Conseil canadien de protection des animaux

lignes directrices sur :

le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests

Le présent document, *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests*, a été préparé par le sous-comité sur les poissons du Comité des lignes directrices, Conseil canadien de protection des animaux (CCPA).

M. John Batt, Dalhousie University
Dre Kristina Bennett-Steward, Bioniche
M. Cyr Couturier, Memorial University
Dr Larry Hammell, University of Prince Edward Island
Dr Chris Harvey-Clark, University of British-Columbia (président)
M. Henrik Kreiberg, Pêches et Océans Canada
Dr George Iwama, Acadia University
Dr Santosh Lall, Conseil national de recherches du Canada
Dr Matt Litvak, University of New Brunswick à Saint John
Dr Don Rainnie, University of Prince Edward Island
Dr Don Stevens, University of Guelph
Dr Jim Wright, University of Calgary
Dre Gilly Griffin, Conseil canadien de protection des animaux

Le CCPA remercie également les anciens membres du conseil du CCPA, c.-à-d. Mme Susan Waddy, Pêches et Océans Canada, le Dr Jack Miller, University of Western Ontario, et le Dr Choong Foong, Dalhousie University, et le Dr David Noakes, University of Guelph, pour la très grande contribution qu'ils ont apportée aux phases préliminaires de ce projet. Le CCPA remercie les nombreuses personnes, organisations et associations qui ont commenté les ébauches des présentes lignes directrices, et en particulier les représentants de Pêches et Océans Canada, d'Environnement Canada, du Canadian Aquaculture Institute, de l'Agence canadienne d'inspection des aliments et de la Société canadienne de zoologie.

© Conseil canadien de protection des animaux, 2005

ISBN: 0–919087–44–2

Conseil canadien de protection des animaux
130, rue Albert
Pièce 1510
Ottawa ON CANADA
K1P 5G4

http://www.ccac.ca

TABLE DES MATIÈRES

A. PRÉFACE 1

SOMMAIRE DES PRINCIPES DIRECTEURS 3

B. INTRODUCTION 14

1. Définition du terme « poisson » 14
2. Objet des lignes directrices sur le soin et l'utilisation des poissons 14
3. Aperçu des aspects éthiques 15
   - 3.1 Principes des « trois R » 15
4. Responsabilités 16
   - 4.1 Responsabilités des chercheurs . . .16
   - 4.2 Responsabilités du comité de protection des animaux 18
   - 4.3 Rôle du vétérinaire 18
5. Réglementations et politiques gouvernementales sur l'utilisation des poissons 18
   - 5.1 Échelon international 19
   - 5.2 Gouvernement fédéral 20
   - 5.3 Premières nations 22
   - 5.4 Provinces et territoires 22
   - 5.5 Municipalités 22

C. INSTALLATIONS AQUATIQUES . . .23

1. Approvisionnement en eau 23
2. Qualité de l'eau 23
3. Génie et conception 24
   - 3.1 Matériaux de structure 26
   - 3.2 Ventilation et circulation de l'air dans les zones de bassins 27
   - 3.3 Exigences relatives aux installations mécaniques et électriques 27
   - 3.4 Éclairage 28
   - 3.5 Redondance des systèmes de maintien du milieu de vie aquatique 29
4. Types de systèmes 29
   - 4.1 Systèmes à passage unique 30
   - 4.2 Systèmes à recyclage d'eau 30
   - 4.3 Systèmes statiques 31
   - 4.4 Mésocosme 31
5. Hébergement des poissons 31
   - 5.1 Bien-être des poissons 31
   - 5.2 Conception des bassins et des enclos 32

D. GESTION, EXPLOITATION ET ENTRETIEN DE L'INSTALLATION 34

1. Sécurité et accès 34
2. Gestion générale de l'installation 34
3. Surveillance et contrôle de l'environnement 35
   - 3.1 Gestion de la qualité de l'eau 36
   - 3.2 Température 37
   - 3.3 Oxygène 37
   - 3.4 Sursaturation 38
   - 3.5 pH 39
   - 3.6 Composés azotés 39
   - 3.7 Dioxyde de carbone 40
   - 3.8 Salinité 40
   - 3.9 Agents toxiques 40

E. CAPTURE, ACQUISITION, TRANSPORT ET QUARANTAINE 42

1. Capture de poissons sauvages 42

2. Spécimens sacrifiés 42
3. Composés piscicides 42
4. Acquisition de poissons d'élevage 43
5. Transport 43
6. Quarantaine et acclimatation 44
6.1 Quarantaine 44
6.2 Acclimatation 45

F. SOIN DES POISSONS 47

1. Tenue des dossiers et documentation . . .47
1.1 Procédés normalisés de fonctionnement 47
1.2 Listes générales de vérification . . .47
1.3 Évaluation du bien-être global des poissons 47
2. Densité et capacité de charge 48
3. Aliments, repas et nutrition 48
3.1 Nutrition 48
3.2 Aliments et repas 48
3.3 Qualité et entreposage des aliments 49
3.4 Sevrage des larves 51
3.5 Emploi d'aliments médicamentés 51
4. Géniteurs et reproduction 52
4.1 Induction du frai 52

G. SANTÉ ET PRÉVENTION DES MALADIES 53

1. Programme de santé des poissons 53
1.1 Prévention des maladies 53
1.2 Diagnostic des maladies et identification des pathogènes 54
1.3 Lésions et autres troubles 54

H. PROCÉDURES EXPÉRIMENTALES 56

1. Manipulation et contention 56
1.1 Contention des espèces dangereuses 57
2. Espace restreint 58
3. Chirurgie 58
3.1 Préparation chirurgicale et désinfection de la peau 58
3.2 Qualité de l'eau pendant la chirurgie 59
3.3 Anesthésie 59
3.4 Équipement chirurgical 60
3.5 Incisions 61
3.6 Techniques et matériaux de suture 61
3.7 Pathophysiologie appliquée à la chirurgie et à la cicatrisation des plaies chez les espèces de poissons 61
3.8 Soins postopératoires 62
4. Administration des composés et dispositifs par diverses voies d'administration 63
4.1 Diffusion par les branchies (« inhalation ») 63
4.2 Voie orale 64
4.3 Injection 64
4.4 Implants, fenêtres et bioréacteurs 64
5. Étiquetage et marquage 65
5.1 Marquage des tissus 65
5.2 Étiquetage 66
6. Prélèvement de liquides organiques . . .66
7. Emploi d'agents pathogènes infectieux, de substances tumorigènes ou mutagènes et de composés toxiques et nocifs 66
8. Points limites et critères d'euthanasie précoce 68
8.1 Reconnaissance de la « douleur », de la « détresse » et du « stress » 68

8.2 Choisir un point limite approprié 68
9. Surveillance 69
10. Modalités de renforcement négatif 70
11. Exercice jusqu'à épuisement 70
12. Milieux extrêmes 70
13. Poissons génétiquement modifiés 70

I. EUTHANASIE 72

J. DEVENIR DES POISSONS APRÈS L'ÉTUDE 73

1. Consommation des poissons 73
2. Remise en liberté de poissons en milieu naturel 73
3. Poissons d'ornement 73
4. Transfert de poissons entre les installations 73
5. Élimination des poissons morts 73

K. RÉFÉRENCES 74

L. GLOSSAIRE 81

M. ABRÉVIATIONS 83

ANNEXE A
LIGNES DIRECTRICES ET ORGANISMES 84

ANNEXE B
ZOONOSES - TRANSMISSION DES MALADIES DES POISSONS À L'HUMAIN 85

ANNEXE C
LIGNES DIRECTRICES POUR LES INSTALLATIONS DE CONFINEMENT (ÉTUDES SUR LES PATHOGÈNES) 87

ANNEXE D
CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'EAU POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ DES POISSONS, ESPÈCES D'EAU FROIDE, D'EAU CHAUDE ET MARINES . . .93

le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests

A. PRÉFACE

Le Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) est l'organisme national de révision par les pairs chargé d'établir des normes et de veiller à l'application de celles-ci au soin et à l'utilisation des animaux utilisés en recherche, en enseignement et dans les tests au Canada. En plus du *Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation*, vol. 1, 2e éd., 1993 et vol. 2, 1984, dans lequel sont énoncés les principes généraux du soin et de l'utilisation des animaux d'expérimentation, le CCPA publie également des lignes directrices détaillées sur des sujets d'intérêt actuel et futur. Les *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests* constituent le septième ouvrage de cette série. Ce document remplace le chapitre I, Poissons, du *Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation*, vol. 2 (CCPA, 1984).

L'objet des présentes lignes directrices est de fournir aux chercheurs, aux comités de protection des animaux, aux responsables des animaleries et au personnel chargé des soins aux animaux, des informations qui leur permettront d'améliorer les soins apportés aux poissons et le mode d'exécution des procédures expérimentales.

Le présent document s'inspire largement des travaux des organismes énumérés à l'Annexe A, que nous remercions chaleureusement pour leur contribution à l'élaboration de ces lignes directrices.

Ces lignes directrices ont été préparées par le sous-comité du CCPA sur les poissons et révisées par 69 experts. Le sous-comité s'est entendu sur une première ébauche préliminaire qui a été distribuée en juin 2002 à des experts (dont des représentants des organismes énumérés à l'Annexe A); une deuxième ébauche a été distribuée à grande échelle pour commentaire en juin 2003. La révision de la dernière ébauche a été effectuée en août 2004 par toutes les personnes ayant préalablement apporté une contribution importante à l'élaboration du document. La préparation de ces lignes directrices s'est également fait en consultation avec l'Association canadienne pour la science des animaux de laboratoire (ACSAL) et la Société canadienne de zoologie (SCZ) lors d'ateliers tenus à l'occasion de conférences annuelles à Québec (juin 2003), à Acadia University (mai 2004) et à Hamilton (juin 2004). Des consultations ont également eu lieu lors des conférences annuelles de l'Association aquacole du Canada et d'AquaNet à Québec (octobre 2004), ainsi que lors de l'atelier du CCPA sur les lignes directrices sur les poissons à Vancouver (avril 2005).

Le mode de présentation de ces lignes directrices devrait faciliter l'accès aux passages pertinents. Dans les premières parties, on trouvera un sommaire des aspects éthiques touchant l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests. Suit un survol des règlements et des responsabilités en matière de soin et d'utilisation des poissons en science au Canada. Dans le reste du document, on trouvera les principes directeurs visant les soins aux poissons dans les laboratoires, puis ceux relatifs à la préparation et à la révision des protocoles expérimentaux. Précédant le corps du texte est présentée la liste des principes directeurs de ces *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests*.

L'amélioration des lignes directrices sur l'utilisation et le soin des animaux est un processus continu. L'objet de ce document est de faciliter la mise en œuvre de meilleures pratiques, et on ne doit pas le considérer comme un règlement. Là où des exigences réglementaires existent et où il est impératif de se conformer à un certain principe directeur, nous avons employé le terme *doit* ou *doivent obligatoirement*.

SOMMAIRE DES PRINCIPES DIRECTEURS

B. INTRODUCTION

3. Aperçu des aspects éthiques

Principe directeur n° 1

Les poissons employés en recherche, en enseignement et dans les tests doivent obligatoirement être traités avec autant de respect que les autres espèces de vertébrés.

p. 15

4. Responsabilités

Principe directeur n° 2

Les projets qui prévoient l'utilisation de poissons en recherche, en enseignement ou dans les tests doivent faire l'objet d'un protocole, qui doit être approuvé par un comité de protection des animaux avant le début des travaux.

Section 4.1 Responsabilités des chercheurs, p. 16

Principe directeur n° 3

Avant de pouvoir travailler sur des poissons, les chercheurs, le personnel technique et les étudiants diplômés doivent obligatoirement avoir reçu une formation adéquate et leurs compétences doivent avoir été évaluées.

Section 4.1 Responsabilités des chercheurs, p. 17

Principe directeur n° 4

Les chercheurs doivent connaître les règlements de santé et de sécurité au travail en matière de protection du personnel contre les dangers physiques et biologiques connus ou présumés, et ils doivent obligatoirement s'y conformer.

Section 4.1 Responsabilités des chercheurs, p. 18

Principe directeur n° 5

Les chercheurs doivent connaître les risques potentiels liés à la présence d'agents de zoonoses chez les poissons.

Section 4.1 Responsabilités des chercheurs, p. 18

5. Réglementations et politiques gouvernementales sur l'utilisation des poissons

Principe directeur n° 6

Toute personne faisant l'acquisition de poissons, les transportant ou effectuant une recherche sur les poissons doit obligatoirement connaître la réglementation et les politiques pertinentes internationales, fédérales et provinciales ou territoriales régissant la capture des poissons et (ou) leur déplacement d'un plan d'eau à un autre ou d'une juridiction à une autre, et elle doit obligatoirement se conformer à cette réglementation et ces politiques.

p. 18

C. INSTALLATIONS AQUATIQUES

Principe directeur n° 7

Les installations aquatiques sont des infrastructures complexes qui doivent obligatoirement être conçues afin de minimiser le stress chez les poissons, de faciliter l'exploitation efficace de l'installation et de permettre au personnel de travailler dans un environnement sans danger.

p. 23

2. Qualité de l'eau

Principe directeur n° 8

Si de l'eau douce ou de mer est prélevée d'un plan d'eau ouvert ou provient d'un réseau municipal, on doit la tester et la traiter pour la débarrasser de ses contaminants et de ses organismes pathogènes.

p. 23

3. Génie et conception

Principe directeur n° 9

Les installations aquatiques doivent être conçues et construites avec l'aide de personnes ayant l'expérience de ce domaine.

p. 24

Principe directeur n° 10

Les matériaux destinés à la construction d'installations d'hébergement de poissons doivent être choisis avec soin pour leur résistance à la corrosion et aux dommages causés par l'eau.

Section 3.1 Matériaux de structure, p. 26

Principe directeur n° 11

Dans les installations aquatiques, les matériaux qui peuvent être toxiques pour les poissons doivent être réduits au minimum. Tout matériau toxique doit être répertorié sur une liste qui doit obligatoirement être gardée à la disposition du personnel.

Section 3.1 Matériaux de structure, p. 26

Principe directeur n° 12

Les systèmes de circulation d'air doivent assurer une bonne ventilation dans les zones des bassins et contrôler le degré d'humidité; ils doivent également permettre de réduire le transfert d'aérosols entre les bassins et à l'intérieur de l'installation.

Section 3.2 Ventilation et circulation de l'air dans les zones de bassins, p. 27

Principe directeur n° 13

Tous les systèmes électriques doivent obligatoirement être installés par des professionnels conformément aux normes pertinentes (codes du bâtiment fédéraux, provinciaux ou territoriaux et municipaux) pour une exploitation dans un environnement humide, et ils doivent obligatoirement être équipés d'une mise à la terre suffisante et de disjoncteurs de fuite de terre sur tous les circuits. L'usage de rallonges électriques doit être évité et le câblage électrique doit être fixé de façon à éviter tout risque, loin de l'eau et des zones de passage du personnel.

Section 3.3 Exigences relatives aux installations mécaniques et électriques, p. 27

Principe directeur n° 14

Les composantes et appareils électriques doivent être situés à l'extérieur de la zone d'éclaboussure et placés dans des abris étanches à l'humidité. Les éléments électriques doivent être munis de joints d'étanchéité empêchant l'infiltration d'eau et être placés au-dessus des conduites.

Section 3.3 Exigences relatives aux installations mécaniques et électriques, p. 28

Principe directeur n° 15

Les machines bruyantes ou qui produisent des vibrations doivent être placées à l'écart des bassins où les poissons sont hébergés.

Section 3.3 Exigences relatives aux installations mécaniques et électriques, p. 28

Principe directeur n° 16

L'éclairage doit être allumé et éteint graduellement et être de longueurs d'onde et d'intensités convenant, pourvu qu'on les connaisse, à l'espèce visée. Lorsque le personnel a besoin d'un éclairage plus intense pour effectuer des travaux dans la salle, l'éclairage doit être limité à l'espace de travail nécessaire ou être placé au-dessous de la surface du bassin.

Section 3.4 Éclairage, p. 28

Principe directeur n° 17

Toutes les installations aquatiques doivent être dotées de dispositifs d'urgence permettant d'assurer la ventilation et la filtration de l'eau ainsi que le fonctionnement ininterrompu des systèmes de maintien du milieu de vie aquatique.

Section 3.5 Redondance des systèmes de maintien du milieu de vie aquatique, p. 29

Principe directeur n° 18

Les systèmes critiques, y compris les pompes, doivent être doublés afin que toute défaillance n'entraîne qu'une interruption minimale.

Section 3.5 Redondance des systèmes de maintien du milieu de vie aquatique, p. 29

4. Types de systèmes

Principe directeur n° 19

On doit toujours assurer aux poissons un approvisionnement en eau de qualité suffisante.

p. 30

5. Hébergement des poissons

Principe directeur n° 20

Le milieu aquatique doit être conçu pour répondre aux besoins physiques et comportementaux connus des poissons en ce qui a trait à l'abri, la formation de groupes sociaux, la couverture et l'éclairage.

Section 5.1 Bien-être des poissons, p. 31

Principe directeur n° 21

La forme, la couleur, la profondeur et le volume des bassins doivent convenir à l'espèce qui y est hébergée ainsi qu'à son stade de développement dans le cycle vital.

Section 5.2 Conception des bassins et des enclos, p. 32

Principe directeur n° 22

Les surfaces intérieures des bassins doivent être lisses, inertes et scellées.

Section 5.2 Conception des bassins et des enclos, p. 33

Principe directeur n° 23

Les bassins doivent être autonettoyants ou comporter des dispositifs permettant un nettoyage à intervalle régulier.

Section 5.2 Conception des bassins et des enclos, p. 33

Principe directeur n° 24

Les bassins doivent être équipés d'un couvercle qui empêche les espèces de poissons de sauter à l'extérieur (p. ex., filet ou couverture rigide).

Section 5.2 Conception des bassins et des enclos, p. 33

D. GESTION, EXPLOITATION ET ENTRETIEN DE L'INSTALLATION

1. Sécurité et accès

Principe directeur n° 25

L'accès aux installations d'hébergement des poissons doit être conçu pour réduire le nombre de passages dans la zone. L'accès doit être restreint aux employés chargés de l'entretien de l'installation et des soins aux poissons ainsi qu'aux personnes qui utilisent l'installation pour des expériences ou l'enseignement.

p. 34

2. Gestion générale de l'installation

Principe directeur n° 26

Les personnes chargées de l'exploitation de l'installation doivent avoir accès à tous les plans et à toutes les spécifications d'architecture et d'ingénierie de l'installation ainsi qu'à tous les manuels des équipements spéciaux tels que les pompes, les refroidisseurs et les systèmes de contrôle informatisés.

p. 34

Principe directeur n° 27

Toute installation aquatique doit obligatoirement disposer de calendriers d'entretien écrits qui lui sont spécifiques.

p. 34

Principe directeur n° 28

Les installations doivent être maintenues dans un état propre et ordonné. Les bassins doivent être désinfectés avant et après chaque expérience.

p. 34

Principe directeur n° 29

Le personnel responsable de l'exploitation d'une installation aquatique doit avoir les connaissances spécialisées, l'expérience et la formation lui permettant d'assurer convenablement le fonctionnement, l'exploitation et l'entretien du système d'eau.

p. 34

Principe directeur n° 30

Il doit obligatoirement y avoir un personnel suffisant pour assurer les soins aux animaux ainsi que la gestion et l'entretien de l'installation 365 jours par année, qu'il s'agisse des tâches ordinaires ou d'urgence.

p. 35

3. Surveillance et contrôle de l'environnement

Principe directeur n° 31

Il est essentiel que l'installation aquatique soit dotée d'un système de surveillance environnementale, qui doit être adapté au système de gestion de l'eau.

p. 35

Principe directeur n° 32

Les systèmes de surveillance doivent permettre de détecter les fluctuations de la qualité de l'eau et y réagir avant que celles-ci menacent la vie des poissons hébergés dans le système.

p. 35

Principe directeur n° 33

Les paramètres de la qualité de l'eau doivent être mesurés à une fréquence appropriée à l'installation et ils doivent permettre une gestion prévi-

sionnelle de la qualité de l'eau plutôt que réactionnelle en cas de crise.

p. 35

Principe directeur n° 34

On doit disposer de bons appareils de mesure de la qualité de l'eau étalonnés régulièrement et bien entretenus. Les registres sur la qualité de l'eau doivent être maintenus à jour et gardés disponibles aux fins d'une analyse rétrospective en cas de problème.

p. 36

Principe directeur n° 35

Les paramètres de la qualité de l'eau doivent faire l'objet d'une surveillance et être maintenus à des valeurs acceptables pour l'espèce gardée.

Section 3.1 Gestion de qualité de l'eau, p. 36

Principe directeur n° 36

Les poissons ne doivent pas être exposés à des écarts brusques de température, en particulier à des réchauffements rapides.

Section 3.2 Température, p. 37

Principe directeur n° 37

Les poissons doivent être maintenus dans une eau ayant une concentration suffisante en oxygène.

Section 3.3 Oxygène, p. 37

Principe directeur n° 38

Les systèmes aquatiques sont sensibles à la sursaturation aiguë ou chronique. Les personnes responsables du fonctionnement des systèmes aquatiques doivent comprendre les causes de sursaturation gazeuse et des méthodes permettant de prévenir ce phénomène.

Section 3.4 Sursaturation, p. 38

Principe directeur n° 39

Le pH de l'eau doit être maintenu à une valeur stable et optimale parce que toute fluctuation de ce paramètre influe sur les autres paramètres de qualité.

Section 3.5 pH, p. 39

Principe directeur n° 40

L'ammoniac libre et les nitrites sont toxiques pour les poissons et toute augmentation de leur concentration doit obligatoirement être évitée.

Section 3.6 Composés azotés, p. 39

Principe directeur n° 41

Les fluctuations de la salinité sont par nature stressantes pour les espèces de poissons, et on doit modifier ce paramètre lentement tout en surveillant leur état physique.

Section 3.8 Salinité, p. 40

Principe directeur n° 42

Lorsqu'on a des raisons de croire que des matériaux dangereux ou des agents infectieux ont pénétré accidentellement dans le circuit d'eau, celui-ci doit être isolé et testé.

Section 3.9 Agents toxiques, p. 40

Principe directeur n° 43

Les produits chimiques doivent être entreposés à bonne distance des zones d'hébergement des poissons et de la source d'approvisionnement en eau.

Section 3.9 Agents toxiques, p. 41

E. CAPTURE, ACQUISITION, TRANSPORT ET QUARANTAINE

1. Capture de poissons sauvages

Principe directeur n° 44

Les espèces de poissons sauvages doivent être capturées, transportées et manipulées de façon à minimiser la morbidité et la mortalité.

p. 42

Principe directeur n° 45

Lors de l'acquisition d'espèces de poissons exotiques auprès de fournisseurs d'aquariums ou de collections, on doit consulter les autorités locales, provinciales ou territoriales et fédérales pour déterminer quels sont les risques de relâchement involontaire, d'introduction accidentelle, de maladie exotique et autres conséquences néfastes possibles, en plus de savoir comment réduire ces risques.

p. 42

3. Composés piscicides

Principe directeur n° 46

On doit rechercher des solutions de rechange aux piscicides, par exemple des agents anesthésiants

ayant un effet minimal sur l'environnement et sur les espèces non visées.

p. 42

4. Acquisition de poissons d'élevage

Principe directeur n° 47

Les poissons doivent provenir d'élevages ayant un statut sanitaire bien défini et leurs antécédents génétiques doivent de préférence être connus. On doit encourager les élevages à se doter de pratiques d'entretien et de gestion équivalant à ce qui existe dans la production des autres animaux de laboratoire.

p. 43

6. Quarantaine et acclimatation

Principe directeur n° 48

Après le transport et avant d'être soumis à des expériences, les poissons doivent être acclimatés aux conditions du laboratoire pendant la période de quarantaine.

p. 44

Principe directeur n° 49

Dans la mesure du possible, les poissons de provenances différentes ne doivent pas être mélangés les uns aux autres.

p. 44

Principe directeur n° 50

Dans les zones de quarantaine, on doit faire preuve d'une vigilance accrue en matière de surveillance des poissons et de mise à jour des dossiers pour pouvoir détecter tout problème de santé chez les animaux visés et y répondre adéquatement.

Section 6.1 Quarantaine, p. 44

Principe directeur n° 51

La durée de la quarantaine doit permettre de maintenir les espèces de poissons visées en bon état de santé.

Section 6.1 Quarantaine, p. 45

Principe directeur n° 52

La gestion des zones de quarantaine doit suivre des pratiques rigoureuses de lutte contre les agents infectieux.

Section 6.1 Quarantaine, p. 45

F. SOIN DES POISSONS

1. Tenue des dossiers et documentation

Principe directeur n° 53

On doit élaborer des procédés normalisés de fonctionnement détaillés pour le soin de toutes les espèces de poissons et pour la désinfection des bassins, des salles et du matériel.

Section 1.1 Procédés normalisés de fonctionnement, p. 47

Principe directeur n° 54

Pour chaque groupe de poissons, on doit se servir de listes de vérification afin de pouvoir tenir à jour les registres de toutes les opérations de nettoyage et d'entretien en plus des procédures expérimentales effectuées.

Section 1.2 Listes générales de vérification, p. 47

Principe directeur n° 55

On doit mesurer quotidiennement les paramètres physiques et comportementaux de base permettant d'évaluer le bien-être global des espèces de poissons et tenir à jour les registres avec ces renseignements. On doit rechercher, identifier et corriger les causes de toute variation de ces paramètres.

Section 1.3 Évaluation du bien-être global des poissons, p. 47

2. Densité et capacité de charge

Principe directeur n° 56

On doit héberger chaque espèce à une densité qui permet d'assurer son bien-être global tout en respectant les paramètres expérimentaux. Cependant, dans certains cas, il faudra déterminer quel est le milieu de vie idéal d'une espèce donnée à partir de critères de performance tels que le taux de croissance. Les densités maximales établies ne doivent pas être dépassées.

p. 48

3. Aliments, repas et nutrition

Principe directeur n° 57

Les aliments doivent être achetés auprès de fournisseurs qui suivent les normes de fabrication employées dans l'industrie des aliments pour poissons et autres animaux domestiques, et qui répondent aux besoins alimentaires de l'espèce si ceux-ci sont documentés (publications) et disponibles.

Section 3.2 Aliments et repas, p. 48

Principe directeur n° 58

Les sacs d'aliments doivent porter une étiquette indiquant la date de la fabrication et donnant les informations relatives à la composition. À l'arrivée de gros envois de nourriture, on doit prélever de petits échantillons en vue de tests indépendants.

Section 3.2 Aliments et repas, p. 49

Principe directeur n° 59

Pour préserver la qualité nutritionnelle des aliments, on doit les entreposer dans un endroit sombre et réservé à cet effet, à l'abri des parasites et animaux nuisibles et où la température et l'humidité sont contrôlées. On doit protéger de la même façon les aliments destinés à une consommation immédiate et se trouvant dans les dispositifs de distribution. Les aliments employés lors des repas quotidiens doivent être gardés dans des contenants à couvercle scellé qui les protègent de l'humidité et de la lumière, et être remplacés fréquemment par des aliments qui sont entreposés.

Section 3.3 Qualité et entreposage des aliments, p. 49

Principe directeur n° 60

Les espèces de poissons doivent obligatoirement être nourries à une fréquence adéquate avec des aliments qui répondent bien à leurs besoins nutritionnels et sont de taille convenable. Une technique optimale de présentation des aliments est essentielle au bon état de santé et au bien-être global des poissons, et permet d'éviter de salir l'eau avec des restes d'aliments non consommés.

Section 3.3 Qualité et entreposage des aliments, p. 49

Principe directeur n° 61

Que les espèces de poissons soient nourries manuellement ou automatiquement, on doit les observer régulièrement pour déterminer si le poisson réagit tel qu'il a été prévu et si les rations sont suffisantes ou excessives.

Section 3.3 Qualité et entreposage des aliments, p. 49

Principe directeur n° 62

Les aliments médicamentés ne doivent être administrés que lorsqu'ils ont été prescrits par un vétérinaire et sous la supervision de celui-ci.

Section 3.5 Emploi d'aliments médicamentés, p. 51

4. Géniteurs et reproduction

Principe directeur n° 63

Les systèmes d'hébergement des géniteurs et les conditions environnementales doivent convenir à l'espèce visée. On doit accorder une attention particulière aux indices environnementaux liés au maintien (ou à la manipulation) des cycles reproductifs endogènes.

p. 52

Principe directeur n° 64

Là où c'est possible, on doit opter pour une gestion rationnelle du patrimoine génétique des géniteurs. En consultation avec un vétérinaire, on doit mettre en œuvre un programme strict de prévention des maladies et de surveillance de l'état de santé des géniteurs pour assurer la production d'une progéniture saine et empêcher la propagation de maladies par les sources d'approvisionnement en eau, les poissons ou leurs œufs.

p. 52

G. SANTÉ ET PRÉVENTION DES MALADIES

1. Programme de santé des poissons

Principe directeur n° 65

Toutes les installations doivent obligatoirement disposer d'un programme de suivi de l'état de santé des poissons.

p. 53

Principe directeur n° 66

Les mesures stratégiques de prévention de la maladie doivent comprendre les éléments suivants : 1) une entente écrite formelle avec un professionnel de la santé des poissons (habituellement un vétérinaire) responsable de la gestion des problèmes de morbidité et de mortalité à l'installation; 2) un programme de détection et de gestion des maladies et des problèmes de qualité de l'eau liés au stress physiologique; 3) une mise en œuvre stratégique des mesures de lutte contre les maladies telles que la quarantaine, la vaccination et les traitements prophylactiques; 4) un système de surveillance régulière et de signalement pour l'évaluation de l'état de santé.

Section 1.1 Prévention des maladies, p. 53

Principe directeur n° 67

L'un des principaux volets du programme de gestion sanitaire doit être le diagnostic précoce et l'identification des causes, des mécanismes et des facteurs de stress en vue de la mise en œuvre de mesures correctives appropriées.

Section 1.2 Diagnostic des maladies et identification des pathogènes, p. 54

Principe directeur n° 68

Les programmes de gestion sanitaire des poissons doivent viser à identifier les pathogènes cliniques et subcliniques voire opportunistes dont la présence peut résulter de facteurs de stress d'origine expérimentale.

Section 1.2 Diagnostic des maladies et identification des pathogènes, p. 54

Principe directeur n° 69

On doit porter une attention particulière au suivi des poissons après tout événement susceptible de produire un stress.

Section 1.2 Diagnostic des maladies et identification des pathogènes, p. 54

Principe directeur n° 70

Les procédures de manipulation ne doivent être exécutées que par des personnes compétentes et à l'aide de techniques qui réduisent les risques de blessure. On doit s'efforcer de réduire la morbidité et la mortalité résultant de troubles de l'osmorégulation, d'acidose systémique et d'infections opportunistes des lésions cutanées produites par manipulation ou traumatismes.

Section 1.3 Lésions et autres troubles, p. 54

Principe directeur n° 71

On doit prendre des mesures sanitaires pour éviter les interactions comportementales pouvant avoir des conséquences néfastes comme les agressions.

Section 1.3 Lésions et autres troubles, p. 55

Principe directeur n° 72

Pour tout traitement standard, on doit établir des procédés normalisés de fonctionnement comprenant la définition de points limites pour les poissons affectés.

Section 1.3 Lésions et autres troubles, p. 55

H. PROCÉDURES EXPÉRIMENTALES

1. Manipulation et contention

Principe directeur n° 73

Les poissons doivent jeûner avant toute manipulation.

p. 56

Principe directeur n° 74

Le personnel qui manipule les espèces de poissons doit avoir reçu une formation sur les méthodes à employer pour réduire les blessures et la morbidité chez les animaux dont il a la charge.

p. 56

Principe directeur n° 75

Les poissons ne doivent être manipulés que lorsque nécessaire et le nombre des manipulations doivent être réduit autant que possible.

p. 56

Principe directeur n° 76

En manipulant les poissons, on doit éviter autant que possible d'endommager la barrière cutanée de mucus.

p. 56

Principe directeur n° 77

La contention et la manipulation des espèces de poissons doivent être exécutées de façon à réduire autant que possible la stimulation visuelle. Autant que faire se peut, on doit protéger les poissons de la lumière vive et des fluctuations rapides de la luminosité lors de leur contention.

p. 57

Principe directeur n° 78

De façon générale, les poissons ne doivent pas être maintenus hors de l'eau pendant plus de 30 secondes.

p. 57

Principe directeur n° 79

Les personnes qui travaillent avec des espèces dangereuses doivent obligatoirement être formées à cette fin et avoir les compétences requises. Les articles de premiers soins appropriés (p. ex., antivenin, trousse de premiers soins, etc.) doivent obligatoirement être à portée de la main.

Section 1.1 Contention des espèces dangereuses, p. 57

2. Espace restreint

Principe directeur n° 80

On doit, autant que faire se peut, s'efforcer de fournir aux poissons qui sont dans un espace restreint un environnement aussi peu stressant que possible, tout en respectant les contraintes du protocole expérimental.

p. 58

3. Chirurgie

Principe directeur n° 81

Les interventions chirurgicales doivent être effectuées par des personnes ayant reçu une formation adéquate.

Section 3.1 Préparation chirurgicale et désinfection de la peau, p. 58

Principe directeur n° 82

Avant de tenter toute intervention chirurgicale sur des animaux vivants destinés à se rétablir, on doit pratiquer les techniques chirurgicales et de suture sur des objets inertes ou des spécimens morts afin d'acquérir les compétences requises.

Section 3.1 Préparation chirurgicale et désinfection de la peau, p. 58

Principe directeur n° 83

Lors de la préparation des champs opératoires, on doit éviter d'endommager les tissus et de contaminer les blessures.

Section 3.1 Préparation chirurgicale et désinfection de la peau, p. 58

Principe directeur n° 84

On doit porter attention aux conditions d'asepsie, à la désinfection et à l'emploi d'instruments stériles afin de minimiser la contamination des plaies et de favoriser la guérison.

Section 3.1 Préparation chirurgicale et désinfection de la peau, p. 59

Principe directeur n° 85

Pendant une intervention prolongée, la qualité de l'eau doit être maintenue et sa charge bactérienne et organique doit être aussi faible que possible. L'eau servant à l'anesthésie doit provenir de la même source que celle du bassin pour éviter le choc dû aux différences de température, de pH, d'électrolytes, etc.

Section 3.2 Qualité de l'eau pendant la chirurgie, p. 59

Principe directeur n° 86

On doit utiliser des anesthésiques dans les expériences pour lesquelles on prévoit l'occurrence de stimuli nocifs et dans les cas où les manipulations seront importantes et longues et dont on peut raisonnablement présumer qu'il en résultera traumatisme et effets physiologiques négatifs pour les poissons.

Section 3.3 Anesthésie, p. 59

Principe directeur n° 87

On doit choisir les anesthésiques selon la prévisibilité documentée dans la littérature de leurs effets, tels que l'immobilisation, l'analgésie et la rapidité d'induction et de récupération; on doit également s'assurer qu'ils offrent une bonne marge de sécurité pour les animaux et les manipulateurs.

Section 3.3 Anesthésie, p. 60

Principe directeur n° 88

Comme les effets d'un anesthésique peuvent varier selon les caractéristiques locales de l'eau, l'espèce considérée, le stade du cycle vital et la taille du poisson, on doit tester ces substances sur un échantillon de quelques individus quelle que soit l'application envisagée.

Section 3.3 Anesthésie, p. 60

Principe directeur n° 89

Le personnel travaillant avec des agents anesthésiques sur des poissons doit avoir reçu une formation adéquate et porter des vêtements de protection individuelle.

Section 3.3 Anesthésie, p. 60

Principe directeur n° 90

Les incisions doivent éviter la ligne latérale et suivre l'axe longitudinal du corps du poisson.

Section 3.5 Incisions, p. 61

Principe directeur n° 91

De façon générale, pour fermer les incisions dans la peau des poissons, on doit se servir de monofilaments résistants, inertes et non hygroscopiques ainsi que d'aiguilles atraumatiques.

Section 3.6 Techniques et matériaux de suture, p. 61

Principe directeur n° 92

En laboratoire et le cas échéant sur le terrain, les poissons doivent être attentivement surveillés après la chirurgie.

Section 3.8 Soins postopératoires, p. 62

Principe directeur n° 93

Les poissons doivent être protégés partiellement ou totalement des interactions intraspécifiques dans les bassins, et placés dans des conditions qui conviennent à l'espèce.

Section 3.8 Soins postopératoires, p. 63

Principe directeur n° 94

Les coûts et les avantages de l'emploi d'antibiotiques à titre prophylactique après l'intervention chirurgicale doivent être soigneusement examinés.

Section 3.8 Soins postopératoires, p. 63

Principe directeur n° 95

Dans le protocole expérimental, et lorsqu'on garde des groupes sociaux de poissons qui récupèrent, on doit tenir compte des facteurs sociaux tels que les différences de taille, la capacité du poisson à se nourrir ou à empêcher les autres de s'alimenter et les comportements agonistiques.

Section 3.8 Soins postopératoires, p. 63

4. Administration des composés et dispositifs par diverses voies d'administration

Principe directeur n° 96

Si, pour un traitement, l'on prévoit administrer un composé par voie orale, le volume de la dose ne doit pas dépasser 1 % du poids corporel de l'animal (1 mL/100 g).

Section 4.2 Voie orale, p. 64

Principe directeur n° 97

Lorsqu'on effectue une injection, on doit prendre soin d'introduire l'aiguille dans les espaces situés entre les écailles. Les injections intramusculaires peuvent être faites dans les gros muscles abdominaux et épiaxiaux dorsaux, tout en prenant soin d'éviter la ligne latérale et les vaisseaux sanguins ventraux. Lorsqu'on effectue une injection intrapéritonéale (IP), on doit éviter de pénétrer dans les viscères abdominaux parce que les substances qui provoquent une inflammation peuvent mener à la formation de plaques d'adhésion.

Section 4.3 Injection, p. 64

Principe directeur n° 98

Les implants doivent être biocompatibles et aseptiques et ils doivent être mis en place à l'aide de techniques stériles.

Section 4.4 Implants, fenêtres et bioréacteurs, p. 64

5. Étiquetage et marquage

Principe directeur n° 99

Les chercheurs doivent obligatoirement s'efforcer de réduire autant que possible tous les effets néfastes des procédures de marquage et d'étiquetage sur le comportement, la physiologie ou le taux de survie des animaux étudiés. Lorsque ces effets sont inconnus, on doit effectuer une étude pilote.

p. 65

Principe directeur n° 100

On ne doit recourir aux techniques de marquage qui causent des lésions significatives aux tissus (p. ex., marquage à chaud, tatouage ou découpe de nageoires importantes) qu'après avoir démontré à un comité de protection des animaux que d'autres méthodes ne permettent pas d'obtenir les résultats recherchés.

Section 5.1 Marquage des tissus, p. 65

6. Prélèvement de liquides organiques

Principe directeur n° 101

On doit mettre les poissons sous sédatif ou sous anesthésie pour les immobiliser dans les cas de prélèvement ou de canulation. Il ne faut pas oublier que la contention et l'anesthésie peuvent affecter les paramètres physiologiques tels que les taux d'hormones et de glucose dans le sang.

p. 66

8. Points limites et critères d'euthanasie précoce

Principe directeur n° 102

Dans la mesure où cela est réalisable, les chercheurs doivent éliminer, atténuer ou réduire la

douleur et la détresse conformément aux bonnes pratiques scientifiques.

Section 8.1 Reconnaissance de la « douleur », de la « détresse » et du « stress », p. 68

Principe directeur n° 103

Un point limite doit être défini dans le cas des études susceptibles de produire de la douleur ou de la détresse chez l'animal. Une étude pilote doit être faite afin d'identifier les signes cliniques devant servir de point limite et de déterminer le mode de surveillance approprié des animaux.

Section 8.2 Choisir un point limite approprié, p. 68

Principe directeur n° 104

Avant d'effectuer une étude impliquant des points limites précoces prélétaux prédéfinis, on doit dresser une liste de paramètres qui favorisent une évaluation objective de l'état de santé de l'animal.

Section 8.2 Choisir un point limite approprié, p. 69

Principe directeur n° 105

Dans toute étude où l'on s'attend à une morbidité et à une mortalité, les critères d'euthanasie précoce doivent être clairement définis.

Section 8.2 Choisir un point limite approprié, p. 69

9. Surveillance

Principe directeur n° 106

Selon la nature de l'étude et le moment de la morbidité, la surveillance doit être effectuée au moins une fois par jour. La fréquence de surveillance doit permettre le retrait des poissons avant que ne survienne une morbidité grave. On doit accroître la fréquence de surveillance lorsqu'on s'attend à une mortalité élevée.

p. 69

10. Modalités de renforcement négatif

Principe directeur n° 107

On doit effectuer des études pilotes et des recherches documentaires pour déterminer quelle est la méthode la moins invasive permettant d'obtenir une réponse reproductible dans les expériences de renforcement négatif chez les espèces de poissons.

p. 70

11. Exercice jusqu'à épuisement

Principe directeur n° 108

Les études sur les espèces de poissons qui prévoient l'activité de nage forcée jusqu'à l'épuisement, souvent conjointement avec un renforcement négatif, doivent être rigoureusement conformes aux principes directeurs concernant la réduction de la détresse chez les animaux. Les espèces de poissons employés dans les expériences d'exercice jusqu'à l'épuisement doivent faire l'objet d'une surveillance continue.

p. 70

12. Milieux extrêmes

Principe directeur n° 109

Dans les études portant sur l'exposition des poissons à des milieux extrêmes, le point limite le plus précoce possible doit être choisi.

p. 70

13. Poissons génétiquement modifiés

Principe directeur n° 110

Chez les espèces de poissons génétiquement modifiés, il peut y avoir des changements physiologiques et anatomiques résultant de la modification de leur génome, de sorte que ces animaux doivent faire l'objet d'une surveillance étroite.

p. 71

Principe directeur n° 111

On ne doit absolument pas permettre l'introduction des poissons génétiquement modifiés dans l'alimentation ou dans la chaîne alimentaire humaine ou animale, à moins de leur avoir fait subir une évaluation de sécurité complète et que Santé Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments aient émis une autorisation pour leur vente, leur fabrication ou leur importation comme aliment destiné à la consommation humaine ou animale.

p. 71

I. EUTHANASIE

Principe directeur n° 112

Lorsque c'est possible, l'euthanasie des poissons doit se faire en deux étapes, soit l'anesthésie ini-

tiale jusqu'à la perte d'équilibre, puis la mise en œuvre d'une méthode physique ou chimique provoquant la mort cérébrale.

p. 72

Principe directeur n° 113

Si on emploie une technique physique pour euthanasier des poissons, elle doit entraîner la destruction des tissus du cerveau par décérébration ou par écrasement du cerveau.

p. 72

J. DEVENIR DES POISSONS APRÈS L'ÉTUDE

1. Consommation des poissons

Principe directeur n° 114

Avant la mise à mort, les poissons destinés à la consommation et auxquels on a administré des sédatifs ou des anesthésiques doivent être gardés pendant le délai de retrait indiqué.

p. 73

2. Remise en liberté de poissons en milieu naturel

Principe directeur n° 115

De façon générale, les espèces de poissons ayant servi à la recherche et qui ont été maintenues en captivité ne doivent absolument pas être relâchées en milieu naturel. La remise en liberté en milieu naturel n'est permise qu'avec un permis approprié en vertu du Règlement de pêche (dispositions générales) ou des règlements provinciaux ou territoriaux de même nature.

p. 73

4. Transfert de poissons entre les installations

Principe directeur n° 116

Avant de transférer des poissons d'une installation à une autre, on doit effectuer une évaluation de leur état de santé. Toutes les approbations et tous les permis réglementaires pertinents doivent obligatoirement avoir été obtenus avant le transfert.

p. 73

B. INTRODUCTION

Lors de la rédaction des *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des poissons en recherche, en enseignement et dans les tests*, la principale difficulté que nous avons rencontrée a été la grande variété d'espèces de poissons utilisées au Canada, la diversité de leurs habitudes, de leurs comportements, de leur cycle vital, de leurs besoins environnementaux ainsi que des exigences relatives à leur soin. De plus, on ne dispose que de peu d'informations scientifiques permettant de définir les meilleures conditions de bien-être de ces animaux. Certes, les stratégies d'élevage ainsi que les exigences environnementales et relatives à la qualité de l'eau ont fait l'objet de très nombreuses recherches, mais ces travaux visaient généralement à déterminer les conditions d'optimisation de la production en aquaculture et non l'amélioration du bien-être des poissons, et ils n'abordaient généralement pas la question de la différence entre *tolérance* et *préférence* (Fisher, 2000).

Un aspect qui revêt une importance certaine dans ces lignes directrices est la mortalité naturelle élevée des jeunes poissons des espèces dont la stratégie de survie à l'état sauvage passe par la génération d'une progéniture importante. En outre, même chez les espèces ayant habituellement un taux de survie élevé, de nombreuses populations expérimentales comptent des individus qui n'atteindront pas l'âge adulte même dans les meilleures conditions environnementales. Dans certains cas, une approche du bien-être fondée sur la population (ou un groupe de poissons à l'étude) peut être appropriée, mais les individus qui ont peu de chance de survivre devraient être euthanasiés aussitôt qu'ils ont été identifiés.

Un autre point a été pris en compte dans cet ouvrage, à savoir que le public accepte globalement les méthodes de mise à mort qui sont actuellement pratiquées lors de la récolte de poissons sauvages et dans la pratique de la pêche récréative. De façon générale, le public semble enclin à accepter ces méthodes de mise à mort pour la production alimentaire, mais non dans les activités de recherche. Les auteurs de ces lignes directrices reconnaissent qu'en recherche, en enseignement et dans les tests, on accorde plus d'attention au bien-être individuel des animaux, y compris des poissons, que ce qui est généralement accepté dans les activités de récolte commerciale ou de production animale pour l'alimentation. On reconnaît cependant que, dans certains cas, les chercheurs peuvent se procurer des poissons auprès de personnes pratiquant une récolte commerciale ou récréative et qu'ils ont peu d'influence sur les méthodes de capture alors employées.

Les présentes lignes directrices visent les poissons maintenus en captivité dans des installations à des fins de recherche, d'enseignement et de tests ainsi que ceux qui sont étudiés dans leur habitat naturel.

1. Définition du terme « poisson »

Aux fins de ces lignes directrices, les poissons sont définis comme étant les membres des genres de poissons osseux et cartilagineux (classes des Chondrichtyens [poissons cartilagineux], des Agnathes et des Ostéichtyens [poissons osseux]). Les présentes lignes directrices ne couvrent pas les œufs, les embryons et les larves de poissons qui sont encore exclusivement tributaires de leur vitellus. De plus, le système de surveillance du CCPA exclut les invertébrés (sauf les céphalopodes), mais le Conseil encourage les institutions à promouvoir le respect à l'égard de ces animaux en s'assurant que la qualité des installations de garde en captivité et de soin est équivalente à celle spécifiée dans les normes qui s'appliquent aux poissons.

2. Objet des lignes directrices sur le soin et l'utilisation des poissons

L'emploi des poissons comme sujets expérimentaux a connu une forte croissance au cours des deux dernières décennies sous l'effet du développement rapide de l'industrie de l'aquaculture, de l'utilisation exigée des poissons comme indicateurs des modifications de l'environnement, et parce que ces espèces ont remplacé les mammifè-

res en recherche biomédicale, pharmacologique et génétique (DeTolla *et al*., 1995; Fabacher et Little, 2000). On ne vise pas à décourager la tendance actuelle, soit l'utilisation de poissons comme sujets expérimentaux dans des travaux de recherche en remplacement des mammifères auparavant utilisés. Cependant, il faut aussi reconnaître que les poissons ont la capacité de percevoir les stimuli nocifs. Les stimuli nocifs sont ceux qui endommagent ou qui peuvent endommager les tissus normaux, par exemple la pression mécanique, les températures extrêmes et les substances chimiques corrosives. La question de savoir si les poissons ont ou non la capacité de ressentir les effets néfastes habituellement associés à la douleur chez les mammifères fait l'objet de nombreux débats dans la littérature scientifique (FAWC, 1996; FSBI, 2002; Rose, 2002; Braithwaite et Huntingford, 2004). Pourtant, les poissons peuvent avoir des réponses comportementales, physiologiques et hormonales à des facteurs de stress, y compris à des stimuli nuisibles, qui peuvent nuire à leur bien-être. Autant les présentes lignes directrices appuient le rôle de précurseur joué par le Canada dans la recherche sur les poissons, autant elles veillent à ce que le bien-être de ces poissons soit sérieusement pris en compte lors de leur utilisation à des fins de recherche, d'enseignement et de tests, sachant que la science ne peut que bénéficier de l'amélioration du bien-être des animaux.

3. Aperçu des aspects éthiques

Principe directeur n° 1

Les poissons employés en recherche, en enseignement et dans les tests doivent obligatoirement être traités avec autant de respect que les autres espèces de vertébrés.

Le système de surveillance du CCPA pour les animaux utilisés en recherche, en enseignement et dans les tests se fonde sur les principes d'une science conforme à l'éthique, c.-à-d. sur les « trois R » de Russell et Burch (Russell et Burch, 1959) : réduction, remplacement et raffinement. Ces principes sont exposés dans la *politique du CCPA sur : les principes régissant la recherche sur les animaux* (CCPA, 1989). Cette politique vise toutes les espèces couvertes par le système du CCPA, c.-à-d. l'ensemble des vertébrés et les céphalopodes.

De plus, le système du CCPA se situe dans une perspective de « responsabilité morale » en matière d'utilisation des animaux en science, comme cela est expliqué dans le module 2 du tronc commun du programme de formation des utilisateurs d'animaux d'expérimentation (*L'éthique et l'expérimentation animale*) (www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/ETCC/Module02/toc.htm). Le premier principe directeur des *lignes directrices du CCPA sur : la formation des utilisateurs d'animaux dans les institutions (CCPA, 1999a)* se lit comme suit : «Les institutions doivent s'efforcer par le biais de leurs programmes de formation de cultiver le respect de la vie animale».

3.1 Principes des « trois R »

Selon la *politique du CCPA sur : les principes régissant la recherche sur les animaux* (CCPA, 1989), ce sont les comités de protection des animaux (CPA) locaux qui ont la responsabilité de veiller à ce que les chercheurs n'utilisent des poissons que s'ils ont tenté en vain, par tous les moyens possibles, de trouver un modèle non animal.

Comme pour ce qui est des autres espèces couvertes par le système du CCPA, les chercheurs qui utilisent des poissons doivent choisir les méthodes les plus conformes à l'éthique et utiliser le plus petit nombre d'animaux permettant d'obtenir des données valides. Pour ce faire, ils devront adopter une bonne stratégie de recherche, à savoir : identification d'expériences clés déterminant si un axe de recherche donné vaut la peine d'être suivi; recours à des études pilotes; progression graduelle allant d'expériences *in vitro* à des expériences *in vivo* là où cela est possible; et accroissement progressif des stimuli à l'étude, là où c'est possible (Balls *et al*., 1995). Les choix du nombre d'animaux et des espèces nécessaires dépendent de la question à l'étude. Les études de terrain, d'aquaculture et de laboratoire nécessitent des modèles statistiques différents; de façon générale, les études de terrain et la production en aquaculture exigent l'utilisation d'un plus grand nombre d'animaux. Dans chaque type d'étude, le nombre de poissons utilisés dépend également du stade du cycle vital dans lequel ils se trouvent. Les études portant sur les premiers stades du cycle de vie nécessitent habituellement un plus grand nombre d'individus. Dans tous les cas, les études devraient être conçues pour limiter autant que possible le nom-

bre d'animaux utilisés. Heffner *et al*. (1996) et Festing *et al*. (2002) commentent le traitement des échantillons et des unités expérimentales. On encourage les chercheurs à consulter un statisticien pour mettre sur pied un dispositif expérimental dont l'efficacité statistique permettra d'atteindre les objectifs de recherche (Nickum *et al*., 2004).

Selon la *politique du CCPA sur : les principes régissant la recherche sur les animaux* (CCPA, 1989), il est obligatoire de se conformer aux principes suivants :

- l'entretien des animaux doit viser à leur conférer le meilleur état de santé et le meilleur bien-être possible, dans la mesure des exigences imposées par le protocole expérimental;
- on ne doit pas infliger aux animaux une douleur ou une détresse qui peut être évitée et qui n'est pas rendue nécessaire par la nature du protocole;
- des experts doivent confirmer la valeur potentielle de toute étude portant sur des animaux, y compris les poissons (par ex., le mérite scientifique de la recherche, voir la *politique du CCPA sur : l'importance de la révision indépendante par les pairs du mérite scientifique des projets de recherche faisant appel à l'utilisation des animaux* (CCPA, 2000a); la valeur pédagogique pour l'enseignement; et la pertinence de la méthodologie pour obtenir des résultats de tests conformément aux exigences réglementaires en vigueur);
- si la douleur ou la détresse se révèle être une composante justifiée de l'étude, l'intensité et la durée doivent en être réduites au minimum; et
- s'il est observé qu'un animal ressent une douleur ou une détresse grave et impossible à soulager, on devrait le mettre à mort immédiatement par une méthode d'euthanasie approuvée.

Pour que les principes ci-dessus soient respectés, il faut que les poissons reçoivent des soins de même qualité que les autres animaux visés par le système du CCPA. Les lignes directrices du CCPA se fondent sur deux grandes idées fondamentales en matière d'éthique : maximiser le bien-être et minimiser la douleur et (ou) la détresse des animaux. Tout facteur qui perturbe l'équilibre physiologique normal de l'animal a un effet sur l'étude en cours, et devrait donc être évité ou réduit autant que possible pour des raisons tant scientifiques qu'éthiques, à moins que ce facteur ne constitue lui-même l'objet de la recherche.

Il existe un très grand nombre d'espèces de poissons, chacune ayant ses propres caractéristiques anatomiques, physiologiques et comportementales. Les chercheurs et le personnel chargé des soins aux animaux doivent donc se familiariser avec les caractéristiques de l'espèce proposée pour s'assurer que des installations et des procédures d'entretien appropriées soient prêtes avant l'arrivée des animaux.

4. Responsabilités

Les responsabilités des chercheurs, des comités de protection des animaux (CPA) et des vétérinaires sont définies dans cette partie; les chercheurs et les membres des CPA trouveront néanmoins dans tout le document des informations plus détaillées qui leur seront utiles pour assumer ces responsabilités.

4.1 Responsabilités des chercheurs

4.1.1 Protocoles prévoyant l'utilisation de poissons

Principe directeur n° 2

Les projets qui prévoient l'utilisation de poissons en recherche, en enseignement ou dans les tests doivent faire l'objet d'un protocole, qui doit être approuvé par un comité de protection des animaux avant le début des travaux.

Les chercheurs ont la responsabilité d'obtenir l'approbation du CPA avant de commencer tout travail sur des animaux. Pour plus de détails sur les renseignements qui devraient figurer dans un protocole à soumettre à un CPA, voir les *lignes directrices sur : la révision des protocoles d'utilisation d'animaux d'expérimentation* (CCPA, 1997a) et la *politique du CCPA sur : le mandat des comités de protection des animaux* (CCPA, 2000b) ou les versions plus récentes de ces documents. Les chercheurs qui se procurent des poissons en milieu naturel ou qui effectuent des études de terrain doivent

également consulter les *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des animaux sauvages*, paragraphe B 3.1.1.1, Protocoles prévoyant l'utilisation d'animaux sauvages (CCAC, 2003a).

Lorsqu'ils travaillent à l'étranger, les chercheurs canadiens sont assujettis par défaut aux lignes directrices en vigueur au Canada ainsi qu'à la législation et à la réglementation régissant les soins aux animaux dans le pays où ils effectuent leurs travaux. Cela s'applique également aux projets de recherche en collaboration, que les travaux se déroulent au Canada ou dans un autre pays (voir la *politique du CCPA sur : les projets d'étude impliquant deux institutions ou plus et faisant appel à l'utilisation des animaux* [CCPA, 2003b]).

4.1.2 Études et activités nécessitant l'établissement de protocoles

4.1.2.1 Travaux nécessitant l'établissement de protocoles et l'inclusion dans les inventaires d'utilisation des animaux

Les présentes lignes directrices contiennent des recommandations s'adressant aux chercheurs qui utilisent des poissons. Ces animaux doivent être traités conformément à l'éthique, qu'ils fassent l'objet ou non d'un protocole d'utilisation des animaux ou qu'ils figurent ou non dans un inventaire.

L'établissement d'un protocole et l'inclusion dans les inventaires d'utilisation des animaux sont obligatoires dans les cas suivants (Fiche d'utilisation des animaux d'expérimentation du CCPA, voir Présentation des données d'utilisation des animaux, (www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Assessment/AUDFen.htm) :

- maintien de poissons vivants en captivité, quelle que soit la durée de celle-ci (même quelques heures) à des fins de recherche, d'exposition, d'enseignement ou de tests;
- prélèvement d'échantillons avec mise à mort des poissons sur le terrain à des fins de recherche, d'enseignement ou de tests non conventionnels;
- capture, échantillonnage ou autre type de manipulation et remise en liberté des poissons à des fins de recherche, d'enseignement ou de tests; et
- poissons génétiquement modifiés.

4.1.2.2 Travaux ne nécessitant pas l'établissement de protocoles ou l'inclusion dans les inventaires d'utilisation des animaux

Pour les activités suivantes, l'établissement de protocoles et l'inclusion dans les inventaires d'utilisation des animaux ne sont pas obligatoires :

- œufs, embryons et larves de poissons qui sont encore exclusivement tributaires de leur vitellus;
- poissons d'origine sauvage ou provenant d'élevage non destinés à des travaux de recherche, mais dont la reproduction est assez bien connue pour qu'on la considère comme ordinaire;
- observation de poissons sur le terrain en l'absence de toute manipulation ou de tout dérangement;
- décompte de poissons dans des installations telles que des barrières et des trappes de comptage;
- échantillonnage de poissons après mise à mort en vertu d'un mandat gouvernemental ou d'un autre mandat réglementaire dans le cadre de procédures d'inspection établies, de mesure de l'abondance et d'autres paramètres démographiques pour l'évaluation des stocks et la surveillance ordinaire des maladies ou des taux de contamination et de toxines; et
- poissons déjà tués à des fins établies pour l'aquaculture ou la pêche commerciale.

Principe directeur n° 3

Avant de pouvoir travailler sur des poissons, les chercheurs, le personnel technique et les étudiants diplômés doivent obligatoirement avoir reçu une formation adéquate et leurs compétences doivent avoir été évaluées.

Selon les *lignes directrices du CCPA sur : la formation des utilisateurs d'animaux dans les institutions* (CCPA, 1999a), les chercheurs et les étudiants doivent satisfaire aux exigences de formation concernant l'utilisation des poissons en recherche, c.-à-d.

avoir terminé les éléments du tronc commun du *Plan de cours recommandé pour un programme institutionnel de formation destiné aux utilisateurs d'animaux* (CCPA, 1999b) ainsi que la formation pratique pertinente. Ici, les « étudiants » sont les étudiants diplômés; les étudiants non diplômés devraient être supervisés par une personne dûment qualifiée. Sur le site Internet du CCPA (www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/CCAC_Programs_ETC.htm), on trouvera d'autres renseignements sur les cours à l'intention des chercheurs appelés à utiliser des poissons comme animaux de recherche. Pour avoir les compétences nécessaires à l'exécution des procédures, les utilisateurs d'animaux doivent suivre tous les cinq ans une formation d'appoint et suivre au besoin une formation supplémentaire.

Principe directeur n° 4

Les chercheurs doivent connaître les règlements de santé et de sécurité au travail en matière de protection du personnel contre les dangers physiques et biologiques connus ou présumés, et ils doivent obligatoirement s'y conformer.

Comme tous les autres laboratoires, les installations de soin aux animaux (y compris les installations aquatiques) doivent être dotées d'un programme de santé et sécurité au travail. Tous les employés travaillant dans l'installation doivent connaître les exigences des législations fédérale et provinciales/territoriales ainsi que les règlements municipaux. Au chapitre VIII du *Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation* (CCPA, 1993a), on trouvera d'autres détails concernant la santé et la sécurité au travail.

Principe directeur n° 5

Les chercheurs doivent connaître les risques potentiels liés à la présence d'agents de zoonoses chez les poissons.

On trouvera un survol des agents de zoonoses à l'Annexe B de ce document.

4.2 Responsabilités du comité de protection des animaux

Pour plus de détails sur les rôles et les responsabilités des comités de protection des animaux (CPA) des institutions, on devrait consulter le *mandat des comités de protection des animaux* (CCPA, 2000b). En particulier, les CPA sont responsables de l'examen de toutes les études menées par les chercheurs relevant de leur institution, que les travaux soient effectués à l'interne ou ailleurs. Les CPA devraient veiller à ce que tous les animaux reçoivent des soins appropriés à tous les stades de leur cycle de vie et dans toutes les situations expérimentales. Ils ont la responsabilité de s'assurer que les installations où sont hébergés les animaux sont gérées de façon appropriée. En particulier, les CPA doivent vérifier qu'une personne a clairement été désignée comme responsable du soin des animaux et de la gestion des installations, et que cette personne est également membre du CPA. De plus, les membres du CPA doivent visiter les installations d'hébergement des animaux et les endroits où on utilise régulièrement des animaux pour mieux comprendre les travaux qui sont effectués dans leur institution.

Les CPA ont la charge de s'assurer qu'un vétérinaire est disponible pour prodiguer des soins à tous les animaux qui servent à des fins expérimentales dans l'institution.

4.3 Rôle du vétérinaire

Le CCPA se réfère à la *Déclaration de l'ACMAL/CALAM sur les normes de soins vétérinaires* (ACMAL/CALAM, 2004) comme norme canadienne sur le rôle et les responsabilités du vétérinaire dans une institution où l'on utilise des animaux pour la recherche, l'enseignement ou des tests, et le CCPA évalue les participants à son programme à la lumière de ce document. On recommande que les vétérinaires qui travaillent dans les institutions avec de grandes populations de poissons reçoivent une formation spécialisée en gestion sanitaire des poissons destinés à la recherche, à l'enseignement ou aux tests.

5. Réglementations et politiques gouvernementales sur l'utilisation des poissons

Principe directeur n° 6

Toute personne faisant l'acquisition de poissons, les transportant ou effectuant une recherche sur les poissons doit obligatoirement connaître la réglementation et les politiques pertinentes internationales, fédérales

et provinciales ou territoriales régissant la capture des poissons et (ou) leur déplacement d'un plan d'eau à un autre ou d'une juridiction à une autre, et elle doit obligatoirement se conformer à cette réglementation et ces politiques.

Il est important de communiquer avec les organismes réglementaires nommés ci-dessous pour s'assurer de la conformité de tout projet avec la réglementation en vigueur.

5.1 Échelon international

À l'échelon international, il existe divers codes, accords et conventions concernant les introductions et les transferts d'organismes aquatiques. Les exigences pertinentes sont habituellement reflétées dans la réglementation nationale. Par conséquent, en ce qui concerne les activités qui se déroulent au Canada ou qui relèvent autrement de la législation du Canada, une vérification effectuée auprès des autorités canadiennes compétentes et dans le respect du droit canadien devrait suffire à assurer la conformité avec les normes internationales. Suivent ci-après quelques exemples d'accords, de conventions et de codes internationaux :

Convention sur la diversité biologique (CDB)

- Signée et ratifiée par le Canada en 1992, la CDB définit les obligations d'ordre général relatives à la protection de la biodiversité. Parmi les catégories de programmes relevant de la CBD, on trouve la biodiversité marine et côtière et la biodiversité des eaux douces. www.biodiv.org/convention/articles.asp

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES)

- La CITES, en vigueur depuis 1975, regroupe 167 pays membres (en 2005) dont le Canada. Les pays membres interdisent le commerce d'espèces menacées d'extinction et réglementent et surveillent le commerce des autres espèces qui pourraient devenir menacées d'extinction. La CITES vise non seulement les animaux vivants, mais également leurs parties, ce qui inclut tous les types d'échantillons biologiques (peau, poils, os/arêtes, sang, sérum, etc.). www.cites.org/fra/index.shtml

Code de conduite pour les introductions et les transferts d'organismes marins

- Dans le but d'effectuer une synthèse internationale, le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) demande d'être avisé à l'avance de tout projet d'introduction pouvant affecter des plans d'eau partagés. www.ices.dk/reports/general/2004/ICESCOP2004.pdf

Code sanitaire international pour les animaux aquatiques (pour les poissons, les mollusques et les crustacés)

- Pour faciliter le commerce international, l'Office international des épizooties s'appuie sur ce code (mis à jour tous les deux ans) qui définit les exigences sanitaires minimales visant à éviter la propagation des maladies des animaux aquatiques. www.oie.int/fr/normes/fr_acode.htm

Accord sur l'application de mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS)

- Ce document définit les règles convenues pour l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT) et l'Organisation mondiale du commerce (OMC) en ce qui concerne la mise en œuvre de mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS) dans le commerce international. www.wto.org/french/tratop_f/sps_f/spsagr_f.htm

Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis (ALÉ) et Accord de libre échange nord-américain (ALÉNA)

- Ces accords définissent les mesures sanitaires et phytosanitaires jugées acceptables pour le commerce entre le Canada, les États-Unis et le Mexique. www.nafta-sec-alena.org/DefaultSite/index_f.aspx?ArticleID=309

Commission nord-américaine (CNA) (Canada et États-Unis) de l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (OSCAN)

- La CNA établit des protocoles d'introduction et de transfert de salmonidés sur la côte atlantique. www.nasco.int

Commission mixte internationale

- Cette commission prévient et résout les litiges entre les États-Unis et le Canada en vertu du Traité des eaux limitrophes internationales de

1909. En particulier, la Commission se fonde sur des demandes d'approbation de projets touchant les eaux frontalières et transfrontalières, et elle peut en réglementer l'exécution. www.ijc.org/fr/accueil/main_accueil.htm

Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE)

- L'OCDE a élaboré des lignes directrices expérimentales pour la santé humaine et la santé environnementale. Les chercheurs qui effectuent des études pour obtenir des données à soumettre en vue d'une acceptation réglementaire doivent s'adresser à Environnement Canada ou à Santé Canada pour s'assurer de la conformité de leurs travaux avec les lignes directrices de l'OCDE qui sont en vigueur. www.oecd.org/home/0,2605,fr_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html

5.2 Gouvernement fédéral

Pêches et Océans Canada (MPO) est responsable de l'administration de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les océans*, et son ministre est responsable des organismes aquatiques en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*. Les responsabilités relatives aux programmes du MPO comprennent, sans y être limitées, la gestion des pêcheries commerciales, récréatives et autochtones et la protection des habitats de pêcheries (ce qui inclut la réglementation des déplacements et des introductions de poissons) ainsi que la protection et le rétablissement des espèces aquatiques en danger de disparition. Certaines sections des articles de la *Loi des pêcheries* (p. ex., Art. 36) concernant la prévention de la pollution sont administrées par Environnement Canada (pour plus de renseignements, voir la section H.7. Emploi d'agents pathogènes infectieux, de substances tumorigènes ou mutagènes et de composés toxiques et nocifs). Bien que la gestion des pêcheries soit une responsabilité fédérale, les eaux intérieures font l'objet de certains accords de délégation avec plusieurs provinces.

Il est interdit de capturer ou de prélever des poissons sans un permis délivré par l'organisme de réglementation compétent. Les chercheurs qui souhaitent capturer des poissons à des fins de recherche, d'enseignement ou de tests doivent communiquer avec le bureau du MPO de leur localité qui leur indiquera les conditions d'obtention d'un permis dans leur région.

Le MPO administre également le *Règlement sur la protection de la santé des poissons* (RPSP) en vertu de la *Loi sur les pêches* du Canada. L'objet du RPSP est de réduire les risques d'introduction ou de propagation de certaines maladies. L'obtention d'un permis est obligatoire pour la remise en liberté de poissons vivants dans tout habitat ou le transfert de poissons vivants à destination de tout élevage. Il est important que toute personne souhaitant importer ou transporter des poissons communique avec le MPO pour obtenir des avis sur les exigences réglementaires pertinentes.

Le Canada est maintenant doté d'un *Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques* (Pêches et Océans Canada, 2003) qui couvre toutes les espèces de poissons, de mollusques, de crustacés et d'échinodermes et autres invertébrés. Ce document résulte d'un accord entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux (signé par le Conseil canadien des ministres des Pêches et de l'Aquaculture en 2003); il a pour objet d'alléger les procédures d'approbation des introductions et des transferts, qui sont effectuées par des comités formés à cette fin dans chaque province et territoire du Canada. Le code régit la mise en œuvre de divers règlements fédéraux et provinciaux. Dans chaque localité, on doit communiquer avec les bureaux régionaux du MPO et des gouvernements provinciaux ou territoriaux compétents pour déterminer quelles sont les exigences relatives aux demandes et à l'approbation d'introductions de poissons dans les habitats correspondants ou de transferts de poissons dans des installations d'élevage.

La *Loi sur la protection d'espèces animales ou végétales sauvages et la réglementation de leur commerce international et interprovincial* (WAPPRIITA) est la loi habilitante de la CITES au Canada. L'importation et l'exportation de tout animal (y compris tout poisson) figurant sur la liste de la CITES doit faire l'objet d'un permis de la CITES délivré par le Service canadien de la faune (SCF) d'Environnement Canada en vertu de la WAPPRIITA, et également du permis d'importation ou d'exportation pertinent délivré par l'agence provinciale ou territoriale chargée de la faune.

La WAPPRIITA confère le pouvoir de protéger les écosystèmes du Canada de l'introduction d'espèces nuisibles envahissantes répertoriées en rendant obligatoire l'obtention de permis, et elle interdit de transporter un animal ou une plante

d'une province ou d'un territoire à un autre ou de l'exporter d'une province ou d'un territoire sans avoir obtenu les permis provinciaux et territoriaux pertinents.

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) élabore et garde à jour une liste nationale des espèces canadiennes en péril en s'appuyant sur les meilleures données scientifiques disponibles (www.cosewic.gc.ca). Le COSEPAC regroupe des représentants des organismes suivants : ministères de la faune des 13 provinces et territoires du Canada, sociétés et ministères fédéraux touchant à la faune, y compris le Service canadien de la faune (qui assure le secrétariat), Parcs Canada, MPO et Musée canadien de la nature ainsi que trois organismes non gouvernementaux de protection de l'environnement. Les juridictions provinciales et territoriales concernées ont la responsabilité de prendre les mesures appropriées pour lutter contre les menaces et les facteurs limitants qui mettent une espèce en péril sur leur territoire. Le gouvernement fédéral s'acquitte de ses responsabilités par l'intermédiaire de la *Loi sur les espèces en péril* qui interdit de tuer toute espèce ou de nuire à toute espèce figurant sur la liste officielle des espèces désignées comme en voie de disparition ou menacées.

Environnement Canada et Santé Canada sont responsables de l'administration du *Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles* (RRCSN) en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* de 1999 (LCPE 1999). L'objet du RRCSN est de faire en sorte qu'aucune nouvelle substance ne soit introduite dans l'environnement avant qu'une évaluation ait été effectuée pour déterminer quels sont les risques possibles pour l'environnement ou la santé humaine. Les nouvelles substances sont, entre autres, les organismes aquatiques vivants qui répondent à la définition d'une « substance biotechnologique animée » figurant dans la LCPE de 1999, et elles peuvent être soit d'origine naturelle soit génétiquement modifiées. Actuellement, la déclaration en vertu du RRCSN n'est pas obligatoire dans le cas de poissons devant servir uniquement à la recherche et au développement et si l'organisme vivant, le matériel génétique de l'organisme ou des substances toxiques provenant de celui-ci ne sont pas destinés à être libérés à l'extérieur de l'installation de recherche. Le MPO a récemment été chargé d'administrer le RRCSN pour les organismes aquatiques dotés de caractères nouveaux. Les chercheurs qui importent ou utilisent de tels organismes doivent communiquer avec le Bureau de la biotechnologie du MPO qui leur fournira des avis en matière de réglementation. La Direction des substances nouvelles d'Environnement Canada peut fournir plus de renseignements sur les exigences réglementaires visant les autres substances aquatiques nouvelles.

5.2.1 Réintroduction et remise en liberté

La plupart du temps, les poissons ne peuvent être relâchés en milieu naturel. Cependant, dans certains cas particuliers (p. ex., études de télémétrie prévoyant la capture et la remise en liberté de poissons sauvages), l'obtention d'un permis approprié est obligatoire avant la capture et la remise en liberté; pour ce faire, on devra suivre la procédure prévue par le code sur les introductions et les transferts. Si les poissons visés par ces études ont été traités avec des produits anesthésiants ou d'autres médicaments, il peut être obligatoire d'apposer des étiquettes ou marques permanentes indiquant les délais d'attente correspondants.

Dans chaque province ou territoire, un comité sur les introductions et les transferts est chargé d'évaluer les demandes d'introduction ou de transfert de poissons conformément au *Règlement de pêche, dispositions générales*. Les règlements mis en œuvre par les comités des introductions et des transferts peuvent varier selon la province ou le territoire concerné. Comme chaque bassin versant peut avoir des maladies endémiques qui lui sont propres, les poissons ne peuvent être déplacés qu'entre des bassins versants ayant le même statut sanitaire, et le permis doit accompagner la cargaison (un pour chaque cargaison de poissons vivants, de produits sexuels fécondés ou non fécondés ou de produits du poisson). Les comités sur les introductions et les transferts examinent également les effets génétiques et environnementaux possibles de ces transferts (voir ci-dessus la section portant sur le *Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques*).

5.2.2 Confinement

Les diverses réglementations provinciales et territoriales définissent des exigences différentes en matière de confinement. Les comités sur les

introductions et les transferts peuvent délivrer des permis de transfert assortis de conditions (p. ex., exigences relatives au confinement). Le MPO et l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) préparent actuellement des lignes directrices sur le confinement des pathogènes des poissons, qui seront mises en œuvre par l'intermédiaire d'un règlement. De plus, on pourra trouver une information plus détaillée à la section H.13., Poissons génétiquement modifiés, concernant les conditions relatives au confinement pour la recherche quant aux substances biotechnologiques animées, y compris les poissons génétiquement modifiés, définies dans le RRCSN.

Les responsables d'installations effectuant de la recherche sur des pathogènes des poissons doivent consulter le service du confinement des biorisques et de la sécurité de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) pour s'assurer que les niveaux appropriés de bioconfinement sont mis en œuvre (voir Annexe C). Dans le cas des installations où l'on garde en captivité des animaux aquatiques hôtes vivants et où l'on procède à la mise en présence de pathogènes ou à des essais de traitement, le MPO fournit à l'ACIA des avis scientifiques conformément à ce qui est énoncé dans leur protocole d'entente sur les produits biologiques.

5.3 Premières nations

Le *Règlement sur les permis de pêche communautaires des Autochtones* (lois.justice.gc.ca/fr/F-14/DORS-93-332/index.html) décrit les permis des communautés autochtones pour la pêche et les activités connexes. Ce règlement relève de la Loi sur les pêches et il y est fait référence dans divers règlements provinciaux et territoriaux.

5.4 Provinces et territoires

Les provinces et les territoires peuvent également avoir des exigences légales relatives aux activités touchant les poissons et les écosystèmes aquatiques. Les chercheurs qui ne savent pas avec quelle agence ils doivent communiquer pour se renseigner sur les règlements et les permis appropriés devraient s'adresser au gouvernement de leur province ou de leur territoire.

5.5 Municipalités

De nombreuses administrations municipales ont des règlements régissant le maintien en captivité et l'utilisation des poissons sur leur territoire ainsi que des règlements visant les effluents et l'élimination des déchets dangereux. Les chercheurs doivent s'assurer de respecter les règlements municipaux pertinents.

C. INSTALLATIONS AQUATIQUES

Principe directeur n° 7

Les installations aquatiques sont des infrastructures complexes qui doivent obligatoirement être conçues afin de minimiser le stress chez les poissons, de faciliter l'exploitation efficace de l'installation et de permettre au personnel de travailler dans un environnement sans danger.

Le principe fondamental de l'aménagement des installations aquatiques pour les poissons est que la bonne santé d'une population de poissons dépend d'un milieu exempt de stress, ce qui exige des installations et du système d'approvisionnement en eau qu'ils soient les meilleurs possible (Wedemeyer, 1996a). L'eau, en tant que milieu de vie de toutes les espèces aquatiques, a deux principales fonctions : l'apport en oxygène essentiel à tous les processus biologiques et la dilution et l'élimination des déchets métaboliques. Dans tout système abritant des poissons, ces deux fonctions doivent être assurées le mieux possible. Cette présente section, la section C sur les installations aquatiques, vise surtout les systèmes situés à terre plutôt que les bassins extérieurs ou les cages en pleine eau; il est néanmoins tout aussi important d'assurer un environnement sans stress dans ces types d'installations.

1. Approvisionnement en eau

Les installations aquatiques doivent être conçues de façon à réduire la présence de pathogènes dans l'approvisionnement en eau, et elles peuvent nécessiter des méthodes de prévention de l'encrassement biologique dans les systèmes d'approvisionnement et de distribution d'eau. Les prises d'eau situées dans des plans d'eau doivent être installées dans les zones où elles ne capteront pas de débris, d'eaux usées recyclées ou de déchets provenant de navires (eaux de cale, déversements de carburant, etc.) et où elles ne pourront pas être endommagées par des vagues déferlantes ou de la glace.

2. Qualité de l'eau

Principe directeur n° 8

Si de l'eau douce ou de mer est prélevée d'un plan d'eau ouvert ou provient d'un réseau municipal, on doit la tester et la traiter pour la débarrasser de ses contaminants et de ses organismes pathogènes.

On doit s'assurer que l'approvisionnement en eau est convenable en effectuant une analyse complète des paramètres indicatifs de la qualité de l'eau (ions, pH, métaux, etc.) **avant** de planifier la construction d'une installation d'hébergement de poissons ou pour des tests à un emplacement donné ou dans un certain immeuble. Cette analyse relève généralement de la responsabilité de l'ingénieur chargé de la conception de l'installation, en consultation avec un professionnel compétent en santé des poissons. On peut trouver les coordonnées des laboratoires qui sont en mesure d'effectuer l'analyse complète initiale de la source proposée d'approvisionnement en eau par l'intermédiaire de l'Association canadienne des laboratoires d'analyse environnementale (ACLAE), www.caeal.ca/. La plupart des laboratoires hospitaliers régionaux peuvent tester les sources d'approvisionnement en eau pour y détecter une vaste gamme de contaminants bactériens et chimiques, et certaines grandes municipalités peuvent également avoir des laboratoires chargés de tester l'eau. Le groupe de travail sur la qualité des eaux du Conseil canadien des ministres de l'Environnement a élaboré des *Recommandations pour la qualité de l'eau en vue de la protection de la vie aquatique* (www.ec.gc.ca/CEQG-RCQE/Francais/Ceqg/Water/), où l'on trouvera des conseils sur les niveaux acceptables de contaminants. À l'Annexe D, qui a cependant été rédigée en vue de l'évaluation continue de la qualité de l'eau, on trouvera une liste des paramètres qui devraient être testés. Les institutions qui ont commandé la construction de l'installation doivent s'assurer que cette analyse a été effectuée. Selon la fiabilité de la source d'approvisionnement en eau, d'autres tests pourraient être nécessaires, tous les ans par exemple. On doit également vérifier que le volume de la

source d'approvisionnement en eau est suffisant, y compris pendant les périodes de demande maximale ou dans les situations d'urgence. Là où on a détecté des problèmes liés à l'approvisionnement en eau, il pourrait être nécessaire de prendre d'autres mesures telles que l'installation d'un système de filtre au carbone ou à osmose inverse pour protéger les poissons du risque de contamination (Huguenin et Colt, 2002).

Les résultats des tests de mesure de la composition chimique et de détection de contaminants ou de toxines détermineront le type de traitement qui est nécessaire pour rendre l'eau propre à l'utilisation. Qu'il s'agisse d'eau de mer ou d'eau douce, les facteurs saisonniers tels que la prolifération de phytoplancton et de zooplancton, le cycle des marées, le mouvement saisonnier des masses d'eau et le renversement de l'eau des lacs peuvent avoir des effets périodiques (sur plusieurs heures, jours ou mois) et il est nécessaire de les prévoir.

Il est souvent nécessaire de traiter l'eau pour la débarrasser du chlore ou d'autres produits désinfectants, pour réduire les quantités de sédiments en suspension, libérer les gaz à l'état de sursaturation ou éliminer les agents pathogènes (Fisher, 2000). Lorsque l'eau provient d'un réseau municipal, il faut éliminer le chlore et les chloramines; à cette fin, on emploie couramment du charbon activé (systèmes à grand volume) et du thiosulfate de sodium (systèmes plus petits) (voir Hodson et Spry, 1985).

Les conduites des réseaux municipaux peuvent aussi libérer des métaux lesquels, à concentration relativement élevée, peuvent être toxiques pour les poissons. Les quantités libérées et leur toxicité varient selon la qualité de l'eau. Les conduites en fer noir ou en plastique des réseaux municipaux ne causent généralement pas de problèmes. Les conduites en fer galvanisé peuvent être toxiques à cause du zinc, et les conduites en cuivre ou les raccords en cuivre ou en laiton peuvent s'avérer toxiques si les teneurs en cuivre dépassent 5 µg/L. De plus, si des quantités excessives de brasures sur les raccords en cuivre ont été utilisées, le cadmium peut s'avérer toxique.

L'eau de puits ne nécessite aucune déchloruration, mais elle est souvent appauvrie en oxygène et peut contenir de fortes concentrations d'ions métalliques, de dioxyde de carbone, d'azote ou d'autres gaz. Les autres problèmes possibles sont la présence d'ammoniac et une alcalinité trop élevée ou trop basse (Stickney, 1994). Si on prévoit utiliser de l'eau d'un puits, on devrait effectuer un test de chute de pression pour vérifier que l'approvisionnement est adéquat et fiable. L'eau prélevée dans un puits a été filtrée par percolation à travers la formation géologique d'origine et sa température peut être assez constante pendant toute l'année. Selon les exigences du système, ce facteur permet parfois de réduire la complexité des installations et les coûts connexes (besoins moindres en filtration et en matériel de stérilisation et de chauffage). Le principal problème lié aux puits d'eau de mer est que la conformation et la géologie du site ne sont souvent pas propices de sorte qu'il peut être difficile d'obtenir un débit important si leur emplacement n'est pas choisi avec soin; ils peuvent également se tarir pendant les périodes d'utilisation intense. Par contre, l'un des avantages des puits d'eau de mer est qu'ils ne nécessitent pas l'installation de tuyauterie susceptible de se boucher ou d'être endommagée par les tempêtes et la glace.

3. Génie et conception

Principe directeur n° 9

Les installations aquatiques doivent être conçues et construites avec l'aide de personnes ayant l'expérience de ce domaine.

On ne peut donner dans ces lignes directrices de détails techniques concernant la construction des installations aquatiques. Plusieurs sources donnent en effet des informations utiles sur les grands principes de génie et de conception des divers types de systèmes aquatiques, p. ex., Stickney (1994), Pennell et Barton (1996), Ostrander (2000) et Huguenin et Colt (2002). On devrait consulter les l*ignes directrices sur : les animaleries - les caractéristiques, la conception et le développement* (CCPA, 2003c), pour les principes généraux de conception des installations.

La conception de toute installation de ce type est primordiale; pendant les phases de conception et de construction, les chercheurs et le personnel opérationnel doivent contribuer de manière significative pour que l'installation puisse répondre aux besoins des espèces de poissons qui y seront hébergées, des chercheurs et des gestionnaires de l'installation.

Dans les installations aquatiques, il est particulièrement important de veiller à ce que le sol soit assez solide pour supporter le poids des bassins prévus, une fois ceux-ci remplis.

En plus des besoins en espace supplémentaire, les besoins en services (eau, air, électricité, etc.) augmentent habituellement pendant la durée de vie d'une installation. Par conséquent, la conception devrait dès le départ laisser assez de souplesse pour permettre des réaménagements ultérieurs.

L'installation doit être conçue pour permettre un accès facile à tous les systèmes aux fins d'exploitation et d'entretien, ce qui inclut le nettoyage. Les conduites d'alimentation, les conduites de vidange et les autres composantes critiques ne doivent pas être enterrées ou rendues autrement inaccessibles.

Il est souhaitable de prévoir une construction modulaire permettant d'enlever facilement des éléments en perturbant le moins possible les opérations.

On doit accorder un soin extrême au matériel et à tous les raccords situés en amont des pompes de captage pour empêcher les fuites d'air, lesquelles provoqueraient une sursaturation en azote. La conception des installations doit permettre d'ajouter un dispositif de désaturation lorsqu'il y a risque de sursaturation.

Les installations doivent comporter des aires de quarantaine distinctes et spécifiques pour permettre l'isolement des nouveaux arrivants au besoin.

Dans les installations conventionnelles, on doit prévoir des aires de transfert, des stations de nettoyage des mains, des pédiluves, la restriction de l'accès et d'autres mesures sanitaires communes pour empêcher l'introduction et la propagation de pathogènes particuliers aux animaux aquatiques. Les travaux exigeant le confinement de pathogènes d'animaux aquatiques impliquent certaines considérations spéciales en matière de conception (voir Annexe C).

Les conduites d'approvisionnement en eau doivent être protégées en particulier de toute rupture accidentelle ainsi qu'être conformes à la réglementation locale. Là où c'est possible, les conduites d'eau allant vers les bassins et en sortant doivent être constituées de tuyaux rigides permanents pour empêcher leur écrasement, la formation de poches d'air, l'encrassement, etc. Dans les installations de recherche où la souplesse d'utilisation est capitale, il est fortement recommandé, si cela est possible, d'installer des tuyauteries rigides en amont de la pompe principale. Toutes les conduites doivent être marquées de façon évidente pour éviter toute confusion et l'apparition possible d'effets létaux sur les poissons.

Les conduites d'alimentation en eau et de vidange doivent être conçues de façon à faciliter leur nettoyage par des méthodes simples.

Des manomètres et des débitmètres doivent être installés à certains points du système pour permettre la surveillance de l'état des conduites ainsi que le rendement des pompes et des filtres. Le rendement doit être mesuré par le débit, la concentration des gaz dissous, la température, le pH, la salinité, l'oxygène dissous, etc.

Tous les compresseurs qui approvisionnent le système en gaz doivent être équipés de dispositifs d'assèchement et de déshuileurs pour éviter que toute substance accidentellement libérée par ces compresseurs ne parvienne aux bassins à poissons en passant par le système de ventilation. Partout où cela est possible, on devrait employer des lubrifiants de qualité alimentaire. Les prises des compresseurs doivent être situées de façon à ne capter que de l'air propre, exempt de gaz d'échappement de moteurs, de fumée de tabac ou d'autres contaminants atmosphériques.

Les drains principaux doivent être surdimensionnés pour permettre le passage intermittent de larges débits d'eau. Les gouttières doivent être pourvues de couvercles placés au même niveau que le sol et permettant un drainage rapide de l'eau. Les gouttières et les drains devraient être conçus pour se nettoyer eux-mêmes sous un débit normal et permettre d'employer un racleur pour débarrasser les conduits de toute accumulation de déchets. Si cela est faisable, les drains de tous les bassins doivent être munis de trappes et de regards de nettoyage facilement accessibles.

Il est impératif que les plans de l'installation comprennent le traitement adéquat des effluents, conformément aux exigences réglementaires per-

tinentes. Si les effluents ne sont pas traités, ils doivent être rejetés en un endroit éloigné de la prise d'eau pour éviter que les agents pathogènes soient de nouveau captés par le système. De plus, il est essentiel de prendre en compte les effets possibles sur les organismes aquatiques sauvages vivant dans les eaux qui reçoivent les effluents. Dans la plupart des cas, le déversement dans un égout municipal permettra un traitement adéquat des effluents des laboratoires hébergeant des poissons. Les calculs de dilution doivent montrer que les matières potentiellement nocives présentes dans les effluents du laboratoire (p. ex., désinfectants) seront diluées à des concentrations non toxiques dans les égouts avant d'atteindre l'usine de traitement des eaux usées.

Lorsque les effluents doivent être traités, un système de secours doit être installé afin d'assurer le traitement même en cas de panne de courant.

3.1 Matériaux de structure

Principe directeur n° 10

Les matériaux destinés à la construction d'installations d'hébergement de poissons doivent être choisis avec soin pour leur résistance à la corrosion et aux dommages causés par l'eau.

Il est essentiel de choisir des matériaux de construction qui conviennent à une installation aquatique, ce qui inclut les bassins, les couvercles des bassins et leurs socles, la plomberie ainsi que les éléments mécaniques et électriques. Les surfaces doivent être scellées, lisses, faciles à nettoyer et faites de matériau imperméable. Les sols doivent être non glissants, notamment lorsqu'ils sont humides.

On doit éviter les matériaux poreux, y compris le bois, les autres matériaux organiques et ceux qui sont susceptibles de subir un délaminage, parce qu'ils forment des nids pour certains pathogènes et parasites, et parce qu'ils peuvent accroître la charge de matière organique dans les bassins, ce qui engendre du stress et favorise les maladies. Si on emploie ces matériaux, ils doivent être adéquatement scellés à l'aide de produits non toxiques et opaques.

En particulier, on devrait systématiquement éviter d'utiliser du bois dans les zones qui sont constamment humides (p. ex., socles des bassins) pour empêcher la croissance de moisissures toxigènes et l'hébergement de pathogènes. Le bois a tendance à pourrir et à s'affaiblir en présence d'humidité.

Dans l'eau de mer, de nombreux matériaux se dissolvent ou se corrodent. Le choix des matériaux à employer pour les applications marines est une spécialité d'ingénierie à laquelle on doit faire appel lors de la construction d'une installation de ce type.

Principe directeur n° 11

Dans les installations aquatiques, les matériaux qui peuvent être toxiques pour les poissons doivent être réduits au minimum. Tout matériau toxique doit être répertorié sur une liste qui doit obligatoirement être gardée à la disposition du personnel.

De nombreux matériaux de construction courants sont toxiques pour les poissons. Huguenin et Colt (2002) donnent un excellent aperçu des contraintes biologiques à respecter lors du choix des matériaux de construction. Certains matériaux sont sujets à la lixiviation ou libèrent certains types d'ions, des substances chimiques ou des sous-produits de corrosion qui se détachent de leur surface. Tous les métaux doivent être scellés ou inertes.

Dans les installations marines, l'utilisation de métaux nécessite la prise en compte des types de métaux envisagés et de leurs interactions avec l'eau de mer et l'eau douce. Il faut également tenir compte des effets de cette interaction et de l'impact de la présence des poissons. L'aluminium, le titane, l'acier inoxydable, l'acier et la fonte sont fréquemment employés dans les installations aquatiques, mais chacun de ces matériaux a des caractéristiques propres à considérer. On trouvera un inventaire de ces caractéristiques dans Huguenin et Colt (2002).

Si on opte pour des structures de béton, on doit s'assurer que le type de béton choisi convient à l'usage auquel on le destine. On doit choisir un béton de qualité marine et le sceller pour empêcher les infiltrations de sel; en effet, cette substance peut pénétrer dans la structure et en affaiblir le béton et les éléments porteurs internes comme les armatures d'acier. Les infiltrations de

sel sont l'une des principales causes de défaillance des structures de béton submergées.

Les conduites, les raccords et les valves ne doivent pas contenir de cuivre, de nickel, de laiton, de zinc ou de produits galvanisés parce que ces substances peuvent générer des concentrations toxiques de métaux lourds. Fisher (2000) donne les intervalles de concentrations qui sont généralement considérés comme sans danger pour l'élevage des poissons. Les tuyauteries en polychlorure de vinyle (PVC) et les autres matériaux doivent obligatoirement être conformes aux normes régissant l'approvisionnement en eau potable destinée à la consommation humaine et ils doivent obligatoirement avoir été rincés de façon appropriée pour éliminer l'acétone, les méthyléthylcétones et les tétrahydrofuranes qui sont libérés après collage (DeTolla *et al*., 1995). Dans les installations d'hébergement de poissons, on devrait éviter le PVC à haute résistance, qui peut contenir du plomb et d'autres substances toxiques.

Tout scellant à base de silicone doit obligatoirement être étiqueté comme convenant à l'utilisation dans des aquariums (sinon cela doit être clairement indiqué dans les autres documents relatifs au produit); en effet, les produits ajoutés aux scellants ordinaires pour éviter le durcissement et les moisissures sont souvent toxiques. Si on emploie un scellant au silicone, on doit obligatoirement le laisser sécher et libérer toute toxine volatile.

Parmi les sources de toxicité plus insidieuses, on trouve les peintures, les surfaces de fibre de verre non traité, les matériaux isolants et les préservatifs pour le bois (Huguenin et Colt, 2002). Les matières toxiques présentes dans l'air peuvent également pénétrer dans l'eau par condensation ou avec des aérosols. Les piliers traités à la créosote peuvent être problématiques s'ils sont situés près des prises d'eau. Les matériaux situés en hauteur (conduits d'air, tuyaux, peintures, conduites galvanisées, etc.) doivent obligatoirement être choisis avec soin parce qu'ils peuvent libérer des produits toxiques que la condensation entraînera dans l'eau. On ne doit absolument pas employer de bois traité sous pression à l'intérieur, parce qu'il libère des vapeurs et des condensats toxiques.

Étant donné qu'il est difficile de déterminer les matières toxiques potentielles, il peut être utile de tester les nouvelles installations ou les nouveaux ajouts à l'aide de petits groupes de poissons sentinelles tels que des truites avant d'y placer l'ensemble des espèces de poissons devant y être hébergées.

3.2 Ventilation et circulation de l'air dans les zones de bassins

Principe directeur n° 12

Les systèmes de circulation d'air doivent assurer une bonne ventilation dans les zones des bassins et contrôler le degré d'humidité; ils doivent également permettre de réduire le transfert d'aérosols entre les bassins et à l'intérieur de l'installation.

La science de la gestion de la qualité de l'air dans les installations aquatiques n'est pas très avancée. Cependant, l'écoulement d'air doit être suffisant pour permettre un assèchement adéquat des surfaces. L'excès d'humidité accentue les dommages structuraux subis par les bassins, les accessoires fixes des salles, etc., et il favorise la croissance de bactéries et de champignons pathogènes. La ventilation doit procurer au personnel un milieu de travail agréable. La direction de l'écoulement d'air doit avoir pour effet de réduire la dissémination des aérosols éventuels et permettre de manipuler sans danger toute substance dangereuse.

L'installation de tout nouveau système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) pouvant perturber la ventilation des autres aires de l'édifice nécessite la consultation de professionnels expérimentés avant et pendant les travaux.

3.3 Exigences relatives aux installations mécaniques et électriques

Principe directeur n° 13

Tous les systèmes électriques doivent obligatoirement être installés par des professionnels conformément aux normes pertinentes (codes du bâtiment fédéraux, provinciaux ou territoriaux et municipaux) pour une exploitation dans un environnement humide, et ils doivent obligatoirement être équipés d'une mise à la terre suffisante et de disjoncteurs de fuite de terre sur tous les circuits. L'usage

de rallonges électriques doit être évité et le câblage électrique doit être fixé de façon à éviter tout risque, loin de l'eau et des zones de passage du personnel.

Principe directeur n° 14

Les composantes et appareils électriques doivent être situés à l'extérieur de la zone d'éclaboussure et placés dans des abris étanches à l'humidité. Les éléments électriques doivent être munis de joints d'étanchéité empêchant l'infiltration d'eau et être placés au-dessus des conduites.

Certains appareils sont conçus pour être submergés; cependant, tout appareil et toute composante électrique doit obligatoirement avoir reçu l'approbation de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) pour l'utilisation prévue. Tous les disjoncteurs de fuite de terre doivent être régulièrement et fréquemment testés.

La présence simultanée de dispositifs électriques et d'eau de mer représente une combinaison dangereuse étant donné le caractère extrêmement corrosif de l'eau de mer et sa forte conductivité. Avant de se servir de quelque appareil électrique que ce soit dans l'eau de mer ou à proximité, on doit bien l'inspecter pour s'assurer qu'il peut fonctionner sans danger. On doit éviter l'accumulation de sel sur les sols et ceux-ci doivent être inclinés pour faciliter l'écoulement de l'eau et empêcher la formation de flaques. On ne doit pas placer d'appareils électriques sous les conduites d'eau ou les bassins pour éviter que de la condensation ne le leur coule dessus.

Principe directeur n° 15

Les machines bruyantes ou qui produisent des vibrations doivent être placées à l'écart des bassins où les poissons sont hébergés.

Les pompes et les ventilateurs peuvent être très bruyants et produire des vibrations. Dans la mesure du possible, aucun de ces dispositifs ne doit être placé à proximité immédiate de l'endroit où les poissons sont hébergés, et les vibrations et les sons qu'ils produisent doivent être amortis. La conception doit permettre un accès raisonnablement facile aux machines pour les besoins d'entretien. Idéalement, tout l'entretien du matériel doit être effectué à l'extérieur de l'installation pour minimiser l'excès de bruit, le dérangement et la contamination du milieu de vie des poissons (Popper, 2003; Smith *et al.*, 2004).

3.4 Éclairage

Principe directeur n° 16

L'éclairage doit être allumé et éteint graduellement et être de longueurs d'onde et d'intensités convenant, pourvu qu'on les connaisse, à l'espèce visée. Lorsque le personnel a besoin d'un éclairage plus intense pour effectuer des travaux dans la salle, l'éclairage doit être limité à l'espace de travail nécessaire ou être placé au-dessous de la surface du bassin.

La nuit, lorsqu'on allume brusquement l'éclairage, les poissons sursautent facilement et peuvent sauter hors des bassins ouverts ou se blesser en se cognant contre les parois de ceux-ci. Il est important d'installer un gradateur automatique qui permet d'étaler l'allumage et l'extinction sur plusieurs minutes (Stickney, 1994; DeTolla *et al.*, 1995). On peut éviter de devoir installer des gradateurs automatiques en réduisant l'intensité lumineuse de jour et en laissant un certain éclairage résiduel la nuit. On doit veiller à ce que les poissons ne soient pas dérangés par la lumière des veilleuses de sécurité qui pénètre dans les installations d'hébergement par les fenêtres.

La lumière a des effets directs ou indirects sur presque tous les processus physiologiques et comportementaux des poissons, y compris la croissance, le développement (p. ex., vitesse de la smoltification du saumon) et la reproduction. La réponse de ces animaux à la lumière est complexe et l'éclairage agit souvent de façon synergique avec d'autres facteurs environnementaux comme la température, de sorte qu'il est difficile de prédire les effets d'un régime d'éclairage inadéquat sur les poissons eux-mêmes ou sur les résultats expérimentaux (Stickney, 1994). De plus, bien que les effets de la lumière soient raisonnablement bien compris chez certaines espèces, p. ex., salmonidés (Pennell et Barton, 1996), chez beaucoup d'entre elles les effets de l'éclairage sur le comportement et la physiologie sont mal connus.

Les caractéristiques naturelles de l'espèce visée, notamment la profondeur à laquelle elle nage normalement, peuvent constituer des indices sur la longueur d'onde et l'intensité lumineuse qu'elle préfère. Il semble que certaines longueurs

d'onde aient des effets néfastes sur certaines espèces de poissons. L'intensité des lampes fluorescentes peut être réduite par l'utilisation de tubes fantômes. L'éclairage de sécurité et les veilleuses ne devraient pas projeter d'ombres visibles dans les bassins où se trouvent les poissons parce que cela peut perturber leurs biorythmes. On peut employer des écrans ou autres dispositifs pour préserver la photopériode naturelle des poissons.

3.5 Redondance des systèmes de maintien du milieu de vie aquatique

Principe directeur n° 17

Toutes les installations aquatiques doivent être dotées de dispositifs d'urgence permettant d'assurer la ventilation et la filtration de l'eau ainsi que le fonctionnement ininterrompu des systèmes de maintien du milieu de vie aquatique.

On doit disposer de génératrices ou d'autres sources d'approvisionnement en électricité pour assurer les fonctions vitales en cas de panne de courant, et on doit les tester régulièrement. On doit également disposer de plans pour les pannes de courant prolongées.

Il faut un travail de planification considérable pour pouvoir prévoir les problèmes qui sont susceptibles de survenir dans n'importe quelle installation aquatique et pour pouvoir élaborer les systèmes et les stratégies visant à limiter les conséquences des défaillances. Les stratégies à employer dépendront de la taille et du type d'installation. Pour pouvoir évaluer le niveau de redondance requis, on doit connaître la durée du délai pendant lequel la qualité de l'eau sera maintenue en cas de panne de courant. Ce facteur dépendra aussi du temps de réponse du personnel en cas d'urgence. On doit disposer au moins d'un système de secours permettant de maintenir le milieu de vie pendant le délai nécessaire au personnel pour corriger le problème ou euthanasier les poissons, si besoin est.

Principe directeur n° 18

Les systèmes critiques, y compris les pompes, doivent être doublés afin que toute défaillance n'entraîne qu'une interruption minimale.

Les pompes à eau, les filtres et les autres éléments du système principal qui sont essentiels au milieu de vie doivent être munis de systèmes de secours permettant de les remplacer sans affecter l'approvisionnement en eau ni l'exploitation du système. Il est souvent préférable de faire fonctionner le matériel de secours régulièrement pour s'assurer de son efficacité opérationnelle. Si les conduites d'eau sont essentielles, elles doivent être doublées.

Selon la complexité du système et le délai de survie des poissons qui y sont hébergés, en cas d'urgence, on peut se fier à l'observation ou à des systèmes d'alarme qui avertissent le personnel des changements touchant les paramètres critiques (voir la section D.3. Surveillance et contrôle de l'environnement).

Lorsque le système de surveillance détecte une défaillance, on doit en corriger la (ou les) cause (s) dans les plus brefs délais.

4. Types de systèmes

Le choix du système (à passage unique, à recyclage d'eau ou statique) doit prendre en compte le type d'études qui doivent y être effectuées.

Il est reconnu que certaines recherches rendent nécessaire la création d'écosystèmes simulés. Une telle démarche devrait pouvoir être justifiée et présenter un avantage direct pour la recherche.

Les systèmes aquatiques peuvent être statiques ou avec écoulement. Les systèmes à écoulement peuvent fonctionner soit avec le recyclage de l'eau soit avec un passage unique. Dans les systèmes à passage unique, l'eau entre dans l'espace occupé par les poissons, le traverse et en ressort en continu. Dans les systèmes à recyclage, une partie de l'eau quitte le système et est recyclée après avoir subi un traitement qui lui redonne sa qualité. Il existe un type de système intermédiaire dans lequel de la nouvelle eau est constamment ajoutée pendant qu'une partie de l'eau déjà présente est réutilisée (Fisher, 2000).

Pour ce qui est des besoins en matière d'ingénierie, il existe des différences substantielles entre les systèmes à passage unique et ceux à recyclage parce que les exigences concernant la qualité de l'eau qui entre (approvisionnement) et de l'ef-

fluent ne sont pas les mêmes dans les deux cas (Fisher, 2000; Huguenin et Colt, 2002). Dans Fisher (2000), on trouvera un organigramme des éléments à prendre en compte dans ces deux types d'installations.

Principe directeur n° 19

On doit toujours assurer aux poissons un approvisionnement en eau de qualité suffisante.

Dans un système donné, le débit doit être suffisant pour permettre l'élimination des solides et des déchets en suspension ainsi que le maintien des paramètres de qualité de l'eau dans des limites acceptables. Le débit doit également permettre aux poissons de nager et de se comporter normalement.

Dans les systèmes statiques, les débris devraient être enlevés régulièrement pour maintenir les paramètres de qualité de l'eau dans l'intervalle prédéterminé conformément aux exigences de l'espèce. De plus, l'eau doit être enlevée et remplacée régulièrement pour éviter l'accumulation de substances azotées lesquelles peuvent devenir toxiques.

4.1 Systèmes à passage unique

Les systèmes à passage unique offrent de nombreux avantages dans le cas des poissons utilisés en recherche et dans les tests, et ils sont plus simples à construire et à exploiter que les systèmes à recyclage d'eau (Fisher, 2000). Cependant, ils exigent l'apport ininterrompu de grandes quantités d'eau dont la qualité doit être élevée et constante. Les sources possibles d'approvisionnement en eau sont les réseaux municipaux, les puits (d'eau douce ou de mer) et les plans d'eau naturels. Avec une installation approvisionnée par le réseau municipal, on doit faire preuve de prudence étant donné que le chlore peut tuer les poissons d'élevage. La section C.2. Qualité de l'eau traite de la qualité de l'eau et des paramètres qu'il est important de mesurer et de contrôler quel que soit le type de système adopté.

Dans le cas des systèmes alimentés directement à partir d'une source d'approvisionnement autre qu'un puits (p. ex., océan, lac, rivière), le maintien de la qualité de l'eau peut présenter d'autres difficultés. Selon la saison et le cycle des marées, les problèmes qui peuvent survenir sont les suivants : fluctuations de la température, contenu organique ou biotique, corrosion ou salissure dans le système d'approvisionnement, contamination, fluctuations de la salinité, pathogènes et maladies, toxines produites par prolifération d'algues, etc.

Avant de relâcher les effluents produits par les systèmes à passage unique, il peut être nécessaire de les traiter pour éviter qu'ils contiennent des quantités de déchets biologiques et chimiques excédant les normes environnementales et ne pas relâcher d'organismes pathogènes (Ackerfors *et al.*, 1994; Fisher, 2000). Toutes les normes municipales, provinciales et fédérales sur l'élimination des déchets devront être respectées.

4.2 Systèmes à recyclage d'eau

Dans les systèmes fermés, le traitement de l'eau est complexe. Pennell et Barton (1996) et Huguenin et Colt (2002) présentent des inventaires et des bibliographies utiles sur les systèmes aquatiques en circuit fermé; cependant, comme la technologie du recyclage de l'eau évolue rapidement, ceux qui ont la responsabilité de tels systèmes doivent être à jour et se tenir au courant des dernières innovations.

Dans les systèmes à recyclage, l'eau est réutilisée en partie ou en totalité après un traitement qui réduit les charges de déchets biologiques et chimiques à des niveaux comparables à ce qu'elles sont dans l'eau de la source d'approvisionnement (Fisher, 2000). Ces systèmes comportent une série d'étapes de traitement qui assure la totalité ou une partie des fonctions suivantes : 1) séparation des gros solides en suspension (aliments non consommés et excréments), 2) filtration fine, 3) réduction des quantités de solides en suspension, de la demande chimique en oxygène et du carbone organique dissous, et réoxygénation de l'eau, 4) élimination des matières organiques dissoutes (fractionnement par mousse), 5) désinfection, 6) filtration biologique, nitrification ou dénitrification, 7) élimination des matières toxiques avec du charbon activé (Fisher, 2000). Bien que l'ensemble des opérations 1 à 7 constitue un exemple idéal, certains systèmes à recyclage partiel ne comportent pas toutes ces étapes de traitement (et ne peuvent les suivre).

Les filtres, en particulier dans les systèmes marins, doivent être de taille suffisante pour maintenir une bonne qualité de l'eau même pour un volume correspondant à celui des bassins, selon la densité de peuplement et les espèces considérées. Il faut régulièrement procéder au remplacement des filtres à charbon avant qu'ils soient saturés pour éviter que les matières toxiques reviennent dans l'eau.

4.3 Systèmes statiques

Dans les systèmes statiques, il n'y a aucun apport continu d'eau provenant de l'extérieur ou d'un recyclage. Pour cette raison, ces systèmes sont parfois appelés « bains ». Les systèmes statiques sont souvent difficiles à entretenir, ils ont une capacité inhérente de charge biologique très faible et ils sont sujets à des fluctuations de la qualité de l'eau.

Pour assurer le maintien de la qualité de l'eau dans les systèmes statiques, on doit prendre les mesures suivantes :

- les limites acceptables des paramètres de qualité de l'eau devraient être définies au préalable;
- les paramètres de qualité de l'eau et de l'état des animaux doivent être fréquemment contrôlés;
- le remplacement régulier d'une partie du volume total pour améliorer la qualité de l'eau, et l'installation de dispositifs qui créent un mouvement d'eau (filtres à coin, filtres sous gravier, filtres suspendus, hélices internes ou pompes à jet) devront être effectués;
- la création de conditions propices à la création de communautés bactériennes bénéfiques par l'hébergement initial d'un petit nombre de poissons pour préparer l'eau devrait être encouragée. Lorsque c'est possible, ces communautés bactériennes devraient être conservées par rinçage des filtres dans une eau préparée plutôt que dans de l'eau chlorée du robinet, qui peut les tuer;
- le nettoyage des bassins et le passage de l'aspirateur à intervalle régulier pour réduire la charge biologique due aux aliments et aux excréments;
- l'utilisation de faibles densités d'organismes aquatiques, car l'accroissement de la charge d'azote d'un système statique est rapide et son potentiel de dénitrification faible.

4.4 Mésocosme

Lorsqu'on dispose de grands volumes d'eau (habituellement 50 000 L ou plus) pour recréer des écosystèmes aquatiques (mésocosmes), on devrait avoir à l'esprit que de tels systèmes peuvent ne pas fonctionner comme les bassins de plus petite taille que l'on trouve habituellement dans les installations aquatiques. Certains aspects particuliers entrent notamment en ligne de compte selon les matériaux qui constituent le mésocosme (p. ex., les étangs creusés et les systèmes de sacs marins flottants présentent des exigences très différentes) : le calcul du délai de renouvellement de l'eau peut être différent de ce qu'il est pour les bassins plus petits; il peut y avoir des exigences particulières liées au nettoyage et à l'enlèvement des débris et à la capture des poissons; et il faut tenir compte de l'effet de l'ensoleillement (p. ex., accumulation d'algues). Par conséquent, il est important que ces systèmes soient exploités par des personnes ayant l'expérience pertinente. Comme pour toute autre installation aquatique, leur exploitation ne devrait pas avoir d'effets néfastes sur la santé ou le bien-être des animaux. Par conséquent, les principes directeurs généraux visant l'utilisation des poissons à des fins de recherche et de tests s'appliquent également aux mésocosmes.

5. Hébergement des poissons

5.1 Bien-être des poissons

Principe directeur n° 20

Le milieu aquatique doit être conçu pour répondre aux besoins physiques et comportementaux connus des poissons en ce qui a trait à l'abri, la formation de groupes sociaux, la couverture et l'éclairage.

De nombreux poissons ont besoin d'un milieu de vie qui leur permet un état de bien-être optimal; lorsque cela est possible, ces éléments doivent donc être intégrés à la conception du milieu aquatique. Le comportement social et les influences du groupe sur le comportement peuvent être très complexes, ce qui par conséquent demande

des chercheurs et du personnel chargé des soins aux animaux d'avoir une bonne connaissance des exigences propres à chaque espèce. Par exemple, un milieu permettant de creuser des terriers convient parfaitement pour l'hébergement à long terme d'espèces de poissons plats et d'anguilles. Chez les espèces batailleuses, les comportements agressifs peuvent disparaître ou diminuer en présence de barrières verticales ou d'abris.

Pour les poissons dont les exigences environnementales sont mal connues, dans la mesure du possible, les conditions d'hébergement doivent ressembler à l'environnement d'origine de l'espèce. L'hébergement à long terme de telles espèces doit être considéré comme expérimental plutôt qu'ordinaire, et il doit donner lieu à une surveillance et à un suivi accrus des indicateurs de bien-être tels que la quantité de nourriture consommée et la croissance.

On doit également accorder une certaine attention aux densités de population, aux débits d'écoulement de l'eau et à d'autres paramètres physiques qui peuvent avoir un effet sur les interactions sociales. Cependant, l'ajout de facteurs de complexité dans l'environnement aquatique devrait être évalué en fonction du maintien nécessaire de normes élevées pour la qualité de l'eau.

5.2 Conception des bassins et des enclos

Principe directeur n° 21

La forme, la couleur, la profondeur et le volume des bassins doivent convenir à l'espèce qui y est hébergée ainsi qu'à son stade de développement dans le cycle vital.

La conception du bassin doit refléter les préférences de l'espèce. Pour certains poissons de grande taille, notamment les espèces benthiques, la superficie du bassin revêt plus d'importance que le volume ou la profondeur de l'eau. Pour les espèces de poissons qui occupent l'ensemble de la colonne d'eau, c'est le volume d'eau qui compte le plus. Les bassins ronds ou ovales conviennent aux espèces de poissons qui maintiennent leur position en s'orientant dans un courant alors que celles qui ont besoin d'un très grand espace pour pouvoir nager, comme la carpe commune, préfèrent un bassin de forme allongée. La profondeur peut également avoir une certaine importance parce que certaines espèces ne s'alimenteront pas dans des bassins peu profonds. Les plus petites espèces comme les poissons-zèbres sont souvent hébergées dans des aquariums rectangulaires en verre.

Le choix de la couleur du bassin doit être fait en fonction de l'habitat naturel et du comportement des espèces de poissons. Par exemple, les espèces de poissons qui s'adaptent au fond par camouflage doivent être placées dans des bassins de couleur semblable à ce qui existe dans leur milieu naturel.

La plupart des espèces s'adaptent bien aux bassins ou aux bassins allongés en fibre de verre (polyester renforcé de fibre de verre), en plastique, en métal ou en béton, et beaucoup d'entre elles peuvent être élevées sans difficulté dans des cages ou dans des parcs en filets à fond grillagé (Stickney, 1994). Le béton est un excellent matériau pour la fabrication de bassins à poissons, mais il doit être recouvert d'un matériau qui protège les poissons des produits de lixiviation et qui empêche l'eau de pénétrer dans le béton. Dans la fabrication des bassins, aucun bois ne devrait entrer en contact avec l'eau du système; en effet, ce matériau est poreux et peut contenir des substances toxiques (notamment les bois traités sous pression et la colle du contreplaqué), il est sujet à la pourriture et nécessite l'ajout de scellants qui peuvent être toxiques. Les bassins en vinyle ne conviennent qu'à l'hébergement temporaire parce que les plastifiants peuvent être toxiques et que le vinyle contient souvent des contaminants. Le verre convient également à la fabrication des bassins; cependant, comme avec tous les matériaux transparents, on doit accorder une attention particulière à l'effet des stimulations extérieures sur les poissons. Par exemple, certaines espèces de poissons deviennent stressées si on les place dans des bassins de verre sans substrat au fond. Cependant, les bassins de verre sont particulièrement utiles pour les études qui exigent une bonne visibilité (p. ex., études de toxicologie ou ayant une composante comportementale).

Dans le cas des bassins de fabrication récente, il faut observer un délai de conditionnement ou d'épuration pour éliminer les solvants (Schreck et Moyle, 1990).

Principe directeur n° 22

Les surfaces intérieures des bassins doivent être lisses, inertes et scellées.

On doit trouver un compromis entre la nécessité d'avoir des surfaces lisses, inertes et scellées facilitant le nettoyage et les préférences du poisson pour un environnement plus complexe. Par exemple, dans certaines expériences, les chercheurs pourraient reproduire l'environnement naturel en plaçant au fond du bassin du gravier qui peut être enlevé pour permettre un nettoyage complet du bassin et du substrat.

Principe directeur n° 23

Les bassins doivent être autonettoyants ou comporter des dispositifs permettant un nettoyage à intervalle régulier.

On doit maintenir la qualité de l'eau à un niveau satisfaisant, car la rétention des déchets dans les bassins favorise la prolifération de bactéries, protozoaires et champignons pathogènes et mène à la raréfaction de l'oxygène. L'accumulation d'ammoniac est l'un des principaux facteurs qui déterminent la fréquence des nettoyages parce que l'ammoniac non ionisé est extrêmement toxique pour les poissons (voir Timmons *et al.*, 2001, notamment le chapitre 5; et la section D. 3.1 Gestion de la qualité de l'eau).

Le délai de remplacement de l'eau revêt une grande importance pour ce qui est de l'hygiène du bassin. Le délai de remplacement recommandé dépend de l'espèce visée, de la densité des poissons, de leur comportement social, des niveaux de gaz dissous dans l'eau entrante et de la configuration du bassin ainsi que de la fréquence à laquelle la nourriture est donnée. Le délai de remplacement de l'eau du bassin doit refléter le taux de consommation d'oxygène et de production d'ammoniac. Sprague (1969) a produit un nomogramme permettant d'estimer le délai de remplacement moléculaire de 90 à 99 % à partir du débit et du volume du bassin. On ne peut pas calculer le délai de remplacement de l'eau en divisant simplement le volume du bassin par le débit d'eau qui entre; le délai de remplacement est en effet beaucoup plus long (Sprague, 1969). Le délai de remplacement doit permettre le maintien de la qualité de l'eau. Lorsqu'il est impossible d'accroître le débit d'eau, on devrait aérer l'eau et nettoyer régulièrement le bassin.

Principe directeur n° 24

Les bassins doivent être équipés d'un couvercle qui empêche les espèces de poissons de sauter à l'extérieur (p. ex., filet ou couverture rigide).

La couverture des bassins joue aussi un rôle important parce qu'elle empêche l'introduction d'objets, d'animaux ou de substances chimiques. La différence de hauteur entre la surface de l'eau et le couvercle doit permettre de réduire les risques de blessures du poisson s'il saute.

Dans chacun des bassins, il est essentiel de pouvoir évaluer visuellement toutes les espèces de poissons et les débits d'eau qui entre. Lorsque les bassins sont couverts, il doit être possible de les inspecter visuellement sans difficulté en enlevant complètement ou partiellement la couverture. Les couvertures peuvent aussi être construites en matériaux tels que le plexiglas ou l'acrylique transparent, qui permettent une observation visuelle et conviennent au contact avec des animaux aquatiques.

Les socles des bassins doivent être conçus de façon appropriée, être solides, résistants et durables étant donné le poids considérable de l'eau et les effets catastrophiques qu'un effondrement pourrait avoir pour le personnel, les animaux et l'édifice. Le transfert de poids sur la structure du sol doit être pris en compte.

D. GESTION, EXPLOITATION ET ENTRETIEN DE L'INSTALLATION

Les installations aquatiques bien gérées doivent être dotées d'un programme d'entretien préventif à intervalle régulier pour tous les systèmes de maintien du milieu de vie ainsi que d'un programme d'entretien annuel de tout le reste du matériel et des surfaces. L'exploitation quotidienne de l'installation (mesures sanitaires planifiées, horaires pour nourrir les poissons, vérifications de l'environnement et de l'état de santé des poissons) devrait être standardisée. Il est fortement recommandé d'élaborer des procédés normalisés de fonctionnement (PNF) pour la gestion des installations afin d'assurer une certaine uniformité (CCPA, 2000b).

1. Sécurité et accès

Principe directeur n° 25

L'accès aux installations d'hébergement des poissons doit être conçu pour réduire le nombre de passages dans la zone. L'accès doit être restreint aux employés chargés de l'entretien de l'installation et des soins aux poissons ainsi qu'aux personnes qui utilisent l'installation pour des expériences ou l'enseignement.

L'installation aquatique doit être équipée d'un système de sécurité adéquat. Les milieux très humides et chargés en sel peuvent nuire au fonctionnement des systèmes de sécurité à carte ou à clavier.

Le personnel ne devrait accéder aux installations d'hébergement des poissons que lorsque c'est nécessaire. Les déplacements à l'intérieur de l'installation doivent se faire en allant de la zone la plus propre vers la plus contaminée. Des chaussures et des vêtements réservés à l'installation doivent être disponibles à l'entrée, et le personnel doit se laver les mains dès qu'il pénètre dans l'installation.

2. Gestion générale de l'installation

Principe directeur n° 26

Les personnes chargées de l'exploitation de l'installation doivent avoir accès à tous les plans et à toutes les spécifications d'architecture et d'ingénierie de l'installation ainsi qu'à tous les manuels des équipements spéciaux tels que les pompes, les refroidisseurs et les systèmes de contrôle informatisés.

On doit disposer d'inventaires de toutes les pièces de rechange de l'ensemble des composantes essentielles de l'installation.

Principe directeur n° 27

Toute installation aquatique doit obligatoirement disposer de calendriers d'entretien écrits qui lui sont spécifiques.

Un programme d'entretien préventif documenté est exigé pour tous les systèmes de maintien du milieu de vie.

L'entretien ordinaire, la révision et le remplacement du matériel doivent être effectués pendant que celui-ci fonctionne encore normalement. Tous les appareils électriques, les appareils de maintien du milieu de vie et les systèmes de ventilation et de filtration doivent être vérifiés et entretenus à intervalle régulier. On doit également disposer de listes de vérification permettant de s'assurer que toutes les tâches ont été exécutées et que tous les travaux pertinents ont été documentés (Shepherd et Bromage, 1988).

Principe directeur n° 28

Les installations doivent être maintenues dans un état propre et ordonné. Les bassins doivent être désinfectés avant et après chaque expérience.

Principe directeur n° 29

Le personnel responsable de l'exploitation d'une installation aquatique doit avoir les connaissances spécialisées, l'expérience et la formation lui permettant d'assurer convenablement le fonctionnement, l'exploitation et l'entretien du système d'eau.

Principe directeur n° 30

Il doit obligatoirement y avoir un personnel suffisant pour assurer les soins aux animaux ainsi que la gestion et l'entretien de l'installation 365 jours par année, qu'il s'agisse des tâches ordinaires ou d'urgence.

Par leur nature même, les installations aquatiques nécessitent constamment des travaux d'entretien, de réparation et d'amélioration. Un personnel compétent et dûment formé doit être disponible sur appel 24 heures par jour et 7 jours par semaine. En particulier, dans toute installation, il doit y avoir des dispositions permettant au personnel de prendre rapidement des mesures en cas d'urgence en dehors des heures normales de travail.

3. Surveillance et contrôle de l'environnement

Principe directeur n° 31

Il est essentiel que l'installation aquatique soit dotée d'un système de surveillance environnementale, qui doit être adapté au système de gestion de l'eau.

La gestion de l'eau est assurée par un très grand nombre de composantes mécaniques et électriques dont le moindre problème de fonctionnement peut rapidement avoir des conséquences stressantes et même parfois mortelles pour les poissons.

De nombreuses installations ont des systèmes simples et sont peu exposées à des changements environnementaux inattendus. Dans ces cas, il ne devrait pas être nécessaire d'installer des dispositifs coûteux de surveillance de la qualité de l'eau en prévision d'un événement improbable; il suffit généralement d'un suivi prenant la forme de visites régulières effectuées par le personnel chargé des soins aux animaux. Dans les installations aquatiques de petite taille, la surveillance ordinaire peut comporter une simple inspection visuelle quotidienne des systèmes et de l'état des animaux ainsi qu'un nombre limité de tests effectués à l'aide d'appareils manuels comme un thermomètre, un appareil de mesure de l'oxygène dissous et un appareil de mesure du pH.

Cependant, dans les installations complexes et de grande taille, on aura besoin de dispositifs de surveillance et de contrôle perfectionnés généralement informatisés comportant des modes redondants et à sécurité intégrée ainsi que des systèmes d'appel automatique en cas d'urgence. La surveillance à distance de la qualité de l'eau permet parfois de réduire le nombre de visites quotidiennes dans une salle de rétention, ce qui est particulièrement utile pour les salles de quarantaine et pendant le déroulement d'une expérience.

Principe directeur n° 32

Les systèmes de surveillance doivent permettre de détecter les fluctuations de la qualité de l'eau et y réagir avant que celles-ci menacent la vie des poissons hébergés dans le système.

Il est important de procéder à des tests automatisés ou à des tests manuels répétés pour assurer une détection précoce des fluctuations des conditions environnementales pouvant avoir un effet physiologique significatif. Les changements environnementaux ont plus de chance de se produire dans les circonstances suivantes : tests préalables ayant montré des fluctuations de la qualité de l'eau, présence de poissons fragilisés lors d'études préalables menées dans des conditions d'hébergement semblables, ou installations complexes et de grande taille nécessitant un nombre important d'ajustements en continu de la qualité de l'eau (p. ex., systèmes de recyclage de l'eau où sont hébergés de nombreux poissons). Il est essentiel que le personnel identifie immédiatement tout problème de fonctionnement ou en soit alerté par des systèmes automatisés de surveillance pour pouvoir appliquer des mesures correctives. La surveillance à distance de la qualité de l'eau permet parfois de réduire le nombre de visites quotidiennes dans une salle de rétention, ce qui est particulièrement utile dans le cas des salles de quarantaine et lors d'expériences sensibles aux effets physiologiques.

Principe directeur n° 33

Les paramètres de la qualité de l'eau doivent être mesurés à une fréquence appropriée à l'installation et ils doivent permettre une gestion prévisionnelle de la qualité de l'eau plutôt que réactionnelle en cas de crise.

Les paramètres qui doivent être mesurés et la fréquence des mesures varient énormément selon qu'il s'agit d'un système ouvert ou avec recyclage de l'eau et d'eau de mer ou d'eau douce (Fisher, 2000; Huguenin et Colt, 2002). Les systèmes de surveillance de l'environnement doivent au moins fournir des informations sur le débit de l'eau ou sur la saturation en oxygène et la température de l'eau. À l'Annexe D, on trouvera des exemples de tests et leurs fréquences; cependant, il ne s'agit que de suggestions. Par exemple, il peut ne pas être nécessaire de mesurer les quantités de nitrites et de nitrates dans un système à passage unique et à grand volume (selon la nature de la source d'approvisionnement en eau), mais ces mesures sont essentielles dans le cas des systèmes à recyclage de l'eau. On doit également mesurer les paramètres pertinents à la santé de l'espèce hébergée dans le système, et la fréquence des mesures doit permettre de procéder à des ajustements bien avant que ne survienne une morbidité ou une mortalité de nature catastrophique (Wedemeyer, 1996a). De plus, il est important de pouvoir faire des tests rapides lorsqu'on soupçonne un changement dans la qualité de l'eau.

De façon générale, dans les systèmes à recyclage de l'eau, un plus grand nombre de paramètres doivent faire l'objet d'une surveillance, par exemple l'oxygène dissous, la température, la salinité (systèmes marins), le pH, l'ammoniac, les nitrites, les nitrates, et les solides dissous, cette liste n'étant pas exhaustive. (Fisher, 2000).

Pour identifier les problèmes possibles, on doit procéder à l'analyse de l'eau au moment où le système est le plus sollicité (habituellement après avoir nourri les animaux).

Principe directeur n° 34

On doit disposer de bons appareils de mesure de la qualité de l'eau étalonnés régulièrement et bien entretenus. Les registres sur la qualité de l'eau doivent être maintenus à jour et gardés disponibles aux fins d'une analyse rétrospective en cas de problème.

3.1 Gestion de la qualité de l'eau

Principe directeur n° 35

Les paramètres de la qualité de l'eau doivent faire l'objet d'une surveillance et être maintenus à des valeurs acceptables pour l'espèce gardée.

Dans les systèmes aquatiques pour poissons, la qualité de l'eau couvre tous les facteurs (physiques, chimiques et biologiques) qui influent sur le bien-être des animaux. La notion de « qualité » signifie qu'aucun des facteurs en question ne doit dépasser les concentrations qui risquent d'avoir des effets toxiques dans le cadre de l'installation ou de l'étude, ni sortir de la fourchette spécifique à l'espèce pour ce qui est de ses éléments vitaux (Ackefors *et al*., 1994).

Lors d'expériences, il est important que les paramètres de la qualité de l'eau restent relativement constants pendant toute la durée de la période initiale de captivité et pendant le déroulement de l'expérience (sauf, bien entendu, s'il s'agit des variables expérimentales).

Les éléments de la qualité de l'eau qui affectent le plus souvent les poissons sont la température, le taux d'oxygène dissous, le pH, les solides et sédiments en suspension, le dioxyde de carbone, la sursaturation en azote, l'ammoniac, les nitrites, les nitrates (Wedemeyer, 1996a; Kreiberg, 2000) et le chlore. Ces paramètres doivent être mesurés régulièrement; dans les systèmes à recyclage d'eau, il est particulièrement important de les surveiller étroitement.

Il est d'autant plus difficile d'établir une gamme de valeurs acceptables puisque les conditions appropriées sont mal définies pour de nombreuses espèces et que les besoins d'une espèce particulière peuvent varier selon son cycle vital (larves, juvéniles, adultes) et selon son état physiologique (p. ex., frai, alimentation, expositions antérieures).

La qualité de l'eau est le facteur le plus important en ce qui concerne le maintien du bien-être des espèces de poissons, la réduction du stress et le risque de maladie. Les espèces de poissons ont une capacité d'adaptation variable à l'égard des fluctuations de la qualité de l'eau. Lors du transfert d'espèces de poissons, il peut être nécessaire de prévoir une certaine période d'acclimatation, qui devrait être aussi longue que possible.

Les préférences et les tolérances de certaines espèces de poissons sont connues. Les préférences des autres espèces pouvant être inconnues, il

peut être nécessaire d'effectuer des études pilotes pour déterminer les conditions appropriées. Ces études pilotes devraient être supervisées par le vétérinaire ou le spécialiste expérimenté en matière de santé des poissons et par le CPA.

3.2 Température

Principe directeur n° 36

Les poissons ne doivent pas être exposés à des écarts brusques de température, en particulier à des réchauffements rapides.

Les poissons sont ectothermes, c.-à-d. que la température de leur corps est voisine de celle du milieu où ils vivent. Par conséquent, la température de l'eau est un paramètre qui revêt une grande importance et qui dépend beaucoup de l'espèce visée. Toutes les fonctions vitales sont influencées par la température de l'organisme considéré, et elles accélèrent ou ralentissent selon la température de l'eau dans laquelle vit l'animal. Pour chaque espèce de poissons, il existe une fourchette de température dans laquelle elle peut vivre normalement et demeurer en bonne santé. La marge de tolérance thermique varie beaucoup d'une espèce à l'autre et selon les stades du cycle vital; on parle parfois d'espèces d'eau froide (0 à 10 °C), fraîche (10 à 20 °C) ou chaude (20 à 30 °C) selon les conditions thermiques auxquelles elles sont naturellement adaptées. Bien que chaque espèce de poissons ait sa température environnementale standard, la plupart d'entre elles tolèrent une certaine fourchette de température.

La notion d'« écarts brusques » dépend spécifiquement de l'espèce considérée. Elle varie également au sein d'une même espèce puisqu'elle dépend aussi de la relation entre la température préalable de l'eau et la température maximale que le poisson peut supporter, qui n'est pas la même en été et en hiver. En présence des températures estivales de pointe, un écart de 5 °C peut être excessif alors qu'au milieu de l'hiver, lorsque la température ambiante est basse, l'adaptation peut être plus facile. De façon générale, les écarts de température ne devraient pas dépasser 2 °C par période de 24 heures.

Chez les poissons, les fluctuations thermiques ambiantes ont un impact beaucoup plus important sur un plus grand nombre de fonctions vitales que chez les animaux terrestres. La sensibilité aux maladies, parasites et substances toxiques dépend également beaucoup de la température. Plus la température s'écarte de la fourchette optimale dans un sens ou dans l'autre, plus le risque de stress ou de maladie est important.

On emploie souvent le terme d'« acclimatation » pour désigner toute « adaptation » à de nouvelles conditions de vie. Cependant, on doit savoir que l'acclimatation véritable des espèces de poissons à une température nouvelle est un processus qui nécessite la production de nouvelles variantes de nombreux enzymes métaboliques, certaines modifications des divers types de lipides ainsi qu'un vrai remaniement au niveau cellulaire. Ce processus est généralement bien avancé après 24 heures passées à la nouvelle température, mais peut nécessiter jusqu'à 6 à 8 semaines avant la fin complète du processus. La durée de l'acclimatation dépend aussi de la température elle-même. En milieu plus froid, la modification des mécanismes physiologiques est plus lente. À 10 °C, une acclimatation d'une ou deux semaines peut suffire à un saumon, mais à 5 °C, ce délai peut être plus long. La vitesse et la portée de l'acclimatation varient beaucoup selon les espèces. Certaines n'ont tout simplement pas la capacité de s'acclimater à une nouvelle température. Hochachka et Somero (1971) présentent un survol complet de ce processus.

3.3 Oxygène

Principe directeur n° 37

Les poissons doivent être maintenus dans une eau ayant une concentration suffisante en oxygène.

Pour la plupart des espèces, la saturation en O_2 doit être supérieure à 90 %, mais quelques-unes cependant supportent bien des concentrations plus faibles. L'évolution a permis à certaines espèces de poissons d'extraire l'oxygène de l'atmosphère, et certaines d'entre elles se noient si elles n'ont pas accès à l'air, ce qui montre bien à quel point il est important de bien comprendre les besoins propres à l'espèce que l'on doit utiliser. De façon générale, les poissons d'eau froide tolèrent moins bien les faibles concentrations en oxygène que les poissons d'eau chaude.

La concentration en oxygène varie selon la température, la pression atmosphérique et la salinité.

Lorsque la température augmente, la capacité de transport d'oxygène dans l'eau diminue; de plus, les besoins des poissons en oxygène augmentent sous l'effet de l'accélération de leur métabolisme. Divers autres facteurs peuvent déterminer les besoins d'un poisson en oxygène, par exemple son âge, son état de santé, son degré d'activité et les manipulations éventuelles.

Lorsque les poissons se regroupent près de l'arrivée d'eau ou s'approchent de la surface pour respirer, cela indique qu'ils manquent d'oxygène.

Dans certains cas de faible teneur en O_2, on peut oxygéner l'eau en l'aérant, en réduisant le nombre de poissons et en leur donnant de moins grandes quantités de nourriture. Il est essentiel de trouver un équilibre entre ces variables pour éviter les faibles teneurs en oxygène. On peut utiliser des pierres à diffusion (« airstones ») pour améliorer l'aération de l'eau, mais on devrait en choisir un type et un mode d'installation qui ne perturbera pas la fonction autonettoyante du bassin. Les pierres à diffusion de meilleure qualité produisent de petites bulles, agitent moins la colonne d'eau et offrent un meilleur transfert d'oxygène. Si nécessaire, on devrait prévoir un apport supplémentaire d'oxygène dans l'eau du bassin.

3.4 Sursaturation

Principe directeur n° 38

Les systèmes aquatiques sont sensibles à la sursaturation aiguë ou chronique. Les personnes responsables du fonctionnement des systèmes aquatiques doivent comprendre les causes de sursaturation gazeuse et des méthodes permettant de prévenir ce phénomène.

La sursaturation de l'eau est possible dans tout système d'hébergement de poissons; par conséquent, le personnel chargé des soins aux poissons devrait connaître les signes aigus de sursaturation chez les poissons et dans l'installation. La sursaturation survient lorsque la pression gazeuse totale d'une masse d'eau est supérieure à la pression de l'atmosphère qui la recouvre. Elle peut être due à une concentration excessive d'un ou de plusieurs gaz dans l'eau; pour la mesurer, il est préférable d'utiliser des appareils qui détectent la somme des pressions gazeuses partielles dans l'eau (p. ex., saturomètres). On trouvera un exposé détaillé sur la saturation dans Colt (1984, 1986).

La sursaturation gazeuse peut apparaître dans diverses circonstances, en particulier lorsque l'eau est chauffée dans un récipient fermé, lorsqu'elle subit un changement de pression ou lorsqu'on y injecte un gaz (p. ex., air) sous pression. La situation peut être encore compliquée par l'état de sursaturation de l'eau de la source d'approvisionnement. Bien que la sursaturation en oxygène et en dioxyde de carbone puisse être problématique, c'est probablement la sursaturation en azote dissous qui est la plus dangereuse. Il est recommandé de faire un suivi régulier des teneurs totales en gaz dissous dans les bassins.

L'embolie gazeuse peut apparaître chez les poissons qui se trouvent dans une eau sursaturée; l'animal absorbe alors les gaz, qui sont ensuite libérés par les liquides organiques et forment des bulles à l'intérieur de l'organisme (Speare, 1998a). Une sursaturation à un niveau sous-clinique peut être une source de stress chronique chez les poissons; par conséquent, il n'est pas approprié de choisir l'embolie gazeuse aiguë comme point limite pour les niveaux tolérables. La réponse biologique à la sursaturation gazeuse varie selon l'espèce, le stade du cycle vital, la qualité de l'eau et la profondeur où se trouve l'animal dans la colonne d'eau (Colt et Orwicz, 1991). Chez les poissons touchés, divers signes peuvent apparaître : bulles de gaz sous la peau, entre les rayons des nageoires, à la pointe des nageoires et dans les branchies. La formation de bulles de gaz dans les lits capillaires provoque l'ischémie et la nécrose tissulaire, et la présence de bulles dans le système sanguin, y compris dans le cœur ou dans le cerveau, peut entraîner une mort rapide.

Il existe diverses méthodes de lutte contre la sursaturation. Les meilleures sont le passage de l'eau dans des colonnes d'écoulement remplies de matériaux présentant une grande surface de contact comme du petit gravier ou des Bio-Rings, le dégazage sous vide et l'injection d'oxygène. D'autres méthodes possibles sont le brassage énergique de l'eau pour permettre l'échappement de l'excès de gaz ou l'emploi de rampes d'arrosage.

Les installations doivent permettre de mesurer rapidement les niveaux de saturation des gaz dissous en cas de mortalité ou de morbidité aiguë. Il est essentiel que le personnel comprenne les causes de la sursaturation et qu'il connaisse les moyens de limiter ce phénomène. Il existe plusieurs bonnes références sur ce sujet, dont Colt et Orwicz (1991); Pennell et McLean (1996) et Huguenin et Colt (2002).

3.5 pH

Principe directeur n° 39

Le pH de l'eau doit être maintenu à une valeur stable et optimale parce que toute fluctuation de ce paramètre influe sur les autres paramètres de qualité.

Le pH de l'eau varie beaucoup selon la source d'approvisionnement et sa composition. Il est influencé par les minéraux d'origine naturelle (p. ex., le contact avec des silicates a pour effet d'abaisser le pH, alors que celui-ci augmente lorsque l'eau passe dans des roches carbonées), mais aussi par la pollution industrielle. Divers facteurs peuvent avoir un effet sur le pH : ajout de dioxydes de soufre et d'oxydes d'azote, eaux usées et effluents des terres agricoles, composés ajoutés à l'eau, CO_2 provenant de l'atmosphère ou produit par la respiration des poissons.

La plupart des espèces de poissons s'adaptent bien à une large gamme de pH pourvu que les changements de pH soient graduels. La majorité des espèces d'eau douce vivent dans un milieu où le pH se situe entre 6 et 8. À l'extérieur de la fourchette de pH allant de 6 à 9, les poissons d'eau douce deviennent stressés, leur croissance est lente et ils sont vulnérables aux maladies infectieuses. Cet intervalle est plus étroit pour les poissons d'eau salée (pH de 7,5 à 8,5). La fourchette de pH optimale pour les poissons d'eau douce se situe entre 6,5 et 7,5. Pour les poissons d'eau salée hébergés dans l'eau de mer naturelle, elle va de 8,0 à 8,5. La fourchette de pH pour les poissons d'eau salée hébergés dans l'eau de mer synthétique se situe entre 7,5 et 8,5. Si l'eau de mer a un fort pouvoir tampon, les animaux marins produisent des déchets acides, ce qui fait diminuer le pH de l'eau avec le temps. Cette chute de pH peut être limitée par le remplacement d'une partie de l'eau (10 % sur une période de deux semaines). Une autre méthode, moins efficace cependant, est l'ajout de bicarbonate de sodium, ce qui améliore le pouvoir tampon. Dans les systèmes à recyclage d'eau, il est également important de tenir compte du pH optimal pour la croissance des bactéries des filtres biologiques.

Le pH a un effet considérable sur les autres principaux paramètres de la qualité de l'eau. Et surtout, le pH de l'eau et les concentrations d'ammoniac sont intimement liés, un aspect qui revêt une importance particulière dans les systèmes à recyclage d'eau. L'ammoniac est beaucoup moins toxique si le pH est bas. Pour cette raison, il est recommandé de maintenir les systèmes au pH le plus bas convenant à l'espèce considérée.

3.6 Composés azotés

Principe directeur n° 40

L'ammoniac libre et les nitrites sont toxiques pour les poissons et toute augmentation de leur concentration doit obligatoirement être évitée.

La toxicité de l'ammoniac est très étroitement liée au pH (H^+); par conséquent, la maîtrise du pH et la gestion des aliments sont essentielles si l'on veut éviter l'accumulation d'ammoniac.

Chez les poissons, l'un des principaux produits de l'excrétion est l'ammoniac, qui est évacué dans l'eau par les branchies et les voies urinaires. L'urée dissoute et les déchets sous forme de particules (aliments et excréments) sont transformés en composés inorganiques comme l'ammoniac et les phosphates. L'ammoniac peut également provenir de la contamination de l'eau par des composés organiques tels que les antibiotiques, les vapeurs de peinture, les vapeurs émises par les produits de nettoyage à base d'ammoniac et les insecticides.

En solution aqueuse, l'ammoniac se présente sous deux formes, soit la forme ionisée (NH_4) et la forme non ionisée ou « libre » (NH_3). La concentration d'ammoniac désigne la somme de la concentration de l'ion ammonium (NH_4^+) et d'ammoniac libre (NH_3). NH_3 et NH_4^+ sont en équilibre constant. Il est beaucoup plus important de connaître la concentration d'ammoniac non ionisée, puisque c'est la seule forme qui est toxique pour les poissons. On trouvera un inventaire des limites acceptables des quantités d'ammoniac

pour les poissons dans US Environmental Protection Agency (1999).

Il est très difficile d'éviter l'augmentation des quantités d'ammoniac, en particulier dans les systèmes à recyclage d'eau. Cependant, l'équilibre entre les produits azotés (ammoniac et nitrites) par rapport au pH de l'eau est plus important que la simple accumulation de ces produits (Ip *et al*., 2001). Speare (1998b) a passé en revue les effets physiologiques de la toxicité due à l'ammoniac et aux nitrites. Les autres mesures possibles de réduction de la concentration d'ammoniac sont l'accroissement du taux de renouvellement d'eau, la biofiltration (p. ex., passage de l'eau dans une matrice de bactéries nitrifiantes convertissant l'ammoniac en nitrites, puis immédiatement en nitrates), la réduction de la densité de poissons ou de la température ou encore l'emploi de composés absorbant l'ammoniac en présence d'eau douce.

Dans les systèmes à recyclage de l'eau, en plus de la maîtrise du pH et des bonnes pratiques de gestion de l'alimentation, les autres mesures jouent habituellement un rôle essentiel. Les filtres biologiques constituent le substrat nécessaire à la colonisation par les bactéries (par exemple Nitrosomonas et Nitrobacter) qui oxydent l'ammoniac. Ce substrat peut être formé de matériaux tels que la zéolite, des coquilles d'huîtres concassées, du sable, de la dolomite, du petit gravier ou des produits synthétiques (p. ex., billes de styromousse, anneaux de plastique ou filtres de fibres). De façon générale, plus le rapport surface/volume du filtre est grand, meilleur est le filtre; signalons également que, pour être efficace, le filtre doit permettre un équilibre optimal entre le débit d'eau et la surface. De petites particules comme les grains de sable peuvent colmater le système, si bien que les filtres à sable sont plus difficiles à entretenir.

Les bactéries nitrifiantes sont sensibles aux écarts brusques de pH et ne se développent généralement pas bien à l'extérieur de la fourchette de pH allant de 7,2 à 8,5. Leur croissance peut également être affectée par les produits chimiques employés pour le traitement des maladies ainsi que par les écarts brusques de température.

L'ammoniac peut être extrait de l'eau douce à l'aide d'un échangeur d'ions. Pour ce faire, on fait passer l'eau à travers un lit de cristaux de zéolite qui emprisonnent l'ammoniac, qui est ensuite libéré sous forme de gaz.

3.7 Dioxyde de carbone

La respiration des poissons produit du dioxyde de carbone qui se dissout dans l'eau en formant de l'acide carbonique, ce qui fait diminuer le pH et accroît le risque d'hypercapnie. Bien que les fortes concentrations de CO_2 puissent être fatales pour les poissons, de façon générale, ce problème a peu de chance de se produire dans les installations aquatiques qui sont dotées d'une ventilation adéquate. Cependant, lorsque de fortes densités de poissons sont hébergées dans des systèmes à recyclage d'eau, le CO_2 peut devenir le principal facteur limitant.

3.8 Salinité

Principe directeur n° 41

Les fluctuations de la salinité sont par nature stressantes pour les espèces de poissons, et on doit modifier ce paramètre lentement tout en surveillant leur état physique.

Les besoins en salinité des poissons varient selon qu'il s'agit d'espèces marines ou d'eau douce. Certaines d'entre elles tolèrent un large intervalle de salinité, et d'autres ne supportent qu'une marge très étroite. Chez d'autres encore, la tolérance à l'égard de la salinité peut varier selon le stade du cycle vital (p. ex., saumon de l'Atlantique). Lorsque les poissons sont gardés dans des conditions de salinité non optimales, il peut apparaître chez eux un stress d'osmorégulation, un ralentissement de la croissance et une diminution de la résistance aux maladies. Cependant, signalons que des écarts rapides, importants et à court terme de la salinité sont parfois employés comme forme de traitement thérapeutique.

3.9 Agents toxiques

Principe directeur n° 42

Lorsqu'on a des raisons de croire que des matériaux dangereux ou des agents infectieux ont pénétré accidentellement dans le circuit d'eau, celui-ci doit être isolé et testé.

Il existe une multitude d'agents infectieux et toxiques qui peuvent être préjudiciables aux poissons. La sensibilité aux agents toxiques chroni-

ques et aigus varie selon l'espèce, le stade du cycle vital, les conditions d'acclimatation et certains facteurs environnementaux (p. ex., température, dureté de l'eau, etc.) (Barton, 1996).

Les problèmes qu'on relève fréquemment dans les systèmes aquatiques sont la toxicité due au chlore et à d'autres additifs, le cuivre provenant des tuyauteries faites de ce métal et la sursaturation gazeuse. Dans les systèmes approvisionnés par de l'eau douce ou de mer provenant du milieu naturel, on peut observer des accroissements saisonniers de la charge bactérienne ainsi que la présence de bactéries pathogènes provenant souvent des eaux usées. D'autres problèmes peuvent résulter de l'utilisation d'insectifuges vaporisés, de peintures, de solvants, etc.

Pour la plupart des agents toxiques, les universités ou les organismes de réglementation ne disposent souvent d'aucune expertise locale permettant de reconnaître l'existence de problèmes de cette nature, d'effectuer les analyses nécessaires pour évaluer et quantifier le problème ou de recommander la mise en œuvre de solutions en temps opportun. Lorsqu'on sait qu'un agent toxique est entré dans le système, il y a rarement de solutions bien définies autres que la « vidange » du système. Le personnel de laboratoire a plus de chances de pouvoir repérer la source du problème (p. ex., cuivre provenant d'une nouvelle tuyauterie); néanmoins, on doit demander les conseils ou l'aide d'autres experts, y compris de vétérinaires, de spécialistes de la santé des poissons ou du personnel d'organismes de réglementation ou de laboratoires d'analyses.

Principe directeur n° 43

Les produits chimiques doivent être entreposés à bonne distance des zones d'hébergement des poissons et de la source d'approvisionnement en eau.

De nombreux insecticides, peintures, produits nettoyants, fixatifs, adhésifs, produits d'étanchéité et solvants sont toxiques; on doit donc faire preuve d'une grande prudence lorsqu'on emploie ces substances au voisinage des installations aquatiques.

L'entreposage des produits chimiques doit obligatoirement être effectué conformément aux lignes directrices et à la réglementation régissant la santé et la sécurité au travail (p. ex., règlement sur les matières dangereuses).

E. CAPTURE, ACQUISITION, TRANSPORT ET QUARANTAINE

Quelle que soit la provenance des poissons, les chercheurs doivent veiller au respect des règlements régissant leur capture et leur acquisition (voir la section B.5. Règlements et politiques gouvernementaux sur l'utilisation des poissons).

1. Capture de poissons sauvages

Que les poissons soient capturés vivants pour être étudiés, conservés en vue de recherche dans un musée ou traités pour l'obtention de données dans le cadre d'études de terrain pour la gestion des pêcheries, les chercheurs doivent observer et transmettre à leurs étudiants les principes éthiques rigoureux en ce qui concerne la protection de l'habitat et le traitement respectueux des animaux. La méthode d'échantillonnage est généralement choisie en fonction des objectifs de recherche; cependant, les chercheurs devraient choisir la méthode qui a le moins d'effet sur les poissons et sur l'écosystème local.

Principe directeur n° 44

Les espèces de poissons sauvages doivent être capturées, transportées et manipulées de façon à minimiser la morbidité et la mortalité.

Les chercheurs doivent savoir que le stress associé à la capture, à la manipulation et au transport d'espèces de poissons sauvages rend celles-ci plus vulnérables à la maladie. Il pourra être nécessaire de modifier les techniques de capture pour augmenter le taux de survie. La pêche électrique est une procédure particulièrement stressante qui provoque des perturbations physiologiques aiguës, rend plus vulnérable à la prédation (Schreck *et al.*, 1976) et à des effets significatifs sur les membres des autres taxons présents dans le même milieu (Bisson, 1976). Chaque fois que cela est possible, on devrait opter pour des procédures moins stressantes.

La plus grande partie des espèces de poissons utilisées en recherche proviennent d'élevages privés ou gouvernementaux, mais on peut avoir besoin d'espèces de poissons sauvages ou exotiques appartenant à d'autres genres. Avant d'entreprendre un projet supposant la capture d'espèces de poissons en milieu naturel, on doit obligatoirement avoir reçu pour la capture tous les permis nécessaires ainsi que les autorisations pertinentes. De même, il est essentiel d'avertir les agents locaux des pêcheries ou de protection de la nature.

Principe directeur n° 45

Lors de l'acquisition d'espèces de poissons exotiques auprès de fournisseurs d'aquariums ou de collections, on doit consulter les autorités locales, provinciales ou territoriales et fédérales pour déterminer quels sont les risques de relâchement involontaire, d'introduction accidentelle, de maladie exotique et autres conséquences néfastes possibles, en plus de savoir comment réduire ces risques.

Les chercheurs devraient connaître la liste des espèces indigènes qui sont en voie de disparition, menacées ou vulnérables. On trouvera la liste des espèces de poissons protégées au Canada à l'adresse : www.speciesatrisk.gc.ca/default_f.cfm.

2. Spécimens sacrifiés

La quantité de poissons prélevés doit compter le plus petit nombre de poissons permettant de mener à bien la recherche, et chaque animal prélevé doit servir au plus grand nombre possible d'études. Les méthodes d'euthanasie les plus éthiquement acceptables devront être utilisées, tout en tenant compte de la santé et de la sécurité du personnel (voir la section I. Euthanasie). On devrait euthanasier les poissons avant de les immerger dans la formaline ou tout autre agent de conservation.

3. Composés piscicides

Principe directeur n° 46

On doit rechercher des solutions de rechange aux piscicides, par exemple des agents anes-

thésiants ayant un effet minimal sur l'environnement et sur les espèces non visées.

Dans de rares cas, il peut être nécessaire d'employer ces substances sur le terrain pour capturer des spécimens morts. Si on doit employer des composés piscicides, on doit au préalable effectuer une étude d'impact pour déterminer quels peuvent en être les effets locaux (p. ex., prises accessoires).

4. Acquisition de poissons d'élevage

Principe directeur n° 47

Les poissons doivent provenir d'élevages ayant un statut sanitaire bien défini et leurs antécédents génétiques doivent de préférence être connus. On doit encourager les élevages à se doter de pratiques d'entretien et de gestion équivalant à ce qui existe dans la production des autres animaux de laboratoire.

Pour avoir des animaux de recherche de haute qualité, on doit s'approvisionner d'espèces de poissons auprès de fournisseurs ayant bonne réputation. Lorsque cela est possible, on devrait effectuer des visites des élevages pour s'assurer de la qualité de leurs procédés et pratiques. Les institutions sont encouragées à établir une liste de fournisseurs de poissons ayant bonne réputation.

5. Transport

Lorsqu'on transporte des poissons, même sur de longues distances, on devrait obtenir des taux de survie élevés. Avant de transporter des poissons, il faut prévenir les problèmes physiologiques pouvant découler de la présence d'un nombre d'individus relativement élevé dans un volume d'eau relativement petit (Wedemeyer, 1996a; Wedemeyer, 1996b). Lors du transport des poissons, la principale difficulté est le maintien d'une bonne qualité de l'eau. On doit prévoir un système de maintien du milieu de vie empêchant la dégradation de la qualité de l'eau et répondant aux besoins physiologiques des espèces de poissons.

Shepherd et Bromage (1988), FAWC (1996) et Wedemeyer (1996a, 1996b) donnent des renseignements détaillés sur le transport des poissons.

Voici quelques-uns des éléments critiques en matière de transport des poissons :

- Le conteneur de transport doit être bien isolé afin de minimiser les écarts de température au cours du transport; dans certains cas, un système de chauffage ou de réfrigération peut être nécessaire pour maintenir la température dans l'intervalle convenant à l'espèce;

- Tous les contenants doivent être pourvus de couvercles opaques pour minimiser les éclaboussures et la perte de poissons tout en gardant ceux-ci à l'abri de la lumière;

- Avant le transport, chaque fois que cela est possible, on doit faire jeûner les poissons de 12 à 48 heures, selon leur espèce, leur âge et la température de l'eau, pour que leur tube digestif soit vide; on minimisera ainsi l'excrétion de déchets azotés, la pollution de l'eau et les pertes d'énergie métabolique;

- Une pratique courante consiste à refroidir l'eau afin de réduire l'activité et le métabolisme des poissons pendant le transport;

- Après le chargement et à intervalle régulier pendant le transport, on doit vérifier le comportement des poissons ainsi que la température du réservoir de transport et les niveaux d'oxygène pour s'assurer qu'il n'y a aucune anomalie. À l'arrivée, on doit vérifier très soigneusement la température de l'eau pour éviter que les poissons subissent un choc thermique au moment de leur transfert;

- Pour le transport de grosses cargaisons de poissons ou lorsque la distance à parcourir n'est pas minime, il est préférable d'employer des véhicules spécialisés qui sont conçus pour fournir une eau oxygénée de très bonne qualité et qui sont équipés à bord d'un système de surveillance du milieu de vie;

- On doit également installer des systèmes auxiliaires d'aération ou d'oxygénation permettant de maintenir la saturation en oxygène et pouvant servir de dispositif de secours en cas de panne du système de pompage de l'eau;

- Si cela est possible durant le transport, on devrait employer des instruments pour tester

l'eau comme des appareils de mesure de l'oxygène dissous;

- Pour transporter de très fortes densités de poissons sur de longues distances, il peut être nécessaire d'éliminer les produits azotés à l'aide d'un système de pompage et de filtration;

- On peut transporter de petits nombres de poissons dans des sacs de plastique ou de polyéthylène sous une pression d'une atmosphère d'oxygène pur; on devrait transporter ces sacs dans une glacière pour maintenir la température de l'eau où se trouvent les poissons aussi près que possible de la température de départ. Les petits sacs ont de fortes chances de s'échauffer rapidement, et les poissons qu'ils contiennent pourraient subir un stress thermique;

- Entre les expéditions, tous les bassins et les conduites du système de transport doivent être désinfectés, puis trempés et rincés pour enlever toute trace de désinfectant, ce type de substance pouvant avoir des effets mortels.

Tout événement stressant comme la manipulation ou le transport entraîne une poussée rapide d'adrénaline. L'adrénaline provoque une modification temporaire de la perméabilité des branchies. Dans l'eau douce, il en résulte une dilution du sang par une arrivée d'eau excessive, et c'est l'effet inverse dans l'eau salée. Les concentrations des principaux électrolytes dans le sang dévient alors de la normale, et ce phénomène peut persister jusqu'à 24 heures après un stress de courte durée comme la capture dans un filet (Wedemeyer, 1972). Pour ces raisons, il a été recommandé de transporter nombre d'espèces de poissons dans de l'eau saumâtre (c.-à-d. dont la pression osmotique est voisine de celle du sang [Kreiberg, 2000]).

Avant et pendant le transport, il peut être utile de mettre les poissons sous sédation pour réduire leur sensibilité sensorielle et par conséquent, le stress dû au transport. Le degré de sédation doit être assez faible pour permettre aux poissons de garder leur équilibre, de nager et de respirer (Wedemeyer, 1996b). Des études ont montré que, pendant la capture et le transport d'espèces de poissons, c'est l'étape initiale de surpeuplement qui est la plus stressante. On devrait donc les mettre sous sédation avant de les transporter (Kreiberg, 1992). Le choix du sédatif revêt une certaine importance. En effet, certains anesthésiants sont efficaces pour induire rapidement une anesthésie profonde (p. ex., TMS et 2-phénoxyéthanol), mais ont un effet excitant pendant l'absorption initiale, or cela va à l'encontre de l'objectif recherché qui est de calmer les poissons (Kreiberg, 2000). Le métomidate est le meilleur sédatif à employer pendant le transport.

6. Quarantaine et acclimatation

Principe directeur n° 48

Après le transport et avant d'être soumis à des expériences, les poissons doivent être acclimatés aux conditions du laboratoire pendant la période de quarantaine.

Dans toute la mesure du possible, on doit combiner l'acclimatation et la quarantaine pour qu'elles se déroulent simultanément (voir la section 6.1 Quarantaine).

Principe directeur n° 49

Dans la mesure du possible, les poissons de provenances différentes ne doivent pas être mélangés les uns aux autres.

Certains des éléments qui influent sur les réponses des espèces de poissons sont les facteurs génétiques, l'âge, le taux de croissance, les antécédents environnementaux et nutritionnels et l'exposition à des composés biogènes. Il est important de documenter la souche employée dans chaque expérience et de n'utiliser qu'elle pendant toute la durée de celle-ci. Pour toutes ces raisons, les chercheurs doivent veiller à ce que les espèces de poissons qu'ils veulent utiliser à des fins expérimentales proviennent d'un fournisseur ayant bonne réputation et gérant bien la santé des animaux; avant d'ajouter les nouveaux arrivages à la population principale, ils doivent également s'assurer qu'ils ont été systématiquement soumis à un dépistage et à une quarantaine et qu'ils sont en bonne santé.

6.1 Quarantaine

Principe directeur n° 50

Dans les zones de quarantaine, on doit faire preuve d'une vigilance accrue en matière de

surveillance des poissons et de mise à jour des dossiers pour pouvoir détecter tout problème de santé chez les animaux visés et y répondre adéquatement.

La quarantaine a pour objet d'isoler les poissons nouvellement arrivés des populations principales de l'installation pour permettre de les observer et de les tester jusqu'à ce qu'il ait été établi qu'ils sont en bonne santé et exempts de toute maladie transmissible. Ces poissons peuvent ensuite être mêlés à la population de l'installation.

La quarantaine peut également servir à l'isolement de populations de poissons qui sont tombés malades quelque temps après leur arrivée à l'installation. La quarantaine vise avant tout à permettre l'isolement de poissons et la mise en œuvre de mesures sanitaires pour éviter la dissémination de pathogènes viables ou de leurs hôtes de l'installation aux eaux environnantes, ou pour éviter le transfert de pathogènes à d'autres individus hébergés dans l'installation. À l'Annexe C, on trouvera des informations visant spécifiquement le confinement des organismes marins et d'eau douce utilisés dans les études ou infectés accidentellement par des maladies transmissibles.

Idéalement, les mesures de quarantaine devraient permettre l'isolement des poissons qui sont étudiés ou hébergés à des fins différentes. Cependant, dans les installations à une seule salle, on peut se servir de feuilles de plastique pour former un bassin de quarantaine et éviter les éclaboussures et la propagation d'aérosols. L'approvisionnement en eau devra être distinct de sorte que l'eau provenant des bassins de quarantaine ne soit pas envoyée dans les autres bassins; les effluents devront également être distincts lorsqu'il faut traiter l'eau avant de la recycler ou de la déverser dans le milieu. De plus, des PNF rigoureux devront être en vigueur pour la désinfection.

Principe directeur n° 51

La durée de la quarantaine doit permettre de maintenir les espèces de poissons visées en bon état de santé.

Dans les cas où le poisson provient de chez un fournisseur ayant une certification sanitaire (comme un élevage de salmonidés conforme au Règlement sur la protection de la santé des poissons du MPO), la période de quarantaine peut être raccourcie selon l'état de santé des animaux, mais elle demeure fortement recommandée pour toute introduction de poissons et quelle qu'en soit la provenance. Dans d'autres cas, comme lors d'arrivages d'espèces de poissons sauvages capturées en milieu naturel, il est préférable de prévoir une quarantaine plus longue. Cet aspect est particulièrement important lorsque les nouveaux poissons en question doivent être ajoutés à une population existante en bonne santé (DeTolla *et al.*, 1995). Une période minimale de quarantaine devrait être fixée en fonction de la température d'hébergement, de la provenance des poissons et du délai de latence prévu des pathogènes concernés. Si de nouveaux animaux doivent être ajoutés à la population existante, leur état de santé devrait faire l'objet d'un examen systématique, lequel peut comprendre des nécropsies.

Principe directeur n° 52

La gestion des zones de quarantaine doit suivre des pratiques rigoureuses de lutte contre les agents infectieux.

Pour éviter le transfert de pathogènes aux aires principales de l'installation, on doit accorder une importance particulière aux aspects tels que la désinfection des eaux évacuées, les stations de lavage des mains et les pédiluves, les outils à main et accessoires dédiés (comme les filets) et les déplacements allant des zones contaminées de l'aire de quarantaine aux zones propres.

Les nouvelles espèces de poissons peuvent être porteuses d'organismes pathogènes, actifs ou non, auxquels les populations résidentes n'ont pas été exposées. Sous l'effet du stress occasionné par la manipulation ou le surpeuplement des bassins, le système immunitaire des poissons peut être affaibli et une éclosion de maladie peut survenir. Le risque d'introduction de nouveaux pathogènes est particulièrement grand lors de l'arrivée d'espèces de poissons d'origine sauvage dont on ne connaît pas les antécédents sanitaires. Avant d'introduire des poissons sauvages dans le laboratoire, pour déterminer quels sont les traitements appropriés, on devrait consulter des professionnels de la santé des poissons sur les procédures de désinfection préventive à effectuer.

6.2 Acclimatation

À leur arrivée dans une installation, les nouvelles espèces de poissons doivent être manipulées

le moins possible afin d'éviter un choc thermique (Wedemeyer, 1996a). Pratiquement, on peut définir le choc thermique comme étant tout écart brusque de température de plus de 2 ou 3 °C. Si les espèces de poissons ont été transportées dans des sacs de plastique, ces sacs devraient être placés dans l'eau du bassin de réception jusqu'à ce qu'il y ait équilibre thermique. Idéalement, si les poissons ont été transportés dans des bassins, on devrait leur permettre de s'adapter à leur nouvel environnement en transférant lentement de l'eau du nouveau système dans le bassin de transport. Si les poissons arrivent dans de l'eau de mauvaise qualité et que le stress produit par un séjour dans une telle eau dépasse les effets physiologiques de la transition vers une eau de bonne qualité, ils doivent être transférés immédiatement. À la section D.3.2 Température, on trouvera des renseignements utiles sur la modification de la température de l'eau.

L'acclimatation suppose l'ajustement graduel des espèces de poissons à leurs nouvelles conditions de vie. De façon générale, on devrait permettre aux espèces de poissons qui arrivent dans une installation de s'ajuster à leur nouvel environnement (qualité de l'eau, température, luminosité, diète). Cette période devrait également permettre de vérifier que les problèmes de stress dus au transport (p. ex., anorexie, morbidité et mortalité imprévues) ont été résolus.

On devrait recommencer graduellement à nourrir les poissons pendant leur acclimatation. Il est fréquent que les poissons qui viennent d'être transportés refusent de s'alimenter, notamment si on leur offre un nouveau type d'aliment. Lorsque c'est possible, on devrait leur fournir des échantillons de l'alimentation employée chez le fournisseur pour permettre une transition graduelle vers le nouveau type d'aliment. Le fait que le poisson s'alimente de nouveau est une bonne indication que le processus d'acclimatation s'est fait avec succès.

En dernier recours, on peut aussi mettre les espèces de poissons de taille plus importante, par exemple les individus capturés récemment en milieu naturel, sous sédatif et les gaver afin d'amorcer les processus digestifs et favoriser la reprise de l'action de s'alimenter.

F. SOIN DES POISSONS

Pour assurer aux poissons un soin de qualité, on ne doit négliger aucun détail et exécuter les tâches ordinaires avec rigueur et consistance. On ne saurait trop insister sur l'importance d'un soin de bonne qualité, et cet aspect doit être rappelé régulièrement.

1. Tenue des dossiers et documentation

1.1 Procédés normalisés de fonctionnement

Principe directeur n° 53

On doit élaborer des procédés normalisés de fonctionnement détaillés pour le soin de toutes les espèces de poissons et pour la désinfection des bassins, des salles et du matériel.

Chaque installation doit être dotée d'un manuel de procédés normalisés de fonctionnement (PNF) définissant les pratiques et les normes acceptables de soin des poissons. Ce manuel devrait être révisé et mis à jour régulièrement, et le comité de protection des animaux (CPA) ainsi que la direction des installations devraient veiller à ce que les utilisateurs se conforment aux PNF. Notamment, les PNF devraient être élaborés de telle sorte que tous les bassins soient adéquatement désinfectés et gardés propres entre les expériences.

1.2 Listes générales de vérification

Principe directeur n° 54

Pour chaque groupe de poissons, on doit se servir de listes de vérification afin de pouvoir tenir à jour les registres de toutes les opérations de nettoyage et d'entretien en plus des procédures expérimentales effectuées.

Pour tous les poissons gardés en captivité, on doit au moins tenir à jour les registres suivants :

1. Concernant le bassin ou la zone d'hébergement:

- provenance des poissons et date d'arrivée;
- espèce et sexe (s'il est identifiable);
- estimation de l'âge et du poids;
- nom du chercheur principal et liste de personnes à contacter en cas d'urgence;
- numéro de protocole d'utilisation des animaux et date d'expiration;
- transferts préalables des poissons (c.-à-d. lieux d'hébergement antérieurs dans l'animalerie);
- nombre de poissons dans le bassin;
- inscriptions quotidiennement portées au registre des opérations de soin des animaux (y compris l'horaire des repas), de l'entretien technique, des procédures expérimentales et des paramètres définissant la qualité de l'eau tel qu'exigé (voir Annexe D);
- morbidité, mortalité.

2. Concernant les renseignements facilement disponibles qui proviennent des registres de l'installation :

- antécédents des poissons, y compris les maladies et l'évolution de l'état de santé;
- documentation de conformité aux exigences réglementaires;
- copie du protocole d'utilisation des animaux.

1.3 Évaluation du bien-être global des poissons

Principe directeur n° 55

On doit mesurer quotidiennement les paramètres physiques et comportementaux de base permettant d'évaluer le bien-être global des espèces de poissons et tenir à jour les registres avec ces renseignements. On doit rechercher, identifier et corriger les causes de toute variation de ces paramètres.

Avant et pendant le déroulement de toute étude, il est important de connaître l'état de bien-être global des animaux visés. L'évaluation objective des paramètres comportementaux et physiques clés devrait faciliter la détection d'anomalies, que celles-ci soient liées à l'environnement, à l'entretien des poissons ou aux effets des procédures expérimentales elles-mêmes. Il est difficile

d'évaluer le bien-être global des poissons parce que leurs réponses aux conditions adverses ne sont pas toujours observables comme chez les mammifères, et parce que le milieu dans lequel ils se trouvent impose d'importantes limites à l'observation.

2. Densité et capacité de charge

Principe directeur n° 56

On doit héberger chaque espèce à une densité qui permet d'assurer son bien-être global tout en respectant les paramètres expérimentaux. Cependant, dans certains cas, il faudra déterminer quel est le milieu de vie idéal d'une espèce donnée à partir de critères de performance tels que le taux de croissance. Les densités maximales établies ne doivent pas être dépassées.

Le nombre de poissons qui peuvent être placés dans un certain volume d'eau est extrêmement variable selon l'espèce considérée, la température de l'eau, la charge en pathogènes, la concentration d'oxygène dissous, le taux métabolique des poissons, la fréquence des repas et le débit de remplacement de l'eau.

Il est important de reconnaître que le dépassement des densités maximales et minimales a des effets très marqués; au-dessous de certaines densités, il peut y avoir une accentuation du comportement territorial (p. ex., chez les salmonidés hébergés en deçà des densités minimales, les poissons s'alimentent moins). En ce qui a trait aux réponses physiologiques des poissons au surpeuplement, consulter Wedemeyer (1996a).

On doit trier régulièrement les poissons pour maintenir des groupes de taille comparable et éviter ainsi les problèmes alimentaires liés au comportement territorial et agressif qui apparaît lorsque des individus de tailles différentes sont hébergés ensemble.

3. Aliments, repas et nutrition

Chez la plupart des espèces de poissons, l'alimentation suit des cycles quotidiens et saisonniers, certaines d'entre elles pouvant être « spécialisées », c.-à-d. consommer des types d'aliments bien précis (Groot, 1996; Madrid *et al.*, 2001). Bien que les espèces de poissons provenant du milieu naturel préfèrent généralement les proies vivantes aux préparations, la plupart d'entre eux apprennent à se nourrir de granulés et font preuve d'une souplesse remarquable pour ce qui est de l'ingestion et de la digestion des préparations. L'acceptation de nouveaux aliments dépend des caractéristiques chimiques, nutritionnelles et physiques des ingrédients entrant dans leur formulation ainsi que de leur mode de transformation. La structure et le fonctionnement du système digestif des poissons ont un effet sur leur mode d'alimentation et l'efficacité de leur digestion; le volume et la fréquence des repas doivent donc être établis en conséquence (Goddard, 1996; Alanärä *et al.*, 2001).

3.1 Nutrition

Une alimentation équilibrée et un régime adéquat sont essentiels à la bonne santé des espèces de poissons. Les préparations pour poissons fabriquées dans le commerce renferment le contenu énergétique et les éléments nutritifs essentiels à la croissance, à la reproduction et à la santé de ces animaux. Ces nutriments essentiels sont les protéines et les acides aminés, les lipides et les acides gras, les vitamines et les minéraux. Si l'un de ces éléments nutritifs est en quantité insuffisante, il peut y avoir ralentissement de la croissance, réduction des quantités consommées et apparition de maladies (NRC, 1993; Conklin, 2000). Les poissons étant ectothermes, leur taux métabolique est déterminé par la température de l'eau où ils se trouvent. Par conséquent, la fréquence et le volume des repas doivent tenir compte de la température de l'eau (Alanärä *et al.*, 2001; Kestemont et Baras, 2001).

3.2 Aliments et repas

Principe directeur n° 57

Les aliments doivent être achetés auprès de fournisseurs qui suivent les normes de fabrication employées dans l'industrie des aliments pour poissons et autres animaux domestiques, et qui répondent aux besoins alimentaires de l'espèce si ceux-ci sont documentés (publications) et disponibles.

Si des poissons doivent être introduits dans la chaîne alimentaire (voir la section J. Destinée des poissons après l'étude), les aliments des poissons doivent être conformes aux lois et règlements

relatifs aux aliments du bétail (lois.justice.gc.ca/fr/index.html).

Principe directeur n° 58

Les sacs d'aliments doivent porter une étiquette indiquant la date de la fabrication et donnant les informations relatives à la composition. À l'arrivée de gros envois de nourriture, on doit prélever de petits échantillons en vue de tests indépendants.

3.3 Qualité et entreposage des aliments

Principe directeur n° 59

Pour préserver la qualité nutritionnelle des aliments, on doit les entreposer dans un endroit sombre et réservé à cet effet, à l'abri des parasites et animaux nuisibles et où la température et l'humidité sont contrôlées. On doit protéger de la même façon les aliments destinés à une consommation immédiate et se trouvant dans les dispositifs de distribution. Les aliments employés lors des repas quotidiens doivent être gardés dans des contenants à couvercle scellé qui les protègent de l'humidité et de la lumière, et être remplacés fréquemment par des aliments qui sont entreposés.

Tous les aliments, qu'ils soient humides, semi-humides ou secs, sont susceptibles de se dégrader au bout d'un certain temps. Les aliments humides contenant du poisson cru haché ou de l'ensilage de poisson doivent être consommés en quelques heures ou congelés (Goddard, 1996). Les aliments secs doivent être entreposés à une température inférieure à 20 °C et à un taux d'humidité inférieure à 75 %. L'excès d'humidité favorise les moisissures, et les températures élevées ont pour effet de détruire certaines vitamines et d'accélérer la dégradation des lipides. L'oxygène, les rayons ultraviolets et la peroxydation des lipides peuvent également détruire les vitamines des aliments.

On peut congeler les aliments pour prolonger leur durée de conservation, notamment lorsque des quantités relativement limitées sont nécessaires aux fins d'un projet de recherche spécifique. Cependant, la congélation et la décongélation dégradent certains micronutriments comme les vitamines B, et il peut donc s'avérer nécessaire de les remplacer par des suppléments.

La rancidité oxydative est l'un des changements les plus problématiques qui peuvent survenir au cours de l'entreposage des aliments (Wedemeyer, 1996a; O'Keefe, 2000). En l'absence de protection par des antioxydants, les lipides riches en acides gras polyinsaturés dont les acides gras essentiels sont très sensibles à l'auto-oxydation, ce qui génère des produits de dégradation nocifs y compris des radicaux libres (Hardy et Roley, 2000). Tacon (1992) résume les effets pathologiques de la consommation d'huiles oxydées.

Les aliments moisis sont très toxiques et ne doivent en aucun cas être offerts aux poissons (Wedemeyer, 1996a).

Principe directeur n° 60

Les espèces de poissons doivent obligatoirement être nourries à une fréquence adéquate avec des aliments qui répondent bien à leurs besoins nutritionnels et sont de taille convenable. Une technique optimale de présentation des aliments est essentielle au bon état de santé et au bien-être global des poissons, et permet d'éviter de salir l'eau avec des restes d'aliments non consommés.

Principe directeur n° 61

Que les espèces de poissons soient nourries manuellement ou automatiquement, on doit les observer régulièrement pour déterminer si le poisson réagit tel qu'il a été prévu et si les rations sont suffisantes ou excessives.

Si on emploie un dispositif automatique de distribution des aliments, il doit être entretenu régulièrement et les quantités consommées par les poissons vérifiées aussi souvent que possible.

Selon l'espèce à nourrir, on doit déterminer quelles doivent être les propriétés et la taille des aliments (p. ex., à des poissons qui se nourrissent sur le fond, il est préférable d'offrir des granulés qui couleront au fond). On doit également déterminer la taille des rations, la fréquence et l'heure préférée des repas ainsi que le mode le plus efficace de distribution de la nourriture. Lorsqu'on offre un nouveau type d'aliment, on doit le mélanger à celui qui était habituellement

consommé auparavant pour permettre une transition progressive de l'un à l'autre.

De façon générale, les techniques d'alimentation des espèces de poissons captifs ont pour but d'encourager une consommation et une ingestion rapides, d'empêcher la perte d'éléments nutritifs solubles par lixiviation et de réduire les pertes. Non seulement, la réponse alimentaire est déterminée en grande partie par la qualité de la diète, mais elle est également influencée par le milieu où les poissons sont hébergés. Par exemple, les températures situées à la marge inférieure ou supérieure de l'intervalle de tolérance ont pour effet d'inhiber l'alimentation; c'est également le cas des conditions génératrices de stress comme le manque d'oxygène et la création de hiérarchies au sein de la population (Kestemont et Baras, 2001).

La rétention d'excréments ou de restes de nourriture dans le milieu est particulièrement problématique en présence de quantités excessives d'aliments, notamment dans les systèmes à recyclage de l'eau. Le schéma expérimental devrait prendre en compte les effets de la quantité et de la qualité de la nourriture sur la qualité de l'eau.

Les poissons ne doivent pas recevoir des quantités excessives de nourriture, sauf dans les expériences où on les nourrit *ad libitum*. Cependant, même dans ce dernier cas, ils doivent faire l'objet d'une surveillance et l'excès de nourriture doit être enlevé peu de temps après le repas. La plupart des poissons peuvent survivre longtemps sans s'alimenter et, dans la plupart des cas, un jeûne de quelques jours ne provoquera pas de stress significatif (De Silva et Anderson, 1995; Carter *et al*., 2001). Par contre, l'excès de nourriture peut avoir des conséquences graves qui se répercutent sur la qualité de l'eau en stimulant la croissance de bactéries et de champignons qui peuvent s'avérer nocifs (pour ce qui est de l'exception à cette règle, voir la section 3.4 Sevrage des larves).

Les méthodes d'alimentation et de tri des poissons par taille doivent être optimisées afin d'assurer que tous les poissons ont l'occasion de se nourrir. Si les poissons refusent de se nourrir pendant une longue période, des mesures alternatives devront être en place, par exemple consulter le fabriquant d'aliments, un spécialiste de la nutrition des poissons ou un vétérinaire. Chez les poissons, les principaux modes de détection des aliments sont l'odorat et la vue, mais ce sont surtout le goût et la texture de la nourriture qui déterminent si elle sera ingérée ou rejetée. Lorsqu'on commence à employer un aliment de grosseur différente, on devrait le mélanger à celui d'avant pendant une semaine pour permettre aux poissons de s'adapter. On peut ajouter certains stimulants aux aliments pour poissons pour les rendre plus appétissants.

Dans certains cas, les granules peuvent ne pas être reconnus comme des aliments, par exemple dans le cas des poissons sauvages mis en captivité. De plus, de nombreuses petites espèces de poissons d'aquarium et les larves de nombreuses espèces de poissons marins de plus grande taille ne peuvent se nourrir d'aliments préparés ou refusent de le faire. Il peut également être nécessaire de fournir des proies vivantes lors d'études sur la consommation de poissons-proies ou dans le cas de poissons sauvages hébergés pendant une courte période. Les proies vivantes (principalement les rotifères et les crevettes des salines) peuvent donner d'excellents résultats, mais, dans la plupart des cas, il est nécessaire de les élever en plus des poissons eux-mêmes. Le coût éthique de la fourniture de proies vivantes (notamment de poissons vivants) doit être pris en compte en plus des autres inconvénients possibles comme le risque d'apparition de différents états nutritionnels ou d'introduction de maladies. On trouvera d'autres informations y compris un survol général des besoins en nutriments dans d'autres publications (NRC, 1993; Conklin, 2000; Halver et Hardy, 2001).

Les études prévoyant des restrictions alimentaires doivent faire l'objet d'un examen attentif. Dans la *politique du CCPA sur : les principes régissant la recherche sur les animaux* (CCPA, 1989), on lit ce qui suit : « *expériences exigeant la privation de nourriture et d'eau pendant des périodes incompatibles avec les besoins physiologiques particuliers à l'espèce; de telles expériences ne doivent avoir aucun effet préjudiciable à la santé de l'animal*; ... ». De façon générale, pendant les périodes de restriction alimentaire, on ne devrait pas laisser les poissons perdre plus de 15 % de leur poids corporel (Home Office, 2003). Comme pour toutes les autres études, le CPA est chargé d'approuver le point limite de l'étude proposée en consultation avec le chercheur et le vétérinaire ou spécialiste de la santé des poissons. À noter qu'il n'est pas nécessaire de

tenter de nourrir des poissons qui ont cessé naturellement de s'alimenter (p. ex., saumon frayant).

3.4 Sevrage des larves

Il est reconnu que, pendant les premiers stades du cycle vital de nombreuses espèces, la mortalité naturelle est élevée (voir la section B. Introduction). On a souvent laissé entendre que le fait que les animaux ne commencent pas à s'alimenter ou qu'ils s'alimentent insuffisamment était l'une des principales causes de mortalité précoce (Robin et Gatesoupe, 1999).

Le passage à une nourriture exogène est une étape cruciale de la vie des poissons, notamment chez les espèces marines. Cette transition constitue l'un des principaux critères permettant de définir la fin de la période embryonnaire (Noakes et Godin, 1988). De façon générale, les espèces très fécondes et produisant des œufs de petite taille, par exemple la morue, l'églefin et la limande, sont plus petites au moment de l'éclosion; chez elles, le stade du sac vitellin est aussi plus court et il est plus difficile de les élever avec des aliments artificiels (Watanabe et Kiron, 1994). Pour toutes les espèces de poissons, le passage de l'alimentation endogène à une alimentation exogène, et ensuite le passage de proies vivantes à des aliments non vivants sont des périodes critiques pendant lesquelles un grand nombre de poissons peuvent mourir. De façon générale, il ne s'agit pas réellement d'une question de bien-être, mais les individus dont on juge qu'ils ont peu de chance de survivre doivent être euthanasiés.

Le choix du moment du premier repas et l'accès à des proies convenables sont des éléments critiques. Les jeunes des espèces à développement tardif, qui ne sont pas très développés avant leur premier repas, doivent recevoir une alimentation plus concentrée pour compenser l'état de développement peu avancé de leur tube digestif et la rapidité du transit. Les jeunes des espèces précoces, qui sont plus développés au moment de leur premier repas, peuvent se nourrir plus efficacement de proies dispersées (Noakes et Godin, 1988).

Lors du sevrage, l'étape la plus cruciale est le passage aux invertébrés vivants comme les rotifères et les artémias de taille convenable. On enrichit généralement ces organismes alimentaires à l'aide d'éléments nutritifs limitants (p. ex., acides gras et acides aminés essentiels) pour favoriser la croissance et la survie des larves. Les jeunes poissons, s'ils sont privés d'aliments exogènes, atteignent un point de non retour lorsque le manque de nourriture s'accompagne d'un état de privation de nourriture.

3.5 Emploi d'aliments médicamentés

Principe directeur n° 62

Les aliments médicamentés ne doivent être administrés que lorsqu'ils ont été prescrits par un vétérinaire et sous la supervision de celui-ci.

Les aliments médicamentés peuvent servir à traiter certains états cliniques comme les infections bactériennes ou à étudier des modèles de lutte contre la maladie. Ces produits doivent être administrés que sur ordonnance d'un vétérinaire et accompagnés des avertissements relatifs au délai d'attente, notamment dans le cas des antibiotiques. L'administration d'aliments médicamentés à des fins thérapeutiques doit être effectuée sous la supervision d'un vétérinaire et avec les précautions visant à prévenir l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques. Les antibiotiques doivent être choisis à la lumière d'un jugement clinique et de tests de sensibilité aux produits antimicrobiens. Autant que faire se peut, on ne devrait employer que des agents approuvés pour l'utilisation chez les poissons.

Les aliments médicamentés peuvent être moins appétissants et les poissons peuvent refuser de les consommer. Lorsqu'on commence à offrir des aliments médicamentés, il est important de surveiller le comportement alimentaire des poissons et de se préparer à prendre des mesures connexes comme les mélanger graduellement aux aliments non médicamentés pour encourager la consommation. Pour amorcer le comportement alimentaire, on peut envisager l'emploi d'exhausteurs de goût pour les aliments médicamentés (p. ex., revêtement de krill ou d'hydrolysat de poissons marins). On doit garder à jour des registres sur la durée du traitement et ses effets.

Dans les systèmes à recyclage de l'eau, les agents chimiothérapeutiques doivent être employés avec prudence parce qu'ils peuvent nuire à la flore nitrifiante des biofiltres.

4. Géniteurs et reproduction

Principe directeur n° 63

Les systèmes d'hébergement des géniteurs et les conditions environnementales doivent convenir à l'espèce visée. On doit accorder une attention particulière aux indices environnementaux liés au maintien (ou à la manipulation) des cycles reproductifs endogènes.

Les facteurs environnementaux (température, conditions d'éclairage, type d'habitat ou de bassin, nutrition, densité et autres espèces présentes) sont essentiels au succès de la reproduction.

Principe directeur n° 64

Là où c'est possible, on doit opter pour une gestion rationnelle du patrimoine génétique des géniteurs. En consultation avec un vétérinaire, on doit mettre en œuvre un programme strict de prévention des maladies et de surveillance de l'état de santé des géniteurs pour assurer la production d'une progéniture saine et empêcher la propagation de maladies par les sources d'approvisionnement en eau, les poissons ou leurs œufs.

4.1 Induction du frai

L'induction du frai par injection d'hormones est une pratique commune dans les élevages de géniteurs. On doit consulter les ouvrages publiés pour s'assurer que les doses et la posologie sont conformes aux méthodes standard établies. Si on prévoit les tuer pour la consommation, les géniteurs ainsi traités devraient être retenus pendant le délai d'attente correspondant.

L'induction du frai peut provoquer une morbidité et une mortalité dues à la rétention des œufs ou à d'autres effets imprévus.

Le personnel qui travaille sur les reproducteurs ayant subi un traitement hormonal devrait être conscient des complications qui peuvent en résulter.

G. SANTÉ ET PRÉVENTION DES MALADIES

Lorsqu'ils sont confinés dans un environnement artificiel, les poissons sont sensibles aux fluctuations de la qualité de l'eau et de leur alimentation ainsi qu'à la présence de pathogènes et aux pratiques de gestion de l'installation. L'apparition de maladies, infectieuses ou non, ne peut pas être prise en compte indépendamment de tous ces facteurs. Les microorganismes sont disséminés dans l'ensemble de tout environnement aquatique, mais leur présence peut ne devenir évidente que dans des conditions environnementales sous-optimales.

1. Programme de santé des poissons

On ne peut obtenir des données fiables qu'avec des poissons en bon état de santé (Jenkins, 2000). Les poissons employés en recherche doivent être exempts de tout agent pathogène notable pouvant rendre malade l'animal (à moins que cet agent fasse partie du protocole expérimental).

Si une maladie fait partie du protocole expérimental, les effets possibles de l'agent pathogène ou du parasite sur les résultats de recherche devraient être prévisibles ou constituer une variable qui sera testée pendant le déroulement de la recherche.

Principe directeur n° 65

Toutes les installations doivent obligatoirement disposer d'un programme de suivi de l'état de santé des poissons.

Les institutions qui hébergent des poissons destinés à la recherche, à l'enseignement et aux tests doivent disposer d'une expertise en santé des poissons, et de préférence d'un vétérinaire ayant l'expérience des animaux aquatiques et la formation connexe. Cette personne peut participer à l'élaboration des PNF visant à limiter l'introduction de maladies dans l'installation, et elle doit pouvoir être consultée sur toute question relative à la santé des poissons (voir la section B.4.3 Rôle du vétérinaire).

1.1 Prévention des maladies

Principe directeur n° 66

Les mesures stratégiques de prévention de la maladie doivent comprendre les éléments suivants : 1) une entente écrite formelle avec un professionnel de la santé des poissons (habituellement un vétérinaire) responsable de la gestion des problèmes de morbidité et de mortalité à l'installation; 2) un programme de détection et de gestion des maladies et des problèmes de qualité de l'eau liés au stress physiologique; 3) une mise en œuvre stratégique des mesures de lutte contre les maladies telles que la quarantaine, la vaccination et les traitements prophylactiques; 4) un système de surveillance régulière et de signalement pour l'évaluation de l'état de santé.

Le stress, les problèmes de nutrition et de qualité de l'eau, les éclosions de maladies infectieuses, le cannibalisme et la prédation peuvent avoir de graves répercussions chez les poissons captifs (Wedemeyer, 1996a). On doit mettre en œuvre des méthodes de détection précoce des problèmes de santé, dès leur apparition, pour faciliter la correction de ceux-ci et le retour à des conditions sanitaires compatibles avec les objectifs de l'étude. Une bonne gestion sanitaire est nécessaire à toute étude portant sur des poissons vivants; en effet, un état de santé sous-optimal et la maladie peuvent nuire à la qualité des résultats ou compromettre ceux-ci.

Dans les systèmes d'hébergement de poissons, il est possible d'éviter de nombreuses maladies par une bonne gestion entretien, en utilisant des animaux chez qui les agents pathologiques infectieux ont fait l'objet d'un dépistage préalable et en soumettant ces animaux à une période d'isolement et de manipulations limitées pour minimiser le stress. Pour ce faire, on peut organiser un système de quarantaine où les animaux situés « en aval » de l'installation d'hébergement sont considérés comme sensibles à la présence de tout pathogène échappé. On doit également maintenir des conditions d'hébergement adéquates

conformément à ce qui est exposé ailleurs dans les présentes lignes directrices.

1.2 Diagnostic des maladies et identification des pathogènes

Principe directeur n° 67

L'un des principaux volets du programme de gestion sanitaire doit être le diagnostic précoce et l'identification des causes, des mécanismes et des facteurs de stress en vue de la mise en œuvre de mesures correctives appropriées.

Les protocoles de lutte contre les maladies devront comporter un système fiable de détection et de signalement des signes cliniques, et ils devront définir des critères permettant de distinguer les taux de mortalité acceptables et inhabituels. L'isolement et l'enlèvement rapide des poissons morts permettent de réduire les risques de propagation de maladie.

S'il survient une perte inattendue de poissons, le personnel doit immédiatement prélever des échantillons d'eau, d'aliments et de poissons en vue d'une analyse subséquente éventuelle. Des échantillons de poissons affectés devraient être conservés à des fins de diagnostic. Il est souhaitable d'élaborer des PNF avec l'aide d'un spécialiste de la santé des poissons ou d'un vétérinaire clinicien expérimenté pour standardiser les méthodes de prélèvement des échantillons.

Lorsque des problèmes cliniques apparaissent, il est préférable de consulter un vétérinaire clinicien. Lorsque cela est possible, plutôt que des spécimens morts, il est de loin préférable de fournir aux laboratoires de diagnostic des poissons vivants non traités avec et sans symptômes.

Principe directeur n° 68

Les programmes de gestion sanitaire des poissons doivent viser à identifier les pathogènes cliniques et subcliniques voire opportunistes dont la présence peut résulter de facteurs de stress d'origine expérimentale.

La présence de maladies infectieuses dans une population expérimentale, même en l'absence de signes cliniques, peut rendre difficile l'interprétation des résultats étant donné les variables confusionnelles qui peuvent en résulter. La validité scientifique et la reproductibilité des expériences effectuées sur une population dans un état morbide ou subclinique sont contestables. Effectuer des traitements peut aussi constituer une variable expérimentale.

Principe directeur n° 69

On doit porter une attention particulière au suivi des poissons après tout événement susceptible de produire un stress.

Toutes les espèces de poissons de l'installation doivent être surveillées quotidiennement. Sachant néanmoins que le risque d'apparition d'infections opportunistes est plus élevé chez les poissons qui subissent des procédures stressantes, on devrait accorder un plus grand soin à l'observation de un à cinq jours après un événement susceptible de produire un stress. Un manque d'appétit, un comportement inhabituel, une décoloration du tégument et une présence de lésions peuvent être des signes de problèmes de santé.

Les lésions physiques constituent une cause de stress, mais les sources de stress les plus fréquentes sont les suivantes : introduction de nouveaux animaux, surpopulation, manipulation, transport, dégradation de la qualité de l'eau (p. ex., changements sublétaux de température, diminution de la concentration en oxygène dissous et accroissement du taux d'ammoniac) (Wedemeyer, 1996a; Reddy et Leatherland, 1998; Speare, 1998b). Le stress ainsi causé peut inhiber la réponse immunitaire et permettre la prolifération des organismes pathogènes. Il peut également provoquer la mort des poissons même en l'absence de tout agent infectieux.

1.3 Lésions et autres troubles

Principe directeur n° 70

Les procédures de manipulation ne doivent être exécutées que par des personnes compétentes et à l'aide de techniques qui réduisent les risques de blessure. On doit s'efforcer de réduire la morbidité et la mortalité résultant de troubles de l'osmorégulation, d'acidose systémique et d'infections opportunistes des lésions cutanées produites par manipulation ou traumatismes.

Les lésions traumatiques peuvent résulter des procédures de manipulation, d'abrasions subies

au contact des bassins et du matériel ou d'autres poissons ou de prédateurs (Speare, 1998b). En présence d'un matériel défectueux ou de manipulateurs inexpérimentés, une procédure courante peut provoquer l'éclosion de maladies. Pendant la manipulation, certains facteurs peuvent accroître les risques pour les poissons, par exemple :

- un équipement inadéquat ou en mauvais état de fonctionnement;
- des manipulateurs inexpérimentés avec les poissons;
- des surfaces sèches ou abrasives entrant en contact avec les poissons pendant la manipulation (planches à mesurer, balances, etc.);
- le réchauffement de l'eau;
- une manipulation prolongée;
- la répétition des procédures sur le même individu.

On trouvera des informations sur la manipulation et la contention à la section H.1. Manipulation et contention.

1.3.2 Interactions comportementales pouvant provoquer des blessures

Principe directeur n° 71

On doit prendre des mesures sanitaires pour éviter les interactions comportementales pouvant avoir des conséquences néfastes comme les agressions.

Pour minimiser le nombre d'agressions, on peut prendre diverses mesures telles que le tri des poissons selon leur taille, l'ajustement de la densité d'occupation ou la mise en place de barrières visuelles.

Chez certains poissons, le comportement territorial peut occasionner des blessures (Speare, 1998b). Les interactions sociales et la densité d'occupation se répercutent sur les interactions comportementales (Speare, 1998b) et peuvent avoir des conséquences sur certains comportements entre autres exemples, la cessation de prise de nourriture.

1.3.3 Troubles liés à l'alimentation

La nutrition peut également avoir un effet sur la santé des poissons en provoquant des carences en nutriments, des déséquilibres, des toxicoses ou l'introduction d'agents infectieux (voir la section F.3. Aliments, repas et nutrition).

1.3.4 Toxicité résultant de l'utilisation d'agents chimiothérapeutiques et de la présence de toxines environnementales

Principe directeur n° 72

Pour tout traitement standard, on doit établir des procédés normalisés de fonctionnement comprenant la définition de points limites pour les poissons affectés.

Le traitement des poissons doit être effectué en consultation avec un vétérinaire. Pour les traitements standard, on doit également établir des PNF en consultation avec le vétérinaire ou un professionnel de la santé des poissons.

Les médicaments sont habituellement administrés à un groupe de poissons plutôt qu'à un seul poisson malade, de sorte que le traitement peut avoir des effets inattendus chez un plus grand nombre d'animaux. Dans la mesure du possible, les poissons devant être traités devraient être isolés jusqu'à la fin du traitement. Lorsqu'on administre des traitements par bain, on devrait assurer une surveillance attentive et le maintien de la qualité de l'eau, car cet aspect est l'une des principales sources de problèmes. Lorsque les effets d'un tel traitement sont inconnus, on doit tester un petit nombre de poissons avant de procéder avec l'ensemble du groupe.

H. PROCÉDURES EXPÉRIMENTALES

1. Manipulation et contention

Principe directeur n° 73

Les poissons doivent jeûner avant toute manipulation.

En cas de stress aigu, les poissons défèquent et vomissent, ce qui leur permet d'économiser leur énergie métabolique. La digestion suppose une dépense énergétique; en cas de danger immédiat, l'animal se débarrasse des aliments non digérés et dispose ainsi de plus d'énergie pour fuir, se défendre ou se rétablir de ses blessures. Après une période de jeûne, la digestion ne consomme pas d'énergie pendant la manipulation et le poisson dispose ainsi d'une réserve énergétique qui facilite son rétablissement. De plus, le jeûne ayant pour effet de réduire quelque peu la production d'ammoniac du poisson, cela réduit les risques de contamination du bain par le contenu du tube digestif. Le délai de vidange du tube digestif est plus long chez les espèces de poissons de plus grande taille et aux températures plus basses. Pendant les procédures et le rétablissement, on devrait fournir une eau de haute qualité pour que la décharge éventuelle du contenu du tube digestif ne nuise pas au bien-être des espèces de poissons; on doit en particulier recourir à cette stratégie pour éviter de retarder toute intervention diagnostique ou thérapeutique.

Principe directeur n° 74

Le personnel qui manipule les espèces de poissons doit avoir reçu une formation sur les méthodes à employer pour réduire les blessures et la morbidité chez les animaux dont il a la charge.

Principe directeur n° 75

Les poissons ne doivent être manipulés que lorsque nécessaire et le nombre des manipulations doivent être réduit autant que possible.

Même les procédures de manipulation ordinaires peuvent provoquer une morbidité et une mortalité si elles sont exécutées par des personnes qui n'ont pas été convenablement formées (voir la section G.1.3.1 Lésions dues à la manipulation).

Presque toutes les espèces de poissons présentes dans les laboratoires doivent être manipulées physiquement. La manipulation et le dérangement semblent stressants pour les espèces de poissons, mais celles-ci peuvent être conditionnées à ces événements (Kreiberg, 2000). Pendant la manipulation, on doit employer un matériel permettant de réduire le plus possible les dommages infligés au poisson, de préférence un seau (ou des filets sans nœuds) et des tables pouvant être désinfectées. La prise de mensurations comme le poids et la longueur, qui exige une manipulation directe, doit être exécutée rapidement et de la façon la moins stressante possible. Pour les procédures qui nécessitent une contention autre que passagère ou devant porter sur un grand nombre de poissons, celles-ci doivent être effectuées sous sédatifs à moins que les animaux aient été conditionnés à cet effet. Parmi les effets du stress à long terme, on compte la perte d'appétit, l'inhibition de la croissance, la diminution du succès de reproduction et l'affaiblissement de la réponse immunitaire (Reddy et Leatherland, 1998). Selon l'espèce considérée et la fréquence et l'intensité du stress causé par la manipulation, le retour à un comportement alimentaire normal peut prendre de plusieurs heures à plusieurs jours.

Là où les poissons doivent être manipulés de façon répétée, on doit prévoir une période de récupération suffisante entre les manipulations. Le rétablissement à la suite d'un événement stressant peut être assez long. À la suite de manipulations répétées, la surveillance peut devoir être accrue et le stress peut être amoindri par l'emploi de sédatifs ayant déjà fait leurs preuves (Kreiberg, 2000).

Principe directeur n° 76

En manipulant les poissons, on doit éviter autant que possible d'endommager la barrière cutanée de mucus.

On doit éviter la contention physique prolongée de poissons non placés sous sédatif parce qu'elle peut occasionner des lésions de la peau et des muqueuses ainsi qu'une myopathie. Cela concerne en particulier les salmonidés; la conten-

tion physique semble moins stresser les espèces de poissons plus sédentaires.

L'intégrité de la barrière formée par le mucus et l'épiderme qui recouvrent le corps du poisson est essentielle parce que celle-ci les protège contre le stress osmotique et les agents infectieux. Chez de nombreuses espèces à la peau relativement fragile, on emploie fréquemment des anesthésiques et des sédatifs pour éviter d'infliger des lésions externes pendant la manipulation alors qu'il ne serait pas nécessaire de prendre de telles précautions pour exécuter les mêmes procédures chez d'autres espèces. On a constaté que les polymères employés comme additifs de l'eau comme la polyvinylpyrrolidone (PVP) étaient utiles pour le transport et la manipulation des poissons (Carmichael et Tomaso, 1988; Wedemeyer, 1996b). De façon générale, on considère que ces composés adhèrent temporairement aux tissus exposés et remplacent le mucus manquant pendant une courte période en jouant le même rôle protecteur.

Principe directeur n° 77

La contention et la manipulation des espèces de poissons doivent être exécutées de façon à réduire autant que possible la stimulation visuelle. Autant que faire se peut, on doit protéger les poissons de la lumière vive et des fluctuations rapides de la luminosité lors de leur contention.

On recommande l'exclusion totale ou partielle de tout éclairage pour réduire le stress chez les poissons qui doivent être manipulés (Wedemeyer, 1985; Hubbs *et al*., 1988).

Lors de procédures courtes et peu stressantes, il peut être pratique de procéder à une contention manuelle, mais l'opération doit être exécutée par des manipulateurs compétents et soigneux. De nombreuses espèces de poissons sont sensibles aux stimuli visuels, notamment à l'intensité lumineuse, de sorte qu'on peut réduire leur stress en effectuant la manipulation sous une lumière tamisée.

Principe directeur n° 78

De façon générale, les poissons ne doivent pas être maintenus hors de l'eau pendant plus de 30 secondes.

De façon générale, la durée de la période pendant laquelle le poisson est maintenu hors de l'eau doit être minimisée, et ne doit pas dépasser 30 secondes (Ferguson et Tufts, 1992); certaines espèces comme les anguilles et les poissons-chats peuvent cependant tolérer des périodes plus longues. On a décrit l'ampleur des dégâts que même de courtes périodes passées hors de l'eau peuvent avoir sur le tissu épithélial des branchies de certaines espèces. Par conséquent, même lorsque l'animal est hors de l'eau, on doit garder les lamelles humides.

Les poissons de grande taille comme les géniteurs sont moins sensibles à un séjour hors de l'eau si on leur couvre la tête d'un morceau de caoutchouc mousse ou d'un linge détrempé, ce qui permet également de garder les branchies humides.

1.1 Contention des espèces dangereuses

Principe directeur n° 79

Les personnes qui travaillent avec des espèces dangereuses doivent obligatoirement être formées à cette fin et avoir les compétences requises. Les articles de premiers soins appropriés (p. ex., antivenin, trousse de premiers soins, etc.) doivent obligatoirement être à portée de la main.

En général, on ne trouvera des espèces dangereuses que sur le terrain; cependant, les mêmes recommandations valent également pour le laboratoire. La manipulation de ces espèces doit se faire sans risque autant pour le chercheur que pour l'animal. Les procédures doivent permettre de raccourcir la manipulation et de réduire ou d'éliminer les contacts entre le manipulateur et l'animal.

Lorsqu'ils manipulent des espèces dangereuses, les chercheurs ne doivent jamais travailler seuls. Une deuxième personne connaissant les techniques de capture et de manipulation ainsi que les mesures d'urgence doit être présente à tout moment.

Il est important de consulter des collègues ayant l'expérience du travail avec l'espèce considérée et de se référer aux ouvrages pertinents (CCPA, 2003a; Nickum *et al*., 2004).

2. Espace restreint

Principe directeur n° 80

On doit, autant que faire se peut, s'efforcer de fournir aux poissons qui sont dans un espace restreint un environnement aussi peu stressant que possible, tout en respectant les contraintes du protocole expérimental.

On place souvent les poissons dans des espaces restreints pendant de longues périodes (chambres métaboliques, appareils à tunnel pour la mesure de la vitesse de la nage, calorimètres). Les animaux doivent être habitués à l'espace restreint avant l'étude. On doit les maintenir dans un tel espace pendant une période aussi courte que possible. Les poissons qui ne parviennent pas à rester en bonne santé dans ces milieux doivent en être retirés.

3. Chirurgie

Pour une revue complète des techniques chirurgicales à employer sur les poissons, voir Johnson (2000). On trouvera des indications générales à cet effet dans le *Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation*, vol. 1, Chapitre IX, Normes de chirurgie pour les animaux d'expérimentation (CCPA, 1993b); on devrait également garder à l'esprit les différentes conditions environnementales qui sont nécessaires au succès de la chirurgie sur les poissons.

3.1 Préparation chirurgicale et désinfection de la peau

Principe directeur n° 81

Les interventions chirurgicales doivent être effectuées par des personnes ayant reçu une formation adéquate.

Les interventions chirurgicales effectuées sur les poissons peuvent s'avérer délicates et complexes. Toute personne tentant d'effectuer une chirurgie invasive doit avoir reçu une formation appropriée sur les techniques d'asepsie chirurgicale, ou elle doit demander les services d'un chirurgien vétérinaire. Les chirurgies effectuées sur les poissons doivent normalement être couvertes par le programme institutionnel de soins vétérinaires.

Principe directeur n° 82

Avant de tenter toute intervention chirurgicale sur des animaux vivants destinés à se rétablir, on doit pratiquer les techniques chirurgicales et de suture sur des objets inertes ou des spécimens morts afin d'acquérir les compétences requises.

Pour la formation des chercheurs, il peut être utile de mettre ces techniques en pratique sur des animaux morts ou sur des animaux utilisés pour des expériences aiguës. Une bonne formation et une pratique adéquate permettent de minimiser les durées de l'anesthésie et de l'intervention, et elles contribuent à un rétablissement plus rapide de l'animal.

Principe directeur n° 83

Lors de la préparation des champs opératoires, on doit éviter d'endommager les tissus et de contaminer les blessures.

Au cours de la préparation chirurgicale, on considère généralement que l'enlèvement du mucus et le déplacement des écailles ont pour effet de dévitaliser les tissus et d'exposer davantage la zone aux attaques d'agents saprophytes et notamment aux invasions fongiques et bactériennes. Le mucus et les couches épidermiques externes du poisson contiennent diverses molécules aux propriétés antibactériennes ainsi que des cellules phagocytaires et des leucocytes mononucléaires. La préparation doit être limitée dans sa portée, outre l'élimination en douceur des saletés et des débris bien visibles (Wagner *et al*., 1999).

De façon générale, chez les poissons, on ne peut pas créer un site opératoire « chirurgicalement propre » par un brossage vigoureux comme on le fait chez les mammifères. Il existe également des différences entre espèces, les requins ayant une peau dure et résistante alors que d'autres comme le poisson-chat ont une peau délicate relativement dépourvue d'écailles. De nombreuses espèces semblent bien tolérer une solution aqueuse diluée de povidone-iode, que l'on peut verser sur la zone à opérer avant la mise en place du champ opératoire et l'incision. On doit éviter l'alcool et les composés d'ammonium quaternaire, qui peuvent être irritants et toxiques pour la peau de certaines espèces.

La création d'une zone de peau chirurgicalement propre (que l'on définit chez les mammifères comme contenant moins de 10 000 bactéries par gramme de tissu) est problématique chez les poissons; cependant, la mise en place de linges occlusifs stériles permet de maintenir un champ opératoire stérile ou chirurgicalement propre. Il est préférable d'employer des pellicules de plastique stérile pour les aliments (Saran Wrap) plutôt que des tissus parce que ces derniers sont absorbants et propices à la contamination bactérienne de l'eau. On peut effectuer les incisions chirurgicales de façon stérile en coupant le tissu sous-jacent directement à travers le linge.

Principe directeur n° 84

On doit porter attention aux conditions d'asepsie, à la désinfection et à l'emploi d'instruments stériles afin de minimiser la contamination des plaies et de favoriser la guérison.

Les instruments doivent être nettoyés et stérilisés entre les interventions ou lorsqu'ils ont été accidentellement contaminés.

Il existe fort peu de publications traitant des effets des bactéries opportunistes sur la cicatrisation des plaies chirurgicales chez les poissons; si cela est faisable, il est raisonnable d'employer des techniques stériles afin d'éviter la contamination et la colonisation des plaies et des cavités corporelles par les bactéries.

Les instruments peuvent être stérilisés par des gaz ou passés à l'autoclave; là où il est impossible de procéder ainsi, on peut les stériliser à froid pendant 10 minutes à l'aide de chlorure de benzalkonium et d'autres produits stérilisants à froid. Cependant, il est peu probable que cette dernière technique permette de tuer les spores. Ces agents sont toxiques pour les tissus, et par conséquent, les instruments doivent être soigneusement rincés dans de l'eau stérile avant le contact avec les tissus. Pour effectuer plusieurs interventions à la fois, on doit se servir de deux jeux d'instruments placés tour à tour dans une solution de stérilisation à froid. On peut également se servir d'un stérilisateur à billes à chaud, cette solution étant la plus pratique pour de nombreux types de travaux de laboratoire. De nombreux désinfectants chirurgicaux comme l'alcool et le glutaraldéhyde provoquent une dévitalisation ou une production excessive de mucus lorsqu'on les applique sur la peau des poissons, ce que l'on devrait éviter de faire.

3.2 Qualité de l'eau pendant la chirurgie

Principe directeur n° 85

Pendant une intervention prolongée, la qualité de l'eau doit être maintenue et sa charge bactérienne et organique doit être aussi faible que possible. L'eau servant à l'anesthésie doit provenir de la même source que celle du bassin pour éviter le choc dû aux différences de température, de pH, d'électrolytes, etc.

La circulation de l'eau servant à irriguer les branchies des poissons pendant les interventions chirurgicales prolongées doit être maintenue; on doit également traiter l'eau pour éliminer les particules et maintenir les taux d'anesthésique et d'oxygène, la température, le pH et la salinité à des niveaux convenables. Comme la température de l'eau peut être influencée par celle de l'air ambiant et par l'emploi de lampes chirurgicales, elle doit être soigneusement surveillée et contrôlée. La qualité de l'eau peut également être compromise par la production de mucus, d'urine ou d'excréments au cours de l'intervention, et on doit la changer ou la renouveler en conséquence.

Dans certains cas, l'ajout de solutions de conditionnement de l'eau peut être justifié, notamment pour le remplacement des électrolytes à la suite d'un traumatisme ou d'un stress. On emploie des membranes artificielles à base de polyvinyle pyrrolidine, des molécules de piégeage par oxydation et des mélanges commerciaux contenant des électrolytes pour réduire la morbidité et le stress consécutifs aux interventions chirurgicales; cependant, l'efficacité de ces procédés n'a pas été démontrée scientifiquement.

3.3 Anesthésie

Principe directeur n° 86

On doit utiliser des anesthésiques dans les expériences pour lesquelles on prévoit l'occurrence de stimuli nocifs et dans les cas où les manipulations seront importantes et longues et dont on peut raisonnablement présumer qu'il en résultera traumatisme et effets physiologiques négatifs pour les poissons.

On définit généralement l'anesthésie comme un état causé par un agent extérieur et caractérisé par une inhibition du système nerveux menant à une perte de la sensibilité et de la motricité.

L'emploi des anesthésiques facilite le travail sur les poissons et il est exigé pour les études invasives telles que les préparations chirurgicales effectuées en vue d'études physiologiques et qui obligent à immobiliser le poisson pendant de longues périodes. Les sédatifs sont également employés pour la manipulation des animaux au cours de procédures comme le transport, le classement et la vaccination. Bien que l'administration d'anesthésiques serve principalement à immobiliser les poissons pendant la manipulation, elle a également pour fonction d'abaisser le niveau de stress associé à ces procédures et pourrait soulager la douleur (Iwama *et al*., 1988; Davis, 1992; Iwama, 1992). On emploie couramment des surdoses d'anesthésiques pour euthanasier les poissons de façon efficace et appropriée.

Dans Iwama *et al*., *Anesthésie* (supplément à ces lignes directrices qu'on peut consulter sur le site Internet du CCPA, www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm), on trouvera les caractéristiques des principaux anesthésiques employés avec les poissons, les paramètres essentiels relatifs à leur administration y compris les doses optimales et létales ainsi que les délais d'induction et de récupération. Les effets physiologiques possibles de ces produits ainsi que des notes d'avertissement y figurent également. On trouvera d'autres informations dans Iwama et Ackerman (1994).

Principe directeur n° 87

On doit choisir les anesthésiques selon la prévisibilité documentée dans la littérature de leurs effets, tels que l'immobilisation, l'analgésie et la rapidité d'induction et de récupération; on doit également s'assurer qu'ils offrent une bonne marge de sécurité pour les animaux et les manipulateurs.

Le chercheur doit s'assurer que l'anesthésique choisi n'a pas d'effets secondaires toxiques sur les poissons ou le manipulateur, qu'il est biodégradable, qu'il peut être éliminé par le poisson et qu'il n'a aucun effet physiologique, immunologique ou comportemental persistant. Les chercheurs doivent aussi savoir qu'actuellement seuls le TMS (MS-222) et le métomidate sont homologués pour usage vétérinaire chez les poissons au Canada. Les chercheurs sont individuellement responsables de l'utilisation des agents anesthésiants non approuvés pour usage vétérinaire au Canada.

Avant d'utiliser des anesthésiques sur le terrain, on doit consulter les *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des animaux sauvages*, dans lesquelles l'on trouvera des informations utiles, notamment des recommandations en ce qui a trait aux résidus de médicaments (CCPA, 2003a).

Si l'anesthésie doit être plus longue, on devrait employer une technique de recyclage d'eau qui assure un apport continu d'eau oxygénée et d'anesthésiant aux branchies (Iwama et Ishimatsu, 1994).

Principe directeur n° 88

Comme les effets d'un anesthésique peuvent varier selon les caractéristiques locales de l'eau, l'espèce considérée, le stade du cycle vital et la taille du poisson, on doit tester ces substances sur un échantillon de quelques individus quelle que soit l'application envisagée.

Chez tout poisson sur lequel on prévoit effectuer une intervention chirurgicale, la réaction à l'anesthésique proposé doit être bien comprise. On recommande de procéder à des essais sur des poissons en bonne santé afin de pouvoir calculer avec précision le délai nécessaire pour atteindre la profondeur d'anesthésie souhaitée et administrer pour ce faire la dose adéquate (Johnson, 2000).

Principe directeur n° 89

Le personnel travaillant avec des agents anesthésiques sur des poissons doit avoir reçu une formation adéquate et porter des vêtements de protection individuelle.

De nombreux anesthésiques, si mal employés, peuvent causer des dommages chez les humains.

3.4 Équipement chirurgical

Brattelid et Smith (2000) et Johnson (2000) donnent une présentation générale du matériel employé en chirurgie chez les poissons.

3.5 Incisions

Principe directeur n° 90

Les incisions doivent éviter la ligne latérale et suivre l'axe longitudinal du corps du poisson.

Dans certains cas, après avoir préparé la peau, il peut être nécessaire d'enlever des écailles; on doit procéder en les tirant une à une vers l'arrière pour minimiser le risque de blesser l'animal. On ne doit enlever que les écailles nécessaires à l'incision parce qu'elles assurent la protection et la stabilité de la zone blessée. L'épiderme et le péritoine se déchirent facilement, mais chez la plupart des espèces, l'ensemble de la peau est rendu résistant par la présence d'une couche de collagène dense. Il faut avoir de la pratique pour donner au scalpel une pression optimale créant une incision propre d'où s'en suivra une guérison rapide (Johnson, 2000).

Les incisions abdominales peuvent être pratiquées sur la ligne médiane ventrale ou latéralement à cette ligne. Il a été démontré que les incisions pratiquées sur la ligne médiane permettent de réduire les changements de comportement chez la truite (Wagner et Stevens, 2000). Les approches pratiquées à partir de la ligne médiane ventrale peuvent perturber les vaisseaux sanguins, mais ne pénètrent pas dans les tissus tels que les muscles; l'incision entrera néanmoins probablement en contact avec le substrat à l'intérieur du bassin, ce qui peut l'endommager. Les approches latérales permettent de contourner ce problème, mais elles obligent à pénétrer dans des muscles et peuvent occasionner la perforation accidentelle des organes sous-jacents.

Les hémorragies qui surviennent pendant les interventions chirurgicales doivent être arrêtées par pression directe à l'aide de tampons, par ligature ou cautérisation. On peut également se servir d'une éponge de gélatine. La cautérisation doit être pratiquée avec modération, car elle a pour effet de dévitaliser les tissus et de favoriser l'infection et la dégradation des plaies.

3.6 Techniques et matériaux de suture

Principe directeur n° 91

De façon générale, pour fermer les incisions dans la peau des poissons, on doit se servir de monofilaments résistants, inertes et non hygroscopiques ainsi que d'aiguilles atraumatiques.

La peau de la plupart des poissons téléostéens est faite d'un épiderme pourvu d'écailles, d'un derme et d'un hypoderme; ces couches sont étroitement associées entre elles ainsi qu'avec le muscle, le péritoine et les autres couches sous-jacentes. Les sutures à points séparés, qui permettent d'apposer toutes les couches, suffisent, car les cellules épithéliales migrant rapidement, elles couvrent l'incision ce qui protège le poisson de son environnement aquatique. Il n'est recommandé de fermer les différentes couches séparément que chez les très gros poissons.

On peut refermer les couches et les organes internes à l'aide de matériaux synthétiques résorbables. Les tissus comme la peau, qui sont exposés à l'eau et aux bactéries, doivent être recousus avec du matériel inerte et monofilament, comme le monofilament de nylon (non résorbable) ou de polydioxanone (résorbable).

Les adhésifs chirurgicaux au cyanoacrylate peuvent être employés dans certains types d'interventions chirurgicales pratiquées sur des espèces aquatiques; cependant, ces produits présentent trois principaux inconvénients : ils n'adhèrent qu'aux tissus secs, leur adhésion est insuffisante pour maintenir les plaies refermées dans un milieu humide et ils tendent à déclencher des réponses inflammatoires à l'endroit où ils ont été appliqués (Harvey-Clark, 2002).

Summerfelt et Smith (1990) donnent des instructions sur la technique de suture. On recommande les types de sutures les plus sûrs et qui permettent une bonne apposition des tissus comme la suture à points séparés et la suture en U. Ces techniques ont été étudiées plus en détail par Wagner *et al*. (2000).

3.7 Pathophysiologie appliquée à la chirurgie et à la cicatrisation des plaies chez les espèces de poissons

En général, la peau des poissons cicatrise plus vite que celle des mammifères; cependant, la prolifération fibreuse peut être lente et différer selon la température. La vitesse de fermeture de la blessure interne par prolifération fibreuse, celle-ci fournissant une résistance suffisante pour rem-

placer les sutures, dépend de la température. Ce facteur doit être considéré lors du choix du matériel de suture.

Les caractéristiques physiologiques fondamentales ainsi que la réponse histologique liée à la cicatrisation des plaies chirurgicales chez les espèces de poissons ont été décrites par Wagner *et al*. (1999). Les facteurs qui influencent la cicatrisation des plaies sont les suivants :

- la qualité de l'eau (dureté, concentration de sel et d'autres composés ayant une activité osmotique, température) qui a un effet régulateur sur la réponse immunitaire et le taux de métabolisme tissulaire;
- la présence d'autres animaux dans le bassin, cannibalisme de la plaie chirurgicale par les autres poissons, et exclusion des animaux présentant une morbidité postopératoire pendant la compétition pour la nourriture;
- l'état de nutrition préalable à l'intervention chirurgicale, l'équilibre des produits azotés, l'anorexie postchirurgicale (réaction de stress) et la rapidité du retour à des comportements normaux alimentaires et autres;
- l'état hormonal, notamment la smoltification chez les salmonidés;
- la perturbation de l'équilibre électrolytique due à la présence de plaies ouvertes et aux pertes extra-corporelles d'eau (espèces marines) et d'électrolytes (espèces d'eau douce) vers l'eau environnante;
- l'intégrité des couches de mucus et des biofilms recouvrant les poissons;
- la présence ou l'absence de bactéries ou de champignons pathogènes opportunistes dans l'eau pendant et après l'intervention chirurgicale.

3.8 Soins postopératoires

Les effets des analgésiques sur les espèces de poissons sont mal connus. Cependant, nous encourageons les chercheurs à recourir le cas échéant à l'analgésie postopératoire dans la mesure où des agents analgésiques adéquats sont disponibles. En réponse à la douleur et à la peur, les poissons semblent produire des substances opioïdes semblables à celles qu'on trouve chez les animaux supérieurs (substance P, enképhalines et ß-endorphines) (Vecino *et al*., 1992; Rodriguezmoldes *et al*., 1993; Zaccone *et al*., 1994; Balm et Pottinger, 1995); de plus, la réponse du poisson rouge à l'analgésie est semblable à celle du rat (Jansen et Green, 1970). On a étudié la réponse de la carpe (*Cyprinus carpio*) aux chocs électriques, à la présence de substances d'alarme dans l'eau et au contact d'un hameçon de pêche à la ligne; il semble que les réactions de ce poisson aux chocs répétés sont graduelles, ne constituent pas de simples réflexes et ressemblent à ce que l'on observe chez les mammifères (Verheijen et Buwalda, 1988).

Principe directeur n° 92

En laboratoire et le cas échéant sur le terrain, les poissons doivent être attentivement surveillés après la chirurgie.

Bien que les poissons en cours de récupération puissent sembler se trouver dans un état normal, il peut apparaître chez eux des effets métaboliques prolongés dus au stress de l'anesthésie et de la chirurgie. Dans les cas où la surveillance est impossible, on doit envisager de mettre sur pied un projet pilote d'évaluation des procédures. Autant que faire se peut, on doit permettre au poisson de récupérer après l'anesthésie jusqu'à ce qu'il retrouve un comportement normal. Comme l'anesthésie elle même provoque un stress prolongé, il est vital d'exécuter soigneusement les procédures destinées à faciliter le rétablissement, par exemple, en plaçant le poisson dans un bassin tranquille et bien aéré, voire de couleur foncée.

Les poissons exigent une attention accrue pendant la période de récupération postopératoire. Il peut survenir en effet un certain nombre de complications fréquentes comme la déhiscence et l'infection de la plaie, les déséquilibres osmotiques liés aux incisions chirurgicales et l'anorexie. Le choc transitoire post-chirurgical est fréquent chez les poissons. Il peut être lié au manque d'oxygène, aux processus cataboliques, à la perte de liquides et d'électrolytes et au déséquilibre hormonal. Il est important de veiller à la propreté de l'eau dans laquelle l'animal récupère.

Principe directeur n° 93

Les poissons doivent être protégés partiellement ou totalement des interactions intraspécifiques dans les bassins, et placés dans des conditions qui conviennent à l'espèce.

Il faut prendre en compte le retour des poissons dans le bassin où ils se trouvaient avant l'intervention chirurgicale, et la présence d'autres poissons dans celui-ci. Les avantages de la présence d'autres poissons (interactions sociales, formation de bancs, stimulation de l'alimentation) doivent être évalués par comparaison avec les inconvénients (prédation, compétition pour la nourriture, morsure des plaies suturées).

La récupération peut être plus rapide si les poissons sont placés dans des bassins dont l'eau est bien oxygénée, qui sont peu éclairés et pourvus d'abris pour les individus en cours de rétablissement; elle peut également être accélérée par l'ajout d'agents de conditionnement qui accroissent le pouvoir tampon de l'eau et qui permettent de remplacer les électrolytes perdus.

Principe directeur n° 94

Les coûts et les avantages de l'emploi d'antibiotiques à titre prophylactique après l'intervention chirurgicale doivent être soigneusement examinés.

Il n'est pas recommandé d'administrer des antibiotiques sans discernement parce que cette pratique peut mener à l'apparition de souches de bactéries résistantes. En particulier, on ne doit pas administrer d'antibiotiques à des poissons sauvages après le marquage ou après d'autres interventions chirurgicales mineures.

Lorsque l'intervention chirurgicale ne se déroule pas dans des conditions d'asepsie, l'administration précoce d'antibiotiques à large spectre d'efficacité et peu toxiques pour les poissons peut s'avérer appropriée; ces produits doivent être choisis en fonction de ce que l'on sait de la flore opportuniste présente dans le milieu aquatique considéré et en fonction des résultats des cultures et des tests de sensibilité effectués sur les animaux infectés (voir ACMV, 2000).

Dans Stoskopf (1993), on trouvera une revue des propriétés des antibiotiques et des doses à employer chez les poissons. Cependant, on devra consulter un vétérinaire pour déterminer quel est le traitement approprié.

Principe directeur n° 95

Dans le protocole expérimental, et lorsqu'on garde des groupes sociaux de poissons qui récupèrent, on doit tenir compte des facteurs sociaux tels que les différences de taille, la capacité du poisson à se nourrir ou à empêcher les autres de s'alimenter et les comportements agonistiques.

Les bassins de récupération doivent être conçus de façon à promouvoir le rétablissement pour réduire les risques liés aux effets à long terme de l'anesthésie. Il y a plusieurs facteurs à prendre en compte pour ce qui est du bassin de récupération : possibilité d'observer les sujets, eau de bonne qualité non contaminée (avec élimination des anesthésiques excrétés), sources de stimulation peu nombreuses dans le milieu, température constante et exposition réduite aux autres poissons affaiblis qui peuvent être une source d'agents pathogènes infectieux.

4. Administration des composés et dispositifs par diverses voies d'administration

On devrait consulter Morton *et al*. (2001) pour trouver des indications sur les meilleures pratiques en matière d'administration des médicaments. Bien que cet ouvrage soit principalement axé sur les mammifères, il contient des recommandations pour les espèces de poissons et une liste de vérification qu'il est utile de consulter au moment de planifier les procédures. Comme pour toute procédure de ce type, l'administration de médicaments doit être effectuée par des personnes compétentes et sous la supervision d'un expert, de préférence un vétérinaire.

4.1 Diffusion par les branchies (« inhalation »)

Les branchies constituent la principale voie d'administration d'agents chimiques aux poissons. Elles comportent une série de lamelles en saillie qui présente une grande surface exposée. L'épithélium des lamelles est extrêmement mince et facilite la diffusion des gaz lors de la respiration. Outre le transfert des gaz, les branchies des poissons permettent aussi l'absorption d'au-

tres molécules. L'efficacité de la diffusion ou de l'absorption des substances chimiques par les branchies dépend surtout de leurs propriétés, à savoir hydrophobie et taille moléculaire (Black, 2000a).

4.2 Voie orale

Principe directeur n° 96

Si, pour un traitement, l'on prévoit administrer un composé par voie orale, le volume de la dose ne doit pas dépasser 1 % du poids corporel de l'animal (1 mL/100 g).

On peut gaver les poissons avec des liquides et des solutions semi-solides à l'aide d'un tube de caoutchouc flexible et d'une seringue. Le gavage est utile pour l'administration de composés contenant des marqueurs isotopiques stables et d'autres substances employées dans les tests. Pour ce faire, il est nécessaire de procéder à une anesthésie légère chez certaines espèces afin de les empêcher de se débattre ou de vomir. Dans d'autres cas, comme chez certains requins, une brève immobilisation et l'emploi d'un spéculum rigide permettent de mettre le tube en place sans risque.

Certaines espèces peuvent régurgiter après le gavage. On doit observer attentivement les poissons, notamment après la réanimation, pour s'assurer que l'agent administré est retenu. Cependant, de nombreux poissons ont un estomac en forme de J ou de U, ou un repli pylorique, qui empêche la régurgitation pourvu que le tube dépasse ce repli au moment du gavage. De façon générale, on ne doit pas administrer par voie orale des quantités dépassant 1 % du poids corporel de l'animal en une seule dose, bien que l'estomac de nombreuses espèces soit très extensible et puisse supporter des quantités plus grandes.

Il est possible de mettre en place des émetteurs électroniques dans l'estomac des poissons par voie orale; pour ce faire, on se sert d'un tube de plastique muni d'un trocart central émoussé avec lequel on pousse l'émetteur jusque dans l'estomac.

4.3 Injection

Principe directeur n° 97

Lorsqu'on effectue une injection, on doit prendre soin d'introduire l'aiguille dans les espaces situés entre les écailles. Les injections intramusculaires peuvent être faites dans les gros muscles abdominaux et épiaxiaux dorsaux, tout en prenant soin d'éviter la ligne latérale et les vaisseaux sanguins ventraux. Lorsqu'on effectue une injection intrapéritonéale (IP), on doit éviter de pénétrer dans les viscères abdominaux parce que les substances qui provoquent une inflammation peuvent mener à la formation de plaques d'adhésion.

Les voies les plus utiles pour l'injection de substances chez les poissons sont les voies intravasculaire, intrapéritonéale et intramusculaire. Plusieurs ouvrages donnent des détails sur les techniques d'injection, les calibres suggérés pour les aiguilles et les volumes à injecter, entre autres Summerfelt et Smith (1990), Stoskopf (1993) et Black (2000b).

Les substances chimiques à injecter doivent être dissoutes directement dans une solution physiologique saline stérile. Cependant, les substances chimiques hydrophobes doivent être dissoutes dans de très petites quantités de cosolvant (p. ex., éthanol, méthanol ou diméthylsulfoxyde [DMSO]) avant dilution dans la solution saline. Pour les substances chimiques qui ne sont pas solubles ou pas stables au pH neutre, le pH de la solution injectée peut être ajusté à l'aide d'un acide ou d'une base (Perry et Reid, 1994).

Les volumes finaux injectés doivent être aussi faibles que possible pour éviter les perturbations physiologiques chez les poissons. De plus, on doit inclure des poissons témoins (véhicule ou fausse injection) dans le protocole expérimental pour prendre en compte les effets éventuels de la procédure d'injection ou du véhicule.

4.4 Implants, fenêtres et bioréacteurs

Principe directeur n° 98

Les implants doivent être biocompatibles et aseptiques et ils doivent être mis en place à l'aide de techniques stériles.

Les implants constitués de granules bioabsorbables de composés bioactifs placés dans une matrice absorbable ou non se trouvent facilement dans le commerce ou peuvent être fabriqués sur

mesure. Ils peuvent être insérés par voie chirurgicale dans la cavité péritonéale ou implantés dans la masse musculaire à l'aide d'un dispositif à trocart. Les mini-pompes osmotiques peuvent être implantées de la même façon que les émetteurs et les dispositifs de télémétrie. On s'est également servi avec succès de fenêtres permettant de voir les modifications viscérales comme le changement de volume de la rate lors de pertes sanguines (Yamamoto *et al*., 1985).

5. Étiquetage et marquage

Les techniques d'étiquetage et de marquage sont employées à la fois dans des études de terrain et de laboratoire. Pour les études de terrain, on trouvera des principes généraux dans les *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des animaux sauvages* (CCPA, 2003a). Dans *Concerted Action for Tagging of Fishes* (www.hafro.is/catag/), on trouvera également une information détaillée sur les meilleures pratiques actuelles en matière d'étiquetage et de télémétrie en recherche sur le terrain.

Lors du choix de la méthode de marquage, on doit envisager en premier lieu les techniques non invasives, qui ne nécessitent aucune recapture pour l'identification et qui laisseront une marque visible pendant toute la durée de l'étude. Là où c'est possible, on encourage les chercheurs à se servir de marques naturelles plutôt que de prélever ou d'endommager les tissus ou d'attacher des marqueurs auxiliaires.

Principe directeur n° 99

Les chercheurs doivent obligatoirement s'efforcer de réduire autant que possible tous les effets néfastes des procédures de marquage et d'étiquetage sur le comportement, la physiologie ou le taux de survie des animaux étudiés. Lorsque ces effets sont inconnus, on doit effectuer une étude pilote.

Autant que faire se peut, on doit mettre en application les éléments suivants :

- un marquage rapide et facile à mettre en place;
- des codes de marquage (numéros ou couleurs) faciles à reconnaître;
- la persistance des marques sur les animaux jusqu'à ce que les objectifs de la recherche aient été atteints;
- l'absence d'effets néfastes à long terme sur la santé, le comportement, la longévité ou la vie sociale des animaux;
- le maintien de registres précis de la procédure de marquage;
- pour le marquage d'animaux à l'état sauvage, on doit respecter les réglementations fédérale, provinciale, territoriale ou autre;
- le marquage doit permettre l'occurrence des changements saisonniers et la croissance des juvéniles.

Pour choisir une technique de marquage acceptable, le chercheur doit prendre en compte la nature et la durée de la contention, la quantité de tissus à prélever ou à endommager, le risque de douleur et (ou) de détresse et le risque d'infection. Si l'on propose des procédures invasives autres que de courte durée ou si les espèces visées ont tendance à se blesser pendant la manipulation, on doit employer l'anesthésie ou la sédation.

Les biologistes spécialistes des poissons emploient des types de marquage internes et externes allant de la découpe de nageoires à la pose d'émetteurs sous-cutanés et abdominaux. Il n'existe aucun mode de marquage ou d'étiquetage pouvant convenir à toutes les espèces de poissons et à toutes les circonstances. La persistance des marques employées peut aller de quelques jours à quelques décennies. Certaines marques ne provoquent pratiquement aucune réaction négative, comme les étiquettes colorées implantées, alors que d'autres causent d'importants dommages cutanés (Johnson, 2000).

5.1 Marquage des tissus

Principe directeur n° 100

On ne doit recourir aux techniques de marquage qui causent des lésions significatives aux tissus (p. ex., marquage à chaud, tatouage ou découpe de nageoires importantes) qu'après avoir démontré à un comité de protection des animaux que d'autres métho-

des ne permettent pas d'obtenir les résultats recherchés.

Tout type de marquage doit être évalué en fonction de ses effets possibles sur la santé et le comportement de l'animal.

5.2 Étiquetage

La méthodologie d'étiquetage des poissons a été bien décrite (Neilsen, 1992). Les opérations de marquage peuvent occasionner du stress et des lésions résultant de la manipulation du poisson ou de la mise en place de la marque. Par conséquent, on doit tenir compte de l'effet du marquage sur le comportement et l'état de santé du poisson (De Tolla *et al*., 1995). Lorsque ces effets sont inconnus, on doit procéder à une étude pilote sur quelques individus en laboratoire. La taille des étiquettes, leur forme et leur emplacement doivent permettre un comportement normal et ne doivent pas provoquer d'enchevêtrement dans le couvert aquatique. Les étiquettes de couleur vive peuvent compromettre le camouflage de l'animal ou même attirer les prédateurs en milieu naturel. S'ils sont remis en liberté, les poissons doivent être en bonne santé et pouvoir vivre dans leur milieu; de plus, ils doivent être relâchés dans leur aire de distribution d'origine (De Tolla *et al*., 1995).

5.2.1 Marqueurs génétiques

Actuellement, l'emploi des techniques génétiques pour l'identification des stocks de poissons nécessite le prélèvement d'échantillons sanguins ou de tissus.

5.2.2 Étiquettes et marques internes

Parker *et al*. (1990) passe en revue l'utilisation des fils métalliques implantés, des transpondeurs passifs intégrés (PIT), des marques d'otolithes et des parasites naturels pour l'identification des poissons. Pour l'implantation d'appareils de télémétrie, on trouvera des principes généraux dans Morton *et al*. (2003) et les *lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des animaux sauvages* (CCPA, 2003a). On doit tenir compte en particulier de l'effet du poids, de la forme et de la taille de l'appareil sur la physiologie et le comportement du poisson.

6. Prélèvement de liquides organiques

Black (2000b) présente en détail les techniques de prélèvement de sang, d'urine, de selles et de sperme chez les poissons. De façon générale, pour un prélèvement sanguin, on recommande de prendre un échantillon de 1 mL/kg de poids corporel, mais les poissons peuvent supporter qu'on prélève un pourcentage plus élevé de leur volume sanguin. Avant d'effectuer un prélèvement subséquent, on doit permettre le rétablissement de l'hématocrite de l'animal. Les délais de rétablissement de l'hématocrite dépendent de la température et sont extrêmement variables d'une espèce à l'autre.

Principe directeur n° 101

On doit mettre les poissons sous sédatif ou sous anesthésie pour les immobiliser dans les cas de prélèvement ou de canulation. Il ne faut pas oublier que la contention et l'anesthésie peuvent affecter les paramètres physiologiques tels que les taux d'hormones et de glucose dans le sang.

Les prélèvements sanguins ne doivent être effectués que par des personnes dûment formées et à l'aide de matériel stérile. Le sang peut être prélevé par diverses voies, que ce soit par les vaisseaux ventraux de la queue ou l'aorte dorsale ou par ponction cardiaque.

Chez de nombreux téléostéens de plus de 150 grammes, on peut installer une canule dans l'aorte dorsale pour faciliter la prise répétée d'échantillons pendant une longue période sur des individus conscients (Schreck et Moyle, 1990; Black 2000b).

Shreck et Moyle (1990) et Black (2000b) décrivent l'emploi de sondes à demeure pour les prélèvements d'urine chez les téléostéens.

7. Emploi d'agents pathogènes infectieux, de substances tumorigènes ou mutagènes et de composés toxiques et nocifs

Comme on l'a vu à la section B.5.2, les règlements et les lignes directrices sont publiés en vertu de

Tableau 1.1 Évaluation des signes cliniques chez les espèces de poissons utilisées en recherche et dans les tests

Aspect physique	normal / anormal
	état des yeux
	état des nageoires et de la peau (Turnbull *et al.*, 1998)
	production de mucus
	changement de couleur (habituellement teinte plus foncée associée à la maladie ou à une cécité bilatérale)
Signes cliniques mesurables	quantité d'aliments consommée
	fréquence respiratoire
	posture dans la colonne d'eau, c.-à-d. position de l'individu (à l'endroit, à l'envers, penché, etc.)
Comportement spontané	position dans la colonne d'eau (p. ex., rassemblement près de l'entrée ou de la sortie d'eau, formation de bancs, etc.)
	interactions sociales • attaque directe, défense des meilleures places dans le bassin, formation de bancs • isolement social : poissons rejetés par le groupe ou s'isolant spontanément de celui-ci • absence de réponse à une stimulation externe
	hyperactivité, hypoactivité (Juell, 1995; Holm *et al.*, 1998) • mouvements (mouvements anormaux comme les déplacements brusques ou le frottement du corps) (Furevik *et al.*, 1993) • sauts ou comportement de fuite sans cause apparente
Comportement provoqué	activité d'alimentation
	réponse de menace
	réaction d'évitement d'une stimulation mécanique
	réaction d'évitement d'un rayon lumineux

l'article 36 (5) de la Loi sur les pêches du Canada. Les règlements visant l'industrie des pâtes et papiers et les mines de métaux prévoient des tests mensuels de létalité aiguë effectués sur des truites arc-en-ciel pour tous les effluents et définissent la fréquence de ces tests. Ces règlements définissent également la mise sur pied de programmes de surveillance de l'environnement qui prévoient des tests de toxicité sublétaux à effectuer deux fois par an sur des poissons, des invertébrés et des plantes. Les lignes directrices visant les raffineries de pétrole et l'industrie de la transformation de la pomme de terre définissent également des tests de létalité aiguë sur des truites arc-en-ciel. Environnement Canada effectue ses propres tests de vérification conformément à ces règlements et lignes directrices. Pour ce qui est de la Loi sur les pêches et de tous les règlements connexes (pâtes et papiers, mines de métaux, transformation de la pomme de terre, etc.), voir lois.justice.gc.ca/fr/F-14/index.html. La Section de l'Élaboration et l'application des méthodes d'Environnement Canada a publié une série de méthodes de tests biologiques revues par des pairs (pour les tests létaux et sublétaux) couvrant les poissons, les plantes, les bactéries et les invertébrés et élaborées avec l'encadrement du Groupe intergouvernemental de toxicologie environne-

mentale. Dans ces méthodes publiées à l'adresse www.etc-cte.ec.gc.ca/organization/spd_f.html, on trouvera une description détaillée des soins aux poissons, des mesures de prévention des maladies de ces animaux et de l'utilisation des poissons dans les tests. Plusieurs provinces ont des exigences semblables relatives aux tests sur les poissons et visant les déversements d'eaux usées industrielles et, à cette fin, elles rendent obligatoire l'emploi des Méthodes d'essais biologiques d'Environnement Canada.

Dans les protocoles d'utilisation de l'un des agents ci-dessus, on doit inclure les points limites les plus précoces qui répondent aux objectifs scientifiques de l'étude; voir *lignes directrices du CCPA: choisir un point limite approprié pour les expériences faisant appel à l'utilisation des animaux en recherche, en enseignement et dans les tests* (CCPA, 1998).

8. Points limites et critères d'euthanasie précoce

8.1 Reconnaissance de la « douleur », de la « détresse » et du « stress »

Principe directeur n° 102

Dans la mesure où cela est réalisable, les chercheurs doivent éliminer, atténuer ou réduire la douleur et la détresse conformément aux bonnes pratiques scientifiques.

Les poissons ont la capacité de ressentir la douleur, et les manipulations qui provoquent un stress ou un comportement d'évitement voire de fuite peuvent être une cause de détresse chez ces animaux. Ils répondent aux stimuli nocifs par des modifications comportementales, physiologiques et hormonales. En général, plus les stimuli sont intenses, plus l'écart par rapport à la normale est important. De plus, ce modèle de réponse à la nociception correspond généralement à ce que l'on observe chez les vertébrés plus évolués (Sneddon *et al*., 2003). Cependant, il est difficile de reconnaître et d'évaluer la douleur ou la détresse chez les espèces de poissons. De nombreuses espèces sont des proies et sont génétiquement prédisposées à ne pas montrer de signes de blessure ou de douleur.

Bien que certaines des structures associées à la perception de la douleur chez les mammifères soient absentes chez les poissons (p. ex., cortex bien développé et faisceau néospinothalamique), certains indices permettent de penser que ces animaux répondent de façon semblable aux stimuli nocifs, qu'ils apprennent à éviter les expériences « déplaisantes » et répondent mieux à la douleur lorsqu'ils sont traités à la morphine (Jansen et Greene, 1970). En présence de stimuli nocifs, ils montrent également toute la gamme des réponses endocriniennes et métaboliques. Les fluctuations des teneurs de corticostéroïdes et de catécholamines ainsi que l'augmentation du taux de glucose et d'acide lactique dans le plasma, qui ont été démontrées chez certaines espèces de poissons, sont généralement reconnues comme étant des indicateurs de stress aigu.

8.2 Choisir un point limite approprié

Principe directeur n° 103

Un point limite doit être défini dans le cas des études susceptibles de produire de la douleur ou de la détresse chez l'animal. Une étude pilote doit être faite afin d'identifier les signes cliniques devant servir de point limite et de déterminer le mode de surveillance approprié des animaux.

Chaque fois que des animaux vivants sont utilisés à des fins de recherche, d'enseignement ou dans les tests, les chercheurs ont l'obligation éthique de minimiser la douleur ou la détresse que peut ressentir l'animal. Dans les *lignes directrices du CCPA sur : choisir un point limite approprié pour les expériences faisant appel à l'utilisation des animaux en recherche, en enseignement et dans les tests* (CCPA, 1998), on souligne l'importance de l'identification des objectifs scientifiques de l'étude, qui doivent refléter une bonne compréhension des mécanismes étudiés et des conséquences pour les animaux.

Pour choisir des points limites appropriés permettant de répondre aux objectifs scientifiques tout en réduisant le plus possible les effets nocifs pour les poissons, il est nécessaire de pouvoir identifier les signes de « douleur » ou de « détresse » chez ces animaux. Comme on l'a déjà vu, cela peut être difficile pour de nombreuses espèces de poissons. Pour résoudre cette difficulté, on peut dresser une liste de vérification des signes cliniques prévus et possibles. Chaque étude peut nécessiter une liste distincte, selon le protocole. Cette liste devrait comporter des signes cliniques « collectifs »

(comme la quantité de nourriture consommée) et « individuels » (comme la présence de lésions cutanées). La liste de vérification doit être accompagnée d'instructions sur les mesures à prendre lorsqu'on observe des anomalies (et le nom de la personne à avertir) ainsi que des instructions sur les procédures supplémentaires à suivre si un poisson doit être euthanasié.

Principe directeur n° 104

Avant d'effectuer une étude impliquant des points limites précoces prélétaux prédéfinis, on doit dresser une liste de paramètres qui favorisent une évaluation objective de l'état de santé de l'animal.

Pour dresser une liste de vérification ou une fiche d'évaluation quantitative, il peut être nécessaire d'effectuer une revue de la littérature et une compilation des signes cliniques qui ont été documentés. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'effectuer une étude pilote pour obtenir des données précises sur les signes cliniques en question. Le chercheur a la responsabilité, en collaboration avec le CPA et le vétérinaire, de décider si un signe clinique est un prédicteur fiable d'un événement donné (p. ex., mort) et quelle est la marge d'erreur acceptable. Cette démarche est généralement entreprise en consultation avec le vétérinaire avant l'approbation du point limite à inclure en vue de la procédure de révision du protocole. La décision de mettre fin à une expérience ou d'euthanasier un animal sujet d'expérience devra souvent s'appuyer sur un ensemble de signes cliniques.

Tout en reconnaissant la grande diversité physiologique et comportementale des espèces de poissons, on suggère les paramètres suivants pour l'évaluation des signes cliniques chez ces animaux lorsqu'ils sont employés en recherche ou dans les tests. On trouvera d'autres références utiles dans Goede et Barton (1990).

Si les signes cliniques et de morbidité sont connus, il est possible de déterminer les paramètres définissant le moment où une intervention (comme l'euthanasie) devient essentielle; il peut s'agir par exemple d'une anorexie d'une durée de x jours seule ou associée à certains autres signes cliniques (p. ex., plus de 10 parasites par poisson dans une étude sur le parasitisme) ou d'un nombre prédéterminé de jours qui suivent l'infection (p. ex., produit du nombre de parasites présents par le nombre de jours suivant le moment où l'animal a été infecté).

Dans les *lignes directrices du CCPA sur : choisir un point limite approprié pour les expériences faisant appel à l'utilisation des animaux en recherche, en enseignement et dans les tests* (CCPA, 1998), on trouvera des renseignements utiles en ce qui a trait aux signes cliniques servant à définir les points limites prélétaux dans les expériences de toxicologie, aux observations cliniques particulières aux espèces de poissons; en plus de suggestions pour la quantification de la douleur et de la détresse chez les poissons.

Principe directeur n° 105

Dans toute étude où l'on s'attend à une morbidité et à une mortalité, les critères d'euthanasie précoce doivent être clairement définis.

L'utilisation des poissons dans les recherches et les tests de toxicité est bien établie. Les organismes réglementaires peuvent exiger des tests sur les points limites létaux, par exemple dans le cas des essais sur les mélanges toxiques dans l'environnement et des tests d'efficacité des vaccins pour les poissons. Ces tests peuvent engendrer une douleur ou une détresse chez les animaux; par conséquent, lorsque cela est faisable, on encourage l'établissement de points limites prélétaux.

Pendant la préparation du protocole d'étude, on doit communiquer avec les organismes réglementaires pour s'entendre sur les paramètres des points limites. De façon générale, là où des points limites létaux sont nécessaires, les études doivent prévoir un mode approprié d'euthanasie des animaux dont la mort est probable avant la prochaine période d'observation prévue.

On ne doit pas maintenir indéfiniment des poissons dans une installation sans qu'aucun protocole définisse leur utilisation future ainsi que les points limites pour les individus âgés ou en mauvais état (voir la section J. Destinée des poissons après l'étude).

9. Surveillance

Principe directeur n° 106

Selon la nature de l'étude et le moment de la morbidité, la surveillance doit être effectuée

au moins une fois par jour. La fréquence de surveillance doit permettre le retrait des poissons avant que ne survienne une morbidité grave. On doit accroître la fréquence de surveillance lorsqu'on s'attend à une mortalité élevée.

Si on ne connaît pas le moment d'apparition de la morbidité, on doit effectuer une étude pilote sous la surveillance du CPA et du vétérinaire pour déterminer quelle est la période la plus importante d'observation des poissons au cours de l'étude.

10. Modalités de renforcement négatif

Principe directeur n° 107

On doit effectuer des études pilotes et des recherches documentaires pour déterminer quelle est la méthode la moins invasive permettant d'obtenir une réponse reproductible dans les expériences de renforcement négatif chez les espèces de poissons.

Certaines recherches peuvent porter sur l'utilisation de substances nocives, l'ajout de substances d'alarme dans l'eau des bassins ou l'emploi de chocs électriques pour provoquer certaines réponses chez les poissons (nage, peur ou évitement). Le principe directeur d'une recherche de ce type qui se veut éthique est de tenter d'éviter tout stress qui serait excessif ou auquel on ne pourrait soustraire le poisson et d'employer des procédures qui minimisent la détresse. Par exemple, au moment de concevoir une expérience, un programme de renforcement négatif non évitable doit être remplacé par un test de préférence à stimulus négatif évitable.

11. Exercice jusqu'à épuisement

Principe directeur n° 108

Les études sur les espèces de poissons qui prévoient l'activité de nage forcée jusqu'à l'épuisement, souvent conjointement avec un renforcement négatif, doivent être rigoureusement conformes aux principes directeurs concernant la réduction de la détresse chez les animaux. Les espèces de poissons employés dans les expériences d'exercice jusqu'à l'épuisement doivent faire l'objet d'une surveillance continue.

Après un exercice jusqu'à l'épuisement, la récupération des poissons peut nécessiter des dispositions spéciales en ce qui touche à l'hébergement et à la manipulation (isolement à l'écart des autres membres de l'espèce, milieu comportant un faible courant).

12. Milieux extrêmes

Principe directeur n° 109

Dans les études portant sur l'exposition des poissons à des milieux extrêmes, le point limite le plus précoce possible doit être choisi.

Dans certains cas, le protocole expérimental peut prévoir que les poissons seront soumis à des températures extrêmes (chaleur ou froid) à l'endroit où ils sont hébergés. Ce type d'étude serait considéré comme hautement invasif pour la plupart des vertébrés.

Lorsqu'on propose des études d'exposition à des milieux extrêmes, la définition des points limites revêt une très grande importance et devrait être établie avec soin pour réduire : 1) le nombre d'animaux utilisés dans les études à venir, et 2) la détresse des poissons utilisés dans les études en cours.

Si l'on propose des points limites comportementaux, il est important d'observer et de noter le comportement, et que celui-ci soit reproductible en employant une méthodologie rigoureuse.

Les animaux exposés à des milieux extrêmes ont de fortes chances de subir divers effets secondaires, y compris des perturbations sur les plans immunitaires et physiologiques pouvant empêcher leur utilisation comme modèles animaux normaux lors d'études subséquentes.

13. Poissons génétiquement modifiés

Avant d'approuver un protocole portant sur un organisme aquatique défini comme une « substance biotechnologique animée » (p. ex., poissons génétiquement modifiés), le CPA institutionnel

doit s'assurer que les chercheurs se sont conformés aux exigences réglementaires en vigueur. Comme cela s'est fait dans de nombreux autres pays, le gouvernement fédéral du Canada a édicté des règlements, des politiques et des lignes directrices visant la recherche sur les substances biotechnologiques animées pour permettre l'évaluation des effets néfastes possibles sur l'environnement et la santé humaine. À l'Annexe XIX du *Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles* (RRCSN), on définit la nature de l'information qui doit obligatoirement être transmise 120 jours avant l'importation ou la fabrication d'un organisme aquatique qui constitue une substance biotechnologique animée. Ces exigences réglementaires s'appliquent aux organismes employés en recherche et développement à moins qu'il y ait conformité avec les critères de confinement spécifiés (c.-à-d. aucune remise en liberté dans l'environnement de l'organisme, de son matériel génétique ou des substances produites par lui et causant la toxicité). Les organismes pour lesquels on a déterminé qu'ils ont ou peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement ou la santé humaine peuvent être contrôlés si nécessaire, y compris par l'interdiction de leur importation ou de leur fabrication ou par l'imposition de conditions à cet effet.

Les chercheurs impliqués dans l'importation, la création ou l'utilisation d'organismes aquatiques possédant de nouveaux traits doivent s'adresser à Pêches et Océans Canada pour s'informer des exigences posées par le RRCSN. Pour obtenir plus de renseignements sur les exigences posées par le RRCSN en ce qui a trait aux autres nouvelles substances aquatiques, on peut s'adresser à la Direction des substances nouvelles, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa ON Canada (téléphone : 1-800-567-1999 [sans frais au Canada] ou (819) 953-7156 [de l'étranger]; télécopieur : (819) 953-7155; courriel : nsn-infoline@ec.gc.ca).

Principe directeur n° 110

Chez les espèces de poissons génétiquement modifiés, il peut y avoir des changements physiologiques et anatomiques résultant de la modification de leur génome, de sorte que ces animaux doivent faire l'objet d'une surveillance étroite.

On trouvera une revue des techniques trangéniques dans Chen *et al*. (1996), Jowett (1999), Linney *et al*. (1999), Fan et Collodi (2002), Lu *et al*. (2002), Maclean *et al*. (2002) et Rocha *et al*. (2004). On devrait également consulter les *lignes directrices : animaux transgéniques* (CCPA, 1997b) et les versions révisées à venir.

Les poissons génétiquement modifiés peuvent ne pas avoir les mêmes besoins métaboliques et environnementaux que les individus non génétiquement modifiés. Les tableaux normatifs créés pour les poissons non transgéniques ne peuvent pas être simplement transposés aux animaux transgéniques (Stevens *et al*., 1998).

Principe directeur n° 111

On ne doit absolument pas permettre l'introduction des poissons génétiquement modifiés dans l'alimentation ou dans la chaîne alimentaire humaine ou animale, à moins de leur avoir fait subir une évaluation de sécurité complète et que Santé Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments aient émis une autorisation pour leur vente, leur fabrication ou leur importation comme aliment destiné à la consommation humaine ou animale.

I. EUTHANASIE

Principe directeur n° 112

Lorsque c'est possible, l'euthanasie des poissons doit se faire en deux étapes, soit l'anesthésie initiale jusqu'à la perte d'équilibre, puis la mise en œuvre d'une méthode physique ou chimique provoquant la mort cérébrale.

Les techniques physiques comme l'assommoir ou la découpe des branchies, couramment employées en aquaculture commerciale, ne doivent être mises en œuvre que sur des poissons préalablement anesthésiés, sauf quand ceux-ci sont en état de détresse extrême et que le temps nécessaire à la préparation de l'anesthésie prolongerait cet état de façon injustifiée.

La méthode d'euthanasie à employer de préférence est l'administration de quantités létales de dépresseurs du système nerveux central comme le TMS tamponné. Un coup porté à la tête par une personne expérimentée est également acceptable s'il est suivi de décérébration ou de dislocation cervicale. L'emploi du dioxyde de carbone est une méthode d'euthanasie inacceptable; inacceptable également est la suffocation par enlèvement du poisson du bassin ou par vidange de l'eau où il se trouve.

Dans Kreiberg (2000), on trouvera un texte sur les méthodes d'euthanasie acceptables chez les espèces de poissons. La personne qui manipule ces animaux a la responsabilité de s'informer sur les aspects pharmacologiques et physiologiques de la méthode d'euthanasie proposée. Rob et Kestin (2002) et Lines *et al*. (2003) donnent d'autres renseignements sur les méthodes d'euthanasie appropriées avec les poissons.

Principe directeur n° 113

Si on emploie une technique physique pour euthanasier des poissons, elle doit entraîner la destruction des tissus du cerveau par décérébration ou par écrasement du cerveau.

On doit éviter l'hypothermie (y compris le fait de poser le poisson sur la glace) avant l'euthanasie. Étant donné que chez de nombreuses espèces l'activité cérébrale se poursuit même en présence d'une hypoxie cérébrale et systémique avancée, on doit éviter les méthodes physiques d'euthanasie comme la décapitation employée seule (Flight et Verheijen, 1993). Après avoir préalablement euthanasié le poisson par une première méthode physique comme un coup porté à la tête, il est donc préférable de détruire physiquement le cerveau, de le congeler ou d'effectuer une décérébration.

L'American Veterinary Medical Association (AVMA), dans ses recommandations relatives à l'euthanasie des vertébrés inférieurs comme les reptiles, ne préconise plus l'emploi de l'hypothermie ou de la congélation parce que ces méthodes peuvent susciter de la douleur pendant la formation de cristaux de glace (AVMA, 2001).

L'exsanguination sous anesthésie est également une méthode d'euthanasie acceptable.

Dans le commerce, on a déjà employé diverses formes d'électrocution dont l'exposition prolongée à un courant alternatif ou continu; cependant, ces méthodes peuvent produire des fractures de la colonne vertébrale et des lésions aux muscles.

Pour euthanasier un grand nombre de poissons, l'emploi d'un anesthésique à dose létale par immersion dans le bassin est acceptable.

J. DEVENIR DES POISSONS APRÈS L'ÉTUDE

1. Consommation des poissons

Principe directeur n° 114

Avant la mise à mort, les poissons destinés à la consommation et auxquels on a administré des sédatifs ou des anesthésiques doivent être gardés pendant le délai de retrait indiqué.

Dans les études impliquant l'utilisation d'espèces de poissons d'élevage, il peut être acceptable de relâcher les poissons destinés à la consommation humaine si ceux-ci n'ont pas dû être traités à l'aide de composés non autorisés et on se sera informé auprès d'un vétérinaire.

2. Remise en liberté de poissons en milieu naturel

Principe directeur n° 115

De façon générale, les espèces de poissons ayant servi à la recherche et qui ont été maintenues en captivité ne doivent absolument pas être relâchées en milieu naturel. La remise en liberté en milieu naturel n'est permise qu'avec un permis approprié en vertu du Règlement de pêche (dispositions générales) ou des règlements provinciaux ou territoriaux de même nature.

3. Poissons d'ornement

Certaines institutions remettent des poissons en bonne santé ayant servi à la recherche (non génétiquement modifiés) qui sont communément acceptés comme animaux de compagnie à des personnes ayant les connaissances et les capacités nécessaires pour leur fournir des soins appropriés. Aucun poisson génétiquement modifié ne peut être transféré d'une installation de recherche à un domicile privé.

Si une institution prévoit de confier à une personne des poissons à des fins d'ornement, elle doit élaborer une politique définissant les conditions qui doivent être respectées dans ce cas.

4. Transfert de poissons entre les installations

Principe directeur n° 116

Avant de transférer des poissons d'une installation à une autre, on doit effectuer une évaluation de leur état de santé. Toutes les approbations et tous les permis réglementaires pertinents doivent obligatoirement avoir été obtenus avant le transfert.

On doit éviter de transférer des poissons en mauvaise santé d'une installation à l'autre, sauf lorsque cela est demandé par le vétérinaire aux fins d'examen clinique et de diagnostic.

5. Élimination des poissons morts

Les poissons morts doivent être éliminés conformément aux règlements fédéraux, provinciaux ou territoriaux et municipaux régissant l'élimination des matières biologiques.

K. RÉFÉRENCES

Ackefors H., Huner J.V. et Konikoff M. (1994) *Introduction to the General Principles of Aquaculture*. 166 pp. Binghamton NY : Food Products Press.

Alanärä A., Kadri S. et Paspatis M. (2001) Feeding management. Dans : *Food Intake*. (dir. D. Houlihan, T. Boujard et M. Joblings), pp. 332-353. Oxford UK : Blackwell Science.

American Veterinary Medical Association (AVMA) (2001) 2000 Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218(5) : 669-696. Disponible au www.avma.org/resource/euthanasia.pdf

Association canadienne de la médecine des animaux de laboratoire / Canadian Association for Laboratory Animal Medicine (ACMAL /CAMAL) (2004) *Déclaration de l'ACMAL/CALM sur les normes de soins vétérinaires*. Document électronique, www.uwo.ca/animal/website/CALAM

Association canadienne des médecins vétérinaires/Canadian Veterinary Medical Association (ACMV/CVMA) (2000) *Lignes directrices de l'ACMV sur l'administration judicieuse des antimicrobiens aux animaux*. 8 pp. Ottawa ON : ACMV/CVMA.

Balls M., Goldberg A.M., Fentem J.H., Broadhead C.L., Burch R.L., Festing M.F.W., Frazier J.M., Hendriksen C.F.M., Jennings M., van der Kamp M.D.O., Morton D.B., Rowan A.N., Russell C., Russell W.M.S., Spielmann H., Stephens M.L., Stokes W.S., Straughan D.W., Yager J.D., Zurlo J. et van Zutphen B.F.M. (1995) The Three Rs : The Way Forward. *Alternatives to Laboratory Animals* 23 : 838-866.

Balm P.H. et Pottinger T.G. (1995) Corticotrope and melanotrope POMC-derived peptides in relation to interrenal function during stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *General and Comparative Endocrinology* 98(3) : 279-288.

Barton B.A. (1996) General biology of salmonids. Dans : *Principles of Salmonid Culture*, vol. 29. (dir. W. Pennell et B.A. Barton), pp. 29-95. Amsterdam : Elsevier.

Bisson P.S. (1976) Increased invertebrate drift in an experimental stream caused by electrofishing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 33 : 1806-1808.

Black M.C. (2000a) Routes of administration for chemical agents. Dans : The Laboratory Fish. (dir. G.K. Ostrander), pp. 529-542. San Diego CA : Academic Press.

Black M.C. (2000b) Collection of body fluids. Dans : *The Laboratory Fish*. (dir. G.K. Ostrander), pp. 513-528. San Diego CA : Academic Press.

Braithwaite V.A. et Huntingford F.A. (2004) Fish and welfare : do fish have the capacity for pain perception and suffering? *Animal Welfare* 13 : S87-S92.

Brattelid T. et Smith A.J. (2000) Guidelines for reporting the results of experiments on fish. *Laboratory Animals* 34(2) : 131-135.

Carmichael G.J. et Tomasso J.R. (1988) Survey of fish transportation equipment and techniques. *Progressive Fish-Culturist* 50 : 155-159.

Carter C., Houlihan D., Kiessling A., Médale F. et Jobling M. (2001) Physiological effects of feeding. Dans : *Food Intake*. (dir. D. Houlihan, T. Boujard et M. Joblings), pp. 297-331. Oxford UK : Blackwell Science.

Chen T.T., Vrolijk N.H., Lu J.K., Lin C.M., Reimschuessel R. et Dunham R.A. (1996) Transgenic fish and its application in basic and applied research. *Biotechnology Annual Review* 2 : 205-236.

Colt J. (1984) Computation of dissolved gas concentrations in water as functions of temperature, salinity and pressure. Dans : *American Fisheries Society Special Publication* 14. Bethesda MD : American Fisheries Society.

Colt J. (1986) Gas supersaturation - impact on the design and operation of aquatic systems. *Aquacultural Engineering* 5 : 49-85.

Colt J. et Orwicz K. (1991) Modeling production capacity of aquatic culture systems under freshwater conditions. *Aquaculture Engineering* 10 : 1-29.

Conklin D. (2000) Diet. Dans : *The Laboratory Fish*. (dir. G.K. Ostrander), pp. 65-78. San Diego CA : Academic Press.

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1984) *Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation*, vol. 2. 232 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1989) *Politique du CCPA sur : les principes régissant la recherche sur les animaux*. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/POLICIES/policy.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1993a) *Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation*, vol. 1, 2e éd. 232 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1993b) Normes de chirurgie pour les animaux d'expérimentation. Dans : *Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation*, vol. 1, 2e éd. pp. 123-129. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1997a) *Lignes directrices du CCPA sur : la révision de protocoles d'utilisation d'animaux d'expérimentation*. 12 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1997b) *Lignes directrices du CCPA sur : les animaux transgéniques*. 12 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1998) *Lignes directrices du CCPA sur : choisir un point limite approprié pour les expériences faisant appel à l'utilisation des animaux en recherche, en enseignement et dans les tests*. 34 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1999a) *Lignes directrices du CCPA sur : la formation des utilisateurs d'animaux dans les institutions*. 14 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (1999b) *Plan de cours recommandé pour un programme institutionnel de formation destiné aux utilisateurs d'animaux*. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (2000a) *Politiques du CCPA sur : l'importance de la révision indépendante par des pairs du mérite scientifique des projets de recherche faisant appel à l'utilisation des animaux*. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/POLICIES/policy.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (2000b) *Politiques du CCPA sur : le mandat des comités de protection des animaux*. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/POLICIES/policy.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (2003a) *Lignes directrices du CCPA sur : le soin et l'utilisation des animaux sauvages*. 72 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (2003b) *Politiques du CCPA sur : les projets d'étude impliquant deux institutions ou plus et faisant appel à l'utilisation des animaux*. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/POLICIES/policy.htm

Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (2003c) *Lignes directrices du CCPA sur : les*

animaleries - les caractéristiques, la conception et le développement. 116 pp. Ottawa ON : CCPA. Disponible au www.ccac.ca/fr/CCAC_Programs/Guidelines_Policies/GDLINES/Guidelis.htm

Davis K.B. (1992) Stress management in aquaculture. Dans : *The Care and Use of Amphibians, Reptiles and Fish in Research*. (dir. D.O. Schaeffer, K.M. Kleinow et L. Krulisch). Bethesda MD : Scientists Centre for Animal Welfare.

De Silva S.S. et Anderson T.A. (1995) *Fish Nutrition in Aquaculture*. 304pp. London : Chapman & Hall.

De Tolla L.J., Srinivas S., Whitaker B.R., Andrews C., Hecker B., Kane A.S. et Reimschuessel R. (1995) Guidelines for the care and use of fish in research. *ILAR Journal* 37 : 159-173.

Fabacher D.L. et Little E.E. (2000) Introduction. Dans : *The Laboratory Fish*. (dir. G.K. Ostrander), pp. 1-9. San Diego CA : Academic Press.

Fan L. et Collodi P. (2002) Progress towards cell-mediated gene transfer in zebrafish. *Briefing in Functional Genomics and Proteomics* 1(2) : 131-138.

Farm Animal Welfare Council (FAWC) (1996) Report on the Welfare of Farmed Fish. UK : FAWC. Disponible au www.fawc.org.uk/reports/fish/fishrtoc.htm

Ferguson R.A. et Tufts B.L. (1992) Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: implications for "catch and release" fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49(6) : 1157-1162.

Festing M.F.W., Overend P., Gaines Das R., Cortina Borja M. et Berdoy M. (2002) *The Design of Animal Experiments.* London : Royal Society of Medicine Press Ltd.

Fisher J.P. (2000) Facilities and husbandry (large fish models). Dans : *The Laboratory Fish*. (dir. G.K. Ostrander), pp. 13-39. San Diego CA : Academic Press.

Fisheries Society of the Brithish Isles (FSBI) (2002) *Fish Welfare*. Briefing paper 2. Document électronique, www.le.ac.uk/biology/fsbi/welfare.pdf

Flight W.G. et Verheijen F.J. (1993) The neck-cut (spinal transection) : not a humane way to slaughter eel, *Anguilla anguilla*. *Aquaculture and Fisheries Management* 24 : 523-528.

Furevik D.M., Bjordal A., Huse I. et Fernö A. (1993) Surface activity of Atlantic salmon (*Salmo salar l.*) in pens. *Aquaculture* 11 : 119-128.

Goddard S. (1996) *Feed Management in Intensive Aquaculture*. 194 pp. New York NY : Chapman & Hall.

Goede R.W. et Barton B.A. (1990) Organismic indices and an autopsy-based assessment as indicators of health and condition in fish. Dans : *Biological indicators of stress in fish*. (dir. S.M. Adams), pp. 93-108. Bethesda MD : American Fisheries Society.

Groot C. (1996) Salmonid life histories. Dans : *Principles of Salmonid Culture*. (dir. W. Pennell et B.A. Barton), pp. 97-230. Amsterdam : Elsevier.

Halver J.E. et Hardy R.W. (2001) *Fish Nutrition*, 3e éd. San Diego CA : Academic Press.

Hardy R.W. et Roley D.D. (2000) Lipid oxidation and antioxidants. Dans : *Encyclopedia of Aquaculture*. (dir. R.W. Stockney), pp. 470-476. New York NY : John Wiley & Sons Inc.

Harvey-Clark C. (2002) The hazards of tying one on. Marine species telemetry conference, University of Hawaii, Honolulu, December 2002. *Pelagic Fisheries Research Program Newsletter* 8(2) : 8-13.

Heffner R., Butler M. et Reilly C. (1996) Pseudoreplication revisited. *Ecology* 77 : 2558-2562.

Hochachka P.W. et Somero G.N. (1971) Biochemical adaptation to the environment. Dans : *Fish Physiology*. (dir. W.S. Hoar et D.J. Randall), pp. 100-156. New York NY : Academic Press.

Hodson R.G. et Spry D.J. (1985) The effect of sulfite dechlorination on the accumulation of lead by fish in aqueous bioassays. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 42: 841-844.

Holm J.C., Tuene S. et Fosseidengen J.E. (1998) *Halibut behaviour as a means of assessing suitability of ongrowth systems*. 16-19 September 1998, Annual Science Conference, ICES, Cascais Portugal.

Home Office (2003) *Home Office Guidance Note: Water and Food Restriction for Scientific Purposes*. Disponible au www.homeoffice.gov.uk/docs2/waterfoodguidance.html

Hubbs C., Nickum J.G. et Hunter J.R. (1988) Guidelines for the use of fish in research. *Fisheries* 13(2) : 16-22.

Huguenin J.E. et Colt J. (2002) *Design and Operating Guide for Aquaculture Seawater Systems*, vol. 33, 2e éd. 332 pp. Amsterdam : Elsevier.

Ip Y.K., Chew S.F. et Randall D. (2001) Ammonia toxicity, tolerance and excretion. Dans : *Nitrogen Excretion*, vol. 20. (dir. P.A. Wright et P.H. Anderson), pp. 109-148. San Diego CA : Academic Press.

Iwama G.K. (1992) Anesthesia, analgesia, and euthanasia in fish. Dans : *The Care and Use of Amphibians, Reptiles and Fish in Research*. (dir. D.O. Schaeffer, K.M. Kleinow et L. Krulish), pp. 167-174. Bethesda MD : Scientists Center for Animal Welfare.

Iwama G.K. et Ackerman P.A. (1994) Anaesthesia. Dans : *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, vol. 3. (dir. P.W. Hochachka et T.P. Mommsen), pp. 1-15. Amsterdam : Elsevier.

Iwama G.K. et Ishimatsu A. (1994) Cannulation of blood vessels. Dans : *Techniques in fish immunology-3*. (dir. A.F. Rowley, J.T. Zeitkoff, S.L. Kaatari et S.A. Smith). Fairhaven NJ : SOS Publications.

Iwama G.K., McGeer J.C. et Pawluk M.P. (1988) The effects of five fish anesthetics on acid-base balance, hematocrit, and blood gases, cortisol, and adrenaline in rainbow trout. *Canadian Journal of Zoology* 67 : 2065-2073.

Jansen G.A. et Green N.M. (1970) Morphine metabolism and morphine tolerance in goldfish. *Anesthesiology* 32(3) : 231-235.

Jenkins J.A. (2000) Infectious disease and quality assurance considerations for the transfer of cryopreserved fish gametes. Dans : *Cryopreservation in Aquatic Species*. (dir. T.R. Tiersch et P.M. Mazik), pp. 343-363. Baton Rouge LA : World Aquaculture Society.

Johnson G.R. (2000) Surgical techniques. Dans : *The Laboratory Fish*. (dir. G.K. Ostrander), pp. 557-567. San Diego CA : Academic Press.

Jowett T. (1999) Transgenic zebrafish. *Methods in Molecular Biology* 97 : 461-486.

Juell J.E. (1995) The behavior of Atlantic salmon in relation to efficient cage-rearing. *Reviews in Fish Biology & Fisheries* 5 : 320-335.

Kestemont P. et Baras E. (2001) Environmental factors and feed intake: mechanisms and interactions. Dans : *Food Intake*. (dir. D. Houlihan, T. Boujard et M. Jobling), pp. 130-156. Oxford UK : Blackwell Science.

Kreiberg H. (1992) Metomidate sedation minimizes handling stress in chinook salmon. *Bulletin Aquatic Association of Canada* 92(3) : 52-54.

Kreiberg H. (2000) Stress and anesthesia. Dans : *The Laboratory Fish*. (dir. G. Ostrander), pp. 503-511. San Diego CA : Academic Press.

Lines J.A., Robb D.H., Kestin S.C., Crook S.C. et Benson T. (2003) Electric stunning : a humane slaughter method for trout. *Aquacultural Engineering* 28(141) : 154.

Linney E., Hardison N.L., Lonze B.E., Lyons S. et DiNapoli L. (1999) Transgene expression in zebrafish : a comparison of retroviral-vector and DNA-injection approaches. *Developmental Toxicology* 213(1) : 207-216.

Lu J.K., Fu B.H., Wu J.L. et Chen T.T. (2002) Production of transgenic silver sea bream (*Sparus sarba*) by different gene transfer methods. *Marine Biotechnology* (NY) 4(3) : 328-337.

Maclean N., Rahman M.A., Sohm F., Hwang G., Iyengar A., Ayad H., Smith A. et Farahmand H. (2002) Transgenic tilapia and the tilapia genome. *Gene* 295(2) : 265-277.

Madrid J.A., Boujard T. et Sanchez-Vazquez F.J. (2001) Feeding rhythms. Dans : *Food Intake*. (dir. D. Houlihan, T. Boujard et M. Jobling), pp. 189-215. Oxford UK : Blackwell Science.

Morton D.B., Hawkins P., Bevan R., Heath K., Kirkwood J., Pearce P., Scott E., Whelan G. et Webb A. (2003) Refinements in telemetry procedures. Seventh report of the BVAAWF/FRAME/RSPCA/UFAW Joint Working Group on Refinement, Part A. *Laboratory Animals* 37(4) : 261-299.

Morton D.B., Jennings M., Buckwell A., Ewbank R., Godfrey C., Holgate B., Inglis I., James R., Page C., Sharman R., Verschoyle R., Westall L. et Wilson A.B. (2001) Refining procedures for the administration of substances: Report of the BVAAWF/FRAME/RSPCA/UFAW Joint Working Group on Refinement. *Laboratory Animals* 35(1) : 1-41.

National Research Council (NRC) (1993) Nutrient requirements of fish. *National Academy of Sciences*. pp. 124. Washington DC : National Academy Press.

Neilsen L.A. (1992) *Methods of marking fish and shellfish*. 208pp. Bethesda MD : American Fisheries Society.

Nickum J.G., Bart H.L.Jr., Bowser P.R., Greer I.E., Hubbs C., Jenkins J.A., MacMillan J.R., Rachlin J.W., Rose J.D., Sorensen P.W. et Tomasso J.R. (2004) *Guidelines for the Use of Fishes in Research*. Bethesda MD : American Fisheries Society. Disponible au www.fisheries.org/html/Public_Affairs/Sound_Science/Guidelines2004.shtml

Noakes D.L.G. et Godin J.-G.J. (1988) Ontogeny of behavior and concurrent developmental changes in sensory systems in teleost fishes. Dans : *The Physiology of Developing Fish*. (dir. W.S. Hoar et D.J. Randall), pp. 345-395. San Diego CA : Academic Press.

O'Keefe T. (2000) Feed handling and storage. Dans : *Encyclopedia of Aquaculture*. (dir. R.W. Stockney), pp. 350-354. New York NY : John Wiley & Sons, Inc.

Ostrander G.K.(dir.) (2000) *The Laboratory Fish*. 678 pp. San Diego CA : Academic Press.

Parker N.C., Giorgi A.E., Heidinger R.C., Jester D.B.Jr., Prince E.D. et Winans G.A.(dir.) (1990) *Fish marking techniques*. 879 pp. Bethesda MD : American Fisheries Society.

Pêches et Océans Canada (MPO) (2003) *Code national sur l'introduction et le transfert d'organisme aquatiques*. Document électronique, www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/code/prelim_f.htm

Pennell W.A. et Barton B.A.(dir.) (1996) *Principles of Salmonid Culture*. 1039 pp. Amsterdam : Elsevier.

Pennell W.A. et McLean W. (1996) Early rearing. Dans : *Principles of Salmonid Culture*. (dir. W.A. Pennell et B.A. Barton), pp. 365-465. Amsterdam : Elsevier.

Perry S.F. et Reid S.G. (1994) Injection techniques. Dans : *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, vol. 3. (dir. P.W. Hochachka et T.P. Mommesen), pp. 85-92. Amsterdam : Elsevier.

Popper A. (2003) Effects of anthropogenic sounds on fishes. *Fisheries Research* 28(10) : 24-31.

Reddy P.K. et Leatherland J.F. (1998) Stress physiology. Dans : *Fish Diseases and Disorders*, vol. 2. (dir. J.F. Leatherland et P.T. Woo), pp. 279-301. Wallingford Oxon : CABI.

Robb D.H.F. et Kestin S.C. (2002) Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. *Animal Welfare* 11 : 269-282.

Robin J. et Gatesoupe F.J. (1999) Feeding fish larvae with live prey. Dans : *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans*. (dir. J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot et R. Metailler), pp. 213-228. Berlin : Springer-Verlag.

Rocha A., Ruiz S., Estepa A. et Coll J.M. (2004) Application of inducible and targeted gene strategies to produce transgenic fish : a review. *Marine Biotechnology* 6(2) : 118-127.

Rodriguezmoldes I., Manso M.J., Becerra M., Molist P. et Anadon R. (1993) Distribution of substance P-like immunoreactivity in the brain of the elasmobranch *Scyliorhinus canicula*. *Journal of Comparative Neurology* 335 : 228-244.

Rose J.D. (2002) The neurobehavioral nature of fishes and the question of awareness of pain. *Reviews in Fishery Science* 10(1) : 1-38.

Russell W.M.S. et Burch R.L. (1959) *The Principles of Humane Experimental Techniques*. 238 pp. Potters Bar, Herts, UK : Universities Federation for Animal Welfare (UFAW).

Schreck C.B. et Moyle P. (1990) *Methods for Fish Biology*. Bethesda MD : American Fisheries Society.

Schreck C.B., Whaley R.A., Bass M.L., Maughan O.E. et Solazzi M. (1976) Physiological responses of rainbow trout (Salmo gairdneri) to electroshock. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33 : 76-84.

Shepherd C.J. et Bromage N.R. (dir.) (1988) *Intensive Fish Farming*. 416 pp. Oxford : BSP Professional Books.

Smith M.E., Kane A.S. et Popper A.N. (2004) Noise-induced stress responses and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Experimental Biology* 207 : 427-435.

Sneddon L.U., Braithwaite V.A. et Gentle M.J. (2003) Do fishes have nociceptors : evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proceedings of the Royal Society* 270(1520) : 1115-1121.

Speare D.J. (1998a) Disorders associated with exposure to excess dissolved gases. Dans : *Fish Diseases and Disorders*, vol. 2. (dir. J.F. Leatherland et P.T. Woo), pp. 207-224. Wallingford Oxon : CABI.

Speare D.J. (1998b) Non-infectious disorders associated with intensive aquaculture husbandry. Dans : *Fish Diseases and Disorders*, vol. 2. (dir. J.F. Leatherland et P.T. Woo), pp. 303-313. Wallingford Oxon : CABI.

Sprague J.B. (1969) Measurement of pollutant toxicity to fish I. Bioassay methods for acute toxicity. *Water Research* 3 : 793-821.

Stevens E.D., Sutterlin A.M. et Cook T. (1998) Respiratory metabolism, oxygen dependency and swimming performance of growth hormone transgenic Atlantic salmon. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 55 : 2028-2035.

Stickney R.R. (1994) *Principles of Aquaculture*. 502 pp. New York : John Wiley & Sons.

Stoskopf M.K. (1993) *Fish Medicine*. 902 pp. Philadelphia : W.B. Saunders.

Summerfelt R.C. et Smith L.S. (1990) Anaesthesia, surgery and related techniques. Dans : *Methods for Fish Biology*. (dir. C.B. Schreck et P.B. Moyle), pp. 213-272. Bethesda MD : American Fisheries Society.

Tacon A.G.J. (1992) *Nutritional Fish Pathology, Morphological Signs of Nutrient Deficiency and Toxicity in Farmed Fish*. FAO Fish Technical Paper No. 330, 75 pp. Rome : FAO.

Timmons M.B., Ebeling J.M., Wheaton F.W., Summerfelt S.T. et Vinci B.J. (2001) *Recirculating aquaculture systems*. 650 pp. Dartmouth MA : NRAC Publication #01-002.

Turnball J.F., Adams C.E., Richards R.H. et Robertson D.A. (1998) Attack site and resultant damage during aggressive encounters in Atlantic salmon (*Salmo salar l.*) parr. *Aquaculture* 159 : 345-353.

US Environmental Protection Agency (1999) *Update of Ambient Water Quality for Ammonia*. Washington DC : US Environmental Protection Agency. Disponible au permanent.access.gpo.gov/websites/epagov/www.epa.gov/waterscience/standards/ammonia/99update.pdf

Vecino E., Pinuela C., Arevalo R., Lara J., Alonso J.R. et Aijon J. (1992) Distribution of enkephalin-like immunoreactivity in the central nervous system of the rainbow trout - an immunocytochemical study. *Journal of Anatomy* 180 : 435-453.

Verheijen F.J. et Buwalda R.J.A. (1988) *Do pain and fear make a hooked carp in play suffer?* Netherlands : Department of Physiology, Utrecht University.

Wagner G.N. et Stevens E.D. (2000) Effects of different surgical techniques, suture material and location of incision site on the behaviour of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 33 : 103-114.

Wagner G.N., Stevens E.D. et Byrne P. (2000) The effects of suture type and patterns on surgical wound healing in rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society* 129 : 1196-1205.

Wagner G.N., Stevens E.D. et Harvey-Clark C.J. (1999) Wound healing in rainbow trout (*Onchorhyncus mykiss*) following surgical site preparation with a povidone-iodine antiseptic. *Journal of Aquatic Animal Health* 11 : 373-382.

Watanabe T. et Kiron V. (1994) Prospects in larval fish dietetics. *Aquacultural* 124 : 223-251.

Wedemeyer G.A. (1972) Some physiological consequences of handling stress in the juvenile coho salmon and steelhead trout. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 29(12) : 1780-1783.

Wedemeyer G.A. (1985) *Development and Evaluation of Transport Media to Mitigate Stress and Improve Juvenile Salmon Survival in Columbia River Barging and Trucking Operations*. 70 pp. Portland : Contract report to Bonneville Power Administration, #82-19.

Wedemeyer G.A. (1996a) *Physiology of Fish in Intensive Culture Systems*. 232 pp. New York : Chapman & Hall.

Wedemeyer G.A. (1996b) Transportation and handling. Dans : *Principles of Salmonid Culture*. (dir. W. Pennell et B.A. Barton), pp. 727-758. Amsterdam : Elsevier.

Yamamoto K., Itzawa Y. et Kobayashi H. (1985) Direct observation of the fish spleen by an abdominal window method and its application to exercised and hypoxic yellowtail. *Japanese Journal of Ichthyology* 31 : 427-433.

Zaccone G., Fasulo S. et Ainis L. (1994) Distribution patterns of the paraneural endocrine cells in the skin, gills and the air ways of fishes determined by immunohistochemical and histological methods. *Histochemical Journal* 26 : 609-629.

L. GLOSSAIRE

Acclimatation — modification physiologique, biochimique ou morphologique durable apparaissant chez un animal au cours de sa vie à la suite d'une exposition prolongée à un paramètre environnemental tel qu'une température élevée ou basse. Généralement, ces changements sont réversibles.

Adaptation — correspondance, habituellement très précise, entre les caractéristiques physiologiques, biochimiques et morphologiques d'un animal et l'environnement dans lequel il vit; au cours de l'évolution, ces traits ont été déterminés par la sélection naturelle sur un grand nombre de générations et ils reflètent des changements irréversibles du matériel génétique.

Aiguille atraumatique — aiguille à laquelle un fil de suture est fixé en permanence.

Analgésie — diminution de la réponse aux stimuli nocifs.

Anesthésie — état causé par un agent extérieur et caractérisé par une inhibition du système nerveux menant à une perte de la sensibilité et de la motricité.

Asepsie — absence de germes vivants, de substances d'origine septique et de produits de putréfaction toxiques.

Bien-être (en anglais « welfare ») — terme désignant la qualité de la vie d'un animal.

Bien-être global (en anglais « well-being ») — état d'harmonie physique ou psychologique entre l'organisme et son milieu de vie. Le bon état de santé et le comportement normal sont les indicateurs les plus employés de bien-être d'un animal.

Délai d'attente — intervalle de temps s'écoulant entre l'administration d'un médicament à un animal et le moment prévu marquant la fin de l'élimination des résidus de ce médicament.

Détresse — état de stress excessif au cours duquel l'animal n'est plus en mesure de s'adapter à l'agent stressant ou aux agents stressants.

Douleur (chez les poissons) — réponse à un stimulus nocif se manifestant par une modification du comportement ou de la physiologie, le même stimulus nocif étant également douloureux chez l'humain (définition de travail).

Écosystème — ensemble formé par les communautés végétale et animale d'un endroit donné, qui inclut également les composantes non vivantes de cet environnement, et les interactions entre elles.

Ectotherme — animal qui accorde sa propre température à celle de son environnement.

Euthanasie — étymologiquement, « bonne mort » - perte rapide de conscience suivie de la mort, la procédure se déroulant sans douleur ni détresse.

Exsanguination — procédure provoquant une perte importante de sang sous l'effet d'une hémorragie interne ou externe.

Hygroscopique — qui absorbe facilement l'eau

Hypothermie — chez un organisme, température du corps inférieure à la normale.

Lamelles — partie des branchies où se déroule l'échange des gaz de la respiration.

Morbidité — manifestation observable d'un état de maladie.

Mortalité — perte de la vie ; mort.

Myopathie — dommages causés aux muscles par leur fonctionnement dans des conditions anaérobies; des procédures de capture inadéquates peuvent provoquer une prédisposition à ce phénomène.

PNF — procédés normalisés de fonctionnement : documents écrits définissant les procédures à

suivre pour les activités ordinaires dont l'objet est d'assurer la qualité et l'intégrité de l'étude.

Progéniture — descendants.

Protocole — description écrite d'une étude ou d'une activité incluant le détail des objectifs, le mode d'utilisation des animaux, les procédures qui seront suivies et le personnel employé à cette fin; l'objet du protocole est d'assurer la qualité et l'intégrité de l'étude ou de l'activité.

Quarantaine — séparation ou isolement de certains animaux des autres animaux pour éviter la propagation des maladies.

Régurgitation — reflux passif de nourriture ou de liquide de l'estomac à la bouche.

Salmonidés — famille de poissons comprenant le saumon (*Oncorhynchus spp*. et *Salmo salar*), la truite (*Salvelinus spp*., *Salmo spp*.), l'omble (*Salvelinus alpinus*), le corégone (*Coregonus spp*., *Prosopium spp*., *Stenodus leucichthys*) et l'ombre (*Thymallus arcticus*). Désigne également la sous-famille qui inclut le saumon, la truite et l'omble.

Stimuli nocifs — stimuli qui endommagent ou peuvent endommager les tissus normaux.

Sursaturation — état qui survient lorsque la pression gazeuse totale d'une masse d'eau est supérieure à la pression de l'atmosphère qui la recouvre.

Tégument — revêtement naturel extérieur d'un animal, peau.

Télémétrie — emploi de dispositifs qui transmettent de l'information à une station distante où elle est enregistrée; technique fréquemment employée dans les études de terrain pour assurer le suivi des animaux et étudier certaines questions quant à leur physiologie, leur comportement, leur mode d'utilisation de l'habitat, leur survie et leurs déplacements.

Température environnementale standard — température permettant la croissance optimale d'une espèce de poissons.

Vecteurs passifs — objets non vivants qui peuvent transmettre des organismes pathogènes (p. ex., mangeoires, vadrouilles, etc.).

Zoonotique — relatif à la transmission d'une maladie d'un animal non-humain à un humain.

M. ABRÉVIATIONS

ACIA — Agence canadienne d'inspection des aliments

ACLAE — Association canadienne des laboratoires d'analyse environnementale

ACMAL — L'association canadienne de la médecine des animaux de laboratoire

ACNOR — Association canadienne de normalisation

ALÉ — Accord de libre-échange

ALENA — Accord de libre-échange nord-américain

CCMPA — Conseil canadien des ministres des Pêches et de l'Aquaculture

CIEM — Conseil international pour l'exploration de la mer

CITES — Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction

CNA — Commission nord-américaine

COSEPAC — Comité sur la situation des espèces en péril au Canada

CPA — Comité de protection des animaux

CVC — Chauffage, ventilation et climatisation

FAWC — Farm Animal Welfare Council

FS — Fiches signalétiques

GATT — Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce

IP — Intrapéritonéal

IV — Intraveineux

MPO — Pêches et Océans Canada

OCDE — Organisation pour la coopération et le développement économiques

OCSAN — Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord

OIE — Office international des épizooties

OMC — Organisation mondiale du commerce

PNF — Procédés normalisés de fonctionnement

RPSCP — Règlement sur la protection de la santé des poissons

SCF — Service canadien de la faune

SCZ — Société canadienne de zoologie

SPS — Sanitaire-phytosanitaire

TMS — Méthane-sulfonate de tricaïne

WAPPRIITA — Loi sur la protection d'espèces animales ou végétales sauvages et la réglementation de leur commerce international et interprovincial

ANNEXE A
LIGNES DIRECTRICES ET ORGANISMES

Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) www.inspection.gc.ca

American Fisheries Society (AFS) www.fisheries.org

American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH) www.asih.or

AquaNet www.aquanet.ca

Association canadienne des laboratoires d'analyse environnementale (ACLAE) www.caeal.ca

Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV) canadianveterinarians.net

Canadian Aquaculture Institute, I.-P. É www.upei.ca/~cai/

Canadian Association of Aquaculture Veterinarians

Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) www.cosewic.gc.ca

Conseil canadien des ministres des Pêches et de l'Aquaculture (CCMPA) www.aquaculture.ca/FrenchWeb.html

Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques (ETS 123) - *Annexe A* (incluant les dispositions spécifiques aux poissons). www.coe.int/T/F/affaires_juridiques/coopération_juridique/Sécurité_biologique,_utilisation_des_animaux/Expérimentation/A_textes_documents.asp#TopOfPage

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) www.cites.org

Farm Animal Welfare Council (FAWC) www.fawc.org.uk

Fisheries Society of the British Isles (FSBI) www.le.ac.uk/biology/fsbi

Office international des épizooties (OIE) www.oie.int

Pêches et Océans Canada (MPO) www.dfo-mpo.gc.ca

Règlement sur la protection de la santé des poissons (RPSCP) lois.justice.gc.ca/fr/F-14/C.R.C.-ch.812/

Santé Canada www.hc-sc.gc.ca

Société canadienne de zoologie (SCZ) www.csz-scz.ca/jpellerin/csz/

ANNEXE B
ZOONOSES - TRANSMISSION DES MALADIES DES POISSONS À L'HUMAIN

Les zoonoses sont des maladies que les animaux non-humains peuvent transmettre aux humains. Les zoonoses des poissons ont fait l'objet d'une étude approfondie ailleurs (Nemetz et Shotts, 1993); cette annexe ne constitue qu'un résumé. En général, la transmission de zoonoses des poissons est relativement rare et la vaste majorité des organismes sources de zoonoses produisent des gastro-entérites à résolution spontanée, habituellement à la suite de la consommation de poisson mal cuit, ou des infections localisées de plaies, généralement dues à la contamination de coupures ou d'abrasions subies pendant la manipulation de poissons vivants ou de tissus de poissons. Cependant, il existe quelques organismes sources de zoonoses qui sont plus virulents et, chez l'humain, peuvent provoquer des infections systémiques et, dans de très rares cas, la mort (Nemetz et Shotts, 1993). Les zoonoses sont rares chez les personnes en bonne santé, mais le risque est nettement plus élevé chez celles dont le système immunitaire est affaibli (p. ex., sidéens, receveurs de transplantations d'organes sous immunosuppresseurs).

Les maladies des poissons peuvent être dues à diverses bactéries, rickettsies, vers ronds (nématodes), cestodes (ténias), douves (trématodes), protozoaires, virus et champignons (Nemetz et Shotts, 1993; Fryer et Bartholomew, 1996). Le type d'infection dépend d'une multitude de facteurs dont l'espèce, le fournisseur, l'origine géographique et le régime alimentaire du poisson; il dépend également de la qualité et de la salinité de l'eau.

La majorité des principaux pathogènes provoquant des zoonoses transmises par les poissons sont des bactéries gram négatives. En Amérique du Nord, les bactéries du genre *Vibrio* sont probablement les pathogènes bactériens les plus fréquents chez les espèces de poissons marins et estuariens (certaines espèces infectent également les poissons d'eau douce); les espèces de *Vibrio* (spp.) sont aussi d'importantes causes de zoonoses. Parmi les autres bactéries gram-négatives qui donnent lieu à des zoonoses que transmettent les poissons, on trouve *Plesiomonas shigelloides*, *Aeromonas spp.*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Edwardsiella spp.*, *Yersinia ruckeri* et *Leptospira icterohaemorrhagica* (Nemetz et Shotts, 1993). Il existe actuellement des vaccins efficaces permettant de protéger les espèces de poissons contre certaines de ces bactéries gram négatives (Fryer et Bartholomew, 1996).

Chez les espèces de poissons, les infections par des bactéries gram positives pathogènes sont moins fréquentes. Parmi les bactéries gram positives qui peuvent donner lieu à des zoonoses, on trouve *Streptococcus spp.*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Mycobacterium spp.*, *Clostridium spp.* et *Staphylococcus spp.* Au Canada, on signale plusieurs cas de cellulite causée par une inoculation accidentelle de *Streptococcus iniae*, un pathogène des poissons associé à la méningo-encéphalite chez le tilapia; les personnes touchées s'étaient blessé les mains en manipulant des membres de cette espèce (Weinstein *et al.*, 1997). *Erysipelothrix* et *Mycobacterium* produisent également en général une infection cutanée localisée, mais, dans certaines circonstances, elles peuvent causer une infection disséminée (septicémie). Par contre, lorsqu'en contact avec la peau, *Clostridium* et *Staphylococcus* ne suscitent généralement pas d'infections chez l'humain, mais peuvent par contre rendent malades à la suite de la consommation de poisson contaminé par les toxines produites par ces bactéries.

On a identifié plusieurs virus et champignons chez les poissons (Fryer et Bartholomew, 1996). Cependant, chez l'humain, il n'existe aucun cas documenté d'infection par des virus ou des champignons de poissons (Nemetz et Shotts, 1993). Certains parasites des poissons, y compris des vers et des protozoaires, peuvent infecter les humains, mais les infections de ce type résultent presque toujours de la consommation de poisson mal cuit et sont extrêmement rares en Amérique du Nord (Nemetz et Shotts, 1993).

Enfin, certains organismes marins produisent des toxines qui peuvent provoquer la maladie et la mort chez l'humain. La ciguatera et l'intoxication par les scombridés sont des exemples d'empoisonnements alimentaires pouvant résulter de la consommation d'espèces de poissons marins carnivores tropicaux. On pense que la ciguatoxine est produite par un dinoflagellé marin qui se fixe à la flore des récifs et qui est consommé par les espèces de poissons herbivores; ces dernières sont ensuite consommées par les espèces de poissons carnivores desquelles la ciguatoxine se trouve concentrée dans les tissus. Les patients atteints d'intoxication par la ciguatera présentent habituellement des symptômes gastro-intestinaux et neurologiques. Le mécanisme de l'intoxication par les scombridés est mal connu, mais il est associé à la consommation de poissons marins membres de cette famille (p. ex., thon, bonite, maquereau, demi-bec blanc, etc.). Ce type d'intoxication suscite souvent des symptômes d'allergie chez les malades (Nemetz et Shotts, 1993).

Même si les zoonoses transmises par les poissons sont rares, un diagnostic rapide et exact permet de commencer le traitement sans retard. Étant donné leur rareté, la majorité des médecins et même ceux qui se spécialisent dans le traitement des maladies infectieuses ont peu ou pas d'expérience pour ce qui est de leur diagnostic. Par conséquent, il est important que les individus qui travaillent avec des espèces de poissons connaissent l'existence des zoonoses transmises par ces animaux; lorsqu'ils sont évalués par un médecin, ils doivent lui indiquer que leur profession les amène à être en contact avec des espèces de poissons. Avec les récents développements quant à l'utilisation de poissons comme source de biomatériaux implantables en xénotransplantation, ou comme bioréacteurs pour la production à grande échelle de protéines humaines, on doit envisager le risque d'apparition de nouvelles xénozoonoses transmises par ces voies. Actuellement, si des agents infectieux sont reconnus comme posant un risque dans d'autres modèles de xénotransplantation (p. ex., les rétrovirus endogènes des mammifères), ils ne sont pas reconnus pour poser un risque dans le cas des tissus de poissons; cependant, dans ce domaine, les connaissances ne sont encore qu'embryonnaires.

Références :

Fryer J.L. et Bartholomew J.L. (1996) Established and emerging infectious diseases of fish. *ASM News* 62 : 592-594.

Nemetz T.G. et Shotts E.B. Jr. (1993) Zoonotic diseases. Dans : *Fish Medicine*. (dir. M.K. Stoskopf), pp. 214-220. New York : WB Saunders.

Weinstein M.R., Litt M., Kertesz D.A., Wyper P., Rose D., Coulter M., McGeer A., Facklam R., Ostach C., Willey B.M., Borczyk A. et Low D.E. (1997) Invasive infections due to a fish pathogen, *Streptococcus iniae*. *New England Journal of Medicine* 337 : 589-594.

ANNEXE C
LIGNES DIRECTRICES POUR LES INSTALLATIONS DE CONFINEMENT (ÉTUDES SUR LES PATHOGÈNES)

Il n'existe actuellement aucune norme nationale élaborée et approuvée par les agences fédérales et visant spécifiquement les systèmes de bioconfinement aquatique; cependant, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) et Pêches et Océans Canada (MPO) travaillent à l'élaboration de lignes directrices qui couvriront à la fois les substances biologiques vétérinaires et l'hébergement des animaux aquatiques vivants. Ce document devrait répondre à plusieurs objectifs, y compris couvrir ce qui concerne les organismes génétiquement modifiés (GM) et les poissons dotés de nouveaux traits ainsi que les problématiques d'introductions et de transferts (p. ex., effets des animaux échappés sur l'écologie, le frai et la compétition trophique). Les normes en question apporteront une transparence, une clarté, une cohérence et une objectivité qui sont devenues nécessaires pour ce qui est des manipulateurs d'animaux aquatiques et pathogènes associés, que leurs travaux soient de nature expérimentale ou répondant à des objectifs de développement commercial, et seront également intéressantes pour les inspecteurs. Les laboratoires effectuant des travaux *in vitro* sur des pathogènes d'animaux aquatiques, comme les laboratoires de diagnostic, doivent obligatoirement respecter toutes les pratiques opérationnelles et de confinement physique du niveau approprié en se conformant aux *Normes sur le confinement des installations vétérinaires* (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1996). On trouvera ce document à l'adresse suivante : www.inspection.gc.ca/francais/sci/bio/biof.shtml. L'objet de la présente annexe est donc de fournir des informations supplémentaires aux chercheurs et aux comités de protection des animaux (CPA) qui travaillent avec des animaux aquatiques et (ou) leurs pathogènes jusqu'à ce que la rédaction des lignes directrices fédérales soit terminée. L'approche adoptée dans ces lignes directrices du CCPA reflète les meilleures pratiques actuelles. Les installations où se déroulent des études nécessitant un bioconfinement sont assujetties à des inspections par les autorités provinciales/territoriales et fédérales. Toutes les demandes de renseignements relatives aux plans de laboratoire devant effectuer des travaux *in vitro* et toutes les questions en matière de confinement liées à l'utilisation *in vitro* de produits biologiques vétérinaires importés doivent être adressées à l'Unité de confinement des biorisques et de la sécurité de l'ACIA (www.inspection.gc.ca/francais/sci/bio/biof.shtml). Toutes les questions en matière de confinement concernant des transferts d'animaux aquatiques vivants ou des essais d'infection *in vivo* doivent être adressées au Bureau de santé des animaux aquatiques du MPO.

Il existe quelques normes prescriptives qui figurent dans le *Règlement sur la protection de la santé des poissons, Guide des procédures* (MPO, 1984), et qui visent l'importation et le transport des salmonidés, de leurs œufs et de leurs tissus.

Les principes de confinement définis dans la présente annexe s'appliquent également aux recherches sur les poissons GM. Au Canada, le MPO est l'organisme responsable qui élabore les exigences et les normes de confinement et sécurité pour l'hébergement des organismes aquatiques à nouveaux traits (p. ex., poissons GM). Le Bureau de la biotechnologie du MPO constitue le point de contact auquel il faut s'adresser pour toute question relative aux organismes aquatiques à nouveaux traits. On s'adressera à la Direction de la gestion de l'aquaculture du MPO pour ce qui a trait au confinement concernant les transferts d'animaux aquatiques vivants.

1. Installation physique de laboratoire de bioconfinement en milieu aquatique

Le classement des pathogènes aquatiques selon les niveaux de biosécurité animale reconnus pour les organismes terrestres (I à IV) est problémati-

que. La plupart des agents sont actuellement considérés comme nécessitant un niveau de biosécurité I ou II (voir *Lignes directrices en matière de biosécurité en laboratoire* de Santé Canada, www.phac-aspc.gc.ca/publicat/lbg-ldmbl-04/index_f.html). Les critères d'évaluation du niveau de risque sont subjectifs (p. ex., absence d'enveloppe virale chez certains virus pathogènes).

Dans les systèmes aquatiques, la contamination de surface, celle provenant des vecteurs passifs (filets et bassins) et les aérosols constituent des voies possibles de transfert accidentel d'organismes aquatiques pathogènes. Dans les systèmes aquatiques, le bioconfinement repose en grande partie sur des mesures ordinaires d'hygiène : contrôle et désinfection des vecteurs passifs, matériel dédié à chacun des bassins, vêtements externes dédiés aux installations de bioconfinement, lavage des mains, bains de pieds désinfectants.

Principe directeur A

Dans les installations où l'on effectue de la recherche, de l'enseignement ou des tests sur des poissons à l'aide de pathogènes d'animaux aquatiques, il est impératif d'avertir les bureaux locaux du MPO et de l'ACIA ainsi que les autorités compétentes provinciales ou territoriales, et avoir obtenu leur accord, avant de débuter toute activité.

Principe directeur B

Les installations où l'on effectue des recherches sur les pathogènes des animaux aquatiques doivent obligatoirement être dotées d'un confinement approprié et être physiquement séparées des autres salles d'hébergement et locaux où se déroulent d'autres activités telles que la production et l'hébergement de poissons d'élevage ou l'hébergement de géniteurs. Avant de déverser les effluents dans l'environnement, ils doivent obligatoirement être rendus non infectieux.

L'emplacement et les caractéristiques techniques d'une installation de confinement doivent obligatoirement empêcher tout déversement accidentel lors d'inondations, de tempêtes ou d'autres désastres naturels. Pour que le confinement soit adéquat, les installations doivent être construites sur la terre ferme et au-dessus du niveau historique des crues. S'il est impossible de répondre à ces conditions, les projets doivent être de taille assez réduite pour permettre le transfert sans risque de tous les animaux vers un autre emplacement ou leur destruction dans un laps de temps réaliste compte tenu du délai d'avertissement de désastre naturel. Les installations de confinement sont particulièrement vulnérables à l'entrée de prédateurs et d'animaux nuisibles, et elles doivent obligatoirement être conçues en conséquence, notamment les systèmes de drains, les portes d'entrée du personnel et du matériel et les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation (CVC).

On doit tenir compte de l'entretien et des autres formes d'accès aux systèmes mécaniques et auxiliaires. Là où c'est possible, on doit pouvoir accéder à ces systèmes de l'extérieur de l'installation et sans entrer dans la zone de confinement.

Principe directeur C

Les surfaces et les matériaux employés dans la construction de l'installation doivent être durables, non poreux et faciles à nettoyer et à désinfecter par l'emploi de puissants désinfectants de surface dont l'efficacité a été démontrée. Dans la construction des installations de bioconfinement, on ne doit pas employer de bois, de matériaux poreux ou de béton non scellé.

Les matériaux et les surfaces de toute installation d'hébergement de poissons doivent pouvoir être facilement désinfectés. Cependant, dans les installations de confinement, les surfaces peuvent être exposées à des procédures de décontamination plus systématiques; par conséquent, on doit vérifier si elles peuvent supporter des traitements chimiques plus puissants ou plus fréquents.

Principe directeur D

La ventilation des salles de confinement doit permettre le séchage et même un bon brassage de l'air tout en empêchant les pathogènes portés par les aérosols de s'échapper sous l'effet des courants d'air ou de la condensation sur les surfaces ou les vêtements.

Comme la plupart des pathogènes aquatiques survivent plus longtemps dans un milieu humide, les températures doivent permettre le séchage rapide des murs, des sols et des plafonds. L'emploi de couvercles sur les bassins permet de maintenir le taux d'humidité de la salle à

un niveau raisonnable et de réduire le risque d'éclaboussures facilitant le transfert de pathogènes entre les bassins ou sur le sol.

Principe directeur E

Tous les procédés de traitement des effluents doivent obligatoirement comporter un système de sécurité absolue intégrée.

En cas de défaillance de tout système automatisé de désinfection des effluents, le système de confinement devrait permettre d'empêcher toute eau non traitée de sortir de l'installation; de plus, un système d'alerte d'urgence doit avertir les autorités compétentes pour leur permettre de corriger la situation dans les meilleurs délais. Les systèmes automatisés doivent être programmés pour mesurer les concentrations résiduelles de désinfectants et vérifier qu'elles respectent les paramètres préétablis pour la neutralisation des pathogènes. Avant d'amener des animaux d'expérimentation à haut risque ou leurs pathogènes, on doit vérifier ces paramètres au moyen de tests bactériologiques ou virologiques ou par échantillonnage de l'effluent « enrichi ». Tous les effluents en provenance des systèmes de confinement doivent être acheminés par des tuyaux rigides à des bassins de traitement qui assurent un temps de contact suffisant pour leur décontamination. En cas de défaillance du système, les dispositifs d'apport d'eau doivent être conçus pour couper l'approvisionnement et empêcher ainsi le débordement.

Tout déversement d'effluent dans l'environnement doit obligatoirement être conforme à la réglementation locale et ne contenir aucun pathogène viable. De façon générale, on devra obtenir l'approbation des autorités municipales responsables des égouts de la localité et (ou) procéder à une étude d'impact si l'effluent doit être déversé dans un cours d'eau. On doit neutraliser les produits désinfectés, qu'ils soient solides ou liquides, avant de les laisser sortir de l'installation de confinement parce qu'ils peuvent être toxiques pour les poissons et les autres organismes et ressources aquatiques.

1.1 Accès aux installations

Principe directeur F

Les installations doivent être dotées de systèmes d'entrée sécurisés et d'une signalisation adéquate. L'identité des personnes qui y pénètrent et l'heure à laquelle elles y sont entrées doivent pouvoir être enregistrées.

Le nombre de passages dans l'installation doit être réduit au minimum, les entrées n'étant permises qu'en fonction des besoins. L'entrée doit être fermée à clé et uniquement accessible au personnel autorisé. Dans la partie immédiatement adjacente à l'entrée, il doit y avoir un vestiaire où l'on peut remplacer les vêtements de ville ou les couvrir par des vêtements extérieurs particuliers à l'installation de confinement (combinaison, chaussures et gants).

Principe directeur G

Des stations de lavage des mains et des bains de pieds doivent être placés à l'entrée et à la sortie de l'installation de confinement.

Le personnel doit obligatoirement se laver les mains et utiliser les pédiluves chaque fois qu'il pénètre dans l'installation de confinement ou en sort.

1.2 Salles

Principe directeur H

Les portes et les murs de chaque salle doivent être étanches.

Dans chaque salle, les portes doivent être traversées par un seuil surélevé et le plancher doit être muni d'un scellement étanche le long des murs, ces structures devant être assez hautes pour retenir dans la salle de confinement toute l'eau provenant d'une fuite ou d'un déversement des bassins d'hébergement ou des réservoirs d'approvisionnement en eau.

Principe directeur I

Dans les salles, les surfaces, les tuyauteries, les bassins et les systèmes de transfert de l'eau doivent être conçus pour permettre un accès complet et une stérilisation complète entre les études, et pour empêcher tout reflux en provenance des bassins d'hébergement des animaux et des systèmes de traitement des effluents.

Tous les conduits doivent être rigides et comporter des trappes d'accès amovibles permettant le nettoyage et le prélèvement d'échantillons de culture pour le contrôle de la qualité après les

études. Les systèmes de plomberie doivent être à sécurité absolue intégrée pour empêcher la vidange des bassins en cas d'interruption de l'approvisionnement en eau.

Principe directeur J

En cas de défaillance catastrophique, telle que la fuite d'un bassin, les salles doivent être conçues de façon à empêcher tout déversement de l'effluent non traité dans l'environnement.

Les drains de sol doivent acheminer l'eau vers un réservoir de rétention permettant de traiter toute l'eau contenue dans l'installation.

Principe directeur K

Les surfaces de la salle doivent être lisses, imperméables et faciles à désinfecter.

Les surfaces du plancher doivent être lisses, scellées et non poreuses, et leurs coins doivent être arrondis. Les murs et les dispositifs non couverts doivent pouvoir être désinfectés ainsi que tous les matériaux servant à la manipulation ou ayant des chances d'entrer en contact avec les animaux d'expérimentation.

Principe directeur L

Les dispositifs électriques doivent être pourvus d'un interrupteur de défaut à la terre, de joints d'étanchéité et d'un système d'alimentation d'urgence, et ils doivent pouvoir être désinfectés.

Les interrupteurs muraux doivent être scellés et étanches à l'eau pour permettre la désinfection. Les appareils d'éclairage fixés au plafond doivent être munis de joints d'étanchéité imperméables à l'eau et pouvoir être nettoyés et désinfectés. Les plafonds doivent être lisses, imperméables et être conçus de façon à être nettoyés et désinfectés. Idéalement, les prises électriques doivent être placées à une bonne distance du sol et au-dessus des conduites d'eau.

Principe directeur M

Les tuyauteries exposées doivent être fixées aux murs et au sol par des attaches lisses pouvant être désinfectées, et elles doivent pouvoir être nettoyées.

Les tuyauteries doivent comporter des points d'accès pour le nettoyage. Les vannes doivent être accessibles de l'intérieur et de l'extérieur des salles individuelles pour permettre de régler le débit en cas d'urgence. Là où une tuyauterie traverse un mur, celui-ci doit être calfeutré ou scellé avec soin et muni d'un joint étanche pour empêcher l'hébergement de pathogènes. Tous les drains qui se déversent directement dans le système d'égouts municipal (non recommandé) doivent être protégés par des tuyaux ascendants scellés empêchant le déversement de tout effluent non traité. On doit prendre des mesures pour prévenir la condensation.

Principe directeur N

Le matériel de nettoyage et d'hygiène, les bacs de stockage des aliments semi humides et le matériel (comme les filets) doivent être gardés dans la salle où ils sont utilisés.

Les filets et les autres dispositifs doivent être dédiés à un bassin pour prévenir le transfert de pathogènes entre les bassins. Il doit y avoir des seaux à immersion pour la désinfection régulière du matériel de la salle. Le calendrier de remplacement des solutions désinfectantes de ces salles doit figurer dans un procédé normalisé de fonctionnement (PNF), et l'efficacité de ces méthodes devrait être évaluée par une procédure de validation régulière. On doit employer un type de désinfectant ayant une concentration permettant de tuer 100 % des pathogènes présents.

1.3 Débit d'eau et bassins

Principe directeur O

Tous les bassins doivent obligatoirement être fermés par des couvercles amovibles bien ajustés permettant d'empêcher la sortie accidentelle d'eau ou de tout animal aquatique ou pathogène.

Les ouvertures pratiquées dans le couvercle pour le passage des pierres à diffusion (« airstones »), des tuyaux ascendants, etc., doivent être pourvues de joints d'étanchéité. Les socles des bassins doivent être construits en matériau rigide, lisse et imperméable tel que l'aluminium, l'acier inoxydable ou la fibre de verre. À noter que pour les systèmes à eau de mer, les bassins et leurs socles doivent être à l'épreuve de la corrosion par l'eau salée. L'emploi de matériaux organiques ou poreux comme le béton est à éviter. Entre les expériences, on doit éliminer et remplacer tous

les dispositifs poreux comme les pierres à diffusion ou les désinfecter.

Principe directeur P

Les effluents doivent obligatoirement être recueillis et gardés dans des bassins de traitement pendant le temps de contact recommandé avec le désinfectant, et la concentration efficace de désinfectant dans l'eau sortant de ces mêmes bassins doit obligatoirement faire l'objet d'une surveillance régulière.

L'intégrité du bassin de désinfection et du système d'injection de désinfectant doit être testée à intervalle régulier. Le bassin doit être équipé d'un système automatisé d'injection de désinfectant comportant un dispositif d'alerte en cas de panne. En cas de défaillance du système de confinement, un dispositif d'alarme doit automatiquement alerter le personnel d'urgence par l'intermédiaire de téléavertisseurs ou par d'autres moyens. Les systèmes de recyclage des laboratoires de bioconfinement en milieu aquatique présentent des difficultés particulières parce qu'ils peuvent contenir et héberger des pathogènes, notamment là où il se produit une concentration comme dans les biofiltres. Il doit être possible d'isoler, de retirer et de désinfecter toutes les composantes de ces systèmes, y compris les bassins, les conduites, les biofiltres et tout le matériel auxiliaire, sans déranger les animaux qui y sont hébergés.

Principe directeur Q

Dans toutes les salles et les zones où il y a risque de déversement, on doit disposer de trousses permettant de retenir et de désinfecter tout déversement d'eau contaminée par des pathogènes. À tout moment, une partie du personnel doit être désignée et formée pour l'utilisation des trousses d'intervention en cas de déversement.

En cas de déversement, les volumes en cause doivent être retenus physiquement à l'aide de matériaux absorbants et les agents infectieux doivent être détruits à l'aide d'un désinfectant efficace pendant une période de contact reconnue; après cela, l'eau déversée peut être évacuée.

1.4 Tenue de travail

Principe directeur R

Les chaussures et les vêtements spécifiquement portés dans la zone de confinement doivent obligatoirement être laissés à cet endroit.

Les tenues de ville doivent être laissées hors de l'installation, dans un vestiaire situé à l'extérieur de la zone de confinement. Les chaussures et les bottes spécifiquement portées en ces lieux doivent être enfilées au moment de pénétrer dans les secteurs extérieurs de l'installation de confinement comme dans les couloirs. En entrant dans les salles mêmes, on doit changer entièrement de chaussures et de vêtements de dessus. Le personnel doit se laver les mains avant de quitter la salle et au moment de quitter la zone extérieure de l'installation de confinement.

Les vêtements, les outils et autres dédiés à l'installation doivent être désinfectés régulièrement.

1.5 Élimination du matériel

Principe directeur S

Tout le matériel contaminé, y compris les vêtements, les vecteurs passifs et les carcasses, doit être placé dans des sacs et passé à l'autoclave ou incinéré avant le nettoyage ou l'élimination.

On doit désinfecter les vêtements à envoyer au nettoyage avant de les faire sortir de l'installation à moins que la zone de confinement ne soit équipée d'un système de blanchissage dont on a démontré l'efficacité contre les pathogènes.

L'élimination stérile des carcasses et autres déchets biologiques contaminés peut également être effectuée par incinération ou traitement par autoclave et équarrissage.

2. Exploitation d'une installation de bioconfinement en milieu aquatique

L'exploitation d'une installation de bioconfinement doit obligatoirement répondre aux conditions suivantes :

- l'accès doit être réservé qu'au personnel autorisé;

- il doit obligatoirement y avoir des procédures d'entrée pour le personnel d'entretien;

- si l'on travaille avec des agents de zoonose provenant du milieu aquatique (p. ex., *Streptococcus iniae*, *Mycobacterium marinum*), on doit obligatoirement disposer d'un programme de surveillance sanitaire et médicale protégeant les employés de toute infection;

- le personnel doit obligatoirement avoir reçu une formation sur tous les risques infectieux, chimiques et physiques auxquels il peut être exposé et avoir fait la preuve de sa compétence. Sa formation doit obligatoirement être documentée;

- on doit obligatoirement avoir élaboré des PNF spécifiques à l'installation et suivre ces procédés pour assurer la cohérence de tous les aspects du travail (procédés d'entrée et de sortie, déplacements allant des zones propres aux zones contaminées, désinfection et changement de tenue à l'entrée et à la sortie);

- le personnel doit obligatoirement comprendre la configuration physique de l'installation et des systèmes de plomberie et de ventilation ainsi que leur fonctionnement, et il doit se conformer aux protocoles stricts de confinement (p. ex., ne pas caler une porte en position ouverte, etc.);

- les procédures d'urgence en cas de rupture de confinement, d'incendie, ou autres, doivent obligatoirement être en vigueur, affichées et comprises par tous les travailleurs, et ceux-ci doivent disposer du matériel nécessaire à cette fin;

- tous les déversements, ruptures de confinement et accidents doivent obligatoirement être signalés et faire l'objet d'une enquête.

Références :

Agriculture et Agroalimentaire Canada (1996) *Normes sur le confinement des installations vétérinaires*. 71pp. Ottawa ON : Agriculture et Agroalimentaire Canada. Disponible au www.inspection.gc.ca/francais/sci/lab/convet/convetf.shtml

Ministère des Pêches et Océans (MPO) (1984) (révisé en 2004) *Règlement sur la protection de la santé des poissons : guide de procédures*. 50 pp. Ottawa ON : MPO. Disponible au www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/aah/manual_of_compliance_f.htm

Santé Canada (2004) *Lignes directrices en matière de biosécurité en laboratoire*, 3e éd. 124 pp. Ottawa ON : Santé Canada. Disponible au www.phac-aspc.gc.ca/ols-bsl/lbg-ldmbl/index_f.html

ANNEXE D
CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'EAU POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ DES POISSONS, ESPÈCES D'EAU FROIDE, D'EAU CHAUDE ET MARINES

(en mg/L, à l'exception du pH, de la température et de la salinité)

Caractéristiques	Eau froide	Eau chaude	Marines	Fréquence de la surveillance		Commentaires
				Recyclage d'eau	À passage unique	
Température	9 à 15 °C	20 à 32 °C	Spécifique à l'espèce. Variations trop importantes pour donner ici les valeurs	tous les jours	tous les jours	
Oxygène	7 à saturation	5 à saturation	5,5 à saturation	au minimum tous les jours	tous les jours	La vérification de la teneur en oxygène peut devoir être plus fréquente si les autres valeurs changent ou s'il y a une forte densité de poissons (plus de 15 kg/m^3).
pH	6,5 à 8	7,5 à 9	7,5 à 8,5	tous les jours	toutes les semaines	La vérification du pH peut devoir être plus fréquente si les autres valeurs changent ou s'il y a une forte densité de poissons (plus de 15 kg/m^3).
Ammoniac (non ionisé)	0 à 0,0125	0 à 0,02	0 à 0,0125	deux fois par semaine	tous les mois (sauf si densité élevée)	Si le système est équipé d'un biofiltre, la vérification doit être faite tous les jours pendant la phase de démarrage.
Nitrate	0 à 3,0	0 à 3,0	spécifique à l'espèce	deux fois par semaine	tous les mois (sauf si densité élevée)	Si le système est équipé d'un biofiltre, la vérification doit être faite tous les jours pendant la phase de démarrage.

Caractéristiques	Eau froide	Eau chaude	Marines	Fréquence de la surveillance		Commentaires
				Recyclage d'eau	À passage unique	
Nitrite	0 à 0,2	0 à 0,1	0 à 0,2	deux fois par semaine	tous les mois (sauf si la densité est élevée)	Si le système est équipé d'un biofiltre, la vérification doit être faite tous les jours pendant la phase de démarrage.
Chlore	0 à 0,01	0 à 0,01	sans objet	tous les ans	tous les jours (eau du réseau d'aqueduc municipal)	La teneur en chlore doit être vérifiée tous les jours si l'approvisionnement en eau provient d'un système d'aqueduc municipal où l'on emploie le chlore comme désinfectant.
Dureté totale ($CaCO_3$)	20 à 450	50 à 450	> 125 mg/L	deux fois par semaine	deux fois par semaine	La dureté totale est une mesure du calcium et du magnésium et peut contenir d'autres éléments facteurs de dureté; les variations de la valeur de la dureté totale peuvent être liées aux variations du pH et du taux global de l'alcalinité.
Alcalinité totale ($CaCO_3$)	10 à 450	50 à 450	> 150 mg/L	deux fois par semaine	deux fois par semaine	L'alcalinité doit être surveillée, car les traitements de l'eau dans les systèmes à circulation fermée peuvent réduire l'alcalinité et diminuer le pH.
Azote (saturation gazeuse)	< 100 %	< 100 %	< 100 %	toutes les semaines	toutes les semaines	Ces valeurs concernent les poissons adultes; elles peuvent être moins élevées pour les premiers stades de vie. Doit également être vérifiée si on soupçonne des problèmes de santé chez les poissons.
Salinité	0,1 à 3,0 g/L	0,1 à 3,0 g/L	28 à 35 ppm	toutes les semaines	toutes les semaines	

Adaptation de Plumb (1999) et Fisher (2000)

Références :

Fisher J.P. (2000) Facilities and husbandry (large fish models). Dans : *The Laboratory Fish.* (dir. G.K. Ostrander), pp. 13-39. San Diego CA : Academic Press.

Plumb J.A. (1999) Principles of health maintenance. Dans : *Health Maintenance and Principal Microbial Diseases of Cultured Fishes*. pp. 1-23. Ames : Iowa State University.