

Table des matières

Préface	III
---------------	-----

Chapitre 1

Introduction	1
1. Définition de la salmoniculture	1
1.1. Piscicultures de repeuplement	2
1.2. Piscicultures « de consommation »	2
1.3. Piscicultures « de proximité »	3
1.4. Salmonicultures marines	3
2. Conditions favorables à l'élevage	3
2.1. Sites	3
2.2. Croissance	3
2.3. Maîtrise de l'élevage	3
2.4. Concurrence	4
3. Demande des consommateurs	5

Chapitre 2

Évolution de la salmoniculture	7
1. Reproduction artificielle	7
1.1. Invention	7
1.2. Redécouverte	8

2.	Rôle de l'État	11
2.1.	Pisciculture de Huningue	11
2.2.	Développement	12
3.	Pisciculture après 1945	13
4.	Révolution nutritionnelle de 1968	14
5.	Pathologie.....	15
6.	Production française d'hier	15
7.	Mondialisation des productions	16
8.	Structure de la salmoniculture française	17
8.1.	Évolutions	17
8.2.	Répartition géographique des entreprises	18
8.3.	Débouchés	18
8.4.	Installations et équipements	19
9.	Organisation de la profession.....	20
10.	Enseignement de la pisciculture.....	21

Chapitre 3

Truites d'élevage	25	
1.	Phylogénèse	25
2.	Distribution des truites	26
3.	Habitats	27
4.	Mode de vie	30
4.1.	Déplacements	31
4.2.	Alimentation	31
4.3.	Croissance	32
4.4.	Compétition	33
5.	Reproduction	33
6.	Intérêt écologique et économique de la truite	35
7.	Truite commune (ou fario) – <i>Salmo trutta (fario)</i> Linné, 1766	35
7.1.	Description	35
7.2.	Habitat et mœurs	36
7.3.	Nourriture	36
7.4.	Reproduction	36
7.5.	Distribution	37
7.6.	Gestion des populations	37
8.	Truite à grosses taches – <i>Salmo trutta (macrostigma)</i> Duméril, 1858.	37
8.1.	Description	37
8.2.	Habitat et mœurs	38
8.3.	Distribution	38
8.4.	Gestion des populations	38

9.	Truite de mer – <i>Salmo trutta (trutta)</i> Linné, 1758	38
9.1.	Description	38
9.2.	Habitat et mœurs	38
9.3.	Distribution	39
9.4.	Gestion des populations	39
10.	Truite de lac – <i>Salmo trutta (lacustris)</i> Linné, 1758	39
11.	Truite arc-en-ciel – <i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792.	43
11.1.	Description	43
11.2.	Habitat et mœurs	43
11.3.	Nourriture	43
11.4.	Reproduction	44
11.5.	Distribution	44
11.6.	Gestion des populations	44
12.	Saumons du Pacifique	45
12.1.	Saumon coho – <i>Oncorhynchus kisutch</i> Walbaum, 1792	45
12.2.	Saumon chinook – <i>Oncorhynchus tshawytscha</i> Walbaum, 1792	45
13.	Omble chevalier – <i>Salvelinus alpinus</i> Linné	45
13.1.	Description	45
13.2.	Habitat et mœurs	45
13.3.	Nourriture	46
13.4.	Reproduction	46
13.5.	Distribution	46
13.6.	Gestion des populations	46
14.	Omble de fontaine (saumon de fontaine) – <i>Salvelinus fontinalis</i> Mitchill, 1815	46
14.1.	Description	46
14.2.	Habitat et mœurs	47
14.3.	Nourriture	47
14.4.	Reproduction	47
14.5.	Distribution	47
14.6.	Gestion des populations	47
15.	Omble du Canada (cristivomer) – <i>Salvelinus namaychus</i> Maybaum, 1794	47
15.1.	Description	47
15.2.	Habitat et mœurs	48
15.3.	Nourriture	48
15.4.	Reproduction	48
15.5.	Distribution	48

Anatomie, physiologie et comportement	53
1. L'eau, milieu particulier	54
1.1. Le poisson ne pèse rien !	54
1.2. Températures	54
2. Peau et écailles	54
3. Squelette et musculature	56
4. Déplacements	57
4.1. Vessie natatoire et équilibre	57
4.2. Nage	57
4.3. Déplacements et migrations	58
5. Respiration	58
5.1. Appareil respiratoire	59
5.2. Fonctionnement de l'appareil respiratoire	60
5.3. Échanges gazeux	60
5.4. Besoins en oxygène	62
6. Circulation sanguine	63
7. Branchies, filtres extérieurs	64
8. Nutrition	66
8.1. Régime alimentaire	66
8.2. Recherche de la nourriture	66
8.3. Prise de nourriture	67
8.4. Tube digestif	67
9. Digestion	68
10. Excrétion	70
11. Reproduction	70
11.1. Gamétogenèse	70
11.2. Facteurs externes	72
11.3. Facteurs internes	72
12. Système nerveux	73
13. Instincts	73
13.1. Truite solitaire	73
13.2. Instinct de conservation	73
14. Sens	74
14.1. Œil et vue	74
14.2. Oreille et ouïe	75
14.3. Ligne latérale et sens vibratoire	75
14.4. Peau et toucher	75
14.5. Goût	76
14.6. Odorat	76
14.7. Le poisson, animal sensible	76
15. Système endocrinien	77

Chapitre 5

Eau	79
1. Origine des eaux	79
2. Quantités	80
3. Caractéristiques physico-chimiques	80
3.1. Température	80
3.2. Oxygène	81
3.2.1. Dissolution de l'oxygène dans l'eau	82
3.2.2. Origines de l'oxygène	84
3.2.3. Besoins en oxygène	84
3.2.4. Besoins selon l'âge des poissons	85
3.2.5. Consommation totale en oxygène	85
3.3. Matières en suspension (MES)	85
3.4. Matières oxydables	86
3.5. pH	86
3.6. Sels minéraux	86
3.7. Ammoniaque et composés azotés	87
4. Pollutions	88

Chapitre 6

Installations	91
1. Choix du site	91
2. Agencement général	91
3. Protection contre les prédateurs	95
4. Prise d'eau	95
4.1. Alimentation des bassins en eau	98
4.2. Systèmes de sécurité	99
5. Salle et appareils d'incubation	99
5.1. Laboratoire	99
5.2. Alimentation en eau	100
5.3. Recyclage des eaux	101
5.3.1. Principe	102
5.3.2. Décantation	102
5.3.3. Filtration	102
5.3.4. Traitements complémentaires	102
5.3.5. Thermorégulation	103
5.3.6. Stérilisation	103
5.3.7. Oxygénation	103
5.3.8. Remarques	103
6. Bassins d'élevage	104
6.1. Principes de fonctionnement	104

6.2.	Bassins allongés	104
6.3.	Bassins circulaires	107
6.4.	Bassins rectangulaires	108
6.5.	Bassins pour truitelles	109
6.6.	Cages	111
7.	Rejets d'eau	111
8.	Autres bâtiments.	111
9.	Aire de chargement	112
10.	Prescriptions administratives	113
10.1.	Autorisations	113
10.2.	Autres remarques	114

Chapitre 7

Reproduction et alevinage	117
1. Reproduction artificielle.	117
1.1. Reproducteurs	117
1.1.1. Choix des reproducteurs	117
1.1.2. Différenciation des sexes.	117
1.1.3. Proportion des sexes	118
1.1.4. Origine des géniteurs.	118
1.1.5. Préparation des géniteurs.	118
1.2. Critères de qualité des œufs	118
1.3. Âge et taille des reproducteurs	118
1.4. Nourriture des géniteurs	119
2. Fécondation artificielle.	120
2.1. Époque de reproduction	120
2.2. Principe de la fécondation artificielle	121
2.3. Ponte	121
2.3.1. Accessoires nécessaires	121
2.3.2. Préparation des géniteurs.	121
2.3.3. Extraction des ovules.	121
2.3.4. Extraction de la laitance	122
2.3.5. Fécondation	122
2.3.6. Devenir des géniteurs	123
2.4. Amélioration des conditions de fécondation	123
2.5. Traitement des œufs	124
3. Incubation.	124
3.1. Durée de l'incubation	124
3.2. Comptage des œufs	125
3.3. Tri des œufs	126
3.4. Transport des œufs	127

4.	Matériel d'incubation	127
4.1.	Auges d'incubation	127
4.2.	Autres systèmes d'incubation	129
4.2.1.	Armoire américaine	129
4.2.2.	Jarres italiennes	129
4.2.3.	Incubation en seaux	130
5.	Mise en place des œufs	130
6.	Pontes décalées	131
6.1.	Comment alimenter un établissement en œufs toute l'année ?	131
6.2.	Quelques pistes	132
6.3.	Souches précoces et tardives	132
6.4.	Utilisation de la photopériode	132
7.	Sélection et recherche génétique	134
8.	Hybrides	135
9.	Production de truites monosexes	136
10.	Production de truites stériles (triploïdes)	138
10.1.	Mode opératoire	139
10.2.	Rendement	139
10.3.	Intérêt	139
11.	Lignées et clones	140
11.1.	Lignées	140
11.2.	Clones	140
12.	Organismes transgéniques	141
13.	Alevinage	142

Chapitre 8

Alimentation	147
1. De la nourriture naturelle à l'alimentation sèche	148
1.1. Époque de la viande et du poisson	148
1.2. Aliments secs	148
1.3. Composition des mélanges	149
2. Besoins des truites	150
2.1. Besoins qualitatifs	150
2.2. Besoins énergétiques	150
2.3. Glucides	151
2.4. Lipides	152
2.5. Protides	153
2.6. Lest	155
2.7. Vitamines	155
2.8. Sels minéraux	157
2.9. Besoins quantitatifs	158

3.	Que contiennent les aliments ?	160
3.1.	Composants	160
3.2.	Formulation des aliments	164
4.	Différents types d'aliments	166
5.	Qualité de la chair	166
6.	« Saumonisation »	167
7.	Sécurité des aliments	168
8.	Quel aliment utiliser ?	169
9.	Distribution des aliments	169
9.1.	Principes	169
9.2.	Quantités à distribuer	170
9.3.	Nombre de repas	172
9.4.	Indice de transformation	172
9.5.	Plan d'alimentation	173
10.	Modes d'alimentation	173
10.1.	Alimentation manuelle	173
10.2.	Distributeurs « libre-service »	174
10.3.	Distributeurs à tapis	175
10.4.	Distributeurs pneumatiques	175
10.5.	Distributeurs tractés	176
10.6.	Alimentation automatisée	177
11.	Alimentation et déchets	177

Chapitre 9

Gestion de la production	179
1. Gestion globale de l'exploitation	179
2. Gestion des bassins	180
2.1. Assec	181
3. Charge des bassins	181
4. Gestion des eaux	182
4.1. Gestion des débits	182
4.2. Recyclage des eaux	183
5. Gestion de l'oxygène	184
5.1. Suivi des teneurs en oxygène	185
5.2. Appareils de mesure	186
5.3. Dispositifs d'aération	187
5.4. Appareils d'aération	189
5.5. Oxygénation	190
6. Alimentation	194
6.1. Modes de distribution	194
6.2. Qualités de l'aliment	195

6.3.	Stockage de l'aliment	195
6.4.	Plan d'alimentation	195
7.	Gestion des poissons	197
7.1.	Intérêt des tris	197
7.2.	Trieurs	197
7.3.	Chantiers de tri	198
7.4.	Manipulations et transports à l'intérieur de l'établissement	199
8.	Recherche	200
8.1.	Amélioration des performances	200
8.1.1.	Origine des sujets	200
8.1.2.	Productivité et production de déchets	201
8.1.3.	Rendements en carcasse	201
9.	Qualité de la chair	201
10.	Transports	202
10.1.	Transport des truites	202
10.2.	Tansport des alevins	204
10.3.	Précautions sanitaires	205
10.4.	Transport des poissons morts	205
10.5.	Réglementation sur les transports	206
11.	Traitement de la pollution générée	206
11.1.	Origines de la pollution	207
11.2.	Déchets azotés	208
11.3.	Déchets phosphorés	208
11.4.	Matières en suspension	210
11.5.	Mesure de la pollution rejetée	210
11.6.	Réglementation des rejets	211
11.7.	Comment limiter les rejets ?	212
12.	Épuration des eaux rejetées	213
12.1.	Caractéristiques des matières en suspension	214
12.2.	Traitement des matières en suspension	214
12.2.1.	Sédimentation et décantation	215
12.2.2.	Décantation	215
12.2.3.	Flottation	216
12.2.4.	Filtration	217
12.2.5.	Autres méthodes	218
12.3.	Traitement de l'ammoniaque	218
12.4.	Quel système choisir ?	219
12.5.	Réglementation	219
12.6.	Valorisation des boues	219
13.	Apport de l'informatique	220
14.	Production de grosses truites	221
14.1.	Quels produits ?	221
14.2.	Sous quelles formes ?	222

14.3. Problèmes techniques de la production	222
14.4. Points à respecter	223

Chapitre 10

Élevage en mer	227
1. Sites	228
2. Eau de mer	228
2.1. Température	228
2.2. Salinité	228
2.3. Oxygène dissous	229
2.4. Ammoniac	229
2.5. Limites de l'élevage marin	229
3. Installations	229
3.1. Bassins	229
3.2. Étangs à marée	230
3.3. Cages	230
3.3.1. Principes des cages d'élevage	231
3.3.2. Structure de surface	231
3.3.3. Filets	232
3.3.4. Ancrage	232
3.4. Renouvellement de l'eau dans les cages	233
3.5. Maintenance des installations	233
4. Quels poissons ?	234
5. Conduite de l'élevage	234
5.1. Production de juvéniles	234
5.2. Passage en eau de mer	234
5.2.1. Régulation osmotique	234
5.2.2. Adaptation des poissons à l'eau de mer	235
5.3. Densités d'élevage	236
5.4. Alimentation	237
5.4.1. Distribution	237
5.4.2. Aliments	237
5.5. Tris	237
5.6. Résultats obtenus	238
6. Pathologie	238
7. Commercialisation	238
8. Précautions nécessaires	239

Chapitre 11

Les sources de déboires	241
1. Conditions météorologiques	241
1.1. Orages	241
1.2. Coups de soleil	242
2. Conditions d'eau	242
2.1. Crues	242
2.2. Étiages	242
2.3. Eaux sales	243
2.4. Manque d'oxygène	243
2.5. Pollution	244
3. Conditions d'élevage	244
3.1. Feuilles et déchets divers	244
3.2. Gravier	244
4. Introduction de poissons naturels	244
5. Nettoyages et transports	245
6. Oiseaux	245
7. Mammifères	248
8. Actes de malveillance	251
9. Gestion des visites	251

Chapitre 12

Maladies des salmonidés	253
1. Pourquoi et comment les poissons sont-ils malades ?	253
2. Notion de maladie	255
2.1. Agents pathogènes	255
2.2. Poisson malade	255
2.3. Réceptivité des poissons	255
2.4. « Porteurs sains » ou asymptomatiques	256
2.5. Pathologie de groupe	256
3. Diagnostic	257
3.1. Examen du poisson malade	257
3.2. Laboratoire d'analyses vétérinaires	258
3.3. Échantillonnage des poissons	259
3.4. Expédition des animaux malades	259
3.5. Polymerase chain reaction (PCR)	260
4. Notion de stress	261
5. Comment soigner les poissons ?	261
6. Malformations	262
7. Mortalités dues au milieu	262
7.1. Bulles de gaz	262

7.2.	Hydropisie du sac vitellin	263
7.3.	Salinité	263
8.	Maladies nutritionnelles	263
9.	Maladies parasitaires	263
10.	Maladies dues à des champignons	264
10.1.	Maladie de la mousse	264
10.2.	Syndrome mycosique	264
11.	Maladies dues à des protozoaires	265
11.1.	Costiase	265
11.2.	Octomitose (hexamitose)	266
11.3.	Ichtyophtiriose	266
11.4.	Tournis	267
11.5.	Hépto-néphrite (PKD)	268
12.	Maladies dues à des vers	268
12.1.	Piscicolose	269
12.2.	Gyrodactyloses	269
12.3.	Dactylogyroses	270
12.4.	Diplostomose	270
12.5.	Acanthocéphalose	271
12.6.	Autres vers parasites	272
13.	Crustacés parasites	272
14.	Maladies bactériennes	273
14.1.	Comment se transmettent les bactéries ?	273
14.2.	Réceptivité du poisson	273
14.3.	Importance du milieu	274
14.4.	Furonculose et autres aëromonoses	274
14.5.	Corynébactériose	275
14.6.	Yerciniose	275
14.7.	Flexibactériose ou maladie bactérienne des ouïes (myxobactériose)	276
14.8.	Flavobactériose	277
14.9.	Rénibactériose	278
14.10.	Streptococcoses	278
14.11.	Lactococcose	279
14.12.	Autres bactérioses	279
14.13.	Vibrioses	280
15.	Maladies virales	286
15.1.	Septicémie hémorragique virale (SHV)	287
15.2.	Nécrose pancréatique infectieuse (NPI)	288
15.3.	Nécrose hématopoïétique infectieuse (NHI)	289
15.4.	« Maladie du sommeil »	290
15.5.	Anémie infectieuse du saumon – (AIS)	291

Thérapeutique piscicole	295
1. Comment éviter les maladies ?	295
2. Mesures d'hygiène	296
2.1. Quantité et qualité d'eau	296
2.2. Soins à l'élevage	296
2.3. Hygiène alimentaire	297
2.4. Gestion des mortalités	298
2.5. Autres mesures	298
3. Désinfection	299
3.1. Désinfection des œufs	300
3.2. Désinfection du matériel et des bassins	300
3.2.1. Désinfection chimique	300
3.2.2. Assec	301
3.3. Désinfection de l'eau	301
3.3.1. Pourquoi désinfecter ?	301
3.3.2. Rayons ultraviolets	302
4. Traitements	302
4.1. Traitements préventifs ou curatifs	303
4.2. Conditions d'efficacité des traitements	303
5. Balnéation	304
5.1. Mode opératoire	304
5.2. Principaux bains	305
5.2.1. Formol	305
5.2.2. Sulfate de cuivre	305
5.2.3. Vert de malachite	306
5.2.4. Permanganate de potassium	306
5.2.5. Ammoniums quaternaires	307
5.2.6. Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	307
5.2.7. Chloramine T	307
5.2.8. Tétracycline HCl	308
6. Médicaments	308
6.1. Médicaments vétérinaires	308
6.2. Antibiotiques	309
6.3. Phénomènes de résistance	311
6.4. Administration des médicaments	312
7. Vaccination des poissons	312
8. Voies génétiques	315
9. Recherche et la professionnalisation	316
10. Prévention sanitaire aquacole	317
11. Police sanitaire	318
11.1. Textes en vigueur	318

11.2. En cas de maladie	319
11.3. Agrément européen	319
11.3.1. Échantillonnage et analyses.....	321
11.3.2. Zonage	322
11.3.3. Traçabilité	322
11.3.4. Information et conseils	323
12. Conclusions provisoires sur la lutte pathologique	323

Chapitre 14

Commercialisation des poissons	329
1. La truite : un aliment de choix	329
2. Perception de la truite par le consommateur	330
2.1. Un poisson apprécié	330
2.2. Présentations variées	330
3. Truite de consommation.....	331
3.1. Truites entières	332
3.2. Produits démarqués	332
4. Systèmes de vente	332
4.1. Vente directe	332
4.2. Grande distribution	333
4.3. Commerce traditionnel	333
4.4. Vente à des collègues	334
5. Commerce extérieur	334
6. Produits transformés.....	335
6.1. Conservation par le froid	335
6.2. Éviscération	336
6.3. Filetage	336
6.4. Fumage	337
6.5. Marinades	338
6.6. Autres produits	338
7. Pêche	339
7.1. Repeuplements utiles et nécessaires	339
7.2. Repeuplements en juvéniles	340
7.3. Empoisonnements en poissons de taille	342
7.4. Club de la charte des salmonidés de repeuplement	344
7.5. Pêche en parcours (pêcheries)	347
7.6. Réservoirs mouche	349
8. Diversification des espèces	349
9. Démarches de qualité	349

Perspectives de la salmoniculture	353
1. Évolution de la production et des ventes	353
2. Normes de qualité	354
2.1. Techniques d'élevage	354
2.2. Registre d'élevage	355
2.3. Produits transformés	355
3. Aquaculture durable	356
3.1. Pêche et l'aquaculture	357
3.2. Engagements de l'aquaculture durable	357
3.3. Composantes de l'aquaculture durable	358
3.4. Engagement de la profession	359
3.5. Alimentation des poissons	359
3.6. Santé animale et sécurité alimentaire	360
4. Sélection génétique	361
5. Bien-être des poissons	362
6. Salmoniculture biologique	362
7. Marketing et pisciculture	363
8. Communication et publicité	364
Adresses utiles	367
Index	377