

Synthèses

# La truite arc-en-ciel

De la biologie à l'élevage

Bernard Jalabert, Alexis Fostier, coord.



éditions  
Quæ



# La truite arc-en-ciel

## Biologie et élevage



# La truite arc-en-ciel

## Biologie et élevage

Bernard Jalabert  
et Alexis Fostier,

*coordinateurs*

Éditions Quæ  
c/o Inra, RD 10, 78026 Versailles Cedex

## *Collection Synthèses*

Gestion participative des forêts d'Afrique centrale  
Daou Véronique Joiris, Patrice Bigombé Logo, coord.  
2010, 248 p.

Introductions d'espèces dans les milieux aquatiques – faut-il avoir peur  
des invasions biologiques ?  
Jean-Nicolas Beisel et Christian Lévêque  
2010, 248 p.

Les espaces du vent  
Jean Riser  
2010, 264 p.

Les invasions biologiques, une question de natures et de sociétés  
Robert Barbault et Martine Atramentowicz, coord.  
2010, 192 p.

Hétérosis et variétés hybrides en amélioration des plantes  
André Gallais  
2009, 376 p.

# Table des matières

---

<b>Remerciements</b> .....	XII
<b>Introduction</b> .....	1
La truite arc-en-ciel : caractéristiques générales et importance aquacole .....	1
La biologie de la truite : des phénotypes aux gènes .....	3
PARTIE 1. BASES BIOLOGIQUES	
<b>1. Génétique</b> .....	9
Statut taxonomique et structure génétique des populations de truite ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) .....	9
Populations sauvages .....	10
Origine des souches domestiques .....	16
Impacts des souches domestiques de truite sur les populations naturelles .....	17
Conclusion .....	17
Bases de la sélection .....	18
La génétique des caractères quantitatifs : un peu de théorie .....	18
Variabilité intersouches .....	23
Variabilité intrapopulations : héritabilités et corrélations génétiques .....	25
À la recherche des gènes importants .....	33
<b>2. Sexualité et reproduction</b> .....	39
Cycles reproducteurs .....	39
Déterminisme du sexe : contrôle génétique et facteurs environnementaux .....	42
Différenciation sexuelle .....	44
Morphologie et chronologie de la différenciation sexuelle des gonades .....	45
Aspects endocriniens et moléculaires de la différenciation sexuelle des gonades .....	46
Inversion sexuelle et contrôle du sexe par traitements hormonaux ...	48

Tractus génital mâle et spermatogénèse .....	48
Anatomie générale et fonctionnalité du tractus génital mâle .....	49
La spermatogénèse .....	50
Maturation et excrétion des spermatozoïdes (spermiation) .....	52
Facteurs de perturbation ou de contrôle de la spermatogénèse et de la spermiation .....	53
L'ovogénèse .....	54
Les multiplications goniales .....	55
La prévitellogénèse .....	55
La vitellogénèse .....	56
La maturation ovocytaire .....	57
L'ovulation .....	57
La période postovulatoire .....	58
Contrôle endocrinien de l'ovogénèse .....	59
Facteurs externes et contrôle neuroendocrinien .....	60
Contrôle neuroendocrinien des cycles de reproduction .....	60
Modulation des cycles de reproduction par les facteurs externes .....	64
Conclusion .....	66
Qualités des gamètes, fécondation, et développement embryonnaire ....	67
Caractéristiques et qualité du sperme .....	67
Caractéristiques et qualité des ovules .....	68
Fécondation .....	70
Développement embryonnaire, éclosion, résorption .....	71
Possibilités et limites des manipulations sur les gamètes et les œufs .....	73
Modifications du stock chromosomique .....	73
Transgénèse .....	79
<b>3. Adaptation et stress .....</b>	<b>83</b>
Les capacités et mécanismes de l'adaptation au milieu .....	83
Introduction .....	83
Bases de physiologie environnementale .....	84
Structure et fonctionnement de la branchie .....	90
Contrôle endocrinien de l'osmorégulation .....	93
Conclusion .....	95
Le stress : caractérisation et conséquences physiologiques .....	95
Réponses endocriniennes au stress chez les poissons .....	96
Conséquences physiologiques du stress .....	97
Conclusion .....	99
<b>4. Nutrition et métabolisme .....</b>	<b>101</b>
Introduction .....	101

Métabolisme énergétique .....	102
La production d'énergie .....	102
Devenir de l'énergie d'origine alimentaire .....	107
Régulation nutritionnelle du métabolisme glucidique .....	109
La truite utilise faiblement les glucides alimentaires digestibles .....	109
Métabolisme glucidique et contrôle de la glycémie après ingestion de glucides .....	109
Régulation par les glucides alimentaires du métabolisme du glucose dans le foie .....	110
Régulation par les glucides alimentaires de l'utilisation du glucose dans le muscle .....	111
Régulation par les protéines et les lipides alimentaires de l'utilisation du glucose .....	112
Conclusion .....	113
Régulation nutritionnelle du métabolisme lipidique .....	113
Introduction .....	113
Généralités sur le métabolisme lipidique chez la truite arc-en-ciel ...	114
Influence du taux et de la nature des lipides alimentaires .....	116
Influence de l'apport en glucides alimentaires .....	118
Influence du taux et de la nature de l'apport protéique .....	118
<b>5. Croissance squelettique et musculaire .....</b>	<b>121</b>
Le squelette .....	121
Organisation histologique .....	122
Constituants du tissu osseux .....	125
Organisation spatiale du tissu osseux .....	126
Développement des différents types d'os .....	127
Les facteurs affectant le squelette .....	130
Conclusion .....	136
La croissance musculaire .....	137
Développement précoce et croissance du muscle myotomal de la truite .....	137
Contrôle endocrinien de la croissance .....	142
Qualité de la chair de truite en relation avec la croissance .....	147
Conclusion .....	156
<b>6. Défenses immunitaires .....</b>	<b>159</b>
Introduction .....	159
Organes lymphoïdes et premières barrières contre les agents pathogènes .....	161
Les cellules spécialisées du système immunitaire .....	161
Les récepteurs spécifiques de l'antigène, Ig et TCR .....	162

Les immunoglobulines ou anticorps .....	162
Les récepteurs de l'antigène des cellules T (TCR) .....	163
Le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) .....	163
Les réponses immunitaires spécifiques .....	164
Anticorps et réponse humorale .....	164
TCR et réponse cellulaire .....	165
La réponse non spécifique et ses médiateurs .....	166
Molécules non induites .....	166
Inflammation et récepteurs spécialisés dans la reconnaissance des organismes pathogènes .....	166
Réponse antivirale et interférons .....	167
Le réseau des cytokines .....	168
Conclusion et perspectives .....	169
<b>7. Capacités sensorielles et comportements</b> .....	171
Capacités sensorielles .....	171
Performances visuelles .....	171
Performances auditives et mécanoréception .....	172
Chémoréception .....	173
Nociception .....	176
Comportement de nage .....	176
Performances de nage : définitions .....	177
Performances de nage soutenue ( $U_{ms}$ ) et critique ( $U_{crit}$ ) .....	178
Performances de nage rapide anaérobie .....	179
Effets des facteurs environnementaux sur les performances de nage .....	179
Effets des systèmes d'élevage sur les niveaux et les rythmes d'activité natatoire .....	180
Autres comportements .....	181
<b>8. Exposition et sensibilité aux xénobiotiques</b> .....	183
Les polluants chimiques, des xénobiotiques indésirables pour la santé de la truite .....	183
Toxicité létale .....	184
Toxicité sublétale .....	184
Modulation de la toxicité .....	185
Bilan .....	186
Les substances médicamenteuses, des xénobiotiques utilisés pour la santé de la truite .....	186
Utilisation des substances médicamenteuses en salmoniculture intensive .....	186
Toxicité et devenir dans le poisson .....	187

Devenir et effets dans l'environnement .....	187
Bilan .....	189

## PARTIE 2. APPLICATIONS AQUICOLES

<b>9. Les exigences de qualité et de durabilité .....</b>	<b>193</b>
Enjeux .....	193
Des produits sains, sûrs et bons .....	193
Des enjeux environnementaux complexes .....	194
Des évolutions sur l'acceptabilité des systèmes de production .....	197
Les acteurs, les organisations et le marché .....	200
Vers des systèmes de production durable dans des filières intégrées .....	201
Qualité du mode de production .....	202
Introduction .....	202
Le système de production .....	203
Analyse environnementale .....	203
Application à l'élevage de la truite en France .....	204
Conclusion .....	206
Qualité des produits .....	207
Introduction .....	207
Qualité technologique des carcasses .....	207
Qualité nutritionnelle de la chair .....	209
Qualités organoleptiques de la chair .....	210
Conclusion .....	211
<b>10. Reproduction .....</b>	<b>213</b>
Insémination artificielle .....	214
Collecte et conservation des gamètes .....	214
Insémination avec du sperme frais ou cryoconservé .....	215
Induction de l'ovulation et de la spermiation .....	216
Rappel sur les bases biologiques du traitement d'induction .....	216
Dans la pratique .....	218
Contrôle photopériodique de la reproduction .....	219
Contrôle de la saison de reproduction .....	219
Contrôle de l'âge à la puberté .....	220
Triploïdisation et monosexage femelle .....	221
Cryoconservation et régénération des génomes .....	223
Quels types cellulaires cryoconserver ? .....	223

Comment cryoconserver ? Application majeure pour la conservation du sperme .....	224
<b>11. Adaptation .....</b>	<b>227</b>
Élevage en mer .....	227
Intérêt .....	227
Modalité d'élevage .....	228
La truite fario, une alternative à la truite ? .....	233
Conclusion .....	235
Bien-être animal .....	235
<b>12. Alimentation de la truite en élevage .....</b>	<b>239</b>
Digestion et digestibilité des ingrédients alimentaires .....	239
Introduction .....	239
Les méthodes d'étude de la digestibilité .....	240
Les fèces .....	240
Coefficient d'utilisation digestive .....	242
La digestibilité des ingrédients alimentaires .....	243
Facteurs de variation de la digestibilité .....	244
Conclusion .....	244
Couverture des besoins nutritionnels .....	245
Matières azotées .....	245
Les matières grasses/lipides .....	249
Apport en glucides .....	249
Les minéraux .....	250
Les vitamines .....	250
Mise en place de la microflore intestinale chez l'alevin .....	252
De l'œuf à l'alevin .....	252
Les facteurs de variation .....	256
Importance fonctionnelle de la microflore intestinale .....	256
<b>13. Méthodes de gestion et amélioration génétique des populations d'élevage .....</b>	<b>257</b>
Gestion de la variabilité génétique .....	257
Méthodes de sélection .....	260
Les méthodes de sélection individuelle .....	263
Utiliser l'information familiale .....	265
Sélectionner sur le génotype .....	268
Un point essentiel : l'évaluation phénotypique des individus .....	269

## PARTIE 3. PERSPECTIVES

<b>Introduction. Vers une biologie intégrative appliquée</b> .....	275
<b>14. Approches de l'élevage de truites en tant que système complexe</b> .....	277
La modélisation .....	277
L'expérimentation multifactorielle .....	278
Biologie et systèmes complexes .....	278
L'approche expérimentale multifactorielle : un outil d'approche systémique .....	278
La méthode .....	279
Applications en biologie et au système aquacole .....	280
Conclusion .....	281
<b>15. La conservation des génomes</b> .....	283
Le chimérisme germinale .....	283
Le clonage par transfert nucléaire .....	284
Qu'obtient-on suite à un transfert nucléaire ? .....	284
Quel intérêt pour la pisciculture ? .....	285
Clonage somatique ou clonage embryonnaire ? .....	285
Conclusion .....	286
<b>16. La génomique</b> .....	287
État des ressources en génomique chez la truite .....	288
Outil de génomique structurale .....	288
Outils de génomique fonctionnelle .....	289
Premiers acquis scientifiques .....	290
Puces à ADN et transcriptomique .....	290
Génétique .....	290
Perspectives .....	291
<b>Conclusion générale</b> .....	293
Annexe. L'organisation du squelette de la truite et son développement .....	295
Glossaire .....	303
Références bibliographiques .....	307
Liste des auteurs .....	321

# Remerciements

---

Cet ouvrage a été réalisé avec le soutien de Benoît Fauconneau (ancien département Hydrobiologie et faune sauvage de l'Inra), Philippe Chemineau (département Physiologie animale et système d'élevage de l'Inra), et Sylvie André (Aquaculture recherche : <<http://www.rennes.inra.fr/AquacultureRecherche>>, consulté le 07/10/2010).

Beaucoup d'informations synthétisées ici émanent des travaux réalisés par des chercheurs de plusieurs organismes de recherches français et notamment de l'Inra, où ils ont été initiés au sein des anciens laboratoires de Physiologie, de Nutrition, et de Pathologie des poissons, fondés au début des années 1970, respectivement par Roland Billard, Pierre Luquet et Pierre de Kinkelin.

L'aide documentaire a été assurée par Agnès Girard et Maryse Corvaisier.

Nous remercions vivement les différents relecteurs, sollicités selon leurs compétences et leurs spécialités scientifiques, et qui ont permis, par leurs critiques et leurs suggestions pertinentes sur certains chapitres, d'améliorer la qualité de cet ouvrage : Bernard Chevassus-au-Louis, Mathilde Dupont-Nivet, Pierrick Haffray, Jean-François Hocquette, André Kobilinsky, Marc Legendre, Patrick Payan, Armelle Prunier, Pierre Sellier, Martine Vigneulle.

Que tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cet ouvrage de synthèse soient ici chaleureusement remerciés.

# Introduction

---

## ► La truite arc-en-ciel : caractéristiques générales et importance aquacole

Bernard Jalabert

La truite arc-en-ciel, *Oncorhynchus mykiss*, fait partie des salmonidés, terme usuel désignant la famille des *Salmonidae* qui regroupe trois sous-familles : les *Thymallinae*, les *Coregoninae*, et les *Salmoninae*. La sous-famille des *Salmoninae* regroupe notamment les genres *Salvelinus*, *Salmo* (dont le saumon atlantique *S. salar* et la truite commune *S. trutta*), et *Oncorhynchus* (truite arc-en-ciel et saumons du Pacifique). Le nom commun de la truite arc-en-ciel tient à la présence d'une bande longitudinale irisée caractéristique sur ses flancs, mais la coloration générale du corps est très variable selon l'âge, le milieu et le stade physiologique. Elle présente la forme fusiforme de la plupart des salmonidés, mais s'en distingue notamment par une bouche moins fendue. C'est l'une des espèces de poissons téléostéens dont l'élevage plus ou moins intensif est le mieux maîtrisé. Cette maîtrise résulte essentiellement de la robustesse et de la relative plasticité de cette espèce, capable de s'adapter à des conditions de milieu très variées pourvu que quelques exigences minimales soient satisfaites concernant notamment la teneur en oxygène et la température de l'eau. Cette capacité d'adaptation porte sur des traits particulièrement importants en élevage tels que les comportements alimentaire et social, et le cycle reproducteur qui peut être assez bien contrôlé en captivité. Ainsi, en contradiction apparente avec son comportement de prédateur en milieu naturel, ce poisson accepte en captivité des aliments granulés, dès l'alevinage, et supporte des densités d'élevage relativement importantes avec très peu d'agressivité mutuelle. La maturité sexuelle complète est généralement atteinte sans difficultés, ce qui a permis aux éleveurs, depuis déjà fort longtemps, de recueillir les gamètes pour réaliser la fécondation artificielle et l'incubation des œufs et des alevins<sup>1</sup> dans des conditions d'efficacité optimales.

La truite arc-en-ciel est originaire de la côte ouest de l'Amérique du Nord, où on la trouve de l'Alaska jusqu'au nord du Mexique. On la rencontre principalement en eau douce, en lacs ou en rivières, mais elle peut aussi migrer en mer avant de revenir frayer en rivières. Elle affectionne les eaux bien oxygénées dont la température excède rarement 20 °C, avec un préférendum autour de 10 à 16 °C. La variété

---

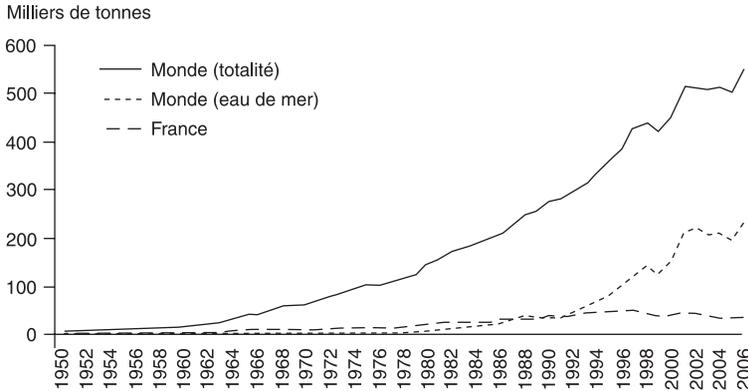
1. Les termes en *italique gras* dans le texte (première occurrence) sont définis dans le glossaire.

*anadrome*, qui migre en mer à un stade juvénile et revient se reproduire en eau douce, est localement désignée sous le nom de *steelhead*. On ne sait pas si ce comportement migratoire est dû à des caractéristiques génétiques particulières de certains individus, ou à une adaptation opportuniste aux conditions de l'environnement. La croissance est en effet beaucoup plus rapide dans la variété anadrome dont les individus peuvent atteindre 7 à 10 kg à trois ans, contre 4 à 5 kg chez les individus sédentaires en eau douce. Dans le milieu d'origine, la reproduction intervient au printemps, entre fin mars à début juillet, selon la latitude et les conditions de température hivernales. La fraie a lieu dans des cours d'eau froids bien oxygénés sur fonds de graviers dans lequel la femelle creuse, par des mouvements du corps et de la queue, un ou plusieurs lits de graviers. Les œufs y sont déposés en une ou plusieurs fois, et simultanément enveloppés d'un nuage de sperme émis par le mâle présent au côté de la femelle, puis immédiatement recouverts des graviers balayés par les mouvements de queue de la femelle. Le nombre et la taille des œufs varient respectivement de 1 000 à 8 000 et de 3,5 à 6 mm environ, selon la taille et l'âge de la femelle. Selon les conditions de milieu et les populations, la reproduction peut intervenir au plus tôt à deux ou trois ans chez la femelle, et un an plus tôt chez le mâle, puis se répéter annuellement plusieurs fois. L'éclosion intervient au bout de quelques semaines à quelques mois selon les conditions de température, mais une durée presque équivalente est nécessaire jusqu'à résorption complète de la vésicule vitelline, et la sortie hors de la protection des graviers, ou *émergence*, pour la quête de nourriture. L'alimentation, d'abord essentiellement constituée de zoobenthos et de zooplancton, évolue ensuite avec la taille de l'animal, pour s'enrichir de mollusques, crustacés, larves d'insectes et petits poissons.

Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la truite arc-en-ciel a été introduite sur tous les continents, et même dans des îles comme La Réunion, dans l'océan Indien. Ces introductions étaient motivées par les qualités de cette espèce pour la pisciculture, mais aussi par ses qualités combattives en pêche sportive. En France, la première introduction aurait été effectuée en 1879 à partir d'une pisciculture de Californie sur la rivière Mc Could, mais elle a été suivie de beaucoup d'autres, d'origines diverses. La pisciculture de truite arc-en-ciel s'est donc d'abord développée avec une double finalité : production de poisson de consommation d'une part, production de poisson de « repeuplement » d'autre part. Cette seconde finalité, contestable sur le plan écologique lorsque d'autres espèces indigènes de salmonidés sont présentes dans le milieu, tend actuellement à s'estomper, sauf pour l'empoissonnement d'eaux closes en vue de la pêche de loisirs. Cet empoissonnement se fait d'ailleurs de plus en plus avec des animaux stériles. Du reste, malgré les déversements intensifs de truitelles arc-en-ciel effectués durant plusieurs décennies à la fin du XX<sup>e</sup> siècle dans de nombreux cours d'eau, aucune reproduction en milieu naturel n'a été observée, à l'exception de certains lacs pyrénéens où aucune population autochtone n'était présente antérieurement.

La figure suivante montre l'évolution de la production totale de truite arc-en-ciel en France et dans le monde, de 1950 à 2006. Au cours de cette période, la production mondiale s'est considérablement accrue, pour dépasser actuellement 500 000 t. Mais depuis une vingtaine d'années, c'est essentiellement la production en eau de mer qui contribue à l'augmentation mondiale, essentiellement au Chili et en Norvège. Cette augmentation, due en particulier à l'accès à des sites maritimes particulièrement favorables à l'élevage en cage, ne va toutefois pas sans de grosses fluctuations inter-

annuelles liées à des aléas climatiques et/ou à des pathologies mal maîtrisées. Au contraire, la production en eau douce stagne à cause de la saturation des ressources en eau disponibles, ou régresse du fait de l'application de contraintes administratives fondées sur des exigences relatives à la protection de l'environnement et de la qualité de l'eau. Cette régression est particulièrement marquée en France où la truiticulture en mer ne s'est pratiquement pas développée, et où la production est passée de plus de 50 000 t à 32 000 t en dix ans.



Évolution de la production de truite arc-en-ciel d'élevage en France et dans le monde de 1950 à 2006 (d'après les données de la FAO).

## ► La biologie de la truite : des phénotypes aux gènes

Alexis Fostier

Que nous soyons pisciculteur, consommateur, ou pêcheur à la ligne, ce qui nous intéresse chez la truite est son phénotype, c'est-à-dire ses caractéristiques observables. Celles-ci seront plus ou moins appréciées selon nos intérêts particuliers : croissance, résistance aux maladies, efficacité dans la consommation des aliments, morphologie, qualité nutritionnelle et gustative, comportement, aspect esthétique, etc. Comme citoyen, nous pouvons aussi nous poser des questions sur les conséquences de son élevage sur l'environnement.

Les caractéristiques du phénotype sont déterminées par le génome et ses interactions avec le milieu. Ceci a des conséquences majeures pour les activités de l'éleveur et du scientifique. L'éleveur cherchera, en s'appuyant sur la sélection génétique, à obtenir des animaux potentiellement susceptibles d'exprimer au mieux les caractères qui l'intéressent. Mais il sait aussi que, pour obtenir les meilleurs résultats, il devra contrôler les facteurs d'élevage de manière optimale en prenant en compte les contraintes économiques. Le scientifique, cherchant à comprendre comment sont contrôlés ces caractères pour en prévoir ou en contrôler l'expression, visera à identifier les gènes en cause et les mécanismes de régulation conduisant à un caractère biologique donné, en prenant en compte les modulations de ces régulations par les facteurs externes (photopériode, température, salinité, stress, facteurs sociaux...).

D'une manière schématique, les physiologistes (y compris de la nutrition), comportementalistes et pathologistes se sont d'abord essentiellement intéressés à l'implication des produits des gènes (protéines et métabolites formés grâce aux protéines enzymatiques) dans les mécanismes de régulation des caractères phénotypiques. De leur côté, les généticiens ont évalué les héritabilités de caractères phénotypiques, et les interactions entre génotypes et milieux, pour définir des schémas de sélection opérationnels à l'aide d'outils statistiques. Par la suite, le développement de la biologie dite « moléculaire » a permis en particulier d'explorer le fonctionnement de gènes ciblés en analysant leur transcription en acides ribonucléiques messagers (ARNm), eux-mêmes traduits en protéines, et aussi d'associer des caractères phénotypiques à des marqueurs génétiques détectables chez des individus. Ces approches ont bénéficié aux connaissances sur la biologie de la truite au cours des 20 dernières années. Elles ont, par exemple, permis de mieux évaluer les conséquences d'une alimentation riche en protéines végétales sur l'équipement enzymatique du tube digestif de la truite, ou encore de développer des protocoles de sélection génétique par testage multifamilial, avec une identification *a posteriori* des familles, et ceci grâce aux marqueurs moléculaires.

Depuis quelques années les acquis en biochimie moléculaire ainsi que les progrès en instrumentation physique et en analyse informatique des données de biologie (bio-informatique) ont permis de développer des méthodes d'analyse dites « à haut débit » (un grand nombre d'analyses sont réalisées en peu de temps de manière automatisée) pour l'étude du génome (séquençage de l'acide désoxyribonucléique, ou ADN), des transcrits (transcriptome), des protéines (protéome) et des métabolites non protéiques (métabolome). Une cartographie génétique de plus en plus fine, acquise grâce aux découpages et séquençages des génomes associés à de puissants moyens bio-informatiques pour interpréter de très grandes quantité de données, permet de développer des méthodes de sélection génétique de plus en plus efficaces. Toutes ces méthodes sont aujourd'hui intégrées dans les travaux de recherche réalisés chez la truite. Ainsi, l'Inra s'y est engagé, dès 1999, dans le cadre du Gis Agenae<sup>2</sup> soutenu par les professionnels de la pisciculture.

Ces nouvelles méthodologies permettent des démarches de recherche sans *a priori* sur la nature des gènes mis en jeu dans la détermination d'un phénotype et sur les régulations biologiques impliquées dans la construction de ce phénotype. Par ailleurs, la disponibilité croissante de données sur les séquences des parties exprimées des génomes d'espèces diverses, mais aussi de plus en plus sur les génomes dans leur totalité, a considérablement enrichi les démarches de biologie comparée. Les comparaisons entre espèces permettent, par déduction, d'extrapoler les connaissances acquises sur l'une à d'autres. C'est pourquoi les progrès sur la biologie de la truite bénéficient aussi des recherches sur d'autres espèces. Plus particulièrement, lorsqu'il s'agit d'identifier la fonction d'un gène encore peu ou pas connu, l'utilisation de poissons « modèles », d'élevage aisé en aquarium, comme aujourd'hui le poisson zèbre ou le médaka, est tout à fait pertinente pour un gain de temps et une économie de moyens, par rapport à des expérimentations réalisées directement sur la truite.

---

2. Gis Agenae : Groupement d'intérêt scientifique « Analyse du génome des animaux d'élevage » <<http://www.inra.fr/agenae>> (consulté le 20/09/2010).

Les chapitres qui suivent visent à faire une synthèse simplifiée des connaissances majeures acquises dans différents champs de la biologie de la truite arc-en-ciel. Ces connaissances sont issues de méthodes de recherche considérées aujourd'hui comme classiques, mais aussi des nouvelles démarches de la biologie évoquées plus haut. Les objectifs restent les mêmes : caractériser les phénotypes et leur variabilité, identifier leurs déterminants génétiques et les régulations de leur expression, y compris celles modulées par les facteurs externes. Et ceci, pour prévoir ou contrôler des caractères d'intérêt pour les usages de l'Homme, dans le respect des critères éthiques et de protection de l'environnement naturel qui sont aujourd'hui ceux de l'éleveur.

### **Pour en savoir plus sur...**

**La biologie générale et les techniques d'élevage, voir les sites internet d'intérêt :**

*FishBase* (Global Information System on Fishes) : <<http://fishbase.mnhn.fr/Summary/speciesSummary.php?ID=239&genusname=Oncorhynchus&speciesname=mykiss>> (consulté le 20/09/2010).

*FAO* : <[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus\\_mykiss/fr](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/fr)> (consulté le 29/09/2010).

