurs gonades ont besoin d'énergie supplémentaire. Le début de la puberté limite donc l'accumulation de graisse et la croissance musculaire. Les lignées élevées avec succès en vue d'une prise de poids rapide atteignent donc leur maturité sexuelle plus tard que les poissons sauvages. La croissance des saumons de ferme s'obtient au détriment d'une capacité précoce à se reproduire.



Illustration 2: Truite fario (*S. trutta*) et truite arc-en-ciel (*O. mykiss*)

WIKIPEDIA

1.2.5 Truites

Les truites sont des poissons des genres *salmo* (truite fario) et *oncorhynchus* (truite arc-en-ciel), qui se distinguent des saumons par leur structure corporelle trapue et leur mode de vie essentiellement sédentaire. La truite européenne est appelée truite de rivière/ruisseau, de lac ou de mer en fonction de son habitat. Mais sur le plan génétique, il s'agit de la même espèce. Dans leur phase juvénile, les truites vivent en bancs alors que les animaux pubères défendent leur propre territoire. Pour se reproduire, les truites de mer et de lac remontent les rivières, mais ce sont des migrations nettement plus courtes que celles des saumons. Les truites qui vivent à proximité des côtes ou dans des lacs sont souvent plus grandes et plus lourdes que les truites de rivière du fait de l'abondance de nourriture.

La truite arc-en-ciel (à l'origine répandue dans le Pacifique Ouest, du Canada jusqu'au Mexique) vit la plupart du temps de manière sédentaire; toutefois une sous-espèce, la truite à tête d'acier, est anadrome. Les juvéniles migrent vers les zones côtières et les adultes passent plusieurs années en eau salée (à proximité des côtes) avant de revenir dans les rivières pour s'y reproduire. Moins

de 10 % des animaux adultes survivent à ce premier frai (Stumpf, 1995). La truite arc-en-ciel a été acclimatée dans de nombreux cours d'eau européens. Ses propriétés de croissance rapide en font un poisson d'élevage particulièrement recherché. En Suisse, aussi bien les truites arc-en-ciel que les truites fario sont largement répandues comme poissons d'élevage, cependant les truites fario sont essentiellement élevées pour abonder les cours d'eau du pays. Les truites arc-en-ciel européennes proviennent à l'origine d'une population sauvage de la rivière McCloud en Californie. Très vraisemblablement, les migrateurs et les sédentaires ont été croisés (ibidem). Actuellement, Troutlodge, une entreprise américaine qui possède une filiale sur l'île de Man, approvisionne l'Europe en œufs fécondés de truites arc-en-ciel (entretien Sindilariu, 2012).

En Suisse, les truites arc-en-ciel constituent, avec 92 %, (à titre de comparaison les truites fario: 3,5 %) l'essentiel de la production annuelle (Tschudi & Stamer, 2012). En Suisse, elles sont détenues surtout dans des sites installés en dérivation de cours d'eau (biefs), mais à l'étranger, elles sont aussi détenues avec succès dans des installations fermées et des enclos à filet. Les coûts en nourriture sont élevés pour les élevages de truites et les bénéfices limités si bien que de nombreux pisciculteurs sont réduits essentiellement à l'élevage de poissons de peuplement des cours d'eau pour la pêche professionnelle et de loisir comme branche de revenu principal et ne pratiquent qu'accessoirement l'élevage de poisson de consommation (Currie, 2012).

Domestication des truites

La reproduction des truites en captivité est contrôlée depuis un siècle environ (Vandeputte & Lounney, 2004). En Europe, les truites arc-en-ciel d'élevage proviennent pour environ 70 % d'élevages sélectifs (Tschudi & Stamer, 2012). Il existe ainsi des lignées particulièrement résistantes au stress qui se distinguent par leur docilité particulière et leur bonne mise à profit de la nourriture (Ashley, 2007). Le programme d'élevage de la Finlande, le plus important d'Europe, dispose de plus de 400 lignées différentes avec une information complète sur leur pedigree (Bilio, 2007/2008). Dans les élevages de poissons à l'engrais, peu de caractéristiques sont habituellement sélectionnées: vitalité générale, bonne croissance, survenue tardive de la maturité sexuelle et fertilité (Tschudi & Stamer, 2012). Chez les truites également, les conséquences de la domestication sont la réduction de l'instinct de fuite et une croissance plus rapide. Des réservoirs structurés (avec des abris, des seuils, du courant, des objets changeants) maintiennent cependant une grande partie du comportement naturel des poissons capturés si bien que les poissons détenus continuent, par exemple, à apprendre rapidement à attraper des proies vivantes (Huntingford, 2004). Toutefois, des différences génétiques apparaissent déjà dans les comportements. Ainsi, dans les installations expérimentales, les truites fario reportent-elles leur activité à la nuit lorsqu'elles sont confrontées de jour avec des simulacres de poissons prédateurs, alors que des poissons domestiqués depuis plusieurs générations restent actifs le jour (ibidem). L'agressivité des truites domestiquées semble en revanche être plutôt, comme chez le saumon, une conséquence du régime de nourriture qu'une caractéristique génétique. Lorsque la distribution de nourriture est automatique, à la demande, les truites développent des rythmes spécifiques pour la prise de nourriture. Les truites arc-en-ciel domestiquées sont manifestement davantage actives le jour que leurs congénères sauvages (Bégout Anras, 2004).

1.2.6 Esturgeon

Les esturgeons sont un groupe de grands, voire de très grands poissons osseux primitifs. La plupart des espèces vivent en bancs clairsemés ou en solitaires, ils sont anadromes, fraient donc dans les fleuves et les lacs, mais passent le plus clair de leur temps en mer. Les esturgeons des lacs américains et les sterlets passent toute leur vie en eau douce. Les esturgeons sont élevés avant tout pour la production de caviar, mais aussi pour leur chair. Des espèces connues sont l'esturgeon beluga ou le huso de la Mer Caspienne et de la Mer Noire (menacé d'extinction), l'esturgeon blanc nord-américain, l'esturgeon européen (menacé d'extinction) et le sterlet eurasienn.

Domestication des esturgeons

Les conséquences de la domestication chez les esturgeons n'ont pratiquement jamais été étudiées.

En Russie, plusieurs espèces d'esturgeons sont considérées comme domestiquées et l'Etat tient des registres de lignées pour cinq espèces différentes. Des résultats d'études sur d'autres espèces de poissons laissent à penser qu'on peut également noter des conséquences de la domestication sur plusieurs générations d'esturgeons élevés en captivité, comme la sensibilité réduite au stress ou une croissance plus rapide; toutefois, l'esturgeon devrait être essentiellement considéré comme un poisson sauvage en voie de domestication.

1.2.7 Perche

Le juvénile de ce poisson d'eau douce est grégaire. Les animaux plus âgés sont plutôt solitaires et vivent en grande partie dans les zones de berges. Pour frayer, les femelles ont besoin de plantes aquatiques auxquelles elles attachent leurs cordons de ponte. Une grande partie des filets de perche est actuellement importée de l'Europe du Nord, car la demande excède ce que peut fournir le marché suisse.



Illustration 3: Perche (perca fluviatilis)

H. SCHLIEFSTEINER

Domestication de la perche

La perche se trouve tout au début de sa domestication et il faut encore la considérer comme un poisson sauvage. Pratiquement, on sait peu de choses sur les conséquences de sa domestication. Des recherches ont montré que ces animaux sont relativement sensibles au stress. Le cortisol, l'hormone du stress, reste fondamentalement très élevé chez la perche en captivité. C'est vraisemblablement le signe qu'il s'agit bien d'une espèce restée sauvage qui montre peu d'adaptation à la captivité (Acerete, 2004). Après un transport, les perches ont besoin de jusqu'à deux semaines pour que leur niveau de stress redevienne normal (ibidem). En principe on doit considérer que, même dans des élevages fermés, on a encore affaire à un poisson sauvage.

1.2.8 Autres espèces

D'autres espèces auxquelles s'intéressent les piscicultures suisses sont, d'une part, des espèces d'eau douce comme le sandre ou le tilapia, d'autre part des espèces d'eau salée dans la mesure où leur détention se révèle possible dans des installations fermées. La carpe, prédestinée à un élevage en Suisse ainsi qu'à une nourriture sans problème sur le plan écologique, est malheureusement trop peu demandée par le consommateur pour constituer un intérêt aux yeux des détaillants. Il en va de même pour le chevesne. Quelques espèces comme l'anguille ou le thon sont exclues du fait des difficultés liées à leur détention et à l'abattage et du fait de leur mode de vie; elles sont d'emblée inappropriées comme animaux de rente dans les piscicultures de notre pays.

Domestication d'autres espèces de poissons

Sur ce sujet, les connaissances sont assez réduites, étant donné que l'ensemble des espèces en question n'en sont qu'au début de leur domestication. Ainsi, par exemple, on sait des poissons plats qu'ils modifient leur coloration après quelques générations de poissons domestiqués (Huntingford, 2004). Différents poissons, lorsqu'ils reçoivent des aliments à base de protéines végétales sur plusieurs générations, développent la longueur de leur intestin afin de mieux digérer cette nourriture (Cahu, 2004). La plupart des espèces nouvellement domestiquées n'ont pas perdu leur comportement migratoire. Par exemple, un cabillaud né en captivité depuis plusieurs générations reprend, une fois remis en mer, les rythmes migratoires annuels de ses ancêtres sauvages (Bégout Anras & Lagardère, 2004). Toutefois, Bégout Anras (entretien, 2012) pense que de nombreux nouveaux poissons de rente comme, par exemple, le bar ou la daurade sont nettement en voie de domestication.

Les morues font partie des poissons de consommation les plus importants sur le plan économique, au niveau mondial. Le cabillaud est déjà détenu depuis longtemps, mais son élevage est

récent. De premières tentatives de détention ont eu lieu depuis déjà une centaine d'années. Mais longtemps on n'a fait qu'élever des larves prélevées en mer jusqu'à ce qu'elles aient atteint une longueur d'environ 10 centimètres, pour les remettre ensuite à la mer. Cette contribution artificielle visant à consolider la reproduction en mer ne constituait pas encore une domestication. Le retour dans les filets des pêcheurs norvégiens des cabillauds remis à la mer constituait 30 % des pêches avant l'interdiction de pêche. Une augmentation de la population de cabillauds très en déclin n'a pas pu être mise en évidence. Avec l'interdiction de pêche de 1993, l'intérêt pour l'élevage du cabillaud a augmenté. De premières tentatives de détention dans des enclos à filet ont été couronnées de succès. En Norvège, au nord du cercle polaire, des élevages F1 de juvéniles dans les fjords ont pu se reproduire avec succès. Après la première « vague de domestication » dans l'élevage de poissons de rente (saumon, truite et plus tard, daurade), le cabillaud a constitué passagèrement la nouvelle tendance de l'aquaculture (Suquet et al., 2004). Entretemps, les cheptels sauvages se sont suffisamment reconstitués pour être vendus à des prix plus intéressants que les poissons d'élevage. C'est pourquoi la plupart des fermes de cabillaud de Norvège ont été fermées (entretien Sindilariu, 2012). Chez le cabillaud, les premières conséquences de la domestication ont pu être observées: leur fertilité a doublé et les poissons domestiqués ont un comportement nettement plus énergique et sont moins craintifs devant des prédateurs potentiels. Toutefois ces différences observées disparaissent relativement vite lorsqu'on remet en liberté des cabillauds nés en captivité. On peut donc présumer que seules peu des modifications observées chez le cabillaud sont, en fait, de nature génétique, mais reposent plutôt sur l'acquis.

Depuis seulement quinze ans, des expériences de détention sont pratiquées sur le lieu noir et elles n'ont relativement pas été couronnées de succès jusqu'à maintenant. Le lieu noir (famille des gadidés ou gadidae) a une croissance plutôt lente et les connaissances sur sa détention sont minimales. Un autre poisson de la famille des gadidés, la lotte (un poisson d'eau douce indigène) est en revanche un bon candidat pour la domestication et la pisciculture, étant donné que son comportement grégaire est relativement paisible et qu'elle profite bien de la nourriture, que sa chair passe pour délicieuse et que cette espèce supporte également de basses températures.

Sur un plan commercial, le flétan est intéressant pour la pisciculture. Il s'agit cependant d'un poisson difficile à détenir, qui habite sur les fonds marins. C'est un prédateur qui vit en solitaire. Dans la nature, le flétan fraie en pleine mer, c'est pourquoi il faut toujours procéder à l'extraction de la laitance ou de la rogue lorsqu'il est en captivité. Pour les larves pourvues de leur sac vitellin, il faut simuler un espace de profondeur marine (obscurité, eau froide, léger courant vertical). Plus tard, les juvéniles ont besoin d'un espace de « profondeur moyenne » avec une lumière verte où ils doivent être alimentés avec un nourrissage qui tombe au fond. Une fois adultes, les flétans ont besoin d'eau peu profonde. Souvent, ils sont détenus à une forte densité (100–300 % de couverture de surface). Alors que les juvéniles sont très agressifs les uns envers les autres, ces poissons plats, une fois adultes, se comportent d'une manière plus paisible, mais tendent à des comportements stéréotypés, ce qui est l'indice d'une souffrance. Plus les flétans nagent, moins ils montrent d'appétit, même s'ils disposent de nourriture (Kristiansen et al., 2004). Pour atteindre le poids d'abattage d'environ trois kilos, ces poissons à croissance lente doivent être mis à l'engrais pendant cinq ans, ce qui fait obstacle à une domestication rapide. A partir d'une densité de 100 % de couverture au sol, leur croissance cesse massivement, toutefois chez le turbot qui est un parent proche, la croissance ne cesse qu'à partir d'une couverture au sol de 200 %. Pour les carrelets, la croissance cesse nettement à moins de 100 % de densité de couverture. Les femelles sont particulièrement intéressantes à l'engrais, car elles atteignent tardivement leur maturité sexuelle et seulement lorsqu'elles ont atteint un poids élevé. Elles ne sont abattues qu'à l'âge de cinq ans environ, lorsqu'elles ont atteint un poids qui peut aller jusqu'à huit kilos.

Comme la perche, le sandre est également un candidat possible pour la pisciculture. Il a une bonne croissance et sa chair est recherchée. Mais, contrairement à la perche, le cannibalisme très marqué du sandre pose certains problèmes à l'éleveur.

Le thon dont la chair jouit d'un véritable engouement est un poisson inadéquat pour la détention en captivité et n'a pas pu être domestiqué jusqu'à maintenant. Les thons, en particulier le thon à nageoires bleues, est un animal tout à fait capable d'adaptation en ce qui concerne la température,

le taux de salinité et les conditions de luminosité. Cette espèce est largement répartie et habite les fonds marins les plus divers. Cependant les thons sont de grands poissons pélagiques en fin de chaîne alimentaire. Ces poissons doivent nager en permanence pour ne pas sombrer et maintenir leur température corporelle (avec le maquereau, le thon est l'un des rares poissons capables de maintenir sa température au-dessus de celle de l'eau environnante). En outre, ils consomment nettement plus d'oxygène que d'autres poissons. Cela explique pourquoi on peut penser que ce poisson n'est pas adapté à l'élevage en captivité. Jusqu'à maintenant, l'ensemble des thons provenant «d'aquacultures» en mer sont capturés et nourris dans des cages à filet afin de pouvoir alimenter le lucratif marché japonais en dehors de la saison de pêche. Les thons sont extrêmement sujets au stress et meurent souvent à cause des manipulations. En outre, ils ont besoin de beaucoup d'espace et ne peuvent être détenus à une densité supérieure à 4 kg/m³ (Fauvel & Suquet, 2004). En 2011, on a réussi pour la première fois en Australie à élever une génération F1 de thons à nageoires bleues en captivité, mais on est encore bien loin de l'élevage en captivité! Au contraire des poissons de haute mer, le panga (poisson-chat du Mékong, pangasius) possède des caractéristiques tout à fait compatibles avec la domestication. Il supporte une eau saumâtre peu oxygénée, a un besoin modéré de respiration aérienne, est omnivore à tendance végétarienne, a une croissance facile et atteint une bonne taille (Cacot & Lazard, 2004). Actuellement, on prélève encore de nombreux juvéniles à l'état sauvage pour les engraisser dans des cages à filet d'environ trois mètres de profondeur, installées dans des étangs ou des fleuves. On les nourrit surtout avec des déchets de l'agriculture, du riz ou des granulés. Au Viêt-Nam, en 2004, les granulés spéciaux pour les pangas constituaient 20 % de la base de la nourriture (ibidem). Aujourd'hui, cette proportion est sans doute plus élevée. En 2003, ce pays a produit environ 200 000 tonnes de pangas, constituant ainsi 25 % de ses exportations. La reproduction du panga en captivité ne fonctionne toutefois jusqu'à maintenant que par stimulation hormonale, extraction de la laitance ou de la rogue et fécondation artificielle, signe que la domestication complète n'est pas réalisée.

Le tilapia a été domestiqué avec un grand succès. Cette espèce d'origine africaine a déjà commencé sa carrière d'animal de rente en Asie bien avant de se répandre un peu partout comme «poulet aquatique» et se propager en tant qu'importante source de protéines pour les pays en voie de développement (Bilio, 2007/2008). La reproduction du tilapia en captivité est d'une simplicité et d'une efficacité sans pareilles. Dans le cadre du programme GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) l'élevage du tilapia est encouragé dans tous les pays en voie de développement et les nouveaux pays industrialisés.

1.3 Conséquences de la domestication sur le comportement

Le comportement fait partie des éléments qui se modifient en premier lors de la domestication d'une espèce (Fleming & Einum, 1997; Ruzzante, 1994). La plupart du temps, ce sont moins les différents modes de comportement qui changent que leur fréquence et leur intensité (Bégout Anras, 2004). Les critères les plus importants dans la domestication du poisson sont la croissance, la maturité sexuelle, l'importance de la laitance ou de la rogue et la résistance aux maladies (Ruzzante, 1994). La plupart du temps, le choix ciblé de l'élevage sur une caractéristique entraîne quelques conséquences secondaires sur l'élevage. Mais toutes les modifications ne sont pas de nature génétique. Certaines apparaissent comme une adaptation aux conditions de la détention et ne peuvent donc pas être utilisées pour montrer que la domestication a bien eu lieu (apprivoisement). Les facteurs décisifs qui influent sur le comportement du poisson sont la disponibilité de la nourriture, la présence d'autres poissons et de prédateurs, la santé individuelle, le courant et la température de l'eau, les conditions de luminosité et éventuellement le fond aquatique.

La domestication d'animaux de rente cible en général une baisse de l'agressivité. Chez les poissons, l'agressivité et la densité de population ont un statut élevé lorsqu'il s'agit de créer des conditions de détention conformes aux besoins de l'animal. Mais l'agressivité est particulièrement un trait de caractère qui peut dépendre aussi bien de facteurs génétiques que de conditions environnementales et chez les poissons domestiqués – contrairement aux mammifères – elle est manifes-

tement plutôt accentuée. Une pisciculture ciblant des individus moins agressifs n'existe pas encore actuellement (exceptions: saumon, panga, tilapia). Un tel élevage serait de toute façon compliqué du fait que les poissons se comportent de manière d'autant plus agressive qu'ils sont de grande taille. Mais c'est justement la rapidité de la croissance que l'on recherche en pisciculture. Le contrôle de l'agressivité au sein d'un cheptel de poissons s'obtient donc plutôt en offrant une nourriture adéquate que par la sélection.

Outre l'agressivité des poissons et la densité de population, la nourriture joue un rôle déterminant dans la détention des animaux. En ce qui concerne la nourriture, les poissons posent des problèmes dans leur domestication dans la mesure où ils ressemblent davantage à des chats qu'à d'autres animaux de rente car ils ont un besoin très important de protéines (Cahu, 2004).

Dans les paragraphes suivants, nous abordons les différents cycles comportementaux et leurs conséquences sur la domestication.

1.3.1 Comportement grégaire et densité de population

La tendance des poissons à former des bancs repose sur l'interaction entre des avantages et des inconvénients induits par ce comportement (ce qu'on appelle le trade-off). Le grand avantage du banc réside dans le fait que sa masse offre aux individus une protection contre les prédateurs. Au sein du banc, une certaine proximité est tolérée entre les individus. Les inconvénients potentiels sont la concurrence pour la nourriture, l'espace, et le partenaire sexuel. La captivité modifie les paramètres environnementaux, ce qui déclenche des trade-off différents de ceux de la nature (Ruzante, 1994). Certes, la tendance grégaire est avant tout génétique, un hareng voudra toujours former un banc alors qu'un mérou adulte restera solitaire. Toutefois, chez les poissons grégaires, l'âge et les conditions environnementales influent sur la densité idéale du banc. La densité de population, par analogie avec le besoin d'espace chez les porcs, est souvent mise en avant comme premier critère pour évaluer le bien-être d'un animal de rente. Mais chez le poisson, ce critère doit être considéré tout autrement. Ainsi de nombreux poissons souffrent-ils plutôt d'une densité trop faible que d'une densité trop forte. Un poisson grégaire est malheureux lorsqu'il est détenu seul, car son instinct lui suggère une menace permanente venant de l'extérieur. De plus, l'«intelligence collective» (le banc lui donne la direction dans laquelle il doit nager, la coordination avec les autres) lui manque et c'est une cause possible de stress. Si quelques trop rares poissons d'une espèce grégaire se trouvent dans le même bassin, ils ne peuvent former un banc et ce sont les inconvénients de la concurrence qui priment. Dans une telle situation, les poissons deviennent agressifs et se battent. Ce n'est qu'à partir d'une certaine densité que priment les avantages du banc, les poissons s'apaisent, le niveau de stress baisse.

Plus un banc est important, plus la concurrence des individus par rapport à une source de nourriture est forte. En face de cela, les avantages du banc comme protection contre les poissons prédateurs n'augmentent que pour des bancs réduits dont la taille s'accroît (chaque individu compte) alors que la densification d'un banc déjà important n'apporte pratiquement plus d'avantages (un poisson de plus ne compte plus). Cela signifie que, pour chaque espèce et chaque taille de poisson, il existe une densité optimale où l'équilibre est atteint entre la protection et la concurrence. Quand la densité est optimale, les poissons suivent (se meuvent de manière coordonnée au sein du banc), sans manifester d'agressivité les uns envers les autres. Plus la nourriture est présente, moins le comportement agressif, qui est une perte d'énergie, est rentable.

Les faits décrits plus haut ne valent toutefois que pour les espèces de poissons qui pendant



Illustration 4: Jeunes tilapias dans un bassin d'élevage

leur vie ou une partie de leur vie sont naturellement grégaires. Les truites et les saumons dont le comportement grégaire s'estompe chez les individus adultes ne privilégient la protection d'un banc bien fourni qu'en tant que juvéniles. Plus tard, à la maturité sexuelle des poissons, les inconvénients de la concurrence au sein du banc l'emportent par rapport à une vie en groupes plus ou moins lâches. Dans les conditions d'une pisciculture où les truites et les saumons n'atteignent pas la maturité sexuelle avant d'être abattus et où la nourriture à disposition est pratiquement illimitée, ils n'ont aucune raison de défendre leur territoire contre des congénères, comme le feraient, par exemple, des truites fario adultes. Au contraire, les poissons semblent «s'arranger» d'une certaine densité étant donné que les avantages potentiels d'une coexistence pacifique l'emportent et que les agressions conduiraient à un stress permanent.

Fixer des densités «idéales» dans des piscicultures repose essentiellement sur une expérience pratique. Des poissons détenus dans une forte promiscuité dans un réservoir ne se gênent pas les uns les autres comme d'autres animaux, mais nagent de conserve. Tout changement de direction d'un congénère se répercute sur son voisin. Ainsi l'espace dans lequel les poissons se meuvent dans le réservoir est-il moins limité que celui dont dispose une vache à l'attache dans une étable. En aquaculture, la règle approximative est la suivante: densité en poissons $< 20 \text{ kg/m}^3$ = faibles densités, $20 \text{ à } 80 \text{ kg/m}^3$ = densités moyennes et $> 80 \text{ kg/m}^3$ = fortes densités. La densité est également trop élevée lorsque la qualité de l'eau ne peut plus être garantie et que les poissons montent à la surface pour attraper un peu d'air ou que surviennent de plus en plus de blessures (dommages aux nageoires), de maladies et de parasites ou quand l'ensemble du banc ne peut plus se mouvoir sans rencontrer d'obstacles. Naturellement, en pisciculture, on ne devrait pas porter la densité à ses limites!

L'ordonnance suisse sur la protection des animaux (OPAn) (voir annexe 3) prescrit pour la détention de poissons de consommation et de repeuplement les densités suivantes autorisées: Truites $25 \text{ à } 100 \text{ kg/m}^3$, carpes $28 \text{ à } 100 \text{ kg/m}^3$ en détention, $250 \text{ et } 500 \text{ kg/m}^3$ pour le transport. Les directives de Bio Suisse autorisent en revanche pour le transport un maximum de 1 kg de poisson par 5 litres d'eau, ce qui signifie au maximum 200 kg/m^3 . En Irlande et en Norvège, le saumon bio est produit à des densités maximales de 18 kg/m^3 , alors que les élevages conventionnels de saumons présentent souvent des densités largement supérieures à 25 kg/m^3 . Fair-fish, l'organisation suisse spécialisée dans la protection des poissons, recommande, pour la détention de truites, une densité de 30 kg/m^3 et, pour la détention de saumons, 10 kg/m^3 . La Société Mondiale pour la Protection des Animaux (World Society for the Protection of Animals WSPA) juge recevables des densités de $10 \text{ à } 30 \text{ kg/m}^3$.

De fortes densités nuisent à la qualité de l'eau. En effet, les déjections des poissons, les restes de nourriture et le remous permanent des sédiments suscitent vraisemblablement des infections liées à des blessures des nageoires (Ellis et al., 2012). Ainsi l'observation des prescriptions en termes de paramètres aquatiques fixe-t-elle la densité maximale.

1.3.2 Instinct migratoire et reproduction

Le caractère «naturel» d'un comportement ne signifie pas obligatoirement que l'animal se sente bien (Ashley, 2007). Les comportements de combat et de fuite, par exemple, sont naturels et tout à fait nécessaires, mais ne sont pas vraiment «voulus» par l'animal. L'instinct migratoire est un moyen de rechercher un partenaire ou de la nourriture. Chez les poissons anadromes, il est également lié à de fortes sollicitations (passage de l'eau salée à l'eau douce, remontée des cours d'eau, combats avec des rivaux). De nombreux saumons et truites meurent après leur premier frai, le comportement migratoire n'a donc rien d'un comportement de confort (entretien Jermann, 2012). On ne sait pas vraiment si l'instinct qui «pousse» le poisson à migrer est de caractère génétique. Si les besoins du poisson en matière de nourriture et de reproduction peuvent être assouvis sur place, il n'a aucune raison de migrer. Ainsi, par exemple, de mauvaises conditions de détention dans des cages à filet entraînent chez le cabillaud le déclenchement rapide d'un comportement migratoire impérieux. Les animaux cessent de se nourrir et bougent sans cesse. Mais comme ils ne peuvent pas s'échapper, ce comportement se transforme en stéréotypes. En revanche, si les condi-

tions de détention sont favorables, les poissons cessent de présenter un comportement migratoire typique. Et Jermann (ibidem) complète en montrant que les anguilles du zoo de Bâle auraient en principe la possibilité de s'échapper de leur bassin et de rejoindre un cours d'eau naturel. Mais elles ne le font pas, car, chez elles, aucun besoin de migration ne se manifeste.

Toutefois la zoologie fournit des arguments en faveur du caractère de l'instinct migratoire. Au département d'ornithologie de l'Institut Max Planck, des expériences de croisement de lignées différentes entre sous-espèces migrantes avec des parcours migratoires différents et sous-espèces non migrantes de fauvettes à tête noire ont montré que la tendance à la migration (ainsi que le parcours migratoire) est génétiquement transmissible (Mattioli, 2012). Il pourrait en aller de même chez les poissons. Dans ce cas, le fait d'entraver leur comportement migratoire représenterait un préjudice pour le bien-être de l'animal. Mais, par exemple, chez le saumon, il y aurait la possibilité de cibler pour la pisciculture des espèces non migrantes comme le saumon rouge et de renoncer à l'élevage d'espèces à fort instinct migratoire.

Les jeunes saumons qui sont des poissons migrateurs typiques ont besoin de plusieurs années pour descendre les rivières et atteindre les côtes (première migration). Ils franchissent chaque jour de faibles distances et se laissent porter plutôt passivement par le courant. Il en va autrement pour le retour en eau douce (seconde migration). Dans cette phase, les poissons s'épuisent à parcourir de longues distances dans un temps court (des centaines de kilomètres). Notons que la plupart des saumons en captivité n'atteignent pas la maturité sexuelle et sont abattus avant que l'instinct migratoire ne s'éveille. Lors de leur retour vers les eaux connues, les saumons prêts à la reproduction se laissent guider par le goût de ces eaux et ne se reproduisent que lorsqu'ils ont atteint leur domaine d'origine. Les saumons d'élevage adultes qui servent de reproducteurs pour les élevages pourraient donc souffrir de déprivation du fait de leur captivité: leur instinct migrateur s'éveille, mais ils ne peuvent pas le suivre. Ils cherchent leurs eaux d'origine, mais ne peuvent les trouver. Les mâles et les femelles veulent se retrouver, mais cela leur est refusé du fait de la reproduction artificielle. La déprivation de types de comportements innés et essentiels est en général assimilée à une souffrance aussi bien en éthologie des animaux de rente que dans l'ordonnance suisse sur la protection des animaux. Mais le cycle comportemental de la «reproduction» est mis entre parenthèses pour l'ensemble de l'élevage des animaux de rente (pas seulement pour les poissons) par réalisme politique. En outre, on invoque l'argument selon lequel, dans la nature, seuls quelques éléments de la population parviennent de toute façon à se reproduire et que les cages ou d'autres systèmes extrêmement contraires à la protection des animaux nuisent à des cycles de comportement beaucoup plus fondamentaux comme le mouvement de fuite, le comportement face à la nourriture ou le soin du corps. Pour ces raisons, le «droit à la reproduction» ne doit pas peser très lourd, pour les poissons non plus; toutefois, il faut souligner l'importance de l'extraction de la laitance et de la rogue (uniquement sous anesthésie!) du point de vue de la protection des animaux.

Pour évaluer le besoin d'espace d'une espèce de poisson, il s'agit toutefois de considérer, outre son instinct migratoire particulier, le fait qu'un banc de poissons ne se tient pas toujours au même endroit et a donc besoin de bien davantage d'espace qu'il n'y paraît dans un instantané (Fair-fish, 2010). Mais les piscicultures n'offrent justement pour la plupart que l'espace correspondant à cet instantané et «pétrifient» le banc et, partant, chacun des individus qui le composent. Mais, en fait, les animaux ne cessent de bouger et les animaux dominants prennent les meilleures places tandis que les animaux de rang inférieur ne peuvent s'esquiver que de manière limitée. Ceci conduit à des conflits permanents qui, selon fair-fish ne seraient étouffés que si la densité de population est à son maximum. Comme l'eau est filtrée en permanence et enrichie en oxygène dans les installations à circuit fermé la tentation serait particulièrement forte



Illustration 5: Les anguilles (*Anguilla anguilla*) du zoo de Bâle pourraient migrer, mais elles ne le font pas

d'augmenter massivement la densité du cheptel. Ainsi la différence entre l'espace disponible dans la nature et en pisciculture serait radicale pour les espèces migrantes, comme la plupart des salmonidés. Enfermer ces animaux n'est pas moins problématique sur le plan éthique que d'enfermer des bars ou des ours dans de petits enclos – d'autant plus que l'on manque de bases scientifiques permettant de mieux aménager les «enclos des poissons» afin de les rendre conformes aux besoins de leur espèce (fair-fish, 2003).

1.3.3 Territorialité, stress et agression

Pour de nombreuses espèces animales, on sait que l'agressivité individuelle est génétique (ou en partie). Chez les poissons, la taille et la présence de nourriture ont un impact décisif sur le potentiel agressif. Fondamentalement, les poissons ont un comportement d'autant plus dominant qu'ils sont de grande taille. En outre, chez de nombreux vertébrés (poissons inclus), il existe des types de comportement génétiquement programmés (type A: actif, énergique; Type B: passif, sur ses gardes) (Pottinger, 2008). Ceci mène à la fameuse question de l'œuf ou de la poule: les poissons sont-ils agressifs parce qu'ils sont de grande taille ou deviennent-ils grands parce qu'ils sont génétiquement agressifs et s'imposent pour atteindre la nourriture?

La disponibilité de la nourriture est décisive dans la constitution de la territorialité et de la dominance chez les poissons. Si la nourriture n'est distribuée qu'à certains moments et à un endroit précis, il vaut la peine pour des poissons dominants de défendre un territoire à proximité du distributeur automatique de nourriture. Si en revanche la distribution de nourriture est bien répartie dans le temps et dans l'espace, la dépense d'énergie pour défendre la nourriture serait beaucoup trop importante si bien que le comportement agressif devient superflu, comme l'ont montré des expériences avec des saumons, des carpes et des tilapias (Bégout Anras & Lagardère, 2004). Un facteur supplémentaire qui influence manifestement le potentiel d'agressivité des poissons est la couleur du fond de l'eau. Sur un fond sombre, les poissons se sentent mieux camouflés et sont moins exposés à des difficultés «psychiques». Sur un fond plus clair, les animaux se sentent exposés, ils sont stressés et agressifs. Le fait que quelques espèces de poissons soient capables de changer de couleur selon leur humeur pourrait jouer également un rôle. Dans les contacts sociaux, les saumons, les ombles et les tilapias de rang inférieur prennent, par exemple, une couleur plus sombre que l'animal dominant. Etant donné que les poissons peuvent également s'adapter à la couleur du substrat ou du réservoir, des couleurs de fond sombres et atténuées semblent avoir indirectement un effet apaisant (Ashley, 2007).

Les élevages de poissons visent à obtenir une croissance homogène des animaux. Il n'y a pas de consensus sur le fait que les agressions diminuent ou croissent au sein d'un banc de poissons dont les individus ont tous la même taille (du fait de la sélection). Parmi les poissons de même taille, les rapports de force ne sont pas clairs dès le début, les hiérarchies s'établiraient uniquement sur un mode agressif, pense-t-on d'un côté. Les animaux plus faibles grossissent plus lentement que les dominants. En effet, non seulement ils reçoivent moins de nourriture, mais ils doivent dépenser plus d'énergie dans la recherche de la nourriture et perdent l'appétit quand ils sont trop stressés. Il serait donc souhaitable, tant pour des raisons économiques que pour des motifs de protection des animaux, de faire baisser l'agressivité dans des groupes de poissons sélectionnés par taille dans les piscicultures. On pourrait atteindre ce but en intégrant au banc quelques poissons de taille plus élevée (hiérarchie plus stable). D'un autre côté, de nombreux éleveurs avancent l'argument selon lequel des poissons qui étaient auparavant dominants perdent leur dominance, une fois sélectionnés dans des groupes homogènes, ce qui réduirait l'agressivité de chaque individu. Ainsi la présence de poissons de taille plus élevée serait-elle uniquement contre-productive (entretien Sindilariu, 2012).

La présence d'une nourriture suffisante rend la concurrence inutile, ce qui favorise manifestement le comportement grégaire. A partir d'une certaine densité du banc, les poissons deviennent (par obligation) plus paisibles. Cela a pu être observé, par exemple, chez le saumon, l'omble, le tilapia et le poisson-chat africain (Bégout Anras & Lagardère, 2004). Outre une nourriture suffisante distribuée en plusieurs endroits, il semble que des sources lumineuses équipées de variateurs

puissent être utiles pour une répartition harmonieuse des poissons dans l'espace: une lumière tamisée attire les poissons et peut être utilisée, par exemple, chez le saumon et l'omble lorsque la densité de population est forte pour répartir également les poissons et diminuer l'agressivité latente. Toutefois, du point de vue de la protection des animaux, ce dispositif n'a d'autre utilité que de combattre des symptômes!

1.4 Conséquences pour la détention des poissons

Si l'on vise une pisciculture conforme aux besoins de l'espèce, il serait sensé de ne détenir que des poissons ayant déjà vécu depuis des générations dans des installations de production similaires à celles qui sont utilisées par les éleveurs de poissons. Les générations de poissons se succédant rapidement, il est d'autant plus vraisemblable qu'une certaine adaptation aux conditions de détention peut se produire, ce qui toutefois ne rend pas superflue l'exigence de densités d'occupation et d'espaces de vie conformes aux besoins des poissons.

Le tableau ci-dessous présente un survol des résultats de différents travaux de recherche portant sur l'impact de la captivité chez diverses espèces ichthyologiques pouvant présenter un intérêt pour le marché suisse:

Tableau 2: Modifications du comportement en fonction des aménagements (Martins et al., 2012)

Espèce	Comportement	Procédure de gestion	Indicateur
Truite arc-en-ciel	Agression	Forte densité de population	Augmentation des interactions agressives, augmentation des dommages aux nageoires
		Faible densité de population	Défense du territoire, croissance différente, élévation du niveau de cortisol
	Nourriture	Faible densité de population	Utilisation plus fréquente du distributeur de nourriture, auto-récompense
	Nage	Transport	Augmentation de la vitesse de nage
		Privation de nourriture	Augmentation de la vitesse de nage
	Respiration	Manipulation	Augmentation de la ventilation des branchies
Omble	Nage	Sortie de l'eau	Augmentation de la vitesse de nage après la sortie de l'eau
Saumon	Agression	Nourriture	Augmentation de l'agressivité lorsque le nourrissage est réduit dans l'espace
		Intervention de poissons plus grands	Baisse de l'agressivité en général, meilleure croissance générale
		Privation de nourriture	Augmentation des interactions agressives
	Nage	Sortie de l'eau	Augmentation de la vitesse de nage après la sortie de l'eau
		Ajout de O ₂	Ralentissement de la nage
			Structuration des enclos
	Nourriture	Méthode d'alimentation	Comportement d'attente aux heures de distribution de nourriture
		Méthode d'alimentation	Distributeurs à la demande ou automatiques multiples réduisent les agressions et la vitesse de nage pendant l'alimentation

Continuation saumon	Croissance	Densité d'occupation	Performance décroissante à partir de 22 kg/m ³
	Utilisation de l'espace	Eclairage	Meilleure répartition dans le volume quand la luminosité du fond de l'eau est faible, ralentissement de la vitesse de nage
	Santé	Enrichissement du réservoir	Meilleur état des nageoires que dans les réservoirs conventionnels
Tilapia	Nage	Sortie de l'eau	Augmentation ou diminution de l'activité de nage après la sortie de l'eau
	Respiration	Sortie de l'eau	Augmentation de la ventilation des branchies après la sortie de l'eau
		Réduction de l'espace	Augmentation de la ventilation des branchies
Daurade	Nourriture	Méthode d'alimentation	Attitude d'attente aux moments de distribution de nourriture
	Agression	Densité de population	Augmentation des interactions sociales quand la densité est élevée
	Nage	Privation de nourriture	Augmentation de la vitesse de nage, davantage de changements de direction
Flétan	Recherche de nourriture	Méthode d'alimentation	Absorption réduite de nourriture quand les aliments flottent à la surface
		Densité de population	Baisse de l'appétit, appétit plus faible si la densité est forte, croissance plus faible
	Nage	Densité de population	Augmentation de la vitesse de nage, stéréotypes (nage vers le haut et salto) quand la densité est élevée
Bar	Recherche de nourriture	Privation de nourriture	Augmentation de l'activité de nourriture après le jeûne
		Nettoyage du réservoir	Manque d'appétit (passager)
	Nage	Forte densité de population	Ralentissement de la vitesse de nage
Cabillaud	Nage	Sortie hors de l'eau	Ralentissement de la vitesse de nage
		Privation de nourriture	Augmentation de la vitesse de nage après le jeûne
Esturgeon	Nage	Sortie hors de l'eau	Ralentissement de la vitesse de nage après la sortie de l'eau

Premières conclusions: La plupart des espèces de poissons évoquées plus haut – à l'exception de deux exemples importants – ne peuvent pas encore être considérées comme domestiquées. Seuls le saumon de l'Atlantique et la truite arc-en-ciel peuvent passer pour plus ou moins domestiqués. Chez ces deux espèces, l'adaptation à un espace vital aménagé par l'homme, limité et artificiel devrait être assez poussée, même sur le plan génétique.

En revanche, en ce qui concerne la détention de l'ensemble des autres espèces, on a encore affaire à une «détention d'animaux sauvages à des fins commerciales». Les animaux montrent peu d'adaptation à une vie en captivité, ce qui devrait susciter, en comparaison avec les saumons et les truites arc-en-ciel, des problèmes de détention encore plus importants, surtout en cas de production intensive.

Toutes les considérations précédentes induisent les recommandations générales suivantes:

- Dans la mesure du possible, ne détenir que des lignées d'élevage qui vivent déjà en captivité depuis des générations.
- La densité de population est à adapter à l'espèce de poisson, il faut viser des densités moyennes.
- Pour juger du bien-être du poisson et le garantir, le savoir de l'éleveur joue un rôle primordial. Les poissons doivent être en bonne santé, ne doivent présenter aucun dommage corporel et avoir un comportement normal. La qualité de l'eau doit être observée avec soin. Mais attention: ces conditions ne garantissent pas pour autant que les poissons se sentent réellement bien, eux aussi!
- La quantité de nourriture doit être suffisante: elle doit être distribuée à chaque fois sur un temps assez long (afin que les poissons de rang inférieur dans la hiérarchie aient suffisamment de temps pour y accéder) (par ex. distribution de nourriture par distributeur automatique pendant environ une demi-heure). La nourriture doit être bien répartie dans l'espace (autant de sources de nourriture que possible). Les distributions de nourriture doivent avoir lieu à intervalles réguliers.
- On peut compléter en intégrant dans les réservoirs plusieurs (!) distributeurs qui délivrent de la nourriture lorsqu'ils sont activés par les poissons à certains moments (!). Idéalement, ces distributeurs contiennent un aliment complémentaire qui permet au poisson de choisir lui-même le régime optimal.
- Les juvéniles peuvent, en principe, être détenus en banc. Mais, dans ce cas, l'abattage doit survenir avant qu'ils atteignent la maturité sexuelle.
- Chez certaines espèces (saumon, tilapia) l'intervention d'un petit nombre de congénères de taille plus grande pourrait être tentée afin d'endiguer les agressions.
- Les reproducteurs ont en principe besoin de davantage de place que les poissons à l'engrais ainsi que le cas échéant de structures (selon l'espèce) qui rendent possible un comportement territorial et le retrait par rapport aux voisins.
- La détention d'espèces non migrantes, ou peu migrantes, comme la truite arc-en-ciel ou le saumon rouge doit être préférée du point de vue de la protection des animaux.
- La limitation du comportement migratoire chez d'autres espèces de poissons ne peut être acceptée que lorsque a) les juvéniles sont détenus en recevant une nourriture suffisante et variée; b) les poissons adultes sont détenus à une densité faible en recevant une nourriture suffisante et variée.
- Il est conseillé de renoncer à la détention de poissons de haute mer (poissons qui ne vivent pas dans les récifs, ou sur les côtes).
- Les réservoirs sont de préférence peints de couleurs sombres et atténuées. En tout cas, des variateurs de sources de lumière peuvent permettre une meilleure répartition des poissons dans le réservoir.

Concernant les différentes espèces, on a acquis les connaissances précises suivantes:

- Les saumons peuvent être détenus dans des enclos à filet à des densités de 10 jusqu'à 22 kg/m³ au maximum (dans les installations à circuit fermé jusqu'à vraisemblablement environ 30 kg/m³, étant donné que les paramètres aquatiques sont contrôlés). Les réservoirs et les bassins devraient être de couleur sombre. Quelques poissons plus gros assurent éventuellement un comportement social apaisé au sein du banc. Des structures comme des abris, le substrat, des dénivellations sont intéressantes pour les animaux, mais ne doivent être installées qu'avec prudence afin de ne pas augmenter le danger de blessures ou de favoriser l'amoncellement de déjections et de restes de nourriture.
- Les truites peuvent être détenues à des densités de 20 jusqu'à 30 kg/m³ au maximum. Les réservoirs et les bassins doivent être de couleur sombre. Des structures comme des abris, des eaux dormantes, le substrat, la végétation, des dénivellations, sont intéressantes pour les animaux, mais doivent être aménagées avec prudence.
- Les reproducteurs ont besoin de bien davantage de place et de structures et devraient être détenus à des densités plus faibles que les juvéniles à l'engrais.
- Les poissons séjournant sur les fonds marins comme le flétan ont absolument besoin de nourriture qui tombe au fond et ne devraient en aucun cas être nourris en surface.

2. Problèmes de protection des animaux dans la détention des poissons de rente

2.1 Est-ce que les poissons peuvent souffrir?

Les éthologues spécialisés dans les animaux de rente et les vétérinaires ainsi que la majorité des êtres humains sont d'avis que tous les vertébrés peuvent souffrir et ressentir de la douleur. Cette vision des choses est étayée par de nombreux résultats scientifiques et des homologues physiologiques (par exemple la structure du cerveau ou le mode de fonctionnement du système nerveux). Ils montrent également les justifications fondamentales de conclusions par analogie grâce auxquelles on part du comportement animal pour en conclure un comportement humain semblable et par conséquent les émotions qui vont de pair. Perception, sensation de plaisir et de déplaisir se produisent chez l'homme et l'animal étant donné qu'elles sont transformées dans les structures originales du cerveau dont les poissons disposent également. Les poissons sont sous la protection de la législation fédérale pour la protection des animaux. Cette dernière stipule:

- Les animaux doivent être détenus de telle façon que leurs fonctions corporelles et leur comportement ne soient pas gênés et que leur faculté d'adaptation ne soit pas sollicitée de manière excessive. (art. 3, al. 1 OPAn).
- Les logements et les enclos doivent être munis de mangeoires, d'abreuvoirs, d'emplacements pour déféquer et uriner, de lieux de repos et de retraite couverts, de possibilités d'occupation, de dispositifs pour les soins corporels et d'aires climatisées adéquats (art. 3, al. 2 OPAn).
- L'alimentation et les soins sont appropriés s'ils répondent aux besoins des animaux à la lumière de l'expérience acquise et des connaissances en physiologie, éthologie et hygiène (art. 3,3 OPAn).
- Les animaux doivent pouvoir exprimer le comportement d'occupation propre à l'espèce en relation avec la prise de nourriture (art. 4, al. 2 OPAn).
- Les logements et les enclos doivent être construits, équipés et pourvus d'un espace suffisant de façon à ce que les animaux puissent y exprimer les comportements propres à l'espèce (art. 7, al. 2 OPAn).
- Lorsqu'il y a détention en groupe, le détenteur d'animaux doit tenir compte du comportement de chaque espèce et du comportement du groupe (art. 9, al. 2a OPAn).
- Les animaux ne doivent pas être exposés à un bruit excessif pendant une longue durée (art. 12 OPAn).

Différentes études permettent de conclure que les poissons réagissent à des facteurs de motivation comme la faim, la peur, la douleur ou le plaisir. Ils apprennent par renforcement positif et négatif, mais également par observation. Leur anatomie et physiologie donnent à penser qu'ils peuvent souffrir (Chandross et al., 2004). Ils frottent ou soignent les parties douloureuses du corps, évitent les lieux ou activités qu'ils associent avec des expériences douloureuses. Voilà pourquoi le bien-être des poissons mérite davantage d'attention dans la détention des poissons de rente (Bergqvist & Gunnarsson, 2011).

Un des plus grands pays producteurs de poissons, la Norvège, a adopté en juillet 2012 une loi sévère de protection des animaux pour les poissons de rente. Désormais, le saumon est un animal domestique placé sur le même pied que les bovins, les porcs et la volaille. Etant donné qu'en Norvège on est convaincu de la souffrance inutile éprouvée par les poissons lors de l'étourdissement au moyen de la méthode habituelle, le dioxyde de carbone, cette pratique est interdite. (Voir l'annexe 1 sur la capacité des poissons à souffrir.)

2.2 La souffrance des poissons dans les élevages

Des densités de population trop élevées, un espace vital restreint, stress et agressions, nourriture inappropriée, mauvaise qualité de l'eau et brusquerie dans la manipulation représentent une charge pénible pour les poissons. La souffrance se manifeste souvent par l'état de leurs nageoires qui sont blessées par les frottements contre leurs congénères, les cages, les filets ou les parois de béton, ou qui sont atteintes de bactéries de pourriture et de champignons. Le stress constant engendré par l'étroitesse des lieux ou le dérangement affaiblit le système immunitaire des poissons; parasites et maladies en sont la suite logique. On observe souvent des cas de cataracte dans les piscicultures (fair-fish, 2003), qui entraîne la cécité. Les chercheurs décrivent ces phénomènes comme concomitants à la production et inéluctables pour toute pisciculture industrielle. Les détentions dans des systèmes ouverts (cages à filet, systèmes à circuit ouvert) sont souvent menacées par des infestations de poux de mer qui pénètrent la peau des poissons et ne peuvent être éliminés que par des antibiotiques. Les élevages industriels sont régulièrement dévastés par des épizooties ravageuses comme la furunculose ou l'anémie infectieuse qui peuvent causer la mort de millions de poissons. En moyenne, de 10 à 30 % des poissons meurent dans les cages pendant l'engraissement intensif. Les conditions imposées fréquemment aux poissons dans les piscicultures conventionnelles sont comparables à celles des volailles en batterie, nous dit Hans Gonella du Verein Aquarium Zürich VAZ (entretien Gonella, 2012).

La société faïtière de la protection des animaux en Norvège a constaté dans une étude que la détention intensive impose aux poissons d'élevage les conditions négatives suivantes: amoindrissement de la vue allant jusqu'à la cécité, déformations (de la mâchoire inférieure) qui rendent l'absorption de nourriture difficile, inflammations du pancréas, «plaies d'hiver», qui dégénèrent en plaies profondes. «Les besoins des saumons sont aussi peu satisfaits dans les cages que ceux d'une poule dans une batterie de ponte», affirme Anton Krag de la protection norvégienne des animaux (Gamillscheg, 2012).

2.3 Evaluation des mesures de gestion en fonction du degré de gravité

Conformément à Huntingford et al. (2006), dans l'exploitation des poissons, l'être humain a un impact négatif sur différents plans:

- Densités élevées dans des bassins monotones et restrictifs
- Mauvaise qualité de l'eau
- Susciter des agressions qui entraînent des blessures et/ou rendent l'accès à la nourriture difficile
- Affamer pendant la phase de mise à jeun
- Sortie de l'eau pendant la manipulation, causer peur/souffrance et, le cas échéant, des blessures
- Luminosité artificielle pour contrôler la puberté
- Stress nerveux, densité élevée et parfois manque d'oxygène pendant les transports
- Dégâts corporels et/ou agressivité renforcée en raison de la sélection unilatérale dans l'élevage des spécimens à croissance rapide
- Peur et douleur pendant la sortie de l'eau, le crowding et l'abattage.

Toutes ces difficultés dans l'élevage et l'engraissement artificiels sont un obstacle à la précision dans l'évaluation de la souffrance animale dans les piscicultures.

Actuellement, il ne semble exister qu'une solution praticable pour apprécier et évaluer le stress d'une population de poissons en captivité: Van de Vis et al. (2012) distinguent cinq degrés dans le stress imposé aux poissons (I-V), les combinent avec la part de la population qui en est touchée et la population totale (1-4), évaluent le degré de gravité de la mesure prise en relation avec le stress de l'individu (1-5) et ajoutent à leur évaluation la mortalité (%) résultant d'une mesure. Il se dégage une base permettant d'estimer et de comparer les mesures.

Tableau 3: Exemples d'évaluation d'interventions (d'après van de Vis et al., 2012)

Mesure	Tri en fonction de la taille	Extraction de la laitance et de la rogue
Part touchée de la population totale	2 (moyen, 1x annuel)	1 (faible, pas chaque année)
Degré d'affectation de l'individu	Très élevé (100 %)	faible (1–20 %)
Durée du stress	4 (élevé), stress important	5 (très élevé), stress considérable
Mortalité	4 (élevé), d'une à plusieurs heures	2 (moyen), quelques minutes, capture comprise
Mortalität	1 (faible)	1 (faible)

Interprétation du tableau 3: Degré de stress: 1 = faible, 2 = moyen, 3 = important, 4 = élevé, 5 = très élevé

2.4 Manipulation des poissons conforme à la protection des animaux

La manipulation des poissons de rente est inévitable, mais représente pour l'animal concerné une intervention massive pertinente en matière de protection animale. En effet la manipulation (par exemple, trier, déterminer le sexe, mesurer, procéder à des interventions médicales, extraire la laitance ou la rogue, piqûre de vitamines, etc.), se déroule toujours hors de son élément l'eau ce qui entraîne chez le poisson une réaction de défense instinctive (c'est une question de vie ou de mort). Il est important d'utiliser des moyens auxiliaires appropriés qui permettent de ménager les poissons autant que possible, de veiller à une manipulation rapide et de minimiser le danger de blessures. C'est ainsi que de nombreux transports peuvent être effectués en plaçant les poissons dans les bacs de transport au moyen d'une pompe ce qui permet de ne pas les sortir de l'eau.

Avec la manipulation, il y a également ce que l'on appelle le crowding, c'est-à-dire densifier les bancs de poissons avant les transports ou l'abattage. Il faut procéder lentement et avec délicatesse. Pour les transports, il faut respecter des temps de repos où les poissons doivent arriver le plus rapidement possible au lieu de destination. Dans l'idéal, on enrichit l'eau en oxygène. Entre les différentes manipulations, il faut que les poissons aient des phases de repos de plusieurs jours et bien entendu il faut à chaque étape vérifier la qualité aquatique. En général les poissons domestiqués se remettent d'un tel évènement, mais les taux d'hormones de stress ou de cortisol peuvent être encore élevés pendant des heures voire des jours après ces interventions et le fait de se nourrir n'est pas un indice suffisant de «remise en bon état» comme c'est toutefois habituel dans la branche. (Des cochons blessés ou des poules avec l'anus en sang continuent de manger...).

Un autre élément pertinent pour la protection des animaux est l'absence de nourriture pendant la mise à jeun. Pratiquée avant l'abattage, cette dernière contribue à éliminer l'éventuelle odeur de vase dans la chair du poisson et à maintenir une qualité aquatique élevée pendant le transport. Jeûner est pénible pour les poissons comme pour tous les autres êtres vivants. Étant donné que les poissons sont des animaux à sang froid, ils peuvent supporter l'absence de nourriture plus longtemps que les animaux à sang chaud, mais la mise à jeun ne doit pas excéder une durée de 48 heures maximum pour les truites ou 72 heures pour les saumons.

Les méthodes modernes permettant de surveiller un stock de poissons peuvent réduire le nombre de tris manuels et par conséquent le stress des poissons. Il faut donc saluer leur utilisation dans l'esprit de la protection des animaux. Si un tri manuel est incontournable, les poissons ne doivent être saisis que par des gants doux et mouillés; les filets devraient également être adaptés à chaque espèce de poisson pour éviter d'endommager les écailles et les muqueuses. La durée hors de l'eau doit être limitée à des minima absolus. Lors de la séparation des poissons, il faudrait préférer l'utilisation de pompes à celle de filets. Des systèmes modernes de tri n'exigent plus d'intervention

manuelle étant donné que les poissons sont aspirés par des pompes dans l'eau à travers des trous à grandeur variable vers différents conteneurs en fonction de leur taille.

Lorsque les poissons sont mis dans l'eau nouvelle, il faut que les paramètres aquatiques (température, pH, salinité, teneur en oxygène et propreté) soient les plus proches possible des paramètres aquatiques d'origine. Il faudrait habituer les poissons à des conditions différentes de manière graduelle. Des procédures stressantes comme le crowding devraient impérativement être réalisées uniquement en ajoutant de l'oxygène dans l'eau, de préférence de nuit ou le matin lorsque l'eau est froide et peut absorber l'oxygène de manière optimale (Huntingford & Kadri, 2009). Si les poissons doivent être sortis de bassins profonds ou de cages à filet au moyen de filet, il est conseillé de ne les amener que lentement à la surface pour éviter de blesser la vessie natatoire du fait du changement de pression. Les animaux devraient ensuite être maintenus pendant un instant près de la surface avant d'être complètement sortis de l'eau (Brown et al., 2010). Pour mesurer le stress d'une population de poissons dans les bassins d'élevage, on peut contrôler le niveau de cortisol dans l'eau, ce qui rend inutile une prise de sang chez les poissons. (Ellis et al., 2004).

2.5 Alimentation



Illustration 6: tablettes disponibles dans le commerce à base de farine et d'huile de poisson, de krill, de protéines végétales, de vitamines et d'hydrates de carbone MINCHENG

La nourriture joue un rôle décisif pour le bien-être animal dans les piscicultures; en effet, elle n'a pas seulement une influence sur la santé, mais aussi sur le comportement des poissons et la qualité de l'eau. En principe, on peut distinguer quatre types différents de comportement alimentaire chez les poissons: a) les herbivores purs comme la carpe herbivore; b) des détritivores qui mangent les déchets végétaux, par exemple les carpes africaines; c) les omnivores qui mangent des plantes, des déchets, des charognes et parfois des proies vivantes comme les carpes européennes (benthivores, elles mangent notamment des invertébrés) ou le panga (pangasius) et d) les carnivores comme le saumon ou le bar, qui mangent d'autres poissons, des vertébrés et des invertébrés. Les carnivores constituent la majorité des poissons. De nombreux

poissons sont toutefois capables de changer de régime alimentaire au cours de leur croissance. C'est ainsi que les larves de carpes mangent du plancton zoologique tandis que les animaux adultes se nourrissent d'animaux terrestres (et en partie de plantes). La définition des différents besoins alimentaires dans les phases de croissance ainsi que le développement de techniques pour mettre à disposition des alevins, du plancton ou de l'ersatz de plancton, sont les plus grands obstacles auxquels doivent faire face les détentions de nouveaux types de poissons (Currie, 2012).

La nourriture (tablettes) pour les poissons habituellement disponible dans le commerce contient environ 40 % de protéines brutes, 12 à 22 % de graisse brute, 1 à 2 % de fibres et 8 à 11 % de cendres (Tschudi & Stamer, 2012). La majorité des poissons d'élevage carnivores ont besoin de plus de farine et d'huile de poisson qu'ils ne seront en mesure de trouver par eux-mêmes. Le ratio in-out met en évidence combien de kilos d'alimentation pour les poissons sont donnés aux poissons d'élevage pour obtenir un kilo de prise de poids. Ces quantités varient de trois à cinq kilos pour les saumons et les truites et peuvent aller jusqu'à 20 kilos (!) pour le thon. (Chez les saumons, on a atteint en 2010 pour la première fois un ratio de 1:1, ce qui ne suffit pas à alléger la charge qui pèse sur les océans du globe). Étant donné que dans le monde entier l'élevage de poissons connaît un boom sans précédent, il faut disposer de quantités de plus en plus considérables de farine de poisson. Cette farine de poisson provient autant de piscicultures de poissons de fourrage que des

captures accessoires et des déchets de poisson. Une grande partie de la nourriture est produite par la pêche classique qui à la fois n'est ni durable ni conforme à la protection des animaux. Il en découle que des stocks de poissons sauvages sont aussi surpêchés pour nourrir les poissons d'élevage! (En 2009 le rendement mondial de la pêche était de 70 mégatonnes; dont 16,5 mégatonnes ont été transformées en farine de poisson pour les piscicultures) (Currie, 2012)! En raison de cette situation problématique, on essaye de plus en plus de nourrir les poissons d'élevage avec des produits de substitution. En premier lieu il y a les protéines et huiles végétales qui doivent remplacer les protéines et huiles animales. Les truites arc-en-ciel semblent supporter ce changement de nourriture assez bien puisqu'on peut les nourrir à presque 100 % de manière végétarienne (ce qui serait du reste totalement contraire à l'espèce!) En revanche, le flétan ne supporte pas plus de 20 % de protéines végétales (Cahu, 2004). Indépendamment de la question éthique de «conformité à l'espèce», ce qui est décisif est de savoir dans quelle mesure la santé d'un poisson carnivore peut être garantie par une alimentation végétarienne. Les suppléments alimentaires (vitamines, éléments minéraux) jouent un rôle important de même que les graisses qui saturent rapidement, ont de bons résultats d'engraissement et réduisent la quantité de fèces. Cependant, toutes les espèces de poissons ne croissent pas de la même manière quand on augmente la part de graisse dans la nourriture; tandis que les saumons et les truites peuvent être nourris avec une alimentation à forte teneur en graisse, le flétan ne supporte pas ce type d'alimentation.

La dégénérescence grasseuse entraîne des dégâts pour la santé des poissons, par exemple des dégâts au foie et à l'ensemble du métabolisme, ce qui aboutit à des produits d'une qualité moindre et réduit le bien-être animal. Ce qui est important pour le consommateur, c'est la proportion d'acides gras polyinsaturés (oméga trois) dans la chair du poisson qui sont considérés comme particulièrement sains. Chez les poissons d'eau douce, les oméga trois peuvent en partie être introduits dans la nourriture au moyen des graisses végétales et des algues. Les bars, les daurades ou le flétan ont en revanche absolument besoin d'huile de poisson pour pouvoir absorber ces acides gras qui sont essentiels. Fondamentalement, les poissons de mer contiennent davantage d'oméga 3 que les poissons d'eau douce étant donné qu'ils enrichissent les acides gras provenant des algues de mer qui se trouvent très haut de la chaîne alimentaire.

Les hydrates de carbone ne sont pas une composante naturelle de l'alimentation des poissons. Certains poissons peuvent les digérer ce qui permet aux pisciculteurs de ménager les réserves de protéines des poissons en ajoutant des hydrates de carbone à leur nourriture. Les carpes supportent bien les hydrates de carbone dans la nourriture, en revanche les truites arc-en-ciel ne les supportent pas. Une alimentation des poissons qui se veut durable sur le plan écologique et qui veut remplir les désirs des clients tout en étant conforme à l'espèce, n'existe pour l'instant que comme phénomène marginal sous forme de farine et d'huiles de poisson provenant de pêcheries certifiées. Du point de vue du bien-être animal chez les poissons de rente, une alimentation la plus naturelle possible et conforme à l'espèce, qui permette aux poissons d'être en bonne santé, est bien entendu souhaitable; cela veut dire que les protéines et huiles animales provenant de poissons devraient toujours constituer la part principale de la nourriture des poissons carnivores. Le problème de la pérennité de l'alimentation des poissons peut en tout cas être réduit en donnant comme aliment des déchets de la transformation des poissons destinés à la consommation ou des poissons de piscicultures de fourrage certifié MSC. Le problème de protection animale dans la pêche en haute mer (abattage des poissons à bord des bateaux) n'est pas résolu en y ajoutant le label «bio».

Une alternative écologique à la nourriture constituée de farine de poisson pourrait être à l'avenir l'utilisation de protéines provenant d'insectes. À l'institut de recherche pour l'agriculture biologique FiBL en Suisse, on a réussi à lancer une production de masse de la mouche soldat noire (*Hermetia illucens*). Les larves de ces mouches transforment très rapidement la nourriture qui leur est proposée (compost, déchets de viande) en protéines brutes. Pendant leur phase adulte, les mouches ne se nourrissent plus; elles ne volent pas dans le bâtiment et ne transmettent pas de maladies. À terme, cette production de mouches devrait être «mûre pour une exploitation industrielle». La farine constituée par les larves abattues a une composition en acides aminés qui ressemble fortement à la farine de poisson (Stamer, 2012). Dans la mesure où les larves de ces mouches peuvent être détenues de manière conforme à leurs besoins biologiques (manger et croître) et qu'elles sont tuées

rapidement (par surgélation) il n'y a, du point de vue de la PSA, rien à redire à ce type d'alimentation pour les poissons.

Outre le type de nourriture, la répartition spatiale et temporelle de la nourriture joue un rôle important pour le bien-être animal. C'est décisif pour maîtriser le comportement d'agression et de cannibalisme entre les juvéniles et pour une croissance homogène et hétérogène des animaux (Fontaine, 2004). Des repas à heures fixes ou du moins des périodes assez longues consacrées à la nourriture qui est répartie sur l'ensemble du bassin, réduisent l'agressivité des poissons tandis que la limitation spatiale et temporelle de l'alimentation renforce cette agressivité des poissons (Ellis et al., 2004).

Le régime et la qualité de l'alimentation influencent donc fortement le bien-être des poissons dans les bassins. Une nourriture riche en vitamines A et E ainsi qu'en glycane (une polysaccharide) semble avoir un impact positif sur la résistance au stress chez les truites (Ashley, 2007). En outre la nourriture devrait être proposée sous une forme la plus proche possible de la nature: les poissons qui vivent au fond de l'eau comme le flétan devraient être nourris par de l'alimentation qui tombe au fond. Leur niveau de stress est fortement augmenté lorsqu'ils doivent chercher leur nourriture à la surface et ils ont ensuite une tendance aux comportements stéréotypés (Martins et al., 2012), ce qui laisse conclure à une souffrance chez ces animaux. Un plan d'alimentation régulier permet aux poissons de se «réjouir» à la perspective d'être nourris et leur permet de montrer un comportement d'attente positive (op. cit.). Mais le comportement d'anticipation augmente également l'agressivité chez les poissons dominants vis-à-vis des poissons de rang inférieur (Jones et al., 2012). Si en revanche la nourriture est disponible 24 heures sur 24 à la demande et seulement à certains distributeurs automatiques (demand feeders), les poissons dominants occupent les sites plus prometteurs, ce qui favorise l'inégalité dans la croissance et les agressions.

Lors de la distribution d'un grand nombre de tablettes sur une courte durée, cela déclenche des agressions alimentaires actives et passives. En concurrence active pour obtenir la nourriture, les poissons attaquent leurs congénères et arrachent la nourriture de la gueule de l'autre. Lors de l'agression passive en matière de nourriture, les poissons nagent à toute allure et essaient d'obtenir les tablettes en battant leurs concurrents à la course. Le saumon pratique la forme active plus fréquemment que la daurade qui est plutôt passive (Attia et al., 2012). De grandes quantités de nourriture tendent à réduire les agressions actives, mais pas la concurrence indirecte en nageant constamment. Voilà pourquoi Attia et al. recommandent de nourrir les poissons à intervalles réguliers, à heures fixes et à différents endroits jusqu'à ce qu'ils aient mangé à satiété. Les distributeurs automatiques de nourriture peuvent être complétés par des installations en self-service immergées dans l'eau, qui donnent les compléments nécessaires à une alimentation conventionnelle (huiles et vitamines ainsi que certaines substances spécifiques). Cela permet aux poissons de choisir instinctivement le régime le plus adapté à un moment donné (op. cit.) et ensuite de se servir en éléments complémentaires dans le bassin. Un autre avantage de la nourriture à la demande est que la nourriture est répartie régulièrement sur toute la journée ce qui régule également la consommation en oxygène et la production d'ammonium dans le bassin (Read, 2008). Les aspects positifs de la nourriture à la demande ne peuvent pleinement porter leurs fruits que si plusieurs appareils sont répartis dans le bassin et qu'ils ne distribuent pas de la nourriture 24 heures par jour. En effet, cela réduit la possibilité et la motivation chez les poissons dominants de faire le siège des distributeurs de nourriture et donne aussi une chance aux animaux de rang inférieur d'utiliser ces distributeurs de nourriture.

Toute modification dans le bassin ou dans le déroulement de la journée des poissons peut entraîner un stress psychique et un manque d'appétit. D'une manière générale, les mesures susceptibles d'inquiéter les poissons devraient être réduites au minimum. Le manque d'appétit peut être la manifestation d'un mal-être (Martins et al., 2012).

2.6 Crowding et préparation de l'abattage

Dans les piscicultures conventionnelles en Europe, les truites sont habituellement détenues avec une densité de population de 15 à 40 kg/m³ d'eau (Bergqvist & Gunnarsson, 2011). Juste avant d'être abattues, mais aussi avant d'être transportées, elles sont ramassées à une densité de 70 à plus de 100 kg/m³ au cours de la procédure de crowding (Bagni et al., 2007). Dans le transport en haute mer lorsque les bancs de poissons dans les cages à filet sont tirés vers les usines (live haul), on atteint des densités jusqu'à 100 kg/m³ pour plus de 10 000 saumons. Dans le cas de densités aussi élevées, le taux d'oxygène de l'eau chute, ce qui est une charge supplémentaire pour les poissons (Farrell, 2006). Les poissons qui ont été soumis à un crowding avant d'être abattus meurent plus lentement que ceux qui n'ont pas dû subir de stress (Bagni et al., 2007). Le crowding s'accompagne de valeurs élevées en cortisol et en glucose dans le plasma sanguin; sous stress, le corps des poissons consomme des réserves ce qui entraîne une suracidification des muscles (Skjervold et al., 2001). (Des réactions semblables sont observables dans la viande avant des transports trop pénibles ou une manipulation brutale des porcs et des bovins.)

Le crowding s'effectue dans le bassin ou dans une installation ouverte au moyen d'une toile ou d'une grille qui densifie lentement le banc de poissons. En l'occurrence la distance individuelle entre chaque poisson est constamment et de plus en plus fortement diminuée ce qui entraîne des comportements d'évitement et d'agression. Les poissons se trouvent ainsi placés dans un état d'angoisse, le stress se manifeste par le fait qu'ils nagent de manière désordonnée, qu'ils essaient de happer quelque chose et qu'ils donnent des coups à la surface (salto). Ce comportement anxieux les épuise et consomme la chair musculaire ce qui exige une phase de repos après le crowding ne serait-ce que pour des raisons qualitatives (Poli et al., 2005). Avant et pendant le crowding, les poissons ont besoin d'oxygène supplémentaire. La mise à jeun qui suit et qui a lieu juste avant l'abattage ne devrait durer que le temps nécessaire à une vidange complète des intestins (op. cit.).

2.7 Transport

Les transports de poissons sont incontournables. C'est ainsi que les juvéniles doivent être transportés de l'exploitation d'élevage à l'exploitation d'engraissement de même que les poissons d'abattage doivent être transportés à l'abattoir. Pendant toute leur vie les poissons d'engraissement sont déplacés plusieurs fois dans de nouveaux bassins au sein de la pisciculture. Avant le transport se déroule le crowding qui représente déjà un stress considérable pour les animaux. La capture et le transbordement avant le transport sont plus stressants que le transport en soi. Pendant ce dernier,



les poissons sont soumis à de fortes densités de population, des chocs et de nombreux bruits forts et inhabituels. Ils ventilent fortement des branchies et ont donc besoin d'oxygène supplémentaire sinon il y a le risque que l'eau de transport soit enrichie de dioxyde de carbone. Le déplacement dans un nouvel environnement peut représenter un stress supplémentaire lorsqu'il y a une différence dans les paramètres aquatiques entre le lieu de départ et le lieu de destination.

Certaines espèces de poissons sont plus vulnérables que d'autres. Tandis que certaines espèces peuvent récupérer encore, pendant le transport, du stress d'avoir été saisies, d'autres souffrent et souffrent encore plus du transport. C'est ainsi que les truites sont extrêmement vulnérables aux stress et perdent pendant le transport du sodium et des chorions. Des substances tranquillisantes pendant le transport ne sont pas autorisées en Europe tandis qu'elles sont utilisées en Australie. Les poissons profitent toutefois de l'ajout d'une solution saline légère dans l'eau de transport ainsi que de l'ajout d'un supplément d'oxygène. Pendant le transport, les paramètres aquatiques doivent être surveillés en permanence et si nécessaire il faut rajouter de l'oxygène pur. L'eau doit correspondre à la qualité de l'eau d'origine, ne doit pas subir de modification de température pendant le transport et ne devrait pas trop s'enrichir de dioxyde de carbone. Les niveaux de dioxyde de carbone pendant le transport être maintenus dans certaines limites et on peut ainsi empêcher une acidose respiratoire consécutive aux transports en introduisant au début des bulles d'air dans la citerne de transport dont le couvercle n'est pas hermétique, ce qui permet aux bulles de monter à la surface et d'évacuer le dioxyde de carbone (King, 2009).

Les entrepreneurs scrupuleux réduisent le stress des poissons avant, pendant et après le transport en évitant grâce à des pompes de sortir les poissons de l'eau au moment du chargement (ibid.; Ashley, 2007). De plus, ils leur accordent plusieurs jours de repos après le crowding et après le transport. Dans les phases de récupération, le niveau de cortisol dans le sang peut retrouver son niveau normal. Les tuyaux utilisés et les camions de transport devraient en outre être équipés de surface lisse qui évite aux poissons de se blesser les écailles. Par ailleurs, les transports devraient en général être effectués de nuit et/ou par temps frais et lumière tamisée. La majorité des poissons n'ont pas de problème pour un transport de trois à six heures; le transport toutefois ne devrait pas durer plus longtemps (King, 2009). Notons que les poissons réagissent encore plus violemment aux transports que les animaux de rente comme les bovins, les ovins ou les porcs.

Pendant la durée du transport, les poissons ne devraient pas être détenus dans des densités trop élevées. En Tasmanie par exemple on autorise pour les transports une densité maximale de saumons de 80 kg/m³. En comparaison, la Suisse autorise des densités de saumon ou de truite de 250 voire 500 kg/m³! Des densités aussi élevées renforcent considérablement le risque de blessures, le stress et la consommation d'oxygène pendant le transport. Il est donc manifeste que la protection accordée aux poissons dans la législation suisse sur la protection des animaux est tout à fait insuffisante!

2.8 Etourdissement et abattage

Le nombre de poissons tués par an est supérieur au nombre de tous les autres vertébrés abattus. Une étude de Mood und Brooke (2012) arrive à la conclusion que tout juste 80 000 000 000 (80 milliards) de poissons sont abattus annuellement dans les cultures. À titre de comparaison: chaque année 68 milliards de poules, canards, oies et dindes sont abattus dans le monde.

En principe, deux modes d'abattage sont appliqués pour les animaux: abattage rapide avec perte de conscience le plus rapidement possible ou «diminution progressive» de la perception de la douleur. Plus une méthode est pénible pour l'animal, plus dans l'ensemble cela aura une influence négative sur la qualité de la viande (Bergqvist & Gunnarsson, 2011). La chair des muscles d'un poisson qui est mort dans la souffrance perd de la fermeté, contient une grande quantité de radicaux libres et ses réserves de glycogène sont vides (Bagni et al., 2007). Une méthode d'abattage est désignée comme «humaine» lorsque, soit la perte de sensations se produit immédiatement (en une seconde conformément au Farm Animal Welfare Act), soit cette perte de sensibilité est retardée, mais se produit par étapes séparées libres d'angoisse et de douleur (Kestin et al., 2002). L'animal ne doit expérimenter que dans un minimum incompressible la douleur, la souffrance et la peur, et

ce de manière aussi brève que possible (Ashley, 2007). Dans l'état de l'art actuel concernant la sensibilité des poissons pour l'étourdissement avant la saignée, comme c'est le cas pour tous les autres vertébrés, il faut également que l'étourdissement dure jusqu'au moment où l'animal est mort. Dans les piscicultures, cela peut être garanti en théorie tandis que l'abattage des poissons en haute mer pose de très graves problèmes de protection animale. D'une manière générale, on considère comme méthode cruelle d'abattage la méthode habituelle sur les navires de capture qui consiste à les laisser étouffer sur terre ou sur glace ce qui peut durer jusqu'à 120 minutes et cause des douleurs chez les poissons des mers chaudes, ou à plonger l'animal dans de l'eau saturée en CO₂ (cause de fortes réactions de panique; l'inconscience ne se produit qu'au bout d'environ 5 minutes), la section des branchies sans étourdissement (cela peut durer jusqu'à 15 minutes avant que l'animal soit inconscient), placer les anguilles dans du sel (l'animal ne meurt souvent pas avant 18 heures), la décapitation des anguilles (avec ou sans étourdissement préalable); la tête et le corps réagissent à des stimuli sensoriels encore huit heures après (Bergqvist & Gunnarsson, 2011) et d'une manière générale la décapitation des poissons sans les étourdir au préalable.

La limite entre méthodes d'étourdissement et méthodes d'abattage est difficile à fixer. De nombreuses méthodes d'étourdissement (coup ferme ou électrique, eau glacée) peuvent entraîner la mort. Un coup fort peut détruire le cerveau au lieu d'étourdir le poisson. Les méthodes d'étourdissement ne sont pas des méthodes d'abattage sûres étant donné qu'un étourdissement effectif est difficile à distinguer de la mort sans oublier le danger de réveil.

L'immobilité à elle seule ne permet pas d'être considérée comme un indice sûr chez l'animal pour l'**étourdissement**. Un étourdissement correct et durable ne peut être constaté à coup sûr qu'à travers un encéphalogramme. Il existe pourtant différents indices qui plaident avec un haut degré de certitude en faveur d'un étourdissement suffisant du poisson: lorsque le poisson ne réagit ni aux stimuli tactiles ni à la lumière dans les yeux, ne respire plus et perd l'équilibre dans l'eau, n'adapte plus les pupilles à la position du corps (perte du roulement des yeux), il y a donc de fortes probabilités qu'il n'a plus de sensations. Par contre, les réflexes seuls ou l'absence de respiration ne sont pas des signes certains de la perte de sensibilité et un poisson qui donne l'impression d'être étourdi est encore capable d'éprouver des sensations (Kestin et al., 2002).

La perte immédiate de la conscience n'est possible que lors d'un étourdissement électrique ou causé par un coup puissant ou un piking. Les méthodes qui mènent à une perte progressive de la conscience (CO₂, eau glacée) sont à rejeter étant donné que la perte de conscience ne se produit qu'accompagnée de plus ou moins de souffrance et de stress. Les piscicultures modernes n'étourdissent les poissons que dans un bassin d'eau chargée d'électricité ou de manière mécanique en leur appliquant un coup ferme sur la tête. Cette dernière méthode n'est pas praticable chez les poissons comme le saumon, la truite, le flétan ou la daurade tandis que les plus petits poissons peuvent être plus facilement étourdis à l'électricité (Ashley, 2007).

La méthode la plus diffusée pour étourdir les poissons est le choc électrique. Dans ce cas, il se produit une sorte d'attaque cérébrale de type épileptique qui empêche la transmission nerveuse

Méthodes problématiques d'abattage des poissons

Sur les flottes de capture en haute mer, dans la pêche professionnelle et dans les piscicultures à l'étranger, on utilise parfois des méthodes d'abattage extrêmement cruelles. Ces dernières comprennent:

- laisser étouffer,
- saigner sans étourdir (abattage rituel),
- bain de CO₂,
- bain d'eau glacée/ice slurry sans étourdissement,
- éviscérer sans étourdir,
- étêter sans étourdir,
- énuquer de manière non conforme,
- bain de sel ou d'ammoniac,
- bain pauvre en oxygène,
- pêcher à la dynamite,
- tirer sans viser correctement les thons et d'une manière générale les grands poissons.

Les poissons meurent d'une manière atroce dans les grands filets de capture que ce soit par étouffement, par écrasement, ou par déchirement de la vessie natatoire. Cette souffrance animale est prise en compte dans l'utilisation de la farine de poisson comme fourrage pour les poissons d'élevage dans nos pays!

dans le cerveau. Pour garantir un étourdissement à coup sûr, il faut un courant fort et une durée suffisamment longue (10 à 30 secondes) (Lines et al., 2003); ce n'est qu'après cela que le poisson ne pourra vraiment plus se réveiller (et que l'étourdissement est par conséquent mortel). Lors de manipulations inappropriées dans l'étourdissement électrique, il peut se produire une paralysie qui n'a que la manifestation d'un étourdissement, mais qui est à mettre sur le même pied que la sensibilité à la douleur! Étant donné qu'un choc électrique peut entraîner des dégâts et des saignements dans le tissu, les pisciculteurs ne font étourdir qu'insuffisamment le poisson dans des bassins à faible courant. Dans le cas idéal, le poisson est soumis pendant longtemps (quelques minutes) à un champ électrique, fort au début (pour l'étourdir) et ensuite un peu plus faible (pour l'abattre). Donc il est rapidement étourdi et très probablement meurt de choc électrique sans que la chair en subisse des dommages (ibid.). En l'occurrence, il est possible de procéder à l'étourdissement électrique dans l'eau comme sur un convoyeur à bande. Si les poissons restent dans l'eau, il faut que le champ électrique soit adapté à la conductivité de l'eau. Étant donné que les poissons restent de cette manière dans leur élément jusqu'au dernier moment, c'est une méthode qu'il convient de préférer (ibid.).

A la différence du saumon haut de gamme ou des grands thons qu'il est possible et rentable d'étourdir individuellement et manuellement au moyen du piking, cette méthode n'est pas utilisable pour les truites (ibid.). Pour éviter l'erreur humaine et au nom d'intérêts économiques, les méthodes d'abattage automatique sont souvent préférables à l'abattage manuel. Il faut toutefois toujours avoir un contrôleur sur place qui surveille les paramètres des appareils et il faut que l'étourdissement et l'abattage se déroulent correctement ce qui permettrait de rajouter le coup mortel s'il devait y avoir un problème technique (Ashley, 2007). Les saumons et les truites peuvent être automatiquement étourdis sur une bande convoyeuse en les frappant au-dessus des yeux au moyen d'une tête métallique en forme de marteau. Il faut toutefois sortir les poissons de l'eau et c'est pour cette raison qu'il est préférable de leur infliger un choc électrique. Conformément à Poli et al. (2005) la chair des poissons qui ont été étourdis par un coup puissant ou le piking affiche moins d'indices de stress (taux de cortisol, rigor mortis retardée, chair ferme) que celle des poissons qui ont étouffé. Selon l'espèce de poisson, l'efficacité du coup mécanique est très différente: chez les corégones et les truites, le coup sur la tête entraîne en général une mort immédiate tandis que chez les brochets ou les carpes, il ne cause même pas un étourdissement satisfaisant (Baici, 2004).

L'étourdissement et l'abattage dans l'eau glacée sont problématiques. Conformément à Bagni et al. (2007), cette méthode est une torture pour de nombreuses espèces de poissons (bar, daurade, saumon, truites). L'étourdissement se produit dans un état de douleur progressive. Il faut environ 25 minutes jusqu'à ce que les animaux soient étourdis et de 25 à 60 minutes jusqu'à la mort par hypothermie (Lines et al., 2003). Le refroidissement des poissons avant l'abattage est toutefois largement répandu dans l'industrie. Il a un impact économique étant donné qu'il conserve la qualité de la chair et ralentit les processus de dégradation dans la chair après la mort (Skjervold et al., 2001). Conformément à Skjervold et al., le refroidissement devrait être effectué lentement et de toute façon il pose des problèmes chez les espèces qui sont habituées à une température supérieure à 15 degrés centigrades (par exemple, les daurades). Le refroidissement de poissons ayant déjà été correctement étourdis est acceptable au moyen de la glace (pour prolonger l'étourdissement) ou jusqu'à la section des branchies et à l'éviscération ou encore pour rendre un réveil de l'étourdissement totalement impossible et entraîner ainsi directement la mort (Digre et al., 2010; Bjørlykke et al., 2011). C'est aussi ce qu'on fait dans les piscicultures en Suisse; mais lors du refroidissement suivant l'étourdissement on ne peut pas détecter un éventuel réveil des réflexes du cerveau en raison de la rigidité corporelle, il y a donc le danger de faire souffrir les poissons. Le recours à la glace avec des poissons encore vivants (même étourdis) est totalement inacceptable.

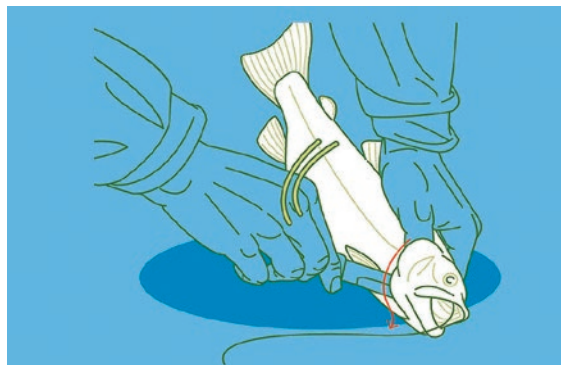


Illustration 8: section des branchies PETRI HEIL

Les méthodes d'étourdissement au moyen de substances chimiques ne peuvent être une alternative acceptable que lorsque les substances utilisées ne présentent aucune nocivité et ne modifient pas le goût de la chair. Un des moyens utilisés comme additifs alimentaires, qui est du reste autorisé, est **l'essence de girofle**. Cette dernière entraîne un étourdissement rapide chez les poissons, sans réaction de stress excessif; par ailleurs, elle est sans danger sur le plan écologique et sanitaire. Pourtant l'essence de girofle peut modifier le goût de la chair des poissons et elle n'est plus autorisée actuellement en Suisse comme substance anesthésiante pour les poissons. Une alternative envisageable est le produit AQUI-S® qui est une substance anesthésiante soluble dans l'eau dont l'élément actif – Isoeugenol – se fonde sur le principe actif de l'essence de girofle sans toutefois modifier le goût de la chair des poissons. Le produit est autorisé sur le marché en Nouvelle-Zélande, Australie, États-Unis et Chili; en Suisse pour l'instant il n'y a pas encore d'autorisation (Baici, 2004).

À la différence de l'étourdissement, les réflexes oculaires et la respiration ne peuvent plus fonctionner après la mort (mort cérébrale et cardiaque). En général, la mort est causée par la saignée pendant un étourdissement continu ou par un champ électrique mortel après le premier étourdissement. Dans la section des branchies, le cerveau est privé de sang et par conséquent d'oxygène comme le sont du reste tous les autres organes vitaux; cela entraîne un effondrement rapide des fonctions vitales. En général, les poissons sont saignés par une section des branchies ou sont éviscérés pendant qu'ils sont étourdis. Pour tuer les poissons avec le moins de stress et de douleur possible, on propose une combinaison de méthodes douces d'étourdissement et d'abattage qui sont les suivantes:

- un coup puissant → éviscérer ou sectionner les branchies
- étourdir à l'électricité → éviscérer ou sectionner les branchies

En Suisse, l'abattage des poissons est réglé dans l'ordonnance sur la protection des animaux (voir chapitre 2.9). Les exploitations certifiées par Bio Suisse ne peuvent utiliser que les procédés à l'électricité ou en appliquant un coup puissant. La **rupture de la nuque**, autorisée chez les poissons conformément à l'ordonnance sur la protection des animaux, est d'une part peu praticable en cas de grandes quantités de poissons et d'autre part problématique du point de vue de la protection des animaux étant donné que si elle est mal exécutée elle entraîne l'absence de mouvement, mais pas l'insensibilisation.

2.9 Dispositions régissant la détention de poissons dans l'ordonnance suisse sur la protection des animaux (OPAn)

Les conditions cadres de la détention des poissons en Suisse sont régies par la loi sur la protection des animaux (LPAn) et l'ordonnance qui va de pair (OPAn). D'autres textes de loi pertinents sont en outre la loi sur la protection des eaux ainsi que son ordonnance sans oublier les dispositions qui s'appliquent aux fourrages et au traitement des épizooties. Pour les élevages bio s'ajoutent les directives de Bio Suisse, des valeurs de référence très sévères pour différents paramètres aquatiques et d'autres contraintes pour la détention des poissons. Il est frappant de voir que les dispositions régissant la détention ne donnent pas d'indications sur la taille des bassins utilisés. Seul Bio Suisse a édicté des directives sur l'aménagement des bassins d'engraissement. Les exigences minimales pour la détention de poissons de rente se limitent en Suisse à la densité de la population, à la teneur en oxygène, à la teneur en ammoniac, nitrates, celle en dioxyde de carbone ainsi que les valeurs de pH, la température et la durée maximale de suppression de la nourriture. Les dispositions légales ne correspondent pas du point de vue de la protection des animaux à l'état actuel de la recherche; elles sont lacunaires et autorisent des conditions environnantes qui ont un impact négatif sur le bien-être des poissons. Autre élément problématique, l'ordonnance sur la protection des animaux ne définit que les conditions de la détention et le transport des truites et des cyprinidés, laissant ainsi sans aucune orientation les détenteurs de perche, d'esturgeon ou de poissons de mer en Suisse.

Ci-dessous figurent les dispositions permanentes pertinentes pour la protection des animaux conformément à l'OPAn dans la détention des poissons de rente [mis en évidence par l'auteure].

Art. 23 Pratiques interdites sur les poissons et les décapodes marcheurs

1 Il est en outre interdit de pratiquer les interventions suivantes sur les poissons et les décapodes marcheurs:

d. transporter des poissons vivants sur de la glace ou dans de l'eau glacée

Art. 90 Etablissements détenant des animaux sauvages à titre professionnel

1 Les établissements détenant des animaux sauvages à titre professionnel doivent disposer d'une autorisation.

2 Par établissements détenant des animaux sauvages à titre professionnel, on entend:

b. les établissements qui détiennent des animaux sauvages à titre professionnel à des fins de traitement médical, de production d'oeufs, de viande et de fourrures ou à des fins similaires

Art. 98 Détention

1 Les enclos dans lesquels les poissons et les décapodes marcheurs sont détenus ou placés temporairement, y compris ceux utilisés pour la pêche professionnelle, et les conteneurs de transport, doivent présenter une qualité d'eau qui satisfasse aux besoins de l'espèce animale en question.

2 Pour les espèces de poissons mentionnées à l'annexe 2, tableau 7, la qualité de l'eau des établissements de détention et des élevages professionnels doit remplir les exigences minimales prescrites dans ladite annexe.

4 Les poissons ne doivent pas être exposés à des vibrations excessives pendant une longue durée.

Art. 99 Manière de traiter les poissons et les décapodes marcheurs

1 La manipulation des poissons et des décapodes marcheurs doit être limitée au strict nécessaire et ne pas stresser les animaux inutilement.

2 Le tri des poissons de consommation, des poissons de repeuplement et des décapodes marcheurs ainsi que l'obtention de produits de la reproduction doivent être effectués par des personnes disposant des connaissances nécessaires et au moyen d'installations et de méthodes appropriées.

3 Les poissons et les décapodes marcheurs doivent rester dans l'eau durant le tri, ou du moins être suffisamment humidifiés.

Art. 100 Capture

2 Les poissons destinés à la consommation doivent être mis à mort immédiatement.

Art. 178 Principe de l'étourdissement obligatoire

1 Tout vertébré doit être étourdi au moment de sa mise à mort.

Section 3 Etourdissement et saignée des animaux

Art. 184 Procédés d'étourdissement admis

1 Les procédés d'étourdissement suivants sont admis:

i. poissons:

- coup puissant sur la tête avec un instrument non tranchant,
- rupture de la nuque,
- électricité,
- destruction mécanique du cerveau.

Art. 187 Saignée

5 Après leur étourdissement, les poissons peuvent être vidés au lieu d'être saignés.

L'annexe 7 de l'ordonnance sur la protection des animaux contient des indications sur la densité maximale de population et de transport ainsi que sur les paramètres aquatiques nécessaires dans la détention des truites et des cyprinidés (voir annexe 3 du présent travail).

2.10 Meilleure pratique: recommandations aux éleveurs de poissons

Premières conclusions: dans ce chapitre, nous avons tenté de donner un éclairage du point de vue de la protection des animaux des différents domaines de la gestion piscicole dans les élevages de poissons de rente. En l'occurrence, certaines mesures pénibles pour les poissons sont incontournables comme dans tout élevage d'animaux de rente, raison pour laquelle on doit les prendre en compte si on est en faveur de la détention et de l'exploitation des poissons. Ces mesures englobent le crowding, la mise à jeun, les transports et l'abattage. Par la suite, nous allons essayer de tirer des conclusions pour la meilleure pratique dans le traitement des poissons de rente.

Manipulation

- La manipulation des poissons doit être limitée à un minimum absolu par année et par animal (par exemple maximum deux à trois fois par an).
- dans la mesure du possible, les comptages et le tri automatisé des poissons doivent être utilisés. Les poissons doivent être triés au moyen d'une pompe.
- Les transports ne doivent pas durer plus longtemps que trois heures et se dérouler dans des conteneurs aérés. La densité de transport ne doit pas excéder 100 kg/m³. Les poissons doivent être chargés en se servant d'une pompe.
- Dans des procédures stressantes comme le crowding et le transport, il faut ajouter de l'oxygène.
- Après chaque procédé stressant, les poissons doivent avoir une durée de repos, au minimum 24 heures (davantage serait mieux).
- Le niveau de stress de la population de poissons et de chaque poisson doit être surveillé régulièrement, que ce soit de visu ou en mesurant le taux de cortisol libre dans l'eau.

Alimentation

- La durée de la mise à jeun ne doit pas excéder 72 heures tout en tenant compte de la température de l'eau; il ne faut utiliser que du fourrage approprié à l'espèce et si possible ne pas remplacer les protéines animales par des protéines végétales et des hydrates de carbone.
- Il ne faut utiliser que du fourrage approprié à l'espèce si possible ne pas replacer les protéines animales par des protéines végétales et des hydrates de carbone.
- L'utilisation d'insectes de fourrage et d'autres protéines alternatives appropriées comme alimentation de poissons doit être encouragée pour limiter la dépendance envers des captures de poissons sauvages et par conséquent la problématique de protection des animaux qui va de pair.
- Pour les saumons et les truites arc-en-ciel: pour compléter les distributeurs automatiques de nourriture avec des intervalles de fourrage programmés, on peut intégrer plusieurs distributeurs en libre-service dans les bassins; lorsque le poisson actionne une commande, ils distribuent de la nourriture. Dans le cas idéal, les distributeurs en libre-service contiennent des aliments de complément qui permettent aux poissons de choisir leur régime optimal.

Etourdissement et abattage

- Les poissons doivent être abattus sur place.
- Si des transports sont nécessaires, leur durée doit être réduite au minimum.
- L'abattage sans étourdissement préalable est à rejeter.
- Les méthodes d'étourdissement à privilégier sont l'électricité dans l'eau, un coup ferme sur la tête.
- Les méthodes inacceptables sont : rupture de la nuque, dioxyde de carbone, eau glacée.
- Le recours à la glace avec des poissons encore vivants (même étourdis) est totalement inacceptable.
- Il faut toutefois toujours avoir un contrôleur sur place qui surveille les paramètres des appareils et il faut que l'étourdissement se déroule correctement pour intervenir en cas de besoin.
- Les poissons ne peuvent être tués que lorsque plusieurs manifestations de la perte de conscience: absence de réflexes oculaires à la lumière, absence de respiration, perte de l'équilibre, perte du réflexe de roulement des yeux.

- Les méthodes d'abattage acceptables après l'étourdissement, sont la section des branchies, l'éviscération immédiate ou un bain électrique prolongé. Il faudrait renoncer à l'abattage en donnant des coups.
- Le bien-être animal prime: il faut toujours choisir la méthode d'abattage qui ménage le plus l'animal, même si cela a un impact sur la qualité visuelle de la chair (tâches rouges).

3. Un milieu de vie plus ou moins artificiel en fonction des différents systèmes de détention

3.1 Introduction

Comparés à leurs congénères sauvages, les poissons de rente vivent dans des conditions extrêmement standardisées. Dans les réservoirs ou les bassins d'eau courante, il n'existe normalement pas de structures d'«enrichissement» (aménagement pour favoriser les comportements) (Martins et al., 2012). Les animaux vivent pendant des mois dans le même bassin, dans les mêmes conditions de lumière et de couleur, avec les mêmes bruits, le même courant et la même nourriture et sont stressés de manière sporadique par la manipulation (handling) et par des modifications de la composition du groupe.

Des études éthologiques et des recherches sur le bien-être animal portant sur les besoins d'une espèce ichtyologique en captivité restent rares. En dépit de cela, on continue, en aquaculture, à introduire de nouvelles espèces dont on ignore presque tout en matière d'éthologie et de besoins propres.

Toutefois il existe des indicateurs généraux du bien-être animal, largement reconnus. Il s'agit des «cinq libertés», c'est-à-dire ne pas être tributaire de la faim ou de la soif, ne pas se sentir mal, ne pas être soumis au stress, ne pas être exposé à la maladie et à la douleur. Pour la détention de poissons en pisciculture, cela signifie:

- Une distribution de nourriture respectueuse de l'espèce et abondante
- Un environnement adapté (qualité de l'eau, courant d'eau, lumière, densité de population...)
- Des précautions prises pour éviter des blessures; hygiène et prophylaxie et si nécessaire, médication ciblée
- Une liberté de mouvement suffisante et une structuration convenable de l'habitat
- Une anesthésie correcte avant l'abattage.

On peut aussi définir le bien-être sous l'angle de possibilités: possibilité d'un comportement typique de l'espèce, possibilité de faire des expériences positives (contacts sociaux, nourriture, confort) (Huntingford, 2004). Il est en outre important que l'adaptabilité naturelle des poissons ne soit pas soumise à des conditions de détention trop difficiles (Huntingford et al., 2006; Bergqvist & Gunnarsson, 2011). La législation suisse en matière de protection des animaux définit les conditions du bien-être des animaux comme suit:

- lorsque leur détention et leur alimentation sont telles que leurs fonctions corporelles et leur comportement ne sont pas perturbés et que leur capacité d'adaptation n'est pas sollicitée de manière excessive,
- lorsqu'ils ont la possibilité de se comporter conformément à leur espèce dans les limites de leur capacité d'adaptation biologique,
- lorsqu'ils sont cliniquement sains,
- lorsque les douleurs, les maux, les dommages et l'anxiété leur sont épargnés (LPA 2005, art. 3).

3.2 Le poisson et son environnement

Par les branchies et la peau, les poissons sont en contact permanent avec l'élément aquatique qui les entoure. Ils sont très sensibles aux changements de température, à la salinité ou au pH de l'eau. C'est pourquoi la qualité de l'eau est un facteur très important pour le bien-être du poisson.

Les poissons ont des organes sensoriels bien développés et s'orientent à l'aide des sens de la vue, de l'odorat et du goût ainsi que du toucher. Ils ont un angle de vue allant jusqu'à 340°, mais se limitant à 30° pour l'espace situé directement devant leur gueule. Leurs yeux sont donc, avant tout, bien adaptés à la perception de mouvements et de menaces qui s'approchent également «par l'arrière». Le sens olfactif se situe dans les narines, alors que les cellules du sens gustatif se trouvent réparties sur l'ensemble du corps (Stumpf, 1995). La ligne latérale sert d'organe du toucher qui perçoit les différentes pressions de l'eau. L'oreille interne permet aux poissons de percevoir les bruits et les secousses, le spectre des sons audibles par le poisson est un peu plus grave que celui des humains (ibidem) et les poissons sont donc plus sensibles à des sons de basse fréquence (pompage, secousses dans le sol).

Qu'est-ce que le poisson perçoit de son environnement? On peut penser que les perceptions dominantes chez le poisson sont la lumière et l'ombre, les mouvements, la température de l'eau, la pression, les courants, le taux de salinité, le goût de l'eau, les bruits et les vibrations. En revanche, la vision de l'espace ou le toucher jouent un rôle moindre. Les éléments qui motivent les comportements du poisson sont en premier lieu les instincts de recherche de nourriture, d'évitement des prédateurs, de parade nuptiale et de reproduction. Nous ne savons pas si un comportement d'exploration ou de curiosité, donc une «occupation» jouent un rôle dans le bien-être du poisson et si oui, dans quelle mesure.

3.3 Paramètres décisifs pour le bien-être du poisson

Le schéma ci-dessus (simplifié) se réfère à un modèle élaboré par Turnbull & Kadri (2007). Dans une installation piscicole, les exigences naturelles des poissons et leur adaptabilité à leur environnement coïncident avec les conditions offertes par l'installation piscicole qui réunit des conditions spatiales et techniques pour la détention des poissons. Tous les types de comportement prévus par la nature pour une espèce de poisson ne peuvent pas être réalisables en captivité et tous les besoins ne peuvent être parfaitement satisfaits (C): ces caractéristiques et ces besoins rendent difficile une détention en captivité conforme à l'espèce.

Toutefois une partie plus ou moins importante du comportement naturel peut être vécue en captivité aussi – ce sont ces besoins des poissons qui peuvent être satisfaits par l'installation de détention (B). Et finalement, les poissons disposent de facultés d'adaptation à leur environnement qui sont superflues en captivité puisqu'ils n'en font pas usage dans l'installation piscicole. Mais si ces facultés d'adaptation ne sont pas utilisées cela n'est pas obligatoirement en soi dommageable aux animaux (A). Des facteurs supplémentaires ayant un impact négatif sur la détention des poissons sont représentés par une flèche (E). Ces facteurs augmentent pour les poissons le risque d'être confrontés à des défis auxquels ils ne sont pas adaptés. La flèche (E) a le potentiel d'augmenter la part de (C) et en même temps de réduire la part de (B). Les facteurs qui réduisent justement ces risques sont représentés par la flèche (D) qui augmente le «domaine du bien-être» (B).

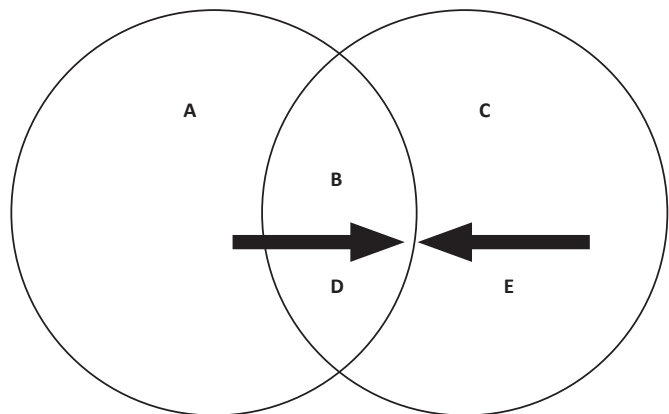


Illustration 9: facteurs de détention dans la pisciculture (simplifié d'après Turnbull & Kadri, 2007)

Exemples de différents facteurs de détention:

- A) Adaptations ou comportements innés inutiles en pisciculture:** comportement migratoire, territorialité, évitement de l'ennemi, stratégies de reproduction.
- B) Adaptations (état normal) innées et utiles en pisciculture:** température de l'eau, salinité, comportement grégaire, croissance, santé, entre autres.
- C) Facteurs liés au système de la pisciculture et auxquels le poisson n'est pas adapté:** température de l'eau ou salinité inadéquates, stress chronique, maladies, mauvaise qualité de l'eau, nourriture inadéquate.
- D) Facteurs exerçant une influence positive sur le bien-être du poisson:** personnel bien formé, surveillance électronique permanente des paramètres aquatiques, service de garde, ajout d'oxygène, monitoring du bien-être du poisson, traitement médical, réduction ciblée des nuisances.
- E) Facteurs exerçant une influence négative sur le bien-être du poisson:** taux de densité trop élevé, maladies endémiques, facteurs de stress supplémentaires: prédateurs, perturbations, lumière, climat etc.

L'élevage des animaux de rente nous apprend que, par exemple, les porcs, nourris avec des aliments concentrés, absorbent en 20 minutes leurs besoins quotidiens, mais continuent cependant à fouiller le sol pour rechercher de la nourriture. Si l'on entrave cette activité, ils souffrent et présentent des troubles du comportement... Le fait de ne pas pouvoir s'adonner à des types de comportement innés peut donc impliquer une souffrance, même si ces types de comportement ne sont plus utiles en captivité! Le modèle de Turnbull & Kadri doit donc être interprété avec prudence.

Sindilariu (entretien, 2012) estime que la qualité de l'eau et de la nourriture ainsi que l'absence de stress sont les facteurs les plus importants pour garantir une pisciculture conforme aux besoins des animaux. Il considère qu'une bonne croissance, une absence de troubles du comportement, une bonne santé et des paramètres sanguins normaux sont des signes positifs mesurables du bien-être des poissons. Bégout Anras (entretien, 2012) pense que la densité de la détention n'est pas un indicateur de bien-être approprié pour les poissons et que le «behavioural enrichment» (enrichissement du milieu de vie pour favoriser des comportements) est difficile à pratiquer et peut même être contre-productif (danger de blessures du fait des structures). Pour les poissons, l'entraînement physique grâce un courant d'eau constant est plus important car il simule la migration et améliore la santé et la qualité de la chair de l'animal. Jermann (entretien, 2012) pense, comme Sindilariu, que l'absence de stress est le facteur décisif pour le bien-être du poisson. Mais, en complément, il établit une distinction claire entre les concepts de «détention conforme aux besoins de l'espèce» et «détention conforme aux besoins de l'animal»:

Détention conforme aux besoins de l'espèce: n'est conforme aux besoins de l'espèce que le milieu naturel dans lequel l'espèce s'est développée et s'est adaptée. Par conséquent, la poursuite par un prédateur et les blessures infligées par ce dernier, la lutte pour les ressources, le stress et la maladie sont conformes à l'espèce. Un comportement et une vie naturels ne sont pas toujours bénéfiques au poisson. Mais, certains besoins spécifiques à une espèce comme le type de nage, la prise de nourriture ou l'évitement d'un ennemi sont inscrits dans les gènes. Il «faut» que l'animal les vive pleinement, sinon des troubles du comportement apparaissent.

Détention conforme aux besoins de l'animal: elle se réfère au bien-être de l'individu et à ses aspirations à la santé, au confort, à la sécurité et à la pleine réalisation de types de comportements innés. La protection contre les prédateurs, l'apport de nourriture et les soins de santé en captivité sont tout à fait bénéfiques au bien-être de l'animal, de même que l'élimination d'autres facteurs de nuisances. Les entraves au comportement naturel du fait de la captivité ne doivent pas excéder l'adaptabilité naturelle de l'animal.

Les biologistes des zoos qui, aujourd'hui, se préoccupent sérieusement de questions concernant la détention conforme à l'espèce (sauvage) pensent actuellement que la «conformité à l'espèce» est une gageure et qu'en aucun cas, la vie en liberté ne peut être toujours assimilée au bien-être de

l'animal. Lund & Röcklinsberg (2001) sont également d'avis qu'il est pratiquement impossible d'offrir à des animaux de rente une vie aussi proche de la nature que possible et en même temps d'éliminer tous les risques qui compromettent le bien-être de l'animal dans son milieu naturel. Vu sous cet angle, on peut tout à fait envisager une détention d'animaux sauvages en captivité conforme au bien-être de l'animal. Bilio (2007/2008) pense que de nombreux besoins des poissons peuvent être satisfaits en captivité. Par exemple, chez des espèces pélagiques d'assez petite taille, le problème du manque d'espace pourrait être résolu par une détention dans des réservoirs circulaires qui suggèrent aux poissons un espace illimité où ils peuvent se mouvoir. La lumière du jour et les saisons peuvent être simulées, on peut offrir une protection ainsi qu'un substrat permettant le frai pour les animaux adultes. Il serait plus problématique d'offrir aux poissons des conditions spécifiques comme le «goût» des eaux de leur milieu d'origine car on ignore encore comment les poissons le reconnaissent.

Les paramètres évoqués ci-dessous sont importants pour le bien-être des poissons et devraient donc jouer un rôle déterminant dans le développement d'installations piscicoles.

Qualité de l'eau

Les pisciculteurs ne peuvent pas influencer également sur tous les paramètres aquatiques. L'oxygène, l'ammonium, les nitrates et les nitrites, le dioxyde de carbone peuvent être contrôlés par des dispositifs techniques comme les filtres, les systèmes d'aération et par une densité de population adéquate. D'autres paramètres dépendent essentiellement de la source de l'eau utilisée et l'on peut tout au plus influencer sur ces derniers par des moyens coûteux. Ce sont le pH, l'alcalinité, la dureté de l'eau, la température et la quantité de métaux lourds.

Stress

Le stress est un indicateur important de la menace qui pèse sur le bien-être des animaux. Il a un impact sur la croissance, les réactions immunitaires, la fertilité – en bref sur la santé. Des poissons stressés en permanence affichent une perte d'appétit, une vulnérabilité aux maladies et une croissance ralentie (Gornati et al., 2004). Le stress (chronique) peut être mesuré à un niveau élevé de cortisol dans le sang ainsi qu'à la quantité de cortisol dans les prélèvements d'eau des réservoirs (stress de l'ensemble de la population). Le stress aigu peut être mesuré à l'hyperacidité du sang et à l'augmentation de la concentration du glucose. Pour les poissons comme pour tous les êtres vivants, toute situation inhabituelle qu'ils ne «comprennent» pas et à laquelle ils ne peuvent faire face représente une sollicitation énorme. Le stress est provoqué dans les piscicultures par la manipulation. Les poissons peuvent s'habituer à certaines nuisances (nettoyage du bassin, mouvements au bord du bassin, bruits). En revanche, d'autres événements comme le prélèvement des poissons hors de l'eau, la manipulation et toute forme de persécution, de harcèlement et de limitation de la liberté de mouvement provoquent un stress aigu. En outre, les poissons ont du mal à différencier des événements similaires. Lorsqu'ils ont appris par exemple à faire le lien entre l'épuisette sous l'eau et être attrapés, entre la peur et les difficultés de respiration, ils craindront également l'épuisette qui n'est utilisée que pour nettoyer le réservoir (ramassage des poissons morts). Lorsqu'ils sont stressés, les poissons consomment nettement plus d'oxygène qu'en temps normal. Le manque d'oxygène dans le réservoir peut renforcer le stress de toute une population déjà sollicitée (signes: ventilation accélérée par les branchies). On a donc instauré préventivement un ajout d'oxygène pur avant d'exécuter toute tâche effrayant les poissons, ce qui permet d'augmenter très rapidement la teneur de l'eau en gaz. En effet, les poissons se calment nettement lorsque la teneur de l'eau en oxygène s'accroît. En outre, les poissons se laissent conditionner un peu, ce qui pourrait être un avantage pour la détention de poissons de rente. Par exemple, si le nettoyage du réservoir est toujours lié à une nourriture spéciale (récompense) et qu'on y ajoute un courant d'eau ou certains bruits, l'événement «épuisette dans l'eau» peut, grâce à ces mesures d'accompagnement, être évalué par les animaux comme sans danger (Fernö et al., 2011). Le renforcement positif, introduction de stimuli familiers (nourriture, «rai de lumière»), peut en outre être également utilisé pour attirer les poissons à certains endroits ou pour les calmer lorsqu'on les transfère dans un autre réservoir. De manière générale, les pisciculteurs devraient structurer leur quotidien de façon prévisible de telle sorte que les poissons

puissent s'habituer au déroulement de la journée, aux mouvements et aux bruits et qu'ils sachent ce qui les attend. La prévisibilité d'événements réduit le stress des poissons. Par exemple, si avant une manipulation un signal sonore retentit, le poisson peut s'y préparer – et lorsque le signal est absent, le poisson sait qu'il ne court aucun danger.

Tous les individus et toutes les espèces de poissons ne sont pas sensibles au stress de la même manière. Au sein d'une espèce, il y a des individus sensibles au stress et des individus résistants au stress. Les conditions généralement stressantes d'un élevage industriel de poissons de rente augmentent le risque de mortalité chez les individus sensibles au stress. On peut procéder à une sélection ciblée, à l'instar de ce qui se pratique dans l'élevage de porcs en Suisse. Chez le saumon et la truite, on est parvenu à élever des lignées entières résistantes au stress et plus familières en ciblant ces caractéristiques.

L'agressivité – et donc la sollicitation des animaux au sein du banc – est également liée au sexe des poissons lorsqu'ils arrivent à leur maturité sexuelle. Les saumons et les cabillauds mâles deviennent agressifs, ils attaquent et chassent d'autres mâles. Toutefois, les comportements de parade nuptiale et de concurrence absorbent une très grande part de leur énergie et de leur forme physique. Chez ces deux espèces, il y a aussi des mâles qui ne parviennent pas à la «grande forme» (plus petits, plus pâles, plus paisibles), mais qui, pendant la phase de fécondation s'approchent de mâles plus puissants et cherchent à ajouter leur laitance à la roque. Il serait peut-être possible d'encourager de manière ciblée ces génotypes mâles afin de réduire l'agressivité d'une population (Taranger et al., 2010). En outre, chez quelques poissons, le sexe influe sur les préférences quant à l'habitat et par conséquent aussi sur les exigences de la détention. Ainsi, les cabillauds femelles choisissent des eaux moins profondes, donc des zones maritimes plus éclairées et plus chaudes que les mâles.



Illustration 10: Le cabillaud mâle (Gadus morhua) préfère des eaux plus profondes et plus froides

ASBJORN.HANSEN

Santé

Différentes maladies ont massivement augmenté avec l'intensification de la pisciculture, ce qui est nettement un indicateur de mal-être et de détention non conforme à l'animal. De nombreux agents infectieux peuvent déclencher des maladies lorsque de mauvaises conditions de détention entraînent un affaiblissement du système immunitaire des animaux. Le déclenchement de maladies peut donc indiquer qu'une détention est insuffisante. Les agents infectieux importants sont les virus, les bactéries de la décomposition de nageoires blessées et des ouïes, ainsi que des parasites, comme les poux de mer et les poux des poissons. Dans les piscicultures conventionnelles, les poissons sont vaccinés ou traités de manière préventive avec des antibiotiques. Dans les élevages bio en revanche, seuls les bains de sel sont autorisés et les médicaments ne sont utilisés qu'en cas d'urgence. La protection des animaux considère la mise en œuvre massive d'antibiotiques comme un signal d'alarme car les antibiotiques «masquent» les conséquences de conditions insuffisantes de détention en refoulant les signaux d'alarme physiques des poissons (par ex. morsures infectées des nageoires, infections survenant lorsque le système immunitaire est affaibli). La mauvaise santé du poisson est détectable à des inflammations des branchies et des nageoires, au refus de nourriture, à l'affaiblissement des couleurs (Conte, 2004). En pisciculture, ce sont particulièrement les dommages aux nageoires et les déformations qui posent problème. Les dommages aux nageoires surviennent lorsque les réservoirs sont mal conçus (frottement), lorsque les courants sont inadaptés et lorsque la densité de population est trop élevée (morsures par les congénères). Les déformations surviennent lorsqu'il y a excès de chaleur dans les élevages de juvéniles, des variations de température ou de salinité fréquentes ainsi que lorsqu'il existe des carences en vitamines et en substances nutritives (surtout en calcium).

Les dommages aux nageoires surviennent surtout chez les salmonidés. En revanche, ce n'est pratiquement jamais le cas chez le flétan, l'esturgeon et le cabillaud. Ils semblent généralement plus fréquents dans la détention d'espèces vivant en eaux froides. Chez les poissons sauvages, les dommages de ce type causés aux nageoires ne sont pratiquement jamais observés, ils sont donc liés à la détention en captivité (Ellis et al., 2008). Etant donné que les dommages aux nageoires portent atteinte à la santé, au bien-être, au déplacement et à la communication des poissons, ils sont un indicateur important pour la protection des animaux. Les causes de ces dommages n'ont pas encore pu être établies de manière indubitable. Manifestement, les agressions (morsures), le type de distribution de nourriture (le poisson attrape la nageoire d'un autre par mégarde), la densité de la population (stress et frottement), les matériaux du réservoir et la force du courant (frottement), la manipulation (blessures) et la qualité de l'eau (infections) jouent un rôle. Les poissons vivant sur des substrats oxygénés et naturels présentent manifestement moins de dommages aux nageoires que des poissons détenus dans les réservoirs de béton ou sur des substrats mal oxygénés. C'est le cas pour les truites détenues dans des installations comportant des abris et des distributeurs automatiques de nourriture (ibidem; Berejikian & Tezak, 2005).

Pour éviter les dommages aux nageoires, Ellis et al. (2008) préconisent les mesures suivantes:

- Augmenter le volume d'eau dans le réservoir réduit la probabilité de contact et donc de frottement
- Ombrager le réservoir en totalité ou partiellement (éviter les dommages dus au soleil)
- Aménager des zones d'eau peu profonde (protection contre les congénères qui attaquent par le haut)
- Augmenter la vitesse du courant (cela diminue les comportements d'agression au profit du comportement de nage chez les salmonidés)
- Éviter les monocultures (par ex. préférer une co-détention de saumon et d'omble)
- Bien répartir la nourriture (cela permet d'éviter que les poissons attrapent frénétiquement les aliments)

Lorsqu'on évalue l'état de santé d'une population détenue dans un réservoir, il faudrait également prendre en compte l'activité en surface comme un signe important: si les poissons font des sauts fréquents et viennent respirer très souvent à la surface de l'eau, on peut en déduire un manque d'oxygène, une attaque de parasites ainsi qu'un stress (Kristiansen et al., 2004). Toutefois, il faut aussi tenir compte du fait que certains poissons aiment se tenir naturellement à la surface de l'eau (carpes) ou font des sauts (saumons, truites) alors qu'une activité à la surface de l'eau est clairement le signe d'une mauvaise détention chez des espèces vivant sur les fonds (flétan).

Les vaccinations sont parfois nécessaires pour protéger un stock de poissons contre les épizooties. Procéder à la vaccination implique obligatoirement de rassembler les poissons, car il faut les attraper, les anesthésier et leur faire une piqûre. Dans les piscicultures, la vaccination orale n'en est encore qu'à ses débuts. Les poissons vaccinés présentent en général une croissance moindre que les poissons non vaccinés (Tschudi & Stamer, 2012). En Suisse, les vaccinations contre la nécrose hématopoïétique infectieuse (NHI) et la septicémie hémorragique virale (SHV) sont interdites (Ordonnance sur les épizooties (OFE), chapitre 5, section 2, art. 283).

Les malformations peuvent être d'origine génétique ou liées à la détention. Ainsi, chez les saumons, une détention des larves de poisson dans des conditions de chaleur trop forte peut entraîner une déformation du squelette qui entrave le comportement de nage et de nourriture – et donc l'aptitude à la concurrence (Ashley, 2007). Les malformations cardiaques peuvent avoir pour conséquence la réduction de la tolérance au stress et une augmentation de la mortalité.

Mortalité

La mortalité des poissons est particulièrement élevée chez les juvéniles. A l'état sauvage, une haute mortalité est due à la prédation et aux maladies. Les poissons s'adaptent à cette mortalité en se reproduisant massivement (la survie d'un individu jusqu'à la maturité sexuelle est d'abord un événement statistique). En aquaculture, la prédation comme facteur de mortalité n'existe pas. Il ne reste donc que des facteurs de mortalité liés à la détention et à la maladie si bien que la mortalité

peut être considérée comme le facteur le plus significatif pour l'évaluation du bien-être des poissons. En Ecosse, par exemple, la mortalité des saumons juvéniles est supérieure à 20 % (Tschudi & Stamer, 2012). On peut se demander si de tels taux de mortalité peuvent être justifiés pour un stock de poissons dont les hommes sont responsables. Notons que de tels taux de mortalité ne sont pratiquement jamais observés chez aucune espèce d'animaux de rente (mammifères, oiseaux) même dans les détentions intensives.

Liens sociaux

La composition de la population de poissons influe sur le niveau d'agressivité et la concurrence pour la nourriture dans le réservoir et donc sur le stress auquel sont exposés les individus. La production commerciale vise à réfréner le comportement cannibale naturel des larves de poissons et des juvéniles et à créer des groupes homogènes en taille. Mais, comme la taille est un facteur décisif dans le comportement de dominance, les conflits entre les grands poissons de même taille surviennent beaucoup plus souvent. En conséquence, le danger d'une agressivité forte est sérieux dans les installations détenant des poissons à l'engrais. Selon Gonella (entretien, 2012), la problématique de l'agressivité est fondamentale dans la détention de poissons carnivores et il faut la considérer comme un fléau. Les truites ont tendance à s'agresser les unes les autres beaucoup plus que les carpes omnivores (c'est pourquoi le concept de «poisson paisible» est parfaitement justifié).

La répartition des distributeurs automatiques et la mise à disposition spatiale et temporelle de la nourriture sont des facteurs décisifs pour la constitution d'une hiérarchie au sein du banc de poissons. La «dictature» des poissons dominants aux abords du distributeur de nourriture est très marquée chez les saumons et les ombles chevaliers, alors que les daurades se comportent avec peu d'agressivité (Fernö et al., 2011). Chez le saumon et la truite arc-en-ciel, mais aussi chez le cabillaud, l'omble et le tilapia, on peut observer que les poissons dominants ont des mouvements plus libres et plus indépendants en dehors des créneaux de distribution de nourriture alors que les animaux de rang inférieur se contentent de réagir. Les animaux agressifs prennent plus rapidement du poids. On a observé que seuls les poissons hiérarchiquement inférieurs subissent des dommages aux nageoires dorsales clairement causés par des agressions de leurs congénères. Chez les espèces à comportement territorial, la détention à une densité de population faible engendre une agressivité importante si l'habitat n'est pas structuré (entretien Gonella, 2012). Lorsque les poissons de rang inférieur ne peuvent éviter leurs congénères dominants, ceux-ci développent en permanence des comportements agressifs et les deux types de poissons sont fortement stressés. Si, en revanche, les poissons peuvent s'éviter (grâce, par exemple, à de la végétation offrant une protection visuelle), des territoires et des zones de retrait se constituent. Lorsque la densité de la détention est faible, il est donc conseillé de structurer le réservoir ou l'aquarium. Chez le tilapia, on a pu observer que, dans une détention où les poissons sont peu nombreux dans des réservoirs structurés, le comportement territorial est, certes, suscité mais que les combats sont rares. Ces animaux ont un niveau de stress moins élevé que des tilapias détenus en banc. Chez des espèces à comportement territorial fort, la détention en bancs assez importants est manifestement problématique (Huntingford & Adams, 2005).

Si un petit nombre d'animaux de plus grande taille sont présents au sein du banc de poisson, ces derniers sont en général dominants et réduisent le potentiel agressif des autres poissons plus petits. Cela est bénéfique à leur croissance. Il semble donc judicieux de doter tout groupe de poisson en captivité de quelques spécimens de plus grande taille. Les recherches d'Adams et al. (2007) sur des saumons et celles de Pereira Boscolo et al. (2011) sur les tilapias montrent que cela fonctionne très bien.

Outre la taille qui influe sur le comportement dominant, le potentiel agressif est manifestement aussi lié à un caractère génétique. Chez les saumons, on a pu mettre en évidence des types de caractères génétiquement différents. Il existe des individus actifs-agressifs, d'autres sont passifs-paisibles et quelques-uns sont actifs-paisibles. Dans les confrontations, les animaux actifs-agressifs sont toujours dominants et ce comportement est héréditaire. La plupart du temps, le type actif-agressif est aussi moins sensible au stress. Dans les populations naturelles de poissons, ces trois types coexistent (Huntingford & Adams, 2005). Lorsque la densité de population est éle-

vée, les génotypes agressifs ont une croissance plus rapide, mais non dans des eaux rappelant le milieu naturel offrant une nourriture variée. En outre, dans des conditions identiques, les poissons d'élevage se comportent d'une manière «plus audacieuse» que les poissons sauvages et sont moins sensibles au stress et nettement plus agressifs (Huntingford et al., 2006). On a pu également observer des faits similaires chez les truites (Huntingford & Adams, 2005). Ce qui pose problème est que ces poissons sont en règle générale plus agressifs. Dans la détention en captivité, cela crée des «milieux» anormalement agressifs. Comme une forte agressivité a pour corollaire davantage de stress, l'élevage ciblé de génotypes agressifs n'est pas conseillé pour la production de poisson. Il est plus sensé d'adapter les systèmes de détention aux besoins de génotypes passifs et actifs-paisibles. Il suffit de modifier les dispositifs, par exemple, d'augmenter la vitesse du courant (omble), d'ajouter quelques poissons de plus grande taille (saumon), de bien répartir la nourriture (saumon, truite, tilapia) et en outre d'utiliser des distributeurs de nourriture à la demande.

Stéréotypies

Pour garantir le bien-être des poissons, éliminer les conditions létales (température, hygiène, salinité, etc.) ne suffit pas. Les poissons doivent être aussi à même de vivre pleinement leurs comportements innés et manifester un comportement de confort. L'animal est durablement frustré lorsqu'il ne peut s'adonner pleinement à ses comportements naturels. Il développe des activités de compensation, ce qu'on appelle des stéréotypies, qui sont la marque d'une détention insuffisante. Chez les mammifères et les oiseaux des zoos de même que chez les animaux de rente ou chez les chevaux détenus dans de mauvaises conditions, ces troubles du comportement sont bien connus et sont considérés par la loi fédérale comme la marque d'une souffrance. Chez les poissons en revanche, ces troubles sont rarement repérés et étudiés et ne sont en général pas reconnus.

On désigne comme stéréotypies des types de comportement répétitifs, non adaptés à l'environnement concret, et ayant souvent un caractère obsessionnel. La connaissance des stéréotypies chez les poissons est encore très limitée car on manque d'études comportementales sur ce sujet. Les signes de stéréotypies causées par des conditions de détention insuffisantes sont, chez le flétan (un poisson vivant sur les fonds marins), une nage en boucle, souvent observée, chez le saumon une nage en rond (dans la mesure où ce type de nage n'est pas conditionné par l'élevage dans des réservoirs circulaires à courant d'eau (Ashley, 2007), une nage en triangle chez le silure et, chez le tilapia, un fouissement du sol nu. Chez le cabillaud, des troubles apparaissent essentiellement lorsque l'eau des réservoirs est peu profonde, lorsque la densité est forte ou lorsque les animaux sont nourris exclusivement en surface (Martins et al., 2012).

Densité de population

La qualité de l'eau est directement fonction de la densité de population et du renouvellement de l'eau du réservoir. Plus il y a de poissons, plus il y a de déjections et de restes de nourriture qui doivent être éliminés du bassin et plus il faut ajouter d'oxygène ou plus il faut renouveler l'eau. En général, la qualité de l'eau semble être un facteur plus important que la densité de population (Read, 2008). Roque d'Orbcastel et al. (2009) ont pu observer que des truites détenues à de très fortes densités (80–100 kg/m³) dans de bonnes installations à circuit fermé avaient une meilleure croissance et se développaient plus favorablement que des animaux détenus à moindre densité dans des bassins d'eau courante dont l'eau était de mauvaise qualité. Les dommages aux nageoires, surtout aux nageoires caudales, étaient nettement plus répandus dans les réservoirs circulaires, vraisemblablement à cause de courant forts, que dans des bassins d'eau courante. Sammouth et al. (2009) n'ont observé chez le bar aucun problème de santé pour les nageoires, aucune entrave à la croissance ou aucune modification du niveau de cortisol à des densités différentes jusqu'à une densité maximale de 70 kg/m³ et en ont déduit que cette espèce pouvait être détenue sans problème à cette densité. Toutefois, des études éthologiques sur des animaux de rente (bovins, porcs) montrent que des animaux nourris correctement présentent de fortes prises de poids, même dans des conditions de détention extrêmement intensives et contraires à la protection des animaux. De bonnes «performances en matière de nourrissage» ne sont donc pas un indicateur du bien-être des animaux!

Chez de nombreuses espèces de poissons, les juvéniles se rassemblent instinctivement en bancs

pour satisfaire leur besoin de sécurité. Ce «surmoi» du banc prédomine sur les instincts d'agression et de territorialité jusqu'à la survenue de la maturité sexuelle, si bien que des densités moyennes devraient être plus favorables au bien-être des poissons à ce stade de leur développement que des densités basses. Le UK Farm Animal Welfare Council conseille, pour les saumons, une densité de 15 kg/m³; les labels bio (BioSuisse) recommandent une densité inférieure à 20 kg/m³, alors que la densité moyenne est de 25 kg/m³ dans les piscicultures conventionnelles. La «limite magique» pour le saumon détenu dans des enclos à filet semble être de 22 kg/m³. En deçà de ce seuil, c'est la densité la plus forte qui semble être favorable au bien-être des poissons; au-delà par contre, la densité devient de plus en plus problématique à cause de la qualité de l'eau (Ashley, 2007). Pour les truites arc-en-ciel, de fortes densités (80–100 kg/m³) engendrent un stress important et réduisent la croissance. Ces poissons mettent aussi plus de temps à se remettre d'événements stressants (par ex. retour à la normale plus lent du niveau de cortisol) que les truites détenues à des densités plus faibles (McKenzie et al., 2012).

Des méta-études laissent présumer qu'en cas de forte densité, la diminution de la qualité de l'eau induit plus rapidement des dommages sur les poissons que, par exemple, les agressions (Eillis et al., 2008). Comme les connaissances sur l'influence de l'agressivité et d'autres facteurs de stress sur le bien-être des poissons sont lacunaires, les pisciculteurs et les chercheurs partent généralement du fait que les poissons se sentent bien lorsqu'ils sont en bonne santé et en forme et que l'eau est propre. Pour les saumons, la densité de population peut être modulée par la mise en œuvre de sources de lumière permettant une meilleure répartition des poissons dans le volume d'eau (mais cela entre en contradiction avec le comportement grégaire naturel et doit en partie être considéré comme une élimination de symptômes!). Pour le flétan, la densité est modulable grâce à l'aménagement de différents niveaux et substrats, à un régime alimentaire adéquat, à l'introduction d'un petit nombre de congénères de plus grande taille ainsi qu'à des fonds et des sols plus sombres (Ashley, 2007; Bergqvist & Gunnarsson, 2011).

Tableau 4: densités maximales de différentes espèces de poissons en bio production UE

Espèce	Densité maximale de population autorisée en élevage bio d'après le journal officiel de l'Union européenne
Saumon et omble chevalier	20 kg/m ³ (recommandée: 10–15 kg/m ³)
Truite arc-en-ciel et truite fario	25 kg/m ³
Saumon en eau de mer	10 kg/m ³ (dans les cages à filet)
Ombre commun, saumon du Danube* et omble du Canada**	15 kg/m ³
Flétan	25 kg/m ³
Cabillaud, autres morues, perche, daurade, maigres, autres perci-formes, ombrine ocellée, sigan	15 kg/m ³
Esturgeon	30 kg/m ³
Carpe	Max. 1500 kg/ha et année
*	Saumon du Danube (salmonidé d'eau douce)
**	Ombre du Canada = salveninus namaycush, truite grise (un grand salmonidé introduit dans les lacs suisses)

Des densités d'occupation trop élevées font baisser le taux d'oxygène dans le réservoir. Les poissons s'asphyxient ou meurent d'empoisonnement par l'ammonium. La méthanisation augmente ainsi que le taux d'oxyde de carbone. Cela a pour conséquence l'accumulation de nitrites dans le sang des poissons qui prend une coloration brune, ce qui porte atteinte à la qualité de la chair. Les pisciculteurs essaient de lutter contre ce phénomène en réduisant la distribution de nourriture

(poissons plus petits, moins de déchets de nourriture). Mais cela retarde la mise sur le marché des poissons.

Régime de luminosité

La durée et l'intensité de la lumière diurne (ou de la lumière artificielle dans les halles de production) a un impact sur la santé, la croissance et la survenue de la maturité sexuelle, de même que sur le bien-être des poissons et leur répartition spatiale. Dans leur milieu naturel, la plupart des poissons sont habitués à une intensité lumineuse plus faible que les animaux terrestres et ils recherchent plutôt les sites ombragés. Une chaleur trop forte et la brûlure du soleil peuvent aussi nuire aux poissons. L'irruption soudaine de la lumière provoque chez les poissons un comportement de fuite et doit donc être évitée aussi dans les piscicultures. On procède donc en général à l'ombragement du réservoir, ce qui a aussi pour conséquence de réduire le stress (effet calmant). Toutefois, la lumière a aussi un pouvoir d'attrait (curiosité, miroitement d'une proie potentielle) si bien que des sources lumineuses tamisées peuvent être utilisées pour répartir les poissons dans l'espace (Juell & Fosseidengen, 2004).

Les saumons détenus en mer dans des cages à filet présentent un rythme de vie particulier lié à la lumière. Dès l'aube, ils recherchent les eaux profondes et ne reviennent à la surface que vers le soir (Oppedal et al., 2007). En été, ils nagent davantage en eau profonde qu'en hiver. Des sources lumineuses sont utilisées pour retarder la maturité sexuelle et augmenter la prise de poids au détriment du développement des gonades. De même que pour les animaux de rente, une utilisation trop massive ou nocturne de sources de lumière artificielle est également problématique pour les poissons. En effet, en principe, le rythme diurne naturel (ou simulé) doit rester biologiquement déterminant pour un développement sain du poisson. La répartition des poissons au moyen de la lumière peut être judicieuse dans certains cas, mais elle ne devrait pas être utilisée comme mesure de gestion à des densités de toute façon trop fortes. Une manipulation massive de la durée du jour peut entraîner un affaiblissement du système immunitaire chez les truites arc-en-ciel. Chez le saumon, la perche et le bar, on a constaté des dégénérescences de la rétine liées à un excès de lumière artificielle (Tschudi & Stamer, 2012).

Manifestement, la lumière peut aussi influencer sur le bien-être général des poissons. Ainsi, peindre les fonds (du réservoir) en couleurs sourdes constitue une mesure appropriée pour réduire l'agressivité de la perche. Le niveau de stress du tilapia est nettement diminué par la diffusion d'une lumière bleue ou verte (Volpato & Barreto, 2001).

Nourrissage

Contrairement à d'autres animaux de rente, les poissons ne mangent pas en permanence, mais ils ont des rythmes bien précis. Toutefois, ils ont la capacité de passer d'une activité diurne à une activité nocturne (dualisme, surtout chez les espèces des latitudes arctiques) et inversement (López-Olmeda, 2012). La manipulation des poissons en captivité a un impact important sur les rythmes d'alimentation. L'affouragement ne doit pas entraîner de carences ou de maladies et doit contenir tous les éléments nutritionnels nécessaires au poisson. Hormis l'aspect sanitaire, le mode de nourrissage est décisif pour le comportement des poissons entre eux et donc pour leur bien-être au sein du banc. Une alimentation abondante et bien répartie diminue la concurrence et apaise les poissons. Si la dépense d'énergie liée à la défense de la nourriture face aux congénères n'en vaut pas la peine, le comportement d'agression cesse (Adams et al., 2000).

De nombreux poissons développent naturellement leurs rythmes quotidiens lorsqu'ils ont la possibilité de se procurer eux-mêmes de la nourriture (distributeurs d'aliments à la demande). La prise d'aliments atteint alors un ou plusieurs pics quotidiens et est réduite dans les intervalles entre les pics. Les poissons détenus dans des réservoirs peuvent s'habituer plus facilement à l'auto-alimentation si l'exemple leur est donné par quelques congénères déjà «entraînés» (Fernö et al., 2011). Mais comme l'auto-alimentation conduit souvent à des comportements de dominance, il faut en principe préférer le nourrisseur automatique qui distribue les aliments en plusieurs endroits bien répartis. La programmation des horaires de nourrissage doit être adaptée aux rythmes naturels des poissons et les différentes distributions de nourriture (manuelles également) doivent avoir lieu,

de préférence, pendant un laps de temps qui donne à tous les poissons la possibilité de manger à leur faim. En outre, les distributions automatiques ou manuelles de nourriture devraient avoir lieu à des horaires fixes pour rassurer les poissons et leur permettre «d'anticiper leur plaisir». Un bon signe du bien-être chez les poissons est l'attitude d'attente avant la distribution la nourriture (Martins et al., 2012). Les poissons mémorisent rapidement les horaires de distribution et se «réjouissent» à l'avance, ce qui est une contribution au bien-être en captivité. Le rythme de la nage s'accélère alors, les poissons se regroupent et se tiennent plutôt aux abords du nourrisseur automatique ou se rapprochent de l'homme qui les nourrit à partir du bord du bassin.

Grâce à une optimisation du nourrissage, le bien-être des poissons peut être renforcé. Ainsi, des travaux scientifiques ont pu établir qu'il est possible de pallier l'affaiblissement hivernal du système immunitaire des daurades par des apports plus substantiels en vitamines et en oligoéléments. Il semble que ce soit aussi le cas pour les carpes en hivernage (Tschudi & Stamer, 2012). Les distributeurs de nourriture à la demande dispensant des compléments alimentaires permettent aux poissons de s'assurer instinctivement une alimentation optimale.

Bruits

Dans les réservoirs, les nuisances sonores jouent un rôle non négligeable pour le bien-être des poissons. Dans les installations à circuit fermé, les pompes et les filtres sont la principale cause des bruits de fond omniprésents, mais le bruit peut également provenir de rues ou de chantiers proches. En mer, dans les cages à filet, les bruits de bateaux pourraient également jouer un rôle. Selon Craven et al. (2009), les nuisances sonores dans les réservoirs sont plus importantes le jour que la nuit (bruits générés par les employés en plus des bruits des pompes et des filtres). Les nuisances sonores sont de plus forte intensité au fond du réservoir. Même quand les poissons sont habitués au bruit, des phénomènes de stress chronique comme l'augmentation du niveau de cortisol peuvent survenir. C'est sans doute à cause du bruit que les poissons détenus dans les réservoirs semblent éviter les zones profondes du réservoir, (ibidem). Cela pourrait donc poser problème pour des espèces comme le flétan ou le carrelet qui vivent naturellement sur les fonds. L'ombragement des réservoirs (dispositifs procurant de l'ombre) propage les sons. Des substrats, des matériaux insonorisants ou des «parois anti-bruit» judicieusement installées peuvent réduire les nuisances sonores dans un réservoir (ibidem).

Reproduction

Les réflexions concernant une gestion de la reproduction conforme à l'animal dans les piscicultures, portent sur le faible pourcentage de poissons qui ne sont pas abattus avant leur maturité sexuelle, mais sont élevés pour l'obtention de futurs reproducteurs. Dans les piscicultures, la reproduction proche des conditions naturelles est généralement impossible car, compte tenu des impératifs commerciaux de l'élevage, rien ne peut être laissé au hasard. C'est pourquoi le taux optimal de fécondation doit être obtenu par des méthodes artificielles et le taux de mortalité des larves doit être réduit. Souvent, les structures nécessaires pour la reproduction naturelle comme des fonds de gravier ou des végétaux sont absents des réservoirs. Dans la nature, la maturation des gonades est stimulée par la longueur de la lumière du jour et la température de l'eau. Une phase assez longue de froid et d'obscurité en hiver est nécessaire pour stimuler la production de gamètes au printemps suivant. Dans les piscicultures, d'une part la puberté précoce induite par une nourriture riche chez les poissons à l'engrais pose problème et, d'autre part, la date souhaitée de la reproduction doit être fixée artificiellement pour les reproducteurs. Chez les animaux à l'engrais, la puberté réduit la prise de poids, car désormais toute l'énergie est investie dans la maturation des gonades. Les saumons mâles peuvent atteindre la maturité sexuelle dès 300 grammes de poids corporel. C'est pourquoi il faut séparer les futurs reproducteurs selon les sexes deux mois avant la période de frai (Tschudi & Stamer, 2012). Une lumière artificielle, une pause hivernale artificielle/période de jeûne et éventuellement l'administration d'hormones sexuelles, stimulent le frai chez les poissons d'élevage (par ex. esturgeons).

La propension d'une espèce à se reproduire en aquaculture serait selon Fair-fish l'indicateur d'une détention conforme à l'espèce (Fair-fish, 2010). Pour que les poissons se reproduisent de

manière naturelle en captivité, il faudrait que leur système hormonal puisse déclencher les processus endocriniens qui permettent la maturation des gonades (Bilio, 2007/2008). Le fait que la reproduction de la plupart des poissons de rente doive s'effectuer de manière artificielle serait donc le signe que la détention est bien loin d'être idéale. Le fait qu'un cycle unique a pu s'effectuer avec succès en captivité (élevage d'animaux F2) ne signifie pas pour autant que soient établies des lignées non dépendantes de poissons sauvages prélevés dans la nature! Quelques rares espèces se reproduisent facilement en captivité, par exemple le tilapia, dans la mesure où des lieux de frai existent. D'autres espèces comme l'esturgeon ne peuvent en principe se reproduire en captivité que par des moyens artificiels. Une reproduction spontanée ne peut cependant pas être retenue comme un indicateur fiable du bien-être des poissons, étant donné que des conditions d'environnement défavorables peuvent précisément accélérer une reproduction (sexuelle) visant à la conservation de l'espèce. De toute façon, la reproduction naturelle n'est pas du tout recherchée par les pisciculteurs qui veulent éviter que le contrôle de la production (lignées) leur échappe!

Chez les espèces d'élevage courantes comme la truite arc-en-ciel ou le saumon, les groupes de femelles et de mâles sont séparés avant la maturité sexuelle, ce qui exige une manipulation. Lorsque les œufs sont arrivés au «stade d'attente», on pratique l'extraction sur la femelle, ce qui signifie que l'on «masse» son abdomen pour en extraire les œufs et, chez les mâles, on prélève la laitance (semence). La fécondation se fait alors dans des bassins d'élevage. L'extraction des femelles ou la traite des mâles est pratiquée hors de l'eau. La manipulation et l'exposition à l'air libre représentent un stress excessif pour les animaux. C'est pourquoi il est important de réduire au maximum la durée de l'intervention. Les pisciculteurs très expérimentés décèlent le stade d'attente au coup d'œil si bien que l'intervention se déroule rapidement. En principe, lors de l'extraction et de la traite des animaux reproducteurs, il est conseillé d'administrer un anesthésique afin de diminuer le stress et la douleur. Après l'intervention, il est important de donner la possibilité aux poissons de se remettre pendant plusieurs jours et de rester au calme. En outre, les reproducteurs ne devraient être sortis de l'eau qu'une seule fois par période de reproduction, pour l'extraction, sous anesthésie de préférence. Pendant cette opération, les poissons devraient être maintenus humides en permanence (Fair-fish, 2010).

Chez quelques espèces de perches, il existe une disposition naturelle à changer de sexe et il est relativement facile d'inciter la plupart des espèces ichtyologiques à un changement de sexe grâce à des apports d'hormones. Des stocks de poissons à l'engrais composés d'un seul sexe sont parfois ciblés étant donné que, chez certaines espèces, la croissance est très différente selon le sexe. Par exemple, les tilapias mâles ont une croissance beaucoup plus rapide que les femelles. Les femelles atteignent leur maturité sexuelle avant le poids d'abattage et sont donc triées et éliminées, ce qui équivaut à un gâchis de progéniture allant jusqu'à 50 %! (Currie, 2012). Chez les truites, c'est le contraire, les femelles ont une croissance supérieure à celle des mâles et l'on cible des stocks composés uniquement de femelles. Les œufs du bar ou de la truite arc-en-ciel sont traités à certaines températures. Les juvéniles qui sortent de l'œuf sont triploïdes et donc stériles, ce qui a aussi pour conséquence une meilleure croissance. Toutefois, le taux de mortalité des animaux triploïdes est un peu plus élevé, ils sont plus sensibles au stress et présentent plus souvent des malformations aux mâchoires et aux branchies; en revanche, ils ont une croissance plus rapide et sont moins agressifs (Taranger et al., 2010).

Structures permettant le mouvement, la sécurité et le confort

L'environnement artificiel du réservoir est, pour le poisson, marqué par une forte densité et de nombreuses interactions sociales, des conditions environnementales très pauvres offrant une liberté de choix limitée en matière de nourriture et d'habitat, de nombreux stimuli sonores et des stimuli imprévus et souvent stressants. On dispose d'un certain nombre de connaissances à propos de l'enrichissement du comportement chez les mammifères (par ex. animaux de rente) et les oiseaux en captivité. Ces connaissances permettent de structurer des enclos ou des stalles modernes de manière intéressante de sorte que les animaux puissent satisfaire pleinement leurs besoins les plus divers. Chez les poissons, il est souvent difficile d'évaluer ce dont ils ont besoin en matière de «structures» immergées, faute de connaissances suffisantes. En principe, la réalisation de pisci-

cultures vise à satisfaire les besoins des poissons en matière de température, de salinité, de pH, d'obscurité, de pression, de courant, de fond et de lumière (Liao & Huang, 2000). La fisheries Society of the British Isles écrit également en 2002, dans un rapport, qu'un certain degré de complexité du milieu de vie des poissons en fonction de leur espèce peut être utile pour améliorer leur bien-être (Tschudi & Stamer, 2012). Il est relativement évident que des espèces vivant sur les fonds marins comme le flétan, doivent disposer d'un substrat adéquat, que les poissons clowns d'un aquarium ont besoin d'anémones, que les murènes ont besoin de rochers ou que les vairons ont besoin de végétation leur permettant de se cacher. En revanche, le problème est plus délicat pour les poissons qui vivent en principe en pleine mer où il n'existe aucune structure fixe. Selon le Dr. Thomas Jermann, spécialiste de biologie marine et conservateur du vivarium du zoo de Bâle (entretien, 2012), les structures sont contre-productives dans la détention des poissons de haute mer. Ces poissons ont besoin d'un espace libre et doivent pouvoir nager en bancs sphériques. Hans Gonella, président du club d'aquariophilie de Zurich, (communication écrite, 2012), pense également que, dans un réservoir, des structures seraient contre-productives lorsque la densité des poissons est élevée, étant donné que ces structures ne feraient que limiter un espace déjà insuffisant. Mais la haute mer présente également des zones différentes que les poissons perçoivent, peuvent rechercher ou éviter. Ce sont des couches de température, de lumière ou de salinité ainsi que des courants. Un certain nombre de poissons de haute mer ont, en outre, besoin de possibilités de cachette lorsqu'ils sont en phase juvénile.

En captivité aussi, les poissons devraient avoir une possibilité de thermorégulation. Cette possibilité peut leur être offerte soit par une profondeur suffisante du réservoir ou du filet, soit par l'ombrage permanent de quelques zones du réservoir. Plus l'eau est profonde, plus il y a de zones dans l'enclos, ce qui favorise la formation de thermoclines qui séparent les unes des autres les couches ou les masses d'eau de températures différentes. Dans un réservoir de taille normale, en revanche, le remous de l'eau est tellement fort que différentes zones de températures ne peuvent pratiquement pas se former. (Ceci est tout à fait voulu par les éleveurs qui cherchent à éviter que des secteurs où l'eau est de mauvaise qualité puissent se former – pauvres en oxygène ou à fort taux d'ammonium). Pour les poissons de mer, il faudrait veiller à offrir différents taux de salinité, ou à utiliser, par exemple dans les cages à filet, des zones proches des côtes qui disposent naturellement d'haloclines (différents taux de salinité à des profondeurs différentes) (Oppedal et al., 2007).

Pour les truites et les saumons, on dispose de possibilités relativement nombreuses de structurer l'espace dont disposent les animaux captifs. En principe, il est prouvé que des piscicultures disposant de structures immergées (topographie et/ou cavités au fond de l'eau), surplombs et abris, différents substrats, répartition de distributeurs automatiques, lumière tamisée, parois peintes en couleurs sombres et canaux de courants) produisent des animaux plus robustes ayant un niveau de stress moins élevé que leurs congénères détenus dans des réservoirs monotones. En outre, il semble que leur chair soit de meilleure qualité. Le problème est que beaucoup de ces exigences sont difficilement compatibles avec les conditions d'une gestion à aussi bas coûts que possible. Des structures immergées peuvent augmenter le risque de dommages aux nageoires et d'égratignures lorsque la densité des poissons est élevée, de même que des fonds naturels mal oxygénés ou trop rarement nettoyés. En outre, les structures immergées compliquent la tâche de ceux qui attrapent les poissons et donc la gestion de l'élevage.

Pour enrichir le milieu de vie des poissons plats vivant sur les fonds, comme le flétan ou le carrelet, les experts proposent d'offrir non seulement plusieurs substrats, mais aussi des «circuits d'eau» et surtout plusieurs niveaux où les poissons puissent se poser à l'intérieur du réservoir (Kristiansen et al., 2004).

Tableau 5: Effets de la structuration des réservoirs sur le bien-être des poissons (SW, d'après différents travaux et d'après Tschudi & Stamer, 2012)

Espèce	Effets des caractéristiques du réservoir et des dispositifs enrichissant le comportement
Tilapia	Un substrat naturel augmente la fécondité et la santé et réduit les stéréotypies; une coloration sombre du réservoir réduit les agressions.
Carpe	Des possibilités de cachette et une coloration sombre du réservoir réduisent le stress.
Saumon, truite, omble	Des distributeurs à la demande induisent un comportement d'auto-récompense, réduisent le stress (lorsqu'ils sont en quantité suffisante) et les blessures. Des lampes immergées empêchent des densités trop élevées et réduisent le stress. Des circuits d'eau ou des courants circulaires, des rapides, des abris et des profondeurs assez importantes améliorent la santé et réduisent le stress. Des installations simulant la nature préviennent les stéréotypies. Différents habitats pour les phases nocturnes et diurnes (profondeurs) sont utilisés. Un substrat grossier est préférable. Les ombles ont une meilleure croissance et connaissent des taux de mortalité moindres dans des bassins équipés d'abris. Les saumons mangent plus et ont des taux métaboliques plus bas dans des bassins structurés.
Flétan, carrelet	Plusieurs étages et divers substrats stimulent la croissance et réduisent le stress et les stéréotypies.
Daurade	Des circuits d'eau ou des courants circulaires améliorent la santé et réduisent le stress, la coloration sombre du réservoir réduit les agressions.
Perche de rivière, morue	Les larves ont une meilleure croissance si la coloration du réservoir est sombre plutôt que grise.
Dorsch	Moins d'agressions dans les réservoirs structurés, les poissons restent plus farouches.

En principe, les poissons de rente devraient avoir aussi la possibilité de vivre une vie correcte dans les réservoirs et de s'adonner pleinement à leurs comportements essentiels. Chez les poissons, les signes de bien-être – et donc d'une bonne détention – sont, entre autres: Un comportement d'attente («se réjouir à l'avance» de la nourriture), l'auto-récompense (utilisation de nourrisseurs automatiques), des signes de préférence (utilisation de liberté de choix, par ex. température, lumière, environnement, contacts et comportements sociaux), comportement d'exploration (curiosité) (Martins et al., 2012). Manifestement, les poissons montrent des particularités et des préférences, comme ces tilapias qui, lors d'une expérience, ont été placés devant le choix d'ouvrir différentes portes à clapet. Une porte ouvrait sur un autre aquarium offrant de la nourriture, une autre menait à un aquarium peuplé de congénères, une autre encore à un aquarium équipé d'un substrat, une dernière menait à un aquarium offrant de la nourriture et peuplée de congénères. La plupart des poissons ont choisi l'accès à la nourriture et aux congénères alors que le substrat les laissait relativement indifférents... (ibidem).

3.4 Validité des indicateurs du bien-être des poissons dans l'élevage de poissons de rente

Afin d'évaluer le bien-être des poissons dans les élevages de poissons de rente, la plupart des experts sont d'accord sur le fait qu'il faut faire intervenir plusieurs indicateurs. C'est ce qui est pratiqué depuis trois décennies pour la détention des animaux de rente, pour les bovins, les porcs et les poulets, conformément à ce que prévoit la législation fédérale (art. 3, 4, 5, 6, 7). Les différents auteurs accordent toutefois un poids différent à ces indicateurs. Grâce à une analyse multivariée, plusieurs variables peuvent être réunies pour constituer une seule évaluation, ce qui permet théoriquement la comparaison de différents systèmes de détention. Cependant, pour le pisciculteur ou le détaillant de poisson, une évaluation scientifique de ce type pourrait ne pas constituer une grande aide. Il leur faut bien plutôt connaître des indicateurs qui permettent de déceler clairement le bien-être des poissons. Toutefois, il n'existe pas actuellement de «recette patentée» et finalement chaque pisciculteur est bien obligé de choisir lui-même les critères auxquels il peut se fier et de décider comment il les évalue. Mais comme tous ces critères ne garantissent pas dans la même mesure à la fois la santé et le bien-être des poissons, il subsiste actuellement une incertitude quant à la détention de poissons de rente conforme à l'espèce et à la protection des animaux.

Tableau 6: Indicateurs pour l'évaluation du bien-être (SW, d'après Tschudi & Stamer, 2012)

Comportement	Observations	Validité en tant qu'indicateur de bien-être
Agressivité	Peut survenir aussi bien à des densités d'occupation trop faibles qu'à des densités trop fortes et en cas de concurrence pour la nourriture, est à la fois un facteur et un indicateur de bien-être.	Moyenne. Compliquée à mesurer, méthodes de laboratoire uniquement.
Activité	Pour constater des écarts, des mesures de référence doivent exister.	Faible. Méthode de laboratoire et méthodes pratiques. Calibrage compliqué.
Evitement des conflits	Le poisson doit avoir des possibilités de choix.	Valide en laboratoire. Donne des indications sur les préférences spécifiques d'une espèce.
Comportement alimentaire	Calibrage nécessaire (nombre des prises de nourriture, quantité, horaires), appétit des poissons.	Possible. Il faudrait mettre au point des mesures standardisées.
Expression sonore	Les poissons communiquent en utilisant les vibrations et les ondes sonores, vessie natatoire comme caisse de résonance, libération de bulles d'air. Signification de ces divers comportements non connue.	Actuellement aucune. Des recherches seraient nécessaires.
Niveau de cortisol	Stress physiologique a priori non équivalent à «souffrance». La mesure sur l'individu influence le résultat. La mesure de la teneur en cortisol de l'eau n'exprime rien sur les individus. Collecte nécessaire de nombreux paramètres, calibrage, tests rapides non encore disponibles.	Possible. Mais procédé pas encore au point.
Fréquence respiratoire	Ne peut pas être appliquée à toutes les races de poissons.	Envisageable pour les gros poissons. Calibrage compliqué à réaliser.
Changement de couleur	Pas chez tous les poissons.	Actuellement aucune. Des recherches seraient nécessaires.

Taux de croissance	Baisse du bien-être des poissons, impossible à évaluer à court terme. Mesurer le poisson engendre du stress.	Uniquement en combinaison avec d'autres méthodes. N'est pas un indicateur sérieux étant donné que les animaux bien nourris prennent du poids même s'ils sont dans de mauvaises conditions de détention!
Blessures aux nageoires	Classes de qualité en fonction de l'état des nageoires.	Seulement en combinaison avec d'autres méthodes.
Expression génétique	Prometteuse, mais ne fait pas encore l'objet de recherches poussées, non standardisée.	Actuellement limitée. Des recherches seraient nécessaires.
Morphologie	Des malformations peuvent donner des indications de problèmes au moment du développement des larves.	Effets sur l'amélioration des conditions d'élevage.

3.5 Des mondes différents – de la pleine mer à l'installation à circuit fermé

La plupart des poissons de rente sont, sur le plan génétique et dans leurs comportements, encore très proches de leur type originel, le poisson sauvage. C'est ce qu'indiquent aussi les chances de survie relativement fortes des poissons qui s'échappent des fermes et retournent à la vie sauvage. Des saumons d'élevage qui se sont échappés dans certaines régions du monde (ex. Ecosse) ont déjà supplanté leurs congénères originels et constituent déjà la majeure partie des poissons pris dans les filets des pêcheurs. C'est pourquoi – sauf quelques exceptions (saumon d'élevage, truite arc-en-ciel), on peut estimer que la nature sauvage (mer, lac, rivières et ruisseaux) constitue toujours le milieu auquel les poissons sont le mieux adaptés.

Pour les poissons de rente, les systèmes de détention peuvent être divisés en free range (pêche de repeuplement), cages à filet, bassins d'eau courante et systèmes à circuit fermé. Dans cet ordre, ces systèmes de détention présentent des «degrés d'artificialité» de plus en plus importants par rapport au milieu naturel et correspondent à certains «pas vers une domestication croissante». Ainsi les poissons les plus domestiqués (truites, saumons) peuvent être détenus avec une relative facilité dans des installations à circuit fermé, alors que ce type de détention ne peut pas être considéré comme conforme aux besoins de l'animal pour les anguilles ou les thons (mais il est, malgré tout, pratiqué pour les anguilles...).

Tableau 7: Contrôle des conditions de vie des poissons par les humains dans différents types de détentions (SW)

	Eau	Es-pace	Nourri-ture	Repro-duction	Santé	Lu-mière	Préda-teurs	Stress dû à la gestion
Pêche de re-peuplement				(x)				(x)
Elevage en étang		x	(x)	x	x		(x)	x
Cages à filet		x	x	x	x	(x)	x	x
Bassins d'eau courante		x	x	x	x		x	x
Circuit fermé	x	x	x	x	x	x	x	x

Le tableau précédent permet de visualiser le degré d'influence exercée par l'homme sur l'environnement des poissons selon le mode de détention. Chaque «x» signifie que cet aspect est en principe régulé par l'homme. Plus le système comporte de croix, plus il est «technique» et plus il est «artificiel» – et plus la performance d'adaptation des poissons est vraisemblablement élevée (et peut représenter un handicap pour leur bien-être et leur santé) et plus il incombe à l'homme la responsabilité de veiller au bien-être des animaux et de ménager la capacité d'adaptation des poissons.

Il n'existe pas de données officielles permettant de savoir quels types d'élevages de poissons à l'engrais et quels poissons sont produits et en quelles quantités. Mais, selon l'OVF, en Suisse, la plupart des élevages de poissons à l'engrais utilisent des étangs ou des bassins d'eau courante (Tschudi & Stamer, 2012). Selon Sindilariu (entretien, 2012) une détention conforme aux besoins des animaux serait, en principe, possible dans tous les systèmes de détention. Les paramètres décisifs seraient l'eau et la qualité de la nourriture ainsi que l'absence de «stress».

Free range/pêche de repeuplement

Pour le Sea-Ranching (mer) ou la pêche de repeuplement (eaux continentales), on prélève des larves de poisson ou des juvéniles dans la nature, on les élève pour les remettre ensuite en liberté. Les animaux adultes sont ensuite pêchés. Une variante de cette méthode est la reproduction artificielle dans des piscicultures et le repeuplement d'eaux naturelles par des juvéniles provenant des fermes de poissons. C'est par exemple la règle pour la truite fario en Suisse. Grâce à la pêche de repeuplement, on peut augmenter le nombre de poissons pêchés étant donné que le taux de survie des larves de poissons et le taux de reproduction des poissons adultes sont bien plus élevés en captivité que dans la nature. Les saumons, entre autres, et naturellement les truites farios, sont «détenus» en free range dans la plupart des rivières et des lacs d'Europe centrale. La pêche de repeuplement est plutôt une forme de gestion d'animaux sauvages que de l'élevage proprement dit. Les poissons ont pratiquement une biographie naturelle dans laquelle le seul élément «non naturel» est la faible mortalité des juvéniles. Toutefois, la génétique de cette population est influencée par l'homme si bien que l'information génétique de ces stocks de repeuplement ne peut plus être considérée comme «naturelle», même si on n'a pas fait de tentatives de domestication proprement dite et si l'on n'a pas influencé la sélection naturelle.

Etangs à poissons

Dans les étangs, on élève principalement des carpes, des tilapias et des pangas. Le renouvellement de l'eau des étangs est généralement faible. C'est pourquoi ces derniers conviennent avant tout aux espèces qui se contentent de relativement peu d'oxygène. Toutefois les lacs de montagne riches en oxygène dans lesquels sont détenus des truites ou des ombles font également partie de cette catégorie d'usage. Dans les étangs sans apport d'oxygène, les poissons doivent être détenus à de plus faibles densités que dans les bassins d'eau courante. On utilise aussi bien des étangs creusés dans la terre que des constructions bétonnées avec des berges consolidées ou non. Dans les étangs creusés dans la terre, les plantes aquatiques peuvent pousser et offrir ainsi des abris aux poissons. Dans de tels étangs, la reproduction naturelle est également tout à fait possible (mais elle n'est pas souhaitée par le pisciculteur). En outre, les poissons ne peuvent pratiquement pas se blesser. Toutefois, le fond naturel peut abriter des germes de maladies qui peuvent s'y développer plus facilement si bien que les étangs sont aujourd'hui asséchés régulièrement et doivent être désinfectés au moyen de chaux éteinte. Les berges naturellement en pente douce permettent aux poissons d'échapper au ramassage si bien qu'en général, le tri par taille doit se faire en dehors de l'eau (Stumpf, 1995). Les lacs constituent pour la plupart des écosystèmes intacts (mais artificiels) dans lesquels il existe un équilibre entre la masse végétale, la décomposition, les sédiments et les gaz. En hiver, en général, on ne peut pas utiliser les poissons et leur prise de poids est ralentie ou même négative. Ces installations ne peuvent être utilisées que de manière extensive. Les étangs creusés dans la terre conviennent donc particulièrement à la détention d'animaux de rente à de très faibles densités et récoltés une seule fois par an.

Cages à filet en mer ou dans les lacs

La détention conventionnelle de poissons dans les cages à filet est une forme de détention de masse. Les espèces les plus souvent détenues dans les cages à filet sont le saumon, le thon, la daurade, le bar, le barramundi, le malabar, le cobia. Les filets sont soit arrimés aux côtes, soit flottants, en pleine mer. Il existe des filets de surface pourvus de plateformes (variante du standard) et des cages à filet immergées. Les premiers ont clairement l'avantage d'être facilement gérables, les secondes présentent l'avantage d'être moins exposées aux tempêtes ou aux oiseaux prédateurs. Des études assez récentes estiment qu'une détention dans des cages immergées non loin de la surface de l'eau est préférable pour le bien-être des poissons. Dans ce type de cages, les poissons présentent en tout cas des taux de cortisol minimaux dans le sang (Maricchiolo et al., 2011).

Certes, les poissons détenus dans les cages à filet restent dans leur milieu naturel, mais leur liberté de mouvement est sévèrement entravée et de nombreux poissons sont contraints de se regrouper en bancs de forte densité dans des espaces relativement restreints. Un comportement évoquant la stéréotypie est fréquent (nage permanente en rond). L'amplitude naturelle de la marée et les conditions météorologiques constituent pour les poissons un «entraînement» proche des conditions naturelles et offrent un cycle de lumière normal. Les poissons sont potentiellement exposés aux agressions de prédateurs (oiseaux, lions de mer, dauphins, requins) de même qu'aux attaques des parasites. Les maladies se propagent rapidement aussi. A cause de la forte densité et de l'absence de brassage important de l'eau (courant), le taux d'oxygène peut baisser dans les cages à filet. Des restes de nourriture et des déjections s'accumulent sous les filets et dégradent les milieux naturels. En outre, ces systèmes de ferme contribuent à la propagation de maladies, à la surpêche (en partie à cause de la pêche de jeunes thons et à cause du gaspillage de farines de poissons très riches). Ils ont également pour conséquence la falsification génétique des populations indigènes. La détention en cages à filet allie des conditions quasi naturelles (eau, lumière, température, marée) et des conditions artificielles qui sont celles de la détention de masse d'animaux confinés dans un espace extrêmement étroit. Même à des densités moyennes, les diverses conditions à l'intérieur de la cage à filet (lumière, température, pression de l'eau, courant, etc.) induisent certains trade-offs, si bien que les poissons recherchent la profondeur d'eau où ils se sentent le mieux. Dans ces zones, on peut atteindre des densités de poissons de 1,5 à 20 fois plus importantes que la densité de population proprement dite (Oppeidal et al., 2011).



Illustration 11: Thons (*Thunnus thynnus*) dans une cage à filet

GAVIN NEWMAN / GREENPEACE

Pour réguler la densité de population, on emploie souvent des lampes immergées dans les cages à filet. Les variateurs de lumière permettent une répartition régulière des poissons. Les saumons se révèlent très adaptables et ont une croissance satisfaisante à différentes profondeurs. Cependant, dans une détention assez profonde, il faut veiller à ne pas soulever les poissons trop rapidement. Pendant qu'ils sont à l'engrais, en profondeur, ils doivent avoir la possibilité de remplir leur vessie natatoire. Ceci peut être garanti avec la mise à disposition d'une bulle d'air dans la cage (Korsøen et al., 2012). En outre, il faudrait renoncer à éclairer la nuit en permanence car les poissons ont, eux aussi, besoin d'un rythme diurne et nocturne naturel pour se régénérer.

La protection des animaux considère comme problématique la pêche de poissons sauvages pour les engraisser dans des cages à filet comme c'est particulièrement le cas pour le thon qui est extrêmement sujet au stress. Des animaux habitués à vivre librement sont entassés dans des espaces très étroits. Lors du transport des filets (live haul), les poissons subissent des sollicitations massives pendant des heures, voire des jours. Dans les filets où sont détenus les thons, le taux d'oxygène peut rapidement atteindre des valeurs très basses et inquiétantes.

Dans les cages à filet, l'infestation des poissons par les poux de mer pose un grand problème. Les poux sont omniprésents en mer et se reproduisent en grandes quantités dans les conditions

d'élevage de poissons à fortes densités. Les poux stressent les poissons, les affaiblissent, favorisent les attaques de bactéries et peuvent être les vecteurs de maladies virales mortelles. En outre, les fermes de poissons constituent des réservoirs à parasites qui attaquent aussi les poissons sauvages. Actuellement, sauf l'introduction de poissons nettoyeurs, il n'existe pas de méthode non dangereuse pour combattre les parasites (Yue Cottee & Petersan, 2009). Les médicaments sont soit administrés avec les aliments, soit introduits directement dans l'eau si bien que des traces pénètrent dans l'écosystème. La nécessité d'administrer des médicaments en permanence indique en outre clairement que la détention dans les cages à filet n'est pas conforme au bien-être des animaux. Des méthodes alternatives pour lutter contre les parasites comme la mise en œuvre de poissons nettoyeurs restent très peu développées.

Bassins d'eau courante

Les bassins d'eau courante peuvent être équipés de manière plus ou moins naturelle, voire artificielle. Ils se trouvent en général en extérieur et sont donc souvent soumis à une pause hivernale. Les canaux sont en général larges de plusieurs mètres et d'environ un mètre de profondeur. Ces canaux longs parfois de plusieurs centaines de mètres sont la plupart du temps divisés en secteurs et les poissons sont détenus en groupes séparés. Le plan de ces installations correspond généralement à un rectangle traversé par un courant de vitesse constante. Dans un bassin de ce type, les poissons se répartissent de façon hétérogène, ce qui, à un moment donné, laisse inoccupés environ deux tiers du bassin. S'il existe des seuils (chutes d'eau), les poissons se tiennent de préférence à leurs abords (Duarte et al., 2011), sans doute parce qu'une chute d'eau génère un fort taux d'oxygénation et des zones de courants variés.

Des grilles coulissantes permettent le rassemblement des poissons. Les canaux peuvent être creusés dans la terre ou bétonnés. Une sole de béton devrait être évitée à cause du danger d'abrasion des nageoires, mais elle est toutefois assez répandue (Tschudi & Stamer, 2012) car elle facilite l'auto-nettoyage du bassin et évite l'entassement des déjections. Il est relativement facile de structurer les bassins d'eau courante avec des abris, des obstacles au courant et des seuils. Grâce à des tourbillons ou de petites «chutes d'eau», l'eau peut absorber davantage d'oxygène. Dans les bassins d'eau courante sans oxygénation artificielle, la densité maximale de population est fonction du respect nécessaire des valeurs limites de l'eau. La plupart du temps, la densité est donc inférieure aux taux imposés par la loi, étant donné que la qualité de l'eau est dépendante de la quantité disponible d'eau de renouvellement. Comme de nombreux phénomènes négatifs sont plus ou moins liés à de fortes densités de poissons dans les piscicultures, le stress, l'agressivité ou la baisse des systèmes immunitaires sont moins importants dans les bassins d'eau courante que dans les installations à circuit fermé, ce qui va dans le sens du bien-être des poissons.

Installations à circuit fermé

L'avantage incontesté des installations à circuit fermé réside dans le fait qu'on peut les contrôler et protéger les poissons contre les agents infectieux, les parasites et les prédateurs. Contrairement à toutes les autres piscicultures, les conditions environnementales en circuit fermé sont presque exclusivement sous le contrôle de l'homme et donc presque à 100 % artificielles (entretien Sindilariu, 2012). Dans la pisciculture, il faut veiller tout particulièrement à la température des œufs et des larves. Dans un circuit fermé, il est plus facile de surveiller et de réguler artificiellement, grâce à des systèmes électroniques, les paramètres aquatiques que dans des eaux naturelles. Dans les élevages installés dans des halles de production, on évite la baisse de production hivernale et l'on peut livrer toute l'année des poissons bons pour l'abattage.

Les installations à circuit fermé sont techniquement plus exigeantes que d'autres types de détention et présentent des structurations diverses – elles sont également très différentes des bassins d'eau courante – (Tschudi & Stamer, 2012). Grâce à leur adaptation technique optimale, elles permettent les densités de population les plus élevées. Du fait du retraitement des eaux (seule la part d'eau évaporée doit être compensée) et de la nécessité de contrôler l'ensemble des paramètres aquatiques, elles sont aussi plus sujettes à des incidents. Lors du recyclage de l'eau usée par filtrage, enrichissement en oxygène et désinfection (rayons UV, ozone) tel qu'il est pratiqué dans les installations à

circuit fermé, des problèmes de pH de l'eau ou de concentration de dioxyde de carbone et d'ammoniac peuvent survenir au bout de quelques jours ou de quelques semaines, en fonction de la vulnérabilité des poissons (Stumpf, 1995). Dans les entreprises importantes, on utilise généralement des bassins circulaires (en béton, en tôle ondulée ou en plastique). Ces bassins peuvent être facilement transportés à l'aide d'une grue. Le courant de ces bassins s'effectue sous forme d'un tourbillon se déplaçant de la périphérie vers l'intérieur. Les vitesses maximales du courant (en moyenne quatre fois plus fortes que dans les bassins d'eau courante) sont atteintes en périphérie. Malgré des vitesses de courant assez importantes, ces dernières sont cependant toujours nettement inférieures aux vitesses maximales de nage que les poissons peuvent effectuer sans donner de signes de fatigue (Duarte et al., 2011). Le tourbillon emporte les déchets organiques et garantit un brassage efficace de l'eau. Les poissons se répartissent de manière plus régulière que dans les bassins carrés et ont tendance à grossir de manière plus uniforme que dans les bassins d'eau courante (ibidem). De longues périodes d'obscurité simulent le début de l'hiver et incitent les poissons reproducteurs à frayer.

L'efficacité du travail et la forte densité de population nécessaires à la gestion économique des installations à circuit fermé rendent difficile, voire impossible une détention conforme au bien-être de l'animal. Il est, par exemple, difficile d'introduire des structures dans les réservoirs. Dans les élevages conventionnels de poissons à l'engrais, les réservoirs ne sont pas équipés de structures, sauf de manière marginale. Toutes les valeurs limites qui doivent être respectées dans les installations à circuit fermé sont nettement au-dessus des valeurs limites autorisées par les directives bio et en partie établies également par des travaux scientifiques. Par exemple, les densités de population maximales pour le saumon dans les installations à circuit fermé (100 kg/m³) dépassent largement les valeurs recommandées pour les cages à filet qui sont de 20 kg/m³. Concernant les nitrites, aucune valeur n'est indiquée et il n'y a pas non plus de valeurs conseillées concernant la concentration de particules en suspension dans les réservoirs d'élevage (seulement dans le système d'approvisionnement en eau) (Tschudi & Stamer, 2012). Les nuisances sonores provoquées par les systèmes techniques du circuit fermé pourraient également avoir une influence négative sur certaines espèces ichtyologiques. Par exemple, les jeunes truites sont particulièrement sensibles au bruit.

Tableau 8: Comparaison entre bassins d'eau courante et installations à circuit fermé (SW, d'après Tschudi & Stamer, 2012)

Facteur	Bassin d'eau courante	Installation à circuit fermé
Maladies infectieuses	Des agents pathogènes atteignent les poissons par arrivée d'eau	Les agents pathogènes ne parviennent pratiquement pas jusqu'aux poissons, mais des épizooties fatales surviennent à des densités fortes
Dommages aux nageoires	Moins de danger de blessures avec des constructions en terre, moins de danger de décomposition grâce au fort renouvellement de l'eau.	Des parois en béton génèrent des blessures
Densité de population	Densité de population naturellement limitée par la qualité de l'eau	Grâce aux moyens techniques, la qualité de l'eau peut être garantie même à des densités de population très importantes
Qualité de l'eau	Forte proportion d'eau fraîche	Possibilités de concentration et de pollution par substances non réglementées par la loi
Bruit	Peu d'émissions sonores	Augmentation des émissions sonores
Prédation	Eventualité de blessures et stress causés par les hérons et autres prédateurs (surtout quand les filets sont défectueux)	Aucun problème
Structures	Diverses	En général aucune structure
Eclairage	En général aucun éclairage artificiel	Utilisation fréquente de lumière artificielle

3.6 Réflexions sur «l'enrichissement des comportements» dans les piscicultures

Différentes études concernant les animaux terrestres ont montré que les mesures prises pour enrichir les comportements des animaux dans les enclos (Behavioural Enrichment) favorisent le développement des réseaux neuronaux du cerveau, améliorent la capacité d'apprentissage et de mémorisation des animaux (Brydges & Braithwaite, 2009) et leur permettent de s'adonner à leurs comportements innés fondamentaux. Une structuration d'enclos non monotones simulant les conditions naturelles ou une vie sociale avec des congénères ou d'autres espèces peut réduire la survenue de comportements anormaux, ce qui profite au bien-être des animaux. En ce qui concerne l'enrichissement du comportement des poissons, les connaissances dont on dispose sont toutefois lacunaires et contradictoires. Ainsi, quelques études ont établi que les saumons, les ombles, les truites et les tilapias tirent profit de dispositifs simulant les conditions naturelles car ces derniers font baisser, par exemple, le niveau de cortisol et la sensibilité au stress, améliorent la santé des nageoires et réduisent l'agressivité. En outre, dans des conditions de détention de ce type, les poissons apprennent plus rapidement à accepter des proies vivantes et affichent un plus fort taux de survie lors des tris que les poissons détenus dans des réservoirs non structurés. Brydges & Braithwaite (2009) n'ont en revanche observé aucune amélioration de la capacité d'apprentissage et de mémorisation lors d'une étude sur les épinoches.

Pour le bien-être d'espèces littorales ou vivant dans des rivières, un habitat structuré joue sans doute un rôle plus important que pour des espèces pélagiques (poissons de haute mer) et devrait en outre pouvoir être utilisé de manière plus ou moins intense par des groupes d'âge différents. Par exemple, les juvéniles ont davantage besoin de protection végétale ou de rochers que les poissons adultes. L'épinoche, le vairon ou le tilapia adultes sont davantage dépendants de la végétation et du substrat (cachettes ou territoires, recherche de nourriture, comportement de frai) que la perche ou le saumon. Les espèces migrantes comme le saumon ou la truite devraient tirer profit d'un certain «training» lié à différents courants. La distribution sporadique de proies vivantes (zooplancton) pourrait constituer un enrichissement pour l'animal car elle maintient son comportement de chasse, mais elle représente toutefois un danger de maladies.

Certaines possibilités d'enrichissement du milieu dans les réservoirs actuels sont pratiquement inconciliables avec une gestion des poissons visant l'efficacité et la rentabilité: les structures peuvent en effet compliquer les travaux de nettoyage et le prélèvement des poissons, les substrats peuvent nuire à l'hygiène, le «training» dans les canaux peut réduire la prise de poids. Comme toujours dans la détention d'animaux de rente, les intérêts économiques et les intérêts des animaux sont diamétralement opposés. Pourtant, dans l'intérêt de la protection des animaux, les pisciculteurs doivent chercher à structurer le milieu de vie des poissons de manière intéressante et stimulante. Il existe pour cela des possibilités indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9: dispositifs d'enrichissement du comportement possibles dans les élevages de poisson (SW, PSA)

Mesures prises	Espèces littorales	Espèces pélagiques	Groupes d'âge
Végétation, rochers, cachettes, substrats	√		Comme cachettes pour les juvéniles, comme territoire pour les poissons adultes territoriaux
Substrats	√		Pour la recherche de nourriture chez les poissons «fouisseurs», pour le comportement de frai chez les adultes
Abris	√		Comme protection pour les juvéniles et les adultes
Distributeurs à la demande	√	√	Pour le comportement de confort des juvéniles et des adultes
Nourriture vivante (plancton)	√	√	Enrichissement pour les juvéniles et les adultes; la nourriture doit être adaptée à la taille des poissons
Autres poissons	√	√	Juvéniles: le banc confère de la sécurité; adultes: effet apaisant hiérarchie, comportement social
Courant	√	√	Training pour les juvéniles et les adultes (possibilité de courant horizontal ou vertical)
Soleil/ombre	√	(v)	Pour le comportement de confort (liberté de choix) des juvéniles et des adultes. Mais la plupart du temps, les poissons choisiront l'ombre!
Seuils	√		Training pour les adultes (saumon, truites); apport d'oxygène pour les juvéniles et les adultes
Zones de calme	√	(v)	Comportement de confort (repos hors du courant) pour les juvéniles et les adultes/ Inconvénient: accumulation de déjections et de restes de nourriture
Thermoclines, haloclines	√	√	Comportement de confort, liberté de choix pour les juvéniles et les adultes

3.7 Architecture et fonction d'un réservoir à circuit fermé

Les piscicultures fermées telles qu'on les trouve de plus en plus également en Suisse pour l'élevage de poissons d'eau douce indigènes sont des installations modernes de production de poisson, très techniques, avec une surveillance électronique permanente des paramètres aquatiques.

Les réservoirs ont chacun une contenance de 100 m³ et une profondeur comprise entre 1,2 m et 1,65 m. Les densités de population tournent autour de 25 à 60 kg/m³, elles sont donc de basses à moyennes. Tous les jours, des échantillons d'eau du réservoir sont analysés en laboratoire. Un système d'alarme surveille la teneur de l'eau en oxygène et bien évidemment, de l'oxygène est en réserve en cas d'incident et un service de garde se tient prêt. 10 à 15 % du volume d'eau sont renouvelés quotidiennement. L'eau circule dans les réservoirs et produit un courant qui correspond aux besoins des poissons. Les réservoirs se trouvent dans une grande halle de production plongée dans une semi-obscurité où les phases de lumière diurne et nocturne sont simulées. La lumière

rend les poissons nerveux, c'est pourquoi l'absence de lumière évite le stress. De même, il est important que les bruits de fond soient faibles et réguliers. Dans la halle, le seul « bruit de travail » audible en permanence est celui des pompes à eau. L'eau qui sort des réservoirs passe d'abord par un filtre mécanique, puis par un filtre biologique où des bactéries placées sur un matériau spécifique (moving-bed-filters) transforment l'ammonium présent dans l'eau en nitrate. Puis l'eau est désinfectée, d'abord avec de l'ozone, ensuite avec des rayons UV. Elle est alors enrichie en oxygène et repasse enfin dans les réservoirs. Ces derniers sont parcourus d'un courant circulaire de telle sorte que les excréments et les restes de nourriture sont rassemblés au centre du réservoir. Les adultes reproducteurs sont détenus dans des réservoirs spéciaux, parfois même dans des installations indépendantes, à l'écart des lieux de production. Lorsque les reproducteurs sont prêts à frayer, ils sont manipulés sans anesthésie lors de l'extraction de la laitance et de la rogue. Outre le nettoyage du bassin, c'est la seule procédure régulière qui sollicite beaucoup les animaux de rente. Un reproducteur atteint un âge d'environ sept ans.



Illustration 12: Un réservoir d'élevage de perches

PROTECTION SUISSE DES ANIMAUX PSA

Les juvéniles sont livrés en camion directement de chez l'éleveur spécialisé lorsqu'ils ont atteint un poids de cinq grammes. Le chargement et le déchargement des poissons s'effectuent à l'aide de tuyaux où coule de l'eau si bien que les animaux ne sont pas sortis de leur élément. On veille très sérieusement à ce que l'eau où se trouvent les animaux reste à température constante depuis leur point de départ, au cours du transport et dans le bassin d'arrivée afin de minimiser les facteurs défavorables liés au transport. On ajoute de l'oxygène pur à l'eau du transport. Les poissons sont toujours transportés le matin lorsqu'il fait encore relativement frais et sombre. Le voyage s'effectue sans pause. Jusqu'à 120 000 juvéniles sont expédiés à chaque transport, à une densité de 25 kg/m³.

Dans l'installation d'engraissement, les poissons sont mis à l'engrais jusqu'à ce qu'ils soient bons pour l'abattage. Du fait de l'augmentation de la température durant la croissance des juvéniles, la puberté devrait survenir à l'âge de 12 à 16 mois. Les poissons sont donc abattus peu avant d'atteindre leur maturité sexuelle. La plus grande sollicitation durant l'ensemble de l'élevage est le tri. Il s'effectue de 2 à 4 fois par an. Les poissons quittent le réservoir et sont envoyés dans un dispositif composé de deux bandes transporteuses parallèles situées dans l'installation de tri mobile. Là encore, ils restent dans l'eau en permanence. Les bandes sont composées d'un matériau qui ne peut pas endommager ni les écailles ni la muqueuse des poissons. Le tri des poissons s'effectue selon leur taille. L'écart entre les bandes transporteuses est réglé pour une certaine taille de poisson. Finalement les poissons regagnent leurs nouveaux réservoirs. Avant le tri, les poissons doivent être rassemblés lentement et avec précaution à l'aide de filets (crowding). Cette opération engendre un stress considérable pour les poissons. Le crowding y compris, l'opération de tri dans un réservoir dure de trois à quatre heures.

La nourriture utilisée (des tablettes de plusieurs tailles en fonction de l'âge des poissons) est composée de 50 % de protéines environ, dont 75 % d'origine animale, essentiellement des protéines de poisson provenant de la pêche (plus ou moins durable). Les aliments sont répartis régulièrement dans le réservoir au moyen d'un disperseur automatique. Les distributions automatiques de nourriture ont lieu trois à cinq fois par jour et durent une demi-heure. Une fois par jour, on distribue de la nourriture à la main. C'est l'occasion pour les employés d'observer le comportement des poissons et de noter des phénomènes irréguliers. On n'utilise pas la distribution de nourriture à la demande car cette dernière favorise le comportement de dominance, génère du stress et entraîne des différences de croissance. On renonce à l'emploi de médicaments. Les animaux morts sont

retirés chaque jour du réservoir. Dans les réservoirs, les poissons nagent en général contre le courant ou se tiennent immobiles. Quelques-uns, peu nombreux, se laissent porter par le courant plus près de la surface de l'eau. Les animaux ne sont pas farouches, mais sensibles aux bruits et aux mouvements inhabituels et soudains. Pour eux, il est important que tous les événements se produisant sur le bord et à l'intérieur des réservoirs (nettoyage, inspections, nourrissage) se déroulent selon des modèles fixes et prévisibles. Ils remarquent très vite la présence «d'étrangers» et tout événement inhabituel se produisant dans la halle de production. Au bout d'un moment, ils commencent à nager de manière inquiète et la surface de l'eau se met soudain à faire des vagues. C'est le signe que les animaux doivent être laissés en paix.

Dans le réservoir, du fait de l'orientation du courant, les poissons les plus gros et les plus forts se tiennent plutôt vers les parois extérieures, les poissons plus petits et plus faibles se tiennent plutôt au centre. Dans l'installation, de l'oxygène pur provenant de citernes de gaz liquéfié permet d'obtenir un enrichissement de l'eau plus performant que l'oxygène atmosphérique et d'augmenter rapidement le niveau d'oxygène. Aussi longtemps que ce dispositif n'entraîne pas une augmentation de la densité de population, il ne pose aucun problème.

L'abattage se déroule comme suit: les poissons sont prélevés individuellement avec une épuisette et transportés dans un caisson d'anesthésie rempli d'eau. Ils sont alors anesthésiés à l'aide d'un courant électrique fort, réglé exactement sur la taille du poisson et les paramètres aquatiques. Finalement ils sont tués par un courant électrique un peu plus fort. La sédation se produit en 25 millièmes de seconde (données de la littérature spécialisée) et la mort survient en 2 ou 3 minutes. Les poissons sont ensuite mis sur de la glace et emportés dans la «cuisine» où ils sont découpés. Tout abattage fait l'objet d'un compte-rendu. Des contrôles vétérinaires sont possibles à tout moment.

Evaluation du point de vue de la protection des animaux

Le circuit fermé est le plus approprié pour la production d'espèces de haute mer plutôt petites étant donné que les espèces pélagiques vivant dans des zones profondes de la mer n'ont pas besoin d'un milieu spécialement structuré. Sachant que les animaux ont besoin d'une semi-obscurité (environ 10 lux), une détention à l'intérieur n'est pas un problème.

La densité de population maximale possible n'est pas dépassée actuellement dans les piscicultures suisses. Les poissons sont, pour la plupart, détenus à des densités de basses à moyennes qui offrent une certaine liberté de mouvement au poisson en tant qu'individu ainsi qu'au banc. Les réservoirs ne sont pas structurés (notons que, pour la plupart des espèces de haute mer, une structuration n'est vraisemblablement pas nécessaire) et peints en couleurs sombres, dans une semi-obscurité, ce qui devrait être profitable au bien-être des poissons. L'abattage se passe sans rassemblement préalable sur place (crowding), la plupart du temps à l'aide de «l'électricité», technique recommandée par la protection des animaux. Les transports et le tri sont réduits au minimum et effectués de manière professionnelle à l'aide des méthodes les plus modernes disponibles actuellement. Il resterait cependant à étudier dans quelle mesure les bruits de fond des installations à circuit fermé ainsi que la procédure d'extraction des reproducteurs pratiquée sans anesthésie sont dommageables au bien-être des poissons.

3.8 Elevage suisse de truites selon les standards bio

En Suisse, les truites bio sont détenues dans des bassins d'eau courante simulant des conditions naturelles. Les eaux disposent d'ombrages, de végétation naturelle et de possibilités de retrait. Les reproducteurs sont anesthésiés lors de l'extraction. Les aliments doivent provenir de déchets de poissons de consommation ou de la pêche durable conformément aux directives et ne doivent contenir ni organismes génétiquement modifiés (OGM) ni antibiotiques. Une partie du bassin doit être consacrée à la constitution d'une zone de compensation écologique de l'utilisation de la ressource. Il est interdit de dépasser une densité de population de 20 kg/m³ (1 kg de poisson/50 l d'eau).

Les piscicultures sont le plus souvent situées sur des eaux vives naturelles à courant peu rapide (6000 l/min), ce que l'on appelle une «eau cristalline» (l'eau sort directement d'une nappe phréatique/ d'une zone protégée d'eau potable). Les canaux de 2 à 3 mètres de largeur et de 0,8 mètre de profondeur sont naturellement bordés de végétation dense et équipés de minces filets de protection contre les hérons et autres prédateurs des poissons. Les poissons sont regroupés en bancs par taille et détenus dans des biefs séparés de 25 à 70 mètres de long. Les installations fixes sont constituées par quelques ponts en bois permettant le passage des exploitants, des distributeurs automatiques de nourriture et des vélums (au moins 10 % de la surface de l'eau doit être ombragée). Une fois par mois, la qualité de l'eau est soumise à des analyses de laboratoire. La température de l'eau va de 9° C en hiver à 15° C au plus fort de l'été. Elle est donc idéale pour les truites et les ombles. L'eau est extraordinairement claire et il n'y a aucun danger de crue. Une fois par an, les biefs sont asséchés et nettoyés.

Dans l'écloserie, les œufs et les larves de poisson sont détenus dans des bacs en plastique contenant une eau de pompage bien oxygénée, avec des dispositifs faisant obstacles au courant, (les œufs sont maintenus dans l'obscurité). Ensuite, les juvéniles sont placés dans de simples réservoirs d'élevage avant d'être mis en liberté dans le bassin d'eau courante lorsqu'ils ont atteint la taille requise. On pratique l'extraction manuelle sur les reproducteurs; le moment de l'extraction est fondé sur l'expérience. Lors de l'extraction, les poissons sont sortis de l'eau environ 30 secondes. En règle générale, on n'ajoute pas de poissons achetés à l'extérieur afin de protéger la population de l'intrusion de maladies.

Les truites arc-en-ciel atteignent leur maturité d'abattage à au moins 18 mois et à un poids d'environ 250 grammes. Elles sont nourries une fois par jour à la main en veillant à bien répartir la nourriture. On utilise de la farine de poissons provenant de déchets de poissons pêchés pour la consommation.

La manipulation des poissons est minimale. Durant toute leur vie, les poissons à l'engrais ne sont manipulés que deux fois, une fois pour le tri et une fois juste avant l'abattage. Le tri s'effectue à l'aide de grilles dans lesquelles sont pratiqués des trous de différentes tailles. Le tri avant l'abattage est effectué à la main. Juste avant l'abattage, les poissons subissent un jeûne de deux à trois jours. Quand elles atteignent la maturité d'abattage, les truites sont regroupées lentement, les bancs sont densifiés peu à peu à l'aide de filets. Puis les poissons sont attrapés à l'aide d'une épuisette, placés à la main dans un conteneur de transport rempli d'eau et envoyés dans le bâtiment de l'entreprise où l'on pratique l'abattage. Ils sont anesthésiés par courant électrique et saignés immédiatement, découpés et placés sur de la glace. L'ensemble du processus, du début du rassemblement des poissons à leur abattage, dure entre une demi-heure et une heure.

Evaluation du point de vue de la protection des animaux

Les poissons bio vivent dans un milieu quasi naturel et dans des conditions qui correspondent à leur espèce et à leur âge. Les animaux ne sont que très rarement manipulés et, durant leur vie, il semble qu'ils soient très peu exposés au stress. Pendant l'hiver, une pause de croissance naturelle est aménagée. Les transports sont évités en grande partie, car la plupart des juvéniles sont élevés sur place. Les reproducteurs sont anesthésiés lors de l'extraction. Le jeûne de trois jours avant l'abattage est acceptable à des températures basses (métabolisme ralenti des poissons et donc vidange des intestins plus lente). L'anesthésie et l'abattage sont pratiqués à l'électricité conformément à la protection des animaux. Une détention extensive de ce type est un modèle du point de vue de la protection des animaux

3.9 Projets de piscicultures pilotes en Suisse

La pisciculture de Gibswil, située au pied du Bachtel, produit annuellement un nombre limité de saumons pour le marché intérieur suisse. En 2010, le projet pilote «Fischzucht im Schweinestall» («Pisciculture dans la porcherie») a débuté, avec un suivi scientifique de la Haute école de sciences appliquées de Zurich ZHAW (Centre suisse de compétence pour l'aquaculture). Le projet a été

réalisé en 2011 avec un premier agriculteur: des juvéniles sont confiés à des agriculteurs intéressés qui désirent se spécialiser dans l'engraissement des poissons comme revenu annexe. Dans la mesure où la ferme dispose d'une source et où les réservoirs à poissons peuvent être installés dans une ancienne porcherie par exemple, un tel changement de destination peut être autorisé au niveau de la planification territoriale. Pour chauffer l'eau, on peut utiliser une installation de biogaz. L'agriculteur intéressé qui souhaite passer à l'élevage du poisson doit toutefois effectuer une formation complémentaire de six jours.

Qualité, protection des animaux et «swissness» sont mis en avant dans les critères de vente et justifient le prix assez élevé. Les poissons sont élevés par BachtellachS® (détention de femelles reproductrices). Chez BachtellachS®, on est convaincu que l'avenir de la pisciculture réside dans les installations à circuit fermé pour satisfaire l'appétit croissant de protéines marines des consommateurs de notre société. Les recherches de la ZHAW ont montré que le saumon rouge utilisé dans la production était approprié à ce qu'on appelle le système RAS (Recirculating Aquaculture Systems) (cf. BachtellachS®: www.bachtellachs.ch; Fischforum Schweiz: www.project.zhaw.ch/de/science/fischforum.html).

En 2004, la firme BachtellachS® a importé des saumons rouges du Japon (*Oncorhynchus masou*) pour constituer une lignée de reproduction dans une pisciculture suisse. Les saumons rouges sont les saumons répandus le plus loin au sud. A l'origine, ils étaient répandus, dans le Pacifique Ouest le long des côtes, des îles Kouriles au sud du Japon et à Taiwan. A Taiwan, cette espèce vit dans des lacs intérieurs sans accès à la mer. Sa température préférée est de 14° à 18° C et se situe donc au plus haut de l'échelle des températures tolérées par les saumons. Dans quelques populations, seules les femelles sont anadromes (c'est-à-dire avec une phase de croissance en mer) alors que les mâles restent en eau douce. En outre, il existe des populations sédentaires qui ne migrent qu'entre des lacs et leurs affluents. De tous les saumons, c'est le saumon rouge qui aurait donc l'instinct migratoire le plus faible, ce qui le prédestine assez pour la détention en captivité. On appelle «BachtellachS» ce type de saumon rouge élevé en Suisse, qui en est au début de sa «domestication».

Les juvéniles de ces saumons vivent en bancs comme tous les saumons, mais, une fois adultes, ils sont plus paisibles et mieux tolérants à l'égard de leurs congénères que d'autres saumons. Dans leur deuxième année, les poissons sont abattus à un poids d'environ 300 grammes (taille du filet). Quelques animaux sont conservés comme reproducteurs. Le taux de mortalité est au cours de la première année de 30 % au maximum; la deuxième année, il ne dépasse pas les 10% (cf. www.bachtellachs.ch). La densité de population n'atteint que 10 kg/m³ et se trouve donc même au-dessous des standards BioSuisse. Etant détenu dans des installations à circuit fermé, ce saumon ne peut être certifié «bio» bien qu'il soit produit de façon biologique.

Au cours de sa vie qui dure environ 22 mois, un saumon BachtellachS n'est manipulé que deux fois. Il est trié au moyen d'un cadre (les femelles reproductrices sont manipulées plus souvent, manuellement). Actuellement, les poissons sont nourris avec des aliments à base de farines de poisson issues (soi-disant) de populations pêchées de manière durable, fabriquées par un producteur suisse. Mais, à l'avenir, d'autres aliments ne seront pas exclus. En principe, on tient à la nourriture carnivore des saumons. Selon les standards, le BachtellachS est assommé et saigné immédiatement. Lorsque les quantités de poissons sont plus importantes, on utilise le courant électrique. Outre la chair, on consomme également le caviar de saumon.

La nourriture est distribuée soit à la main, soit par un appareil automatique. Les paramètres aquatiques sont contrôlés en permanence par l'agriculteur grâce à des systèmes en ligne et mesurés manuellement une fois par semaine.



Illustration 13: saumon rouge (*Oncorhynchus masou*)

ITTIOFAUNA

Alors que dans l'installation à circuit fermé d'origine de BachtellachS®, les poissons sont détenus à l'extérieur et donc ne grandissent pas pendant l'hiver, les juvéniles à l'engrais vendus sont détenus avant tout dans des piscicultures installées à l'intérieur où les poissons atteignent la maturité d'abattage en neuf mois. Le saumon BachtellachS n'est pas encore très répandu et l'on ne sait pas si l'engraissement de poissons deviendra une nouvelle branche annexe de l'agriculture, d'autant plus que la différence de prix entre le poisson suisse et le poisson d'élevage importé est très importante.

Dans le canton de Lucerne, à Buttisholz, on planifie la première installation de poissons de mer à l'engrais (OceanSwiss). Il est prévu qu'elle entre en production en 2014. En Allemagne, selon les informations fournies par OceanSwiss, il existe déjà une installation-test qui fonctionne parfaitement depuis huit ans. Une grande halle de production abritera six systèmes à circuit fermé en forme de fer à cheval avec un courant circulaire et d'une surface de 30 x 30 m chacun (900 m²). Elle détiendra des poissons pélagiques comme la daurade, le cabillaud ou le bar. Les réservoirs permettront une production jusqu'à six espèces. Chacun de ces «fers à cheval» d'environ 2,2 m de profondeur sera divisé en plusieurs secteurs, tous traversés par le même courant. Dans les différents secteurs se trouveront des poissons regroupés par âge (et taille). La densité de population envisagée sera de faible à moyenne. Lors de l'abattage, les poissons seront d'abord anesthésiés par courant électrique de manière irréversible et ensuite tués dans de la glace fondue (Ice-Slurry) (procédé reconnu et autorisé par OSAV). Selon l'entreprise-test, il faudra compter avec un taux de mortalité moyen des poissons de mer d'environ 17 %.

On cible une production annuelle de plus de 1000 tonnes de poissons de mer. Le nourrissage (56 % de protéines végétales fournies par le soja suisse, 25 % de protéines de poisson provenant de la pêche durable norvégienne), la densité de population (30–50 kg/m³), le refus du recours aux antibiotiques et la haute qualité de l'eau sont des éléments qui devraient permettre à l'élevage prévu à Buttisholz d'atteindre largement les standards bio. Mais, en principe, cette exploitation piscicole ne pourra pas être certifiée «bio» car c'est une installation à circuit fermé. On vise cependant des certifications alternatives, par exemple celle d'Aquaculture Stewardship Council ASC. On peut toutefois se demander si des poissons de mer qui sont des nageurs d'exception comme le kingfish (maquereau à queue jaune) ou le bar pourront être réellement détenus dans ces grands bassins de manière conforme à la protection des animaux. Le léger courant prévu offrant aux animaux un mouvement permanent, la densité modérée de population de même que l'ombragement du réservoir simulant une profondeur d'eau plus importante, devraient constituer des avantages. Avec 2,2 m de profondeur, les réservoirs sont relativement profonds pour des conditions commerciales d'exploitation piscicole. Mais il n'est pas certain que cette profondeur soit suffisante pour des poissons de mer. Les connaissances sur une détention de poissons de rente conforme aux animaux étant encore lacunaires, le problème du nourrissage n'est toujours pas réglé de manière définitive (dépendance par rapport à la pêche hauturière), et il est fondamentalement nécessaire de consommer moins de poisson par habitant (plutôt que de propager la consommation d'espèces toujours nouvelles, détenues dans des conditions problématiques sur le plan des connaissances). C'est pourquoi la PSA reste très sceptique face au «boom» actuel de la pisciculture en Suisse. Toutefois, la PSA reconnaît que les exploitants de notre pays font de leur mieux pour garantir le bien-être des poissons dans la détention, le transport et l'abattage. En Suisse, jusqu'à maintenant, les poissons sont «produits» à des densités de population très modérées, sans antibiotiques ni compléments alimentaires visant à augmenter les performances. Le niveau technique (qualité de l'eau, nourriture, abattage, sécurité) est au plus haut niveau international. L'abattage du poisson de rente s'effectue en principe uniquement sous anesthésie par un courant électrique qui rend l'animal insensible en quelques fractions de seconde. Le stress, là où c'est nécessaire, est évité autant que possible par une manipulation adaptée et une détention conforme.

Dans notre pays, l'élevage de carpes est considéré comme un revenu secondaire, (voir aussi annexe 4). Les carpes sont des poissons très peu exigeants, leur production est le plus souvent neutre sur le plan du CO₂ (grâce au système de gestion des étangs avec des plantes aquatiques). Elles se nourrissent d'insectes et d'autres invertébrés et sont détritivores, elles se nourrissent de déchets végétaux et animaux et de champignons se trouvant au fond de l'eau. Elles s'accommodent

bien d'une eau trouble, supportent de fortes densités de population et sont tout à fait paisibles. Les étangs à carpes peuvent être considérés comme des zones de compensation écologique dans le cadre d'un élevage bio. En captivité, les carpes se reproduisent de manière autonome et atteignent un poids d'abattage de 1,5 kg en trois ans. Ensuite les étangs (le plus souvent naturels) sont vidés (les poissons ont été auparavant rassemblés, mis pour un temps court



Illustration 14: Carpe (*Cyprinus carpio*) WIKIPEDIA

dans des bacs, puis tués par courant électrique), désinfectés à la chaux éteinte et réutilisés pour un nouvel élevage. Malheureusement les carpes ont chez nous mauvaise réputation: comme elles se nourrissent au fond de l'eau, elles passent pour «sales» et les clients potentiels pensent que leur chair pourrait sentir «la vase», ce qui n'est pas le cas lorsqu'on les garde dans un récipient d'eau claire avant l'abattage et quand on les cuisine correctement! Sur le plan mondial, la carpe est le poisson traditionnellement le plus souvent élevé. En Chine et en Europe de l'Est, elle est largement élevée et consommée. Des systèmes de polyculture ont particulièrement fait leurs preuves, dans lesquels plusieurs espèces (de carpes) (carpe argentée, carpe de roseau, carpe à grosse tête) sont réunies et utilisent diverses niches de nourriture. Parmi les nombreuses espèces de carpes, il en existe quelques-unes qui supportent des températures assez basses (jusqu'à 14° C en été), qui sont résistantes à l'hiver ou se nourrissent près de la surface de l'eau (par ex. la carpe catla en Inde) et pourraient donc être plus faciles à vendre sur le marché européen. La carpe catla a une

Les carpes seraient idéales pour répondre à la forte demande en protéines de poisson dans l'alimentation des êtres humains tout en étant produite de manière durable et écologique!

croissance rapide, est très sociable et sa chair en fait, en outre, un excellent poisson de consommation qui, selon la FAO, figurait en 2010 à la troisième place, après les crevettes et le saumon, en ce qui concerne la valeur ajoutée totale de l'aquaculture mondiale (Currie, 2012)! Sa chair est particulièrement appréciée par les classes aisées des pays de l'Asie du Sud et du Sud-Est.

En Suisse, les carpes étaient traditionnellement élevées dans la région riche en étangs qui se trouve au sud d'Olten (Rothtal, Roggwil, Willisau LU), par exemple, par les moines de l'ancienne abbaye cistercienne de Saint Urbain. L'association «Karpfen pur Natur» veut faire revivre cette tradition. La construction de l'étang simulant des conditions naturelles est soutenue financièrement par la Confédération. En outre, ces surfaces gérées de manière extensive servent de zones de compensation écologique. Les carpes sont détenues dans un cadre simulant le milieu naturel, on ne leur donne aucun nourrissage complémentaire, leur densité est faible et l'eau est propre. Dans leur gestion, un «guide de savoir-vivre avec la carpe» (conduite respectueuse face à l'animal) doit être suivi. En vue de l'abattage, on prélève ces animaux de deux ans et d'un poids d'environ 2,5 kg à l'aide d'un filet et on les transporte dans des bacs enrichis en oxygène. Ensuite, ils sont anesthésiés par courant électrique et immédiatement abattus. Cette détention évite complètement les extractions et les tris stressants.

La chair de la carpe est vendue sur le marché régional sous la marque «Schweizer Karpfenland». La demande de ce produit excède largement la production actuelle. La chair âpre et riche en arêtes des carpes semble être moins un problème que plutôt la concurrence géographique entre l'agriculture et l'aquaculture et les dispositions souvent strictes pour la protection des eaux et la planification de zone.

Evaluation du point de vue de la protection des animaux

L'engraissement des saumons, tel que la firme BachtellachS® le pratique, est comparable sur le plan technique et sans doute aussi sur le plan du bien-être de l'animal aux autres installations à circuit fermé décrites plus haut. Lorsque les pisciculteurs sont professionnellement compétents (souvent des agriculteurs qui pratiquent l'élevage de poissons comme revenu secondaire), disposent

des installations techniques nécessaires (y compris de systèmes de surveillance et d'alarme) et peuvent mettre à disposition des réservoirs suffisamment grands et lorsque le transport ainsi que l'abattage sont conformes à l'animal, on peut accepter une installation de ce type. Cependant, du point de vue de la protection des animaux, on peut émettre des réserves importantes sur l'éventualité d'une «croissance sauvage» de telles installations dans des fermes, sur le transport et l'abattage ainsi que sur leur contrôle par les autorités. On peut également émettre des réserves sur la compétence professionnelle de ces pisciculteurs formés «avec un lance-pierres». En outre, un grand nombre de petits élevages de poissons à l'engrais rendrait nécessaire un approvisionnement central en juvéniles de même qu'un abattoir central, ce qui devrait augmenter le nombre des transports. Les conditions de luminosité et de bruit dans une ancienne étable devraient également constituer des problèmes plus difficiles à résoudre que dans des installations à circuit fermé conçues spécialement pour l'élevage de poissons. La protection des animaux émet donc des doutes quant à cette «reconversion» galopante dans la pisciculture d'autant plus que la détention conforme à l'espèce et à l'animal (sans parler des saumons en Suisse!) n'est connue que depuis peu de temps et que les autorités n'ont pas fourni de directives détaillées sur la conformité aux besoins de ces animaux. Actuellement, il n'existe donc pas de systèmes normés comme c'est le cas pour l'élevage du bétail.

Certains poissons de mer comme le bar, le red snapper (vivaneau campêche) ou la daurade pourraient, le cas échéant, être détenus en Suisse dans des installations à circuit fermé, comme celles qui sont prévues à Buttisholz. Ces installations seraient nettement plus importantes que les systèmes à circuit fermé existant actuellement en Suisse. Selon les initiateurs du projet, dans les réservoirs, le courant d'eau devrait susciter la même «illusion d'immensité» que dans les réservoirs circulaires. Pour les poissons pélagiques, une structuration de l'habitat n'est pas nécessaire, d'après ce que l'on sait actuellement. Il est impossible de savoir définitivement dans quelle mesure cette éternelle nage en rond dans les réservoirs est dommageable aux animaux (ou si elle est tout simplement dommageable). Le gain écologique de l'élevage de poissons pélagiques dans un petit pays continental comme la Suisse est douteux. Le problème de la surpêche n'est pas résolu et, de surcroît, les connaissances sont très lacunaires. On peut également émettre des réserves sur le principe de la détention des animaux de mer dans un système totalement artificiel, coupé du milieu naturel. Pour toutes ces raisons, la Protection Suisse des Animaux PSA ne peut actuellement pas soutenir cette forme de production de poisson. De toute façon, les impératifs économiques et la concurrence extrême des poissons d'importation devraient rendre la vie difficile à la plupart de telles installations en Suisse. Sauf pour quelques rares exceptions, la PSA ne voit pas dans la pisciculture industrielle, conventionnelle et hautement technique un métier annexe sérieux et durable pour les agriculteurs suisses. Dans ce contexte, la PSA rappelle l'«engouement pour la viande de dinde» des années 1990. A cette époque, de nombreux agriculteurs se sont laissé tenter par l'élevage de dindes à l'engrais. A peine dix ans plus tard, ces élevages ont été fermés car détaillants et gastronomes misaient alors sur des importations bon marché.

3.10 Résumé

Tentons de tirer quelques conclusions: Dans ce chapitre, nous avons abordé la manière dont les poissons perçoivent leur environnement et des paramètres d'environnement qui ont un impact sur leur bien-être. En outre, différents systèmes de détention ont été présentés qui se différencient par leur «degré d'artificialité» par rapport au milieu naturel des poissons. Pour terminer, nous avons présenté des exemples de piscicultures en Suisse et essayé de comprendre dans quelle mesure les «enclos» des poissons de rente détenus en captivité peuvent être installés de manière à garantir une détention respectueuse de l'espèce et de l'animal.

Nous avons établi que, surtout, la qualité de l'eau et de la nourriture ainsi que l'élimination des facteurs de stress devraient être décisifs pour le bien-être des poissons alors que la présence de structures (behavioural enrichment) n'a pas, selon les connaissances actuelles, le même niveau d'importance pour toutes les espèces. En principe, les poissons devraient pouvoir s'adonner à un comportement de confort. Cet objectif peut être atteint de deux manières: par un conditionnement,

par exemple, dans le cadre de la distribution de nourriture (renforcement positif, horaires fixes, comportement d'attente), mais aussi en donnant le plus de liberté de choix possible (par ex. possibilité d'utiliser différentes zones du réservoir, de choisir entre zones d'ombre et de lumière, entre courant et eaux tranquilles, entre substrat et fond nu, entre zones profondes et zones peu profondes, etc.).

Les structures ont un intérêt pour la détention des juvéniles qui peuvent les utiliser comme cachettes (par ex. truites, perches, tilapias), mais ne devraient pas entraver la liberté de mouvement des poissons dans le réservoir ou représenter un risque de blessure. Des structures peuvent être aménagées d'une manière relativement simple pour améliorer les conditions de détention. Il n'y a pas besoin de constructions complexes dans le réservoir. Par exemple, différentes vitesses de courant peuvent être obtenues par l'installation de simples parois de séparation qui offrent également une protection visuelle. On peut aussi jouer sur les conditions de luminosité en recouvrant certaines parties du bassin. En outre, des distributeurs de nourriture à la demande ou des rapides peuvent être proposés (saumons, truites).

Des structures d'enrichissement, d'«occupation», jouent pour les poissons un rôle moindre que dans la détention de mammifères ou d'oiseaux. Pour les poissons, le plus important devrait être la qualité de l'eau et de la nourriture et pour la plupart des juvéniles, une densité de population optimale. La plupart des poissons peuvent être détenus à l'intérieur dans des réservoirs et n'ont besoin que d'une semi-obscurité. Le régime de luminosité du jour et des saisons peut être simulé artificiellement, mais les rythmes naturels ne doivent pas être manipulés (donc, par ex. pas d'allongement de la lumière diurne, pas d'éclairage la nuit, sauf pour optimiser la densité), le spectre naturel de la lumière diurne doit être utilisé. La répartition artificielle des poissons au moyen de sources de lumière supplémentaires n'est justifiable que le jour, dans des réservoirs profonds et de grandes dimensions ou dans des cages à filet. L'horloge interne des poissons ne doit pas être perturbée.

Du point de vue de la protection des animaux, la détention de juvéniles en bancs peut être justifiée dans le cadre de la détention de poissons de rente, dans la mesure où les animaux sont abattus avant d'atteindre leur maturité sexuelle. En revanche, la détention en bancs de saumons sexuellement matures (reproducteurs), de truites ou de tilapias n'est pas sans poser de problèmes car des rivalités peuvent survenir. Pour la détention de poissons de rente, la densité de population devrait être nettement plus faible que pour les juvéniles (<10 kg/m³), et de la végétation ainsi que des parois devraient leur permettre de se cacher et de s'échapper. Pour des raisons économiques, il semble que la reproduction naturelle de la plupart des poissons de rente soit irréaliste. On est bien obligé de tolérer cette gestion artificielle de la reproduction – comme c'est le cas chez la plupart des animaux de rente. Toutefois, l'extraction des reproducteurs devrait au moins avoir lieu sous anesthésie, comme le prescrivent les directives bio.

On ignore quelle influence le bruit de fond présent dans les systèmes à circuit fermé exerce sur le bien-être des poissons et quelles seraient les mesures architecturales à prendre pour réduire cette nuisance sonore.

Si l'on compare les différents types de détentions sous l'angle du bien-être des animaux, les systèmes extensifs, simulant le milieu naturel (étangs, bassins d'eau courante) ont tendance à l'emporter sur les détentions intensives (cages à filet, installations à circuit fermé). Les premières permettent davantage de liberté de mouvement ou plus de structures, sont moins bruyantes, limitent plus la densité de population et offrent aux poissons des conditions de vie plus naturelles. Les cages à filet, dans la mesure où elles sont gérées de manière biologique, (densité faible, espèce adéquate, aliments biologiques) nous semblent justifiées du point de vue de la protection des animaux en fonction des connaissances actuelles. Les installations à circuit fermé sont problématiques dans la mesure où la question des nuisances sonores est encore trop mal connue, dans la mesure où le contrôle comporte des risques d'erreurs lorsque les densités sont fortes (ce qui peut signifier potentiellement une souffrance animale importante) et dans la mesure où la structuration du milieu n'est pas à l'ordre du jour. En outre, il faudrait impérativement déterminer et respecter les valeurs maximales pour les nitrites, les nuisances sonores et la présence de particules en suspension dans l'eau. Toutefois, la qualité de la détention des poissons dans les installations à circuit fermé dépend

largement de leur gestion. Si elle est gérée de manière professionnelle, respectueuse des besoins des animaux, une installation à circuit fermé peut être considérée comme conforme aux besoins des animaux, à condition que les poissons aient suffisamment d'espace pour se mouvoir (faibles densités), qu'il y ait des courants, que la technique fonctionne sans faille, et que les exigences générales de ménager les animaux soient respectées. En principe, il faudrait envisager l'enrichissement du réservoir par des structures simples (différents courants, diverses profondeurs et températures, et éventuellement des substrats). Toutefois, toute «structuration» doit être adaptée aux besoins naturels des poissons, ce qui peut aussi signifier qu'il faut renoncer totalement à des structures pour les espèces pélagiques!

La possibilité pour les poissons de s'adonner pleinement à leurs préférences naturelles (liberté de choix), le comportement alimentaire normal et une croissance régulière, le comportement de stress, les fréquences respiratoires et la présence de dommages aux nageoires sont des indicateurs fiables qui permettent d'évaluer le bien-être des poissons.

4. De global à local: nouvelles espèces de poissons pour les piscicultures suisses

4.1 Introduction

Théoriquement, il serait logique de produire en Suisse pour le marché suisse des espèces de poissons qui sont commercialisées dans le monde entier. Outre relâcher la pression sur les stocks de poissons sauvages, les avantages en seraient une réduction des transports aériens comme objectif concret dans les stratégies de la durabilité. En ce qui concerne la détention des espèces de poissons «exotiques» en Suisse, pays enclavé, cela soulève différentes questions en se référant aux différentes espèces types. Ces questions sont notamment les suivantes:

- Est-ce qu'il y a des aspects du bien-être animal qui seraient concernés par la détention de poissons d'eau de mer dans de l'eau salée artificiellement?
- Est-ce que l'élevage de poissons herbivores justifie leur détention dans notre pays?

4.2 Réflexions de principe sur le saumon cerise et autres espèces de saumon

L'élevage de saumons dans un pays enclavé comme l'est la Suisse s'effectue presque obligatoirement dans des systèmes à circuit fermé ou des bassins d'eau courante douce. Pour que ces derniers soient rentables, il faudrait obtenir des rendements relativement élevés avec une forte densité de poissons. Les recommandations de Bio Suisse, de l'Union européenne et des spécialistes en poissons en ce qui concerne un élevage respectueux des saumons estiment que la densité de population va s'élever à environ 15 à 20 kg/m³ (pour les cages à filet). Dans une installation à circuit rentable, ces densités devraient être nettement dépassées et se situeraient donc plutôt vers les 70 kg/m³ (dans la mesure où la qualité de l'eau est garantie). Certes, dans des systèmes à circuit qui fonctionnent de manière optimale et qui sont performants, les saumons peuvent être détenus dans des densités allant jusqu'à 80 kg/m³ sans que leur croissance ou leur mortalité en soit influencées (Thorarensen et Farrell, 2011), mais cela serait aux dépens du bien-être animal. En outre, il est probable qu'en raison des coûts élevés déclenchés par le recyclage de l'eau, des systèmes à circuit aient des résultats moins intéressants que les cages à filet conventionnelles flottant dans la mer. C'est ainsi que le «saumon suisse» resterait un produit de niche à un coût très élevé en raison non seulement de la garantie de qualité venant de l'alimentation, d'un abattage conforme à l'animal, à la fraîcheur et à une chaîne du froid irréprochable, mais aussi des coûts élevés de production.

Du point de vue de la protection des animaux, le saumon cerise est certainement une (et même

probablement la seule) espèce de saumon qui peut entrer en ligne de compte pour une détention dans des exploitations d'engraissement de poissons. Étant donné que cette espèce de saumon n'est pas un poisson migrateur, que les jeunes vivent en banc dans l'eau douce et que la majorité des poissons sont abattus avant d'atteindre la maturité sexuelle, la détention en captivité paraît acceptable. La condition en est toutefois que l'on respecte de faibles densités de population, que l'on ne dépasse pas le seuil de 22 kg/m³ et enfin que les bassins jouissent d'un courant continu. Les agriculteurs devraient pouvoir se transformer en pisciculteurs après une formation accélérée. Cette formation comprend six jours de cours théoriques et un travail de fin de formation (Emmenegger, 2011). La PSA remet en question le fait que cette formation devrait dispenser à un agriculteur des compétences suffisantes pour détenir des poissons conformément aux besoins de leur espèce, de les transporter et de les abattre correctement sans parler de saumons dans des systèmes à circuit fermé! L'encadrement étroit des pisciculteurs néophytes par la société BachtellachS® et par le centre de compétences Poissons de la Haute école zurichoise pour les sciences appliquées (ZHAW) ne peut pas changer cette situation.

De plus, il y a des doutes quant à la détention des animaux reproducteurs. Ces derniers ont besoin de bien davantage d'espace que les juvéniles vivant en banc. Même si le saumon cerise est un saumon relativement paisible, les animaux adultes ne sont pas programmés pour vivre dans des bancs de poissons. Dans les exploitations d'élevage, où une densité minimum pour réprimer un comportement agressif normal est une condition à respecter, les poissons adultes sont automatiquement détenus également en bassin. Une telle détention de poissons avec des animaux qui ont besoin d'une grande distance individuelle ne peut quand même pas être qualifiée de conforme à l'espèce et au bien-être animal! Un indice critique est également le fait que les saumons en captivité ne fraient pratiquement jamais spontanément et doivent donc toujours être manipulés pour qu'on leur extraie la laitance ou la roque.

Du point de vue de la PSA, le saumon, poisson prédateur et grand nageur, qui a un ratio in-out élevé, devrait être consommé rarement et du point de vue de la protection des animaux il n'existe pas pour l'instant de «meilleur» saumon. La détention dans les cages à filet flottant dans la mer dans des exploitations bio (faible densité de population!), la capture pérenne de saumon sauvage ou l'élevage de saumons cerises (aucune autre sorte de saumon!) dans des installations de production suisse présentent tous leurs avantages et inconvénients spécifiques (vivre en mer ou vivre en liberté par rapport à des méthodes d'abattage insuffisantes des saumons provenant de cage à filet ou de capture; conditions de détention insuffisantes par rapport à des méthodes d'abattage humaines dans les systèmes à circuit fermé). Actuellement, la détention de saumon la plus acceptable serait, en tenant compte des standards bio, celle ayant lieu dans les cages à filet en mer, dans la mesure où les poissons sont immédiatement étourdis à l'électricité lors du débarquement et ensuite abattus. La détention commerciale de saumon cerise selon le modèle BachtellachS® ne peut pour l'instant pas être propagée, de l'avis de la PSA. En effet, il y a encore trop d'incertitudes et de lacunes dans les connaissances actuelles. Dans quelques années, après une phase pilote, il serait en revanche indiqué de réexaminer la situation.

4.3 Réflexions de principe sur le panga (pangasius)

L'utilisation du panga ou poisson-chat du Mékong est le secteur qui connaît la croissance la plus rapide dans l'aquaculture globale. Au départ, il était principalement élevé dans le delta du Mékong et par conséquent répandu dans la cuisine du Sud-Est asiatique. Ce poisson jouit désormais d'une estime générale en raison de son goût doux qui n'est pas typiquement celui d'un poisson, de la consistance agréable de sa chair et de son prix intéressant; il est par consé-



Illustration 15: panga (pangasius) (*Pangasius hypophthalmus*)

WIKIPEDIA

quent élevé intensivement dans le monde entier. La production globale s'élève à plus de 1,5 million de tonnes par an. Une grande partie de la chair est exportée en Europe. Les pangas ont un corps sans écailles; ils peuvent atteindre 1,5 mètre de long et 40 kilos. Le panga est actif de jour et vit en banc. Au cours de l'année, les poissons entreprennent de vastes migrations. La maturité sexuelle intervient à l'âge de trois à quatre ans et à partir d'un poids de trois kilos. En dehors de la période de frai, les poissons vivent au fond de l'eau des grands fleuves. Le poisson passe pour être extrêmement timide et avoir besoin de température d'eau élevée entre 22 et 26° C. Les pangas sont des omnivores et peuvent donc parfaitement être nourris de manière végétarienne; en Asie on les nourrit avant tout de riz mais aussi de farine de poisson. Le poids d'abattage d'un kilo est atteint à environ huit mois en ce qui concerne les animaux destinés aux marchés occidentaux. Les pangas peuvent prospérer même en cas de forte densité de population mais ils sont plus vulnérables aux maladies. Les femelles ne fraient pas en captivité; voilà pourquoi l'élevage dépend d'hormones, de l'extraction de la laitance ou de la rogue et de capture sauvage pour ajouter du sang frais aux effectifs. Les poissons vivant à l'état sauvage font l'objet en ce moment d'une surpêche massive. Dans les élevages asiatiques, il y a, conformément au WWF, de graves problèmes (excès d'engrais, eutrophisation, densité trop élevée, trop d'antibiotiques) et il n'existe que quelques rares élevages bio ou certifiés d'une autre manière (Aquaculture Stewardship Council ASC) qui d'ailleurs ne garantissent en aucune manière une détention des animaux conformes à leur espèce. Les poissons sont parfois transportés et abattus de manière cruelle. Le transport des poissons vivants par jeep, camions ou dans des conteneurs exigus sur les bateaux dure souvent plusieurs heures, voire des jours entiers et de nombreux animaux étouffent dans de grandes souffrances. De nombreux poissons arrivent gravement blessés mais encore vivants à l'endroit de l'abattage. Les pangas sont détenus dans des bassins d'eau courante ou des cages à filet. Par année, la production intensive atteint jusqu'à 500 000 kg/hectare (en comparaison avec un étang de taille moyenne contenant des carpes: environ 20 000 kg par hectare et par an). Les déjections des poissons se retrouvent dans les fleuves et causent un véritable désastre écologique.

La consommation de panga en Suisse s'élève annuellement à 3800 tonnes (soit 5,4% de la consommation totale de poissons). Le prix du kilogramme de filet congelé à partir de la ferme a baissé de moitié au cours des dix dernières années pour atteindre CHF 3,50 (en Suisse un kilogramme coûte environ CHF 8). On peut s'attendre à ce que la consommation de panga continue d'augmenter dans les années à venir. En raison des problèmes considérables de protection animale

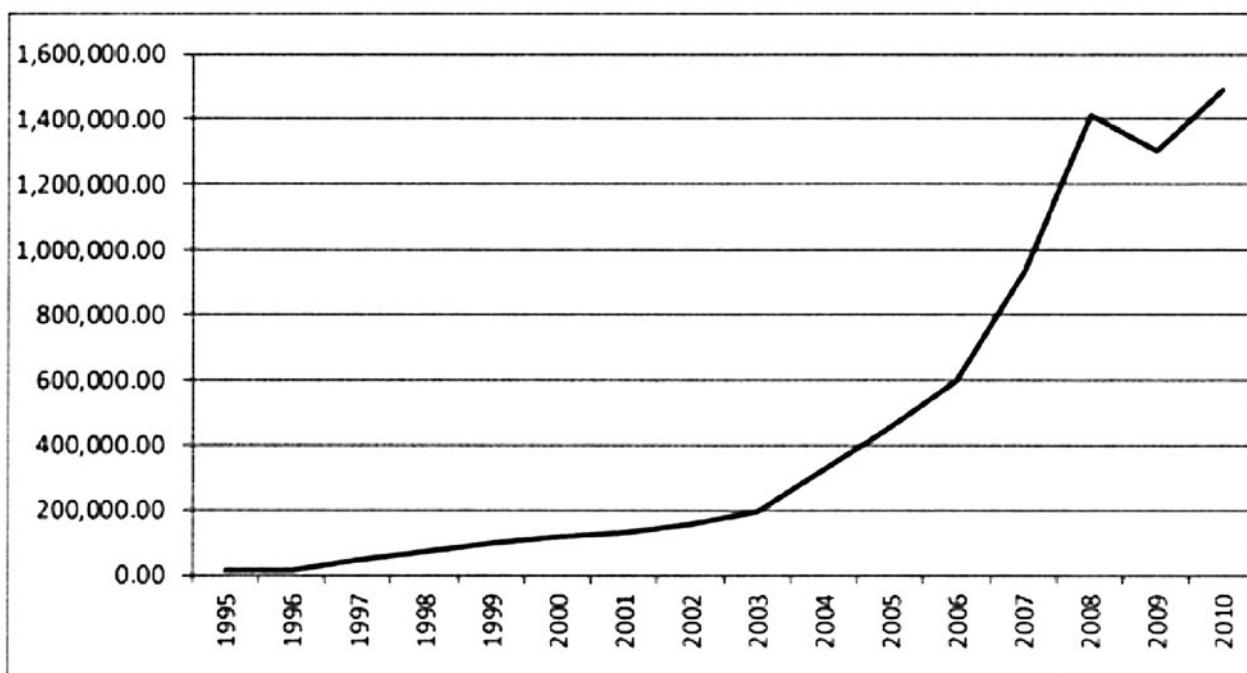


Illustration 16: augmentations de la production globale de panga (en t) selon la FAO (Currie, 2012)

et d'écologie dans les pays asiatiques d'origine, les élevages de panga pourraient être une option en Suisse, c'est-à-dire mettre sur le marché du panga produit selon des critères respectueux des animaux et de l'environnement. Le poisson est facile à détenir du point de vue technique et peut être nourri de manière végétarienne (Currie, 2012). Le produit dérivé de l'élevage du panga est le collagène (une protéine du tissu conjonctif qui est utilisée dans l'industrie cosmétique).

Indépendamment de la problématique écologique qu'implique la détention du panga dans l'eau chaude (énergie nécessaire au chauffage, si l'on ne peut pas utiliser la chaleur dégagée) ce poisson présente indubitablement quelques avantages qui pourraient le rendre intéressant pour une détention en Suisse: nourriture végétarienne, vente facile de la chair, poissons de banc qui supporte des densités relativement élevées, poissons d'eau douce. L'inconvénient est en revanche qu'il est un poisson migratoire (farouche!). La condition d'une détention approximativement conforme aux besoins des animaux serait donc de maintenir ces poissons dans des systèmes avec des courants et de prendre des précautions particulières lors du contact avec ces poissons qui sont très rapidement stressés. De même, il faudrait éviter d'exploiter les densités maximales et les poissons devraient pouvoir être élevés et reproduits en Suisse. De plus, le panga suisse devrait pouvoir supporter la comparaison avec les importations à bon marché en provenance d'Asie, ce qui n'est envisageable que si les consommateurs de poissons qui achètent en ce moment le panga en raison de son faible prix et de sa chair sans goût marqué sont disposés à l'avenir à payer davantage pour des raisons écologiques et d'éthique animale (ce qui est très invraisemblable!). Les chances de réussite pour le «panga made in Switzerland» devraient être marginales du point de vue de la PSA.

4.4 Réflexions de principe sur le tilapia

Environ une centaine d'espèces différentes de cichlidés (oreochromis) sont regroupées sous le nom de «tilapia». Les tilapias sont des couveurs buccaux qui vivent dans l'eau douce. Ils proviennent originellement d'Afrique et de la vallée du Jourdain («poisson de Saint-Pierre»). Grâce aux hiéroglyphes, nous savons que les tilapias étaient élevés dans l'Égypte ancienne; cette longue domestication nous permet de considérer cette espèce comme domestiquée. Il est probablement le poisson de rente le plus répandu sur le plan géographique. En 2010, 141 pays de la FAO ont déclaré élever du tilapia (Currie, 2012). Aujourd'hui encore, après la Chine, l'Égypte est le deuxième producteur de tilapia dans le monde. Les tilapias ont besoin de températures aquatiques relativement élevée (18 à 27° C) et se reproduisent facilement. Ils prospèrent dans l'eau douce comme dans l'eau saumâtre. Leur gros avantage est qu'ils sont purement végétariens et peuvent être engraisés sans huile ni farine de poisson, ce qui est aussi intéressant du point de vue écologique. En outre, ils peuvent être utilisés pour produire du cuir et du collagène. Actuellement, de gros efforts sont déployés dans le monde entier pour élever le tilapia qui se reproduit dans des étangs, dans des cages à filet, dans des bassins d'eau courante et fermés. En ce moment, le tilapia occupe le cinquième rang dans la production mondiale aquacole de poisson.

Les tilapias toutefois ne représentent que 4% de la production suisse de poissons dans les piscicultures (Tschudi & Stamer, 2012); mais l'élevage et la commercialisation du tilapia en Suisse vont probablement augmenter car rien ne s'oppose fondamentalement à la détention et à la mise sur le marché en Suisse de cette espèce de poissons. Les tilapias sont appropriés à une détention dans ce qu'on appelle les systèmes aquaponiques: le fumier des poissons sont utilisés pour la culture de légumes ou de fruits dans les serres en pompant directement l'eau des réservoirs dans les installations d'arrosage, qui sont ensuite nettoyées par les plantes. Les poissons sont détenus dans des réservoirs en acier d'un système à circuit fermé (avec des courants), sans substrat ni végétation avec une densité de population de 15 à 30 kg/m³ et une température



Illustration 18: Tilapia (*Tilapia mariae*)

PRADEEP

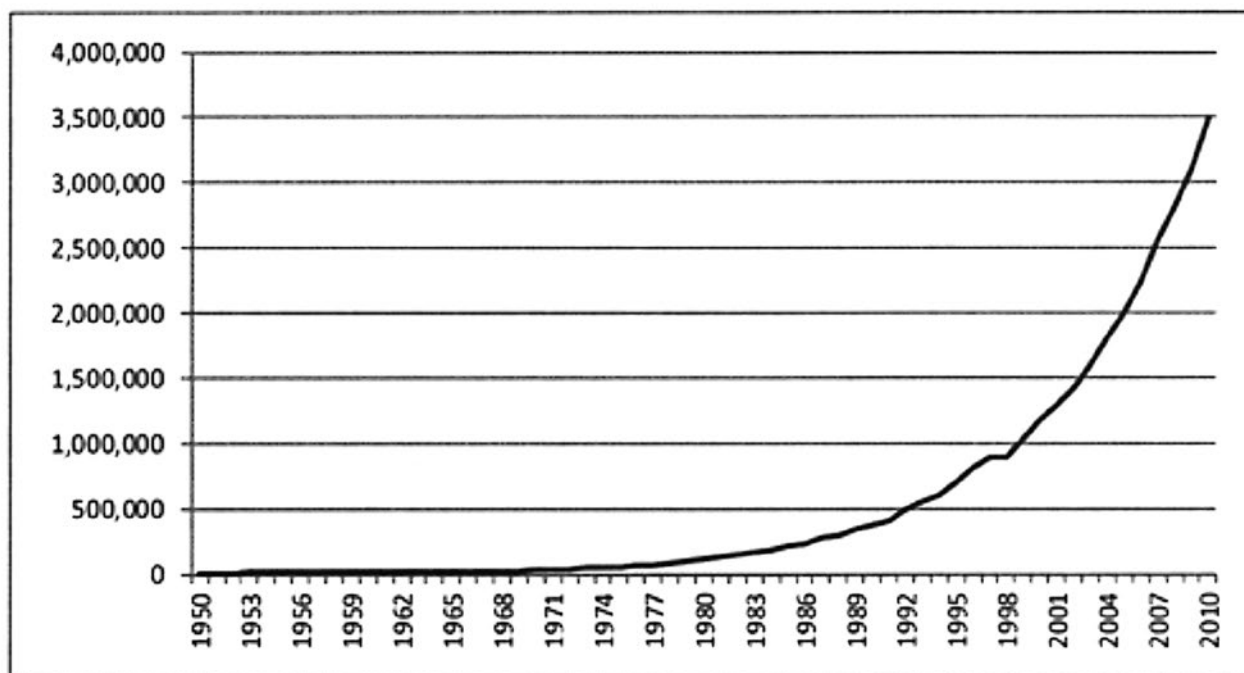


Illustration 17: augmentation de la production mondiale de tilapia (en t) d'après la FAO (Currie, 2012)

de l'eau de 27° C; ils se reproduisent même spontanément. Les poissons peuvent être nourris de manière végétarienne par exemple avec un mélange dont les composantes en protéines proviennent des petits pois, et atteignent ainsi leur poids d'abattage de 600 à 1000 grammes (entretien Marti, 2012). (La Haute école zurichoise des sciences appliquées (ZHAW) dispense actuellement ses conseils à une entreprise start-up pour commercialiser l'élevage du tilapia: le projet Urban Farmers, qui a mis en route en été 2013 à Bâle une première ferme d'élevage aquaponique du tilapia sur le toit d'un bâtiment industriel).

Une thématique importante chez le tilapia est la nécessité «économique» d'engraisser des populations exclusivement composées de mâles. En principe les poissons peuvent facilement changer de sexe grâce à l'adjonction d'hormones. Toutefois, les poissons traités avec des hormones ne peuvent pas être mis sur le marché. Voilà pourquoi on crée ce que l'on appelle des «supermâles»: un mâle XY normal est transformé en femelle grâce à des hormones mais conserve la paire de chromosomes XY. Si on croise une femelle de ce type avec un mâle normal, on obtient un quart de la descendance de «supermâle» avec une paire de chromosomes YY. Si on croise ces derniers à nouveau avec des femelles, la descendance sera toujours mâle (XY). Une autre méthode consiste à traiter les œufs avec une température qui entraîne une forte proportion de descendance mâle qui à son tour produit davantage de sperme avec une paire de chromosomes mâles (Currie, 2012). Il reste à savoir si des consommateurs bien informés peuvent approuver de telles manipulations.

La problématique de la protection des animaux se pose à la fois lors de l'application de telles méthodes de détermination artificielle du sexe et dans le fait d'y renoncer: en effet, si des juvéniles femelles et mâles sont ensuite produits, les juvéniles femelles sont d'une certaine manière triées et exterminées parce qu'elles ne sont pas appropriées pour l'engraissement. En cas de détermination artificielle du sexe des poissons, cela entraîne la détention de groupes exclusivement mâles ce qui n'est pas conforme à l'espèce. L'agressivité est toutefois très élevée dans les populations mixtes parce que les mâles ont un comportement de harem tandis que dans les groupes purement mâles, elle serait plutôt faible (ce sont surtout les mâles dominants qui sont affamés parce qu'ils surveillent jalousement leurs femelles!). Les découvertes scientifiques sur le bien-être animal dans «les bancs unisexes» ne sont pas encore disponibles. En raison du fort taux d'agressivité des mâles, on peut également se demander si quelques structures techniques dans le réservoir (installation de capture, dispositif de filtrage) suffisent comme protection visuelle ou s'il n'est pas nécessaire d'ajouter d'autres paravents.

Afin d'accélérer la reproduction des tilapias en captivité, les élevages intensifs enlèvent les œufs qui sont dans la bouche de la femelle, ce qui l'incite de nouveau à frayer. Cette mesure est elle aussi tout à fait préoccupante du point de vue de la protection des animaux parce qu'elle exige des manipulations supplémentaires (auxquelles les femelles sont probablement soumises plusieurs fois pendant leur vie!) Et qui font de la femelle une pure «machine à produire des œufs». On peut aussi se demander dans quelle mesure le bien-être des animaux n'est pas fortement entamé par une interruption constante de leur comportement naturel de reproduction.

Du point de vue de la protection des animaux, il y a toutefois des éléments qui plaident en faveur de la détention des tilapias comme poissons d'élevage. Ces éléments comprennent le fait que ce poisson est domestiqué, se reproduit spontanément en captivité, est résistant à de nombreuses maladies, ce qui exprime une bonne capacité d'adaptation aux conditions régnant en captivité. À cela s'ajoute le fait, qui est pertinent sur le plan écologique, que ces poissons peuvent être engraisés avec du fourrage végétarien. Mais pour qu'une détention des tilapias comme poissons de rente soit également acceptable dans l'optique de la protection des animaux, il faudrait renoncer à la collecte des œufs dans la bouche des femelles qui couvent et il faudrait que les poissons soient détenus dans une densité assez faible (max. 30 kg/m³) étant donné que lorsqu'ils sont adultes, ils ont un comportement agressif et territorial. En outre, il serait probablement indiqué dans la détention de cette espèce de poissons, en raison de leur comportement de harem, d'ajouter quelques structures dans les bassins (possibilité de retrait, paravent, éventuellement substrat pour le comportement de reproduction). Ne serait-ce que pour des raisons techniques, une détention dans des étangs ou des bassins d'eau courante serait préférable à une détention en réservoir (système à circuit fermé). Mais cela ne serait faisable que si les températures de l'eau pouvaient dépasser 20° C! (Une combinaison avec des installations d'engraissement de porcs et l'utilisation de la chaleur dégagée serait envisageable.)

La détention de groupes exclusivement mâles est à rejeter du point de vue de la protection des animaux tant qu'on ne connaît pas le niveau de stress qui existe dans des bancs artificiels de ce type, stress qui pourrait éventuellement être diminué dans ces groupes grâce à l'utilisation de quelques individus de plus grande taille (Pereira-Boscolo et al., 2011) ou par de la lumière bleue (Volpato et Barretto, 2001). Toutes ces conditions précitées (engraissement avec des bancs de mâles et de femelles, faible densité de population, structures et substrat) plaident en faveur d'une détention extensive et contre la détention dans des systèmes à circuit fermé.

4.5 Réflexions de principe sur le bar/loup

Les bars sont des poissons de mer qui se trouvent dans l'Atlantique Nord, dans la mer Baltique, dans l'Atlantique Est jusqu'au Sénégal, dans la Méditerranée et dans la mer Noire. Ils atteignent une longueur d'environ un mètre et un poids de 12 kilos. Ils vivent à des profondeurs variant de 10 à 100 mètres, mais peuvent également s'aventurer jusque dans l'eau saumâtre des embouchures de fleuve.

Ces poissons prédateurs nocturnes se nourrissent de mollusques, de crabes et de jeunes poissons. Les juvéniles vivent en bancs, les animaux plus âgés dans des petits groupes assez lâches. Dans un pays enclavé comme la Suisse, le bar devrait être détenu dans des grands réservoirs d'eau salée. Par ailleurs, ce poisson, programmé génétiquement pour la migration, se trouverait fortement limité par la captivité; jusqu'à présent, rien n'a été tenté pour élever des lignées de poissons qui n'aient pas ce caractère migratoire inné. Certains experts sont toutefois d'avis que la migration pourrait être simulée dans des réservoirs circulaires et que les poissons ne sentiraient pas que leur espace est limité, ce dont on peut se permettre de douter. Une détention



Illustration 19: bar (*Dicentrarchus labrax*)

ALPHASOUTH

dans des bassins rectangulaires traversés par un courant, comme c'est apparemment le cas chez Ocean Swiss à Buttisholz ne pourrait certainement pas mériter le qualificatif de conforme à l'espèce. La question de la manière appropriée de détenir ces animaux lorsqu'ils sont plus âgés et ne sont pas très sociables, est pour l'instant restée sans réponse. Il est en effet problématique, comme c'est le cas pour le saumon, d'endiguer le comportement agressif naturel en maintenant une forte densité de population! Si finalement on tient compte des obstacles supplémentaires qui existent en raison de la disponibilité d'eau salée artificielle (facteur très exigeant sur le plan technique), des pannes fréquentes dans des systèmes à circuit fermé techniquement très sophistiqués et enfin du mauvais ratio in-out chez le bar, on ne peut pas soutenir sa détention dans un pays enclavé comme la Suisse, ne serait-ce que pour des raisons de protection animale et toutes les réflexions pratiques exposées ci-dessus.

4.6 Réflexions de principe sur la daurade et le vivaneau campèche (red snapper)

La daurade ou daurade royale est un poisson très apprécié depuis l'Antiquité dans la région méditerranéenne. Elle peut atteindre une longueur de 70 centimètres. Les vivaneaux campèches composent une famille de perches répandue dans les mers tropicales (lutjanus, sebastes/rockfish). Ils peuvent atteindre un mètre de long et un poids de 25 kilos. Les daurades sont des poissons qui vivent en bancs en haute mer, tandis que les vivaneaux campèches vivent en bancs d'individus à peu près de même taille, à une profondeur moyenne près des récifs et des rochers. Les représentants carnivores de l'espèce des daurades mangent des moules et des crabes et ont des dents spécifiques. Une particularité des daurades et leur caractère hermaphrodite: il n'y a ni mâles ni femelles. Étant donné qu'elles ont peu d'arêtes, les daurades sont un poisson très apprécié. Elles sont élevées dans de nombreux pays méditerranéens dans des enclos à filet.

Les vivaneaux campèches vivent en haute mer lorsqu'ils sont jeunes et, l'âge venant, migrent vers des espaces plus fortement structurés et proches de la côte. Ils se nourrissent principalement de plus petits poissons et de crustacés.

La daurade est le poisson typique de haute mer qui vivra toute sa vie dans des bancs. En pleine nature, la vie de la daurade est marquée par la vie en banc, la recherche de nourriture et la vigilance envers les prédateurs en haute mer ainsi que par la dynamique des courants, la température, la salinité et les profondeurs. Les daurades ne devraient donc pas dépendre de structures dans les réservoirs mais bien plus d'une grande masse d'eau suffisamment volumineuse et d'un banc. En revanche, les vivaneaux campèches devrait bénéficier de certaines structures (niches, surplombs) si l'on veut les détenir de manière conforme à l'espèce. D'après Jerman (entretien, 2012), les poissons de banc comme la daurade prospèrent dans des réservoirs hauts et ne semblent pas souffrir de la prétendue «monotonie» de l'espace vital. Ce qui est bien plus important, c'est la liberté de mouvement de chaque poisson (densité de population appropriée) ainsi que du banc (possibilité de nager en cercle et vers le haut comme vers le bas). Si le réservoir a un rayon suffisant, le poisson ne se rendrait pas compte qu'il continue de nager en cercle nous dit cet expert. C'est ensuite une question d'interprétation et on peut se permettre de douter de cette évaluation au vu du savoir limité dont on dispose aujourd'hui.

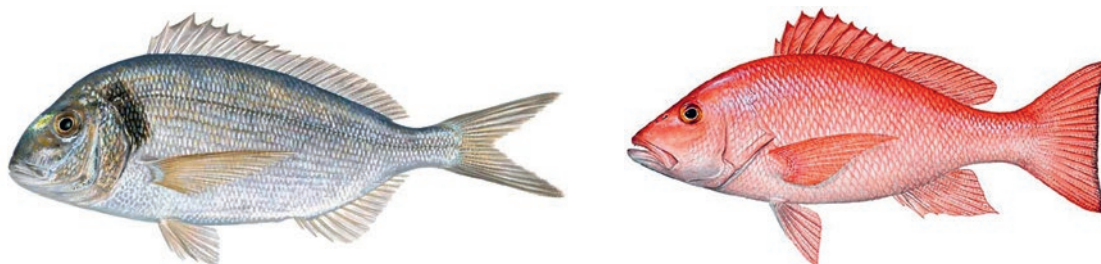


Illustration 20: Daurade (*Sparus aurata*) et vivaneau campèche (red Snapper) (*Lutjanus campechanus*)

De même qu'avec le bar, la détention de la daurade et du vivaneau campèche dans un pays enclavé comme la Suisse soulève un certain nombre de problèmes: est-ce que les exigences techniques, le ratio in-out et l'éventuelle limitation au bien-être animal par la détention dans des systèmes à circuit fermé sont acceptables pour un poisson qui peut se porter assez bien dans des cages à filet en mer ? À la différence du bar, la daurade et le vivaneau campèche sont des poissons de bancs relativement paisibles ce qui ne poserait donc pas trop de problème avec une forte densité de population. Du point de vue de la protection des animaux cependant, il y a trop de questions restées sans réponse pour que l'on puisse soutenir l'élevage commercial de la daurade ou du vivaneau campèche en Suisse actuellement.

4.7 Réflexions de principe sur d'autres espèces de poissons

Sindilariu (entretien, 2012) considère qu'en principe toute espèce de poissons peut être détenue en Suisse dans le respect des besoins de l'espèce et du bien-être animal, mais avec une forte variation des coûts. D'après lui, les truites et les saumons ainsi que les carpes sont domestiqués, donc il n'y aurait pas de raison de ne pas les détenir en captivité tandis que d'autres espèces seraient en bonne voie de domestication, par exemple les sérioles (kingfish) ou le poisson-chat africain. Jermann (entretien de 2012) est en revanche d'avis que les poissons de haute mer ne doivent pas être détenus en captivité dans un pays enclavé et surtout pas à des fins utilitaires. Ils ne pourraient pas assumer les parois (par exemple les thons de grande taille, les maquereaux, les espadons) et nageraient toujours contre les vitres ou les parois de béton.

Différentes espèces de poissons font l'objet de discussions chez les (candidats) pisciculteurs et dans le commerce de détail comme acheteur (potentiel). Ces espèces sont évaluées en fonction de la faisabilité de leur élevage commercial en Suisse. Elles comprennent des poissons indigènes comme la perche ou le sandre, mais aussi des poissons de haute mer comme le cabillaud ou le maquereau ainsi que parfois la carpe dont la commercialisation en Suisse devrait toutefois lutter contre les préjugés (généralement infondés) de la clientèle potentielle. Du point de vue de l'auteure, il faut réfléchir aux questions suivantes:

Perche, sandre et autre poissons indigènes d'eau douce: l'élevage de ces poissons en Suisse semble réalisable, les populations indigènes pourraient servir de stocks d'élevage et l'eau naturelle pourrait être utilisée. Ces poissons sont adaptés à nos latitudes et peuvent être détenus en liberté et dans des installations à circuit fermé (légèrement chauffées). Une pisciculture pourrait donc être acceptable d'après l'état actuel de nos connaissances. Il est important que les animaux plus âgés aient plus de place à leur disposition (faible densité de population) que les juvéniles à l'engrais, qui tendent à constituer des bancs et sont abattus avant d'atteindre la maturité sexuelle. Il faudrait renoncer à de fortes densités de population et à la manipulation de la durée diurne en utilisant de la lumière artificielle. Les poissons devraient être détenus dans de légers courants et bien entendu tous les principes d'une manipulation et d'un traitement ménageant les animaux devraient être de mise. Outre la perche voici les espèces indigènes qui pourraient être élevées:

Féra: un élevage permettrait d'alléger la menace qui pèse sur ses effectifs en Suisse. Des populations reproductrices à faible migration (corégone bleu dans le lac de Constance) devraient être préférées aux populations migrantes. Seules des densités de population limitées sont envisageables; son élevage serait cohérent du point de vue écologique parce qu'elle consomme du plancton, mais l'engraissement est difficile à réaliser. Perspectives comme poissons d'élevage: plutôt faible. Point de vue de la protection des animaux: n'est pas recommandable (salmonidés non domestiqués).

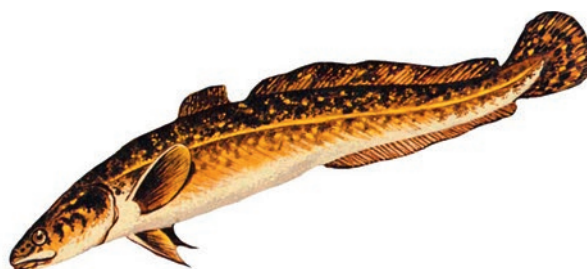
Sandre: très semblable à la perche dans ses exigences en matière de détention, mais plus grand. A besoin de plus grands bassins (ou de densité de population plus faible) et ne pourrait être détenu qu'en cas de faible densité de population. Une première installation de production de «IG Fisch vom Buur» devrait fonctionner en 2013 à Dagmarsellen (LU). Perspectives comme poissons d'éle-

vage: un potentiel existe. Point de vue de la protection des animaux: l'élevage serait possible et même acceptable selon les circonstances.

Ombre commun: chair remarquable, très peu farouche, fidèle à son habitat. A besoin de forts courants et est très sensible à la qualité de l'eau, voilà pourquoi il n'est pas élevé jusqu'à présent en captivité à des fins commerciales. Perspectives comme poissons d'élevage: envisageable. Point de vue de la protection des animaux: possible dans des bassins d'eau courante ou dans des systèmes à circuit fermé.

Chevesne: fidèle à son habitat, poisson de banc lorsqu'il est jeune. Prospère dans des courants forts ou faibles, nage en liberté. Poisson paisible, ce cyprinidé montre aussi une tendance à la vie en groupe lorsqu'il est âgé. Farouche, il a besoin d'eau très propre et lorsqu'il est âgé, il est dépendant de substrat (gravier) pour frayer naturellement. La chair contient beaucoup d'arêtes (poisson blanc) mais en coupant plusieurs fois les filets avant la préparation, sa consommation est plus facile. Perspectives comme poissons d'élevage: plutôt faible. Point de vue de la protection des animaux: envisageable.

Lotte: seul gadidé qui existe dans l'eau douce. Habitant au fond, et donc dépendant de substrat, ce qui rend plus difficile la détention et la «récolte». Prospère dans des eaux froides et profondes, elle est donc envisageable comme poisson de rente au mieux dans des lacs alpins (artificiels) en montagne ou dans des installations ouvertes ou à circuit fermé (avec substrat!). Active la nuit. En hiver active et en bonne croissance même lorsqu'il fait froid. Se nourrit de granulés ou tablettes descendant vers le fond. Poisson remarquable pour la consommation. Perspectives comme poissons d'élevage: moyenne en raison du mode de vie (fond) et de la préférence climatique. Point de vue de la protection des animaux: envisageable en élevage extensif.



Allustration 21: la lotte (Lota lota) est le seul gadidé d'eau douce – et un bon poisson de consommation

WIKIPEDIA

Le poisson qui est totalement inadapté à un élevage commercial en captivité est le **brochet**.

Les **carpes** sont faciles à détenir, se reproduisent naturellement dans les étangs, sont résistantes aux maladies et supportent bien l'hiver. Elles peuvent être nourries de manière purement végétarienne (céréales et déchets de l'agriculture) et n'ont pas d'instinct migratoire. Du point de vue de la protection des animaux et de l'écologie, cette espèce présente tous les avantages pour devenir un poisson de rente idéal. La majorité des carpes sont consommées au niveau local ou régional. En Europe, il existe la chair de carpes vendue en Europe centrale et orientale; en l'occurrence les plus gros exportateurs sont l'Autriche, la Tchéquie, la Croatie et la Lituanie; les plus gros importateurs sont l'Allemagne, la Hongrie et la Pologne. De plus, la carpe y est un plat traditionnel apprécié à Noël. La carpe est également très populaire sur les tables de l'Asie du Sud et du Sud-est. Il n'existe donc pas de raison qui interdirait que les carpes jouent un rôle important en Europe occidentale comme poissons de consommation; il s'agit plutôt ici d'informer le client et de proposer une offre intéressante («ce que le paysan ne connaît pas, il ne le mange pas» ou «ce qu'il connaît, il le mange!»). La catla est une espèce de carpe qui se nourrit en surface et donc a moins la mauvaise réputation d'être un «mangeur de vase», supporte des températures assez basses et a une excellente réputation gastronomique. Il serait donc tout à fait envisageable que cette espèce puisse jouer à l'avenir un rôle dans les piscicultures suisses à condition qu'elle soit détenue dans des installations fermées puisqu'il ne s'agit pas d'une espèce indigène. (Voir annexe 4 pour l'enrichissement combiné carpe-canard).

Cabillaud, flétan, maquereau: l'élevage commercial de poissons de mer en Suisse doit être exa-

miné d'un œil très critique dans la perspective de la protection animale. Comme nous l'avons déjà fait remarquer pour le bar et la daurade, les conditions conformes à l'espèce sont difficiles à respecter pour ces espèces. En effet, les poissons de mer ont un grand besoin de mouvement (comportement migratoire inné), une tendance à vivre en solitaire à l'âge adulte, un cannibalisme naturel chez les jeunes poissons, peu de réussite dans l'élevage en captivité (ce qui entraîne la nécessité de captures sauvages pour soutenir les effectifs d'élevage). De plus, il y a un

Le commerce de détail suisse pourrait promouvoir la consommation de carpes en suscitant la curiosité vis-à-vis de ce poisson dans les magazines adressés aux clients, en proposant des recettes et en soutenant les élevages de carpes grâce à une offre fréquente de ce poisson!

manque de connaissances de leurs besoins en détention conforme à l'espèce, des exigences techniques élevées concernant l'eau salée artificielle et de l'absence de pannes dans les exploitations ainsi qu'un ratio in-out défavorable. Ce sont tout particulièrement les maquereaux qui seraient les moins adaptés à une détention en captivité en raison de leur caractéristique d'être extrêmement rapides et mobiles en haute mer. Dans un pays enclavé comme la Suisse, l'élevage qui a le plus de chances de réussir serait celui du flétan: ces poissons plats pourraient être détenus sur plusieurs étages dans des réservoirs verticaux et dans des densités relativement fortes; ils ont peu besoin de bouger, sont toutefois vulnérables à des stéréotypes comportementaux en captivité. Du point de vue de la protection des animaux, l'élevage de poissons de mer en Suisse n'est pas recommandé.

4.8 Résumé

Premières conclusions: plusieurs raisons plaident en faveur d'un élevage de certaines espèces de poissons en Suisse même si elles sont au départ «exotiques». De nombreux effectifs sauvages sont menacés, les durées des transports pourraient être raccourcies et les conditions de production mieux contrôlées. Dans les piscicultures, l'abattage correct des poissons pourrait être davantage garanti que lors de la pêche en mer ou lors de l'utilisation des poissons vivant dans des enclos à filet. Toutefois, il y a encore de nombreuses lacunes dans le savoir sur la détention des espèces de poissons en captivité, conforme à l'espèce et au bien-être animal. Plus les poissons sont détenus loin de leur espace vital naturel et plus la détention d'une espèce en captivité est récente, d'autant plus grandes sont les incertitudes en ce qui concerne le bien-être des animaux en captivité. On est en particulier très sceptique lorsqu'il s'agit de détenir des poissons de mer dans des systèmes à circuit fermé et de l'eau de mer artificielle. Et des espèces qui ont un fort instinct migratoire et un instinct territorial ou encore les espèces qui tendent à l'agressivité vis-à-vis de leurs congénères à l'âge adulte sont peu appropriées pour la détention en captivité et pour l'utilisation commerciale, si l'on veut tenir compte du bien-être animal. Cela concerne donc également des espèces populaires comme le saumon et la truite. Les poissons à l'engraissement sont certes abattus avant d'arriver à la maturité sexuelle et par conséquent avant l'apparition de la phase de migration et de vie en solitaire; toutefois une détention des reproducteurs conforme à l'espèce du moins dans les systèmes à circuit fermé ne peut pratiquement pas être garantie. Parmi les systèmes établis en Suisse, il faut, du point de vue de la protection des animaux, préférer la détention extensive dans des étangs ou des bassins d'eau courante, dans des conditions proches de la nature, à des systèmes à circuit fermé totalement artificiels. Malheureusement, la tendance va dans le sens des systèmes à circuit fermé et seuls ces derniers et (dans une certaine mesure) les systèmes ouverts sont appropriés pour une production de poissons la moins chère possible.

D'autres facteurs jouent un plus grand rôle pour le bien-être des poissons que ce que l'on appellerait dans une perspective humaine une «installation intéressante». Trop de structures ou des substrats (inappropriés) peuvent même être contre-productifs lorsqu'ils limitent la liberté de mouvement, représentent un danger de se blesser ou deviennent une source d'infection.

Ce qui est décisif pour les poissons c'est la qualité de l'eau, le courant, la couleur de fond, la luminosité, l'absence de stress et la bonne composition du groupe. En cas de doute (et ces cas sont extrêmement fréquents dans la détention de nouvelles espèces de poissons!) il faut partir en

principe de l'idée qu'une détention animale est d'autant plus appropriée aux besoins des animaux qu'elle est «naturelle» et que le nombre des problèmes envisageables est augmenté par l'éloignement de la nature dans ces systèmes de détention.

Une évaluation unilatérale de la pisciculture en Suisse du point de vue de la protection des animaux n'a pas de sens. Il faut par exemple tenir compte du fait que l'élevage de poissons paisibles végétariens au lieu des poissons carnivores mérite d'être soutenu. Qu'il s'agisse ici d'espèces «exotiques» comme le panga et le tilapia qui joueraient là un grand rôle, est indéniable. Il s'agit non seulement de la problématique des poissons de fourrage, de l'écologie et de la durabilité, mais également en un sens plus large, de la problématique du poisson de fourrage comme posant un problème de protection animale: les millions de poissons blancs capturés pour produire la farine de poisson sont en général tués d'une manière «inhumaine»! Et là aussi, il faut que l'élevage de poissons carnivores soit examiné d'un œil critique et que son remplacement par l'élevage de poissons paisibles soit encouragé.

Une condition pour une détention adaptée des tilapias ou des pangas est toutefois que les problèmes liés à la détention de ces poissons ne soient pas résolus aux dépens de ces poissons. Pour le panga, l'élevage peut réussir en captivité si l'on veut en faire un poisson d'élevage durable en Suisse. Dans le cas du tilapia, il faut tenir compte du fait que les poissons femelles doivent aussi être engraisés. La production à bon marché ne doit pas prendre le pas sur le bien-être animal, sachant qu'un élevage suisse de poissons n'aura une valeur ajoutée qualitative réelle que si, en plus de la «swissness», on peut vendre une détention respectueuse des animaux et une alimentation de ces animaux qui soient durables! Voilà pourquoi la PSA est d'avis que les piscicultures en Suisse ne doivent pas être encouragées d'une manière générale, mais seulement si elles répondent à des critères exigeants en matière d'éthique, de protection des animaux, de science et d'écologie. C'est aussi la raison pour laquelle l'élevage de poissons de mer dans des systèmes fermés n'est peut-être pas condamné complètement à la PSA, mais ne sera en tout cas pas soutenu.

Le commerce de détail en sa qualité d'acheteur joue un rôle certes important mais pas unique dans la promotion de la pisciculture en Suisse. La PSA exige que les conditions de détention pour les animaux destinés à la consommation soient adaptées à la situation actuelle conformément à l'ordonnance sur la protection des animaux (davantage d'espèces de poissons, nouvelles connaissances) et que les systèmes de détention pour poissons soient soumis à autorisation dans le cadre d'une évaluation standardisée selon le bien-être animal. La Confédération aurait également toutes les cartes en main pour promouvoir l'élevage de poissons paisibles à travers des systèmes d'incitation financière. Il convient ici de rompre une lance pour les carpes: toute cette recherche est traversée par le «fil rouge» de la longue histoire de domestication des carpes (carpe commune, carpe miroir, carpe koï) qui en fait des poissons parfaitement appropriés à la pisciculture. En outre, les étangs à carpes peuvent servir de surface de compensation écologique et sont en phase avec une production intégrée en relation avec le bilan énergétique (CO₂, recyclage de la biomasse dans les étangs par les algues et fertilisations des plantes aquatiques). En fin de compte, si chaque pisciculteur est amené à décider de l'espèce qu'il va choisir, les commerçants de détail peuvent toutefois, en lui offrant un marché, promouvoir des piscicultures innovantes et respectueuses des animaux et de l'environnement. Ils peuvent aussi jouer un rôle décisif auprès du public qui est finalement responsable de la décision de consommer, en faisant connaître les poissons appropriés dans leur assortiment et en procédant à une information du grand public sur les liens existants entre protection animale et durabilité.

5. Lessons Learnt

Il est difficile de formuler un jugement définitif sur les aspects décisifs pour le bien-être animal dans les élevages de poissons de rente. Cela commence déjà par les différences entre les définitions du «bien-être animal» et c'est aggravé par l'hétérogénéité des indicateurs et méthodes d'évaluation dans la littérature. Par ailleurs, de nombreuses méthodes ne sont pas appropriées pour les exploitations commerciales d'engraissement. En ayant à l'esprit le volume, la portée et les mesures à prendre dans la pisciculture, les résultats encore insuffisants des études scientifiques sur le bien-être des poissons et l'évaluation de la détention des poissons par plusieurs experts, on aboutit à des conclusions très variables en ce qui concerne le bien-être ou la souffrance des poissons en captivité. De nombreuses recherches seront encore nécessaires de même qu'une plus grande expérience dans la détention des poissons de rente. Il va sans dire que ces dernières devraient être effectuées «au plus près de sa conscience et de ses connaissances!» Par la suite, nous tenterons de faire une synthèse des éléments pertinents dans l'optique de la protection des animaux conformément aux connaissances actuelles et de mettre en évidence quelles sont à nos yeux les conditions qui sont défendables sur le plan de la protection des animaux et quelles sont celles où il y aurait un potentiel d'amélioration.

5.1 Synthèse et recommandations provisoires de la Protection Suisse des Animaux PSA sur la détention des poissons de rente en Suisse

Le premier chapitre intitulé «La domestication des poissons de rente sous l'angle du bien-être animal» se penche, à la lumière de quelques espèces types (principalement saumon et truite) sur l'avancement de la domestication des poissons et ce qu'elle entraîne sur différents cycles comportementaux. Ce chapitre arrive à la conclusion que la domestication est chose faite chez le saumon et la truite. Le statut d'animal sauvage de la majorité des autres espèces détenues dans les piscicultures ainsi que la récente domestication des salmonidés incitent à regarder d'un œil critique l'aspect du bien-être animal dans l'élevage des poissons à des fins commerciales. Notons ici que le matériel sur le bien-être des poissons est bien mince et qu'il faudrait accorder le «bénéfice du doute» aux poissons considérés comme être vivants dotés de sensibilité.

Le deuxième chapitre «Problèmes de protection des animaux dans la détention des poissons de rente» se penche sur la signification de différents cycles comportementaux des poissons et examine les mesures de gestion dans les piscicultures et leur influence sur le bien-être animal. Voici les recommandations générales découlant des chapitres 1 et 2:

- Les densités de population doivent être adaptées à l'âge, l'espèce et le type de détention en n'étant ni trop élevées ni trop basses (20 à 30 kg/m³ paraissent appropriés pour de nombreux poissons).
- Les facteurs décisifs pour le bien-être des poissons sont la qualité de l'eau, la santé, la possibilité de vivre suivant les modes de comportement essentiels innés, l'absence de stress, la manipulation et des transports les ménageant, la qualité et la distribution de la nourriture, l'étourdissement et l'abattage effectués.
- Les poissons devraient être le plus rarement possible sortis de l'eau, transbordés et transportés.
- La méthode d'abattage la plus douce est l'étourdissement dans le bain d'eau électrifié suivi immédiatement par la section des branchies/l'éviscération.
- Des exigences plus élevées doivent être formulées vis-à-vis de la détention des animaux de rente (densité plus faible, davantage d'espace, un substrat et la protection des regards, le cas échéant).
- Certaines limitations spatiales sont acceptables avant la maturité sexuelle des poissons anadromes. Des courants et des réservoirs circulaires peuvent quelque peu simuler la migration.
- Il faut privilégier la détention d'espèces non ou peu migratoires.

- Dans la mesure du possible, il faut recourir à des espèces ou des lignées domestiquées pour l'élevage (au moins une génération F3).
- Il faudrait renoncer à détenir en captivité des espèces pélagiques (par exemple, le maquereau, le cobia, le cabillaud).
- Non résolue est la question du dérangement qu'impose le bruit aux poissons dans les installations à circuit.
- Non résolue est la question de la souffrance qu'impose aux poissons l'absence de comportement reproducteur.
- Non résolue est la question du manque ressenti par les animaux d'élevage dans les piscicultures de saumon, de ne pas pouvoir chercher et retrouver leur espace aquatique d'origine.
- Non résolue est la question de savoir si la détention de poissons de mer nageant librement dans des installations à circuit est plus problématique que celle des poissons d'eau douce.

Les recommandations détaillées des chapitres 1 et 2 se trouvent dans les conclusions (chap. 1.4 et 2.10).

Le chapitre 3, «Un milieu de vie plus ou moins artificiel en fonction des différents systèmes de détention», explique la manière dont les poissons perçoivent leur environnement, quels sont les paramètres décisifs pour leur bien-être et comment ces derniers sont influencés par la détention en captivité. Le débat porte sur le rôle joué par les structures, c'est-à-dire par le behavioural enrichment dans la détention des poissons et par des conditions insatisfaisantes de détention. C'est un point de départ pour mentionner les éventuels indicateurs du bien-être animal dans les piscicultures et présenter différents systèmes de détention, comme il y en a également en Suisse, qui se distinguent par le degré plus ou moins artificiel du milieu de vie par rapport à l'habitat naturel. Les installations à circuit fermé, les élevages bio et divers projets pilotes suisses sont présentés en détail.

Le chapitre 4, «De global à local: nouvelles espèces de poissons pour les piscicultures suisses», aborde les chances et les problèmes posés par la détention en Suisse d'espèces (nouvelles et anciennes) de poissons. La détention d'espèces «exotiques» et indigènes est évaluée dans l'optique de la protection des animaux. L'auteure formule des propositions sur les espèces qui seraient appropriées pour une détention comme animaux de rente et lesquelles ne le sont absolument pas.

Voici les recommandations qui découlent des conclusions des chapitres 3 et 4:

- La liberté de choix est plus importante pour les poissons que l'existence de structures dans les bassins et du behavioural enrichment, comme on le connaît dans la biologie des jardins animaux. Il faut que leur habitat leur donne la possibilité de choisir entre différents lieux de séjour, par exemple lumière/ombre, courants/eau calme, substrat/béton nu, emplacements en eau peu profonde/en eau profonde ou en banc à l'intérieur/à l'extérieur.
- Autant que faire se peut, les poissons devraient avoir la possibilité d'un minimum de types de comportement agréable, de se reposer, de se réchauffer, de manger et de se réjouir de manger (comportement d'attente), se retirer, se mouvoir librement.
- Des structures sont indiquées pour offrir aux jeunes poissons des cachettes, influencer les courants dans le bassin, servir de protection vis-à-vis des regards ou donner de l'ombre. Une structuration minimale de l'espace est particulièrement indiquée pour les poissons habitant le fond ou les rivières. Les variations de température, de courant, de luminosité ou de salinité peuvent également être considérées comme des structures.
- Les piscicultures qui travaillent avec ce type de structures ou qui montrent un sens de l'innovation en faveur du bien-être animal et de l'écologie doivent impérativement être encouragées (par ex. fourrage contenant des protéines à base d'insectes, élevage de carpes, behavioural enrichment, reproduction naturelle des poissons, engraissement de poissons mâles et femelles).
- Sous l'angle de la protection des animaux, il faut privilégier la détention des poissons dans les étangs, rivières et bassins à eau courante ainsi que dans des installations essentiellement orga-

nisées de manière proche de la nature. Une détention conforme aux besoins des animaux dans des systèmes à circuit fermé devrait être envisageable, mais est très coûteuse et exigeante sur le plan technique; de plus, elle n'est pas appropriée à toutes les espèces.

- L'élevage en Suisse de tilapias et de pangas comme poissons de consommation est envisageable dans certaines conditions du point de vue de la protection des animaux. Les avantages (alimentation végétarienne, aptitude à être poisson d'élevage, contrôle de la qualité) plaident en faveur de tenter d'autres expériences.
- D'autres espèces probablement appropriées pour un élevage de poissons diversifié, indigène et proche des animaux seraient le sandre, la carpe, le catla et éventuellement le chevesne et la lotte.
- Des préoccupations concernant la protection animale (et pas seulement des raisons écologiques) plaident en faveur de renforcer l'élevage de poissons paisibles, car le fourrage à base de poissons s'accompagne de souffrance animale!

Les recommandations détaillées des chapitres 3 et 4 se trouvent dans les conclusions (chap. 3.10 et 4.8).

5.2 Possibilités de risques dans le contexte de l'élevage de poissons et du bien-être animal

L'élaboration de cette étude de la littérature existante et les entretiens avec les experts ont mis en évidence une problématique à strates multiples qui semblent pertinentes. Il convient de noter ici tout particulièrement le fait que pour de nombreux problèmes de protection animale les connaissances concernant les poissons sont encore lacunaires et il faut espérer que dans les années à venir de nouvelles recherches et découvertes permettront de les combler. Voilà pourquoi il est important de connaître les risques potentiels, pour se savoir «du bon côté» en qualité de pisciculteur, de commerçant ou encore de consommateur. Dans l'optique de la protection des animaux, les thématiques présentées dans le tableau ci-dessous contiennent des risques:

Tableau 10: Prévention des risques dans la détention des poissons de rente (SW, PSA)

Thématique	Risques	Prévention
Nouvelles espèces de poissons	<ul style="list-style-type: none"> • Expérimentations avec des espèces non domestiquées • Poissons d'eau salée • Détention de poissons migrateurs • Recours à la capture pour la reproduction 	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces domestiquées qui ont fait leurs preuves • Absence de poissons pélagiques ou migrateurs • Reproduction exclusivement à partir de reproducteurs en captivité
Fourrage	<ul style="list-style-type: none"> • Souffrance animale sur les navires de pêche; pêche de poissons de fourrage • Alimentation non-conforme à la nature (par ex. alimentation végétarienne des poissons carnivores) • Surpêche des mers 	<ul style="list-style-type: none"> • Farine de poissons fabriquée à partir de pêche durable • Substitution des protéines, par ex. insectes • Poissons (paisibles) omnivores ou herbivores comme la carpe, le tilapia, le panga
Densité de population	<ul style="list-style-type: none"> • Densités trop élevées (ou trop basses) 	<ul style="list-style-type: none"> • Densités moyennes (15–30 kg/m³)
Détention conforme à l'espèce	<ul style="list-style-type: none"> • Paramètres artificiels pour la détention; possibilité de pannes du système • Bruit 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des étangs, bassins à eau courante • Courant de secours, permanence, connaissance des scénarios d'urgence
Manipulation	<ul style="list-style-type: none"> • Extraction de la laitance et de la rogue sans anesthésie • Transports de longue durée • Mise à jeun trop longue 	<ul style="list-style-type: none"> • Extraction de la laitance et de la rogue sous anesthésie • Distance et durée limitées pour les transports • Mise à jeun de max. 48–72 h
Étourdissement et abattage	<ul style="list-style-type: none"> • Expérimentations avec des méthodes d'étourdissement ou d'abattage n'ayant pas fait leur preuve • Préférer la qualité de la chair à la souffrance des animaux lors de l'abattage 	<ul style="list-style-type: none"> • Procéder par étourdissement électrique suivi de l'abattage immédiat • Renoncer à l'eau glacée, au CO₂, à la rupture de la nuque
Reproduction	<ul style="list-style-type: none"> • Recours aux hormones • Manipulations pour obtenir des groupes unisexes 	<ul style="list-style-type: none"> • Renoncer aux changements de sexe induits par l'usage d'hormones • Renoncer à la détention de stocks composés exclusivement de mâles ou de femelles
Législation	<ul style="list-style-type: none"> • Minimalisme dans le respect des normes légales • Absence de structures conformes à l'espèce dans les bassins et mode de détention incompatible avec la protection des animaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir des espèces qui sont réglementées par la loi (actuellement uniquement les salmonidés et les carpes) • Exiger l'avis d'experts pour les nouvelles espèces • En faire nettement plus que les prescriptions minimales (par ex. respecter les normes bio) • Exercer une pression sur le législateur pour obtenir des conditions de détention plus sévères.

Annexe

1 Sensation de la douleur chez les poissons

«Affirmer que les poissons ne peuvent pas éprouver de la douleur tout simplement parce qu'ils n'ont pas d'écorce cérébrale est tout aussi erroné que de prétendre qu'ils ne peuvent pas respirer parce qu'ils n'ont pas de poumons.»

«Affirmer que les poissons n'ont pas de «cerveau approprié pour éprouver de la douleur» ne peut plus être taxé de «scientifique». C'est tout simplement obtus.» *Page d'accueil Fair-fish*

Il ressort des constatations faites par des biologistes spécialisés dans les poissons, des neuroanatomologistes et des comportementalistes que les poissons dont l'évolution a une longue histoire derrière elle sont tout sauf des machines à réflexes. Exposés à des stimuli douloureux, comme des électrodes ou des aiguilles derrière les ouïes, leur douleur se manifeste dans la tomographie à résonance magnétique comme un «chuchotement neuronal» dans le télencéphale – justement dans la région responsable du traitement de la douleur chez les vertébrés supérieurs également. Les médecins et les biologistes distinguent toutefois entre «nociception», c'est-à-dire exclusivement le signal de la douleur à travers les terminaisons nerveuses, ou encore la coloration émotionnelle de ce stimulus comme souffrance, peur, conscience de la douleur. Chez les animaux supérieurs, cette fonction est assurée par l'écorce cérébrale et une zone appelée amygdale (noyau amygdalien). Ce dernier a entretemps été identifié chez les poissons osseux ou les sélaciens comme «centre des émotions» du cerveau qui donne une coloration émotionnelle («qualité») aux stimuli nerveux. Les poissons sont en outre capables d'apprendre à travers «la punition» (électrochocs), aptitude qu'ils perdent lorsque l'amygdale est neutralisée. Ajoutons ici qu'il est désormais bien connu que chez différents groupes d'animaux, différentes zones du cerveau sont affectées à une même tâche: les stimuli visuels sont traités chez les mammifères par le cerveau postérieur ou rhombencéphale tandis que chez les oiseaux (souvent plus vite et mieux) ils sont traités par le cerveau moyen ou mésencéphale. Un exemple très parlant est constitué par les corvidés et les psittacidés, qui sont d'une extrême intelligence et dont l'organisation du cerveau est fondamentalement différente de celle des primates. Il est également douteux de limiter la conscience humaine au néocortex – en excluant des régions cérébrales «plus primitives»!

Le Committee on Pain and Distress in Laboratory Animals a défini les critères suivants pour caractériser la perception de la douleur chez les animaux: a) similitudes anatomiques avec l'être humain; b) évitement de stimuli qui devraient être désagréables à l'animal; c) constatation de l'effet de substances antalgiques. D'après Wild (2012), huit critères sont nécessaires pour l'attribution de la douleur: 1) présence de nocicepteurs; 2) voies nerveuses vers le système nerveux central; 3) traitement des stimuli dans les régions supérieures du cerveau; 4) présence de récepteurs d'opioïdes et production d'opioïdes endogènes; 5) réaction positive aux antalgiques; 6) réactions physiologiques et comportementales aux stimuli dommageables; 7) comportement d'évitement; 8) interruption de la routine habituelle du comportement.

Les poissons répondent à tous ces critères lorsqu'ils sont exposés à des stimuli douloureux comme l'ont clairement démontré diverses études (Braithwaite, 2010; Chandroo et al., 2004; Pottinger, 2008; Segner, 2012).

Apparemment, les poissons sont capables d'éprouver de la douleur. Autour de la bouche déjà, se trouvent plus de vingt récepteurs de la douleur – curieusement là où l'hameçon perce le tissu! L'absence d'écorce cérébrale (qui est compétente pour l'«interprétation» des impulsions nerveuses et par conséquent de l'attribution des «qualités perceptives»), un «argument» fréquemment invoqué par les représentants de la pêche, n'exclut pas en principe la perception de la douleur. Il y a des exemples à foison dans la médecine humaine concernant des êtres humains au rhombencéphale fortement réduit (par opération et de naissance) qui sont parfois d'une extrême intelligence et d'un comportement social lisse.

Voici quelques exemples qui font supposer la perception de la douleur chez les poissons:

- Des truites arc-en-ciel auxquelles du venin d'abeilles avait été injecté autour de la bouche ont dû ventiler fortement les ouïes, ont arrêté de manger et ont frotté les lèvres contre les parois de verre.
- Normalement les truites sont très farouches vis-à-vis de tout ce qui est nouveau dans leur aquarium, objets ou animaux. Torturées avec des substances chimiques, elles perdent toute timidité et ne perçoivent plus les modifications dans leur environnement. Si on leur injecte un analgésique, elles se comportent normalement!
- Des carpes et truites marquées, relâchées après avoir mordu à l'hameçon, évitent ensuite les appâts. Elles semblent se souvenir de cette expérience désagréable.
- Les poissons peuvent apprendre à associer l'expérience de la douleur avec un endroit, un objet ou de la nourriture; à l'avenir ils éviteront ce stimulus. D'ailleurs, ils se souviennent longtemps des expériences faites, la mémoire est proportionnelle à la douleur ressentie. Sous influence d'anesthésiques, ce processus d'apprentissage ne s'effectue pas!
- Les poissons produisent l'oxytocine, l'«hormone de l'amour» et ont les récepteurs correspondants, cela signifie qu'ils sont capables d'éprouver du bien-être – et donc son contraire, la douleur!
- A l'instar des oiseaux et des mammifères, les poissons ont un système adrénal qui produit l'hormone du stress. Quand on sort un poisson de l'eau ou lui impose de la violence, il manifeste un comportement stressé en a) libérant des hormones de stress dans le sang, b) respirant plus vite et affichant une fréquence cardiaque plus élevée, c) en essayant de se libérer à travers des coups de la nageoire caudale, d) en abandonnant son comportement normal.
- Le stress chronique (par ex. surpopulation dans les piscicultures, saturation insuffisante en oxygène, nourriture inappropriée) peut élever le taux de cortisol ce qui entraîne chez les poissons également la suppression des défenses immunitaires et les rend vulnérables aux maladies.
- La douleur a pour but d'obliger à faire évoluer sur le plan biologique en provoquant des comportements d'évitement. Ce n'est possible que lorsqu'elle est vécue comme un événement «négatif» et produit une forme de souffrance. Ce modèle est le même pour toutes les espèces animales, invertébrées ou vertébrées.

Le panel scientifique de l'Autorité européenne de sécurité des aliments est arrivé à la conclusion suivante: «Les résultats de nombreuses études scientifiques permettent de conclure que les poissons disposent des conditions anatomiques et de la capacité d'éprouver la douleur et la peur. Ils sont capables de souffrir. Par conséquent, les préoccupations relatives au bien-être animal devraient jouer un rôle dans le contact avec les poissons comme animaux de rente.»

Wild (2012) constate qu'au moins «quelques espèces de poissons sont capables d'éprouver la douleur en plus de la nociception», à savoir les truites, les saumons, les carpes, les poissons zébrés et les poissons rouges. Et Segner (2012) d'argumenter: «La question n'est pas de savoir si les poissons éprouvent de la douleur, mais quelle douleur ils ressentent.» L'état actuel de la science permet de conclure sans ambiguïté à l'existence de la perception de la douleur chez quelques espèces de poissons au moins.

2 Entretiens avec des experts

Entretien avec un expert: Thomas Jermann, docteur en biologie marine et administrateur du vivarium, Zoo de Bâle (28.09. 2012)

Quels sont les besoins naturels des poissons en captivité? Ont-ils besoin de structures enrichissant leur environnement (behavioural enrichment) pour leur bien-être ou suffit-il de respecter les paramètres aquatiques? Ou dit autrement: pensez-vous que les poissons de rente (peuvent) être détenus de «manière conforme à l'espèce» – dans des citernes en béton/des installations à circuit fermé ou des parcs à filet?

On ne peut pas faire de généralisation pour les quelque trois mille espèces de poissons détenues en captivité. Les habitants des barrières de corail ont besoin de structures tandis que les poissons de haute mer, par exemple les daurades ou les habitants du fond de mer (turbots), en aucun cas! Pour ces derniers, les structures seraient des obstacles, donc contre-productifs. Certains poissons d'élevage doivent même être détenus sans obstacles, car n'y étant plus habitués, ils pourraient s'y blesser. La majorité des poissons de mer vivent en bancs lorsqu'ils sont jeunes et plus tard en solitaires. De nombreux poissons grégaires ont besoin d'un seuil minimal de densité pour se sentir bien. La détention des poissons de rente doit tenir compte de la protection animale comme tout élevage de masse. L'important est de choisir les espèces appropriées et la nourriture optimale.

La détention appropriée des poissons est tout à fait possible, mais elle dépend de l'espèce et présuppose toujours certaines contraintes. Que signifie «conforme à l'espèce»? Est-ce conforme à l'espèce lorsque les animaux peuvent se développer en bonne santé sans stress ni douleur aucune, mais ne peuvent pas satisfaire tous leurs besoins naturels? C'est probablement acceptable... (conforme à l'animal).

Quels sont les principes observés par le zoo de Bâle en matière de détention conforme à l'espèce lors de la planification des aquariums? Quels sont les besoins des poissons à respecter? Quelle est la différence entre l'espace de vie artificiel dans le vivarium et la vie à l'état sauvage? Comment le «Zolli» (nom donné par les Bâlois à leur zoo) définit-il la densité optimale pour un aquarium?

La densité de poissons au Zolli est toujours nettement inférieure à celle d'une pisciculture. Chez les poissons qui ont besoin de structures, il devrait toujours y avoir plus de possibilités de se cacher qu'il n'y a de poissons. Il faut reproduire l'habitat naturel de l'espèce aussi fidèlement que possible en réduisant les différences avec l'état sauvage (structures, courants, luminosité, nourriture, etc.). Le stress, obstacle principal au bien-être des poissons, doit être évité à tout prix. Nos aquariums utilisent la faculté d'adaptation naturelle des poissons sans causer de stress.

Déficits par rapport à la nature: aucune migration, difficulté à imiter les saisons, choix limité du partenaire (dans le meilleur des cas). Dans un vivarium les espèces pélagiques ou de haute mer ne peuvent pas être détenues, parce qu'elles ne savent pas comment affronter des obstacles tels que les parois.

Chez les poissons de récif ou de rivière, on arrive à s'imaginer ce que l'on entend par «structuration» des bassins ou aquariums. En revanche, comment voyez-vous une «détention conforme à l'espèce» chez les poissons pélagiques ou grégaires? Est-ce qu'il est défendable de laisser ces bancs de poissons tourner dans de hauts bassins nus ou est-ce qu'il en faut davantage pour ces animaux?

Les structures sont contre-productives pour les poissons pélagiques; ils ont besoin de leurs congénères et de nager. Le banc de poissons devrait toujours avoir la possibilité de se déplacer librement suivant une forme sphérique. Selon l'espèce, les bassins sont divisés en domaines avec température, lumière et teneur en sel différentes.

Les exigences vis-à-vis des «bassins de haute mer» sont relativement bien définies: courant circulaire (pour «espaces infinis»), qualité de l'eau et couleur des bassins sont faciles à réaliser.

Un volume adapté est décisif. Il est impossible de formuler des généralités sur la densité de la population étant donné que de nombreux poissons «souhaiteraient» vivre en contact étroit avec leurs congénères. Il ne faut pas considérer négativement l'étroitesse de l'espace en adoptant le point de vue humain, ce qui est évidemment tentant! La densité est trop élevée quand les animaux ne peuvent rester en bonne santé qu'en ingérant constamment des médicaments.

Lors de densité élevée dans la population, on observe souvent des taux supérieurs de survie et des taux inférieurs de maladie. Elle réduit le stress et endigue les comportements territoriaux et agressifs. Par contre, les faibles densités favorisent une perte de cohésion entre les poissons et augmentent le taux de blessures.

A votre avis, est-il défendable de détenir en captivité des poissons migrateurs comme les saumons et les anguilles? Pensez-vous que des poissons arrivés à maturité sexuelle «souffrent» en captivité, lorsqu'ils ne peuvent pas entreprendre de migration de frai? Compte tenu d'une «détention conforme à l'espèce» est-il défendable de (devoir) procéder à la reproduction artificielle des poissons d'élevage ou de créer des groupes composés exclusivement de femelles ou d'animaux triploïdes?

Oui, la majorité des poissons migrateurs sont abattus avant la maturité sexuelle. La migration ne semble pas manquer aux animaux âgés. Les anguilles au zoo de Bâle pourraient par exemple s'échapper et arriver dans des cours d'eau naturels, mais elles ne le font pas. Apparemment, elles ne manquent de rien. La migration de frai équivaut pour de nombreux poissons anadromes à une condamnation à mort: le choc du passage de l'eau saumâtre à l'eau douce est considérable de même que le stress. La majorité des poissons meurent après ce type de reproduction. En raison de l'absence de plancton, les larves de poissons ne peuvent pas être élevées en bassin; il faut la reproduction artificielle (poissons de rente) ou le repeuplement provenant de la mer (zoo). Les poissons dans les élevages sont dépourvus de la possibilité de rechercher un ou une partenaire. Il y a donc limitation dans le comportement, mais c'est également le cas pour de nombreux autres animaux de rente ou de compagnie.

Il n'y a en principe aucune objection à la reproduction artificielle des poissons prévus exclusivement pour la consommation humaine. Il en va tout autrement pour les poissons élevés pour le repeuplement où le choix du partenaire doit être offert.

A partir de quand à votre avis un poisson est-il «domestiqué» et une détention en masse est-elle justifiée dans certains cas? Est-ce que les saumons sont domestiqués? (Depuis peu, la protection des animaux en Norvège affecte les saumons d'élevage aux animaux domestiques.)

Le saumon est en bonne voie de domestication, pour le tilapia c'est fait. Une définition univoque n'existe pas. Les saumons en captivité se distinguent si nettement des saumons sauvages que l'on peut supposer qu'ils se sont adaptés aux conditions de détention en captivité.

Quelles espèces de poissons parmi celles nommées ci-après pourriez-vous vous imaginer dans des piscicultures suisses respectant des conditions «conformes à l'espèce» et défendables sur le plan éthique et lesquelles pas du tout? (en mots-clés)

- saumon: envisageable, mais coûteux (en CH).
- esturgeon: oui, à condition qu'il y ait un chauffage de l'eau défendable sur le plan écologique. Bon concept à Frutigen, que je connais personnellement.
- carpes: oui, mais personne ne veut en manger.
- panga (pangasius): oui, parfait poisson de rente; en CH, seulement à condition qu'il y ait un chauffage de l'eau défendable sur le plan écologique.
- tilapia: oui, parfait poisson de rente – excellent rendement avec des quantités minimales de nourriture! En CH n'a du sens que s'il y a un chauffage de l'eau défendable sur le plan écologique.
- perche: (élevage à Rarogne inconnu.)

- bar: envisageable, mais coûteux (en CH). Il faudrait contrôler de près le caractère pérenne.
- daurade: envisageable, mais coûteux (en CH). Il faudrait contrôler de près le caractère pérenne.
- autres...? Truites – parfaites pour l'élevage et fournissent la meilleure chair.

Entretien avec un expert: Paul-Daniel Sindilariu, directeur Aquaculture et perfectionnement, Tropenhaus Frutigen (28.09.2012)

Quand vous comparez les conditions de vie des saumons dans des parcs à filet en mer, dans des systèmes ouverts et dans des installations à circuit ouvert ou fermé – où les poissons se portent-ils le mieux? (le moins de stress et de maladies et le plus de «sentiment de bien-être».)

Cela dépend fortement des conditions/de la qualité de l'eau dans les différentes installations. Il y a de bons et de mauvais exemples dans les trois formes de détention. La seule différence tient au fait que l'homme est responsable des conditions de détention dans les installations à circuit ouvert ou fermé tandis que dans les parcs à filet et les systèmes ouverts, la nature peut exercer une certaine influence.

Quels sont les critères d'évaluation du «sentiment de bien-être» des poissons: est-ce que les paramètres aquatiques, l'appétit et la santé physique sont suffisants?

La croissance et le comportement (apathie, nage tranquille ou stress) sont aussi de bons indicateurs. On peut toutefois aller jusqu'aux paramètres sanguins ce qui à mon avis est excessif. Les paramètres comme la santé «intellectuelle» ou le comportement «naturel» ne sont pas pour l'instant des paramètres à mesure objective ni à fondement correct; l'absence d'une méthode correcte ne fait que placer la discussion sur un terrain polémique.

Est-ce que les poissons ont besoin d'un milieu d'élevage structuré (abris, plantes, substrat, éventuellement différentes vitesses de courant, température d'eau, taux de sel)? Pensez-vous que le behavioural enrichment favoriserait le bien-être animal (moins de stress, d'agressions), ou est-ce que c'est un obstacle pour le management?

Cela dépend avant tout de l'espèce de poisson. Toutefois, certains principes sont les mêmes pour tous: éviter autant que possible le stress dû à la manipulation, les différences de taille entre les poissons et des ombres brutales. Les mesures qui réduisent le stress sont toujours utiles.

Pensez-vous que les prescriptions de l'ordonnance suisse sur la protection des animaux en ce qui concerne la densité maximale des espèces de truites sont défendables (jusqu'à 100 kg/m³)? Estimez-vous que la valeur kg/m³ est indiquée ou y a-t-il des critères plus appropriés pour évaluer la densité de population?

Pas de commentaire sur l'ordonnance suisse sur la protection des animaux. Il y a toutefois certainement des paramètres qui mesurent mieux le bien-être animal – ils sont toutefois moins praticables et plus difficile à mesurer. Sur la base des facteurs précités, qui varient d'une pisciculture à l'autre, une approche aussi généralisatrice n'est peut-être pas optimale.

Parmi les espèces de poissons mentionnées ci-après lesquelles peuvent être détenues «conformément à l'espèce» et d'une façon défendable sur le plan éthique dans une pisciculture suisse et lesquelles pas du tout? Quelles espèces considérez-vous comme «domestiquées» et pourquoi? (motivation, en mots clés)

- Saumon, esturgeon, carpe, panga, tilapia, perche, bar, daurade
- autres...? Truite, omble, sérieole australienne (Yellowtail Kingfish), poisson chat africain (clarias)

En principe, toutes les espèces de poissons peuvent être détenues en Suisse dans des conditions acceptables.

Les poissons avec lesquels on a travaillé le plus sur le plan génétique et qui se distinguent le plus de leurs congénères naturels sont les suivants: carpes, truites arc-en-ciel, saumon. Pour les autres, les animaux d'élevage ne sont pas autant domestiqués. Une adaptation aux conditions en aquaculture peut être escomptée grâce au travail d'élevage.

Différentes études arrivent à la conclusion que le bien-être des poissons en bassins peut être nettement amélioré par les mesures suivantes: densité de la population n'excédant pas 20 kg/m³; un ou deux congénères plus grands parmi les poissons pour établir une hiérarchie permettant d'éviter les agressions continues; introduction de structures sous l'eau; meilleure répartition des poissons par l'éclairage artificiel; conditionnement (training) des poissons pour différentes mesures de gestion. Qu'estimez-vous indiqué et praticable? Comment la Tropenhaus favorise-t-elle le bien-être général de ses esturgeons?

Je trouve que l'énoncé «bien-être chez les poissons» est une généralisation problématique qui est comparable avec: «Le bien-être des mammifères (humains compris) se distingue par le fait qu'il n'y a pas plus que trente animaux sur un km².»

On ne peut pas généraliser le bien-être des poissons à ce point! Il y a une quantité de poissons qui ont différentes revendications en matière de détention.

Les facteurs principaux sont la qualité de l'eau, une alimentation complète, l'absence de stress. Ensuite, viennent peut-être les caractéristiques spécifiques à l'espèce comme la densité de population, les hiérarchies (par là j'entends que les hiérarchies en aquaculture ne font qu'aggraver le stress!) et tous les facteurs que vous avez évoqués.

Entretien avec un expert: Hans Gonella, président de Verein Aquarium Zürich (27.09.2012)

Il existe, on le sait, des dispositions exactes sur la manière de détenir les animaux dans les parcs zoologiques (taille minimum des enclos, nombre d'animaux, structures dans les enclos). L'ordonnance suisse sur la protection des animaux ne règle que la taille des aquariums en fonction du plus gros poisson qui s'y trouve ainsi que les paramètres aquatiques et les densités maximales pour les poissons de rente que sont les truites et les carpes. Est-ce que vous seriez en faveur de prescriptions de détention pour les poissons comme elles existent pour la détention en zoo (taille minimum des aquariums/des bassins en fonction de l'espèce, du nombre et de la taille des poissons, prescriptions sur les structures)? Est-ce que cela serait réalisable?

Dans les faits, il y a déjà une différence entre les conditions de détention pour les animaux de compagnie, de rente et dans les zoos. Cela vaut également pour les poissons. Les animaux dans les zoos ont des espaces plus vastes et mieux structurés et c'est à cela qu'il faut aspirer pour les aquariums décoratifs.

Il serait souhaitable que les poissons de rente bénéficient également de directives respectueuses des animaux.

Observation: les conditions imposées fréquemment aux poissons dans les piscicultures sont comparables à la détention des volailles en batterie. Les conditions d'élevage ne présentent que de minimes différences entre les espèces de poisson, leurs besoins ne sont pas suffisamment pris en compte. Tandis que pour les saumons d'élevage certaines approches allant dans le sens de l'amélioration du bien-être animal (par ex. densité de la population ou utilisation de médicaments) sont rentrées dans le débat public, ce qui n'est pas le cas pour les truites d'élevage.

Il faudrait poser la question dans ces termes: truites et carpes sont détenues en forte densité dans des bassins d'élevage. Les truites sont des poissons carnivores tandis que les carpes sont omnivores. Les deux espèces manifestent très différemment leur agressivité vis-à-vis de leurs congénères, ce dont on ne tient pas vraiment compte dans la détention. Les truites sont à bien

d'égards plus mal loties que les carpes.

L'engraissement des poissons, tel qu'il est pratiqué aujourd'hui doit satisfaire à des critères économiques pour être rentable. Une question s'impose ici: faut-il du poisson à bon marché?

Gestion douteuse des poissons: quand les truites sont produites dans des conditions de densité élevée et avec une succession rapide, l'élevage industriel pourrait éventuellement se justifier. Il est en revanche irresponsable de nourrir insuffisamment les truites pendant une assez longue période, ce qui entraîne une croissance en longueur. Après l'entrée de la commande passée par les grossistes, les poissons sont nourris abondamment ce qui permet de produire de grandes quantités de poissons dans la taille requise. Cette gestion des poissons cause, indépendamment de la nourriture insuffisante, de longues phases de stress en raison de la surpopulation. Cela me paraît tout à fait inutile! Je ne sais pas si c'est une pratique en Suisse, mais je l'ai vue une fois en Allemagne.

Il est urgent de définir des conditions de détention en fonction des différentes espèces de poissons. On peut répondre par l'affirmative à la question de savoir si un élevage label est possible avec les poissons; il existe bien le poisson bio en Suisse et en toute logique, il n'y aurait plus de poissons à bon marché.

Pour les poissons, il y a non seulement la densité maximale à ne pas dépasser, mais (comme chez les juvéniles et les poissons de bancs) la densité minimale à respecter (parce que les juvéniles ont besoin du banc pour se protéger). Exemple: les exploitations conventionnelles engraisent les juvéniles avec une densité de 20 à 30 kg/m³ d'eau. L'ordonnance suisse sur la protection des animaux autorise la détention des truites avec une densité pouvant aller jusqu'à 100 kg/m³ (!). Les exploitations bio travaillent avec des densités inférieures à 20 kg/m³.

Trouvez-vous qu'il est juste de mesurer la densité de population en kg/m³? Et ces normes ne sont-elles pas trop élevées? Y a-t-il des valeurs d'expérience dans le domaine des aquariums décoratifs?

La détention des truites me paraît l'exemple négatif par excellence. La densité de population autorisée n'est presque pas évoquée dans le contexte de la durée et du stress. Plus la durée de la détention est longue, plus le manque de place se fait sentir négativement. En l'absence de structures dans le milieu environnant, une densité insuffisante causera un stress intrinsèque à l'espèce. Les poissons les plus forts attaquent les individus plus faibles.

La densité optimale doit être impérativement discutée. Les circonstances actuelles ne sont pas compatibles avec la vision moderne de l'élevage animal. Durée, temps souhaitable pour la croissance doivent être en harmonie avec des structurations de l'espace. L'objectif doit être de canaliser la souffrance animale vers des voies acceptables. Tant que des critères plus nuancés ne sont pas appliqués, formuler la densité de population en kg/m³ n'est pas très logique, mais utile.

Nombreux sont les experts qui sont d'avis que la qualité de l'eau, la santé physique, la protection du stress et la bonne densité de population (ni trop élevée, ni trop basse) sont décisifs pour le bien-être animal des poissons en pisciculture. Dans les installations très sophistiquées sur le plan technique, des densités élevées sont possibles puisque les poissons «aiment» vivre en bancs et que la bonne qualité de l'eau peut être garantie. Qu'en pensez-vous? Est-ce que les poissons ont besoin de structures supplémentaires et si oui, lesquelles? (végétation, substrat, abris, seuils dans l'eau, tuyaux, etc.) Et comment «structurer» l'espace de vie des espèces pélagiques comme le bar, la daurade ou le cabillaud, qui vivent en bancs en haute mer? Quelles valeurs d'expérience dans le domaine des aquariums décoratifs y a-t-il sur le sujet «enrichissement du milieu d'élevage»?

Des espaces structurés (récipients d'élevage) n'ont de sens pour l'élevage que s'il y a suffisamment de place. Des essais (applications) en aquarium montrent clairement qu'en cas de manque de place les structures freinent certes les attaques des congénères, mais n'offrent pas de protection réelle au poisson. En outre, les animaux sont fortement restreints dans leur liberté de mouvement. Par conséquent, en cas de manque de place, un surpeuplement est le moindre mal.

Observations: l'évaluation des experts sur le bien-être animal reflète l'état actuel des connais-

sances. Par méconnaissance et manque de bonne volonté d'améliorer le bien-être des poissons, on continue d'enjoliver l'élevage, or ce dernier n'est rentable que dans les cas de production de masse aux dépens du bien-être des animaux.

L'avis que pendant toute leur vie les truites se sentent bien en bancs est erroné. Les juvéniles sont très vite sevrés du banc. Une truite attaque en nageant vivement vers sa victime. Des espaces étroitement structurés empêchent la nage d'abordage sans toutefois minimiser le stress. Il s'agit d'élaborer avec les fermiers un élevage labellisé.

Pensez-vous que les «poissons migrants» comme le saumon souffrent en captivité? Est-ce que le comportement migratoire chez certains poissons est une «nécessité intérieure» qu'ils ne peuvent jamais assouvir en captivité et est-ce qu'ils en souffrent? Ou est-ce qu'un poisson peut y renoncer sans problème?

L'instinct migratoire a fait l'objet d'études approfondies chez de nombreuses espèces animales. Il existe également chez certains poissons d'aquarium. Si la migration est rendue impossible, le poisson en souffre et en subit des préjudices accrus en aquarium. Exemples: les barbus-requins se cognent la tête, les loques (*barbatula barbatula*) s'enferment dans les sorties de filtre et de nombreuses espèces qui rôdent manifestent de l'hyperactivité au détriment d'animaux solitaires (par ex. les barbes).

De nombreux poissons ne peuvent pas renoncer sans préjudice à la migration ou à rôder. Le meilleur exemple est le thon. Peu d'aquariums de zoo les détiennent parce qu'ils ne peuvent pas survivre dans des bassins circulaires (nager en cercle). Si le thon n'a plus la possibilité de nager tout droit, il meurt prématurément.

Pensez-vous que le fait que les poissons se reproduisent (doivent se reproduire) de manière artificielle manifeste des déficits dans la détention? Est-ce qu'une détention de poissons de rente à des fins commerciales serait concevable avec la reproduction naturelle? Est-ce qu'il manque quelque chose aux poissons s'ils ne peuvent pas se reproduire?

La reproduction artificielle a la rentabilité pour fin exclusive. Une détention de poissons de rente à des fins commerciales avec reproduction naturelle devrait être envisageable, mais il faut beaucoup plus d'espace. Cela se répercutera probablement sur le prix de vente des poissons. La reproduction artificielle nuit au bien-être des poissons, on l'observe notamment chez les cichlidés nains (ils ne couvent plus).

En ce qui concerne la reproduction artificielle se pose la question de savoir si les pratiques d'élevage sont tolérables pour les poissons. Les poissons d'élevage sont en général des animaux sauvages et non des animaux domestiques. Le point de vue qu'une longue succession de générations en élevage aboutit parallèlement à la domestication est erroné. Voilà pourquoi on peut se demander comment tenir compte de la vulnérabilité au stress de certaines espèces dans l'élevage sans oublier complètement la visée de la rentabilité. Il y a peut-être des espèces qu'il faudrait renoncer à élever.

Parmi les espèces de poissons mentionnées ci-après lesquelles peuvent être détenues «conformément à l'espèce» et défendables sur le plan éthique dans une pisciculture suisse et lesquelles pas du tout? (motivation, en mots clés)

Je ne peux pas formuler de recommandations sur la détention appropriée en pisciculture étant donné que je ne connais pas suffisamment ces espèces. Je ne peux donc que donner une évaluation approximative.

- saumon: l'élevage de juvéniles serait probablement possible (comme pour les truites).
- esturgeon: l'élevage est envisageable, moyennant un contrôle la densité de la population.
- carpes: elles peuvent être considérées comme des animaux de compagnie, un élevage labellisé est certainement possible.
- panga (*pangasius*): une détention conforme à l'espèce est difficile (les poissons ont parfois de

véritables attaques de panique lors du changement de l'eau). En tant que poisson tropical, non approprié à la Suisse (pas non plus en eau thermale).

- tilapia et Melander: l'élevage en eau thermale apporte de nouvelles connaissances sur l'espèce; il faut les étoffer et les utiliser à des fins de recherche.
- perche: rien à dire...
- bar/loup: rien à dire (ni sur les espèces d'eau douce)...
- daurade: poisson de mer, donc inapproprié.
- truites: il n'y a pas d'exploitation modèle en Suisse. Ces piscicultures sont intéressantes pour les régions alpines.

Conclusion: il est important que la protection des animaux s'engage activement pour de meilleures conditions d'élevage pour les poissons étant donné que la branche ne réagira pas volontairement. Il ne faut pas oublier les conditions de transport pour les poissons vivants; elles méritent un examen très critique.

Entretien d'expert Marie-Laure Bégout Anras, dr en biologie, IFREMER La Rochelle (23.10.2012)

Est-ce que vous pensez – en principe – que les poissons marins, carnivores ou migrants (comme le saumon) peuvent être tenus en captivité dans une manière qui est conforme aux besoins de l'espèce? Pourquoi oui, pourquoi pas?

La FSBI (Fisheries Society of the British Isles) a défini les cinq degrés de liberté qui définissent les conditions du respect du bien-être animal, édités par Brambell (1965) en les adaptant aux conditions spécifiques de l'élevage piscicole:

- Les poissons doivent être nourris avec une alimentation complète, en adéquation avec les exigences de leur espèce et de leur âge.
- Ils doivent vivre dans une eau de bonne qualité avec un débit suffisant et avec une température et une luminosité adéquates.
- Ils doivent faire l'objet d'une attention particulière afin de prévenir l'apparition d'infections et de maladies.
- Ils doivent vivre dans un espace suffisamment grand pour leur espèce afin d'exprimer leurs comportements naturels. Ils doivent également être en contact avec des congénères dans le but d'entretenir des liens sociaux s'il s'agit d'une espèce vivant en banc. Le milieu d'élevage doit être enrichi et adapté selon l'espèce.
- Les conditions entraînant un niveau d'anxiété très élevé comme la peur, la douleur, la faim ou des manipulations excessives doivent être minimisées le plus possible.

Après ce rappel des définitions du bien-être, je pense que dès lors que les poissons ont de l'espace (cage ou bassin de taille adaptée) et densité de population ajustée en correspondance, ils ont la possibilité d'exprimer des choix de niveau d'activité (rythme naturel de repos et d'activité) et de choisir des positions dans l'espace en 3D qu'ils occupent. Ainsi on observe que les saumons peuvent choisir les conditions hydrologiques qui leur conviennent le mieux selon le moment de la journée en se positionnant dans le volume de la cage ce qui peut les amener à choisir aussi des densités bien plus élevées que celles créées par l'éleveur.

Bien sûr, ils n'ont pas la totale liberté de mouvement qu'ils auraient en milieu naturel, mais en même temps ils n'ont pas non plus à craindre les prédateurs et à rechercher constamment des proies. Les coûts énergétiques liés au nécessaire compromis dans la réalisation de ces deux tâches est de beaucoup allégé. Enfin, des recherches sont développées à l'heure actuelle pour offrir aux poissons des dispositifs leur permettant de nager davantage (par génération de courants faibles ou par entraînement avec des lumières) car il a été effectivement démontré que l'exercice permet non seulement un meilleur développement corporel mais aussi un meilleur développement des capacités cognitives des animaux. Ce dernier point est particulièrement important, car ces capacités

cognitives vont permettre aux animaux de mieux faire face aux changements de leur milieu et de mieux appréhender leur environnement. C'est un domaine de recherche en plein essor et au cœur du projet européen FP7 Copewell (www.imr.no/copewell).

Quelles des espèces suivantes sont – à votre avis – aptes à une vie en captivité et peuvent être «produites» dans des piscicultures sans dérogation au bien-être animal? (Espèces: truite, saumon, esturgeon, carpe commune, pangasionodon, tilapia, perche franche, bar, dorade royale.)

Je pense que toutes ces espèces sont aptes à vivre dans des conditions de captivité dès lors que les conditions sont spécifiquement adaptées et que les cinq règles établies ci-dessus sont respectées par l'éleveur. Certaines espèces sont bien sûr plus délicates, certains disent exigeantes, mais pour nombre d'entre elles (cf. ci-après) les pratiques culturelles se sont considérablement améliorées ces dernières années en recherchant un équilibre entre robustesse des espèces, voire sélection des lignées, et adéquation des systèmes d'élevages. Il ne faut pas imaginer que la pisciculture élève des poissons sauvages dans un système d'élevage quelconque. Les poissons, comme les autres animaux terrestres en élevage ne sont pas des animaux sauvages en captivité même si leur degré de domestication est encore bien loin de celui du poulet.

Est-ce que vous diriez que certaines des espèces mentionnées ci-dessus peuvent être considérées «domestiquées» aujourd'hui? Pourquoi oui, pourquoi pas?

Au sens légal du terme, il n'y a que la carpe, la truite et le poisson zèbre qui sont des espèces domestiquées (en droit français: l'Arrêté du 11 août 2006 fixe la liste des espèces, races ou variétés d'animaux domestiques – NOR: DEVN0650509A).

Toutes les autres espèces en élevage sont en voie de domestication, c'est-à-dire que leur cycle biologique est maîtrisé et clos (toutes les géniteurs sont issus d'élevage) et que même dans certains cas il y a des améliorations génétiques et des lignées établies. Les divers degrés de domestication sont présentés très en détail pour la majorité des espèces cultivées de nos jours par Martin Bilio (2007/2008).

Je pense que dans l'analyse faite par Bilio (ci-jointe), vous trouverez toutes les définitions qui président à dire pourquoi une espèce est en voie de domestication ou domestiquée. Pour le bar et la dorade que je connais mieux, il y a des lignées expérimentales et industrielles qui sont établies et des deux espèces sont donc en voie de domestication.

Quels des aspects suivants sont particulièrement important pour le bien-être des poissons en captivité: paramètres d'eau, régime nutritionnel, type et composition de la nutrition, traitement des animaux, densité, avoir des structures et de substrat dans les bassins (behavioural enrichment)?

Comme je le disais au début, ces cinq grands aspects des pratiques sont aussi importants les uns que les autres. Par contre, je pense que le critère densité (qui n'est pas listé en temps que tel dans le texte de la FSBI) est le plus discutable, c'est un critère «pratique», opérationnel pour légiférer par exemple mais pour la prise en compte du bien-être ce n'est pas un critère suffisant. En effet, on peut avoir des situations avec une faible densité mais une qualité d'eau mauvaise et des traitements inadéquats. A l'inverse, on peut avoir de fortes densités avec d'excellentes conditions hydrologiques et autres, et cela sera très adapté à une espèce telle que l'anguille ou le poisson chat par exemple.

Et comme cela a été montré chez le saumon et le bar par exemple, les poissons en cage sont capables de choisir leur position et de se placer dans des zones de densité élevée de façon temporaire. Enfin pour le dernier point, l'enrichissement des bassins, cela est difficile à mettre en œuvre (c'est aussi pour cela que l'on essaie plutôt de procurer de l'exercice aux poissons). Par contre les bénéfices sont largement documentés, peindre le fond des bassins est une des choses qui est la plus facile pour donner une impression de gravier par exemple. Mettre des structures peut être complexe car les poissons risquent de se blesser et la structure de se salir faisant ainsi réservoir de pathogènes.

3 Extrait des dispositions relatives à la détention conformément à l'ordonnance sur la protection des animaux (OPAn)

455.1

Protection des animaux. O

Exigences minimales pour la détention et le transport de poissons de consommation et de repeuplement *Tableau 7*

		Détention		Transport		
		Salmonidés	Cyprinidés	Salmonidés	Cyprinidés	
<i>1 Densité des poissons</i>						
11	Densité maximale des poissons par m ³ d'eau ¹	kg	25–100	28–100	250	500
<i>2 Qualité de l'eau</i>						
21	Saturation en oxygène					
211	– Poissons adultes	%	120			
212	– saturation maximale	%	60	12		
213	– Jeunes	%	70			
22	Teneur minimale en oxygène dissout dans l'eau à la sortie	mg/l	5			
23	Teneur minimale en oxygène dissout dans l'eau, là où se tiennent les poissons					
231	– à long terme	mg/l	6,5	3,5	5,0–8,0	
232	– à court terme	mg/l	5	0,5		
24	Teneur maximale en ammoniac					
241	– Poissons adultes	mg/l	0,01	0,02	0,01	
242	– Jeunes animaux	mg/l	0,006	0,006	0,006	
25	Teneur maximale de nitrate	mg/l	200	200	200	
26	Teneur maximale en sel de cuisine	mg/l	35		35	
27	Teneur en dioxyde de carbone	mg/l	20	20	20	
28	Valeur du pH		5,5–8,5	6,5–9,0	6,5–9,0	
29	Température maximale					
291	– Poissons adultes	°C	18	30	2–14	
292	– Jeunes poissons	°C	14	28		
293	<i>Différence de température maximale en cas de changement de milieu</i>	°C	3	5	3	
3	<i>Privation maximale d'alimentation</i>	jours-degrés	100	280	100	280
1	La densité des poissons doit être fixée de telle manière que les paramètres de qualité de l'eau soient toujours tous respectés.					

4 L'engraissement combiné carpes-canards

Combiner pisciculture et détention de canards n'est pas nouveau. Dans le sud et l'est asiatique, l'engraissement des catlas et des canards est très répandu et a suscité un vaste écho en Europe de l'Est et en Allemagne. Ce type de polyculture convient aux carpes, brochets, tanches et silures ainsi qu'aux grands canards et aux races anciennes. En mangeant, les canards facilitent l'entretien des étangs pour le pisciculteur. Les nutriments de leur fiente favorisent la croissance de microorganismes qui à leur tour sont consommés par les carpes. Jusqu'à 50 % de la nourriture habituellement utilisée pour les poissons peut être ainsi économisée (cf. Förderpreis Ökologischer Landbau, 2012). Le fourrage nécessaire en plus peut être fourni par des fermes sous forme de brisures de différents restes de céréales. Ces dernières contiennent encore des insectes qui sont entraînés par la moissonneuse-batteuse lors de la récolte, permettant d'augmenter la part de protéines dans l'alimentation.



Illustration 22: Etang combiné carpes-canards

WIKIPEDIA

En Hongrie, ce type d'engraissement s'est développé dans le sillage de la carence en protéine et en engrais au lendemain de la 2e guerre mondiale. Les avantages sautent aux yeux (Payer, 2000):

- Les canards peuvent être introduits dans un étang sans grands problèmes.
- La valeur nutritive des déjections de canard reste inchangée.
- Les soins pour le biotope et l'évacuation du lisier ne sont plus nécessaires.
- Il en découle une valeur ajoutée écologique qui peut être prise en compte dans l'agriculture biologique.

Du point de vue de la protection des animaux, ce mode de production est préoccupant parce que les grands silures ou les brochets sont parfaitement capables de s'attaquer aux canetons. Il semble également que les carpes «grignotent» les palmes des canards. Il est donc important que les canards aient des possibilités de se retirer – sur des radeaux et des berges humides où les poissons ne pourront pas les déranger. Il faudrait également ne détenir que des oiseaux adultes avec les poissons précités.

Le plus gros inconvénient gastronomique des carpes – beaucoup d'arêtes et goût parfois «vaseux» peut être évité. Grâce à des méthodes de préparation spécifiques, comme la coupe latérale, les arêtes peuvent être découvertes et ôtées. Le goût de la chair est contesté, certains la qualifient de fade, d'autres louent son goût de noisette. Goût et consistance dépendent fortement de la nourriture et du type de détention. Il est fondamental que les poissons passent plusieurs jours dans une eau propre sans algues avant d'être abattus, pour que leurs branchies soient exemptes de résidus de filtrage et que le goût de vase soit «rincé» par l'eau propre.

Bibliographie

- Acerete, L. et al. (2004). Physiological responses in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*, L.) subjected to stress by transport and handling. In: *Aquaculture* 237, P. 167–178.
- Adams, C. et al. (2000). Size heterogeneity can reduce aggression and promote growth in Atlantic salmon parr. In: *Aquaculture International* 8, P. 543–549. En ligne, à l'adresse: http://www.researchgate.net/publication/225897393_Size_heterogeneity_can_reduce_aggression_and_promote_growth_in_Atlantic_salmon_parr/file/79e4150cf7aaf28c97.pdf?ev=pub_ext_doc_dl&docViewer=true (19.07.2013).
- Adams, C. E. et al. (2007). Multiple determinants of welfare in farmed fish: stocking density, disturbance, and aggression in Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64 (2), P. 336–344.
- Ashley, P. J. (2007). Fish welfare: Current issues in aquaculture. In: *Applied Animal Behaviour Science* 104 (3), P. 199–235. En ligne, à l'adresse: http://www.flinders.edu.au/about_research_files/Documents/Info%20for%20Research/Ethics%20and%20Biosafety/AWC/AquacultureWelfare.pdf (04.07.2013).
- Attia, J. et al. (2012). Demand feeding and welfare in farmed fish. In: *Fish Physiology and Biochemistry* 38 (1), P. 107–118.
- BachtellachS®. En ligne, à l'adresse: <http://www.bachtellachs.ch> (22.07.2013).
- Bagni, M. et al. (2007). Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). In: *Aquaculture* 263 (1–4), P. 52–60.
- Baici, F. (2004). Faire Fische – Betäubungsverfahren im Vergleich. Hrsg. v. Verein fair-fish. Winterthur. En ligne, à l'adresse: <http://www.fair-fish.ch/files/pdf/wissen/baici.pdf> (16.07.2013).
- Bégout Anras, M.-L. (2012). entretien vom 23.10.2012. La Rochelle.
- Bégout Anras, M.-L. & Lagardère, J.-P. (2004). Domestication et comportement chez les poissons téléostéens. In: *INRA Productions Animales* 17 (3), P. 211–215. En ligne, à l'adresse: http://www6.inra.fr/productions-animales/content/download/3669/37828/version/1/file/Prod_Anim_2004_17_3_10.pdf (04.07.2013).
- Berejikian, B. A. & Tezak, E. P. (2005). Rearing in Enriched Hatchery Tanks Improves Dorsal Fin Quality of Juvenile Steelhead. In: *North American Journal of Aquaculture* 67 (4), P. 289–293.
- Bergqvist, J. & Gunnarsson, P. (2011). *Finfish Aquaculture: Animal Welfare, the Environment, and Ethical Implications*. Skara, Sweden: Department of Animal Environment and Health, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Bilio, M. (2007/2008). Controlled reproduction and domestication in aquaculture – the current state of the art, Part I–IV. In: *Aquaculture Europe* 32 (1 + 3), 33 (1 + 2). En ligne, à l'adresse: http://www.easonline.org/files/various/domestication_in_aquaculture_bilio_web.pdf (04.07.2013).
- Bjørlykke, G. A. et al. (2011). The effects of carbon monoxide on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). In: *Food Chemistry* 127 (4), P. 1706–1711.
- Braithwaite, V. (2010). *Do fish feel pain?* New York: Oxford University Press.
- Brown, J. A. et al. (2010). Physiological welfare of commercially reared cod and effects of crowding for harvesting. In: *Aquaculture* 298 (3–4), P. 315–324.
- Brydges, N. M. & Braithwaite, V. A. (2009). Does environmental enrichment affect the behaviour of fish commonly used in laboratory work? In: *Applied Animal Behaviour Science* 118, P. 137–143. En ligne, à l'adresse: <http://homepage.psy.utexas.edu/Homepage/Group/AnimPersInst/Animal%20Personality%20PDFs/B/Brydges%20&%20Braithwaite%202009.pdf> (22.07.2013).
- Cacot, P. & Lazard, J. (2004). Domestication d'espèces de poissons-chats du Mekong de la famille des Pangasiidae./ Domestication of two species of pangasiid catfish family in the Mekong delta. In: *INRA Productions Animales* 17 (3), P. 195–198.
- Cahu, C. (2004). Domestication et fonction nutrition chez les poissons. In: *INRA Productions Animales* 17 (3), P. 205–210. En ligne, à l'adresse: https://www6.inra.fr/productions-animales/content/download/3668/37825/version/1/file/Prod_Anim_2004_17_3_09.pdf (06.07. 2013).
- Chandoo, K. P. et al. (2004). Can fish suffer? Perspectives on sentience, pain, fear and stress. In: *Applied Animal Behaviour Science* 86, P. 225–250. En ligne, à l'adresse: <http://www.aps.uoguelph.ca/~rmoccia/RDM%20articles/Fish%20Welfare%20-Chandoo,%20Duncan,%20Moccia%202004.pdf> (16.07. 2013).
- Conte, F. S. (2004). Stress and the welfare of cultured fish. In: *Applied Animal Behaviour Science* 86 (3–4), P. 205–223. COPEwell. En ligne, à l'adresse: <http://www.imr.no/copewell> (23.07.2013).

- Craven, A. et al. (2009). Determining and quantifying components of an aquaculture soundscape. In: *Aquacultural Engineering* 41 (3), P. 158–165.
- Currie, D. (2012). World Aquaculture in 2013. *Animal Pharm Reports*, informa UK.
- Denis, B. (2004). La domestication: un concept devenu pluriel. In: *INRA Productions Animales* 17 (3), P. 161–166. En ligne, à l'adresse: http://www6.inra.fr/productions-animales/content/download/3661/37804/version/1/file/Prod_Anim_2004_17_3_02.pdf (04.07.2013).
- Digre, H. et al. (2010). Electrical stunning of farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L.: a comparison of an industrial and experimental method. In: *Aquaculture Research* 41 (8), P. 1190–1202.
- Duarte, S. et al. (2011). Influence of tank geometry and flow pattern in fish distribution. In: *Aquacultural Engineering* 44 (2), P. 48–54.
- Ellis, T. et al. (2004). A non-invasive stress assay based upon measurement of free cortisol released into the water by rainbow trout. In: *Journal of Fish Biology* 65 (5), P. 1233–1252.
- Ellis, T. et al. (2008). Fin erosion in farmed fish. In: E. J. Branson (Hrsg.). *Fish Welfare*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, P. 121–149.
- Ellis, T. et al. (2012). Mortality and Fish Welfare. In: *Fish Physiology and Biochemistry* 38 (1), P. 189–199.
- Emmenegger, A. (2011). Lachsmast auf dem Bauernhof. In: *Bauernzeitung vom 11.11.2011*, P. 17. En ligne, à l'adresse: <http://portal.bauernzeitung-online.ch/ee/bz/bavz/2011/11/11/017/article6.pdf> (22.07.2013).
- Farrell, A. P. (2006). Bulk oxygen uptake measured with over 60 000 kg of adult salmon during live-haul transportation at sea. In: *Aquaculture* 254, P. 646–652. En ligne, à l'adresse: http://people.landfood.ubc.ca/anthony.farrell/pubs/p225-Farrell_2006.pdf (16.07.2013).
- Fauvel, C. & Suquet, M. (2004). La domestication des poissons – le cas du thon rouge. In: *INRA Productions Animales* 17 (3), P. 183–187. En ligne, à l'adresse: http://www6.inra.fr/productions-animales/content/download/3664/37813/version/1/file/Prod_Anim_2004_17_3_05.pdf (06.07.2013).
- Fernö, A. et al. (2011). Fish Behaviour, Learning, Aquaculture and Fisheries. In: Brown, C. et al. (Hrsg.). *Fish Cognition and Behavior*. 2. Aufl. Oxford: Wiley-Blackwell, P. 359–404.
- Fischforum Schweiz. En ligne, à l'adresse: <http://www.project.zhaw.ch/de/science/fischforum.html> (22.07.2013).
- Fleming, I. A. & Enum, S. (1997). Experimental tests of genetic divergence of farmed from wild Atlantic salmon due to domestication. In: *ICES Journal of Marine Science* 54, P. 1051–1063. En ligne, à l'adresse: <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/54/6/1051.full.pdf+html> (06.07.2013).
- Fontaine, P. (2004). L'élevage de la perche commune, une voie de diversification pour l'aquaculture continentale. In: *INRA Productions Animales* 17 (3), P. 189–193. En ligne, à l'adresse: http://www6.inra.fr/productions-animales/content/download/3665/37816/version/1/file/Prod_Anim_2004_17_3_06.pdf (16.07.2013).
- Förderpreis Ökologischer Landbau. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz BMELV (2012). Pressemitteilung von «De Fischer ut Grambek». Fische und Enten als perfektes Paar. En ligne, à l'adresse: <http://www.foerderpreisoekoekologischerlandbau.de/de/preistraeger/preistraeger-2012/de-fischer-ut-grambek/pressemitteilung> (23.07.2013).
- Fosså, S. A. (2004). Man-made fish: domesticated fishes and their place in the aquatic trade and hobby. In: *Ornamental Fish International Journal* 44, P. 1, 3–4, 6–10, 12–16. En ligne, à l'adresse: <http://www.ornamental-fish-int.org/files/Man-made.pdf> (04.07.2013).
- Gamillscheg, H. (2012). Wo der Lachs als Haustier gilt. Norwegen beschliesst einen möglichst schmerzfreien Tod für Zuchtfische. In: *Badische Zeitung vom 03.05.2012*. En ligne, à l'adresse: <http://www.badische-zeitung.de/panorama/wo-der-lachs-als-haustier-gilt--59010497.html> (16.07.2013).
- Gonella, H. (2012). entretien vom 27.09.2012. Basel.
- Gornati, R. et al. (2004). Rearing density influences the expression of stress-related genes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). In: *Gene* 341, P. 111–118.
- Huntingford, F. (2004). Implications of domestication and rearing conditions for the behaviour of cultivated fishes. In: *Journal of Fish Biology* 65, P. 122–142.
- Huntingford, F. & Adams, C. (2005). Behavioural syndromes in farmed fish: implications for production and welfare. In: *Behaviour* 142 (9–10), P. 1207–1221. En ligne, à l'adresse: <http://homepage.psy.utexas.edu/Homepage/Group/AnimPersInst/Animal%20Personality%20PDFs/H/Huntingford%20&%20Adams%202005.pdf> (18.07.2013).
- Huntingford, F. A. et al. (2006). Current issues in fish welfare. In: *Journal of Fish Biology* 68 (2), P. 332–372. En ligne, à l'adresse: http://curis.ku.dk/portal-life/files/22567895/Review_paper_Current_issues_in_fish_welfare.pdf (16.07.2013).

- Huntingford, F. A. & Kadri, S. (2009). Taking account of fish welfare: lessons from aquaculture. In: *Journal of Fish Biology* 75 (10), P. 2862–2867.
- Jermann, T. (2012). entretien vom 28.09.2012. Basel.
- Johnston, C. (2003). Welfare Considerations in Aquatic Animals. In: *ANZCCART Humane Science News* 16 (2), P. 1–4. En ligne, à l'adresse: http://www.adelaide.edu.au/ANZCCART/news/ANZCCART_NEWS_2_2003.pdf (04.07.2013).
- Jones, H. A. C. et al. (2012). Investigating the influence of predictable and unpredictable feed delivery schedules upon the behaviour and welfare of Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) using social network analysis and fin damage. In: *Applied Animal Behaviour Science* 138 (1), P. 132–140.
- 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. In: *Aquaculture* 233, P. 269–282.
- Kestin, S. C. et al. (2002). Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun and kill them. In: *Veterinary Record* 150, P. 302–307.
- King, H. R. (2009). Fish transport in the aquaculture sector: An overview of the road transport of Atlantic salmon in Tasmania. In: *Journal of Veterinary Behaviour: Clinical Applications and Research* 4 (4), P. 163–168.
- Korsøen, Ø. J. et al. (2012). Individual variation in swimming depth and growth in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) subjected to submergence in sea-cages. In: *Aquaculture* 334–337, P. 142–151.
- Kristiansen, T. S. et al. (2004). Swimming behaviour as an indicator of low growth rate and impaired welfare in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared at three stocking densities. In: *Aquaculture* 230, P. 137–151.
- Liao, I. C. & Huang, Y. S. (2000). Methodological approach used for the domestication of potential candidates for aquaculture. In: *Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes* 47, P. 97–107. En ligne, à l'adresse: <http://om.ciheam.org/om/pdf/c47/00600609.pdf> (04.07.2013).
- Lienhart, J. (2012). Damit die Fischzucht nachhaltiger wird. In: *Der Landbote* vom 04.09.2012, P. 6–7. En ligne, à l'adresse: <http://www.fair-fish.ch/files/pdf/aktuell/landbote-20120904.pdf> (04.07.2013).
- Lines, J. A. et al. (2003). Electric stunning: a humane slaughter method for trout. In: *Aquacultural Engineering* 28, P. 141–154. En ligne, à l'adresse: <http://www.silsoereseach.org.uk/animal-welfare/jeff/humane-slaughter.pdf> (16.07.2013).
- López-Olmeda, J. F. et al. (2012). Does feeding time affect fish welfare? In: *Fish Physiology and Biochemistry* 38 (1), P. 143–152.
- Lund, V. & Röcklinsberg, H. (2001). Outlining a Conception of Animal Welfare for Organic Farming Systems. In: *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 14 (4), P. 391–424.
- Maricchiolo, G. et al. (2011). Welfare status of cage farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A comparison between submerged and surface cages. In: *Aquaculture* 314 (1–4), P. 173–181.
- Marti, P. (2012). entretien vom 02.11.2012. Tropenhaus Wolhusen.
- Martins, C. I. M. et al. (2012). Behavioural indicators of welfare in farmed fish. In: *Fish Physiology and Biochemistry* 38, P. 17–41. En ligne, à l'adresse: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10695-011-9518-8.pdf> (16.07.2013).
- Mattioli, S. (2012). Stark im Schwarm. In: *Ornis. Vögel, Natur, Umwelt. Zeitschrift des Schweizer Vogelschutzes (SVS)* 5, P. 6–11.
- McKenzie, D. J. et al. (2012). Effects of stocking density and sustained aerobic exercise on growth, energetics and welfare of rainbow trout. In: *Aquaculture* 338–341, P. 216–222.
- Mood, A. & Brooke, P. (2012). Estimating the Number of Farmed Fish Killed in Global Aquaculture Each Year. Hrsg. v. fishcount.org.uk. towards more humane commercial fishing. En ligne, à l'adresse: <http://fishcount.org.uk/published/std/fishcountstudy2.pdf> (16.07.2013).
- OceanSwiss Alpine Seafood AG. En ligne, à l'adresse: <http://www.oceanswiss.ch> (23.07.2013).
- Oppedal, F. et al. (2007). Thermo- and photoregulatory swimming behaviour of caged Atlantic Salmon: Implications for photoperiod management and fish welfare. In: *Aquaculture* 265 (1–4), P. 70–81.
- Oppedal, F. et al. (2011). Environmental drivers of Atlantic salmon behaviour in sea-cages: A review. In: *Aquaculture* 311 (1–4), P. 1–18.
- Payer, M. (Hrsg.) (2000). Einführung in Entwicklungsländerstudien. Kapitel 8: Tierische Produktion. Stuttgart: HBI Stuttgart.

Pereira Boscolo, C. N. et al. (2011). Same-sized fish groups increase aggressive interaction of sex-reversed males Nile tilapia GIFT strain. In: *Applied Animal Behaviour Science* 135 (1–2), P. 154–159.

Poli, B. M. et al. (2005). Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. In: *Aquaculture International* 13, P. 29–49. En ligne, à l'adresse: http://www.researchgate.net/publication/226581393_Fish_welfare_and_quality_as_affected_by_pre-slaughter_and_slaughter_management/file/9fcfd5087a1f172dcb.pdf (16.07.2013).

Pottinger, T. G. (2008). The Stress Response in Fish – Mechanisms, Effects and Measurement. In: E. J. Branson (Hrsg.). *Fish Welfare*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, P. 32–48.

Read, N. (2008). Fish Farmer's Perspective of Welfare. In: E. J. Branson (Hrsg.). *Fish Welfare*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, P. 101–110.

Roque d'Orbcastel, E. et al. (2009). Comparative growth and welfare in rainbow trout reared in recirculating and flow through rearing systems. In: *Aquacultural Engineering* 40 (2), P. 79–86.

En ligne, à l'adresse: <http://archimer.ifremer.fr/doc/2009/publication-6509.pdf> (18.07.2013)

Ruzzante, D. E. (1994). Domestication effects on aggressive and schooling behaviour in fish. In: *Aquaculture*, 120 (1–2), P. 1–24.

Sammouth, S. et al. (2009). The effect of density on sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-based recirculation system. In: *Aquacultural Engineering* 40 (2), P. 72–78. En ligne, à l'adresse: <http://archimer.ifremer.fr/doc/2009/publication-6761.pdf> (18.07.2013).

Segner, H. (2012). Fish. Nociception and pain. A biological perspective. Hg. v. d. Eidgenössischen Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich EKAH & A. Willemsen. Bern: Bundesamt für Bauten und Logistik BBL. En ligne, à l'adresse: http://www.ekah.admin.ch/fileadmin/ekah-dateien/dokumentation/publikationen/EKAH_Band_9_Fish__Englisch__V2_GzA.pdf (22.07.2013).

Sindilariu, P.-D. (2012). entretien vom 28.09.2012. Frutigen.

Skjervold, P. O. et al. (2001). Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: *Aquaculture* 192 (2–4), P. 265–280.

Stamer, A. (2012). Fliegen als Fischfutter – eine nachhaltige Alternative.

In: *bioaktuell. Das Magazin der Biobewegung* 4, P. 10. En ligne, à l'adresse:

<http://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/zeitschrift/archiv/2012/ba-d-2012-04.pdf> (16.07. 013).

Stumpf, S. (1995). Überblick über die Haltung und Zucht von Speisefischen in der Schweiz.

Basel: Schweizer Tierschutz STS.

Suquet, M. et al. (2004). La domestication des Gadidés: Le cas de la morue et du lieu jaune. In: *INRA Productions Animales* 17 (3), P. 177–182. En ligne, à l'adresse: https://www6.inra.fr/productions-animales/content/download/3663/37810/version/1/file/Prod_Anim_2004_17_3_04.pdf (04.07.2013).

Taranger, G. L. et al. (2010). Control of puberty in farmed fish. In: *General and Comparative Endocrinology* 165, P. 483–515. En ligne, à l'adresse: <http://weltzienlab.com/wp-content/uploads/2009/04/taranger-et-al-gce-2010.pdf> (18.07.2013).

Thorarensen, H. & Farrell, A. P. (2011). The biological requirements for post-smolt Atlantic salmon in closed-containment systems. In: *Aquaculture* 312, P. 1–14. En ligne, à l'adresse: http://people.landfood.ubc.ca/anthony.farrell/pubs/p307-Thorarensen_and_Farrell_2011.pdf (22.07.2013).

Tierschutzgesetz (TSchG) vom 16. Dezember 2005 (Stand am 1. Januar 2013). En ligne, à l'adresse: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20022103/201301010000/455.pdf> (18.07.2013).

Tierschutzverordnung (TSchV) vom 23. April 2008 (Stand am 1. Januar 2013). En ligne, à l'adresse: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20080796/201301010000/455.1.pdf> (18.07.2013).

Tierseuchenverordnung (TSV) vom 27. Juni 1995 (Stand am 1. Juli 2013). En ligne, à l'adresse: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19950206/201307010000/916.401.pdf> (18.07.2013).

Tschudi, F. & Stamer, A. (2012). Der Kenntnisstand zu Tierschutz und Welfare in der Speisefischproduktion.

Frick: FiBL Forschungsinstitut für biologischen Landbau. En ligne, à l'adresse:

http://orgprints.org/21717/1/20120621_Fischwohl_Finalisierung_Stamer_ers_VI-hw.pdf (04.07.2013).

Turnbull, J. F. (2005). Stocking density and welfare of cage farmed Atlantic salmon: application of a multivariate analysis. In: *Aquaculture* 243, P. 121–132. En ligne, à l'adresse: <http://staff.stir.ac.uk/j.f.turnbull/papers/SD%20Cages.pdf> (04.07.2013).

Turnbull, J. F. & Kadri, S. (2007). Safeguarding the many guises of farmed fish welfare. In: *Diseases of Aquatic Organisms* 75, P. 173–182. En ligne, à l'adresse: http://www.int-res.com/articles/dao_0a/d075p173.pdf (18.07.2013).

Vandeputte, M. & Launey, S. (2004). Quelle gestion génétique de la domestication chez les poissons? In: INRA Productions Animales 17 (3), P. 237–242. En ligne, à l'adresse: http://www6.inra.fr/productions-animales/content/download/3672/37837/version/1/file/Prod_Anim_2004_17_3_13.pdf (04.07.2013).

Van de Vis, J. W. et al. (2012). Fish welfare assurance system: initial steps to set up an effective tool to safeguard and monitor farmed fish welfare at a company level. In: Fish Physiology and Biochemistry 38 (1), P. 243–257.

Verein fair-fish (Hrsg.) (2003). fish-facts 4: Lachs. Rudolfingen. En ligne, à l'adresse: http://www.fair-fish.ch/files/pdf/feedback/facts_4_dl.pdf (04.07.2013).

Verein fair-fish (Hrsg.) (2010). fish-facts 7: Fischzucht. Winterthur. En ligne, à l'adresse: <http://www.fair-fish.ch/files/pdf/feedback/facts-7.pdf> (04.07.2013).

Verein Karpfen Pur Natur (KPN). En ligne, à l'adresse: <http://www.karpfenpurnatur.ch> (23.07.2013).

Volpato, G. L. & Barreto, R. E. (2001). Environmental blue light prevents stress in the fish Nile tilapia. In: Brazilian Journal of Medical and Biological Research 34 (8), P. 1041–1045. En ligne, à l'adresse: <http://www.scielo.br/pdf/bjmr/v34n8/4190.pdf> (19.07.2013).

Wild, M. (2012). Fische. Kognition, Bewusstsein und Schmerz. Eine philosophische Perspektive. Hg. v. d. Eidgenössischen Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich EKAH & A. Willemsen. Bern: Bundesamt für Bauten und Logistik BBL. En ligne, à l'adresse: http://www.ekah.admin.ch/fileadmin/ekah-dateien/dokumentation/publikationen/EKAH_Band_10_Fische_Inhalt_V2_Web.pdf (22.07.2013).

WWF (2012). En ligne, à l'adresse: <http://www.wwf.ch> (23.07.2013).

WWF: Fischerei: Den Raubbau stoppen. Pangasius: Exportschlager aus Vietnam. entretien mit Catherine Zucco. En ligne, à l'adresse: <http://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/fischerei/verbraucher-maerkte/wwf-gewaehrt-pangasius-aus-vietnam-eine-galgenfrist/pangasius-exportschlager-aus-vietnam> (22.07.2013). Yue Cottee,

S. & Petersan, P. (2009). Animal Welfare and Organic Aquaculture in Open Systems. In: Journal of Agricultural and Environmental Ethics 22 (5), P. 437–461.

En ligne, à l'adresse: http://www.humanesociety.org/assets/pdfs/farm/organic_aquaculture.pdf (22.07.2013).

Autres sources (non citées):

Barcellos, L. J. G. et al. (1999). The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. In: Aquaculture Research 30 (11–12), P. 887–892.

Clingerman, J. et al. (2007). Use of avoidance response by rainbow trout to carbon dioxide for fish self-transfer between tanks. In: Aquacultural Engineering 37 (3), P. 234–251.

Damsgård, B. et al. (2011). Short- and long-term effects of fish density and specific water flow on the welfare of Atlantic cod, *Gadus morhua*. In: Aquaculture 322–323, P. 184–190.

FishBase. A Global Information System on Fishes. En ligne, à l'adresse: <http://www.fishbase.de> (23.07. 013).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department (Hrsg.). Fish Culture in undrainable ponds – A manual for extension.

En ligne, à l'adresse: <http://www.fao.org/docrep/003/T0555E/T0555E01.htm> (23.07.2013).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department (Hrsg.).

FishStat Plus – Universal software for fishery statistical time series.

En ligne, à l'adresse: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en> (23.07. 2013).

Jones, H. A. C. et al. (2010). Social network analysis of behavioural interactions influencing fin damage development in Atlantic salmon (*Salmo salar*) during feed-restriction. In: Applied Animal Behaviour Science 127 (3–4), P. 139–151.

Lines, J. A. & Frost, A. R. (1999). Review of opportunities for low stress and selective control of fish. In: Aquacultural Engineering 20 (4), P. 211–230.

Olf, S. (2007). Störfall in Frutigen. In: SonntagsZeitun vom 20.05.2007, P. 87–89. En ligne, à l'adresse: http://www.erdoel-vereinigung.ch/UserContent/Documents/PrixEvenir/2007/SonntagsZeitung_070520.pdf (23.07.2013).

UrbanFarmers. En ligne, à l'adresse: <http://urbanfarmers.com> (23.07.2013).

Wills, C. C. et al. (2006). Nitrogen stunning of Rainbow trout. In: International Journal of Food Science & Technology 41 (4), P. 395–398.

