A38A1
E881
2000/01
2,23
QL
P. gouv.

ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN PROJET D'ÉLEVAGE DE TRUITES ARC-EN-CIEL EN GASPÉSIE

ÉVALUATION DU RISQUE ÉCOLOGIQUE

Rapport

présenté à la

Municipalité de Newport

par

Procéan inc.
1114, boulevard de la Rive-Sud, bureau 40
Saint-Romuald (Québec)
G6W 5M6

Tél: (418) 834-4220
Fax: (418) 834-5831
E-Mail : procean@sympatico.ca
Site Web : www3.sympatico.ca/procean

Le 3 décembre 1999

ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN PROJET D'ÉLEVAGE DE TRUITES ARC-EN-CIEL EN GASPÉSIE

ÉVALUATION DU RISQUE ÉCOLOGIQUE

Rapport

présenté à la

Municipalité de Newport

par

Procéan inc.
1114, boulevard de la Rive-Sud, bureau 40
Saint-Romuald (Québec)
G6W 5M6

Tél: (418) 834-4220
Fax: (418) 834-5831
E-Mail : procean@sympatico.ca
Site Web : www3.sympatico.ca/procean

Le 3 décembre 1999

AVANT-PROPOS

Ce rapport a été préparé par la firme Procéan inc. (compagnie associée à SNC-Lavalin environnement inc.) de Saint-Romuald, Québec. Les professionnels ayant participé à cette étude sont :

- Robert Vaillancourt, M.Sc., chargé de projet;
- Pierre Magnan, Ph. D., expert des salmonidés
  Université du Québec à Trois-Rivières
- Jean-Pierre Réville, expert en techniques d'élevage
  Aquaculture Service Conseil inc.

Robert Vaillancourt,
Chargé de projet

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. MISE EN CONTEXTE DU PROJET ET DU MANDAT 2

3. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE 3

3.1. SÉQUENCE ET DESCRIPTION DES ACTIVITÉS 3
3.2. SOURCES D'INFORMATION 6

4. PROBLÉMATIQUE DU ZONAGE PISCICOLE 7

4.1. REVUE DES CONSIDÉRATIONS SCIENTIFIQUES 7
4.1.1. Écologie des espèces en cause 7
4.1.1.1. Truite arc-en-ciel 7
4.1.1.2. Omble de fontaine 8
4.1.1.3. Saumon de l'Atlantique 11
4.1.2. Interactions entre les espèces 13
4.1.2.1. Interactions entre la truite arc-en-ciel, le saumon de l'Atlantique et l'omble de fontaine 13
4.1.2.2. Interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine 14
4.1.2.3. Interactions entre la truite arc-en-ciel et le saumon de l'Atlantique 16
4.1.2.4. Interactions entre la truite arc-en-ciel et d'autres espèces du genre Salmo 17
4.1.2.5. Intégrité génétique 18
4.1.2.6. Transmission de maladies 18
4.1.3. Conséquences possibles de la cohabitation des espèces 19
4.1.3.1. Compétition pour les ressources au stade alevin 19
4.1.3.2. Compétition pour les ressources aux stades juvénile et adulte 21
4.1.3.3. Compétition pour les ressources de la part d'individus triploïdes stériles 22
4.1.3.4. Prédation des jeunes ombles de fontaine et saumons de l'Atlantique par la truite arc-en-ciel 22
4.1.3.5. Destruction des pontes de l'omble de fontaine et du saumon de l'Atlantique 23
4.1.3.6. Menace à l'intégrité génétique des populations naturelles 23
4.1.3.7. Transmission de maladies 23
4.2. ÉTUDE DE CAS 24
4.2.1. Nouveau-Brunswick 24
4.2.2. Nouvelle-Écosse 26

4.2.3. Terre-Neuve 27
4.2.4. Québec 28
4.2.5. Synthèse sur les contraintes réglementaires 30
4.3. POSITION DES INTERVENANTS 30
4.3.1. Position de l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (OCSAN) 30
4.3.2. Position de l'Alliance de l'Industrie Canadienne d'Aquaculture (CAIA) 34
4.3.3. Position du ministère de l'Environnement du Québec 36
4.4. BILAN SUR LE RISQUE ÉCOLOGIQUE 36

5. RECOMMANDATIONS 38

6. CONCLUSIONS 39

BIBLIOGRAPHIE 40

PERSONNES RESSOURCES CONSULTÉES 47

ANNEXE 1 RAPPORT D'EXPERT DU DR. PIERRE MAGNAN

ANNEXE 2 RAPPORT D'EXPERT DE M. JEAN-PIERRE RÉVILLE

ANNEXE 3 CONDITIONS RÉGLEMENTAIRES DANS LES PROVINCES ATLANTIQUES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Démarche méthodologique 4

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Synthèse des contraintes réglementaires visant l'élevage de truites arc-en-ciel dans les provinces atlantiques. 31
Tableau 1 Synthèse des contraintes réglementaires visant l'élevage de truites arc-en-ciel dans les provinces atlantiques. (suite) 32
Tableau 1 Synthèse des contraintes réglementaires visant l'élevage de truites arc-en-ciel dans les provinces atlantiques. (suite) 33

1. INTRODUCTION

La municipalité de Newport a confié à la firme Procéan inc. le 13 août 1999, un mandat limité pour amorcer la réalisation d'une étude de faisabilité pour un projet d'élevage de truites arc-en-ciel en Gaspésie. L'autorisation de procéder aux travaux portait sur les lots d'activités 1, 2, et 3 de la phase I de l'étude telle que décrite à la proposition de services déposée par Procéan inc. le 12 juillet 1999. Ces activités portaient sur la revue des données disponibles, l'analyse des cas hors-Québec et l'évaluation du risque écologique.

Ce document présente donc une synthèse des avis reçus des deux experts mandatés dans ce dossier. Leurs rapports originaux sont annexés à ce document. En s'appuyant sur ces avis, on dresse un bilan des connaissances scientifiques et des études de cas répertoriés afin de juger du risque que peut présenter l'élevage de truites arc-en-ciel pour les populations indigènes de saumons de l'Atlantique et d'ombles de fontaine des rivières du versant sud de la Gaspésie.

2. MISE EN CONTEXTE DU PROJET ET DU MANDAT

Le complexe industriel de la Société des Pêches de Newport (SPN) a cessé ses opérations de transformation du poisson de fond en 1994. Or cette entreprise était l'un des moteurs économiques importants de la région et sa fermeture a été lourdement ressentie par les travailleurs de cette localité et des localités avoisinantes. De plus le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), qui est devenu propriétaire des installations de la SPN, doit assumer d'importants frais annuels pour son entretien. Il est d'ores et déjà urgent de trouver une solution permettant de relancer l'activité économique, dans la région de Newport, et notamment les opérations de la SPN.

Le projet de pisciculture de truites arc-en-ciel proposé par l'entreprise Scotia Rainbow apparaît intéressant à plusieurs égards. L'opération de la pisciculture serait génératrice d'emplois et le poisson produit pourrait être préparé pour sa mise en marché dans les installations de la SPN. Il s'agit d'un projet de grande envergure. En effet le plan d'affaire du promoteur prévoit une production atteignant 11 000 tm/an en 2002. En comparaison, la production québécoise de truites arc-en-ciel pour l'ensemble des producteurs québécois est actuellement de 800 tm/an. D'autre part la consommation actuelle de truites arc-en-ciel sur le marché du Québec est d'environ 3 000 tm/an.

À l'issue de toutes les phases de développement le promoteur prévoit exploiter trois sites en zone côtière soit à Chandler, Port-Daniel et dans la Baie de Gaspé. Au total on exploiterait 144 cages flottantes occupant 64 ha en mer. Le nombre de truites contenues dans l'ensemble des cages serait de l'ordre de 5 000 000. Il est probable que malgré la qualité des équipements flottants qu'on pourrait utiliser, un certain nombre de truites arc-en-ciel arriverait à s'échapper et atteindrait l'embouchure des rivières se trouvant à proximité.

Ainsi, l'un des principaux obstacles actuellement rencontrés par ce projet est le zonage piscicole découlant de l'application de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (article 73)* faisant en sorte que la truite arc-en-ciel ne peut être élevée en Gaspésie, ceci afin de protéger les habitats et les aires de fraie du saumon de l'Atlantique et de l'omble de fontaine.

Le plan d'affaires déposé par le promoteur ne contient pas l'argumentation scientifique qui permettrait aux autorités du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et de la municipalité de Newport de soutenir une demande de modification du zonage piscicole.

Ce mandat limité vise donc à évaluer le risque écologique que représente l'élevage de truites arc-en-ciel le long des côtes gaspésiennes en s'appuyant sur des bases scientifiques ainsi que sur l'analyse des cas hors-Québec. On vise également, le cas échéant, à identifier les arguments pouvant appuyer une demande de révision du zonage.

3. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

La démarche entreprise a d'abord consisté à recueillir la documentation pertinente et à consulter des intervenants susceptibles de fournir de l'information non publiée sur le sujet. L'analyse des cas hors-Québec, de la position de certains organismes et surtout la revue de la littérature scientifique ont ensuite été mises en commun pour cerner les risques écologiques. On s'est aussi attardé aux techniques alternatives de production permettant de limiter l'éventuel risque écologique.

La figure 1 illustre notre démarche et les sections suivantes décrivent plus en détail les activités entreprises et les sources d'informations utilisées.

3.1. SÉQUENCE ET DESCRIPTION DES ACTIVITÉS

La première activité visait à recueillir et à consulter les données de base disponibles devant servir aux analyses subséquentes pour l'évaluation du risque écologique associé au projet. Ces données se regroupent sous quatre catégories :

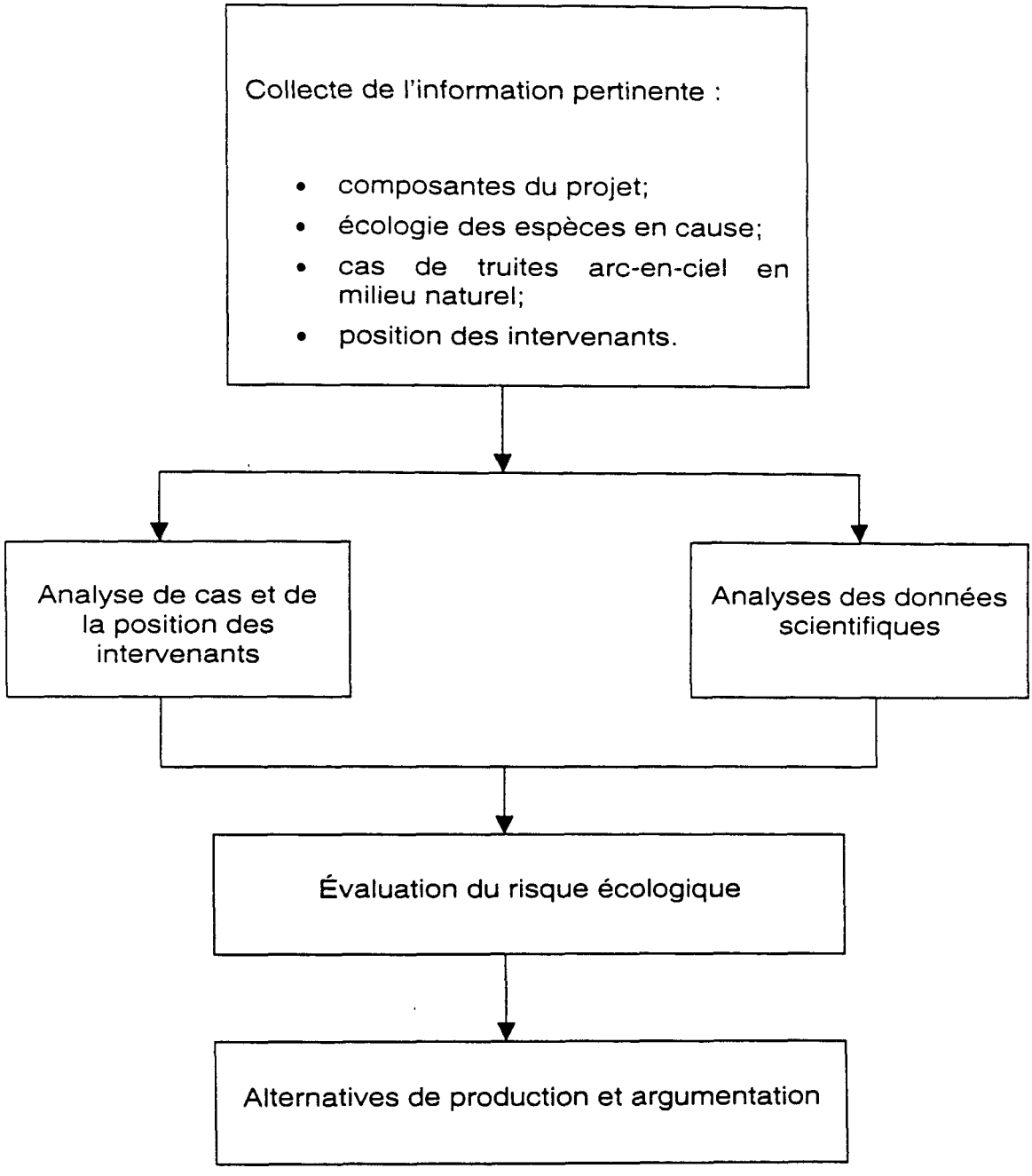
- composantes du projet du promoteur;
- écologie des espèces en cause;
- cas connus de truites arc-en-ciel non indigènes en milieu naturel;
- position des principaux intervenants.

Les composantes du projet sont celles décrivant les installations et les procédés d'élevage prévus par le promoteur. Elles ont été obtenues à partir des documents produits par ce dernier.

Les données scientifiques sur l'écologie des espèces concernées, soit la truite arc-en-ciel, l'omble de fontaine et le saumon de l'Atlantique, constitue un élément important pour statuer sur le risque écologique réel du projet. Toute la littérature scientifique pertinente a été recueillie.

Finalement on a aussi recueilli la documentation et les témoignages de personnes ressources permettant de statuer sur la situation hors-Québec en ce qui a trait à l'introduction de truites arc-en-ciel dans le milieu naturel.

Figure 1 Démarche méthodologie



L'évaluation du risque écologique a ensuite été réalisée en 2 étapes. D'abord on a comparé les besoins écologiques, en milieu naturel, des trois espèces (truite arc-en-ciel, omble de fontaine et saumon de l'Atlantique) en ce qui a trait :

- au biotope (habitat) de reproduction;
- au biotope d'alevinage;
- aux besoins nutritionnels;
- au cycle biologique annuel;
- au comportement;
- à tout autre élément pertinent.

Cette analyse comparative systématique a permis de mettre en lumière les fonctions biologiques pour lesquelles on ne prévoit pas de risques écologiques et celles pour lesquelles une compétition est à craindre.

Dans une seconde étape, on s'est penché sur les cas où il y a cohabitation entre la truite arc-en-ciel et d'autres salmonidés. Nous avons alors considéré plus spécifiquement :

- les conséquences observées dans les régions où l'on élève la truite arc-en-ciel;
- la compétition interspécifique et la prédation sur les juvéniles;
- l'hybridation interspécifique;
- l'introduction de maladies;
- les tendances à long terme sur l'extension/réduction des aires de distribution des espèces présentes.

On était ainsi en mesure de porter un jugement et d'émettre des hypothèses sur les risques écologiques potentiels réels que pose l'intrusion de truites arc-en-ciel dans les rivières du versant sud de la Gaspésie et sur la portée de ce risque.

3.2. SOURCES D'INFORMATION

Des interrogations avec mots clés ont d'abord été effectuées auprès des principales banques de publications scientifiques et notamment auprès de BIOSIS. Les documents pertinents à l'étude ont ensuite été obtenus par prêts entre bibliothèques. Des recherches ont aussi été effectuées directement aux bibliothèques de l'Université du Québec à Trois-Rivières et de l'Université Laval.

Les principaux intervenants associés à cette problématique dans les ministères, centres de recherche et organismes privés des provinces atlantiques et du Québec ont été consultés par téléphone. Plusieurs d'entre eux ont fourni par la suite de la documentation non publiée et donc non accessible par les banques de publications scientifiques.

Des données et des analyses présentées dans ce rapport font suite en grande partie aux travaux de deux experts soit le Dr. Pierre Magnan et monsieur Jean-Pierre Réville. Les avis reçus de ces experts sont annexés à la fin du document.

4. PROBLÉMATIQUE DU ZONAGE PISCICOLE

4.1. REVUE DES CONSIDÉRATIONS SCIENTIFIQUES

4.1.1. Écologie des espèces en cause

On résume dans cette section les principales caractéristiques de l'écologie des trois espèces en cause qui serviront par la suite à appuyer l'argumentation sur les risques écologiques. On s'attarde plus particulièrement à l'habitat, à l'alimentation et au comportement territorial qui sont des sources potentielles de compétitions.

4.1.1.1. Truite arc-en-ciel

Après l'éclosion des œufs, les larves de la truite arc-en-ciel se concentrent en banc dans les zones d'eau calme près du rivage (Barnhart 1991), Rose (1986) a noté que dans un tributaire du Lac Supérieur les alevins de truites arc-en-ciel recouvraient complètement la niche occupée par les alevins de l'omble de fontaine. Plus tard en août, les alevins se déplaceraient vers les zones de plus forts courants situées à des profondeurs supérieur à 40 cm (Rose 1986). De la même façon, Everest et Chapman (1972) ont observé que durant l'été, les alevins étaient retrouvés dans les zones où les vitesses du courant étaient faible mais qu'à mesure qu'ils augmentaient en taille, ils se déplaçaient vers des courants plus rapides et des profondeurs plus grandes. Au fur et à mesure que les alevins grandissent, ils se dispersent et établissent des territoires d'alimentation en eau courante (Barnhart 1991).

Les juvéniles et adultes de la truite arc-en-ciel sont surtout retrouvés dans les zones de courant (Smith 1991), mais peuvent également occuper les fosses (Barnhart 1991). On retrouve également des populations dans des rivières contenant peu de fosses et de zones de rapide (Smith 1991). Les individus sélectionnent des substrats qui contiennent une combinaison de gravier, de pierres, de roche-mère et de débris (Smith 1991).

La truite arc-en-ciel fraye au printemps, à des températures variant entre 10 et 16 °C, de la mi-avril à la fin juin (Scott et Crossman 1974, Barnhart 1991, Smith 1991). Dans les Grands Lacs, les individus frayent de la fin décembre à la fin avril. Les individus frayent en eau courante, dans les rapides et plus particulièrement dans les parties amont ou aval des fosses, là où la vitesse du courant ralentit et que l'écoulement de l'eau passe de laminaire à torrentiel (Scott et Crossman 1974, Smith 1991, Barnhart 1991). Même si l'espèce semble sélectionner des

profondeurs et des types de gravier particulier, la sédimentation semble être un facteur important de mortalité des larves émergeantes (Barnhart 1991).

Dès leur première alimentation, les alevins consomment de très petites proies telles le zooplancton et petits invertébrés en dérive, mais dès qu'ils atteignent une taille suffisante, ils s'alimentent d'une variété d'insectes aquatiques et terrestres (Barnhart 1991, Smith 1991). Comme pour l'omble de fontaine, Rose (1986) a observé que les alevins de truites arc-en-ciel consommaient principalement des larves de Diptères, d'Éphémères et de Trichoptères ainsi que de petits insectes adultes de différents ordres. La taille des proies était directement reliée à la taille des individus (Rose 1986).

Tout comme l'omble de fontaine et le saumon de l'Atlantique, les juvéniles et les adultes (forme résidente) s'alimentent principalement d'organismes retrouvés dans la dérive mais aussi de larves d'insectes retrouvées sur le substrat, d'insectes terrestres capturés près ou à la surface de l'eau et de poissons (Scott et Crossman 1974, Barnhart 1991, Smith 1991).

Enfin, tout comme pour le saumon de l'Atlantique, les adultes de la forme anadrome (steelhead) ne s'alimentent pas lors de leur retour en rivière, au moment de leur migration de reproduction (Barnhart 1991).

Les alevins, les juvéniles et les adultes établissent des territoires d'alimentation et des hiérarchies de dominance (Barnhart 1991, Smith 1991). La taille des territoires varie en fonction de l'abondance de la nourriture, de la taille des individus et des obstacles visuels comme les roches et les plus grosses pierres (Barnhart 1991, Smith 1991).

4.1.1.2. Omble de fontaine

Dans une étude effectuée dans la Rivière Miramichi, on a observé que les alevins de l'omble de fontaine étaient retrouvés en eaux courantes peu profondes, et près des berges, en présence de tacons du saumon de l'Atlantique (Keenleyside, 1962). Les alevins d'omble de fontaine étaient retrouvés dans des eaux plus calmes que les alevins du saumon de l'Atlantique. Durant une étude effectuée dans un tributaire du Lac Supérieur (Ontario), on a observé que les individus de ce stade étaient généralement retrouvés dans des vitesses du courant et à des profondeurs relativement faibles (Rose 1986). Des observations similaires ont été faites par Baril (1999) ainsi que Baril et Magnan (en préparation) dans l'émissaire du Lac St-Michel, près de Québec; les jeunes de l'année ont été capturés en plus grande abondance aux stations situées près du rivage, où les profondeurs et vitesses du courant étaient significativement plus faibles qu'aux stations situées au centre de la rivière.

Lorsqu'ils vivent seules dans les rivières, les juvéniles de l'omble de fontaine sont retrouvés autant dans les fosses que dans les rapides (Keenleyside 1962, Gibson

1973, Gibson et al. 1993). Par contre, lorsqu'ils cohabitent avec le saumon de l'Atlantique, ce qui est une situation fréquente dans les rivières de la côte Atlantique, le saumon, qui est l'espèce dominante, est surtout retrouvé dans les rapides et l'omble de fontaine, dans les fosses (Gibson 1973, Power 1980, Hearn 1987, Gibson 1993, Gibson et al. 1993, Rodriguez 1995). Ce partage de l'habitat entre les deux espèces serait autant relié à de la compétition par interférence (supériorité du saumon au niveau des comportements agressifs liés à la taille et d'autres caractéristiques intrinsèques) qu'à de la compétition par exploitation (liée à l'efficacité de chacune des espèces à s'alimenter dans les fosses et les rapides; Randal 1982, Gibson, 1973, 1981, 1993).

L'omble de fontaine fraye en automne, de la fin septembre au début décembre, lorsque la température de l'eau atteint environ 10 °C (Scott et Crossman 1974, Power 1980, Baril 1999). En rivières comme en lacs, il est maintenant bien documenté que la sélection des sites de fraye par les femelles d'omble de fontaine est associée à la présence de zones de résurgence de sources souterraines, beaucoup plus qu'à la composition du substrat (Webster et Eiriksdottir 1976, Fraser 1982, Witzel et MacCrimmon 1983, Snucins et al. 1992, Schofield 1993, Curry et Noakes 1995, Blanchfield et Ridgway 1997, Bernier-Bourgault et Magnan, en préparation). Les courants d'eau ainsi créés empêcheraient l'accumulation de sédiments dans les nids et permettraient l'élimination des déchets métaboliques produits par les embryons. En rivière, les sites de ponte sont souvent situés sur des bancs de gravier de la partie aval des fosses (Power 1980), probablement parce que ces endroits assurent une circulation adéquate de l'eau dans les nids. Au niveau du gravier, il est important que sa composition offre la perméabilité nécessaire à la circulation de l'eau (Power 1980, Crisp 1993), pour les raisons évoquées plus haut.

Les espaces interstitiels fournissent également des micro-habitats où les embryons peuvent se développer en sécurité. L'accumulation et le dépôt de sédiments sont souvent identifiés comme étant le principal facteur de détérioration de la qualité d'un site de fraye, en diminuant la conductivité hydraulique (Kondolf et al. 1993, Guillemette et Magnan en préparation, Bernier-Bourgault et Magnan, en préparation).

La composition du gravier n'est cependant pas statique et plusieurs phénomènes peuvent la modifier avec le temps, dont les courants d'eau, les résurgences et le comportement de nettoyage des femelles au moment de la construction des nids (Power 1980, Snucins et al. 1992). Cela explique probablement pourquoi les sites de fraye de l'omble de fontaine affichent une si grande variété dans la composition du substrat (Webster et Eiriksdottir 1976, Fraser 1982, Young et Hubert 1989, Snucins et al. 1992, Kondolf et al. 1993).

En rivière, la vitesse du courant a parfois été suggérée comme un facteur de sélection des sites de fraye (Witzel et MacCrimmon 1983, Baril 1999). Une étude du comportement reproducteur de l'omble de fontaine dans un émissaire du Lac St-Michel, près de Québec, a mis en évidence que les géniteurs avaient

sélectionné des sites ayant une profondeur moyenne de 43.7 ± 14.6 cm et une vitesse moyenne du courant de 18.5 ± 11.5 cm/s (Baril 1999, Baril et Magnan, en préparation). Cependant, comme la vitesse du courant ne serait pas indépendante de la nappe hyporhéique et que l'espèce fraye dans plusieurs conditions de vitesses du courant ainsi qu'en lac, en absence de courant, ce facteur n'est pas considéré comme déterminant par la plupart des auteurs (dont Power 1980).

Williams (1981) a observé que le régime alimentaire de larves nouvellement écloses d'omble de fontaine se composaient principalement de petites larves de Plécoptères, de Trichoptères et de Chironomides, retrouvées en surface et dans la colonne d'eau, dans la Rivière Matamec (Québec). Rose (1986) a observé que les alevins capturés dans un tributaire du Lac Supérieur (Ontario) consommaient principalement des larves de Diptères, d'Éphémères et de Trichoptères ainsi que de petits insectes adultes de différents ordres. La taille des proies était directement reliée à la taille des individus (Rose 1986).

En rivière, les juvéniles et adultes de l'omble de fontaine s'alimentent principalement d'organismes retrouvés dans la dérive mais aussi de larves d'insectes retrouvées sur le substrat et d'insectes terrestres capturés près ou à la surface de l'eau (Power 1980, Williams 1981, Gibson et al.1984, Thonney et Gibson 1989, Guitard 1998). Dans leur étude effectuée sur la Rivière Matamec (Québec), Gibson et al. (19984) ont observé que les juvéniles de l'omble de fontaine s'alimentaient principalement d'insectes terrestres mais aussi de larves et (ou) pupes retrouvées dans la dérive et sur le fond (Simuliidae, Chironomidae, autres Diptères, Trichoptères, Ephéméroptères et Plécoptères). Dans une étude effectuée dans des rivières de la vallée de la Matapédia (Québec), Guitard (1998) a également observé que les juvéniles de l'omble de fontaine s'alimentaient majoritairement d'insectes terrestres (diptères adultes), mais également de larves d'Éphéméroptères, de Chironomidae, de Simuliidae, et de Trichoptères ainsi que de pupes de Diptères. La consommation des adultes de Diptères par l'omble de fontaine était fonction des effets combinés de la période de l'été et la densité du saumon de l'Atlantique (Guitard 1998). Thonney et Gibson (1989) ont obtenu des résultats comparables dans une rivière de Terre-Neuve. Enfin, Power (1980) rapporte également des patrons similaires dans sa revue des études antérieures à 1980.

Les juvéniles et les adultes de l'omble de fontaine vivant en rivière sont territoriaux et établissent des hiérarchies de dominance qui sont fonction de la taille des individus (Power 1980, Magnan 1982), en particulier dans les zones de rapide où ils s'alimentent sur les organismes en dérive (Power 1980). Contrairement au saumon de l'Atlantique cependant, les individus affichent un comportement de banc dans les fosses et dans les zones de courants lents (Keenleyside 1962, Power 1980).

4.1.1.3. Saumon de l'Atlantique

L'habitat d'alevinage du saumon de l'Atlantique a été décrit par Elson (1975) comme étant toute partie de rivière accessible aux adultes et dont le substrat contient une combinaison de gravier, de pierres, de roche-mère et des débris. Gray et al. (1986) rapportent que l'habitat d'alevinage devrait être composé d'un substrat contenant au moins 10% de particules plus petites que 10 cm. L'habitat d'alevinage devrait également contenir des zones de courant rapide et une alternance de pierres et gravier de différentes tailles afin de fournir une variété de vitesses du courant ainsi que des écrans visuels permettant de réduire la taille des territoires (Kennedy 1984, Mills 1991). Les alevins du saumon de l'Atlantique étaient retrouvés en eaux plus rapides que ceux de l'omble de fontaine dans une étude effectuée par Williams (1981) sur la Rivière Matamec (Québec).

Lorsqu'ils vivent seule, les juvéniles du saumon de l'Atlantique sont retrouvés autant dans les fosses que dans les rapides, mais utilisent préférablement les zones de rapides (Gibson 1973, Gibson 1993, Gibson et al. 1993). Tel que mentionné ci-haut, lorsqu'ils cohabitent avec l'omble de fontaine, les saumons sont surtout retrouvés dans les rapides et les ombles dans les fosses (Gibson 1973, Power 1980, Hearn 1987, Gibson 1993, Gibson et al. 1993, Rodriguez 1995).

Durant l'été, les juvéniles ont été retrouvés dans une variété de profondeurs et de vitesse du courant mais principalement entre 24 et 36 cm de profondeur et entre 10 et 50 cm/sec de vitesse du courant (Rimmer et al. 1984). À l'automne, les individus étaient retrouvés à des vitesses de courant inférieures à 10 cm/sec. Plusieurs auteurs ont observé que les juvéniles ont tendance à occuper des profondeurs plus grandes, au fur et à mesure que la température de l'eau descend sous les 10 °C (Allen 1940, 1941, Gibson 1978, Gardiner et Geddes 1980, Rimmer et al. 1984).

Le saumon de l'Atlantique fraye également à l'automne, généralement de la fin octobre à décembre (Mills 1991). Les individus ont tendance à frayer dans les rapides, en amont et en aval des fosses (Mills 1991). Comme pour l'omble de fontaine, la composition du gravier peut être très variable (Rantz 1964, Peterson 1978, Mills 1991) et l'espèce n'affiche pas de préférence spécifique à ce niveau (Mills 1991). Encore ici, l'importance du sédiment fin et la perméabilité du substrat semblent beaucoup plus critiques que la composition du gravier en soit (Peterson 1978, Mills 1991). Les individus semblent également sélectionner certaines profondeurs et vitesses du courant (Mills 1991). Dans une étude effectuée aux États-Unis, Beland et al. (1982) ont observé que des femelles de saumons de l'Atlantique avaient construit leur nid à une profondeur moyenne de 38 cm et des vitesses allant jusqu'à 93 ± 1.3 cm/s.

Williams (1981) a observé que les alevins du saumon de l'Atlantique s'alimentaient de larves de Plécoptères ainsi que de larves, de pupes et d'adultes de Chironomides en émergence dans la Rivière Matamec (Québec). Les proies étaient plus grosses que celles consommées par l'omble de fontaine dans la même étude et étaient surtout retrouvées sur le fond.

Les juvéniles du saumon de l'Atlantique s'alimentent principalement d'organismes retrouvés dans la dérive mais aussi de larves d'insectes retrouvés sur le substrat et d'insectes terrestres capturés près ou à la surface de l'eau (Wankowski and Thorpe 1979, Gibson et al. 1984, McNichol et al. 1985, Stradmeyer et Thorpe 1987, Thonney et Gibson 1989, Mills 1991, Guitard 1998). Dans leur étude effectuée sur la Rivière Matamec (Québec), Gibson et al. (1984) ont observé que les tacons du saumon de l'Atlantique s'alimentaient principalement de larves et (ou) de pupes d'insectes retrouvées dans la dérive et sur le fond (Simuliidae, Chironomidae, autres Diptères, Trichoptères, Ephémérères et Plécoptères). Dans son étude effectuée dans des rivières de la vallée de la Matapédia (Québec), Guitard (1998) a également observé que les juvéniles du saumon de l'Atlantique s'alimentaient principalement de larves d'Éphéméroptères, de Chironomidae, de Simuliidae, et de Trichoptères, retrouvées dans la dérive et sur le fond. Les saumons avaient une alimentation moins diversifiée dans les zones de rapide que dans les fosses et diminuaient la consommation de larves d'Éphéroptères, leur proie principale, avec une augmentation de la densité des ombles de fontaine (Guitard 1998). Thonney et Gibson (1989) ont obtenu des résultats très comparables dans une rivière de Terre-Neuve.

Egglishaw (1967) a observé pour sa part que des tacons retrouvés dans les fosses d'une rivière écossaise consommaient significativement plus de Chironomides en émergence et d'organismes terrestres que ceux retrouvés dans les zones de rapide. Wankowski and Thorpe (1979) ont observé que différentes habiletés de nage, dépendantes de la taille, entraînaient une ségrégation spatiale entre les individus de différentes tailles au niveau des microhabitats, expliquant une partie des différences alimentaires entre les individus. Dans leur étude, les tacons plus grands (12-15 cm) s'alimentaient plus souvent en surface alors que les plus petits (10 cm) s'alimentaient surtout dans la colonne d'eau.

D'un point de vue comportemental, les individus établissent des territoires à partir desquels ils interceptent les proies en dérive et près de la surface de l'eau ou sur le substrat (Stradmeyer et Thorpe 1987).

Enfin, il est bien connu que les adultes du saumon de l'Atlantique ne s'alimentent pas lors de leur retour en rivière, au moment de leur migration de reproduction (Mills 1991).

Tout comme l'omble de fontaine, le saumon de l'Atlantique est territorial et établit des hiérarchies de dominance (Power 1980, Mills 1991). Au stade juvénile, les individus établissent des territoires autour d'une pierre qui sert probablement de repère aux individus. Rimmer et al. (1984) ont observé dans des rivières du Nouveau-Brunswick que pendant l'été, la position des juvéniles de tous âges était associée à des pierres dont le diamètre était toujours inférieur à 20 cm, et plus particulièrement (i.e. dans environs 90% des cas) à des pierres de diamètre inférieur à 10 cm. À l'automne, les individus étaient associés à des pierres d'environ 40 cm, le plus souvent plus grandes que 20 cm.

4.1.2. Interactions entre les espèces

On décrit dans cette section les interactions connues et scientifiquement documentées entre les trois espèces à l'étude.

4.1.2.1. Interactions entre la truite arc-en-ciel, le saumon de l'Atlantique et l'omble de fontaine

Gibson (1981) a effectué une série d'expériences sur les interactions comportementales entre la truite arc-en-ciel, le saumon de l'Atlantique, l'omble de fontaine et le saumon coho, au stade juvénile. La justification de son étude reposait sur les implications potentielles de l'introduction des deux espèces natives de la côte ouest, la truite arc-en-ciel et le saumon coho, dans les rivières de la côte est de l'Amérique du Nord. Cette étude est importante dans le contexte de l'avis dont il est question dans ce rapport parce qu'elle est la seule à documenter la nature des interactions compétitives entre les trois espèces en cause soit le saumon de l'Atlantique, l'omble de fontaine et la truite arc-en-ciel. L'étude, de nature expérimentale, a considéré les interactions sous différentes combinaisons de deux à trois espèces, pour une série de températures et de vitesses du courant.

Les expériences ont été effectuées dans un bassin circulaire en forme de tunnel longitudinal. Ce montage simulait une fosse située entre deux zones de rapides, de vitesses de courant différentes. Le fond du bassin était recouvert de gravier. La nourriture était distribuée dans chacune des sections à l'aide de nourrisseurs automatiques. Dans chacune des 24 expériences réalisées, des données sur la position des individus ainsi que leurs comportements territoriaux et antagonistique ont été notées.

Dans ces expériences, les truites arc-en-ciel ont démontré le plus d'agressivité et ont été capables de déloger par agression toutes les autres espèces, de tailles égales et légèrement plus grandes, des meilleurs emplacements (territoires d'alimentation). Des quatre espèces, l'omble de fontaine et le saumon coho ont manifesté le moins d'agressivité et d'attachement à un territoire. Dans toutes les expériences, les espèces dominantes connurent la meilleure croissance. Les résultats de cette étude indiquent qu'il y aurait une forte compétition entre les tacons du saumon de l'Atlantique et les jeunes truites arc-en-ciel dans les zones de rapide suivant une introduction de ces dernières. La truite arc-en-ciel pourrait également déplacer l'omble de fontaine et ainsi, avoir un effet sur la production de cette espèce. Dans la conclusion de son rapport, Gibson (1981) soulève la possibilité que la truite arc-en-ciel effectue une prédation sur les larves et les alevins de saumons de l'Atlantique et d'ombles de fontaine.

4.1.2.2. Interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine

Plusieurs études ont tenté d'établir l'impact de l'introduction ou de l'expansion de l'aire de distribution de la truite arc-en-ciel sur l'omble de fontaine (revue par Fausch 1988). Bien que plusieurs de ces études soient descriptives, un certain nombre d'entre elles fournissent des évidences claires que la truite arc-en-ciel est un compétiteur supérieur à l'omble de fontaine, entraînant des diminutions d'abondance et même l'exclusion de l'espèce dans les zones de contact (Fausch 1988).

Larson et Moore (1985) ont observé que la distribution de l'omble de fontaine avait diminué de façon marquée dans les rivières du Great Smoky Mountains National Park (É.-U.) suite à l'expansion de la distribution de la truite arc-en-ciel; la longueur de rivière occupée seulement par l'omble de fontaine a diminué de 40% sur une période de 40 ans. Pendant la même période la truite arc-en-ciel avait colonisé 94 km des 158 km de rivière. Larson et More (1985) ont également observé une relation négative entre la densité des adultes d'ombles de fontaine et de truites arc-en-ciel d'une part, et entre la densité des adultes des deux espèces et celle des jeunes de l'année de l'autre espèce. Même si les facteurs prédation, dégradation de l'habitat par les coupes forestières et prélèvement par la pêche ont pu contribuer aux variations d'abondance, «*cet empiétement bien documenté supporte l'hypothèse que la truite arc-en-ciel exclut l'omble de fontaine de ses habitats préférés par compétition*» (Fausch 1988). L'étude de Larson et Moore (1985) a mis en évidence que des facteurs comme la pente et la température pourraient faire varier l'ampleur de cet impact de la truite arc-en-ciel. Enfin, la taille plus grande (pour un âge donné) et l'habilité compétitive innée de la truite arc-en-ciel pourrait jouer un rôle dans l'issu de ces interactions (Fausch 1988).

Une des évidences expérimentales les plus solides que la truite arc-en-ciel élimine l'omble de fontaine par compétition et (ou) prédation est que la production biologique en ombles de fontaine augmente suite au retrait massif de la truite arc-en-ciel, (Fausch 1988). Moore et al. (1983, 1986) ont effectué le retrait de la truite arc-en-ciel dans quatre rivières du Great Smoky Mountains National Park (É.-U.) durant six ans (1976-1981), ce qui a réduit la densité des adultes en moyenne de 89% et éliminé le recrutement des jeunes de l'année. Les populations d'omble de fontaine ont augmenté dans toutes les rivières, quoique les jeunes de l'année n'ont augmenté que la dernière année. La densité des adultes n'a affiché aucune variation consistante dans trois sections contrôles où les individus d'omble de fontaine étaient la seule espèce présente, ce qui supporte le relâchement de la compétition par la truite arc-en-ciel dans les sections où il y a eu retrait massif. Par contre, la densité des jeunes de l'année a également augmenté dans les sections de référence, suggérant que le recrutement est contrôlé par des facteurs environnementaux mais que la survie de jeunes est par la suite contrôlée par des facteurs biotiques (compétition et/ou prédation). Aux yeux de Fausch (1988), il s'agit là d'une démonstration éloquente de l'effet de l'introduction d'une espèce exotique sur une espèce résidente puisque l'expérience comportait des réplicats et

ce, sur des sections contrôles et manipulées. Moore et al. (1986) ont échantillonné 17 sections de 300 m dans cinq rivières à chacune des six années de l'expérience.

Cunjack et Green (1983, 1984, 1986) ont publié trois articles sur l'utilisation de l'habitat, le comportement agressif et l'effet de la température sur les interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine dans les rivières de Terre-Neuve. Dans leur première étude, Cunjack et Green (1983) ont étudié l'utilisation des microhabitats de la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine à partir d'observations sous-marines dans deux rivières de Terre-Neuve, dont une contenait seulement de l'omble de fontaine et l'autre, les deux espèces. Ils ont observé que les ombles de fontaine maintenaient leur position dans des vitesses du courant faibles, près des zones de couvert, dans les deux rivières. Les truites arc-en-ciel retrouvées en cohabitation avec l'omble de fontaine dans une des deux rivières étaient retrouvées dans des vitesses du courant plus élevées, plus loin des zones de couvert. Cunjack et Green (1983) ont donc conclu que les deux espèces avaient des préférences d'habitats qui étaient différentes, ce qui leur permettaient de coexister.

Fausch (1988) a mis en doute ces conclusions en raison du nombre faible de réplicats et une faiblesse dans le plan d'expérience. En effet, pour conclure à une différence dans les préférences de l'habitat, il aurait fallu au minimum examiner une section de rivière où la truite arc-en-ciel était retrouvée seule ou mieux, effectuer des manipulations de retrait et d'ajout de spécimens des deux espèces dans différentes sections de rivières.

En ce sens, Larson et Moore (1985) ont obtenu des résultats différents de Cunjack et Green (1983) dans une comparaison de plusieurs sections de rivière du Great Smoky Mountains National Park (É.-U.) contenant soit de l'omble de fontaine, soit de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel. Lorsqu'elle était la seule espèce présente, les ombles de fontaine maintenaient leur position dans le courant principal alors qu'en cohabitation avec la truite arc-en-ciel, ils déplaçaient leur position vers les zones peu profondes, en bordure des cours d'eau, où les vitesses du courant étaient plus faibles et donc, les territoires d'alimentation moins profitables.

Dans leur étude de 1984, Cunjack et Green ont étudié les comportements antagonistiques de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel à deux vitesses de courant dans des enclos situés dans une rivière naturelle. Les auteurs ont établi le statut de dominance en se basant sur le nombre d'agressions envers un autre individu et le patron de coloration des individus dominés, qui affichent généralement une coloration plus foncée. Les auteurs n'ont observé aucune différence significative dans le statut de dominance des deux espèces en vitesse rapide. Par un examen détaillé des données de Cunjack et Green (1984), Fausch (1988) a pu déterminer que ces résultats s'expliquaient principalement par les différences de taille entre les individus, qui confèrent aux plus grands le statut de dominance, et non par les comportements antagonistiques des deux espèces. Dans trois des dix expériences où les individus des deux espèces avaient des

tailles comparables, la truite arc-en-ciel a dominé l'omble de fontaine dans deux occasions. À vitesse lente, l'omble de fontaine a dominé la truite arc-en-ciel dans cinq des six expériences où les tailles étaient comparables. Ces résultats sont en accord avec le partage des ressources observé sur le terrain, en situation de cohabitation (Fausch 1988). Encore ici, Fausch (1988) a critiqué le plan d'expérience utilisé par Cunjack et Green (1984), qui a mesuré d'autre chose que ce pourquoi il avait été conçu.

Cunjack et Green (1986), dans une étude sur l'effet de la température sur les interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine, ont conclu que les ombles dominaient les truites aux températures froides et qu'aucune des deux espèces ne dominait l'autre aux températures moins froides. Ces expériences ont été effectuées en eaux calmes et les auteurs ont suggéré que les résultats auraient pu être différents si les expériences avaient été conduites en eaux courantes, en présence de dérive (Fausch 1988).

Enfin, Rose (1986) a étudié la croissance d'alevins de l'omble de fontaine dans un tributaire du Lac Supérieur (Ontario) contenant de la truite arc-en-ciel. Il a observé que le taux de croissance spécifique des alevins de l'omble de fontaine est passé de 0.51 mm/jour (avril-juin) à 0.05 mm/jour, suite à l'apparition des larves de truites arc-en-ciel, en juin. Les alevins de truites arc-en-ciel ont affiché une croissance moyenne journalière de 0.42 mm/jour de juin à septembre et ce, autant dans les secteurs où elle était seule qu'en cohabitation avec l'omble de fontaine. Ces résultats suggèrent une supériorité compétitive de la truite arc-en-ciel sur l'omble de fontaine au stade larvaire, pour l'habitat et la nourriture. Rose (1986) conclut que le retard de croissance des ombles en présence de la truite arc-en-ciel peut entraîner une mortalité hivernale plus importante des ombles. Les résultats de Rose (1986) pourraient ainsi expliquer ceux obtenus par Larson et Moore (1985) ainsi que Moore et al. (1983, 1986).

4.1.2.3. Interactions entre la truite arc-en-ciel et le saumon de l'Atlantique

Peu d'études existent sur les interactions entre la truite arc-en-ciel et le saumon de l'Atlantique, vraisemblablement parce que les deux espèces ne sont pas retrouvées souvent en cohabitation à l'état naturel. Cependant, certains auteurs ont tenté de prédire quel serait l'effet de l'introduction de la truite arc-en-ciel sur le saumon de l'Atlantique à partir d'études expérimentales ou de déductions sur les besoins et comportements de chacune des espèces, à partir d'études effectuées sur chacune d'elle.

Ainsi, Gibson (1981), qui a réalisé des expériences sur les interactions comportementales entre la truite arc-en-ciel, le saumon de l'Atlantique, l'omble de fontaine au stade juvénile, a conclu sur la base de son étude qu'il serait imprudent d'introduire la truite arc-en-ciel à l'intérieur ou même près des rivières à saumons de la côte Atlantique. Toutes ces espèces ont les mêmes niches trophiques, s'alimentant principalement d'insectes aquatiques retrouvés dans la dérive, sur le

fond ou près de la surface (Gibson 1981). Comme la truite arc-en-ciel s'est avérée la plus agressive des quatre espèces étudiées, elle serait susceptible de déplacer le saumon de l'Atlantique et (ou) l'omble de fontaine, et ainsi d'avoir un impact négatif sur ces derniers (Gibson 1981).

Mills (1991) cite des études qui ont démontré que des truites arc-en-ciel ensemencées ont parcouru des distances de 804 km dans les Grands Lacs (Hansen et Stauffer 1971) et de 1287 km dans le Pacifique Est (Pearcy et Masuda 1982). Cette propension à parcourir de longues distances pourrait permettre à des truites arc-en-ciel échappées d'interagir avec les populations naturelles de saumons de l'Atlantique (Mills 1991).

4.1.2.4. Interactions entre la truite arc-en-ciel et d'autres espèces du genre *Salmo*

La truite arc-en-ciel et la truite brune (*Salmo trutta*) figurent parmis les espèces qui ont connu les meilleurs succès suite à leur introduction dans les Grands Lacs durant le dernier siècle (Kocik et Taylor 1993). Dans ce système, la truite brune utilise les tributaires pour l'ensemble de son cycle vital alors que la truite arc-en-ciel utilise ces mêmes tributaires pour la fraye et les 1-3 premières années de son cycle vital puis migre dans les Grands Lacs pour sa croissance ultérieure (Kocik et Taylor 1993). Ce système fournit donc un bon modèle pour évaluer l'impact de la truite arc-en-ciel sur une espèce du genre *Salmo*.

Kocik et Taylor (1993) ont introduit des alevins de truites arc-en-ciel dans une section d'un tributaire du Lac Huron en mai 1990 et 1991. Ils ont par la suite étudié l'abondance et la croissance de la truite arc-en-ciel et de la truite brune dans cette section et les mêmes paramètres dans une autre section contenant seulement de la truite brune. Les auteurs ont observé que la truite arc-en-ciel avait eu un effet négatif sur la croissance des truites brunes de l'année, indépendant des interactions intraspécifiques et des facteurs abiotiques. Ils n'ont cependant observé aucune diminution d'abondance de truites brunes et ont attribué une bonne partie de ce succès de la truite brune à sa plus grande taille, qui était de 42% supérieure à celle de la truite arc-en-ciel. Ces résultats suggèrent que la truite arc-en-ciel a un effet sur la croissance de la truite brune dans le premier été mais que la plus grande taille de cette dernière lui permet de maintenir un bilan énergétique pour assurer sa survie. Cette étude soulève également l'importance de prendre en compte la taille des individus dans l'interprétation des résultats et dans les prédictions que l'on pourrait faire à partir de ces derniers.

Dans une étude impliquant les deux même espèces dans le tributaire principal d'un lac de la Nouvelle-Zélande, Hayes (1987) a évalué la compétition par interférence pour les sites de fraye. Cet auteur a observé que la truite brune fraye entre avril et juin et la truite arc-en-ciel, entre avril et octobre. Les truites brunes et arc-en-ciel qui frayent tôt ont un mauvais succès d'éclosion comparativement aux truites arc-en-ciel qui frayent plus tard en raison de la superposition et la destruction des nids

par ces dernières. Cette superposition des nids a réduit de 94% le succès d'éclosion de la truite brune dans la zone étudiée. (Hayes 1987).

4.1.2.5. Intégrité génétique

Une espèce est généralement constituée d'un ensemble de populations génétiquement distinctes, qui évoluent de façon plus ou moins indépendante (Ryman et Utter 1987). La diversité génétique que l'on retrouve à l'intérieur d'une population est nécessaire à sa survie à long terme, en lui permettant de s'adapter aux fluctuations environnementales de son habitat. Dans le cas qui nous concerne, une étude en cours dans des rivières de la Gaspésie indique que chaque rivière soutient des populations de saumons de l'Atlantique et d'ombles de fontaine génétiquement distinctes de toutes les autres, ce qui suggère que le taux de retour à la rivière natale est élevé (Dr. L. Bernatchez, Université Laval, communication personnelle).

La diversité génétique d'une espèce est réduite lorsqu'une population génétiquement distincte disparaît ou lorsque son intégrité génétique est altérée, soit par une réduction de la diversité génétique, soit par hybridation (Angers et al. 1997). L'hybridation n'implique pas nécessairement la perte de gènes, mais la perte d'un arrangement de gènes (Ryman et Utter 1987). Le maintien de la diversité génétique d'une population dépend principalement de la «taille effective» de la population (Meffe 1986). Ce paramètre correspond au nombre d'individus qui transmettent leurs gènes à la génération suivante dans une population dite idéale (Meffe 1986). La taille totale de la population n'est que partiellement informative de la taille effective, parce que plusieurs individus ne sont pas en situation de reproduction ou contribuent en des proportions différentes à l'effectif des prochaines générations (Meffe 1986). Dans ce contexte, toute diminution de l'abondance du cheptel de géniteurs d'une population peut en affecter la taille effective et ainsi, l'intégrité génétique.

4.1.2.6. Transmission de maladies

Selon les organismes de conservation du saumon de l'Atlantique, la transmission de maladies par les poissons d'aquaculture échappés en nature représente une menace majeure à l'intégrité des populations naturelles (Mills 1991, NASCO 1998, Dr. F.G. Whoriskey, Fédération du saumon de l'Atlantique, NB, communication pers.).

Dans une importante revue de la littérature sur les maladies et parasites du saumon de l'Atlantique, Bakke et Harris (1998) mentionnent qu'en dépit des nombreuses recherches sur les pathogènes des saumons d'élevage, on sait peu de chose de leurs impacts sur les stocks sauvages. Les auteurs mentionnent également que les myxozoaires, la bactérie responsable de la furonculose, *Gryodactylus salaris*, et les poux de poissons sont les pathogènes qui menaceront

le plus les stocks de saumons dans l'avenir. Les auteurs traitent également de l'importance du stress comme agent immunosuppressif chez les poissons. Enfin, bien que les cas de parasitisme chez les adultes en montaison soient les mieux documentés, les maladies touchant les tacons (p. ex.: *Gryodactylus salaris*) sont probablement les plus importantes (Bakke et Harris 1998). Les auteurs concluent en mentionnant qu'il est urgent de se doter d'un cadre théorique adéquat pour l'épidémiologie des maladies du saumon avant que ces maladies deviennent un facteur limitant pour la conservation de l'espèce.

Dans un rapport en préparation, le Dr. F. Woriskey (Féfération du saumon de l'Atlantique) met en revue les différents parasites et maladies susceptibles d'affecter le saumon de l'Atlantique, dont la maladie bactérienne du rein, l'anémie infectieuse du saumon et la lice de mer. Ce rapport met en lumière que le problème des parasites et des maladies est très sérieux et qu'il peut avoir des conséquences graves sur les stocks de saumons. Le confinement des poissons à de fortes densités dans des cages favorise l'apparition des maladies et fournit des conditions favorables pour la transmission rapide de ces dernières. Compte tenu que plusieurs pathogènes ont une phase aquatique libre, ils se propagent facilement dans l'eau. Une des solutions suggérées serait de confiner les élevages à des installations terrestres, ce qui réduirait les chances de propagation par l'eau et les individus échappés des installations de production en cage (Dr. F Whoriskey, Fédération du saumon de l'Atlantique, communication pers.). Ces solutions ne sont cependant pas économiquement viables dans les conditions actuelles du marché.

4.1.3. Conséquences possibles de la cohabitation des espèces

On décrit dans cette section les répercussions qu'il est possible d'anticiper suite à l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel dans les rivières du versant sud de la Gaspésie. Il s'agit ici pour l'essentiel d'un avis d'expert du Dr. Pierre Magnan basé sur les données scientifique énoncées aux sections 4.1.1 et 4.1.2 de ce document.

4.1.3.1. Compétition pour les ressources au stade alevin

Suite à leur éclosion, les alevins d'ombles de fontaine sont retrouvés en eau calme près du rivage alors que ceux du saumon de l'Atlantique sont retrouvés en eau plus rapide. Dans l'hypothèse d'une reproduction fonctionnelle et effective de la truite arc-en-ciel dans une rivière contenant de l'omble de fontaine et du saumon de l'Atlantique (ce qui est réaliste puisque des populations se maintiennent à nos latitudes), on peut prédire que les alevins de truites arc-en-ciel auraient un impact négatif sur les alevins d'ombles de fontaine au début de l'été, puis un impact similaire sur les alevins du saumon de l'Atlantique vers la fin de l'été, suite à leur déplacement vers les zones plus profondes.

Comme les alevins des trois espèces s'alimentent des même types de proies, il n'y a pas de refuge compétitif (proies alternatives) disponible. Alors, du point de vue strictement de la production biologique, une rivière (comme un lac) ne peut supporter qu'une certaine biomasse de poissons elle-même fonction de sa capacité de support. En supposant qu'il n'y ait qu'un simple «partage» des ressources entre les trois espèces, les biomasses d'ombles de fontaine et de saumons de l'Atlantique seraient diminuées proportionnellement à la biomasse de truites arc-en-ciel produite.

L'impact compétitif de la truite arc-en-ciel se ferait surtout sentir sur la croissance des alevins d'ombles de fontaine et de saumons de l'Atlantique mais également, de façon indirecte, sur la survie des juvéniles, car le ralentissement de croissance peut compromettre la survie hivernale des salmonidés. Les travaux de Rose (1986) ainsi que les avis de la NASCO (NASCO 1987, 1992, 1998) supportent cette hypothèse. Enfin, il faut considérer ici le fait que les études présentées précédemment n'impliquaient que deux espèces (une résidente et une introduite). L'ajout d'une espèce exotique dans un système où il y a déjà deux espèces résidentes laisse encore moins d'espace pour un partage des ressources.

Larrivée (SODIM, comm. pers.) avance cependant l'hypothèse que la compétition entre les alevins de truites arc-en-ciel et ceux d'ombles de fontaine et de saumons de l'Atlantique ne saurait exister en raison des différences chronologiques entre la fraie et l'éclosion de ces espèces. La fraie de l'omble de fontaine et du saumon de l'Atlantique a lieu en automne et l'éclosion des œufs se produit au printemps suivant. Or la truite arc-en-ciel fraie généralement au printemps et ses œufs éclosent plus tard durant la saison estivale. Ainsi à l'apparition des alevins de truites arc-en-ciel, ceux de l'omble de fontaine et du saumon de l'Atlantique seraient déjà beaucoup plus grands et largement en mesure d'affronter la compétition.

Le Dr. Magnan est plus prudent en ce qui a trait à cette dernière hypothèse. Les modèles de développement des œufs basés sur les degrés-jour requis pour l'incubation disponible dans la littérature scientifique ne vont pas au-delà de l'éclosion des œufs. Il n'existe pas à ce jour de modèle de développement, basé sur les degrés-jour, se rendant jusqu'au stade alevin en nature. De plus, il faut aussi tenir compte d'autres considérations difficilement quantifiables.

Par exemple on ne peut prévoir avec certitude quelle serait la date de fraye de la truite arc-en-ciel dans les rivières du versant Sud de la Gaspésie. Bien que la truite arc-en-ciel fraye généralement au printemps, il faut se rappeler que les populations des Grands Lacs frayent de la fin décembre à la fin avril. Cela est spécifique à chaque population, probablement en fonction des conditions environnementales locales. Compte tenu que l'omble de fontaine fraye généralement de la fin septembre au début décembre et que le saumon de l'Atlantique fraye de la fin octobre à décembre, il y a une possibilité de recouvrement potentielle dans les périodes de fraye avec au moins une des deux espèces indigènes.

D'autre part, une analyse empirique basée sur les données disponibles dans Scott et Crossman (1974) a mis en évidence que les espèces ont tendance à "ajuster" leur période de fraye de façon à ce que leurs œufs éclosent aux alentours du 160e jour de l'année (Potts et Wotton, 1984). Cette période serait propice au bon développement et à une bonne survie des larves et des alevins. Il demeure donc possible que les œufs des trois espèces éclosent à peu près à la même période et que les individus des 3 espèces soient de taille comparable au stade alevin.

4.1.3.2. Compétition pour les ressources aux stades juvénile et adulte

Les stades juvéniles des trois espèces ainsi que les adultes résidents de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel utilisent autant les fosses que les zones de rapide en situation où elles sont seules dans les rivières. Ils s'alimentent également des même types de proies, soit d'organismes retrouvés dans la dérive, de larves d'insectes retrouvées sur le substrat et d'insectes terrestres capturés près ou à la surface de l'eau. En situation de cohabitation, le saumon, qui est l'espèce dominante, est surtout retrouvé dans les rapides et l'omble de fontaine, dans les fosses. En se basant simplement sur le recouvrement des niches alimentaires et sur la capacité de support limite des rivières, on peut prédire que l'introduction accidentelle de juvéniles de truites arc-en-ciel diminuerait dès la première année la production en ombles de fontaine et en saumons de l'Atlantique. Cette diminution de production des deux espèces résidentes serait proportionnelle à la production acquise par la truite arc-en-ciel suite à son entrée dans une rivière donnée.

Il a été mentionné que le comportement territorial, caractéristique de plusieurs salmonidés vivant en eaux courantes, serait un mécanisme régulateur qui permettrait de stabiliser la densité des stocks à des niveaux qui sont fonction de la capacité de support du milieu. Les trois espèces en cause sont territoriales mais la truite arc-en-ciel serait, à taille égale, la plus dominante et capable d'exclure les deux autres espèces par interférence. Comme la truite arc-en-ciel serait déjà de plus grande taille que les juvéniles de l'omble de fontaine et du saumon de l'Atlantique à son entrée dans les rivières, elle pourrait donc exclure les deux espèces résidentes de plusieurs sections de rivières. De plus, dans le contexte de l'établissement de populations stables de truites arc-en-ciel dans les rivières, cet avantage compétitif se maintiendrait à plus long terme, à tout le moins par rapport à l'omble de fontaine, comme en font foi les travaux de Larson et Moore (1985) ainsi que Moore et al. (1983, 1986).

Enfin, il faut considérer encore ici le fait que les études présentées précédemment n'impliquaient que deux espèces (une résidente et une introduite). L'ajout d'une espèce exotique dans un système où il y a déjà deux espèces résidentes laisse encore moins d'espace pour un partage des ressources. Cette prédiction d'impact négatif des juvéniles et adultes de la truite arc-en-ciel sur les populations d'ombles de fontaine et du saumon de l'Atlantique est supportée par les travaux de Larson et

Moore (1985) ainsi que Moore et al. (1983, 1986). Cette conclusion rejoint également les avis de Gibson (1981) et de la NASCO (NASCO 1987, 1992, 1998).

4.1.3.3. Compétition pour les ressources de la part d'individus triploïdes stériles

L'utilisation d'individus triploïdes stériles ou «tout femelle» est souvent mentionnée comme moyen de mitigation des impacts de l'introduction accidentelle de poissons échappés des parcs d'élevage. Les spécimens triploïdes s'obtiennent par l'application d'un choc thermique ou hydrostatique des œufs immédiatement après la fécondation. Les mâles triploïdes produisent un sperme non viable alors que les femelles sont stériles. Les souches "tout femelle" s'obtiennent par la transformation de femelles en néo-mâles grâce à l'utilisation d'hormones spéciales dans leur nourriture. La fécondation subséquente d'œufs avec le sperme de ces néo-mâles donne des individus 100% femelle.

Il demeure néanmoins qu'en raison de la longueur du cycle vital de la truite arc-en-ciel, les impacts de l'entrée d'individus stériles dans une rivière pourraient se faire sentir pendant plusieurs années. La truite arc-en-ciel a un cycle vital de 3 à 4 ans dans plusieurs cours d'eau mais plutôt de 6 à 8 ans chez la forme anadrome et pour les populations des Grands Lacs (Scott et Crossman 1974). Dans ce contexte, la compétition par les individus qui se seraient échappés de cages pourrait se faire sentir pendant une période de 3 à 8 ans.

Larrivée (SODIM, comm. pers.) souligne cependant que la truite arc-en-ciel anadrome pénètre en rivière pour se reproduire et par conséquent qu'un spécimen stérile ne ressentirait vraisemblablement pas les stimuli pour se rendre en rivière. Cette hypothèse est renforcée par le fait que la truite arc-en-ciel trouverait beaucoup plus de nourritures en zone côtière que dans les rivières l'incitant ainsi à demeurer en eau marine.

Le Dr. Magnan précise cependant qu'il n'existe actuellement que très peu d'études portant sur le comportement des truites arc-en-ciel en nature. Ainsi il serait spéculatif, sur la base des connaissances actuelles, de tenter de prédire avec exactitude le comportement des individus stériles.

4.1.3.4. Prédation des jeunes ombles de fontaine et saumons de l'Atlantique par la truite arc-en-ciel

En plus des impacts compétitifs décrits précédemment, certains auteurs soulèvent la possibilité d'une prédation des jeunes ombles de fontaine et saumons de l'Atlantique par les adultes de la truite arc-en-ciel (Gibson 1981, NASCO 1992, Whoriskey 1993), connue pour son comportement piscivore (Scott et Crossman 1974, Smith 1991). Cet aspect est cependant peu documenté en rivière et ne peut être décrit dans l'état actuel des connaissances.

4.1.3.5. Destruction des pontes de l'omble de fontaine et du saumon de l'Atlantique

L'omble de fontaine et le saumon de l'Atlantique frayent globalement entre septembre et novembre dans les rivières de la péninsule gaspésienne. La truite arc-en-ciel quant à elle fraye au printemps, d'avril à juin, mais sélectionne les mêmes sites de ponte que l'omble de fontaine et le saumon de l'Atlantique. Dans le contexte de l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel fertiles, il est alors tout à fait probable que les géniteurs superposent leurs nids à ceux des ombles et des saumons et ainsi, entraînent des diminutions importantes du succès d'éclosion de ces derniers. Hayes (1987) a observé le même phénomène chez la truite brune, qui fraye entre avril et juin, et la truite arc-en-ciel, qui fraye entre avril et octobre, dans le tributaire principal d'un lac de la Nouvelle-Zélande.

4.1.3.6. Menace à l'intégrité génétique des populations naturelles

Tel que mentionné précédemment, une étude en cours dans des rivières de la Gaspésie indique que chaque rivière soutient des populations de saumons de l'Atlantique et d'ombles de fontaine génétiquement distinctes de toutes les autres, ce qui suggère que le taux de retour à la rivière natale est élevé (Dr. L. Bernatchez, Université Laval, communication personnelle). Dans ce contexte, toute diminution de l'abondance du cheptel de géniteurs d'une population, suite à l'établissement d'une population de truites arc-en-ciel dans une rivière par exemple, pourrait en affecter la taille effective et ainsi, l'intégrité génétique.

4.1.3.7. Transmission de maladies

La transmission de maladies par les poissons d'aquaculture échappés en nature est considérée comme une menace majeure à l'intégrité des populations naturelles. L'utilisation d'œufs et alevins «certifiés», exempts de maladies, est souvent mentionnée comme moyen de mitigation des impacts de la transmission des maladies par les poissons échappés des systèmes d'élevage en cage. Cependant, cette certification garantit seulement que les individus issus d'œufs et d'alevins «certifiés» n'ont jamais contracté de maladie sous des conditions de production normales. Dans le cas de poissons échappés d'installations de production en cage, très peu d'études ont documenté l'incidence de maladies des poissons remontant les rivières et estuaires marins. Ces individus, qui ne sont plus nourris et qui subissent le stress d'un nouvel environnement, pourraient alors exprimer des maladies en raison de l'effet immunosuppressif causé par le stress jamais observées dans des conditions de production aquicole normales.

4.2. ÉTUDE DE CAS

La section suivante résume la situation dans trois provinces atlantiques où l'on élève la truite arc-en-ciel sur une base commerciale. Il faut noter ici qu'il n'existe que très peu de documents écrits qui soient disponibles décrivant la situation dans ces provinces. L'information a principalement été colligée à partir de discussions avec des représentants des ministères concernées et de certains producteurs. On y trouve également un résumé de la situation au Québec.

4.2.1. Nouveau-Brunswick

La truite arc-en-ciel a été élevée en pisciculture durant de nombreuses années au Nouveau-Brunswick. Elle était destinée à l'ensemencement des plans d'eau naturels. Cette pratique est maintenant abandonnée et on ne connaît pas la durée exacte de cette période. Cependant on signale que des populations de truites arc-en-ciel seraient aujourd'hui bien implantées dans certaines rivières de la province.

Tenant compte de l'intérêt que soulevait l'élevage commercial de la truite arc-en-ciel et des préoccupations que cette activité suscitait en regard de la protection des espèces indigènes, notamment du saumon, le gouvernement du Nouveau-Brunswick a mandaté un groupe de travail pour analyser cette problématique et émettre des recommandations. Ce groupe comprenait des représentants des ministères néo-brunswickois des Ressources naturelles, de l'Énergie ainsi que des Pêches et Aquaculture. Le rapport issu des travaux du groupe (non public et non disponible) a été déposé en février 1992 et a servi d'assise à l'élaboration de la réglementation portant sur la production de truites arc-en-ciel.

Ainsi, bien qu'il n'existe pas de véritable évaluation des risques et impacts de l'élevage de la truite arc-en-ciel sur les populations indigènes et notamment sur le saumon, les autorités du Nouveau-Brunswick ont estimé, à la lumière des travaux du groupe, que ces impacts seraient vraisemblablement limités et que le déclin observé des populations de saumons serait imputable à d'autres causes qu'à celle de la présence de truites arc-en-ciel dans les rivières.

D'autre part, le groupe de travail s'est aussi attardé aux retombées socio-économiques potentielles de l'industrie de l'élevage de la truite arc-en-ciel. Ses recommandations tiennent compte également des préoccupations du public et du milieu scientifique, de la politique sur les habitats du poisson du ministère des Pêches et Océans Canada et des méthodes reconnues de la gestion de la ressource ichtyenne.

Ainsi, sous réserve de respecter les conditions réglementaires en vigueur (cf. section 4.2.5), l'élevage de la truite arc-en-ciel est encouragé au Nouveau-Brunswick. Il faut cependant noter qu'il n'existe actuellement que quelques

élevages produisant de la truite arc-en-ciel en cage, et qu'ils sont tous localisés dans la Baie de Fundy.

La démarche du gouvernement néo-brunswickois fut donc d'autoriser, avec certaines restrictions préventives, l'élevage de truites arc-en-ciel en se basant sur l'absence d'évidence quant aux impacts négatifs sur l'environnement et sur le potentiel de retombés économiques anticipés. Une réévaluation de cette position sera entreprise au début de l'an 2000.

Il importe ici de souligner l'existence d'un projet particulier de pisciculture de salmonidés dans cette province en raison de sa proximité géographique avec les côtes du versant sud de la Gaspésie. La province du Nouveau Brunswick étudie actuellement la possibilité de permettre la production de truites arc-en-ciel dans la région de Dalhousie au bord de la Baie des Chaleurs. Actuellement le projet n'est pas très avancé. Il est mis de l'avant par la Commission de Développement de Restigouche et une étude de préfaisabilité reste à être effectuée.

De nombreuses données physico-chimiques sur l'eau de la Baie des Chaleurs dans cette région ont été recueillies il y a environ 20 ans par le ministère des Richesses naturelles de cette province. Ce ministère y a élevé à des fins d'ensemencement durant plusieurs années des saumoneaux et des ombles de fontaine dans les eaux de refroidissement de la centrale thermique. Actuellement des échantillons sont prélevés 4 fois par année pour caractériser la qualité de l'eau disponible.

Le projet actuellement à l'étude consiste à établir un site de grossissement / finition (de 50-100 grammes à 1000 grammes par spécimen) dans des bassins à terre en utilisant l'eau de mer pompée pour refroidir la centrale thermique. Le gradient de température est de 10 degrés celsius, la salinité de l'eau varierait de 7 à 28‰ suivant la saison. Il est possible que l'élevage de la truite arc-en-ciel soit accepté sur ce site.

L'installation de systèmes de grilles réduisant les fuites sera vraisemblablement imposée. Il est probable également, que les lots de truites arc-en-ciel, devront être triploïdes stériles et que des procédures de vérification de la stérilité seront effectuées sur tous les lots élevés afin d'obtenir l'assurance d'une stérilité voisine de 98 à 99 % (Desjardins, ministère des Pêches et de l'Aquaculture, N.B., comm. pers.). La technique de stérilisation par pression, plus sûre, pourrait également être exigée plutôt que celle par choc thermique. Il faut cependant noter que le zonage piscicole du Nouveau-Brunswick interdit la production de truites arc-en-ciel dans cette région, exception faite des étangs d'élevage. Le projet, pour voir le jour, devra bénéficier d'une dérogation au zonage actuel.

Il est intéressant de noter que les intervenants locaux (Commission de Développement de Restigouche, Pêches et Aquaculture NB, MPO) estiment plus probable l'obtention d'un permis d'élevage de truites arc-en-ciel plutôt que d'élevage du saumon de l'Atlantique. En effet, les opposants au projet craindraient

beaucoup moins les impacts de la présence des truites arc-en-ciel à proximité des frayères à saumons de la rivière Restigouche que les risques d'altération du bagage génétique des saumons présents dans cette région par l'élevage de saumons dont la souche proviendrait de la rivière Saint-Jean (souche utilisée pour les élevages de saumons de la Baie de Fundy et qui serait vraisemblablement utilisée sur ce site) (Desjardins, ministère des Pêches et de l'Aquaculture, N.B., comm. pers.).

4.2.2. Nouvelle-Écosse

La truite arc-en-ciel a été introduite en Nouvelle-Écosse à la fin du siècle dernier. Tout comme ce fut le cas au Nouveau-Brunswick, l'espèce était utilisée pour procéder à des ensemencements de plans d'eau naturels. Plus de 300 rivières ont ainsi été ensemencées.

Selon plusieurs experts, la truite arc-en-ciel aurait beaucoup de difficulté à maintenir des populations en milieu naturel (Harris, Pêches et Océans Canada, comm. pers.). Le pH de l'eau trop acide ainsi qu'une température moyenne trop élevée sont généralement considérés comme les principaux facteurs limitant la survie de cette espèce. Seuls des ensemencements répétés parviennent à maintenir les effectifs à un certain niveau. Mentionnons cependant que Rodman et Scott (1993). signalent la possibilité d'une reproduction naturelle de la truite arc-en-ciel dans la région du lac Bras d'Or. Le succès de reproduction et la survie des nouvelles recrues semblent cependant aléatoires.

On comptait en 1998 95 sites d'élevage de truites arc-en-ciel en Nouvelle-Écosse qui ont produit cette année là 1038 tm de poissons. La récente multiplication des sites de production et des demandes de nouveaux permis se sont traduites par une inquiétude grandissante au sein de la population. Les appréhensions viennent principalement du fait qu'on ne peut conclure avec certitude que cette activité piscicole est exempte d'impacts négatifs sur les populations indigènes, notamment celles du saumon de l'Atlantique (Harris, Pêches et Océans Canada, comm. pers.).

On craint notamment les conséquences des fuites de poissons d'élevage en milieu naturel en cas, par exemple, d'un bris des cages flottantes. Même si on considère que le déclin des populations de saumons ne peut être attribué qu'à la seule présence de truites arc-en-ciel dans les rivières et que cette espèce risque peu d'établir des populations permanentes, sa présence représente un compétiteur potentiel pour le saumon et inquiète la communauté scientifique.

Ainsi, afin de réduire les risques écologiques sans pour autant interdire l'élevage de cette espèce, les autorités de la Nouvelle-Écosse se sont dotées, depuis 1994, d'un énoncé de politique régissant les conditions d'élevage de la truite arc-en-ciel (cf. section 4.2.5).

Les législateurs de la Nouvelle-Écosse ont défini cette réglementation en analysant aussi bien les impacts sur les stocks sauvages, la gestion des pêches sportives que les besoins de l'industrie piscicole. Les différentes pratiques de production sont dorénavant soumises à certaines contraintes tenant compte de plusieurs réglementations spécifiques en fonction des zones d'élevage déterminées par les bassins versants. La loi interdit l'élevage en baie fermée (sea ranching) partout dans la province. La production en structures fermées est permise. L'élevage en cage en eau salée ou en eau douce, l'élevage en eau douce en bassin, étangs ou autres structures, le dépôt-retrait sont toutes des techniques de production permises sous certaines réserves. L'élevage de poissons « tout femelle » ou triploïdes stériles vient diminuer les risques écologiques de fuites de poissons dans le milieu naturel. (Darrell Harris, Senior Advisor Aquaculture, Maritimes Region, comm. pers.).

L'émission de permis d'exploitation de site d'élevage de truites arc-en-ciel a donc débutée sans qu'on se soit véritablement penché sur des considérations environnementales. L'introduction de cette espèce à la fin du siècle dernier créait un contexte favorable à l'émission de permis. C'est plutôt le développement de cette industrie qui est à la source des récentes contraintes réglementaires.

4.2.3. Terre-Neuve

L'élevage de truites arc-en-ciel et de saumons de l'Atlantique est une activité commerciale relativement récente à Terre-Neuve. Il semble que l'émission des premiers permis se soit faite sans qu'on se préoccupe des répercussions potentielles sur les populations indigènes de salmonidés. Un certain nombre de truites arc-en-ciel issues des activités piscicoles ayant récemment été observées dans le milieu naturel, la division régionale de Pêches et Océans Canada, en collaboration avec les autorités de la province, a initié l'élaboration d'un cadre réglementaire devant s'appliquer à l'élevage des salmonidés. Cette tâche fut confiée à un comité interministériel.

Ce comité (The DFO Newfounland Region's Introduction and Transfers Committee) a conclu que les truites arc-en-ciel au sexe normal, risqueraient d'avoir un impact négatif sur les populations sauvages du saumon de l'Atlantique et de l'omble de fontaine (Porter, MPO, comm. pers.). Les truites arc-en-ciel pourraient entrer en compétition directe avec les saumons pour l'appropriation des aires de reproduction et risqueraient d'établir des populations pérennes. Les juvéniles de cette espèce pourraient aussi entrer en concurrence directe pour l'occupation de l'habitat avec les alevins du saumon et de l'omble de fontaine. Enfin, l'introduction de cette nouvelle espèce dans l'habitat du saumon et de l'omble de fontaine pourrait également entraîner une concurrence pour l'alimentation et augmenter les risques de prédation des saumons par les truites arc-en-ciel. Le comité a néanmoins recommandé de maintenir l'autorisation d'élevage de truites arc-en-ciel mais d'appliquer des normes strictes à l'industrie et d'initier des études et suivis de l'impact de cette activité sur le milieu.

Le *Code of Containment for Aquacultured salmonids at Bay D'Espoir* issu des travaux de ce comité détermine dorénavant avec précision les normes encadrant l'activité piscicole et son contrôle. Ce code élaboré en respectant les recommandations de la "North Atlantic Salmon Conservation Organisation" (NASCO) est accepté par le Ministère des Pêches et Océans, par la province de Terre-Neuve et du Labrador ainsi que par l'industrie. À titre d'exemple, les élevages en cage ne doivent pas être localisés près des embouchures de rivières, les poissons élevés doivent être stériles ou tout femelle et être issus de piscicultures approuvées par les autorités de Pêche et Océans Canada etc. (cf. section 4.2.5).

Un nombre restreint de pisciculteurs de Terre-Neuve détiennent actuellement l'autorisation d'élever de la truite arc-en-ciel et du saumon dans les régions où l'on trouve des populations sauvages de saumons de l'Atlantique. Ils ont produit, en 1998, environ 2500 tonnes de salmonidés, truites et saumons confondus, dans des sites marins en cages (Porter, MPO, comm. pers.). Notons que les autorités n'auraient jusqu'à présent consenti à n'émettre que des permis pour des projets pilotes à l'échelle commerciale d'élevage en cages (Porter, MPO, comm. pers.). Les aquaculteurs ont utilisé dernièrement une souche issue du Québec. Cependant depuis 1998 ils utilisent une autre souche jugée plus performante.

Quelques projets de recherche sont actuellement en cours afin de déterminer les moyens de minimiser les fuites de poissons d'élevage et d'optimiser leur recapture. La seule étude portant sur les impacts du comportement de la truite arc-en-ciel d'élevage s'échappant d'un site d'élevage marin (Booth et al. en préparation) n'en est encore qu'à l'étape des corrections entre les coauteurs. Ainsi, bien que deux des quatre coauteurs aient été contactés durant la présente étude, il fut impossible d'obtenir plus d'informations sur les résultats de cette étude, tous demeurant prudent dans leurs propos.

Ainsi la démarche des autorités responsables à Terre-Neuve fut d'autoriser un nombre limité d'élevage en cage de truites arc-en-ciel assujetti à un programme réglementaire strict afin de limiter les risques écologiques. On profite de la présence de ces fermes d'élevage pour documenter les conséquences réelles de cette activité sur les populations indigènes de salmonidés. Les répercussions négatives qui seront identifiées feront l'objet, le cas échéant, des correctifs requis.

4.2.4. Québec

Au Québec, il apparaît que deux cas de cohabitation entre les populations de saumons et de truites arc-en-ciel sont connus, dans la rivière Jacques-Cartier et la rivière du Gouffre à proximité de Baie-Saint-Paul. On signale également la présence de cette espèce, en nombre restreint, dans plusieurs rivières de la Gaspésie (Larrivée, comm. pers.).

Une souche de truites arc-en-ciel anadromes existe depuis plus 25 ans dans la rivière du Gouffre, issue fort probablement d'ensemencements effectués en amont dans le fleuve Saint Laurent par le Ministère de la Chasse et de la Pêche (structure antérieure à Faune et Parc Québec). Les inventaires effectués sur cette rivière auraient confirmé sa reproduction. La population de truites arc-en-ciel a été suffisamment importante pour justifier des tournois de pêche organisés par l'Association de pêche locale et ce jusque dans les années 1984-85. La présence d'une population de saumons de l'Atlantique dans la même rivière aurait pu faire craindre une concurrence interspécifique et une prédation sur les juvéniles de saumons de la part des truites arc-en-ciel. Il semble bien au contraire que la population de truites arc-en-ciel soit en nette diminution, alors que celle de saumons soit en croissance, en partie grâce au programme d'ensemencement et d'aménagements d'habitats réalisés par la Société Faune et Parcs du Québec.

Dans la rivière Jacques-Cartier, une population de truites arc-en-ciel (variante d'eau douce seulement) existe également depuis de nombreuses années. Là encore, en contradiction avec l'argumentaire mis de l'avant par les tenants de l'interdiction de l'élevage de la truite arc-en-ciel à proximité de populations sauvages de saumons, la population de truites diminuerait et la population de saumons augmenterait (montaison de 1999 : environ 300 saumons et prévisions de montaisons à la hausse pour les années futures).

Ces faits, qui ont été rapportés verbalement, seraient connus des spécialistes du domaine. Cependant, aucune étude scientifique n'a été menée à ce jour sur ces deux cas de cohabitation de la truite arc-en-ciel avec d'autres espèces de salmonidés.

Les conditions de pH des rivières néo-écossaises sont souvent invoquées pour expliquer la difficulté d'implantation de la truite arc-en-ciel. Le gouvernement de la Nouvelle-Écosse ne dispose pas, comme au Québec, d'un réseau de suivi de la qualité de l'eau des rivières (Hard, 1997). Les données sont éparses et discontinues dans le temps. On doit donc se référer aux opérateurs locaux pour obtenir des informations sur le sujet. Desjardins (comm. pers.) indique à titre d'exemple que le pH des rivières du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (ex. région de Argyle) est de l'ordre de 5.0. Il s'agit donc d'une eau très acide.

Au Québec, Robitaille (1999) a publié une synthèse des données sur la qualité de l'eau des rivières York, Bonaventure, Cascapédia et Nouvelle en Gaspésie. À l'inverse des rivières néo-écossaises le pH de celles-ci est de l'ordre de 7,8 à 8.0. Il s'agit donc d'une eau rendue légèrement basique en raison des roches calcaires sur lesquelles elles s'écoulent.

4.2.5. Synthèse sur les contraintes réglementaires

L'élevage de la truite arc-en-ciel est donc actuellement permis dans trois provinces atlantiques soit le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve. Les autorités de ces provinces ont donc opté pour l'application d'un cadre réglementaire visant à réduire au minimum le risque écologique plutôt que d'interdire complètement cette activité commerciale.

Le tableau 1 dresse une synthèse de ces contraintes réglementaires. Les documents en appui à ce tableau, fournissant plus de détails sur l'application de ces règles, sont annexés à ce rapport.

4.3. POSITION DES INTERVENANTS

4.3.1. Position de l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (OCSAN)

La Commission nord-américaine (CNA) de l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (OCSAN), estime que l'introduction de salmonidés dans les régions où des populations de saumons « sauvages » existent, représente un risque majeur, dont les conséquences pourraient être irréversibles pour ces populations. La production par l'aquaculture de variétés de salmonidés dans ces régions est particulièrement visée par cette prise de position. La pratique de l'aquaculture entraîne la fuite de plusieurs poissons dans le milieu naturel, en particulier lorsque l'élevage se fait en cages. On estime que 1,5 à 2 millions de saumons s'échappent des cages chaque année en Norvège (B Pettersen, comm. pers.). Les conditions climatiques rigoureuses du Canada et du Québec, augmentent les risques de fuites des poissons d'élevage en cages marines dans le milieu naturel par la multiplication des bris de cages par les glaces.

Dans la rivière Magaquadavic et plusieurs autres rivières norvégiennes, plus de la moitié des saumons répertoriés seraient des saumons d'élevage (CNA-OCSAN Révision 1998). Les risques évoqués par la Commission, concernent en particulier l'altération de la diversité génétique des stocks sauvages qui permet au saumon de l'Atlantique de s'adapter aux nombreuses conditions changeantes de ses habitats, d'où l'importance de préserver la diversité génétique des stocks sauvages.

Des invasions par la truite arc-en-ciel dans le lac Ontario (Christi, 1972) et par la truite brune à Terre-Neuve (Gibson and Cunjak, 1986) semblent confirmer, pour l'OCSAN, les risques d'occupation de l'habitat du saumon de l'Atlantique par des espèces indésirables.

Tableau 1 Synthèse des contraintes réglementaires visant l'élevage de truites arc-en-ciel dans les provinces atlantiques

TYPES D'ÉLEVAGE	TYPES DE CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES	TERRE-NEUVE	NOUVELLE-ÉCOSSE	NOUVEAU-BRUNSWICK
TOUS LES TYPES	ZONAGE AQUACOLE À RESPECTER	OUI	OUI	OUI
	OBTENTION OBLIGATOIRE D'UN PERMIS	OUI	OUI	OUI
	UTILISATION DE SPÉCIMENS TOUT FEMELLE OU STÉRILE	OUI	OUI	OUI (EXCEPTION ACCORDÉE POUR POISSONS REPRODUCTEURS)
	NORMES SPÉCIALES RÉGISSANT LA MANIPULATION ET LE TRANSPORT DES TRUITES	OUI (13 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON
	MISE EN PLACE D'UN COMITÉ D'ENCADREMENT (STAKEHOLDERS COMMITTEE)	OUI	MISE EN PLACE EN COURS	OUI
	CONTRÔLE RIGOUREUX DES INVENTAIRES	OUI (5 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON

ÉLEVAGE EN CAGE	**AUTORISATION D'UTILISER DES CAGES FLOTTANTES (EAUX À MARÉE)**	OUI	OUI (DANS 9 ZONES) OUI AVEC RESTRICTIONS (DANS 3 ZONES)	OUI
	AUTORISATION D'UTILISER DES CAGES FLOTTANTES (EAU DOUCE)	ND	OUI (DANS 2 ZONES OUI AVEC RESTRICTIONS (DANS 10 ZONES)	NON
	INSPECTIONS DES SITES PAR LES AUTORITÉS GOUVERNEMENTALES	OUI (3 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON
	MISE EN PLACE DE SYSTÈMES D'ANCRAGE PERFORMANTS	OUI (3 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON
	UTILISATION DE FILETS À HAUT DEGRÉ DE RÉSISTANCE	OUI (18 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON
	UTILISATION DE CAGES RENCONTRANT CERTAINES NORMES DE FABRICATION	OUI (3 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON
	SYSTÈME DE PROTECTION CONTRE LES GLACES	OUI (3 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON
	DISPOSITIFS LIMITANT LES FUITES	OUI	MISE EN PLACE EN COURS	MISE EN PLACE ENVISAGÉE

ÉLEVAGE EN CAGE (SUITE)	SYSTÈME DE RECAPTURE DES POISSONS ÉCHAPPÉS	OUI	MISE EN PLACE EN COURS	NON
	CONTRÔLE DES PRÉDATEURS	OUI (4 CONTRAINTES)	MISE EN PLACE EN COURS	NON
ÉLEVAGE EN MILIEU TERRESTRE	PISCICULTURE EN BASSIN OU EN ÉTANG DE PÊCHE	ND	OUI (AVEC 4 CONTRAINTES)	OUI (DANS 4 ZONES) OUI (DANS 4 ZONES AVEC RESTRICTIONS)
	EMPLOI DE GRILLAGES FIXES SUR PRISES D'EAU POUR ÉVITER LES FUITES (ÉLEVAGE EN BASSIN)	ND	OUI	OUI (8 CONTRAINTES)
	EMPOISSONNEMENT RÉGULIER (DÉPÔT - RETRAIT)	ND	OUI (DANS 5 ZONES) OUI AVEC RESTRICTIONS (DANS 7 ZONES)	NON (DANS 6 ZONES) OUI (DANS 2 ZONES)
AUTRES TYPES D'ÉLEVAGE	ÉLEVAGE EN BAIE FERMÉE (SEA RANCHING)	ND	NON	NON
	ÉLEVAGE EN EAU LIBRE	ND	NON	NON (DANS 6 ZONES) OUI AVEC RESTRICTION (DANS 2 ZONES)

Nd : Non disponible

Références :
- Terre-Neuve : Code of containment for aquaculture salmonids at Bay d'Espoir
- Nouvelle-Écosse : Policy for rainbow trout introduction
- Nouveau-Brunswick : Énoncé de politique sur la truite arc-en-ciel

Enfin, l'élevage éventuel de poissons transgéniques (saumons ou truites) crée beaucoup d'inquiétude parmi les membres de la Commission. Aucune étude scientifique ne vient jusqu'à présent prévoir les impacts des fuites de ces poissons sur le saumon de l'Atlantique. Cependant, la CNA recommande une extrême prudence dans l'utilisation de poissons transgéniques. La création de ces nouveaux organismes vivants (CNA-OCSAN 1998) «pourrait conduire à des interactions écologiques irréversibles».

L'OCSAN préconise l'élevage de poissons totalement stériles, truites ou saumons, afin de minimiser les risques écologiques. La production de poissons stériles semble assez sûre et pourrait, selon cet organisme, représenter une solution permettant un certain développement de l'aquaculture dans les zones à risques. D'après Benfey (1996) l'élevage de ce type de poissons serait performant pour l'arc-en-ciel, mais pas pour le saumon. Ces résultats ont été validés également en Angleterre.

La CNA-OCSAN identifie la transmission de maladies comme un risque important pour les stocks sauvages de saumons de l'Atlantique. La pratique de l'aquaculture est tenue principalement responsable de cette situation (Protocole NASCO 1998). Ce document précise également les maladies déjà présentes en aquaculture en Amérique du Nord, et celles qui pourraient apparaître et menacer les stocks sauvages. Les maladies déjà détectées sont la nécrose pancréatique infectieuse, l'anémie infectieuse du saumon, la yersiniose (bouche rouge), la maladie bactérienne du rein, la furonculose et le tournis.

4.3.2. Position de l'Alliance de l'Industrie Canadienne d'Aquaculture (CAIA)

La CAIA (Alliance de l'Industrie canadienne d'Aquaculture) estime que le déclin des populations de saumons de l'Atlantique ou l'invasion de son aire naturelle par d'autres espèces, sont dues à plusieurs causes, en particulier la surpêche commerciale et la pêche illégale, les pertes ou détérioration des habitats, les pluies acides, les barrages hydroélectriques, l'utilisation des pesticides agricoles, les prédations, en particulier par les populations de phoques ainsi que les changements climatiques entraînant des variations de températures même minimes des océans (D. Beaulieu, comm. pers.).

L'aquaculture n'a pas été citée comme une cause de la diminution des populations de saumons sauvages lors de la conférence de OCSAN qui a eu lieu à Wesport en Irlande du 7 au 12 juin 1999. (M. Kielley, Executive Director Newfoundland Aquaculture Industry Association July 1999 Lettre au ministre David Anderson).

L'invasion de l'habitat du saumon par la truite arc-en-ciel au lac Ontario (Christi, 1972) citée par la CNA-OCSAN, serait causée avant tout, par la détérioration du milieu ambiant. La CAIA rétorque aux opposants à l'élevage de saumons ou de truites arc-en-ciel dans des zones où des populations naturelles de saumons

existent, qu'aucun fondement scientifique ne vient étayer les craintes concernant, l'atteinte aux bagages génétiques des populations sauvages, la compétition interspécifique, ni la prédation des juvéniles des populations sauvages. (CAIA AAQ 1999).

Kocik et Taylor (1995) ne constatent pas non plus d'impacts importants sur les populations de truites brunes après l'introduction de la truite arc-en-ciel.

La CAIA estime que les nouvelles techniques de production peuvent être considérées comme sans danger et garantes de la protection des stocks sauvages de saumons de l'Atlantique. (utilisation de cages très performantes et limitant les fuites de poissons, élevage de poissons à 100 % femelles, élevage de poissons « certifiés » exempts de maladies, etc.). Il apparaît cependant, que même en Nouvelle-Écosse, la preuve n'est pas faite qu'il est réellement possible d'empêcher les fuites dans le milieu naturel (D. Harris, Senior Advisor Aquaculture, Maritimes Region comm. pers.) Cependant, l'industrie aquicole rejette l'élevage de poissons totalement stériles, saumon et truite, comme une solution envisageable, contrairement aux conclusions de l'étude de Benfey (1996). Ces sujets triploïdes sont particulièrement sensibles aux déformations congénitales, ont une croissance réduite de 5 à 15 %. L'élevage de ce type de poisson, saumon ou arc-en-ciel est non viable économiquement d'après la CAIA.

La CAIA se réfère à la législation américaine, qui se montre soucieuse de la protection des stocks sauvages de saumons de l'Atlantique et participe activement aux travaux de l'OCSAN, mais tient compte des demandes de l'industrie aquicole. La législation américaine permet en effet l'importation d'œufs de saumons de l'Atlantique de souche européenne dans le Maine afin de faire profiter les aquaculteurs américains des performances de croissance de ces souches. L'adoption du «Maine Salmon Conservation Plan» tient compte des besoins de conservation des stocks sauvages et des besoins de l'industrie aquicole. La CAIA estime justifié de pouvoir bénéficier des même avantages que leurs plus proches concurrents américains. (M. Kielley, Executive Director Newfoundland Aquaculture Industry Association July 1999 Lettre au ministre David Anderson). Il semble pourtant que la législation vienne de changer tout récemment et que désormais ces aquaculteurs ne puissent plus importer d'œufs de ces souches. Cependant, la législation n'interdirait pas l'importation de sperme de ces souches, permettant ainsi aux aquaculteurs de continuer à travailler avec des poissons très performants.

Selon la CAIA les risques de transmission de maladies ne représentent pas un argument solide pour refuser spécifiquement l'élevage de la truite arc-en-ciel en Gaspésie, puisque d'autres espèces peuvent être élevées comme l'Omble Chevalier et l'Omble de fontaine et pourraient donc être porteuses d'agents infectieux. D'autre part, les poissons sauvages peuvent également être atteints de maladies ou porteurs de parasites (*Gyrodactylus salaris*) dans leur milieu naturel, sans relation avec la présence de sites d'élevages aquicoles. L'industrie aquicole en général, s'approvisionne en œufs ou alevins certifiés exempts de maladies.

4.3.3. Position du ministère de l'Environnement du Québec

La législation du Québec semble la plus contraignante. L'élevage de la truite arc-en-ciel est strictement interdit dans des régions entières, sans que l'argumentaire ayant justifié cette législation soit clairement établie.

La technique de production en cages, principal moteur du développement de l'aquaculture dans le monde, est interdite à l'exception d'un cas de droits acquis à Anglier (Abitibi-Témiscamingue), où un élevage, est encore permis (Denis Lacerte, Mapaq, comm. pers.). Il semble bien que les risques potentiels courus par les populations de saumons de l'Atlantique par une introduction dans leur milieu de la truite arc-en-ciel, soient la raison de cette interdiction.

Il faut cependant noter que l'élevage en cages, même dans les régions où la production de truites arc-en-ciel est permise, est totalement banni par le Ministère de l'Environnement du Québec. La raison de cette interdiction n'est pas documentée.

4.4. BILAN SUR LE RISQUE ÉCOLOGIQUE

La documentation scientifique consultée ne permet pas d'affirmer que l'introduction de truites arc-en-ciel dans les rivières du versant sud de la Gaspésie serait sans risque pour l'omble de fontaine et le saumon de l'Atlantique. Au contraire il laisse présager une compétition potentielle pour plusieurs fonctions biologiques et même une possible prédation de la truite arc-en-ciel sur les autres espèces de salmonidés.

Par contre la littérature scientifique ne porte pas spécifiquement sur le cas de truites arc-en-ciel dans les habitats de la Gaspésie ni même du Québec. On doit donc s'en remettre à des hypothèses de travail demandant à être vérifiées. Ainsi s'il faut faire preuve de prudence et de réserve avant de statuer à l'absence de risque écologique il faut faire preuve de la même prudence avant de conclure qu'il y aurait un risque écologique réel à la cohabitation de la truite arc-en-ciel avec l'omble de fontaine et le saumon de l'Atlantique dans les rivières de la Gaspésie.

Cette prudence est d'autant plus de mise que trois provinces atlantiques permettent actuellement l'élevage à l'échelle commerciale de truites arc-en-ciel en cage flottante à proximité de rivières accueillant des populations sauvages d'ombles de fontaine et de saumons de l'Atlantique. Aucune perturbation écologique n'est actuellement rapportée et démontrée par les autorités scientifiques de ces provinces.

Dans le cas de la Nouvelle-Écosse l'introduction de truites arc-en-ciel date d'une centaine d'années. Loin d'entraîner des répercussions sévères sur les populations

indigènes de salmonidés, les populations de truites arc-en-ciel n'arriveraient pas à s'y reproduire et à s'y développer. On s'entend généralement pour considérer que la qualité physico-chimique de l'eau, et principalement son pH acide, constitue le facteur limitant à l'implantation de l'espèce. En Gaspésie, au contraire, les rivières présentent une eau soit neutre ou légèrement basique.

À Terre-Neuve l'introduction de la truite arc-en-ciel est très récente et s'est fait suite à l'autorisation d'implanter un nombre restreint de fermes d'élevage utilisant des cages flottantes. Le comité interministériel qui s'est penché sur la question a convenu que si l'utilisation de truites arc-en-ciel normales pouvait potentiellement représenter un risque écologique, l'utilisation de spécimens stériles ne constituait au contraire qu'un risque écologique limité et raisonnable. À l'obligation de l'emploi de spécimens stériles s'ajoutent une série de contraintes techniques permettant de minimiser encore plus les risques pour l'environnement.

On rapporte aussi deux cas, non documentés, de cohabitation de truites arc-en-ciel dans des rivières à saumons du Québec. De plus nous avons reçu plusieurs témoignages qu'un grand nombre de rivières gaspésiennes comportaient des spécimens de truites arc-en-ciel.

Il faut donc considérer que certaines techniques telles l'emploi d'individus stériles ou de stocks constitués essentiellement de femelles contribuent dans une bonne mesure à réduire le risque écologique potentiel puisqu'il exclut la reproduction et donc la multiplication des spécimens de truites arc-en-ciel. Même l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (OSCAN) préconise cette technique afin de minimiser les risques écologiques.

5. RECOMMANDATIONS

Sur la base de la revue de la littérature scientifique consultée, de l'étude des cas hors-Québec et de la position des principaux intervenants tel que rapporté dans les deux avis d'experts reçus nous posons les recommandations suivantes :

- L'état des connaissances scientifiques sur les conséquences de l'introduction de la truite arc-en-ciel non stérile dans les rivières demeure incomplète et ne permet pas de soutenir que les répercussions écologiques seraient nulles. L'analyse des connaissances laisse plutôt présager certains risques potentiels si aucune mesure de mitigation n'accompagnait le projet. En conséquence il est recommandé de ne pas tenter d'obtenir une dérogation au zonage piscicole sur la seule base des connaissances scientifiques actuelles sur l'écologie des espèces en cause.

- L'absence d'étude scientifique rigoureuse portant sur les conséquences de l'introduction de truites arc-en-ciel dans les rivières de la Gaspésie et l'existence de techniques d'élevage permettant de réduire les risques laissent la possibilité de proposer une alternative compatible avec les intérêts du promoteur et la mission des autorités gouvernementales en cause. Il est donc recommandé de demander une autorisation d'amorcer la première phase du projet sur une base commerciale dans la mesure où celle-ci s'accompagne, d'une part, des variantes technologiques permettant de réduire les pertes d'individus et les risques de prolifération de la truite arc-en-ciel et, d'autre part, d'un programme de suivi scientifique rigoureux, entériné par les autorités scientifiques de la Société Faune et Parcs du Québec, permettant de statuer sans équivoque sur la notion de risque écologique.

- En l'absence de données scientifiques permettant de supporter une demande de modification du zonage piscicole, il sera nécessaire de baser l'argumentation sur les choix technologiques qui permettront de réduire les risques écologiques comme c'est actuellement le cas à Terre-Neuve. Ainsi il est recommandé que la seconde partie du volet I de l'étude mette l'emphase sur les techniques d'élevage rendant le projet plus sécuritaire sur le plan environnemental et qu'on documente ces choix techniques en mettant en lumière leur portée en ce qui à trait à l'atténuation des risques écologiques. On devrait notamment examiner de près les contraintes et les potentialités qu'offre l'élevage en bassins terrestres et en cages flottantes issues des plus récents progrès technologiques en la matière.

6. CONCLUSIONS

L'avis d'expert reçu du Dr. Pierre Magnan laisse présager certains risques écologiques associés à l'introduction de truites arc-en-ciel dans des habitats fréquentés par l'omble de fontaine et/ou le saumon de l'Atlantique. Par contre il met aussi en lumière l'absence de données expérimentales provenant des rivières du Québec ce qui oblige à poser des hypothèses sur les conséquences prévisibles pour les rivières du versant sud de la Gaspésie.

L'avis d'expert de monsieur Jean-Pierre Réville démontre que le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve autorisent la production de truites arc-en-ciel en cage flottante. Dans le cas de Terre-Neuve notamment on a jugé que l'emploi de truites stériles jumelé à une série de contraintes réglementaires offraient les garanties nécessaires pour émettre un nombre restreint de permis. Les autorités de ces provinces ne notent pas à ce jour de conséquences écologiques découlant de ces élevages.

Cette étude a donc permis de mettre en lumière certaines techniques d'élevage permettant de réduire les risques écologiques en cas de fuite accidentelle de truites arc-en-ciel. L'emploi de ces techniques semble offrir un meilleur potentiel d'argumentation pour tenter d'obtenir une dérogation au zonage piscicole en vigueur.

BIBLIOGRAPHIE

Allen, K.R. 1940. Studies on the biology of the early stages of the salmon (*Salmo salar*). 1. Growth in the River Eden. J. Anim. Ecol. 9: 1-23.

Allen, K.R. 1941. Studies on the biology of the early stages of the salmon (*Salmo salar*). 2. Feeding habits. J. Anim. Ecol. 10: 47-76

Angers, B., L. Bernatchez et P. Magnan. 1997. Diversité génétique des populations d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis* Mitchill) du Parc national de la Mauricie et stratégies de conservation. Rapport technique effectué pour le Service de la conservation des ressources naturelles, Parc Canada, Québec. 153 p.

Bakke, T.A. et P.D. Harris. 1998. Diseases and parasites in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 (Suppl. 1): 247-266.

Baril, M. 1999. Écologie et comportement reproducteur de l'omble de fontaine dans une frayère aménagée. Mémoire de maîtrise en Sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières (Québec) Canada, 52 p.

Barnhart, R.A. 1991. Steelhead (*Oncorhynchus mykiss*). p. 324-336. *In* J. Stolz et J. Schnell (eds.) *Trout*. Stackpole Books, Pennsylvania, U.S.A.

Beland, K.F., R.M. Jordan et A.L. Meister. 1982. Water depth and velocity preferences of spawning Atlantic salmon in Maine rivers. North. Am. J. Fish. Management 2: 11-13.

Benfy, T. J., 1996. Use of all-female and triploid salmonids for aquaculture in Canada.

Blanchfield, P.J. et M.S. Ridgway. 1997. Reproductive timing and use of redd by lake-spawning brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 747-756.

Booth, R. K., C.J. Bridger, R.S. McKinley and D.A. Scruton (en préparation) The behaviour of aquaculture steelhead upon escape from a marine aquaculture facility in Newfoudland, Canada. To be submitted to Aquaculture.

Chapman, D.W. 1966. Food and space as regulators of salmonid populations in streams. Amer. Naturalist 100: 345-357.

Christie, W. J. 1972. Lake Ontario : effects of exploitation, introductions and eutrophication of the salmonid community. J. Fish. Res. Board Can. 29 : 913-929.

Crisp, D.T. 1993. The ability of U.K. salmonid alevins to emerge through a sand layer. J. Fish Biol. 43: 656-658.

Cunjack, R.A. et J.M Green. 1983. Habitat utilization by brook char (*Salvelinus fontinalis*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in Newfoundland streams. Can. J. Zool. 61: 1214-1219.

Cunjack, R.A. et J.M Green. 1984. Species dominance by brook trout and rainbow trout in a simulated stream environment. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 737- 743.

Cunjack, R.A. et J.M Green. 1986. Influence of water temperature on behavioural interactions between juvenile brook charr, *Salvelinus fontinalis*, and rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Can, J, Zool. 64: 1288-1291.

Curry, R.A. et D.L.G. Noakes. 1995. Groundwater and the selection of spawning sites by brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1733-1740.

DFO, 1999. Interaction between wild and farmed Atlantic salmon in the Maritime provinces, DFO Maritimes Regional Habitat Status Report. 99/IE, 28 p.

Egglishaw, H.J. 1967. The food, growth and population structure of salmon and trout in two streams in the Scottish Highlands. Freshwat. Salm. Fish. Res., Scotland, 38, 32p.

Elson, P.F. 1975. Atlantic salmon river smolt production and optimal spawning: an overview of natural production. International Atlantic Salmon Foundation Special Management, The Foyle Fisheries Commission, Londonderry. Northern Ireland.

Fausch, K.D. 1988. Tests of competition between native and introduced salmonids in streams: what have we learned ? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 2238-2246.

Flemming, I. A, B. Johnson and M. R. Gross, 1994. Phenotypic divergence of sea-ranched, farmed and wild salmon. Can. J. Fish. Aquat. Sc. 51 (12) : 2808-2824.

Flemming, I. A., B. Johnson, M. R. Gross and A. Lomberg, 1996. An experimental study of the reproducftive behaviour and success of farmed and wild atlantic salmon (*Salmo salar*). J. App. Ecol. 33 (4) : 893-905

Fraser, J.M. 1982. Shoal spawning of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, in a precambrian shield lake. Naturaliste Can. 112: 163-174.

Gardiner, W.R. et P. Geddes. 1980. The influence of body composition on the survival of juvenile salmon. Hydrobioloia 69: 67-72.

Gibson, R. J., and R. A. Cunjak, 1986. An investigation of competitive interactions between brown trout (*Salmo tautta L.*) and juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) in rivers of the Avalon Peninsula, Newfoundland. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1472 : V + 82 p.

Gibson, R.J. 1973. Interactions of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). p. 181-202. *In* M.W. Smith et W.M. Carter (eds.), *Proceedings of the International Atlantic Salmon Symposium 1972*. International Atlantic Salmon Foundation.

Gibson, R.J. 1978. Recent changes in the population of juvenile Atlantic salmon in the Matamek River, Québec, Canada. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer 38. 201-207.

Gibson, R.J. 1981. Behavioural interactions between coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*), Atlantic salmon (*Salmo salar*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*), at the juvenile fluviatile stages. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1209; 116p.

Gibson, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. Rev. Fish Biol. Fish. 3: 39-73.

Gibson, R.J., D.E. Standbury, R.R. Whalen et K.J. Hillier. 1993. Relative habitat use, and inter-specific and intra-specific competition of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in some Newfoundland rivers. P. : 53-69. *In* R.J. Gibson et R.E. Cutting (eds.), Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. No. 118.

Gibson, R.J., F.G. Whoriskey, J.-Y. Charette et M. Winsor. 1984. The role of lakes in governing the invertebrate community and food of salmonids during the summer in a Québec boreal river. Naturaliste can. 111: 411-427.

Glova, G. F. and M.S. Fielddodgson, 1995. Behavioral interaction between chinook salmon and brown trout juneviles in a simulated stream. Trans. Amer. Fish. Soc. 124 (2) : 194-206.

Gray, R.W., J.D. Cameron et A.D. McLennan. 1987. Artificial reconditioning, spawning and survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., kelts in salt water and survival of their F1 progeny. Aquaculture and Fisheries Management 18: 93-110.

Hansen, M.J. et T.M. Stauffer. 1971. Comparative recovery to the creel, movement and growth of rainbow trout stocked in the Great Lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 100: 336-349.

Hart, W., 1997. Inventory of water quality data in the atlantic provinces relevant to a national water quality index. Canadian Council of Ministers of the Environment.

Hayes, J.W. 1987. Competition for spawning space between brown (*Salmo trutta*) and Rainbow trout (*S. gairdneri*) in a lake inlet tributary, New Zeland. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 40-47.

Hearn, W.E. 1987. Interspecific competition and habitat segregation among stream-dwelling trout and salmon: a review. Fisheries 12: 24-31.

Interdepartmental Task Force, 1992. Report on rainbow trout. Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 63 p.

Kalleberg, H. 1958. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *Salmo trutta* L.). Rept. Inst. Freshw. Res. Drottingholm 39: 55-98.

Keenleyside, M.H.A. 1962. Skin-diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi River, New Brunswick. J. Fish. Res. Board Can. 19: 625-634

Kennedy, G.J.A. 1984. Evaluation of techniques for classifying habitats for juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Atlantic Salmon Trust Workshop on Stock Enhancement, University of Surrey.

Kocik, J.F. et W.W. Taylor. 1995. Effect of juvenile steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) on age-0 and age-1 brown trout (*Salmo trutta*) survival and growth in a sympatric nursery stream. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 105-114.

Kondolf, G.M., M.J. Sale et M.G. Wolman. 1993. Modification of fluvial gravel size by spawning salmonids. Water Res. Research. 29: 2265-2274.

Larson, G.L. et S.E. Moore. 1985. Encroachment of exotic rainbow trout into stream populations of native brook trout in the southern Appalachian Mountains. Trans. Am. Fish. Soc. 114: 195-203.

Mc Michael, G. A., C. S. Sharpe and T. N. Pearsons, 1997. Effects of residual hotchery-reared steelhead on growth of wild rainbow trout ans spring chinook salmon. Trans. Amer. Fish. Soc. 126 (2) : 230-239.

McNicol, R.E., E. Scherer et E.J. Murkin. 1985. Quantitative field investigations of feeding and territorial behaviour of young-of-the-year brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Env. Biol. Fish. 12: 219-229.

Meffe, G.K. 1986. Conservation genetics and the management of endangered fishes. Fisheries 11: 14-23.

Mills, D. 1991. Ecology and Management of Atlantic salmon. Chapman and Hall, London. 351 p.

Moore, S.E., B. Ridley et G.L. Larson. 1986. Standing crops of brook trout concurrent with removal of rainbow trout from selected streams in Great Smoky Mountains National Park. N. Am. J. Fish. Manage. 3: 72-80.

Moore, S.E., G.L. Larson et B. Ridley. 1986. Population control of exotic rainbow trout in streams of a natural area park. Environ. Manage. 10: 215-219.

NASCO. 1987. Report of the activities of the bilateral scientific working group of the North American Commission on salmonid introductions and transferts. North American Commission, North Atlantic Salmon Conservation Organization NASCO, AC (87)20.

NASCO. 1992. Protocols for the introduction and transfert of salmonids. North American Commission, North Atlantic Salmon Conservation Organization, NAC(92)24.

NASCO. 1998. Protocols for the introduction and transfert of salmonids. North American Commission, North Atlantic Salmon Conservation Organization, NAC.

Nouveau-Brunswick, Ministère des ressources naturelles, 1993. Énoncé de politique sur la truite arc-en-ciel, 8 p.

Nova Scotia Department of fisheries, 1994. N. S. policy for rainbow trout introduction, 5 p.

Pearcy, W.G. et K. Masuda. 1982. Tagged steelhead trout (*Salmo gairdneri* Richardson) collected in the North Pacific on the Oshoro-Maru, 1980-1981. Bull. Faculty of Fisheries, Hokkaido University, 33: 249-254.

Peterson, B., 1993. Norwegian salmon. Naturopa # 73 pp. 27.

Peterson, R.H. 1978. Physical characteristics of Atlantic salmon spawning gravel in some New Brunswick streams. Fisheries and Environment Canada, Fisheries and Marine Service Technical Report no 785, 28 p.

Power, G. 1980. The brook charr, *Salvelinus fontinalis*. p. 141-204. *In* E.K. Balon (ed.), Charrs: Salmonid fishes of the genus Salvelinus, W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.

Randall, R.G. 1982. Emergence, population densities and growth of salmon and trout fry in two New Brunswick streams. Can. J. Zool. 60: 2239-2244.

Rantz, S.E. 1964. Stream hydrology related to the optimum discharge of king salmon spawning in the northern California coast ranges. Water Supply paper 1779-AA, United Stated Geological Survey, California Department of Fish and Game, 16 p.

Rimmer, D.M., U. Paim et R.L. Saunders. 1984. Changes in the selection of microhabitat by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the summer-autumn transition in a small river. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 469-475.

Robitaille, P., 1999. Qualité des eaux des rivières Mitis et Matane dans le Bas Saint-Laurent et des rivières Sainte-Anne, York, Bonaventure, Cascapédia et Nouvelle en Gaspésie, 1979 à 1997, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement, envirodoq no EN990237, rapport QE-120, 32 p.

Rodman, W. K., and G. Scott (éd.), 1993. Proceedings of the workshop on rainbow trout (Oncorhycus mykiss) biology and management in the Bras d'Or lakes. Canada, Nova Scotia Cooperation Agreement on recreational fisheries, 45 p.

Rodriguez, M. 1995. Habitat-specific estimates of competition in stream salmonids: a field test of the isodar model of habitat selection. Evol. Eco. 9: 169-184.

Rose, G.A. 1986. Growth decline in subyearling brook trout (*Salvelinus fontinalis*) after emergence of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 187-193.

Ryman, N. et F. Utter (eds). 1987. Population genetics and fishery management.University of Washington Press, Seattle. 420 p.

Schofield, C.L. 1993. Habitat suitability for brook trout (*Salvelinus fontinalis*) reproductionin Adirondack lakes. Water Resources Research. 29: 875-879.

Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Bulletin 184, Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Environnement Canada. 1025 p.

Smith, R.H. 1991. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). p. 304-323. *In* J. Stolz et J. Schnell (eds.) *Trout*. Stackpole Books, Pennsylvania, U.S.A.

Snucins, E.J., R.A. Curry et J.M. Gunn. 1992. Brook trout, *Salvelinus fontinalis*, embryo habitat and timing of alevin emergence in a lake and a stream. Can. J. Zool. 70: 423-427.

Stradmeyer, L. et J.E. Thorpe. 1987. Feeding behaviour of wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L, parr in mid- to late summer in a Scottish river. Aquacult. Fish. Manag. 18: 33-49.

Thonney, J.-P. et R.J. Gibson. 1989. Feeding strategies of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, and juvenile Atlantic Salmon, *Salmo salar*, in a Newfoundland river. Can. Field-Nat. 103: 48-56.

Todd, C. D., A. M. Walker, K. Wolff, S. J. Northcott, A. F. Walker, M. G. Ritchie, R. Hoskins, R. J. Abbott and N. Hazon, 1997. Genetic differentiation of population of the copepod sea louse *Lepeopetheirus salmonis* ectoparasitic on wild and farmed salmonids around the coasts of scotland-evidence from RAPD markers. J. Exp. Mar. Bio. Eco. 210 (2) : 251-274.

Wankowski, J.W.J. et TJ.E. Thorpe. 1979. Spatial distribution and feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., juveniles. J. Fish. Biol. 14 : 239-247.

Webster, D.A. et T.A. Eiriksdottir 1976. Upwelling water as a factor influencing choice of spawning sites by brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Trans. Am. Fish. Soc. 3: 416-421.

Whoriskey, F. 1993. Exotic introductions: a threat to the integrity of Atlantic salmon stocks. P. 14-15. *In* G. Shooner et S. Asselin (eds). *Le développement du Saumon atlantique au Québec: connaître les règles du jeu pour réussir.* Colloque international de la Fédération québécoise pour le Saumon de l'Atlantique. Québec. Collection Salmo salar no 1, 201 p.

Williams, D.D. 1981. The first diet of post emergent brook trout (Salvelinus fontinalis) and Atlantic salmon (Salmo salar) alevins in a Québec river. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 765-771.

Witzel, L.D. et H.R. MacCrimmon. 1983. Embryo survival and alevin emergence of brook charr, *Salvelinus fontinalis*, and brown trout, *Salmo trutta*, relative to redd gravel composition. Can. J. Zool. 61: 1783-1792.

Young, M.K., W.A. Hubert et T.A. Wesche. 1989. Substrate alteration by spawning brook trout in a southeastern Wyoming stream. Trans. Amer. Fish. Soc. 118: 379-385.

PERSONNES RESSOURCES CONSULTÉES

Desjardins, Michel,	Ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick.
Harris, Darell,	Ministère des Pêches et Océans Canada, région des Maritimes.
Hill, Murray,	Ministère des Pêches de la Nouvelle-Écosse.
Lacerte, Denis	Ministère de l'Aquaculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.
Larrivée, Michel,	Société de développement de l'industrie maricole, Gaspésie, Îles-de-la-Madeleine (SODIM).
Noris, Christian,	Ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick.
Perry, Geoff,	Ministère des Pêches et Océans Canada, région des Maritimes.
Porter, T. Rex,	Pêches et Océans Canada, région de Terre-Neuve.

ANNEXE 1

RAPPORT D'EXPERT DU DR. PIERRE MAGNAN

Risques écologiques que représenterait l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel dans les rivières du versant sud de la Gaspésie

Par

Pierre Magnan, Ph.D.
Laboratoire de recherche sur les communautés aquatiques
Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières

Pour

La firme Procéan inc.
1114, boulevard de la Rive-Sud, bureau 40
Saint-Romuald (Québec)
G6W 5M6

Octobre 1999

Table des matières

1.0 Introduction....3

2.0 Objectifs spécifiques du mandat d'expert-conseil....3

3.0 Écologie des espèces en cause....4
3.1 Habitat....4
3.1.1 Omble de fontaine....4
3.1.2 Saumon Atlantique....5
3.1.3 Truite arc-en-ciel....6
3.2 Alimentation....7
3.2.1 Omble de fontaine....7
3.2.2 Saumon Atlantique....8
3.2.3 Truite arc-en-ciel....9
3.3 Comportement territorial....9
3.2.1 Omble de fontaine....10
3.2.2 Saumon Atlantique....10
3.2.3 Truite arc-en-ciel....10

4.0 Interactions entre la truite arc-en-ciel et d'autres salmonidés....10
4.1 Interactions entre la truite arc-en-ciel, le saumon Atlantique et l'omble de fontaine....10
4.2 Interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine....11
4.3 Interactions entre la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique....14
4.4 Interactions entre la truite arc-en-ciel et d'autres espèces du genre *Salmo*....15
4.5 Intégrité génétique....16
4.6 Transmission de maladies....16

5.0 Risques écologiques que représenterait l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel dans les rivières du versant sud de la Gaspésie....17
5.1 Compétition pour les ressources au stade alevin....18
5.2 Compétition pour les ressources aux stades juvénile et adulte....18
5.3 Compétition pour les ressources de la part d'individus triploïdes stériles....19
5.4 Prédation des jeunes ombles de fontaine et saumons Atlantique par la truite arc-en-ciel....20
5.5 Destruction des pontes de l'omble de fontaine et du saumon Atlantique....20
5.6 Menace à l'intégrité génétique des populations naturelles....20
5.7 Transmission de maladies....20

6.0 Conclusion....21

7.0 Références....21

1.0 Introduction

La firme Procéan inc. s'est vue confier la première phase de l'étude de faisabilité d'un projet d'élevage de truites arc-en-ciel, *Oncorhynchus mykiss* (auparavant *Salmo gairdneri*) soumis à la Municipalité de Newport par un promoteur privé. Ce projet prévoit la production de fretins de truites arc-en-ciel en eau douce, dans des étangs adjacents à des rivières fournissant l'apport en eau, ou dans des cages flottantes situées en lacs. Les fretins seraient ensuite transférés dans des cages flottantes situées dans la Baie de Gaspé pour leur croissance finale en eau salée. La production envisagée serait de 11,000 tm de truites arc-en-ciel par année, à partir de 2002. Ce projet serait intéressant pour la Municipalité de Newport puisqu'en plus de générer des emplois, il pourrait relancer le complexe industriel de la Société des Pêcheries de Newwport, qui a cessé ses activités en 1994.

Ce projet rencontre cependant un obstacle majeur puisque le zonage piscicole découlant de l'application de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (C61.1, article 73) ne permet pas l'élevage de la truite arc-en-ciel en Gaspésie. Cette réglementation s'appuie sur le principe que la truite arc-en-ciel est une espèce non indigène au Québec, ne se retrouve pas dans la zone concernée (Zone 3) et que son introduction accidentelle pourrait menacer l'intégrité écologique des populations indigènes d'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*, et de saumon Atlantique, *Salmo salar*, retrouvées dans les rivières de la Gaspésie.

Comme il ne semble pas y avoir d'analyses, d'études scientifiques ou de rapports de recherche venant appuyer ce zonage piscicole, la firme Procéan inc., elle même mandatée par la Municipalité de Newport, m'a demandé de produire un avis d'expert concernant le risque écologique réel que représenterait la présence éventuelle de truites arc-en-ciel dans les habitats d'omble de fontaine et de saumon Atlantique dans les rivières du versant sud de la Gaspésie.

2.0 Objectifs spécifiques du mandat d'expert-conseil

Le premier objectif du mandat d'expert-conseil qui m'a été confié était de comparer les besoins écologiques (habitat d'alevinage, de reproduction, alimentation, comportement et autres aspects pertinents) des trois espèces en cause dans leur milieu naturel, à partir de la littérature scientifique. Cette analyse comparative devait permettre d'évaluer les composantes de la niche écologique de la truite arc-en-ciel susceptibles de recouvrir celles de l'omble de fontaine et (ou) du saumon Atlantique et ainsi, de mettre en lumière les fonctions biologiques pour lesquelles on ne prévoit pas de risques écologiques et celles pour lesquelles une compétition interspécifique est à craindre. Cette partie du travail sera présentée à la section 3.0 de ce rapport.

Le deuxième objectif de mon mandat était de documenter la nature des interactions entre la truite arc-en-ciel et d'autres salmonidés (compétition, prédation, transmission de maladies et extension/réduction des aires de distribution des espèces concernées), et plus particulièrement dans les régions où on élève la truite arc-en-ciel. Cette partie du travail fera l'objet de la section 4.0 de mon rapport.

Enfin, à l'issu des deux premières parties, je devais émettre un avis sur les risques écologiques potentiels que poserait l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel dans les rivières du versant sud de la Gaspésie. Cet avis sera présenté dans la section 5.0 de ce rapport.

3.0 Écologie des espèces en cause

3.1 Habitat

3.1.1 Omble de fontaine

Dans une étude effectuée dans la Rivière Miramichi, Keenleyside (1962) a observé que les alevins de l'omble de fontaine étaient retrouvés en eaux courantes peu profondes, près des berges, en présence de tacons du saumon Atlantique. Les alevins d'omble de fontaine étaient retrouvés dans des eaux plus calmes que les alevins du saumon Atlantique. Rose (1986), dans une étude effectuée dans un tributaire du Lac Supérieur (Ontario), a observé que les individus de ce stade étaient généralement retrouvés dans des vitesses du courant inférieures à 20 cm/s et à des profondeurs inférieures à 40 cm. Des observations similaires ont été faites par Baril (1999) ainsi que Baril et Magnan (en préparation) dans l'émissaire du Lac St-Michel, près de Québec; les jeunes de l'année (0+) ont été capturés en plus grande abondance aux stations situées près du rivage, où les profondeurs (44.2 ± 20.1 cm) et vitesses du courant (11.9 ± 14.6 cm/s) étaient significativement plus faibles qu'aux stations situées au centre de la rivière.

Lorsqu'ils vivent en allopatrie dans les rivières, les juvéniles de l'omble de fontaine sont retrouvés autant dans les fosses que dans les rapides (Keenleyside 1962, Gibson 1973, Gibson et al. 1993). Par contre, lorsqu'ils sont retrouvés en sympatrie avec le saumon Atlantique, ce qui est une situation fréquente dans les rivières de la côte Atlantique, le saumon, qui est l'espèce dominante, est surtout retrouvé dans les rapides et l'omble de fontaine, dans les fosses (Gibson 1973, Power 1980, Hearn 1987, Gibson 1993, Gibson et al. 1993, Rodriguez 1995). Ce partage de l'habitat entre les deux espèces serait autant relié à de la compétition par interférence (supériorité du saumon au niveau des comportements agressifs liés à la taille et d'autres caractéristiques intrinsèques) qu'à de la compétition par exploitation (liée à l'efficacité de chacune des espèces à s'alimenter dans les fosses et les rapides; Randal 1982, Gibson, 1973, 1981, 1993).

L'omble de fontaine fraye en automne, lorsque la température de l'eau atteint environ 10 °C, de la fin septembre au début décembre, dépendant de la latitude (Scott et Crossman 1974, Power 1980, Baril 1999). En rivières comme en lacs, il est maintenant bien documenté que la sélection des sites de fraye par les femelles d'omble de fontaine est associée à la présence de zones de résurgence, beaucoup plus qu'à la composition du substrat, comme on l'a crue pendant longtemps (Webster et Eiriksdottir 1976, Fraser 1982, Witzel et MacCrimmon 1983, Snucins et al. 1992, Schofield 1993, Curry et Noakes 1995, Blanchfield et Ridgway 1997, Bernier-Bourgault et Magnan, en préparation). Les courants d'eau créés par la résurgence empêcheraient l'accumulation de sédiments dans les nids et permettraient l'élimination des métabolites produits par les embryons. En rivière, les sites de ponte sont souvent situés sur des bancs de gravier de la partie aval de fosses (Power 1980), probablement parce que ces endroits assurent une circulation adéquate de l'eau dans les nids. Au niveau du gravier, il est important que sa composition offre la perméabilité nécessaire à la circulation de l'eau (Power 1980, Crisp 1993), pour les raisons évoquées plus haut. Les espaces interstitiels fournissent également des micro-habitats où les embryons pourront se développer en sécurité. L'accumulation et le dépôt de sédiments sont souvent identifiés comme étant le principal facteur de détérioration de la qualité d'un site de fraye, en diminuant la conductivité hydraulique (Kondolf et al. 1993, Guillemette et Magnan en préparation, Bernier-Bourgault et Magnan, en préparation). La composition du gravier n'est cependant pas statique et plusieurs phénomènes peuvent la modifier avec le temps, dont les courants d'eau, les résurgences et le comportement de nettoyage des femelles au moment de la construction des nids (Power 1980, Snucins et al. 1992). Cela explique probablement pourquoi les sites de fraye de l'omble de fontaine affichent une si grande variabilité dans la composition du substrat (Webster et Eiriksdottir 1976, Fraser 1982, Young et Hubert 1989, Snucins et al. 1992, Kondolf et al. 1993). En rivière, la vitesse du courant a parfois été suggérée comme un facteur de sélection des sites de fraye (Witzel et MacCrimmon 1983, Baril 1999). Une étude du comportement reproducteur de l'omble de fontaine dans un émissaire du Lac St-Michel, près de Québec, a mis en évidence que les géniteurs avaient sélectionné des sites ayant des profondeurs de 43.7 ± 14.6 cm et des vitesses du courant de 18.5 ± 11.5 cm/s (Baril 1999, Baril et Magnan, en préparation). Cependant, comme la vitesse du courant ne serait pas indépendante des résurgences de la nappe hyporhéique et que l'espèce fraye dans plusieurs conditions de vitesses du courant ainsi qu'en lac, en absence de courant, ce facteur n'est pas considéré comme déterminant par la plupart des auteurs (dont Power 1980).

3.1.2 Saumon Atlantique

L'habitat d'alevinage du saumon Atlantique a été décrit par Elson (1975) comme étant toute partie de rivière accessible aux adultes et dont le substrat contient une combinaison de gravier, de pierres et des débris. Gray et al. (1986) rapportent que l'habitat d'alevinage devrait être composé d'un substrat contenant au moins 10% de particules > 10 cm. L'habitat d'alevinage devrait également contenir des zones de

courant rapide et une alternance de pierres et gravier de différentes tailles afin de fournir une variété de vitesses du courant ainsi que des écrans visuels permettant de réduire la taille des territoires (Kennedy 1984, Mills 1991). Les alevins du saumon Atlantique étaient retrouvés en eaux plus rapides que ceux de l'omble de fontaine dans une étude effectuée par Williams (1981), sur la Rivière Matamec (Québec).

Lorsqu'ils vivent en allopatrie, les juvéniles du saumon Atlantique sont retrouvés autant dans les fosses que dans les rapides, mais utilisent préférablement les zones de rapides (Gibson 1973, Gibson 1993, Gibson et al. 1993). Tel que mentionné ci-haut, lorsqu'ils sont retrouvés en sympatrie avec l'omble de fontaine, les saumons sont surtout retrouvés dans les rapides et les ombles dans les fosses (Gibson 1973, Power 1980, Hearn 1987, Gibson 1993, Gibson et al. 1993, Rodriguez 1995).

Durant l'été, les juvéniles (0+ à 2+) ont été retrouvés dans une variété de profondeurs et de vitesse du courant mais principalement entre 24 et 36 cm de profondeur et entre 10 et 50 cm/sec (Rimmer et al. 1984). À l'automne, les individus étaient retrouvés à des vitesses du courant inférieures à 10 cm/sec. Plusieurs auteurs ont observé que les juvéniles ont tendance à occuper des profondeurs plus grandes, au fur et à mesure que la température de l'eau descend sous les 10 °C (Allen 1940, 1941, Gibson 1978, Gardiner et Geddes 1980, Rimmer et al. 1984).

Le saumon Atlantique fraye également l'automne, généralement de la fin octobre à décembre (Mills 1991). Les individus ont tendance à frayer dans les rapides, en amont et en aval des fosses (Mills 1991). Comme pour l'omble de fontaine, la composition du gravier peut être très variable (Rantz 1964, Peterson 1978, Mills 1991) et l'espèce n'affiche pas de préférences spécifiques à ce niveau (Mills 1991). Encore ici, l'importance de sédiments fins et la perméabilité du substrat semblent beaucoup plus critiques que la composition du gravier en soit (Peterson 1978, Mills 1991). Les individus semblent également sélectionner certaines profondeurs et vitesses du courant (Mills 1991). Dans une étude effectuée aux États-Unis, Beland et al. (1982) ont observé que des femelles de saumon Atlantique avaient construit leur nid à une profondeur moyenne de 38 cm et des vitesses allant jusqu'à 93 cm/s.

3.1.3 Truite arc-en-ciel

Suite à l'émergence, les alevins de la truite arc-en-ciel se retrouvent souvent en banc, dans les zones d'eau calme près du rivage (Barnhart 1991). Rose (1986), dans son étude d'un tributaire du Lac Supérieur (Ontario), a observé que les alevins étaient généralement retrouvés dans des vitesses du courant inférieures à 20 cm/s et à des profondeurs inférieures à 40 cm, en juin et juillet, et en ce sens, recouvraient complètement la niche occupée par les alevins de l'omble de fontaine. En août, les alevins se sont déplacés vers les zones de plus forts courants (> 20cm/s), situées à des profondeurs > 40 cm (Rose 1986). De la même façon, Everest et Chapman (1972) ont observé que durant l'été, les alevins étaient retrouvés à des vitesses du courant < 15

cm/s mais qu'à mesure qu'ils augmentaient en taille, ils se déplaçaient vers des courants plus rapides (15-30 cm/s) et des profondeurs plus grandes (60-75 cm). Au fur et à mesure que les alevins grandissent, ils se dispersent et établissent des territoires d'alimentation en eau courante (Barnhart 1991).

Les juvéniles et adultes de la truite arc-en-ciel sont surtout retrouvés dans les zones de courant, dans des rivières contenant une bonne proportion de fosses et de rapides (Smith 1991), mais peuvent également occuper les fosses (Barnhart 1991). On retrouve également des populations dans des rivières à faibles gradients, contenant peu de fosses et de zones de rapide (Smith 1991). Les individus sélectionnent des substrats qui contiennent une combinaison de gravier, de pierres et de débris (Smith 1991).

La truite arc-en-ciel fraye au printemps, à des températures variant entre 10 et 16 °C, de la mi-avril à la fin juin (Scott et Crossman 1974, Barnhart 1991, Smith 1991). Dans les Grands Lacs, les individus frayent de la fin décembre à la fin avril. Les individus frayent en eau courante, dans les rapides et plus particulièrement dans les parties amont ou aval des fosses, là où la vitesse du courant ralentit et que l'écoulement de l'eau passe de laminaire à torrentiel (Scott et Crossman 1974, Smith 1991, Barnhart 1991). Même si l'espèce semble sélectionner des profondeurs et des types de gravier particulier, la sédimentation semble être un facteur important de mortalité des larves émergeantes (Barnhart 1991).

3.2 Alimentation

3.2.1 Omble de fontaine

Williams (1981) a observé que les premières alimentations de larves post-émergeantes d'omble de fontaine se composaient principalement de petites larves de Plécoptères, de Trichoptères et de Chironomides, retrouvées en surface et dans la colonne d'eau, dans la Rivière Matamec (Québec). Rose (1986) a observé que les alevins capturés dans un tributaire du Lac Supérieur (Ontario) consommaient principalement des larves de Diptères, d'Éphémères et de Trichoptères ainsi que de petits insectes adultes de différents ordres. La taille des proies était directement reliée à la taille des individus (Rose 1986).

En rivière, les juvéniles et adultes de l'omble de fontaine s'alimentent principalement d'organismes retrouvés dans la dérive mais aussi de larves d'insectes retrouvées sur le substrat et d'insectes terrestres capturés près ou à la surface de l'eau (Power 1980, Williams 1981, Gibson et al.1984, Thonney et Gibson 1989, Guitard 1998). Dans leur étude effectuée sur la Rivière Matamec (Québec), Gibson et al. (1984) ont observé que les juvéniles de l'omble de fontaine s'alimentaient principalement d'insectes terrestres mais aussi de larves et (ou) de pupes retrouvées dans la dérive et sur le fond (Simuliidae, Chironomidae, autres Diptères, Trichoptères, Ephéméroptères et Plécoptères). Dans une étude effectuée dans des

rivières de la vallée de la Matapédia (Québec), Guitard (1998) a également observé que les juvéniles de l'omble de fontaine s'alimentaient majoritairement d'insectes terrestres (Diptères adultes), mais également de larves d'Éphéméroptères, de Chironomidae, de Simuliidae, et de Trichoptères ainsi que de pupes de Diptères. La consommation des adultes de Diptères par l'omble de fontaine était fonction des effets combinés de la période de l'été et la densité du saumon Atlantique (Guitard 1998). Thonney et Gibson (1989) ont obtenu des résultats comparables dans une rivière de Terre-Neuve. Enfin, Power (1980) rapporte également des patrons d'alimentation similaires dans sa revue des études antérieures à 1980.

3.2.2 Saumon Atlantique

Williams (1981) a observé que les alevins du saumon Atlantique s'alimentaient de larves de Plécoptères ainsi que de larves, de pupes et d'adultes de Chironomides en émergence dans la Rivière Matamec (Québec). Les proies étaient plus grosses que celles consommées par l'omble de fontaine dans la même étude et étaient surtout retrouvées sur le fond.

Les juvéniles du saumon Atlantique s'alimentent principalement d'organismes retrouvés dans la dérive mais aussi de larves d'insectes retrouvés sur le substrat et d'insectes terrestres capturés près ou à la surface de l'eau (Wankowski and Thorpe 1979, Gibson et al. 1984, McNichol et al. 1985, Stradmeyer et Thorpe 1987, Thonney et Gibson 1989, Mills 1991, Guitard 1998). Dans leur étude effectuée sur la Rivière Matamec (Québec), Gibson et al. (1984) ont observé que les tacons du saumon Atlantique s'alimentaient principalement de larves et (ou) de pupes d'insectes retrouvées dans la dérive et sur le fond (Simuliidae, Chironomidae, autres Diptères, Trichoptères, Ephémérères et Plécoptères). Dans son étude effectuée dans des rivières de la vallée de la Matapédia (Québec), Guitard (1998) a également observé que les juvéniles du saumon Atlantique s'alimentaient principalement de larves d'Éphéméroptères, de Chironomidae, de Simuliidae, et de Trichoptères, retrouvées dans la dérive et sur le fond. Les saumons avaient une alimentation moins diversifiée dans les zones de rapide que dans les fosses et diminuaient la consommation de larves d'Éphéroptères, leur proie principale, avec une augmentation de la densité des ombles de fontaine (Guitard 1998). Thonney et Gibson (1989) ont obtenu des résultats très comparables dans une rivière de Terre-Neuve.

Egglishaw (1967) a observé pour sa part que des tacons retrouvés dans les fosses d'une rivière écossaise consommaient significativement plus de Chironomides en émergence et d'organismes terrestres que ceux retrouvés dans les zones de rapide. Wankowski and Thorpe (1979) ont observé que différentes habiletés de nage, dépendantes de la taille, entraînaient une ségrégation spatiale entre les individus de différentes tailles au niveau des microhabitats, expliquant une partie des différences alimentaires entre les individus. Dans leur étude, les tacons plus grands (12-15 cm) s'alimentaient plus souvent en surface alors que les plus petits (10 cm) s'alimentaient surtout dans la colonne d'eau.

D'un point de vue comportemental, les individus établissent des territoires (voir section 3.3) à partir desquels ils interceptent les proies en dérive et près de la surface de l'eau ou sur le substrat (Stradmeyer et Thorpe 1987)

Enfin, il est bien connu que les adultes du saumon Atlantique ne s'alimentent pas lors de leur retour en rivière, au moment de leur migration de reproduction (Mills 1991).

3.2.3 Truite arc-en-ciel

Dès leur première alimentation, les alevins consomment de très petites proies telles le zooplancton et petits invertébrés en dérive, mais dès qu'ils atteignent une taille suffisante, ils s'alimentent d'une variété d'insectes aquatiques et terrestres (Barnhart 1991, Smith 1991). Comme pour l'omble de fontaine, Rose (1986) a observé que les alevins de truites arc-en-ciel consommaient principalement des larves de Diptères, d'Éphémères et de Trichoptères ainsi que de petits insectes adultes de différents ordres. La taille des proies était directement reliée à la taille des individus (Rose 1986).

Tout comme l'omble de fontaine et le saumon Atlantique, les juvéniles et les adultes (forme résidente) s'alimentent principalement d'organismes retrouvés dans la dérive mais aussi de larves d'insectes retrouvées sur le substrat, d'insectes terrestres, capturés près ou à la surface de l'eau, et de poissons (Scott et Crossman 1974, Barnhart 1991, Smith 1991).

Enfin, tout comme pour le saumon Atlantique, les adultes de la forme anadrome (steelhead) ne s'alimentent pas lors de leur retour en rivière, au moment de leur migration de reproduction (Barnhart 1991).

3.3 Comportement territorial

Parmi les caractéristiques pertinentes à l'avis d'expert dont il est question dans ce rapport figure le comportement territorial des espèces en cause, parce qu'il pourrait entraîner une compétition pour l'espace et le confinement éventuel des compétiteurs inférieurs. Le comportement territorial, caractéristique de plusieurs salmonidés vivant en eaux courantes, serait un mécanisme régulateur qui permettrait de stabiliser la densité des stocks à des niveaux qui sont fonction de la capacité de support du milieu (Kalleberg 1958, Chapman 1966, Power 1980).

3.3.1 Omble de fontaine

Les juvéniles et les adultes de l'omble de fontaine vivant en rivière sont territoriaux et établissent des hiérarchies de dominance qui sont fonction de la taille des individus (Power 1980, Magnan et FitzGerald 1984), en particulier dans les zones de rapide où ils s'alimentent sur les organismes en dérive (Power 1980). Contrairement au saumon de l'Atlantique cependant, les individus affichent un comportement de banc dans les fosses et dans les zones de courants lents (Keenleyside 1962, Power 1980).

3.3.2 Saumon Atlantique

Tout comme l'omble de fontaine, le saumon Atlantique est territorial et établit des hiérarchies de dominance (Power 1980, Mills 1991). Au stade juvénile, les individus établissent des territoires autour d'une pierre (angl.: home stone) qui sert probablement de repère aux individus. Rimmer et al. (1984) ont observé dans des rivières du Nouveau Brunswick que pendant l'été, la position des juvéniles de tous âges était associée à des pierres dont le diamètre était toujours inférieur à 20 cm, et plus particulièrement (i.e. dans environs 90% des cas) à des pierres de diamètre inférieur à 10 cm. À l'automne, les individus étaient associés à des pierres d'environ 40 cm, le plus souvent > 20 cm.

3.3.3 Truite arc-en-ciel

Les alevins (très tôt dans leur développement), les juvéniles et les adultes (forme résidente) établissent des territoires d'alimentation et des hiérarchies de dominance (Barnhart 1991, Smith 1991). La taille des territoires varie en fonction de l'abondance de la nourriture, de la taille des individus et des obstacles visuels comme les roches et les plus grosses pierres (Barnhart 1991, Smith 1991).

4.0 <u>Interactions entre la truite arc-en-ciel et d'autres salmonidés</u>

4.1 Interactions entre la truite arc-en-ciel, le saumon Atlantique et l'omble de fontaine

Gibson (1981) a effectué une série d'expériences sur les interactions comportementales entre la truite arc-en-ciel, le saumon Atlantique, l'omble de fontaine et le saumon coho (*Oncorhyncus kisutch*), au stade juvénile. La justification de son étude reposait sur les implications potentielles de l'introduction des deux espèces natives de la côte ouest, la truite arc-en-ciel et le saumon coho, dans les rivières de la côte est de l'Amérique du Nord. Cette étude est importante dans le contexte de l'avis dont il est question dans ce rapport parce qu'elle est la seule à documenter la nature des interactions compétitives entre les trois espèces en cause soit le saumon Atlantique, l'omble de fontaine et la truite arc-en-ciel. L'étude, de

nature expérimentale, a considéré les interactions sous différentes combinaisons de deux à trois espèces, pour une série de températures (7-20 °C) et de vitesses du courant (0-42 cm/s).

Les expériences ont été effectuées dans un bassin circulaire (angl.: stream thank), en forme de tunnel longitudinal, dont un des côtés avait 4.9 m de longueur x 1.2 m de largeur x 45 cm de profondeur et l'autre, 5.5 m de longueur x 0.6 m de largueur x 45 cm de profondeur. Ce montage simulait une fosse (située à une des extrémités du bassin; 75 cm de profondeur) située entre deux zones de rapides, de vitesses de courant différentes (produit par le rétrécissement d'un des deux côtés). Le fond du bassin était recouvert de gravier. La nourriture (moulée à truites) était distribuée dans chacune des sections à l'aide de nourrisseurs automatiques. Dans chacune des 24 expériences, des données sur la position des individus ainsi que leurs comportements territorial et agonistique ont été notées.

Dans ces expériences, les truites arc-en-ciel ont démontré le plus d'agressivité et ont été capables de déloger par agression toutes les autres espèces, de tailles égales et légèrement plus grandes, des meilleurs emplacements (territoires d'alimentation). Des quatre espèces, l'omble de fontaine et le saumon coho ont manifesté le moins d'agressivité et d'attachement à un territoire. Dans toutes les expériences, les espèces dominantes connurent la meilleure croissance. Les résultats de cette étude indiquent qu'il y aurait une forte compétition entre les tacons du saumon Atlantique et les jeunes truites arc-en-ciel dans les zones de rapide (haut-fonds) suivant une introduction de ces dernières. La truite arc-en-ciel pourrait également déplacer l'omble de fontaine et ainsi, avoir un effet sur la production de cette espèce. Dans la conclusion de son rapport, Gibson (1981) soulève la possibilité que la truite arc-en-ciel effectue une prédation sur les larves et les alevins de saumon et d'omble de fontaine.

4.2 Interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine

Plusieurs études ont tenté d'établir l'impact de l'introduction ou de l'expansion de l'aire de distribution de la truite arc-en-ciel sur l'omble de fontaine (revue par Fausch 1988). Bien que plusieurs de ces études soient descriptives, un certain nombre d'entre elles fournissent des évidences claires que la truite arc-en-ciel est un compétiteur supérieur à l'omble de fontaine, entraînant des diminutions d'abondance et même l'exclusion de l'espèce dans les zones de contact (Fausch 1988).

Larson et Moore (1985) ont observé que la distribution de l'omble de fontaine avait diminué de façon marquée dans les rivières du Great Smoky Mountains National Park (É.-U.) suite à l'expansion de la distribution de la truite arc-en-ciel; la longueur de rivière occupée seulement par l'omble de fontaine a diminué de 40% (64 km versus 158 km) sur une période de 40 ans. Pendant la même période la truite arc-en-ciel avait colonisé 94 km des 158 km de rivière. Larson et More (1985) ont

également observé une relation négative entre la densité des adultes d'omble de fontaine et de truite arc-en-ciel d'une part, et entre la densité des adultes des deux espèces et celle des jeunes de l'année de l'autre espèce. Même si les facteurs prédation, dégradation de l'habitat par les coupes forestières et prélèvement par la pêche ont pu contribuer aux variations d'abondance, «*cet empiétement bien documenté supporte l'hypothèse que la truite arc-en-ciel exclut l'omble de fontaine de ses habitats préférés par compétition*» (Fausch 1988). L'étude de Larson et Moore (1985) a mis en évidence que des facteurs comme la pente et la température pourraient faire varier l'ampleur de cet impact de la truite arc-en-ciel. Enfin, la taille plus grande (pour un âge donné) et l'habilité compétitive innée de la truite arc-en-ciel pourrait jouer un rôle dans l'issu de ces interactions (Fausch 1988).

Selon Fausch (1988), une des évidences expérimentales les plus solides que la truite arc-en-ciel élimine l'omble de fontaine par compétition et (ou) prédation est que le rendement (angl.: standing crops) en ombles de fontaine augmente suite au retrait massif de la truite arc-en-ciel. Moore et al. (1983, 1986) ont effectué le retrait de la truite arc-en-ciel dans quatre rivières du Great Smoky Mountains National Park (É.-U.) durant six ans (1976-1981), ce qui a réduit la densité des adultes en moyenne de 89% (i.e. moins de un adulte/100 m2) et éliminé le recrutement des jeunes de l'année. Les populations d'omble de fontaine ont augmenté dans toutes les rivières, quoique les jeunes de l'année n'ont augmenté que la dernière année (1981). La densité des adultes de l'omble de fontaine n'a affiché aucune variation consistante dans trois sections contrôles où les individus étaient retrouvés en allopatrie, ce qui confirme qu'il y a eu relâchement de la compétition par la truite arc-en-ciel dans les sections où il y a eu retrait massif. Par contre, la densité des jeunes de l'année a également augmenté dans les sections de référence, suggérant que le recrutement est contrôlé par des facteurs environnementaux, mais que la survie de jeunes est par la suite contrôlée par des facteurs biotiques (compétition et/ou prédation). Aux yeux de Fausch (1988), il s'agit là d'une démonstration éloquente de l'effet de l'introduction d'une espèce exotique sur une espèce résidente puisque l'expérience comportait des réplicats et ce, sur des sections contrôles et manipulées. Moore et al. (1986) ont échantillonné 17 sections de 300 m, dans cinq rivières, à chacune des six années de l'expérience.

Cunjack et Green (1983, 1984, 1986) ont publié trois articles sur l'utilisation de l'habitat, le comportement agressif et l'effet de la température sur les interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine dans les rivières de Terre-Neuve. Dans leur première étude, Cunjack et Green (1983) ont étudié l'utilisation des microhabitats de la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine à partir d'observations sousmarines dans deux rivières de Terre-Neuve, dont une contenait seulement de l'omble de fontaine et l'autre, les deux espèces. Ils ont observé que les ombles de fontaine maintenaient leur position dans des vitesses du courant faibles, près des zones de couvert, dans les deux rivières. Les truites arc-en-ciel retrouvées en sympatrie avec l'omble de fontaine dans une des deux rivières étaient retrouvées dans des vitesses du courant plus élevées, plus loin des zones de couvert. Cunjack et Green (1983) ont donc conclu que les deux espèces avaient des préférences d'habitats

qui étaient différentes, ce qui leur permettaient de coexister. Fausch (1988) a mis en doute ces conclusions en raison du faible nombre de réplicats (un pour chacune des situations) et une faiblesse dans le plan d'expérience. En effet, pour conclure à une différence dans les préférences d'habitat, il aurait fallu au minimum examiner une section de rivière où la truite arc-en-ciel était retrouvée en allopatrie ou mieux, effectuer des manipulations de retrait et d'ajout de spécimens des deux espèces, dans différentes sections de rivières. En ce sens, Larson et Moore (1985) ont obtenu des résultats différents de Cunjack et Green (1983) dans une comparaison de plusieurs sections de rivière du Great Smoky Mountains National Park (É.-U.), contenant soit de l'omble de fontaine, soit de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel: en allopatrie, les ombles de fontaine maintenaient leur position dans le courant principal alors qu'en sympatrie avec la truite arc-en-ciel, ils déplaçaient leur position vers les zones peu profondes, en bordure des cours d'eau, où les vitesses du courant étaient plus faibles et donc, les territoires d'alimentation moins profitables.

Dans leur étude de 1984, Cunjack et Green ont étudié les comportements agonistiques de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel à deux vitesses du courant (1-7 cm/s et 8-35 cm/s) dans des enclos situés dans une rivière naturelle. Les auteurs ont établi le statut de dominance en se basant sur le nombre d'agressions envers un autre individu et le patron de coloration des individus dominés, qui affichent généralement une couleur plus fonçée. Les auteurs n'ont observé aucune différences significatives dans le statut de dominance des deux espèces en vitesse rapide. Par un examen détaillé des données de Cunjack et Green (1984), Fausch (1988) a pu déterminer que ces résultats s'expliquaient principalement par les différences de taille entre les individus, qui confèrent aux plus grands le statut de dominance, et non par les comportements agonistiques des deux espèces. Dans trois des dix expériences où les individus des deux espèces avaient des tailles comparables, la truite arc-en-ciel a dominé l'omble de fontaine dans deux occasions. À vitesse lente, l'omble de fontaine a dominé la truite arc-en-ciel dans cinq des six expériences où les tailles étaient comparables. Ces résultats sont en accord avec le partage des ressources observé sur le terrain, en situation de sympatrie (Fausch 1988). Encore ici, Fausch (1988) a critiqué le plan d'expérience utilisé par Cunjack et Green (1984), qui a mesuré d'autre chose que ce pourquoi il avait été conçu.

Cunjack et Green (1986), dans une étude sur l'effet de la température sur les interactions entre la truite arc-en-ciel et l'omble de fontaine, ont conclu que les ombles dominaient les truites aux températures froides (8-13 °C) et qu'aucune des deux espèces ne dominait l'autre aux températures plus froides (19 °C). Ces expériences ont été effectuées en eaux calmes et les auteurs ont suggéré que les résultats auraient pu être différents si les expériences avaient été conduites en eaux courantes, en présence de dérive (Fausch 1988).

Enfin, Rose (1986) a étudié la croissance d'alevins de l'omble de fontaine dans un tributaire du Lac Supérieur (Ontario) contenant de la truite arc-en-ciel. Il a observé que le taux de croissance spécifique des alevins de l'omble de fontaine est passé de 0.51 mm/jour (avril-juin) à 0.05 mm/jour, suite à l'émergence des alevins de

truites arc-en-ciel, en juin. Les alevins de truites arc-en-ciel ont affiché une croissance moyenne journalière de 0.42 mm/jour de juin à septembre et ce, autant dans les secteurs en allopatrie qu'en sympatrie avec l'omble de fontaine. Ces résultats suggèrent une supériorité compétitive de la truite arc-en-ciel sur l'omble de fontaine au stadealevin, pour l'habitat et la nourriture. Rose (1986) conclut que le retard de croissance des ombles en présence de la truite arc-en-ciel peut entraîner une mortalité hivernale plus importante des ombles. Les résultats de Rose (1986) pourraient ainsi expliquer ceux obtenus par Larson et Moore (1985) ainsi que Moore et al. (1983, 1986).

4.3 Interactions entre la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique

Peu d'études existent sur les interactions entre la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique, vraisemblablement parce que les deux espèces ne sont pas retrouvées souvent en sympatrie à l'état naturel. Cependant, certains auteurs ont tenté de prédire quel serait l'effet de l'introduction de la truite arc-en-ciel sur le saumon Atlantique à partir d'études expérimentales ou de déductions sur les besoins et comportements de chacune des espèces, à partir d'études effectuées sur chacune d'elle.

Ainsi, Gibson (1981), qui a réalisé des expériences sur les interactions comportementales entre la truite arc-en-ciel, le saumon Atlantique et l'omble de fontaine au stade juvénile (Section 4.1), a conclu sur la base de son étude qu'il serait imprudent d'introduire la truite arc-en-ciel à l'intérieur ou même près des rivières à saumon de la côte Atlantique. Toutes ces espèces ont les mêmes niches trophiques, s'alimentant principalement d'insectes aquatiques retrouvés dans la dérive, sur le fond ou près de la surface (Gibson 1981). Comme la truite ac-en-ciel s'est avérée la plus agressive des quatre espèces étudiées, elle serait susceptible de déplacer le saumon Atlantique et (ou) l'omble de fontaine, et ainsi d'avoir un impact négatif sur ces derniers (Gibson 1981).

La Commission nord-américaine de l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (CNA/OCSA; angl.: North American Commission of the North Atlantic Salmon Conservation Organization: NAC/NASCO) a statué à différentes reprises sur les risques d'introduction accidentelle de la truite arc-en-ciel sur les populations naturelles du saumon Atlantique (NASCO 1987, 1992, 1998). En 1987, un groupe de travail scientifique bilatéral est arrivé à la conclusion, qu'en raison de son cycle vital, la truite arc-en-ciel (formes anadromes, indigènes et domestiques) représentait une menace écologique importante pour les populations naturelles du saumon Atlantique (NASCO 1987). En 1992, cet avis a été étayé dans le protocole d'introduction et de transferts de salmonidés (Annexe I; NASCO 1992); les auteurs y mentionnent entre autres (1) que les premiers stades des deux espèces affichent des préférences d'habitats, de nourriture et des comportements qui sont très similaires, (2) qu'en raison de changements de comportement au cours de son développement, la truite arc-en-ciel pourrait compétitionner l'omble de fontaine au

début de son cycle vital pour ensuite compétitionner le saumon Atlantique, suite à un déplacement vers les zones plus profondes et de courants plus rapides, (3) que les truites arc-en-ciel, qui se reproduisent quelques mois après le saumon Atlantique, pourraient frayer dans les mêmes habitats que le saumon, entraînant ainsi une destruction des pontes du saumon (angl.: over-cutting) et (4) qu'en raison de son comportement piscivore, la truite arc-en-ciel pourrait effectuer une prédation sur les alevins et les tacons du saumon Atlantique. Dans un document publié en 1998, la NASCO réitère que la truite arc-en-ciel pourrait avoir des effets négatifs importants et irréversibles sur la fraye, les œufs, les alevins, les tacons et les saumoneaux du saumon Atlantique (NASCO 1998).

Enfin, Mills (1991) cite des études qui ont démontré que des truites arc-en-ciel ensemencées ont parcouru des distances de 804 km dans les Grands Lacs (Hansen et Stauffer 1971) et de 1287 km dans le Pacifique Est (Pearcy et Masuda 1982). Cette propension à parcourir de longues distances pourrait permettre à des truites arc-en-ciel échappées de cages flottantes d'interagir avec les populations naturelles de saumon Atlantique (Mills 1991).

4.4 Interactions entre la truite arc-en-ciel et d'autres espèces du genre *Salmo*

La truite arc-en-ciel et la truite brune (*Salmo trutta*) figurent parmis les espèces qui ont connu les meilleurs succès suite à leur introduction dans les Grands Lacs durant le dernier siècle (Kocik et Taylor 1995). Dans ce système, la truite brune utilise les tributaires pour l'ensemble de son cycle vital alors que la truite arc-en-ciel utilise ces mêmes tributaires pour la fraye et les 1-3 premières années de son cycle vital, puis migre dans les Grands Lacs pour sa croissance ultérieure (Kocik et Taylor 1995). Ce système fournit donc un bon modèle pour évaluer l'impact de la truite arc-en-ciel sur une espèce du genre *Salmo*. Kocik et Taylor (1995) ont introduit des alevins de truites arc-en-ciel dans une section d'un tributaire du Lac Huron en mai 1990 et 1991. Ils ont par la suite (1992) étudié l'abondance et la croissance de la truite arc-en-ciel et de la truite brune dans cette section, et les mêmes paramètres dans une autre section contenant seulement de la truite brune. Les auteurs ont observé que la truite arc-en-ciel avait eu un effet négatif sur la croissance des truites brunes de l'année, indépendant des interactions intraspécifiques et des facteurs abiotiques. Ils n'ont cependant observé aucune diminution d'abondance de truites brunes et ont attribué une bonne partie de ce succès de la truite brune à sa plus grande taille, qui était de 42% supérieure à celle de la truite arc-en-ciel. Ces résultats suggèrent que la truite arc-en-ciel a un effet sur la croissance de la truite brune dans le premier été mais que la plus grande taille de cette dernière lui permet de maintenir un bilan énergétique pour assurer sa survie. Cette étude soulève également l'importance de prendre en compte la taille des individus dans l'interprétation des résultats et dans les prédictions que l'on pourrait faire à partir de ces derniers (Fausch 1988).

Dans une étude impliquant les deux mêmes espèces dans le tributaire principal d'un lac de la Nouvelle-Zélande, Hayes (1987) a évalué la compétition par

interférence pour les sites de fraye. Cet auteur a observé que la truite brune fraye entre avril et juin et la truite arc-en-ciel, entre avril et octobre. Les truites brunes et arc-en-ciel qui frayent tôt ont un mauvais succès d'éclosion comparativement aux truites arc-en-ciel qui frayent plus tard en raison de la superposition et la destruction des nids par ces dernières. Cette superposition des nids a réduit de 94% le succès d'éclosion de la truite brune dans la zone étudiée (Hayes 1987).

4.5 Intégrité génétique

Une espèce est généralement constituée d'un ensemble de populations génétiquement distinctes, qui évoluent de façon plus ou moins indépendante (Ryman et Utter 1987). La diversité génétique que l'on retrouve à l'intérieur d'une population est nécessaire à sa survie à long terme, en lui permettant de s'adapter aux fluctuations environnementales de son habitat. Dans le cas qui nous concerne, une étude en cours dans des rivières de la Gaspésie indique que chaque rivière soutient des populations de saumon Atlantique et d'omble de fontaine génétiquement distinctes de toutes les autres, ce qui suggère que le taux de retour à la rivière natale est élevé (Dr. L. Bernatchez, Université Laval, Québec, communication personnelle).

La diversité génétique d'une espèce est réduite lorsqu'une population génétiquement distincte disparaît ou lorsque son intégrité génétique est altérée, soit par une réduction de la diversité génétique, soit par hybridation (Angers et al. 1997). L'hybridation n'implique pas nécessairement la perte de gènes, mais la perte d'un arrangement de gènes (Ryman et Utter 1987). Le maintien de la diversité génétique d'une population dépend principalement de la «taille effective» de la population (Meffe 1986). Ce paramètre correspond au nombre d'individus qui transmettent leurs gènes à la génération suivante dans une population dite idéale (Meffe 1986). La taille totale de la population n'est que partiellement informative de la taille effective, parce que plusieurs individus ne sont pas en situation de reproduction ou contribuent en des proportions différentes à l'effectif des prochaines générations (Meffe 1986). Dans ce contexte, toute diminution de l'abondance du cheptel de géniteurs d'une population peut en affecter la taille effective et ainsi, l'intégrité génétique.

4.6 Transmission de maladies

Selon les organismes de conservation du saumon de l'Atlantique, la transmission de maladies par les poissons d'aquaculture échappés en nature représente une menace majeure à l'intégrité des populations naturelles (Mills 1991, NASCO 1998, Dr. F.G. Whoriskey, Fédération du saumon de l'Atlantique, Nouveau Brunswick, communication personnelle).

Dans une importante revue de la littérature sur les maladies et parasites du saumon Atlantique, Bakke et Harris (1998) mentionnent qu'en dépit des nombreuses recherches sur les pathogènes des saumons d'élevage, on sait peu de chose de leurs impacts sur les stocks sauvages. Les auteurs mentionnent également que les

myxozoaires, la bactérie responsable de la furonculause, *Gryodactylus salaris*, et les poux de poissons sont les pathogènes qui menaceront le plus les stocks de saumons dans l'avenir. Les auteurs traitent également de l'importance du stress comme agent immunosuppressif chez les poissons. Enfin, bien que les cas de parasitisme chez les adultes en montaison soient les mieux documentés, les maladies touchant les tacons (p. ex.: *G. s salaris*) sont probablement les plus importantes (Bakke et Harris 1998). Les auteurs concluent en mentionnant qu'il est urgent de se doter d'un cadre théorique adéquat pour l'épidémiologie des maladies du saumon avant que ces maladies deviennent un facteur limitant pour la conservation de l'espèce.

Dans un rapport en préparation, le Dr. F. Woriskey (Fédération du Saumon de l'Atlantique) met en revue les différents parasites et maladies susceptibles d'affecter le saumon Atlantique, dont la maladie bactérienne du rein, l'anémie infectieuse du saumon et le pou de mer. Ce rapport met en lumière que le problème des parasites et des maladies est très sérieux et qu'il peut avoir des conséquences graves sur les stocks de saumons. Le confinement des poissons à de fortes densités dans des cages favorise l'apparition des maladies et fournit des conditions favorables pour la transmission rapide de ces dernières. Comme plusieurs pathogènes ont une phase aquatique libre, ils se propagent facilement dans l'eau. Une des solutions suggérées serait de confiner les élevages à des installations terrestres, ce qui réduirait les chances de propagation par l'eau et les individus échappés des installations de production en cage (Dr. F. Whoriskey, Fédération du Saumon de l'Atlantique, communication pers.). Ces solutions ne sont cependant pas économiquement viables dans les conditions actuelles du marché.

5.0 Risques écologiques que représenterait l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel dans les rivières du versant sud de la Gaspésie

Même s'il n'y a pas de démonstration scientifique que l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel a un impact négatif sur les populations d'omble de fontaine et de saumon Atlantique, dans le sens où l'entend Fausch (1988) (comparaisons «avant-après introduction» ou manipulations expérimentales), je considère qu'il y a suffisamment d'éléments, de faits et d'études effectuées dans des systèmes similaires pour conclure que les risques écologiques liés à de telles introductions seraient élevés. Je présenterai dans les points qui suivent les différents risques que pourrait entraîner l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel sur les populations d'omble de fontaine et de saumon Atlantique retrouvées dans les rivières de la péninsule gaspésienne. Cet avis se base sur les éléments présentés aux sections 3.0 et 4.0 ci-haut et sur quelques autres éléments complémentaires.

5.1 Compétition pour les ressources au stade alevin

Suite à l'émergence, les alevins d'omble de fontaine sont retrouvés en eau calme près du rivage alors que ceux du saumon Atlantique sont retrouvés en courant plus rapide (Section 3.1). Dans l'hypothèse d'une reproduction fonctionnelle et effective de la truite arc-en-ciel dans une rivière contenant de l'omble de fontaine et du saumon Atlantique (ce qui est réaliste puisque des populations se maintiennent à nos latitudes), on peut prédire que les alevins de truite arc-en-ciel auraient un impact négatif sur les alevins d'omble de fontaine au début de l'été, puis un impact similaire sur les alevins du saumon Atlantique vers la fin de l'été, suite à leur déplacement vers les zones plus profondes (sections 3.1 et 4.3).

Comme les alevins des trois espèces s'alimentent des mêmes types de proies (Section 3.0) il n'y a pas de refuge compétitif (proies alternatives) disponible. Alors, du point de vue strictement production biologique, une rivière (comme un lac) ne peut supporter qu'une certaine biomasse de poissons qui est fonction de sa capacité de support. En supposant qu'il n'y ait qu'un simple «partage» des ressources entre les trois espèces, les biomasses d'omble de fontaine et de saumon Atlantique seraient diminuées proportionnellement à la biomasse de truite arc-en-ciel produite.

L'impact compétitif de la truite arc-en-ciel se ferait surtout sentir sur la croissance des alevins d'omble de fontaine et de saumon Atlantique mais également, de façon indirecte, sur la survie des juvéniles, car le ralentissement de croissance peut compromettre la survie hivernale des salmonidés (Sections 4.2, 4.3). Les travaux de Rose (1986) ainsi que les avis de la NASCO (NASCO 1987, 1992, 1998) présentés aux sections 4.2 et 4.3 supportent cette hypothèse. Enfin, il faut considérer ici le fait que les études présentées à la sections 4.0 n'impliquaient que deux espèces (une résidente et une introduite). L'ajout d'une espèce exotique dans un système où il y a déjà deux espèces résidentes laisserait encore moins d'espace pour un partage des ressources et entraînerait des impacts encore plus grands.

5.2 Compétition pour les ressources aux stades juvénile et adulte

Les stades juvéniles des trois espèces ainsi que les adultes résidents de l'omble de fontaine et de la truite arc-en-ciel utilisent autant les fosses que les zones de rapide en situation d'allopatrie (Section 3.1). Ils s'alimentent également des mêmes types de proies, soit d'organismes retrouvés dans la dérive, de larves d'insectes retrouvées sur le substrat et d'insectes terrestres capturés près ou à la surface de l'eau (Section 3.2). En situation de sympatrie, le saumon, qui est l'espèce dominante, est surtout retrouvé dans les rapides et l'omble de fontaine, dans les fosses (Section 3.1). En se basant simplement sur le recouvrement des niches alimentaires et sur la capacité de support limite des rivières, on peut prédire que l'introduction accidentelle de juvéniles (1+) de truite arc-en-ciel diminuerait dès la première année la production en ombles de fontaine et en saumons Atlantique. Cette diminution de production des deux espèces résidentes serait proportionnelle à la production acquise par la truite arc-en-ciel suite à son entrée dans une rivière donnée.

Il a été mentionné que le comportement territorial, caractéristique de plusieurs salmonidés vivant en eaux courantes, serait un mécanisme régulateur qui permettrait de stabiliser la densité des stocks à des niveaux qui sont fonction de la capacité de support du milieu (Section 3.3). Les trois espèces en cause sont territoriales (Section 3.3) mais la truite arc-en-ciel serait, à taille égale, la plus dominante et capable d'exclure les deux autres espèces par interférence (Section 4.1). Comme la truite arc-en-ciel serait déjà de plus grande taille que les juvéniles de l'omble de fontaine et du saumon Atlantique à son entrée dans les rivières, elle pourrait donc exclure les deux espèces résidentes de plusieurs sections de rivières. De plus, dans le contexte de l'établissement de populations stables de truite arc-en-ciel dans les rivières, cet avantage compétitif se maintiendrait à plus long terme, à tout le moins par rapport à l'omble de fontaine, comme en font foi les travaux de Larson et Moore (1985) ainsi que Moore et al. (1983, 1986).

Enfin, il faut considérer encore ici le fait que les études présentées à la section 4.0 n'impliquaient que deux espèces (une résidente et une introduite). L'ajout d'une espèce exotique dans un système où il y a déjà deux espèces résidentes laisserait encore moins d'espace pour un partage des ressources et entraînerait des impacts encore plus grands.

Cette prédiction d'un impact négatif des juvéniles et adultes de la truite arc-en-ciel sur les populations d'omble de fontaine et de saumon Atlantique est supportée par les travaux de Larson et Moore (1985) ainsi que Moore et al. (1983, 1986). Cette conclusion rejoint également les avis de Gibson (1981) et de la NASCO (NASCO 1987, 1992, 1998) présentés aux sections 4.2 et 4.3.

5.3 Compétition pour les ressources de la part d'individus triploïdes stériles

L'utilisation d'individus triploïdes stériles ou «tout femelle» est souvent mentionnée comme moyen de mitigation des impacts de l'introductions accidentelles de poissons échappés des parcs d'élevage. En supposant que cette technique soit fonctionnelle et sûre, il n'en demeure pas moins qu'en raison de la longueur du cycle vital de la truite arc-en-ciel, les impacts de l'entrée d'individus stériles dans une rivière pourraient se faire sentir pendant plusieurs années. La truite arc-en-ciel a un cycle vital de 3 à 4 ans dans plusieurs cours d'eau mais plutôt de 6 à 8 ans chez la forme anadrome et pour les populations des Grands Lacs (Scott et Crossman 1974). Dans ce contexte, la compétition décrite à la section 5.2 pourrait se faire sentir pendant une période de 3 à 8 ans.

5.4 Prédation des jeunes ombles de fontaine et saumons Atlantiques par la truites arc-en-ciel

En plus des impacts compétitifs décrits aux sections 5.1, 5.2 et 5.3, certains auteurs soulèvent la possibilité d'une prédation des jeunes ombles de fontaine et saumons atlantiques par les adultes de la truite arc-en-ciel (Gibson 1981, NASCO 1992, Whoriskey 1993), connue pour son comportement piscivore (Scott et Crossman 1974, Smith 1991). Cet aspect est cependant peu documenté en rivière et mériterait d'être approfondi.

5.5 Destruction des pontes de l'omble de fontaine et du saumon Atlantique

L'omble de fontaine et le saumon Atlantique frayent globalement entre septembre et novembre dans les rivières de la péninsule gaspésienne (Sections 3.1). La truite arc-en-ciel quant à elle fraye au printemps, d'avril à juin, mais sélectionne les mêmes sites de ponte que l'omble de fontaine et le saumon Atlantique (Section 3.1). Dans le contexte de l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel fertiles, il est alors tout à fait probable que les géniteurs superposent leurs nids à ceux des ombles et des saumons et ainsi, entraînent des diminutions importantes du succès d'éclosion de ces derniers. Hayes (1987) a observé le même phénomène chez la truite brune, qui fraye entre avril et juin, et la truite arc-en-ciel, qui fraye entre avril et octobre, dans le tributaire principal d'un lac de la Nouvelle-Zélande (Section 4.4).

5.6 Menace à l'intégrité génétique des populations naturelles

Tel que mentionné à la Section 4.5, une étude en cours dans des rivières de la Gaspésie indique que chaque rivière soutient des populations de saumon Atlantique et d'omble de fontaine génétiquement distinctes de toutes les autres, ce qui suggère que le taux de retour à la rivière natale est élevé (Dr. L. Bernatchez, Université Laval, communication personnelle). Dans ce contexte, toute diminution de l'abondance du cheptel de géniteurs d'une population, suite à l'établissement d'une population de truite arc-en-ciel dans une rivière par exemple, pourrait en affecter la taille effective et ainsi, l'intégrité génétique.

5.7 Transmission de maladies

Tel que documenté à la section 4.6, la transmission de maladies par les poissons d'aquaculture échappés en nature est considérée comme une menace majeure à l'intégrité des populations naturelles. L'utilisation d'œufs et alevins «certifiés», exempts de maladies, est souvent mentionnée comme moyen de mitigation des impacts de la transmission des maladies par les poissons échappés des systèmes d'élevage en cages flottantes. Cependant, cette certification garantit seulement que les individus issus d'œufs et d'alevins «certifiés» n'ont jamais contracté de maladies sous des conditions de production normales. Dans le cas de

poissons échappés d'installations de production en cages flottantes, très peu d'études ont documenté l'incidence de maladies des poissons remontant les rivières et estuaires marins. Ces individus, qui ne sont plus nourris et qui subissent le stress d'un nouvel environnement, pourraient alors exprimer des maladies en raison de l'effet immunosuppressif causé par le stress (Section 4.6), jamais observées dans des conditions de production aquicole normales.

6.0 Conclusion

La section 5.0 présente point par point les risques écologiques liés à l'introduction de truites arc-en-ciel dans des rivières du versant sud de la Gaspésie suite à leurs échappements accidentels de cages flottantes situées dans la Baie de Gaspé. Globalement, les risques écologiques de telles introductions sont grands et se situent autant au niveau de la compétition pour les ressources (de la part d'individus fertiles ou stériles), de la prédation des jeunes ombles de fontaine et saumons Atlantiques par la truite arc-en-ciel, de la destruction des pontes de l'omble de fontaine et du saumon Atlantique, de la menace à l'intégrité génétique des populations naturelles, qu'au niveau de la transmission de maladies. Même s'il n'y a pas démonstration scientifique que l'introduction accidentelle de truites arc-en-ciel a un impact négatif sur les populations d'omble de fontaine et de saumon Atlantique, je considère qu'il y a suffisamment d'éléments, de faits et d'études effectuées dans des systèmes similaires pour conclure que les risques écologiques liés à de telles introductions seraient élevés. Les pratiques actuelles ne permettent pas de garantir l'étanchéité de l'élevage en cages flottantes et la littérature fait régulièrement mention de fuites massives de poissons dans les différentes productions européennes et nord américaines. Enfin, la prudence exigerait que des recherches soient faites, dans les quelques rivières du Québec soutenant des populations de truite arc-en-ciel, de saumon Atlantique et d'omble de fontaine par exemple, de façon à documenter les interactions entre les trois espèces.

7.0 Références

Allen, K.R. 1940. Studies on the biology of the early stages of the salmon (*Salmo salar*). 1. Growth in the River Eden. J. Anim. Ecol. 9: 1-23.

Allen, K.R. 1941. Studies on the biology of the early stages of the salmon (*Salmo salar*). 2. Feeding habits. J. Anim. Ecol. 10: 47-76.

Angers, B., L. Bernatchez et P. Magnan. 1997. Diversité génétique des populations d'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis* Mitchill) du Parc national de la Mauricie et stratégies de conservation. Rapport technique effectué pour le Service de la conservation des ressources naturelles, Parc Canada, Québec. 153 p.

Bakke, T.A. et P.D. Harris. 1998. Diseases and parasites in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 (Suppl. 1): 247-266.

Barnhart, R.A. 1991. Steelhead (*Oncorhynchus mykiss*). p. 324-336. *In* J. Stolz et J. Schnell (eds.) *Trout*. Stackpole Books, Pennsylvania, U.S.A.

Baril, M. 1999. Écologie et comportement reproducteur de l'omble de fontaine dans une frayère aménagée. Mémoire de maîtrise en Sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières (Québec) Canada, 52 p.

Beland, K.F., R.M. Jordan et A.L. Meister. 1982. Water depth and velocity preferences of spawning Atlantic salmon in Maine rivers. North. Am. J. Fish. Management 2: 11-13.

Blanchfield, P.J. et M.S. Ridgway. 1997. Reproductive timing and use of redd by lake-spawning brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 747-756.

Chapman, D.W. 1966. Food and space as regulators of salmonid populations in streams. Amer. Naturalist 100: 345-357.

Crisp, D.T. 1993. The ability of U.K. salmonid alevins to emerge through a sand layer. J. Fish Biol. 43: 656-658.

Cunjack, R.A. et J.M Green. 1983. Habitat utilization by brook char (*Salvelinus fontinalis*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in Newfoundland streams. Can. J. Zool. 61: 1214-1219.

Cunjack, R.A. et J.M Green. 1984. Species dominance by brook trout and rainbow trout in a simulated stream environment. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 737- 743.

Cunjack, R.A. et J.M Green. 1986. Influence of water temperature on behavioural interactions between juvenile brook charr, *Salvelinus fontinalis*, and rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Can, J, Zool. 64: 1288-1291.

Curry, R.A. et D.L.G. Noakes. 1995. Groundwater and the selection of spawning sites by brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1733-1740.

Egglishaw, H.J. 1967. The food, growth and population structure of salmon and trout in two streams in the Scottish Highlands. Freshwat. Salm. Fish. Res., Scotland, 38, 32p.

Elson, P.F. 1975. Atlantic salmon river smolt production and optimal spawning: an overview of natural production. International Atlantic Salmon Foundation Special Management, The Foyle Fisheries Commission, Londonderry. Northern Ireland.

Eversst, F.H. et D.W. Chapman. 1992. Habitat selection and spatial interaction by juvenile chinook salmon and steelhead trout in two Idaho streams. J. Fish. Res. Board Can. 29: 91-100.

Fausch, K.D. 1988. Tests of competition between native and introduced salmonids in streams: what have we learned ? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 2238-2246.

Fraser, J.M. 1982. Shoal spawning of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, in a precambrian shield lake. Naturaliste Can. 112: 163-174.

Gardiner, W.R. et P. Geddes. 1980. The influence of body composition on the survival of juvenile salmon. Hydrobioloia 69: 67-72.

Gibson, R.J. 1973. Interactions of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). p. 181-202. *In* M.W. Smith et W.M. Carter (eds.), *Proceedings of the International Atlantic Salmon Symposium 1972*. International Atlantic Salmon Foundation.

Gibson, R.J. 1978. Recent changes in the population of juvenile Atlantic salmon in the Matamek River, Québec, Canada. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer 38. 201-207.

Gibson, R.J. 1981. Behavioural interactions between coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*), Atlantic salmon (*Salmo salar*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*), at the juvenile fluviatile stages. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1209; 116p.

Gibson, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. Rev. Fish Biol. Fish. 3: 39-73.

Gibson, R.J., F.G. Whoriskey, J.-Y. Charette et M. Winsor. 1984. The role of lakes in governing the invertebrate community and food of salmonids during the summer in a Québec boreal river. Naturaliste can. 111: 411-427.

Gibson, R.J., D.E. Standbury, R.R. Whalen et K.J. Hillier. 1993. Relative habitat use, and inter-specific and intra-specific competition of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in some Newfoundland rivers. P. : 53-69. *In* R.J. Gibson et R.E. Cutting (eds.), Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. No. 118.

Gray, R.W., J.D. Cameron et E.M.I. Jefferson. 1986. Stream characteristics and assessment of Atlantic salmon spawning and nursery habitat in the Le Have River, NS. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.

Guitard, A. 1998. Comportement alimentaire de l'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*, et du saumon Atlantique, *Salmo salar*, en milieu lotique. Mémoire de

maîtrise en Sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec (Canada), 88 p.

Hansen, M.J. et T.M. Stauffer. 1971. Comparative recovery to the creel, movement and growth of rainbow trout stocked in the Great Lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 100: 336-349.

Hayes, J.W. 1987. Competition for spawning space between brown (*Salmo trutta*) and Rainbow trout (*S. gairdneri*) in a lake inlet tributary, New Zeland. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 40-47.

Hearn, W.E. 1987. Interspecific competition and habitat segregation among stream-dwelling trout and salmon: a review. Fisheries 12: 24-31.

Kalleberg, H. 1958. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *Salmo trutta* L.). Rept. Inst. Freshw. Res. Drottingholm 39: 55-98.

Keenleyside, M.H.A. 1962. Skin-diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi River, New Brunswick. J. Fish. Res. Board Can. 19: 625-634.

Kennedy, G.J.A. 1984. Evaluation of techniques for classifying habitats for juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Atlantic Salmon Trust Workshop on Stock Enhancement, University of Surrey.

Kocik, J.F. et W.W. Taylor. 1995. Effect of juvenile steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) on age-0 and age-1 brown trout (*Salmo trutta*) survival and growth in a sympatric nursery stream. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 105-114.

Kondolf, G.M., M.J. Sale et M.G. Wolman. 1993. Modification of fluvial gravel size by spawning salmonids. Water Res. Research. 29: 2265-2274.

Larson, G.L. et S.E. Moore. 1985. Encroachment of exotic rainbow trout into stream populations of native brook trout in the southern Appalachian Mountains. Trans. Am. Fish. Soc. 114: 195-203.

Magnan, P. et G.J. FitzGerald. 1984. Mechanisms responsible for the niche shift of brook charr, *Salvelinus fontinalis* Mitchill, when living sympatrically with creek chub, *Semotilus atromaculatus* Mitchill. Can J. Zool. 62: 1548-1555.

McNicol, R.E., E. Scherer et E.J. Murkin. 1985. Quantitative field investigations of feeding and territorial behaviour of young-of-the-year brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Env. Biol. Fish. 12: 219-229.

Meffe, G.K. 1986. Conservation genetics and the management of endangered fishes. Fisheries 11: 14-23.

Mills, D. 1991. Ecology and management of Atlantic salmon. Chapman and Hall, London. 351 p.

Moore, S.E., B. Ridley et G.L. Larson. 1983. Standing crops of brook trout concurrent with removal of rainbow trout from selected streams in Great Smoky Mountains National Park. N. Am. J. Fish. Manage. 3: 72-80.

Moore, S.E., G.L. Larson et B. Ridley. 1986. Population control of exotic rainbow trout in streams of a natural area park. Environ. Manage. 10: 215-219.

NASCO. 1987. Report of the activities of the bilateral scientific working group of the North American Commission on salmonid introductions and transferts. North American Commission, North Atlantic Salmon Conservation Organization NASCO, AC (87)20.

NASCO. 1992. Protocols for the introduction and transfert of salmonids. North American Commission, North Atlantic Salmon Conservation Organization, NAC(92)24.

NASCO. 1998. Protocols for the introduction and transfert of salmonids. North American Commission, North Atlantic Salmon Conservation Organization, NAC.

Pearcy, W.G. et K. Masuda. 1982. Tagged steelhead trout (*Salmo gairdneri* Richardson) collected in the North Pacific on the Oshoro-Maru, 1980-1981. Bull. Faculty of Fisheries, Hokkaido University, 33: 249-254.

Peterson, R.H. 1978. Physical characteristics of Atlantic salmon spawning gravel in some New Brunswick streams. Fisheries and Environment Canada, Fisheries and Marine Service Technical Report no 785, 28 p.

Power, G. 1980. The brook charr, *Salvelinus fontinalis*. p. 141-204. *In* E.K. Balon (ed.), Charrs: Salmonid fishes of the genus Salvelinus, W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.

Randall, R.G. 1982. Emergence, population densities and growth of salmon and trout fry in two New Brunswick streams. Can. J. Zool. 60: 2239-2244.

Rantz, S.E. 1964. Stream hydrology related to the optimum discharge of king salmon spawning in the northern California coast ranges. Water Supply paper 1779-AA, United Stated Geological Survey, California Department of Fish and Game, 16 p.

Rimmer, D.M., U. Paim et R.L. Saunders. 1984. Changes in the selection of microhabitat by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the summer-autumn transition in a small river. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 469-475.

Rodriguez, M. 1995. Habitat-specific estimates of competition in stream salmonids: a field test of the isodar model of habitat selection. Evol. Eco. 9: 169-184.

Rose, G.A. 1986. Growth decline in subyearling brook trout (*Salvelinus fontinalis*) after emergence of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 187-193.

Ryman, N. et F. Utter (eds). 1987. Population genetics and fishery management.University of Washington Press, Seattle. 420 p.

Schofield, C.L. 1993. Habitat suitability for brook trout (*Salvelinus fontinalis*) reproductionin Adirondack lakes. Water Resources Research. 29: 875-879.

Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Bulletin 184, Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Environnement Canada. 1025 p.

Smith, R.H. 1991. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). p. 304-323. *In* J. Stolz et J. Schnell (eds.) *Trout*. Stackpole Books, Pennsylvania, U.S.A.

Snucins, E.J., R.A. Curry et J.M. Gunn. 1992. Brook trout, *Salvelinus fontinalis*, embryo habitat and timing of alevin emergence in a lake and a stream. Can. J. Zool. 70: 423-427.

Stradmeyer, L. et J.E. Thorpe. 1987. Feeding behaviour of wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L, parr in mid- to late summer in a Scottish river. Aquacult. Fish. Manag. 18: 33-49.

Thonney, J.-P. et R.J. Gibson. 1989. Feeding strategies of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, and juvenile Atlantic Salmon, *Salmo salar*, in a Newfoundland river. Can. Field-Nat. 103: 48-56.

Wankowski, J.W.J. et TJ.E. Thorpe. 1979. Spatial distribution and feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., juveniles. J. Fish. Biol. 14 : 239-247.

Webster, D.A. et T.A. Eiriksdottir 1976. Upwelling water as a factor influencing choice of spawning sites by brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Trans. Am. Fish. Soc. 3: 416-421.

Williams, D.D. 1981. The first diet of post emergent brook trout (Salvelinus fontinalis) and Atlantic salmon (Salmo salar) alevins in a Québec river. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 765-771.

Whoriskey, F. 1993. Exotic introductions: a threat to the integrity of Atlantic salmon stocks. P. 14-15. *In* G. Shooner et S. Asselin (eds). *Le développement du Saumon atlantique au Québec: connaître les règles du jeu pour réussir.* Colloque international de la Fédération québécoise pour le Saumon atlantique. Québec. Collection Salmo salar no 1, 201 p.

Witzel, L.D. et H.R. MacCrimmon. 1983. Embryo survival and alevin emergence of brook charr, *Salvelinus fontinalis*, and brown trout, *Salmo trutta*, relative to redd gravel composition. Can. J. Zool. 61: 1783-1792.

Young, M.K., W.A. Hubert et T.A. Wesche. 1989. Substrate alteration by spawning brook trout in a southeastern Wyoming stream. Trans. Amer. Fish. Soc. 118: 379-385.

Réponses aux demandes de précisions soumises par les représentants de la municipalité de Newport et du MAPAQ:

QUESTION #1: En tenant compte de la chronologie de la fraye des trois espèces en cause et du temps d'incubation (en se basant notamment sur les degrés-jours requis), quelle serait la chronologie d'apparition des alevins des trois espèces et la taille approximative des alevins d'omble de fontaine et de saumon au moment de l'apparition des alevins de truites arc-en-ciel?

RÉPONSE: Pour faire de telles prédictions il faut connaître (i) la date de la fraye des trois espèces dans une rivière donnée et (ii) le régime thermique de cette rivière du moment de la fertilisation jusqu'à l'éclosion des œufs. À partir de ces informations et des équations degrés-jours disponibles dans la littérature il serait possible de prédire les dates d'éclosion des œufs. Il faudrait tenter ensuite d'estimer la taille des alevins, car il n'existe pas de modèles de développement se rendant jusqu'au stade alevin en nature.

Dans le cas présent, il est impossible à prédire la chronologie d'apparition des alevins des trois espèces et la taille approximative des alevins d'omble de fontaine et de saumon au moment de l'apparition des alevins de truites arc-en-ciel, pour les raisons suivantes:

- Nous ne connaissons pas le régime thermique des rivières en cause;

- Nous ne connaissons pas quelle serait la date de fraye de la truite arc-en-ciel dans les rivières du versant Sud de la Gaspésie. Mon rapport mentionne bien que la truite arc-en-ciel fraye au printemps mais il mentionne également que les populations des Grands Lacs frayent de la fin décembre à la fin avril. Cela est spécifique à chaque population, probablement en fonction des conditions environnementales. Compte tenu que l'omble de fontaine fraye généralement de la fin septembre au début décembre et que le saumon Atlantique fraye de la fin octobre à décembre, il y a une possibilité de recouvrement potentielle dans les périodes de fraye d'au moins deux des espèces en cause.

- De plus, une étude empirique basée sur les données disponibles dans Scott et Crossman (1974) a mis en évidence que les espèces ont tendance à "ajuster" leur période de fraye de façon à ce que leurs œufs éclosent aux alentours du 160e jour de l'année (Potts et Wotton, 1984). Cette période serait propice au bon développement et à une bonne survie des larves et des alevins. Il serait donc possible que les œufs des trois espèces éclosent à peu près à la même période et que les individus soient de taille comparable au stade alevin.

- Tel que mentionné précédemment, il n'existe pas de modèles de développement "degrés-jours" se rendant jusqu'au stade alevin en nature.

QUESTION #2: Dans l'hypothèse de l'utilisation de truites arc-en-ciel stériles, est-il scientifiquement raisonnable de croire que les spécimens qui s'échapperaient en nature ne seraient pas portés à pénétrer en rivière n'ayant pas à se reproduire et trouvant plus de nourriture en mer?

RÉPONSE: Il existe actuellement très peu d'études concernant cet aspect du comportement des truites arc-en-ciel stériles. Compte tenu de l'état actuel des connaissances, une réponse à cette question serait risquée et hautement spéculative.

Pierre Magnan

ANNEXE 2

RAPPORT D'EXPERT
DE M. JEAN-PIERRE RÉVILLE

ÉVALUATION DES RISQUES ÉCOLOGIQUES PRÉSENTÉS PAR L'ÉLEVAGE DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL SUR LE VERSANT SUD DE LA GASPÉSIE

1. ÉVALUATION DES RISQUES DE COMPÉTITION INTERSPÉCIFIQUE, RISQUES D'OCCUPATION DES MÊMES HABITATS, EN PARTICULIER POUR LA FRAYE ET PRÉDATION SUR LES JUVÉNILES

1.1. ÉTUDES ET/OU DOCUMENTS TENDANT À DÉMONTRER L'EXISTENCE DE CES RISQUES

1.1.1. Position de OCSAN

La Commission nord-américaine (CNA) de l'Organisation pour la conservation du saumon de l'Atlantique Nord (OCSAN), estime que l'introduction de salmonidés dans les régions où des populations de saumons indigènes existent, représente un risque majeur, dont les conséquences pourraient être irréversibles pour ces populations. La production par l'aquaculture de variétés de salmonidés « commerciales » dans ces régions est particulièrement visée par cette prise de position. La pratique de l'aquaculture entraîne la fuite de plusieurs poissons dans le milieu naturel, en particulier lorsque l'élevage se fait en cages. B Pettersen (Norwegian Salmon Naturopa # 73,pp27,1993) estime que 1,5 à 2 millions de saumons s'échappent des cages chaque année en Norvège. Les conditions climatiques rigoureuses du Canada et du Québec augmentent les risques de fuite des poissons d'élevage en cages marines dans le milieu naturel par la multiplication des bris de cages par les glaces.

Dans la rivière Magaquadavic et plusieurs rivières norvégiennes plus de la moitié des saumons répertoriés seraient des saumons d'élevage (CNA-OCSAN Révision 1998). Les risques évoqués par la Commission concernent en particulier l'altération de la diversité génétique des stocks sauvages qui permet au saumon de l'Atlantique de s'adapter aux nombreuses conditions changeantes de ses habitats, d'où l'importance de préserver la diversité génétique des stocks sauvages.

Des invasions par la truite arc-en-ciel dans le lac Ontario (Christi, 1972) et par la truite brune à Terre-Neuve (Gibson and Cunjak, 1986) semblent confirmer, pour l'OCSAN, les risques d'occupation de l'habitat du saumon de l'Atlantique par des espèces indésirables.

Enfin, l'élevage éventuel de poissons transgéniques (saumons ou truites) crée beaucoup d'inquiétude parmi les membres de la Commission. Aucune étude scientifique ne vient jusqu'à présent prévoir les impacts des fuites de ces poissons sur le saumon de l'Atlantique. Cependant, la CNA recommande une extrême prudence dans l'utilisation de poissons transgéniques. La création de ces nouveaux organismes vivants (CNA-OCSAN 1998) « pourrait conduire à des interactions écologiques irréversibles ».

L'OCSAN préconise l'élevage de poissons totalement stériles, truites ou saumons, afin de minimiser les risques écologiques. La production de poissons stériles semble assez sûre et pourrait, selon cet organisme, représenter une solution permettant un certain développement de l'aquaculture dans les zones à risques. D'après TJ Benfey (Use of all-female and triploid salmonids for aquaculture in Canada, Bull Aquacult Assoc Can # 96-2, pp6-8,1996) l'élevage de ce type de poissons serait performant pour l'arc-en-ciel, mais pas pour le saumon.

1.1.2. Faune et habitat Québec et autres

Les responsables de Faune et habitat Québec (ancien Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec) préconisent l'application stricte de la loi sur le zonage aquicole en vigueur actuellement au Québec et interdisant la présence de la truite arc-en-ciel en Gaspésie (contacts téléphoniques avec messieurs Serge Gonthier, Yvan Turgeon, Francis Bouchard, Martin Doré et Jean Pierre Dorion Septembre 1999). De plus, la législation québécoise interdit l'élevage en cages, ce qui pourrait représenter un obstacle de plus pour le projet étudié. Aucun contact n'a été effectué auprès de la Fédération du Saumon de l'atlantique, mais il est certain que cet organisme sera opposé à l'élevage de truite arc-en-ciel en Gaspésie, afin de protéger les populations sauvages de saumons.

1.2. ÉTUDES ET/OU DOCUMENTS TENDANT À MINIMISER L'EXISTENCE DE CES RISQUES

1.2.1. Position de la CAIA

La CAIA (Alliance de l'Industrie canadienne d'Aquaculture) estime que le déclin des populations de saumon de l'atlantique ou l'invasion de son aire naturelle par d'autres espèces, sont dus à plusieurs causes, en particulier la surpêche commerciale et la pêche illégale, les pertes ou détérioration des habitats, les pluies acides, les barrages hydroélectriques, l'utilisation des pesticides agricoles, les prédations, en particulier par les populations de phoques ainsi que les changements climatiques entraînant des variations de températures même minimes des océans. (D Beaulieu, Directrice de l'Association des Aquaculteurs du Québec Sep 1999).

L'aquaculture n'a pas été citée comme une cause de la diminution des populations de saumons sauvages lors de la conférence de OCSAN qui a eu lieu à Wesport en

Irelande du 7 au 12 juin 1999. (Marc Kielley, Executive Director Newfoundland Aquaculture Industry Association July 1999 Lettre au ministre David Anderson).

L'invasion de l'habitat du saumon par la truite arc-en-ciel au lac Ontario (Christi, 1972) citée par la CNA-OCSAN, serait causé avant tout, par la détérioration du milieu ambiant. La CAIA rétorque aux opposants à l'élevage de saumons ou de truites arc-en-ciel dans des zones où des populations naturelles de saumon existent, qu'aucun fondement scientifique ne vient étayer les craintes concernant, l'atteinte aux bagages génétiques des populations sauvages, la compétition interspécifique, ni la prédation des juvéniles des populations sauvages. (Document de travail CAIA AAQ D Beaulieu Sep 1999).

J F Kocik et W W Taylor dans leur étude (Effect of juvenile steelhead [oncorhynchus mykiss] on age-0 and age-1 brown trout [salmo trutta] survival and growth in a sympatric nursery stream 1995) ne constatent pas d'impacts importants sur les populations de truite brune, après l'introduction de la truite arc-en-ciel.

L'industrie et plusieurs responsables des ministères concernés dans les provinces autres que le Québec, estiment que les nouvelles techniques de production peuvent être considérées comme sans danger et garantes de la protection des stocks sauvages de saumons de l'Atlantique. (utilisation de cages très performantes et limitant les fuites de poissons, élevage de poissons à 100 % tout femelles, élevage de poissons « certifiés » exempts de maladies etc.). (CAIA AAQ D Beaulieu et M Desjardins Pêches et Aquaculture Nouveau Brunswick Sep 99). Il apparaît cependant, que même en Nouvelle Écosse, la preuve n'est pas faite qu'il est réellement possible d'empêcher les fuites dans le milieu naturel (Darrell Harris Senior Advisor Aquaculture Maritimes Region 24/09/99). Cependant, l'industrie aquacole rejette l'élevage de poissons totalement stériles, saumon et truite, comme une solution envisageable, contrairement aux conclusions de l'étude de TJ Benfey (Use of all-female and triploid salmonids for aquaculture in Canada, Bull Aquacult Assoc Can # 96-2,pp6-8,1996). Ces sujets triploïdes sont particulièrement sensibles aux déformations congénitales, ont une croissance réduite de 5 à 15 %. L'élevage de ce type de poisson, saumon ou arc-en-ciel est non viable économiquement d'après la CAIA. (Document de travail CAIA AAQ D Beaulieu Sep 1999).

La CAIA se réfère à la législation américaine, qui se montre soucieuse de la protection des stocks sauvages de saumon atlantique et participe activement aux travaux de l'OCSAN, mais tient compte des demandes de l'industrie aquacole. La législation américaine permet en effet l'importation d'œufs de saumons atlantique de souche européenne dans le Maine afin de faire profiter les aquaculteurs américains des performances de croissance de ces souches. L'adoption du « Maine Salmon Conservation Plan » tient compte des besoins de conservation des stocks sauvages et des besoins de l'industrie aquacole. La CAIA estime justifié de pouvoir bénéficier des mêmes avantages que leurs plus proches concurrents américains. (Marc Kielley, Executive Director Newfoundland Aquaculture Industry Association July 1999 Lettre au ministre David Anderson). Il semble pourtant que la législation vienne de changer tout récemment et que désormais ces aquaculteurs ne puissent plus importer d'œufs de ces souches. Cependant, la législation n'interdirait pas l'importation de sperme de ces souches, permettant ainsi aux aquaculteurs de continuer à travailler avec des poissons très performants (Cyr Couturier Marine Institute of Memorial University 24/09/99).

1.2.2. Cas spécifiques

Québec

La législation du Québec semble la plus contraignante de toutes celles des autres provinces canadiennes. L'élevage de la truite arc-en-ciel est strictement interdit dans des régions entières, sans que l'argumentaire ayant justifié cette législation soit clairement établie. La technique de production en cages, principal moteur du développement de l'aquaculture dans le monde entier et au Canada également, est interdite à l'exception d'un cas de droits acquis à Anglier, où un élevage, est encore permis (Mapaq Denis Lacerte Sep 1999). Il semble bien que les risques potentiels courus par les populations de saumons de l'atlantique par une introduction dans le même milieu de la truite arc-en-ciel, soient la raison de cette interdiction. Il faut cependant noter que l'élevage en cages, même dans les régions où la production de truite arc-en-ciel est permise, est totalement banni par le Ministère de l'Environnement du Québec et Faune habitat Québec. La raison de cette interdiction n'est, semble-t-il pas disponible. Plusieurs documents sont mis de l'avant pour étayer les craintes concernant l'élevage de la truite arc-en-ciel. Les documents consultés se rapportent à plusieurs espèces de salmonidés mais pas spécifiquement à la concurrence truite arc-en-ciel versus saumon de l'atlantique. GJ Glova dans «Behavorial interaction between chinook salmon and brown trout juveniles in a simulated stream» T Américan Fisheries Society 1995 Mar; 124 (2) : 194-206, conclut que l'introduction de salmo trutta n'est pas souhaitable dans les cours d'eau où se retrouve le saumon chinook. JF Kocik et WW Taylor dans «Summer survival and growth of brown trout with and without steelhead under equal total salmonine densities in an artificial stream» T Américan Fisheries Society 1994 Nov; 123 (6) : 931-938, estiment que l'on doit être très prudent avant de mettre en présence ces deux espèces dans le même milieu. IA Fleming, B Jonsson et MR Gross «Phenotypic divergence of sea-ranched,farmed, and wild salmon» Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 1994 Dec ; 51 (12) : 2808-2824, mettent en évidence les altérations que subissent les saumons après plusieurs génération d'élevage artificiel. GA Mcmichael, CS Sharpe et TN Pearsons «Effects of residual hatchery-reared steelhead on growth of wild rainbow trout and spring chinnok salmon» T American Fisheries Society 1997 Mar;126 (2) : 230-239, estiment que la présence de la truite steelhead a des impacts négatifs sensibles sur la croissance des populations indigènes. D'autre part, Cd Todd et autres dans « Genetic differentiation of populations of the copepod sea louse lepeophteirus salmonis (kroyer) ectoparasitic on wild and farmed salmonids around the coasts of scotland-Evidence from rapd markers » Journal of Experimental marine Biology & Ecology 1997 Mar 1; 210 (2) : 251-274, font apparaître une responsabilité éventuelle des élevages en cages, dans les cas de transmission de ce parasite sur les populations indigènes de truite brune, salmo trutta.

Au Québec, il apparaît que deux cas de cohabitation entre les populations de saumons et de truites arc-en-ciel sont connus, dans la rivière Jacques Cartier et la rivière du Gouffre, proche de Baie Saint Paul.

Une souche de truites arc-en-ciel anadromes existe depuis plus 25 ans dans la rivière du Gouffre, issue fort probablement d'ensemencements effectués en amont dans le fleuve Saint Laurent par le Ministère de la Chasse et de la Pêche (structure antérieure à Faune et habitat Québec). Les inventaires effectués sur cette rivière auraient confirmé sa reproduction. La population d'arc-en-ciel a été suffisamment importante pour justifier des tournois de pêche organisés par l'Association de pêche locale jusque dans les années 84-85. La présence d'une population de saumon de l'atlantique dans la même rivière aurait pu faire craindre une concurrence interspécifique et une prédation sur les juvéniles saumons de la part des truites arc-en-ciel. Il semble bien au contraire que la population de truites arc-en-ciel soit en nette diminution, alors que celle de saumons soit en croissance, en partie grâce au programme d'ensemencement et d'aménagements d'habitats réalisé par les services de la Faune.

Dans la rivière Jacques Cartier, une population de truites arc-en-ciel (variante eau douce seulement) existe également depuis de nombreuses années. Là encore, en contradiction avec l'argumentaire mis de l'avant par les tenants de l'interdiction de l'élevage de la truite arc-en-ciel à proximité de populations de saumons sauvages, la population de truites diminuerait et la population de saumons augmenterait (montaison de 1999 : environ 300 saumons et prévisions de montaisons à la hausse pour les années futures).

Ces faits, qui nous ont été rapportés verbalement, seraient connus des spécialistes du domaine. Cependant, aucune étude scientifique ne semble les confirmer. Il serait opportun d'obtenir des informations sur la compétition interspécifique entre ces deux espèces et de vérifier, si il y a eu introduction de maladies par ces truites issues fort probablement de cheptel d'élevage.

Nouveau Brunswick

La province du Nouveau Brunswick étudie actuellement la possibilité de permettre la production de truite arc-en-ciel à Dalhousie au bord de la Baie des Chaleurs. Si l'élevage de la truite arc-en-ciel se trouvait à être permis sur ce site au Nouveau Brunswick, la position de Faune et habitat Québec interdisant son élevage du côté québécois serait un peu précaire. Le projet de Dalhousie n'est pas très avancé. Il est mis de l'avant par la Commission de Développement de Restigouche et une étude de préfaisabilité doit être effectuée prochainement. Cependant, de nombreuses données physico-chimiques sur l'eau disponible ont été recueillies, il y a environ 20 ans par le ministère des richesses naturelles. Ce ministère a en effet élevé durant plusieurs années des saumoneaux et des ombles de fontaine dans les eaux de sortie de la centrale thermique. Actuellement des échantillons sont prélevés 4 fois par année pour caractériser l'eau disponible. Le projet consiste à établir un site de grossissement / finition (de 50/100 grammes à 1000 grammes) à terre utilisant l'eau de mer pompée pour refroidir la centrale thermique. Le delta T est de 10 degrés celsius, la salinité de l'eau varierait de 7 à 28 suivant la saison. Il est possible que l'élevage de la truite arc-en-ciel soit accepté sur ce site. L'installation de systèmes de grilles éliminant les fuites sera probablement impérativement imposée. Il est probable également, que les lots de truites arc-en-ciel élevés, doivent être triploïdes stériles et que des procédures de vérification de

la stérilité soient effectuées sur tous les lots élevés afin d'obtenir l'assurance d'une stérilité voisine de 98 à 99 %. La technique de stérilisation par pression, plus sûre, pourrait être également exigée plutôt que celle par choc thermique. Il est intéressant que les intervenants (Com Dev Restigouche, Pêches et Aquculture NB, Mpo) estiment plus probable l'obtention de permis d'élevage de truites arc-en-ciel plutôt que l'élevage du saumon atlantique. En effet, les opposants au projet craindraient beaucoup moins les impacts de la présence des truites arc-en-ciel à proximité des eaux à saumons de la Restigouche, que les risques d'altération du bagage génétique des saumons présents dans cette région par l'élevage de saumons, dont la souche proviendrait de la rivière Saint Jean (souche utilisée pour les élevages de saumons de la Baie de Fundy et qui serait vraisemblablement utilisée sur ce site de Dalhousie (M Desjardins Pêches et Aquaculture Nouveau Brunswick Sep 99).

Terre Neuve

Les aquaculteurs de Terre Neuve ont le droit d'élever de la truite arc-en-ciel et du saumon dans les régions où l'on trouve des populations de saumons atlantiques sauvages. Ils doivent cependant élever des poissons triploïdes stériles ou des poissons «tout femelles». Les aquaculteurs ont utilisé dernièrement une souche issue du Québec, mais s'approvisionnent ailleurs depuis l'année passée (renseignement non divulgué). Ces éleveurs ont donc bien le droit d'introduire de nouvelles souches de truite arc-en-ciel à Terre Neuve. La situation est semblable pour le saumon. La législation en aquaculture est du ressort du Ministère Pêches et Océan fédéral, en collaboration avec les autorités provinciales. 4 ou 5 aquaculteurs ont produit, l'année passée, environ 2500 tonnes de salmonidés, truites et saumons confondus, dans des sites marins en cages (T Rex Porter MPO NF 21 Sep 99).

Nouvelle Écosse

Il existe 95 permis d'exploitation de sites d'élevage de steelhead (37) et de truite arc-en-ciel (58), sites d'élevage en eau douce et salée confondus, pour une production totale en 1998 de 1038 tonnes représentant 24 % de la production aquacole de la province.

La truite arc-en-ciel a été introduite depuis 1899 dans cette province et ne semble pas être capable de se maintenir dans le milieu naturel. Quelques cas de reproduction de première génération ont été constatés, mais la reproduction dans le milieu naturel n'a pas dépassé ce stade. Les conditions de températures trop chaudes et d'acidité des eaux semblent être les causes de cette impossibilité à se maintenir dans le milieu naturel. Les risques écologiques, dus aux fuites de poissons dans le milieu naturel, ne semblent pas causer d'inquiétudes particulières en ce qui concerne les impacts possibles sur les populations de saumons sauvages. Cependant, les conséquences de la situation actuelle, par la multiplication des sites d'élevage, sont mal connues. Toutefois, l'élevage de poissons « tout femelle » ou triploïdes stériles vient diminuer les risques écologiques de ces fuites de poissons sur le milieu naturel. (Darrell Harris Senior Advisor Aquaculture Maritimes Region 24/09/99). Les législateurs de Nouvelle

Écosse ont défini la loi régissant la production de truite arc-en-ciel en analysant, aussi bien les impacts sur les stocks sauvages, la gestion des pêches sportives que les besoins de l'aquaculture. Les différentes pratiques de production sont soumises à certaines contraintes tenant compte de plusieurs réglementations spécifiques, en fonction des zones d'élevage déterminées par les bassins versants. La loi interdit le sea ranching partout dans la province. La production en structures fermées est permise dans toute la province. L'élevage en cage en eau salé ou en eau douce, l'élevage en eau douce en race-way, étangs ou autres structures, le dépôt-retrait sont toutes des techniques de production permises, sous certaines réserves. (système de grilles anti-fuite, respect de certains bassins versants etc.) (NS Policy for rainbow trout introduction Department of Fisheries aquaculture and Inland Fisheries division Dec 1994).

2. ÉVALUATION DES RISQUES D'INTRODUCTION DE MALADIES

2.1. POSITION DES OPPOSANTS

La CNA-OCSAN identifie la transmission de maladies comme un risque important pour les stocks sauvages de saumons de l'Atlantique. La pratique de l'aquaculture est tenue principalement responsable de cette situation (Protocole NASCO 1998, para 5.2.pp11). Ce document précise également les maladies déjà présentes en aquaculture en Amérique du Nord, et celles qui pourraient apparaître et menacer les stocks sauvages. Les maladies déjà détectées sont la nécrose pancréatique infectieuse, l'anémie infectieuse du saumon, la yersiniose (bouche rouge), la maladie bactérienne du rein, la furonculose et le tournis. Cd Todd et autres dans « Genetic differentiation of populations of the copepod sea louse lepeophteirus salmonis (kroyer) ectoparasitic on wild and farmed salmonids around the coasts of scotland-Evidence from rapd markers » Journal of Experimental marine Biology & Ecology 1997 Mar 1; 210 (2) : 251-274, semblent estimer possible la transmission de ce parasite par les pratiques aquacoles.

2.2. POSITION DES PRODUCTEURS ET DE LA CAIA

Les risques de transmission de maladies ne représentent pas un argument solide pour refuser spécifiquement l'élevage de la truite arc-en-ciel en Gaspésie, puisque d'autres espèces peuvent être élevées comme l'Omble Chevalier et l'Omble de fontaine et pourraient donc être porteuses des mêmes agents infectieux. D'autre part, les poissons sauvages peuvent être également être atteints de maladies ou porteurs de parasites (Gyrodactylus salaris) *Norvegian Salmon Pettersen, B Naturopa # 73 pp27,1993* dans leur milieu naturel, sans relation avec la présence de sites d'élevages aquacoles. L'industrie aquacole en général, s'approvisionne en œufs ou alevins certifiés exempts de maladies et étant tout aussi mise en danger par l'apparition de ces maladies est attentive à en limiter l'apparition. Ces derniers points sont particulièrement défendus par la CAIA.

3. LES TENDANCES À LONG TERME

Il est particulièrement délicat d'essayer d'évaluer les tendances à long terme des impacts de la présence d'élevage de truites arc-en-ciel sur les populations de saumons de l'atlantique, avant que les résultats de véritables études scientifiques paraissent. Il est possible cependant de se référer aux quelques cas répertoriés. L'élevage de la truite arc-en-ciel, pratiqué depuis plus de cent ans au Nouveau Brunswick ainsi qu'en Nouvelle Écosse, et ne semble pas avoir eu de conséquences très sensibles sur les populations de saumons de l'atlantique. (M. Desjardins Ministère des Pêches et aquaculture NB D Harris MPO Nova Scotia 24 Sept 99). Au Québec, les cas des rivières Jacques Cartier et du Gouffre mériteraient d'être particulièrement étudiés.

4. CONCLUSION

Les partisans d'une législation très contraignante pour l'industrie aquacole adoptent la position la plus conservatrice. Les responsables de Faune et habitat Québec et du Ministère de l'Environnement du Québec, s'en tiennent au respect strict de la loi existante. Les opposants au type de projet aquacole étudié estiment que les études déjà disponibles démontrent clairement l'impact nocif des pratiques de l'aquaculture moderne sur les populations de saumons sauvages et sur l'environnement en général. Les risques écologiques dont la transmission de maladies et l'atteinte au patrimoine génétique, leur semblent bien réels et d'après eux, les arguments socio-économiques ne devraient pas l'emporter sur la protection du saumon de l'atlantique et de l'intégrité environnementale du territoire (MEF Québec 99). Rappelons que la loi québécoise interdit totalement l'utilisation de cages d'élevage.

Les représentants de l'industrie aquacole canadienne mettent en doute les arguments avancés par les opposants à l'implantation de sites de production dans les régions où l'on retrouve des populations de saumons indigènes. La spécificité génétique de ces populations ne serait pas en danger. La compétition interspécifique, la prédation des juvéniles et les risques de transmission de maladies ne sont pas prouvés scientifiquement et la législation devrait être assouplie. En Gaspésie, le risque de transmission de maladies n'est pas spécifique à la truite arc-en-ciel et puisqu'il est permis d'élever d'autres espèces qui pourraient tout autant être porteuses d'agents pathogènes, l'argument ne peut pas être retenu contre le projet. Cependant, afin de diminuer les risques d'introduction de maladies éventuellement transmissibles aux populations de saumons du milieu naturel, les poissons élevés pourraient être issus de piscicultures ayant une certification sanitaire.

Certaines législations, autres que canadiennes, permettent aux concurrents des aquaculteurs canadiens, d'occuper une place de plus en plus grande sur les marchés. Pourtant, ces producteurs concurrents ont le droit de produire dans des régions où se retrouvent des populations indigènes de saumons de l'atlantique. D'après la CAIA, les aquaculteurs canadiens sont injustement pénalisés. Les producteurs québécois se sentent également particulièrement brimés puisque la législation québécoise serait, semble-t-il, la plus stricte du Canada en ce qui concerne le droit de produire des salmonidés, en particulier pour l'élevage en cages qui semble bien n'être interdit que dans cette province.

Les technologies de production permettent l'élevage de poissons soit stériles, soit « tout femelle », limitant ainsi les risques de reproduction dans les zones occupées par les saumons de l'atlantique. Les promoteurs du projet pourraient mettre de l'avant cette technique afin de diminuer les inquiétudes des défenseurs du saumon. Des procédures particulières pourraient être exigées afin de valider la réussite de la triploïdisation ou du déterminisme du sexe femelle à 100 %.

Les nouveaux équipements de production en cages pourraient être particulièrement efficaces pour limiter les fuites de poissons dans le milieu naturel, en particulier les nouvelles générations de cages de type Bag systems. Un site de production utilisant ces cages est en opération en Nouvelle Écosse. Une étude est effectuée afin de vérifier aussi bien l'efficacité que la rentabilité de ces équipements. Le

promoteur du projet en Gaspésie est le même qui exploite le site en Nouvelle Écosse et pourrait équiper le nouveau site de systèmes semblables.

Dans les sites de production terrestres, la mise en place d'ensembles de grilles respectant les mêmes normes qu'en Nouvelle Écosse et qu'au Nouveau Brunswick, limitant les fuites de poissons, devrait permettre d'empêcher les fuites de poissons dans le milieu naturel.

La production d'autres espèces de poissons pourrait être envisagée en Gaspésie. Une étude technico-économique pourrait éventuellement démontrer aux promoteurs du projet, comme aux législateurs, la possibilité de concilier les deux positions. Il serait opportun d'élaborer des scénarios de production d'Omble chevalier et/ou de truite mouchetée (de mer ou d'eau douce).

Il semble que les exigences des législateurs des autres provinces, en ce qui concerne l'élevage de la truite arc-en-ciel en zone où sont présents des saumons atlantiques, ont été établies après de sérieuses réflexions.

Les autorités québécoises responsables de cette législation devraient selon toutes probabilités, si elles se penchent sérieusement sur cette question, aboutir aux mêmes conclusions. Si l'interdiction est maintenue, l'argumentaire mis de l'avant devra alors clairement démontrer les risques écologiques potentiels.

Dans le cas contraire, il est possible que la législation en force actuellement au Québec, puisse être révisée et permette dans un cadre soigneusement établi, la production de truites arc-en-ciel en Gaspésie en cages et à terre.

Note : La truite arc-en-ciel et la truite arc-en-ciel « steelhead » ont le même nom latin *Oncrhynchus mykiss*. La truite steelhead est une forme anadrome qui vit une partie de sa vie en mer et vient pondre en eau douce.

COMPLÉMENTS D'INFORMATION

Par Jean-Pierre Réville

Nouveau Brunswick

La truite arc-en-ciel a été pendant de nombreuses années élevée sur le territoire du Nouveau Brunswick et a servi à des fins d'ensemencement de multiples plans d'eau. cette pratique est à présent abandonnée. Cependant, ces importantes et nombreuses introductions volontaires de truites arc-en-ciel dans le milieu naturel permettent d'évaluer l'impact des fuites éventuelles de poissons s'échappant des installations d'aquaculture par accident. Des populations de truite arc-en-ciel se sont bien implantées dans certaines rivières de la province.

Les ministères des Ressources naturelles, de l'Énergie, des Pêches et de l'Aquaculture ont étudié les résultats des recherches d'un groupe spécialement créé pour analyser l'impact de l'aquaculture sur les espèces indigènes, afin de rédiger un énoncé de politique sur la truite arc-en-ciel au NB. Ce document (Rainbow Trout Task forces !991/92 Gov NB)qui tient compte des préoccupations relatives aux espèces indigènes, de la politique de Pêche et Océan et des méthodes reconnues de gestion de la ressource, a permis de réglementer la production de truite arc-en-ciel au Nouveau Brunswick. Bien qu'une évaluation des risques et impacts de l'élevage de la truite arc-en-ciel sur les populations de poissons indigènes ne soit pas disponible, puisqu'en fait aucune étude n'a été finalisée pour répondre aux questions en suspens, les autorités du Nouveau Brunswick semblent conclure que ces impacts sont limités et que le déclin des populations de saumon est imputable d'autres causes. L'espérance de retombées socio-économiques potentielles , a permis de conclure en faveur d'un développement de l'aquaculture de truite arc-en-ciel. Sous réserves de respecter les éléments de la politique du gouvernement provincial détaillés dans ce rapport, l'élevage de la truite arc-en-ciel est donc permis et encouragé au NB (Michel Desjardins Christian Noris Pêches et Aquaculture N.B Il est à noter qu'il n'existe que quelques élevage produisant de l'arc-en-ciel en cage, localisés dans la région de la baie de Fundy).Les autorités du Nouveau Brunswick prévoient évaluer la pertinence de la politique sur la truite arc-en-ciel (sans précision de la périodicité de cette évaluation.

Nouvelle Écosse

Dans la province de NE, la truite arc-en-ciel est présente depuis 1899 en tant qu'espèce introduite. . Pendant de nombreuses années dans cette province aussi, il fut procédé à de nombreux ensemencements disséminés de truite arc-en-ciel. Plus de 300 rivières ont été ainsi ensemencées en truite arc-en-ciel. Cette espèce semble avoir beaucoup de difficultés

à se reproduire dans le milieu et plusieurs experts nous signalent qu'aucun cas d'implantation durable ne serait vérifié (Communication personnelle Darell Harris DFO 24-09-99) Cependant Murray Hill, Director et Nancy Adams, (NS Department of Fisheries NSDF Proceeding of the Workshop on Rainbow Trout 05-06-93) signalent la possibilité de reproductions naturelles de truite arc-en-ciel dans Skye River, Middle River, Gillis Lake Brook, Blue Brook, Breacs Brook, McPhees Brook, MacDonald Brook et Indian Brook à proximité du site Bras d'Or Lakes. Mais les populations observées semblent très réduites et leur survie semble aléatoire. Les niveau de Ph trop acides ainsi que les température d'eau trop chaudes semblent être les facteurs limitant principaux à la survie des populations de truites arc-en-ciel dans le milieu naturel (Nancy Adams, Nova Scotia Department of Fisheries Workshop on Rainbow Trout Baddeck May 1993) Bien que nous n'ayons pas encore reçu les documents concernant d'éventuelles caractéristiques physico-chimiques des eaux des rivirères de la Nouvelle Écosse comme facteur limitant de la reproduction des truites arc-en-ciel, plusieurs personnes ressources nous l'ont précisé par des communications personnelles ; Murray Hill Directeur du département des pêches et aquaculture de Nouvelle Écosse, Geoff Perry, Senior Advisor Aquaculture and Recreational Fisheries Department of Fisheries and Oceans, darrell Harris, Senior Advisor Pêches et Océans Provinces Maritimes, Jim Murphy du Groupe Rainbow Trout et ancien fonctionnaire du MPO). La région de Bras d'Or Lakes a été ensemencée massivement depuis de nombreuses années, par des fuites de poissons issues de piscicultures dans un premier temps et ensuite volontairement par un programme provincial spécifique. Seul ce programme d'ensemencement annuel de truite arc-en-ciel dans cette région permet le maintien de cette espèce dans le milieu naturel (Nancy Adams, Nova Scotia Department of Fisheries Workshop on Rainbow Trout Baddeck May 1993) (Communication personnelle Jim Murphy, Rainbow Group Novembre 1999). Plusieurs rivières de la Nouvelle Écosse, South River dans le Comté d'Antigonish supportent des populations de truites arc-en-ciel, truite brune, truite mouchetée et saumon de l'Atlantique. La présence de truite arc-en-ciel est due au fait que la station piscicole provinciale de Fraser's Mills continue à procéder à des ensemencements de truite arc-en-ciel dans cette rivière. Des truites arc-en-ciel issues de cette pisciculture et étiquetées ont été recapturées dans les rivières du Nord du Québec et du Nord de Terre neuve Ce sont des poissons dont nous avons la preuve qu'ils se sont dirigés vers ces bassins versants. Combien de poissons ont pu faire le même trajet alors que les programmes d'ensemencements sont pratiqués depuis quelques 90 ans (Jim Murphy Rainbow Group communication personnelle 26-11-99).

Plusieurs inquiétudes se font jour depuis la multiplication des sites de production (35 sites pour une production de 1332 tonnes en 1998). Bien que cette espèce soit élevée depuis près de 100 ans dans cette province, le suivi sévère de l'évolution des populations de truites arc-en-ciel ne date cependant que de 25 ans. Les autorisations d'ensemencer la truite arc-en-ciel sont actuellement extrêmement restreintes . Les fuites de poissons dans le milieu naturel alarment les autorités. Bien que les cas d'implantation de truite arc-en-ciel soient rares en Nouvelle Écosse, les autorités notent que des populations de cette espèce se sont solidement implantées au Nouveau Brunswick, à l'Île du Prince Édouard ainsi qu'à Terre Neuve. Il semble que le soucis principal vienne du fait que personne ne peut conclure avec certitude que l'activité aquacole a des impacts négatifs sur le milieu inacceptables ou au contraire des impacts relativement endurables et en particulier sur les

populations de saumons indigènes. (Communication personnelle Darell Harris DFO 24-09-99). Cependant le déclin majeur (permis de pêche ayant chuté de 9000 en 1989 à 2200 en 1998) des populations de saumon atlantique, s'il ne peut être attribué à une seule cause, telle que la présence ou non de la truite arc-en-ciel, incite les spécialistes à la plus grande prudence. Même si il est possible que la truite arc-en-ciel risque très peu d'établir des populations permanentes dans les rivières à saumon de la Nouvelle Écosse (300 rivières ensemencées depuis 90 ans et quelques cas de reproduction naturelle dans la région de Bras D'Or Lakes (Nancy Adams, Nova Scotia Department of Fisheries Workshop on Rainbow Trout Baddeck May 1993) (Communication personnelle Darell Harris DFO 24-09-99). (Communication personnelle Murray Hill, Director NSDF 26-11-99), sa présence représente un compétiteur de plus pour le saumon.

Les autorités de la province se sont dotées d'un énoncé de la politique pour l'introduction de la truite arc-en-ciel depuis 1994. Ce document a été rédigé en collaboration avec le Département des pêches et Aquaculture de la Nouvelle Écosse et Pêches et Océan Canada. En respectant les lignes directrices de ce document, l'élevage de la truite arc-en-ciel est permis en Nouvelle Les exigences pour l'obtention de permis d'élevage sont cependant de plus en plus sévères. Plusieurs contraintes sont imposées aux producteurs afin de diminuer les fuites de poissons des sites d'élevage en cage particulièrement.

Terre-Neuve

A Terre Neuve, certaines populations de truites arc-en-ciel issues d'activités piscicoles ont réussi à s'établir dans le milieu naturel. Malgré cette situation et dans le but de protéger les populations sauvages de saumon de l'Atlantique, la division régionale de Pêches et Océan Canada, en collaboration avec les autorités de la province ont rédigé une série de contraintes à l'élevage de la truite arc-en-ciel et du saumon.Un comité créé afin d'étudier la situation (The DFO Newfounland Region's Introduction and Transfers Committee a conclu que les truite arc-en-ciel au sexe normal, pourraient avoir un impact négatif sur les populations sauvages de saumon de l'Atlantique et de truites mouchetées(T Rex Porter Directeur de la section salmonidés de Pêches et Océans Canada à Saint Jean Terre Neuve 21-09-99).. Les truites arc-en-ciel pourraient être en compétition directe avec les saumons pour l'appropriation des aires de reproduction et risquer d'établir des populations pérennes. Les juvéniles de cette espèces pourraient entrer en concurrence directe pour l'occupation de l'habitat avec les alevins de saumons et de truites mouchetées. Enfin, l'introduction de cette nouvelle espèce dans l'habitat des saumons et truites mouchetées pourrait également entraîner une concurrence pour l'aliment et augmenter les risques de prédation des saumons par les truites arc-en-ciel. Aussi, le comité a recommandé d'appliquer des normes strictes à l'industrie aquacole et. Plusieurs projets de recherche sont en cours afin de déterminer les possibilités de minimiser les fuites de poissons et d'optimiser leur recapture. Un document intitulé Code of

Containment for Aquacultured salmonids at Bay D'Espoir détermine avec précision les normes encadrant l'activité aquacole et son contrôle. Ce code élaboré en respectant les recommandations de la NASCO North Atlantic Salmon Conservation Organisation est accepté par le Ministère des Pêches et Océans, par la province de Terre Neuve et du Labrador ainsi que par l'industrie, encadre les activités aquacoles et son application est immédiate. (exemple : les élevages en cage ne doivent pas être localisés près des embouchures de rivières, les poissons élevés doivent être stériles ou tout femelle et être issus de pisciculture approuvés par les autorités de Pêche et Océan Canada etc...)

L'élevage de la truite arc-en-ciel est permis à Terre Neuve cependant, les autorités *n'auraient* jusqu'à présent consenti à n'émettre que des permis pour des projets pilotes à l'échelle commerciale d'élevage en cages (T Rex Porter Directeur de la section salmonidés de Pêches et Océans Canada à Saint Jean Terre Neuve 21-09-99). Les promoteurs doivent- se conformer à des règles strictes. caractérise la politique mis en application dans cette province.

ANNEXE 3

CONDITIONS RÉGLEMENTAIRES DANS LES PROVINCES ATLANTIQUES

RECEIVED NOV 7 1997

Nova Scotia

Department of Fisheries
Aquaculture & Inland Fisheries Division

PO Box 700
Pictou, Nova Scotia
B0K 1H0

Our file no:

N.S. POLICY FOR RAINBOW TROUT INTRODUCTION

INTRODUCTION

This policy statement outlines the position of the Province of Nova Scotia on Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) introductions in Nova Scotia.

Rainbow trout are not a native species in Nova Scotia. Introduced to the Province in 1899, rainbow trout have become a popular sport fish and an important species for the aquaculture industry.

This policy takes into consideration concerns regarding the implications for native stocks, recreational fishery management practices and the requirements of the aquaculture industry.

Applications for introduction of Rainbow Trout in districts where selective approval is required will be referred to the Department of Fisheries and Oceans Introductions and Transfers Committee. This committee has representatives from D.F.O. and the Nova Scotia Department of Fisheries.

DEFINITIONS OF TECHNIQUES FOR RAINBOW TROUT INTRODUCTIONS

A. Sea Ranching

The deliberate release of fish into the sea for feeding at large, followed by the subsequent recapture by the proponent, usually at or near the release site. No natural regeneration in rivers is sought. The use of this technique for rainbow trout introductions is not permitted in Nova Scotia.

B. Totally Enclosed System

A man-made fish rearing facility often involving the recirculation of water, which would normally be contained within four walls and which would be designed such that accidental escape, unauthorized transfer or disease introduction to natural waters would be impossible. Facilitites most likely to quality as enclosed systems would be laboratories and aquaria. This technique is permitted in Nova Scotia.

C. **Cage Culture - Tidal Waters**

Netting, plastic, or wire mesh enclosures (in brackish or saltwater) where fish are held throughout their growth period to market size. Recapture of escaped fish within 100 meters of the cages is permitted subject to the provisions of the Fisheries Act and the Nova Scotia Aquaculture Act.

D. **Cage Culture - Non-Tidal Waters**

Netting, plastic or wire mesh enclosure in freshwater where fish are held throughout their growth period to market size. Recapture of escaped fish within 100 meters of the cages is permitted subject to the provisions of the Fisheries Act and the Nova Scotia Aquaculture Act.

E. **Freshwater Fish Culture**.

A fish culture facility where rainbow trout are incubated and/or reared in ponds, raceways or other types of enclosures. Sites should meet the following criteria:

a) preferably only one water inlet or outlet to natural waters, never more than two of each;

b) inlets will be adequately screened or of sufficient head-drop and/or velocity to prevent fish passage at all water levels;

c) triple screens with 2- 25 mm mesh size (according to size of fish) and with increasing height shall be installed at each outlet so that extreme flooding will not top them. Two-mm mesh size is mandatory for operations using fry or small fingerlings. Screens shall be spaced so that plugging one and/or two will not allow fish to escape over screen three and so that fish and debris may be cleaned from the sumps between screens.

d) site topography and intakes must be such that extreme stream conditions will not flood the facilities, thereby releasing fish.

F. **Put and Take Lake Stocking**

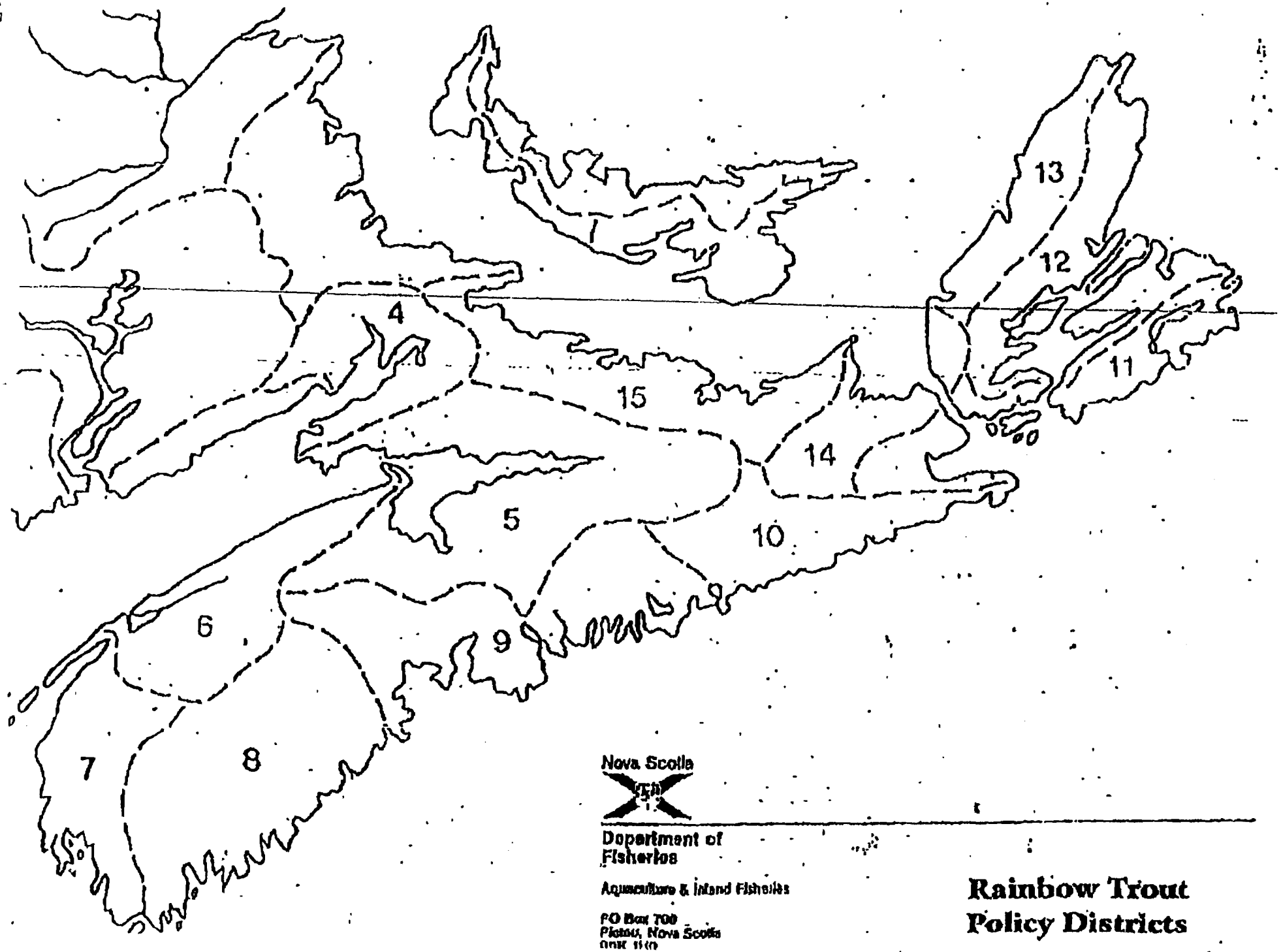
The annual stocking, either for immediate recapture or growth and capture, of lakes and ponds from which escape is deemed likely.

G. **Self-Sustaining Stocking**

The introduction of regenerating Rainbow trout stocks by a short period (2-4 years) of plantings, usually from a common stock source.

DISTRICT NO.	DISTRICT NAME	COASTAL END POINTS
4	Chignecto Bay	C.Enrage to C.Chignecto
5	Minas Basin	C.Chignecto to C.Split
6	Fundy Nova	C. Split to Gulliver Point
7	Gulf Nova	Gulliver Point to Cape Sable
8	South Atlantic Nova	Cape Sable to P. Enrage
9	Halifax	Point Enrage to Taylor Head (Spry Harbour)
10	Southeast Nova	Taylor Head to Cape Canso
11	Atlantic Cape Breton	Cape Canso to Cape Perce
12	Bras d'Or Central	Cape Perce to Cape North
13	Gulf Cape Breton	Cape North to Cape Linzee
14	George Bay	Cape Linzee to Cape George
15	Northumberland South	Cape George to Cape Tormentine

Districts will include all drainage basins entering the sea between the indicated end points.



Nova Scotia
Department of Fisheries
Aquaculture & Inland Fisheries
PO Box 700
Pictou, Nova Scotia

Rainbow Trout Policy Districts

Nova Scotia Department of Fisheries

Aquaculture & Inland Division

TABLE OF PERMITTED USES OF RAINBOW TROUT IN NOVA SCOTIA

A. Sea ranching will not be permitted in any district.

B. Enclosed systems are permitted in all districts.

District Number	C Cage Culture (Tidal)	D Cage Culture (Non-tidal)	E Freshwater Fish Culture	F Put & Take	G Self-sustaining
4	YES	(YES)	YES	YES	(YES)
5	(YES)	(YES)	YES	(YES)	NO
6	YES	(YES)	YES	YES	(YES)
7	YES	(YES)	YES	(YES)	(YES)
8	YES	(YES)	(YES)	(YES)	NO
9	YES	(YES)	YES	YES	(YES)
10	(YES)	(YES)	(YES)	(YES)	NO
11	YES	YES	YES	YES	YES
12	YES	YES	YES	YES	YES
13	(YES)	(YES)	(YES)	(YES)	NO
14	YES	(YES)	YES	(YES)	(YES)
15	YES	(YES)	(YES)	(YES)	NO

NO - Use not permitted YES - Approved use (YES) - Selective approval only

NOTE: Applications for introduction of Rainbow Trout in districts where selective approval is required will be referred to the Department of Fisheries and Oceans Introductions and Transfers Committee. This committee has representatives from D.F.O. and the Nova Scotia Department of Fisheries.

New Nouveau Brunswick

POLICY STATEMENT ON RAINBOW TROUT

INTRODUCTION

This policy statement outlines the position of the Province on Rainbow trout culture in New Brunswick.

BACKGROUND

Rainbow trout, a species non-indigenous to the Province of New Brunswick has been utilized for both culture and stocking purposes for many years. The use of Rainbow trout for stocking purposes was discontinued a number of years ago as a result of concerns about the impact on indigenous species. More recently, similar concerns were expressed regarding the culture of Rainbow trout under an existing policy of the department of Fisheries and Ocean Canada which provided for such culture under specific conditions.

As a result of the concerns regarding Rainbow trout utilization in New Brunswick, the Ministers of Natural Resources and Energy and Fisheries and Aquaculture jointly established a task force to address the situation. The inter-departmental task force, consulted with a wide range of industry groups and associations; reviewed the available scientific literature, and evaluated the resulting information. The findings of the task force were subsequently utilized by a senior interdepartmental committee to prepare a final report and to develop a joint position. The Joint position, outlined below, takes into account the existing production of rainbow trout, the concerns regarding the implication for native stocks, the policy position of Fisheries and Oceans Canada and recognized resource management practices.

ÉNONCÉ DE POLITIQUE SUR LA TRUITE ARC-EN-CIEL

INTRODUCTION

Le présent énoncé de politique explique la position de la province sur l'élevage de la truite arc-en-ciel au Nouveau-Brunswick.

INFORMATION GÉNÉRALE

Pendant de nombreuses années, la truite arc-en-ciel, une espèce non indigène au Nouveau-Brunswick, a servi à des fins d'élevage et d'empoissonnement. L'utilisation de la truite arc-en-ciel à des fins d'empoissonnement a été abandonnée, il y a quelques années, en raison des préoccupations concernant l'impact de cette pratique sur les espèces indigènes. Des préoccupations semblables ont été exprimées récemment sur l'élevage de la truite arc-en-ciel qui est autorisé, sous réserve de certaines conditions, en vertu d'une politique du ministère des Pêches et Océans Canada.

Face aux préoccupations exprimées sur l'utilisation de la truite arc-en-ciel au Nouveau-Brunswick, les ministres des Ressources naturelles et de l'Énergie et des Pêches et de l'Aquaculture ont mis sur pied un groupe de travail qui a été chargé d'examiner la situation. Le groupe de travail interministériel a consulté divers groupes de l'industrie et diverses associations. Il a étudié la documentation scientifique disponible et évalué l'information pertinente. Un comité interministériel de cadres supérieurs a, par la suite, utilisé les résultats des recherches du groupe de travail interministériel pour rédiger un rapport final et établir une position conjointe. Cette position, qui est décrite ci-après, tient compte de la production actuelle de truites arc-en-ciel, des préoccupations relatives aux effets sur les stocks indigènes, de la politique de Pêches et Océans Canada et des méthodes reconnues de gestion de la ressource.

POLICY COMPONENTS

1. The culture of Rainbow trout in New Brunswick will be permitted in the context of the Fisheries and Oceans Canada policy on Rainbow trout with the following additional provisions:

   1.1 Persons wishing to cultivate Rainbow trout must apply for and receive a commercial or private aquaculture license under the New Brunswick Aquaculture Act.

   1.2 Rainbow trout stocks permitted for grow-out facilities will be sterile. Fertile Rainbow trout will only be allowed in approved hatcheries for the production of sterile grow-out stocks.

   1.3 Movements of fertile Rainbow trout will be limited to those stocks moving to a licensed hatchery for broodstock purposes. Hatcheries approved for Rainbow trout will only be permitted to move their sterile stocks to grow-out facilities licensed under the New Brunswick Aquaculture Act for Rainbow trout culture.

   1.4 Facilities must meet the minimum construction requirements outlined in the Fisheries and Oceans Canada policy on Rainbow trout. Additional requirements may be necessary to meet site specific conditions to ensure an acceptable level of stock containment.

2. A monitoring program will be designed and implemented to evaluate the adequacy of the policy.

ÉLÉMENTS DE LA POLITIQUE

1. L'élevage de la truite arc-en-ciel au Nouveau-Brunswick sera autorisé conformément à la politique de Pêches et Océans Canada, sous réserve des dispositions suivantes:

   1.1 Quiconque désire pratiquer l'élevage de la truite arc-en-ciel doit demander et obtenir un permis d'aquaculture commerciale ou privée, en vertu de la Loi sur l'aquaculture - du Nouveau-Brunswick.

   1.2 Les stocks de truites arc-en-ciel permis aux installations de grossissement seront stériles. Les truites arc-en-ciel fertiles seront autorisées uniquement dans les écloseries approuvées pour la production de stocks de grossissement stériles.

   1.3 Seuls les stocks de truites arc-en-ciel fertiles destinés aux écloseries titulaires d'un permis à des fins de reproduction pourront être transportés. Les écloseries de truites arc-en-ciel approuvées pourront transporter leurs stocks stériles uniquement aux installations de grossissement titulaires d'un permis d'élevage de la truite arc-en-ciel en vertu de la Loi sur l'aquaculture.

   1.4 Les installations doivent être conformes aux exigences minimum de construction décrites dans la politique de Pêches et Océans Canada sur la truite arc-en-ciel. D'autres exigences peuvent être nécessaires afin de satisfaire à des conditions particulières pour assurer un niveau acceptable de confinement des stocks.

2. Un programme de surveillance sera établi et mis en oeuvre afin d'évaluer la pertinence de la politique.

3. The New Brunswick Aquaculture Act will be the legal authority to ensure successful implementation of the policy.

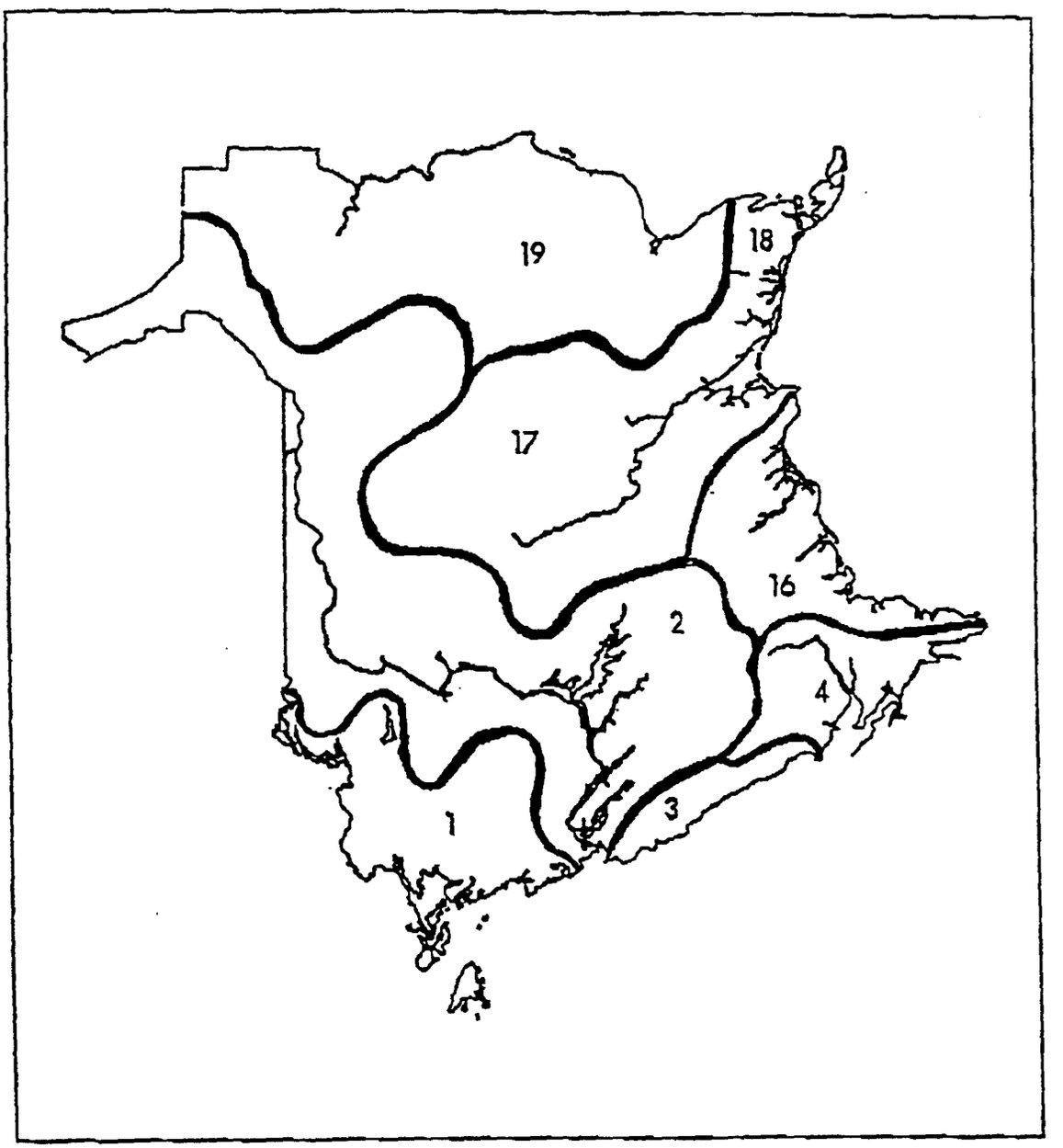
4. A phase in period of five years will allow persons currently cultivating Rainbow trout to come into compliance with this new policy. This transition period will minimize economic hardship on these growers given the new policy position. During the transition period, growers not in compliance with the policy will still be required to have an aquaculture license authorizing the licensee to have Rainbow trout on a temporary basis.

3. La Loi sur l'aquaculture du Nouveau-Brunswick est l'autorisation légale aux fins d'application de la politique.

4. Une période de mise en oeuvre progressive de cinq ans permettra aux personnes qui se livrent actuellement à l'élevage de la truite arc-en-ciel de se conformer à cette nouvelle politique. Cette période de transition minimisera les difficultés économiques de ces producteurs, compte tenu de l'orientation de la nouvelle politique. Au cours de la période de transition, les producteurs qui ne satisfont pas aux exigences de la politique devront tout de même obtenir un permis d'aquaculture les autorisant à posséder temporairement des truites arc-en-ciel.

New Nouveau Brunswick

RAINBOW TROUT DISTRICTS / RÉGIONS SUR LA TRUITE ARC-EN-CIEL



RAINBOW TROUT POLICY DISTRICTS / RÉGIONS SUR LA TRUITE ARC-EN-CIEL

DISTRICT NO. NO. DE DISTRICT	DISTRICT NAME NOM DU DISTRICT	COASTAL END POINTS* EXTRÉMITÉS CÔTIÈRES*
1	Southwestern New Brunswick Sud-ouest du Nouveau-Brunswick	Maine to Lorneville incl. islands Frontière du Maine - Lorneville, y compris les îles
2	Saint John River Rivière Saint-Jean	Lorneville to Mispec Point Lorneville - Pointe Mispec
3	Fundy New Brunswick Fundy Nouveau-Brunswick	Mispec Pointe to C. Enrage Pointe Mispec - C. Enrage
4	Chignecto Bay Baie Chignectou	C. Enrage to C. Chignecto C. Enrage - C. Chignecto
16	Northumberland North Northumberland Nord	Cape Tormentine to Pt. Escuminac Cap Tourmentin - Pte Escuminac
17	Miramichi Miramichi	Pt. Escuminac to Barreau Pt. Pte Escuminac - Pte Barreau
18	Shippagan Shippagan	Barreau Pt. to Blue Cove Pte Barreau - Anse-Bleue
19	Chaleur Chaleur	Blue Cove to Quebec Border Anse-Bleue - Frontière du Québec

* Districts will include all drainage basins entering the sea between the indicated end points.
* Les districts comprennent tous les bassins hydrographiques qui donnent sur la mer entre les extrémités indiquées.

FISHERIES & OCEANS CANADA / PÊCHES ET OCÉANS CANADA

TABLE OF PERMITTED USES FOR RAINBOW TROUT
TABLEAU DES UTILISATIONS AUTORISÉES POUR LA TRUITE ARC-EN-CIEL

	A	C	D	G	H	E	F	B
District	Sea Ranching/ Elevage en mer	Cage culture non-tidal/ Elevage en cages (eaux sans marée)	Cage culture tidal/ Elevage en cages (eaux à marée)	Put-and-take/ Empoissonnement régulier	Self-sustaining/ Empoissonnement de propagation	Open culture/ Elevage en eau libre	Closed farm or fish-out/ Pisciculture fermée ou étang de pêche	Enclosed systems/ Systèmes fermés
1	N	N	+	N	N	N	+	+
2	N	N	N	N	N	N	+	+
3	N	(+)	+	+	(+)	(+)	+	+
4	N	(+)	+	+	(+)	(+)	+	+
16	N	N	N	N	N	N	(+)*	+
17	N	N	N	N	N	N	(+)*	+
18	N	N	N	N	N	N	(+)*	+
19	N	N	N	N	N	N	(+)*	+

N - use not permitted/ utilisation défendue + - approved use/ utilisation approuvée (+) - selective approval only/ autorisation sélective seulement.

* Note: DFO, DNRE and DFA have decided that selective approval in these regions would be permitted.
* À noter: Le MPO, MRNE et le MPA ont décidé que l'autorisation sélective serait permise dans ces régions.

FISHERIES AND OCEANS CANADA DEFINITION OF TECHNIQUES FOR RAINBOW TROUT INTRODUCTION

A. SEA RANCHING

The deliberate release of fish into the sea for feeding at large, followed by the subsequent recapture by the proponent, usually at or near the release site. No natural regeneration in rivers is sought.

B. TOTALLY ENCLOSED SYSTEM

A man-made fish-rearing facility, often involving the recirculation of water, which would normally be contained within four walls and which would be designed such that accidental escape, unauthorized transfer or disease introduction to natural waters would be impossible. Facilities most likely to qualify as enclosed system would be laboratories and aquaria.

C. CAGE CULTURE (NON-TIDAL WATER)

Netting, plastic or wire mesh enclosures in fresh water where fish are held throughout their growth period to market site. Recapture of escaped fish within 50 metres of the cages is permitted.

D. CAGE CULTURE (TIDAL WATER)

Netting, plastic, or wide mesh enclosures in brackish or sea waters. Capture of escaped fish within 100 metres of the cages is permitted.

E. OPEN CULTURE

A fish culture facility at which rainbow trout are incubated and/or reared, and where the use of concrete or dirt ponds with direct connection to a natural water body increases the likelihood of escape.

PÊCHES ET OCEANS CANADA DÉFINITION DES TECHNIQUES D'ÉLEVAGE DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL

A. ÉLEVAGE EN EAU DE MER

La libération de poissons dans la mer à des fins de nourrissage et de reprise du poisson par l'exploitant, habituellement au point de libération ou à proximité. Aucune reproduction naturelle dans les rivières n'est envisagée.

B. SYSTÈME TOTALEMENT FERMÉ

Une installation artificielle d'élevage de poisson, dotée le plus souvent d'un système de re-circulation de l'eau, qui serait normalement renfermé entre quatre murs et conçue de façon à éliminer toute possibilité d'évasion accidentelle du poisson, de transfert non autorisé ou de propagation de maladies en milieu marin naturel. Les installations les plus susceptibles d'être acceptées comme système fermé sont les laboratoires et aquariums.

C. ÉLEVAGE EN CAGES (EAUX SANS MARÉE)

Cages faites de filet ou de fils plastiques ou métalliques placées en eau douce et dans lesquelles on conserve le poisson pendant sa période de croissance jusqu'à ce qu'il soit assez gros pour être vendu. On peut recapturer dans un rayon de 50 mètres autour des cages tout poisson qui s'en échappe.

D. ÉLEVAGE EN CAGES (EAUX À MARÉE)

Cages faites de filet ou de fils plastiques ou métalliques placées en eau saumâtre ou en eau de mer. On peut recapturer dans un rayon de 100 mètres autour des cages tout poisson qui s'en échappe.

E. ÉLEVAGE EN BASSIN

Une installation de pisciculture servant à l'incubation ou à l'élevage de la truite arc-en-ciel ou les deux et/ou l'aménagement d'étangs de terres ou de béton communiquant avec une nappe d'eau naturelle augmente les chances d'évasion.

F. CLOSED FARM OR FISH-OUT PONDS

Man-made or natural water bodies which meet the following criteria:

(a) Preferably only one water inlet or outlet to natural waters, never more than two each.

(b) Inlets will be adequately screened sufficient head-drop and/or velocity to prevent fish passage at all water levels.

(c) Triple screens with a clear opening of 2-10 cm shall be installed at each outlet so that extreme flooding will not top them. Two millimetre screening is mandatory for operations using fry or small fingerling. Sumps are to be cleaned of fish as necessary.

F. FERME AQUICOLE FERMÉE OU ÉTANG DE PÊCHE

Nappes d'eau artificielles ou naturelles qui satisfont aux critères suivants:

(a) De préférence, la nappe n'aura qu'une entrée ou sortie communiquant avec une source d'eau naturelle; il ne doit jamais en avoir plus de deux.

(b) Il faut doter les entrées en grillages adéquats ou s'assurer que la vitesse du courant ou la différence de hauteur d'eau soit suffisante pour empêcher le passage du poisson entre divers niveaux.

(c) Il faut installer un grillage triple ayant une ouverture libre de deux à dix centimètres à chaque sortie de façon à ce que l'écoulement soit assuré même dans les cas d'inondation extrême. Un grillage de deux millimètres est obligatoire dans les établissements d'élevage d'alevins ou de petits fretins. Les puisards doivent être nettoyés de tout poisson, au besoin.

G. PUT-AND-TAKE LAKE STOCKING

The annual stocking, either for immediate recapture or growth and capture, of lakes and ponds from which escape is deemed likely.

G. EMPOISSONNEMENT RÉGULIER

L'empoissonnement annuel, pour la reprise immédiate ou l'élevage, de lacs et d'étangs présentent de bonnes chances d'évasion.

H. SELF-SUSTAINING STOCKING

The introduction of regenerating rainbow trout stocks by a short period (2-4 years) of planting, usually from a common stock source.

H. EMPOISSONNEMENT À DES FINS DE PROPAGATION

Introduction de stocks de truites arc-en-ciel reproducteurs à des intervalles restreints (2 à 4 années) et habituellement à partir d'un stock commun.

GUIDELINES FOR A STATIONARY TYPE SCREEN AT WATER INTAKES TO PREVENT LOSSES OF JUVENILE SALMON AND TROUT

1. An open area of 2 square feet (0.19 m^2) of screen shall be provided for each cubic foot per second (0.028 m^3) or 375 imperial gallons per minute diverted.

2. Sufficient screen area must be provided to ensure approach velocities are less than 0.5 feet per second (approx. 0.15 m/sec) and velocity through the net screen area is not greater than 0.5 feet per second (approx. 0.15 m/sec).

3. Screens are usually made up in panels constructed of a frame of steel angles or channels with the mesh stretched over the frame.

4. The screen shall have openings not less than three meshes per inch (25 mm).

5. The screen panel should fit snugly in the guides so that spaces larger than the clear opening in the mesh do not occur. A double set of guide slots positioned back to back should be provided. A spare screen is then slipped into the spare slots while the first panel is removed for maintenance.

6. To accommodate maintenance operations, a spare screen is required.

7. A trash rack shall be installed to protect screen panels from damage (i.e. logs). Normally the trash rack bar spacing used is 6 inches (approx. 150 mm).

8. The screen shall be cleared of debris at regular intervals. Screens with the above specifications are applicable to relatively small water diversions. Large water diversions, particularly surface diversions, present difficult cleaning problems and will generally require special consideration, perhaps involving a self cleaning type screen.

DIRECTIVES SUR UN GRILLAGE FIXE AUX PRISES D'EAU POUR ÉVITER LES PERTES DE JEUNES SAUMONS ET DE TRUITES

1. Une aire découverte de grillage de deux pieds carrés (0,19 m^2) doit être prévue pour chaque pied cube la seconde (0,028 m^3) ou 375 gallons impériaux d'eau détournés la minute.

2. Une aire de grillage suffisante doit être prévue afin que les vitesses d'approche soit inférieure à 0,5 pied la seconde (environ 0,15 m / sec.) et que la vitesse à travers l'aire de grillage net ne dépasse pas 0,5 pied la seconde (environ 0,15 m / sec.).

3. Les grilles sont habituellement des panneaux formés à l'aide d'un cadre avec angle en acier ou canaux sur lequel un grillage est étiré.

4. La grille doit être munie d'ouvertures ne dépassant pas trois mailles par pouce (25 mm).

5. Le panneau grillagé doit bien s'ajuster dans les guides afin que la grandeur des espaces ne dépasse pas celle de l'ouverture libre de la maille. Deux séries de fentes guides dos à dos doivent être prévues. Une deuxième grille peut alors être glissée dans les fentes libres avant l'enlèvement du premier panneau pour l'entretien.

6. Pour faciliter les travaux d'entretien, une deuxième grille est nécessaire.

7. Une grille à déchets doit être installée pour protéger les panneaux de grillage contre les dommages (par exemple billots). Habituellement, l'espacement des barres de la grille à déchets est de six pouces (environ 150 mm).

8. Les déchets doivent être enlevés régulièrement de la grille. Les grilles ayant les dimensions ci-dessus s'appliquent aux détournements d'eau relativement faibles. Les grands détournements d'eau, surtout les déviations d'eau de surface, posent de graves problèmes de nettoyage. Il faudra en général, leur accorder des soins spéciaux, comprenant peut-être l'installation d'une grille autonettoyante.

Draft

Code of Containment for Aquacultured Salmonids at Bay D'Espoir

In the past few years, there has been significant progress in ensuring adequate containment of aquaculture fish at Bay D'Espoir. However, there is recognition that the existing containment measures may be insufficient or require additional rigour. The following code builds on the existing measures (Industry Code of Practice; Provincial Aquaculture Development Plan; April 1997 Draft Atlantic Code of Containment) to develop a system that incorporates the necessary and reasonable requirements to ensure the minimization of risks to wild stocks. The code is a standard, which, in the case of existing cultured streams at Bay D'Espoir, the industry will adapt over time. In the case of new North-West Atlantic salmon strains and diploid rainbow trout, the code takes effect immediately.

Principles/Objectives

Minimizes escapes of farmed salmon (Consistent with the NASCO Oslo Resolution).

Recognizes the benefits, including socio-economic benefits resulting from the development of salmon aquaculture (As per the NASCO Oslo Resolution).

Forward-looking and seeking continual improvement.

Comprehensive in terms of both general and site-specific application.

Consistent with NASCO priorities concerning the containment of aquacultured salmonids.

State-of-the-art when compared to containment codes currently existing in other jurisdictions[1].

Serves as a model for other jurisdictions to emulate, although the Bay D'Espoir industry accounts for less than half of one percent of the world's production of farmed Atlantic salmonids.

Makes good economic sense. It is in the growers best interest to contain the fish.

Transportation and Handling

Transportation of salmonids must be undertaken in a manner that minimizes the risk of loss of fish.

Fish boxes are to be loaded onto a flatbed for transportation to the wharf. Covered fish boxes secured with straps to prevent the boxes from tipping are required.

Fish boxes are to be lifted by barge crane from the flatbed onto the barge and delivered by the barge to the cage site. The fish box is to be lifted from the barge, submerged in the fish cage, and removed bottom up.

Towing of cages must be undertaken by two or more vessels so as to provide a back-up. Each vessel must have sufficient power to advance the cages at an adequate speed.

The speed of the tow, including calculation for current velocity, must not exceed the swimming speed of the caged fish in tow. Frequent observations of the fish during the tow are carried out.

Close attention must be paid to tides, current and wind forecasts – particularly for lengthier tows.

---

[1] For a discussion of the subject see "Discussion Framework for a Canadian Salmon Farming Industry Cod of Practice", Aqua-Vision Consulting Ltd., July 1998

Close attention must be paid to securing the tow lines to the towing vessel. Care must be taken not to secure the line too far aft, as this will restrict the towing vessel's ability to steer.

The towing vessel must carry extra rope and a small runabout, (12' to 16').

The tow line should be long enough that the wake of the towing vessel has dissipated before it reaches the cages in tow.

The nets of cages to be towed must be shortened to reduce drag and to prevent "bagging" of the net while in tow.

A heavier set of net (anchors) weights should be used to prevent "bagging" up toward the surface as it is towed.

When grading or weight sampling operators must utilize a tarpaulin spread below the grading or weight sampling apparatus to catch any fish which may fall during the process.

Operators must use a second net held underneath the boom truck net to minimize the loss of fish when fish are dip netted from the cage with a boom truck.

Equipment Standards

Nets:

Nets will be only obtained from a manufacturer/supplier whose equipment design specification and standards meet generally accepted aquaculture industry standards.

Net design and specification shall be commensurate with the prevailing condition of the site;

An annual 4-point stress test of all nets which are over three years old and in active service shall be conducted by an inspection approved by DFA. Documentation of the test results shall be retained by the operator for a minimum of two years for audit purposes. The stress testing protocol and minimum breaking strength requirements are as follows:

- The net must be removed from the water and dried.
- The stress test shall be conducted with an electronic dynamometer or similar tension scale instrument
- For each point tested, use the average of three tests as the result
- The four points to be tested on each net are:
  - The jumpskirt (area between the water line and the top line)
  - The next 2 meters below the jumpskirt
  - The side panels
  - The bottom
- If components 1 or 2 fail the stress test, the net may be repaired to meet the standard and put back into service. If components 3 or 4 fail the test, the net shall be condemned.
- Minimum breaking strengths for new nets and minimum strength required before replacement are as follows:

	Mesh Size (Stretched) (Inches)	Min. new breaking strength (lbs.)	Min Breaking strength before replacement (lbs)
Smolt nets	1 1/8 – 1 3/8	200	80
Pre-Market nets	1 7/8 – 2 3/8	300	120
Predator nets	3 – 5	400	160

The mesh size must be of a dimension to ensure containment of the smallest fish in the enclosure based on an upcoming experiment designed to match fish size and mesh size.

Grading of fish by size should be done in a manner that ensures that fish are placed in a net of the appropriate mesh size

Only knotless nets, hung square are to be used.

Each net in active service shall be marked by the manufacturer with its name, and year produced, original breaking strength, and net dimensions. The markings shall be punched or imprinted on a seawater resistant aluminum pipe or plastic tag which is threaded on to the top rope eye of one of the down lines.

All nets in use shall be U.V. protected.

All nets shall be treated with anti-foulants.

Nets shall be secured to the cage collar such that the latter bears the strain (i.e., the strain must not be borne by the hand rail)

Net weights shall be installed in such a manner as to prevent net chafing.

Only minor repairs to netting shall be performed under water. Major repairs should be done ashore.

Cages:

Cage will only be obtained from a manufacturer/supplier whose equipment design specification and standards meet generally accepted aquaculture industry standards. The operator agrees to provide the original construction information on the cage system, as per Schedule I, as a condition of licence.

Design and specifications shall match the normal maximum conditions likely to occur at a site.

Cage designs cannot be used without a proven history of performance which assesses the system to ensure compatibility with site conditions and containment objectives

Moorings:

Moorings permitted are of two types; namely, bottom fast anchors and rock anchors.

Mooring design shall be compatible with the cage equipment and site conditions (including bottom type and topography) and be installed in accordance with the cage manufacturer or supplier's specifications.

Inspections shall be conducted on subsurface mooring components every two years for replacement of shackles and ropes (subject to specifications, site conditions, observed wear and tear).

Site Inspections:

The operator shall conduct regular (at least twice weekly) on site inspections of all net, cage, and surface mooring components to ensure the integrity of the cage system. The frequency of inspections is subject to local conditions as approved by DFA.

The operator must comply with periodic audits of the cage systems at the discretion of the Licencing Authority or DFO.

The operator must repair any known damage to net, cage or mooring structures immediately.

Predator Control

To address those predators known to be of local concern, a site-specific predator control plan designed in conjunction with and approved by the Licencing Authority shall be implemented by the operator at the licenced site. Control measures may include, but not be limited to, the following devices or procedures:

For seals: double bottom nets, bag nets, acoustic deterrent devices.

For otters or mink: traps, net inspections and repairs.

For birds: top sewn nets or other effective attachment methods available may be used.

Ice Protection

Over-wintering must be confined to only those sites where there is shore-fast ice (e.g. Roti Bay, Vyse Cove, Northwest Cove) without the massive ice shifts which occur in less sheltered locations.

Over-wintering must be confined to areas, which minimize the potential for high winds and/or freezing spray to interfere with cage stability.

I Ice-booms must be deployed at aquaculture over-wintering sites in accordance with the detailed site-specific specifications recommended to minimize ice damage and effects on aquaculture facilities by the consultant's report "*Design, Construction and Evaluation of ice Booms at Salmonid Sites in Bay D'Espoir*" (Feb 1998).

Inventory Monitoring/Reconciliation

Essential part of good husbandry to keep track of inventory of fish at various stages.

DFA undertakes to provide a semi-annual inventory reconciliation, which will indicate: numbers introduced; mortalities; removals; and escapes.

Numbered cages and cage-by-cage recording required.

DFA must provide a semi-annual inventory reconciliation, which will indicate: number of fish introduced; mortalities; removals; and escapes.

Numbered cages and cage-by-cage recording is required.

DFO must be immediately notified of any known escapes of aquacultured salmonids. The date, time, probable cause and estimate of the number of escaped fish must be documented.

Recapture/Contingency

Recent experiments in recapture at Bay D'Espoir show very promising results and high expectations of success of live recapture methods.

Fish tend to remain for a period of time around the cages, and also tend to mill about near the tail-race of the hydro-plant, which greatly aides re-capture efforts.

Some further experimentation early this year is expected to aid in further refinements of recapture protocols by Fall 1999.

Lead time for refinement of recapture technology exists, since the earliest that live fish of new strains could be introduced into the marine environment is late Fall

DFO undertakes to continue work on recapture technology with the objective of establishing recapture protocols by Fall 1999.

DFA undertakes to implement acceptable recapture technology as soon as experimental results can indicate appropriate refinements.

Monitoring/Enforcement

DFO approval of introductions and transfers of non-local Northwest Atlantic salmon and all-female diploid rainbow will be contingent upon DFA implementation, monitoring and enforcement of the provisions of this Code of Containment.

DFA undertakes to provide the necessary monitoring and enforcement to ensure containment practices and procedures specified in this proposal are adhered to.

Monitoring will be facilitated through the efforts of existing DFA personnel currently stationed at Bay d'Espoir.

Enforcement will be effected by inclusion of all containment practices, procedures and provision of this proposal, as a condition of licence under section 6 of the Aquaculture Act.

Sanctions for violations, under the Act, could range from restrictions placed on the aquaculture licence to suspension, or even cancellation, of the licence.

DFO personnel will periodically monitor compliance with the practices and procedures contained in this proposal. This may take the form of independent audit, site inspection/visits, or other investigations.

DFO enforcement and possible sanctions are significant, since fish introductions to the province, and the frequent transfers between sites in Bay d'Espoir, require DFO approval.

Assessment

DFA and DFO will actively engage in examining and implementing means to assess the number of aquaculture escapees that may be entering river systems in Bay d'Espoir.

Other Mitigative Measures

Cages shall not be sited in close proximity to river mouths

All Females diploid rainbow trout eggs must only be sourced from a DFO approved hatchery.

Salmonid growers in Bay D'Espoir will be given the opportunity to participate in seminars to promote education and awareness of these containment practices