



SODIM

Société de développement de l'industrie maricole inc.

*Essais de moulées au Canada – Utilisation de
diètes performantes afin de réduire les impacts
environnementaux de l'industrie aquacole en
eau douce*

Rapport final

Dossiers n^{os} 710.76/87

Rapport commandité par la SODIM

Juin 2005

**ESSAIS DE MOULÉES AU CANADA
UTILISATION DE DIÈTES PERFORMANTES AFIN DE RÉDUIRE LES IMPACTS
ENVIRONNEMENTAUX DE L'INDUSTRIE AQUACOLE EN EAU DOUCE**

PROJET MENÉ DANS LE CADRE DU :

***PARTENARIAT INTERPROVINCIAL POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE
L'AQUACULTURE EN EAU DOUCE***

PAR

**ÉRIC BOUCHER, coordonnateur de projet
GRANT VANDENBERG, directeur scientifique**

Avec la collaboration de :

Ferme piscicole des Bobines, QC
Marinard Aquaculture, QC
Pisciculture des Alléghanys, QC
Pisciculture Mont-Tremblant, QC

Pisciculture Val-des-Bois, QC
Alma Aquaculture Research Station, ON
Lab. Régional des Sciences Aquatiques, QC

JUIN 2005
(révisé - juin 2006)

AVERTISSEMENT

Le présent document est la transcription intégrale du rapport de recherche final transmis par M. Éric Boucher pour le partenariat interprovincial pour le développement durable de l'aquaculture en eau douce à la Société de recherche et de développement en aquaculture continentale (SORDAC) inc., à titre d'organisme parrain, le tout en accord avec les conditions générales du programme PCRDA et du plan stratégique 2001-2004 de la SORDAC.

Responsabilité

Le lecteur est avisé que le présent rapport et son contenu sont fournis à titre d'information générale seulement. Il est entendu que le chercheur, la SORDAC et le MPO n'assument aucune responsabilité de quelque nature qu'elle soit, dans l'hypothèse où le lecteur entreprendrait, malgré le présent avertissement, d'appliquer, d'interpréter ou de se servir des résultats ou des conditions dudit rapport.

Propriété intellectuelle

Ce document est protégé par la Loi sur le droit d'auteur (S.R.C., ch. C-30, art. 1). Aucune partie de ce document ne peut être reproduite, traduite, diffusée, communiquée ou publiée sous quelque forme ni sous quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, sans avoir obtenu, au préalable, l'autorisation écrite de la SORDAC.

PROJET RÉALISÉ DANS LE CADRE DU :

PARTENARIAT INTERPROVINCIAL POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'AQUACULTURE EN EAU DOUCE

Comité directeur (*Partenariat interprovincial*) :

M. Pierre Dubé (SORDAC Inc., QC)
M. Éric Gilbert (Bureau du commissaire au développement en aquaculture)
Dr. Réal Lallier (Réseau Aquaculture Québec, QC)
M. Curt McNoughton (Alberta Fish Farmers Association)
M. Mike Meeker (Northern Ontario Aquaculture Association)
M. Jim Taylor (Ontario Aquaculture Association)
M. Sylvain Lareau (Association des Aquaculteurs du Québec)

Comité scientifique (*Essais de moulées*) :

M. Éric Boucher (Partenariat interprovincial)
M. Yves Boulanger (Pisciculture des Alléghanys, QC)
M. Francis Dupuis (Marinard Aquaculture, QC)
M. Éric Gilbert (Bureau du commissaire au développement en aquaculture)
M. Sylvain Lareau (Association des Aquaculteurs du Québec)
M. Jean Maheu (Pisciculture Val-des-Bois, QC)
M. Mike Meeker (MTM Aquaculture, ON)
M. Rich Moccia (University of Guelph, Alma Aquaculture Centre, ON)
M. Steve Naylor (Ontario Min of Agriculture & Food)
M. Guy Ouellet (Min. de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec)
M. Normand Roy (Ferme piscicole des Bobines, QC)
Ms. Karen Tracey (Northern Ontario Aquaculture Association)
Dr. Grant Vandenberg (Université Laval, QC)

TABLE DES MATIÈRES

	page
AVERTISSEMENT	i
COMITÉS DIRECTEUR ET SCIENTIFIQUE	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES ANNEXES	xi
RÉSUMÉ	xiii
1 INTRODUCTION	1
2 MÉTHODOLOGIE	3
2.1 Analyses des moulées utilisées pour l'étude	4
2.2 Essais en laboratoire	5
2.2.1 Laboratoire Régional des Sciences Aquatiques (LARSA), Québec	6
2.2.2 Station de Recherche Aquacole d'Alma (AARS), Ontario	6
2.2.3 Station de Recherche Aquacole d'Alma (AARS), Ontario	7
2.3 Essais sur fermes d'élevage commercial	7
2.3.1 Pisciculture des Alléghanys, Station Saint-Alexis-des-Monts	8
2.3.2 Ferme piscicole des Bobines	9
2.3.3 Pisciculture de Marinard Aquaculture	9
2.3.4 Pisciculture des Alléghanys, Station Saint-Alexis-des-Monts	10
2.3.5 Pisciculture Mont-Tremblant	10
2.3.6 Pisciculture Val-des-Bois	11
2.3.7 Pisciculture de Marinard Aquaculture	11
2.4 Nombre de bassins, statistiques et représentativité des moulées	12
3 RÉSULTATS	13
3.1 Analyses des moulées utilisées pour l'étude	13
3.2 Essais de moulées	13
3.2.1 Indice de conversion alimentaire	17
3.2.2 Bilan et rejets de phosphore	17
3.2.3 Coefficient d'unité thermique de croissance	19
3.2.4 Indice de dépôt de gras viscéral et facteur de condition	19
3.2.5 Coloration et goût de la chair	21

4 DISCUSSION.....	23
4.1 Analyses des moulées utilisées pour l'étude.....	23
4.2 Essais de moulées.....	24
4.2.1 Nombre de bassins et représentativité des moulées.....	25
4.2.2 Indice de conversion alimentaire.....	25
4.2.3 Bilan et rejets de phosphore.....	26
4.2.4 Coefficient d'unité thermique de croissance.....	28
4.2.5 Indice de dépôt de gras viscéral et facteur de condition.....	29
4.2.6 Coloration et goût de la chair.....	30
5 CONCLUSION.....	33
6 REMERCIEMENTS.....	35
7 RÉFÉRENCES.....	37
ANNEXE 1.....	39
ANNEXE 2.....	41
ANNEXE 3.....	49

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1	Réglementation danoise sur la composition de la moulée.....	1
Tableau 2	Liste des expériences associées aux essais de moulées.....	3
Tableau 3	Nombre de bassins expérimentaux selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation.....	12
Tableau 4	Données recueillies lors de l'analyse des moulées à l'été 2004.....	15
Tableau 5	Données recueillies lors de l'analyse des moulées à l'hiver 2004-2005.....	16
Tableau 6	Indice de conversion alimentaire selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation.....	17
Tableau 7	Rejets de phosphore total selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation.....	18
Tableau 8	Rejets de phosphore, fraction dissoute, selon la catégorie de moulée et l'espèce de poisson, pour les installations en laboratoire seulement.....	18
Tableau 9	Coefficient d'unité thermique de croissance selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation.....	19
Tableau 10	Indice de dépôt de gras viscéral selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation.....	20
Tableau 11	Facteur de condition des poissons selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation.....	20
Tableau 12	Indice de coloration de la chair des poissons selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation.....	21
Tableau 13	Cotes moyennes d'acceptabilité des truites nourries avec les diètes Canadiennes et danoises.....	22
Tableau 14	Indice de conversion alimentaire et coûts pour chaque catégories de moulées de l'expérience.....	26

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1	Rejets en phosphore par kg de production en fonction de l'indice de conversion alimentaire.....	27
Figure 2	Dépôts de gras viscéral chez l'omble de fontaine.....	30
Figure 3	Coloration de la chair chez l'omble de fontaine.....	30
Figure 4	Coloration de la chair chez la truite arc-en-ciel.....	31

LISTE DES ANNEXES

	Page
Annexe 1	Caractéristiques des moulées utilisées.....39
Annexe 2	Résultats non amalgamés pour chaque protocole.....41
Annexe 3	Protocoles détaillés pour les essais en laboratoire et sur les fermes d'élevage commercial.....49

RÉSUMÉ

Depuis la fin des années 80, l'industrie danoise de production de salmonidés est régie par des lois et règlements régissant la composition des moulées commerciales utilisées par les éleveurs. Ainsi, une limite maximale est établie pour le phosphore, l'azote, les cendres, l'indice de conversion alimentaire et une limite minimale pour l'énergie totale et digestible. La création de quotas de moulée a eu pour effet de stimuler le développement de moulées performantes au plan zootechnique, économique et environnemental. Une mission réalisée au Danemark en 2003 a permis une meilleure compréhension des produits disponibles et l'identification de moulées d'intérêt pour les éleveurs commerciaux du Québec et du Canada (Lareau et al. 2004).

L'objectif de la présente étude est de vérifier si les truites d'élevage (omble de fontaine, truite arc-en-ciel et omble chevalier), alimentées avec des moulées danoises à haute énergie, conformes aux normes environnementales danoises, et inspiré d'une stratégie nutritionnelle danoise, présentent un meilleur indice de conversion alimentaire et des impacts environnementaux inférieurs, particulièrement en regard des rejets de phosphore, par rapport aux moulées traditionnelles actuellement utilisées par les éleveurs commerciaux du Québec et du Canada et par rapport aux moulées canadiennes nouvellement développées.

Pour répondre à cet objectif, des essais de moulée ont été élaborés à petite échelle sous conditions contrôlées en laboratoire et à grande échelle sous conditions normales d'élevage commercial, et ce, pour plus d'une espèce de salmonidés. L'analyse des moulées utilisées lors des essais ont principalement montré que certaines moulées danoises contenaient plus de phosphore qu'elles ne devraient (jusqu'à 50 % de plus). Quant aux essais proprement dits, on constate que les performances sur le plan zootechnique des moulées danoises et des nouvelles moulées canadiennes ont été supérieures à celles des moulées canadiennes traditionnelles. Cependant, les teneurs en phosphore plus élevées que les limites établies par la réglementation danoise (pour les moulées danoises de petites tailles) ont contribué à la diminution des avantages possibles en terme de performance environnemental. Quant aux indices de conversion alimentaire (ICA), les poissons nourris avec les moulées de catégorie danoise ont obtenus des ICA inférieurs à ceux des poissons nourris avec les nouvelles moulées canadiennes et ceux-ci étaient inférieurs à ceux des poissons nourris avec les moulées traditionnelles canadiennes. L'étude réalisée à la Station de Recherche Aquacole d'Alma, en Ontario, a, de plus, permis de constater que lorsque les truites étaient nourries avec les moulées à haute énergie et à faible teneur en phosphore, on obtenait une diminution

significative de l'indice de conversion alimentaire et une réduction importante des rejets en phosphore total. De plus, il est important de noter que les gains en ICA correspondent aux hausses des coûts par tonne de moulée. Ces prix plus élevés pour les moulées « à haute énergie » n'affectent donc pas directement le coût de production mais offrent des possibles économies pour certain frais indirects.

En se basant sur les résultats de l'étude, l'utilisation des moulées performantes au plan zootechnique, économique et environnemental est donc un moyen recommandé aux éleveurs de salmonidés canadiens afin qu'il puissent se conformer à la réglementation environnementale, et ce, tout en gardant leurs coûts de production compétitifs.

1 INTRODUCTION

L'industrie canadienne aquacole est relativement jeune et a définitivement un potentiel économique important; sa croissance annuelle dépasse 10 % et injecte un milliard de dollars dans l'économie canadienne chaque année. La croissance du secteur de l'élevage en eau douce est cependant stagnante depuis quelques années et ce, malgré la quantité et la qualité des eaux souterraines et eaux de surface. En fait, le Canada offre un potentiel d'expansion important pour l'industrie aquacole en eau douce. La faible croissance de l'industrie est due, en partie, aux préoccupations environnementales associées aux impacts potentiels des activités commerciales aquacoles. Ces préoccupations ont mené à un ralentissement significatif de l'expansion de l'industrie, et ce, dans des secteurs clés de production. Pour que l'industrie réalise son potentiel, l'impasse présente doit être résolue d'une manière rationnelle, basée sur des considérations de développement durable, via le transfert de technologie, la recherche et le développement dans les secteurs qui limitent présentement l'expansion de l'industrie.

Depuis la fin des années 80, l'industrie danoise de production de salmonidés fait face à des lois gouvernementales réglementant la composition des moulées utilisées par les éleveurs. En fait, la réglementation impose des quantités maximales pour le phosphore, l'azote et les cendres, un niveau minimal d'énergie totale et digestible et un taux de conversion maximal (voir tableau 1). La création de quotas de moulée a donc engendré des préoccupations importantes envers les taux de conversion alimentaire, ceux-ci étant les plus déterminants pour la productivité d'une ferme d'élevage.

Tableau 1 Réglementation danoise sur la composition de la moulée
(adoptée en 1989, modifiée en 1994 et 1995)

Items	Limites
Énergie brute (minimum)	25 MJ/kg poids sec
Digestibilité (minimum)	80 % de l'énergie brute
N total (maximum)	9 %
Poussière (maximum)	1 % poids sec
P total (maximum)	1 % poids sec (~ 0,9 % poids humide)
Taux de conversion	1:1 (0,85 courant)

Durant une récente mission au Danemark, des rencontres avec trois compagnies productrices de moulée (Aller Aqua, Dana Feed, BioMar) ont été organisées (Lareau et al. 2004). Ces compagnies sont reconnues pour la qualité des moulées produites et qui doivent se conformer aux lois danoises. Les rencontres ont permis une meilleure compréhension des produits

disponibles et ont permis d'identifier certaines moulées qui pourraient être utilisées par les éleveurs canadiens. Une série d'essais de moulées a donc été planifiée afin de comparer les moulées danoises sélectionnées à celles disponibles au Canada.

Des essais de moulée ont donc été effectués sur des sites commerciaux d'élevages du Québec. D'autres essais ont aussi été effectués à des niveaux plus expérimentaux et sous des conditions plus contrôlées afin de supporter les résultats provenant des fermes commerciales. Ces études ont permis d'évaluer les diètes danoises et de comparer leur performance à celle des canadiennes, d'en évaluer les différences en terme de croissance des poissons et en terme de rejet d'éléments nutritifs dans l'environnement.

2 MÉTHODOLOGIE

Notre hypothèse générale est que les truites d'élevage au Canada, nourries avec une moulée à haute énergie, conforme aux règlements environnementaux danois et inspiré d'une stratégie nutritionnelle danoise, auront un meilleur indice de conversion alimentaire (ICA) et auront moins d'impacts environnementaux (surtout vis-à-vis les rejets de phosphore) que les truites nourries avec les moulées utilisées couramment par les éleveurs canadiens.

Pour tester cette hypothèse, le Partenariat a réalisé une étude qui a permis de comparer certaines moulées provenant du Danemark avec certaines disponibles au Canada.

Cette comparaison a été accomplie à deux niveaux :

- À petite échelle, en laboratoire, sous conditions contrôlées;
- À grande échelle, sur fermes d'élevage commercial.

Et pour trois espèces différentes de salmonidé :

- Truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) (TAC);
- Omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) (OdF);
- Omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) (OC).

Le tableau 2 présente, en détail, la liste des expériences pour chaque niveau et pour chaque espèce associés aux essais de moulée.

Tableau 2 Liste des expériences associées aux essais de moulées

2.1 Analyses des moulées utilisées pour l'étude
2.2 Expériences en laboratoire
2.2.1 Laboratoire Régional des Sciences Aquatiques, LARSA (OdF)
2.2.2 Station de Recherche Aquacole d'Alma, AARS (TAC)
2.2.3 Station de Recherche Aquacole d'Alma, AARS (OC)
2.3 Expériences sur ferme d'élevage
2.3.1 Pisciculture des Alléghanys (TAC)
2.3.2 Ferme piscicole des Bobines (TAC)
2.3.3 Pisciculture de Marinard Aquaculture (OdF)
2.3.4 Pisciculture des Alléghanys (OdF)
2.3.5 Pisciculture Mont-Tremblant (OdF)
2.3.6 Pisciculture Val-des-Bois (OdF)
2.3.7 Pisciculture de Marinard Aquaculture (OC)

Pour cette section, seules les grandes lignes du protocole seront présentées. Chaque laboratoire (3) et chaque ferme d'élevage (7) disposaient de protocoles spécifiques qui peuvent être consultés en annexe 3.

2.1 ANALYSES DES MOULÉES UTILISÉES POUR L'ÉTUDE

Différentes moules ont été importées du Danemark. Toutes les moules étaient des moules commercialement produites, utilisées couramment par les éleveurs du Danemark et étaient formulées selon la réglementation environnementale danoise. Ces moules importées étaient :

- Aller Cirkel™
- Aller Elips™
- BioMar Ecolife 19™

Les moules canadiennes utilisées étaient principalement celles présentes sur les sites d'élevages qui ont participé à l'étude. Ces moules canadiennes traditionnelles étaient :

- Corey Vigor™
- Martin Mills ProFishent Classic Sinking™
- Martin Mills ProFishent High Energy™
- Skretting Orient™ (Apollo)

Certaines moules se sont ajoutées à l'étude, sur quelques sites expérimentaux. Ces nouvelles formulations nécessitaient d'être testées au même titre que les moules danoises, le but ultime étant de trouver un type de moule qui aidera à réduire l'impact de l'aquaculture sur l'environnement. Ces nouvelles moules canadiennes étaient :

- Corey Optimum™
- Skretting Orient LP™

Bien que les protocoles aient été conçus pour comparer les moules sur le site même, pour synthétiser, faciliter la lecture des résultats et ainsi visualiser les grandes tendances de l'étude, les moules utilisées durant les essais, tant en laboratoire que sur les fermes d'élevage commercial, ont été regroupées par catégorie.

Trois catégories ont été établies :

- Les moules danoises
- Les moules traditionnelles canadiennes
- Les moules néo-canadiennes (nouvelles formulations)

Un tableau synthèse des moules utilisées et de leurs caractéristiques fournies par les fabricants se trouvent en annexe 1.

Toutes les moules utilisées lors des essais réalisés en laboratoire ou sur les fermes d'élevage commercial ont été analysées en laboratoire pour déterminer leur composition réelle et comparer celles-ci avec celles fournies par les fabricants de moule.



Les analyses ont été accomplies selon les méthodes d'analyse standard (AOAC, 1990).

Données recueillies : - Masse sèche - Teneur en phosphore - Teneur en protéine brute
 - Teneur en lipides - Teneur en énergie - Teneur en cendres

2.2 ESSAIS EN LABORATOIRE

Les études en laboratoire ont été conçues pour collecter certaines données qu'il serait impossible de collecter à une échelle plus grande sur un site d'élevage commercial. Elles ont permis, par leur protocole expérimental, de comparer, en parallèle, la digestibilité du phosphore, les rejets phosphorés générés, ainsi que les performances biologiques des moulées danoises et canadiennes. Parmi les paramètres de performances biologiques, ceux présentés dans l'étude sont l'indice de conversion alimentaire, le coefficient d'unité thermique de croissance, le facteur de condition, l'indice de dépôt de gras viscéral et l'indice de coloration de la chair. Le coefficient d'unité thermique de croissance, moins connu, est une fonction mathématique qui permet de quantifier et de prédire la croissance des poissons en relation avec la diète, les conditions d'élevage, la taille du poisson et la température. Ces études ont aussi permis de collecter d'autres données en relation directe ou indirecte avec les propriétés des moulées évaluées.

Les objectifs des essais en laboratoire étaient donc de :

1. Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les indices de conversion alimentaire de chaque moulée;
2. Déterminer la digestibilité du phosphore contenu dans les moulées;
3. Générer un bilan de phosphore pour chaque moulée;
4. Comparer la composition des carcasses de poisson et les indices somatiques.

Pour ce faire : Pour chaque emplacement, des échantillons de poissons ont été prélevés à différent moment de l'expérimentation. À chaque échantillonnage, le poids moyen des poissons a été déterminé et un échantillon de cinq poissons a été retiré de chaque bassin. La composition des poissons retirés a été utilisée pour générer le bilan de phosphore ainsi que pour vérifier les effets directs et indirects des moulées sur les poissons étudiés. La composition des poissons a été effectuée selon des méthodes d'analyse standardisée (AOAC, 1990). Pour tenter de caractériser le type de rejet en phosphore, un test de digestibilité du phosphore a été effectué durant l'expérimentation. Un marqueur non digestible (Sipernat™) a été ajouté aux moulées. Les poissons ont été nourris pendant une semaine et les fèces ont été collectées pour chaque bassin. La collecte des fèces et l'analyse de la digestibilité du phosphore ont été accomplies selon les méthodes standardisées développées à l'Université de Guelph (Cho et Slinger 1979).

2.2.1 LABORATOIRE RÉGIONAL DES SCIENCES AQUATIQUES (LARSA), QUÉBEC



Espèce étudiée		Ombre de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	
Moulées évaluées	Moulées danoises :	Moulées traditionnelles can. :	Moulées néo-canadiennes :
	- Aller Cirkel™ - Aller Elips™ - BioMar Ecolife 19™	- Corey Vigor™ - Martin Mills Classic Sinking™ - Skretting Orient™ (Apollo)	- Skretting Orient LP™
Date des essais		19 juillet 2004 au 26 octobre 2004	
Montage expérimental	- 21 bassins suédois de 160 L - 3 bassins par moulée (triplicata) - Taille initiale moyenne des poissons : 150 g - Nombre initial de poissons par bassin : 37 - Densité finale de stockage : 30 kg/m ³	- Oxygène dissous moyen : 9,9 mg/L - Température moyenne : 11,8 °C - Photopériode : 12 h jour / 12 h nuit - Ration fixée à satiété	
	Échantillonnage et prélèvements de poissons		
		Après 0, 30, 60 et 90 jours.	
Étude de digestibilité		Effectué après 83 jours	

2.2.2 STATION DE RECHERCHE AQUACOLE D'ALMA (AARS), ONTARIO

permission de AARS



Espèce étudiée		Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	
Moulées évaluées	Moulées danoises :	Moulées traditionnelles can. :	Moulées néo-canadiennes :
	- Aller Elips™ - BioMar Ecolife 19™	- Corey Vigor™ - Martin Mills Hi-Energy™	- Skretting Orient LP™
Date des essais		21 décembre 2004 au 10 mai 2005	
Montage expérimental	- 15 bassins suédois de 1000 L, - 3 bassins par moulée (triplicata) - Taille initiale moyenne des poissons : 400 g - Nombre initial de poissons par bassin : 85 - Densité finale de stockage : 50 kg/m ³	- Oxygène dissous moyen : 70 % + - Température moyenne : 8,5 °C - Photopériode : 12 h jour / 12 h nuit - Ration quotidienne ajustée à 80 % de la satiété	
	Échantillonnage		
		Après 0, 28, 56, 84, 112 et 140 jours.	
Prélèvements de poissons		Après 0, 84, et 140 jours.	
Étude de digestibilité		Effectué au LARSA, après 112 jours	

2.2.3 STATION DE RECHERCHE AQUACOLE D'ALMA (AARS), ONTARIO

Espèce étudiée	Ombles chevalier (<i>Salvelinus alpinus</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - BioMar Ecolife 19™	Moulées traditionnelles can. : - Corey Vigor™	Moulées néo-canadiennes :
Date des essais	22 décembre 2004 au 10 mai 2005		
Montage expérimental	- 8 bassins suédois de 1000 L - 4 bassins par moulée (quadriplicata) - Taille initiale moyenne des poissons : 500 g - Nombre initial de poissons par bassin : 100 - Densité finale de stockage : 80 kg/m ³	- Photopériode : 12 h jour / 12 h nuit - Oxygène dissous moyen : 70 % + - Température moyenne : 8,5 °C - Ration quotidienne ajustée à 80 % de la satiété	
Échantillonnage	Après 0, 28, 56, 84, 112 et 140 jours.		
Prélèvements de poissons	Après 0, 84, et 140 jours.		

L'étude a débuté en date du 22 décembre et s'est poursuivie jusqu'à l'échantillonnage de t = 84 jours. Après analyse de la croissance en bassin expérimental, il a été possible de remarquer que les ombles chevalier n'ont eu aucun gain significatif de poids, et ce, pour une période expérimental de 84 jours. À la vue de ces données et d'un commun accord entre le directeur scientifique (Grant Vandenberg), le coordinateur du projet (Eric Boucher) et le responsable de la Station de Recherche Aquacole d'Alma (Richard Moccia), le projet fût arrêté. Les échantillonnages de poissons subséquents n'ont donc pas eu lieu entraînant ainsi la fin prématurée de cette expérience. Aucune raison précise n'a pu être identifiée pour expliquer le problème d'adaptation des ombles chevalier aux conditions expérimentales. Les données issues des trois premiers échantillonnages n'ont malheureusement aucune portée pour l'étude et ne seront pas présentées dans la présente étude.

2.3 ESSAIS SUR FERMES D'ÉLEVAGE COMMERCIAL

Les études en milieu d'élevage commercial, où les conditions normales d'élevage prévalaient, visaient principalement à comparer les indices de conversion alimentaire des moulées danoises par rapport à ceux des moulées canadiennes traditionnelles. Elles ont permis aussi de comparer les rejets phosphorés générés (bilan de phosphore) des différentes moulées. C'est d'ailleurs durant ces études en milieu d'élevage commercial que la qualité et le goût de la chair ont été évalués afin de garantir la qualité des produits canadiens. **Il est important de noter que les protocoles ont été conçus pour comparer les moulées sur le site même et que des comparaisons entre les fermes ne peuvent s'effectuer dû aux différences entre les sites étudiés (environnement et équipements).**

Les principaux objectifs des essais sur les fermes d'élevage étaient donc de :

1. Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les indices de conversion alimentaire de chaque moulée;
2. générer un bilan de phosphore pour chaque moulée;
3. comparer la composition des carcasses de poisson et les indices somatiques.

Pour ce faire : Pour chaque pisciculture, des échantillons de poissons ont été prélevés à différent moment de l'expérimentation. À chaque échantillonnage, le poids moyen des poissons a été déterminé et un échantillon de cinq poissons a été retiré de chaque bassin. La composition des poissons retirés a été utilisée pour générer le bilan de phosphore ainsi que pour vérifier les effets directs et indirects des moulées sur les poissons étudiés. La composition des poissons a été effectuée selon des méthodes d'analyse standardisée (AOAC, 1990). Un échantillon supplémentaire a été prélevé pour les fins d'évaluations sensorielles par l'équipe du Centre technologique des produits aquatiques (CTPA). Ces analyses ont permis d'évaluer l'acceptabilité des poissons nourris durant les expériences.

2.3.1 PISCICULTURE DES ALLÉGHANYS, STATION SAINT-ALEXIS-DES-MONTS



Espèce étudiée	Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - Aller Cirkel™	Moulées traditionnelles can. : - Skretting Orient™ (Apollo)	Moulées néo-canadiennes :
Date des essais	15 juillet 2004 au 7 octobre 2004		
Montage expérimental	<ul style="list-style-type: none"> - 3 bassins « raceway » de 35 m³ - 1 bassin par moulée/diète - Taille initiale moyenne des poissons : 170 g - Nombre initial de poissons par bassin : 5 700 - Densité finale de stockage : 32-33 kg/m³ - Oxygène dissous moyen : > 65 % - Température moyenne : 8,1 ± 0,3 °C 		<ul style="list-style-type: none"> - Photopériode naturelle - Ration 1 = moulée Apollo ration normale (quantité proposée par logiciel développé par M. Boulanger.) - Ration 2 = moulée Cirkel, 80 % de la table d'Aller - Ration 3 = moulée Cirkel, isocalorique avec quantité proposée par logiciel (ci-haut)
Échantillonnage et prélèvements de poissons	Après 0, 47 et 85 jours.		
Prélèvements de poissons pour CTPA	Après 85 jours.		



2.3.2 FERME PISCICOLE DES BOBINES

Espèce étudiée	Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - Aller Elips™	Moulées traditionnelles can. : - Corey Vigor™	Moulées néo-canadiennes : - Corey Optimum™ - Skretting Orient LP™
Date des essais	2 août 2004 au 4 novembre 2004		
Montage expérimental	<ul style="list-style-type: none"> · 4 bassins circulaires de 30 m³ · 1 bassin par moulée · Taille initiale moyenne des poissons : 215 g · Nombre initial de poissons par bassin : 2 500 · Densité finale de stockage : 32-35 kg/m³ · Oxygène dissous moyen : > 65 % · Température moyenne : 9,2 ± 0,8°C · Photopériode naturelle <ul style="list-style-type: none"> - Ration 1 = moulée Elips, 80 % de la table d'Aller - Ration 2 = moulée Optimum, table de Corey ajustée selon l'activité des poissons - Ration 3 = moulée Vigor, table de Corey ajustée selon l'activité des poissons - Ration 4 = moulée Orient LP, table de Skretting ajustée selon l'activité des poissons 		
Échantillonnage et prélèvements de poissons	Après 0, 50 et 73 jours.		
Prélèvements de poissons pour CTPA	Après 73 jours.		

2.3.3 PISCICULTURE DE MARINARD AQUACULTURE



Espèce étudiée	Omble de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - BioMar Ecolife 19™	Moulées traditionnelles can. : - Corey Vigor™	Moulées néo-canadiennes :
Date des essais	13 juillet 2004 au 29 septembre 2004		
Montage expérimental	<ul style="list-style-type: none"> - 2 bassins circulaires de 62 m³ - 1 bassin par moulée - Taille initiale moyenne des poissons : 135 g - Nombre initial de poissons par bassin : 8 250 - Densité finale de stockage : 32-34 kg/m³ - Oxygène dissous moyen : > 70 % - Température moyenne : 9,9 ± 0,7°C <ul style="list-style-type: none"> - Photopériode naturelle - Ration 1 = moulée Vigor, table de Corey ajustée selon l'activité des poissons - Ration 2 = moulée Ecolife 19, quantité équivalente en poids à Corey Vigor et ajustée selon l'activité des poissons 		
Échantillonnage et prélèvements de poissons	Après 0, 38 et 78 jours.		
Prélèvements de poissons pour CTPA	Après 78 jours.		

2.3.4 PISCICULTURE DES ALLÉGHANYS, STATION SAINT-ALEXIS-DES-MONTS



Espèce étudiée	Ombles de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - Aller Cirkel™	Moulées traditionnelles can. :	Moulées néo-canadiennes : - Skretting Orient LP™
Date des essais	17 décembre 2004 au 10 mars 2005		
Montage expérimental	<ul style="list-style-type: none"> - 2 bassins « raceway » de 15 m³ - 1 bassin par moulée - Taille initiale moyenne des poissons : 60 g - Nombre initial de poissons par bassin : 15 800 - Densité finale de stockage : 20 kg/m³ - Oxygène dissous moyen : > 65 % 		<ul style="list-style-type: none"> - Température moyenne : 7,4 ± 0,8°C - Photopériode naturelle - Ration 1 = moulée Cirkel, 80 % de la table d'Aller ajustée selon l'activité des poissons - Ration 2 = moulée Orient LP, ration normale (logiciel personnel) ajustée selon l'activité des poissons
Échantillonnage	Après 0, 55 et 83 jours.		

2.3.5 PISCICULTURE MONT-TREMBLANT



Espèce étudiée	Ombles de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - Aller Cirkel™	Moulées traditionnelles can. : - Corey Vigor™	Moulées néo-canadiennes :
Date des essais	29 novembre 2004 au 24 avril 2005		
Montage expérimental	<ul style="list-style-type: none"> - 2 bassins « raceway » de 50 m³ - 1 bassin par moulée - Taille initiale moyenne des poissons : 75 g - Nombre initial de poissons par bassin : 23 700 - Densité finale de stockage : 20 kg/m³ - Oxygène dissous moyen : > 65 % 		<ul style="list-style-type: none"> - Température moyenne : 2,7 ± 0,6°C - Photopériode naturelle - Ration 1 = moulée Cirkel, 80 % de la table d'Aller ajustée selon l'activité des poissons - Ration 2 = moulée Vigor, table de Corey ajustée selon l'activité des poissons
Échantillonnage	Après 0, 73 et 120 jours.		

2.3.6 PISCICULTURE VAL-DES-BOIS

permission de Jean Maheu



Espèce étudiée	Ombre de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - BioMar Ecolife 19™	Moulées traditionnelles can. : - Corey Vigor™	Moulées néo-canadiennes :
Date des essais	22 novembre 2004 au 30 avril 2005		
Montage expérimental	<ul style="list-style-type: none"> - 2 bassins circulaires de 30 m³ - 1 bassin par moulée - Taille initiale moyenne des poissons : 115 g - Nombre initial de poissons par bassin : 2 000 - Densité finale de stockage : 20 kg/m³ - Oxygène dissous moyen : > 65 % 		<ul style="list-style-type: none"> - Température moyenne : 6,0 ± 1,0°C - Photopériode naturelle - Ration 1 = moulée Ecolife 19, 80 % de la table de BioMar ajustée selon l'activité des poissons - Ration 2 = moulée Vigor, table de Corey ajustée selon l'activité des poissons
Échantillonnage	Après 0, 89 et 120 jours.		

2.3.7 PISCICULTURE DE MARINARD AQUACULTURE



Espèce étudiée	Ombre chevalier (<i>Salvelinus alpinus</i>)		
Moulées évaluées	Moulées danoises : - BioMar Ecolife 19™	Moulées traditionnelles can. : - Corey Vigor™	Moulées néo-canadiennes : - Skretting Orient LP™
Date des essais	20 décembre 2004 au 24 mars 2005		
Montage expérimental 1	<ul style="list-style-type: none"> · 2 bassins circulaire de 62 m3, 1 bassin par moulée · Taille initiale moyenne des poissons : 126 g · Nombre initial de poissons par bassin : 12 000 · Densité finale de stockage : 40 kg/m³ · Oxygène dissous moyen : > 75 % 		<ul style="list-style-type: none"> - Température moyenne : 5 °C - Photopériode naturelle - Ration 1 = moulée Vigor, table de Corey ajustée selon l'activité des poissons - Ration 2 = moulée Ecolife 19, table de BioMar ajustée selon l'activité des poissons
Montage expérimental 2	<ul style="list-style-type: none"> · 2 bassins circulaire de 62 m3, 1 bassin par moulée · Taille initiale moyenne des poissons : 187 g · Nombre initial de poissons par bassin : 5 300 · Densité finale de stockage : 40 kg/m³ · Oxygène dissous moyen : > 75 % 		<ul style="list-style-type: none"> - Température moyenne : 5 °C - Photopériode naturelle - Ration 1 = moulée Vigor, table de Corey ajustée selon l'activité des poissons - Ration 2 = moulée Orient LP, table de Skretting ajustée selon l'activité des poissons
Échantillonnage	Après 0, 53 et 120 jours.		

2.4 NOMBRE DE BASSINS, STATISTIQUES ET REPRÉSENTATIVITÉ DES MOULÉES

Le tableau 3 présente le nombre de bassins expérimentaux pour chaque catégorie de moulée utilisée lors des essais ainsi que le nombre de moulées pour chaque catégorie de moulée. On peut constater, que pour les essais en laboratoire, chaque moulée a été testée en triplicata. On peut aussi noter, que pour certains essais sur ferme commerciale, il n'y a eu qu'un seul bassin où la catégorie de moulée a été expérimentée.

Tableau 3 Nombre de bassins expérimentaux selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation

	Danoise		Néo-Can.		Trad.-Can.	
	# de moulée	# de bassin	# de moulée	# de bassin	# de moulée	# de bassin
LABORATOIRE						
Omble de fontaine	3	9	1	3	3	9
Truite arc-en-ciel	2	6	1	3	2	6
FERME COMMERCIALE						
Omble de fontaine	2	4	1	1	1	3
Truite arc-en-ciel	2	3	2	2	2	2
Omble chevalier	1	1	1	1	1	2

3 RÉSULTATS

3.1 ANALYSES DES MOULÉES UTILISÉES POUR L'ÉTUDE

Le tableau 4 présente une partie des données recueillies lors de l'analyse des moulées. Il est important de noter que ces données proviennent des analyses de moulées utilisées lors des expériences décrites aux chapitres 2.2.1 - Essais au Laboratoire Régional des Sciences Aquatiques, et des essais sur fermes d'élevage commercial, chapitres 2.3.1 - Pisciculture des Alléghanys, 2.3.2 - Ferme piscicole des Bobines et 2.3.3 - Marinard Aquaculture.

Le tableau 5, quant à lui, présente les résultats des analyses des moulées utilisées lors des expériences décrites aux chapitres 2.2.2 et 2.2.3 - Essais à la Station de Recherche Aquacole d'Alma, et des essais sur fermes d'élevage commercial, chapitres 2.3.4 - Pisciculture des Alléghanys, 2.3.5 - Pisciculture Mont-Tremblant, 2.3.6 - Pisciculture Val-des-Bois et 2.3.7 - Marinard Aquaculture.

Il est important de spécifier que les différences en pourcentage entre les valeurs des analyses et celle proposées par les fabricants de moulées présentées dans les deux prochains tableaux ont été calculées par rapport à la valeur proposée par le fabricant.

Ces tableaux montrent que, en général, les valeurs dosées (matières sèches, protéines, énergie) et celles fournies par les fabricants de moulée sont semblables. Il existe une certaine variabilité pour la teneur en lipides. Dans cette étude, il est cependant important de noter que les valeurs de phosphore dosées sont généralement plus élevées que celles proposées par les fabricants de moulée. Cette différence est surtout présente pour les moulées de petites tailles. En effet, pour certaines moulées comme celles provenant de la compagnie Aller-Aqua, la différence a atteint une valeur de 54 %. Les données recueillies seront principalement utilisées pour l'élaboration des bilans de phosphore.

3.2 ESSAIS DE MOULÉES

Les résultats provenant des laboratoires et des fermes d'élevage commercial sont présentés de manière à faire émerger les grandes tendances de l'étude. Compte tenu du nombre de bassins représentant les catégories de moulée et du caractère non homogène des fermes commerciales où se sont déroulés les essais, il est possible de constater des tendances mais impossible de valider ces tendances avec des outils statistiques. Les études en laboratoire, quant à elles, ont produit des résultats où une certaine analyse statistique peut être présentée (moyenne \pm écart-type). De plus, afin de bien visualiser l'effet (la tendance) des moulées sur les poissons, les résultats sont présentés

par paramètres étudiés. Pour des comparaisons plus pointues, il est toutefois possible d'examiner les résultats par site d'étude. Les résultats non amalgamés sont présentés en Annexe 2. Pour cette section 3.2, les différences entre les paramètres présentées dans les prochains tableaux ont également été calculées par rapport à la catégorie des moulées traditionnelles canadiennes.

Tableau 4 Données recueillies lors de l'analyse des moulées à l'été 2004

Moulée	% Protéine		% Lipide		Énergie brute (kcal)		% Phosphore		Diff.
	valeurs des analyses	valeurs des fabricants	valeurs des analyses	valeurs des fabricants	valeurs des analyses	valeurs des fabricants	valeurs des analyses	valeurs des fabricants	
Aller Cirkel (XS)	51,9	51,9	24,18	25,9	5872	5938	1,39	0,97	44%
Aller Cirkel (S)	52,4	51,9	21,45	25,9	5782	5938	1,49	0,97	54%
Aller Elips (S)	49,6	48,4	29,18	31,6	6235	6195	1,40	0,95	47%
BioMar Ecolife 19 (3mm)	51,7	51,9	30,41	27,0	6285	6001	1,23	0,97	26%
BioMar Ecolife 19 (4mm)	52,4	51,0	29,12	28,2	6027	6073	1,18	0,98	21%
Corey Optimum (4mm)	50,5	51,3	26,79	32,1	6075	n/a	1,15	1,08	6%
Corey Vigor (4mm)	47,4	44,6	20,32	25,0	5795	5945	1,24	1,09	14%
Martin Mills Classic Sinking (3mm)	45,5	46,1	22,05	17,6	5950	5348	0,89	0,77	15%
Martin Mills Classic Sinking (4mm)	44,6	46,1	19,46	17,6	5662	5348	0,83	0,77	8%
Skretting Orient, Apollo (4mm)	48,1	47,3	23,35	26,4	6003	5756	1,15	1,48	-23%
Skretting Orient LP (4mm)	49,9	52,7	21,87	26,4	6093	6360	1,21	1,15	5%

Toutes les valeurs sont présentées par unité de matière sèche.

Les valeurs des fabricants ont été transformées de valeur en unité de matière humide (généralement employées) à des valeurs en unité de matière sèche.

Tableau 5 Données recueillies lors de l'analyse des moulées à l'hiver 2004-2005

Moulée	% Protéine		% Lipide		Énergie brute (kcal)		% Phosphore		Diff.	
	valeurs des analyses	valeurs des fabricants	valeurs des analyses	valeurs des fabricants	valeurs des analyses	valeurs des fabricants	valeurs des analyses	valeurs des fabricants		
Aller Cirkel (XS)	50,9	51,9	24,22	25,9	5629	5939	1,40	0,97	-5%	44%
Aller Cirkel (S)	47,6	51,9	29,19	25,9	5948	5938	1,30	0,97	0%	35%
Aller Elips (M)	46,2	46,3	29,59	32,6	5893	6218	1,13	0,95	-5%	19%
BioMar Ecolife 19 (3mm)	52,6	51,9	24,75	27,0	6000	6001	1,32	0,97	0%	36%
BioMar Ecolife 19 (4mm)	50,2	51,0	26,50	28,2	5868	6073	1,41	0,98	-3%	44%
BioMar Ecolife 19 (6mm)	46,1	45,3	33,54	34,7	5928	6341	1,11	0,95	-7%	17%
Corey Vigor (3mm)	46,7	46,7	19,44	21,7	5664	5789	1,19	1,08	-2%	10%
Corey Vigor (4mm)	45,0	44,6	23,40	25,0	5705	5945	1,14	1,08	-4%	5%
Corey Vigor (6mm)	46,5	44,6	22,27	25,0	5706	5945	1,05	1,08	-4%	-2%
Martin Mills Hi-Energy (6mm)	51,7	50,1	22,73	24,5	5904	6076	1,21	1,28	-3%	-6%
Skretting Orient LP (4mm)	50,4	52,7	24,64	26,4	6109	6357	1,03	1,15	-4%	-11%
Skretting Orient LP (6mm)	49,9	50,5	23,33	26,4	6042	6294	1,10	1,10	-4%	0%

Toutes les valeurs sont présentées par unité de matière sèche.

Les valeurs des fabricants ont été transformées de valeur en unité de matière humide (généralement employées) à des valeurs en unité de matière sèche.

3.2.1 INDICE DE CONVERSION ALIMENTAIRE

Du tableau 6, qui présente des moyennes d'indices de conversion alimentaire (ICA) obtenus lors des essais, on peut noter que les moulées danoises montrent des ICA beaucoup plus bas que ceux des moulées canadiennes traditionnellement utilisées par les éleveurs. Les nouvelles moulées canadiennes, pour leur part, ont obtenus des ICA intermédiaires à ceux des moulées précédentes ou mêmes comparables à ceux des danoises.

La tendance générale est que : $ICA_{\text{danoise}} < ICA_{\text{Néo-Can}} < ICA_{\text{Trad-Can}}$

Tableau 6 Indice de conversion alimentaire selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation

	Indice de conversion alimentaire		
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
LABORATOIRE			
Omble de fontaine	1,20	1,40	1,68
<i>Différence</i>	-29 %	-17 %	-
Truite arc-en-ciel	0,88	0,95	1,03
<i>Différence</i>	-15 %	-8 %	-
FERME COMMERCIALE			
Omble de fontaine	0,95	0,91	1,21
<i>Différence</i>	-21 %	-25 %	-
Truite arc-en-ciel	0,82	0,84	0,92
<i>Différence</i>	-10 %	-9 %	-
Omble chevalier	0,67	0,84	0,98
<i>Différence</i>	-32 %	-14 %	-
Moyenne des différences	-21 %	-15 %	-

3.2.2 BILAN ET REJETS DE PHOSPHORE

Les bilans de phosphore ont été produit par le dosage du phosphore dans la moulée et dans les poissons échantillonnés. Sachant la quantité de phosphore nourri et la quantité de phosphore retenue dans la biomasse de poisson, la différence entre ces deux quantités équivaut donc au phosphore total rejeté dans le système. Le tableau 7 présente les rejets de phosphore total obtenus lors des essais. La principale tendance présente dans ce tableau montre que les poissons nourris avec les moulées nouvelles canadiennes ont rejeté beaucoup moins de phosphore que les ceux nourris avec les autres moulées des essais. Cependant, dans le cas de l'expérience en laboratoire sur la truite arc-en-ciel, les rejets de phosphore des poissons alimentés avec les moulées danoises étaient de beaucoup inférieurs à ceux des poissons alimentés avec les moulées canadiennes.

Tableau 7 Rejets de phosphore total selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation

Rejet de phosphore – Total			
(Kg de P / tonne de poisson produit)			
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
LABORATOIRE			
Ombles de fontaine	10,75	11,09	12,66
<i>Différence</i>	-15 %	-12 %	-
Truite arc-en-ciel	5,83	6,66	7,31
<i>Différence</i>	-20 %	-9 %	-
FERME COMMERCIALE			
Ombles de fontaine	8,34	4,64	9,16
<i>Différence</i>	-9 %	-49 %	-
Truite arc-en-ciel	8,40	4,87	6,52
<i>Différence</i>	29 %	-25 %	-
Ombles chevalier	5,50	6,55	8,54
<i>Différence</i>	-36 %	-23 %	-
Moyenne des différences	-10 %	-24 %	-

En se basant les tests de digestibilité de la moulée et des calculs qui dérivent pour évaluer la digestibilité du phosphore, il est possible d'estimer les fractions solides et dissoutes des rejets en phosphore. Ainsi, les valeurs obtenues sont des estimations et non des dosages et donne un aperçu des proportions des différentes fractions. Le tableau 8 présente les rejets de phosphore, fraction dissoute, qui aurait été obtenus lors des essais de moulées en laboratoire. La principale tendance est que les truites arc-en-ciel nourries avec les moulées nouvelles canadiennes et les moulées danoises semblent produire beaucoup plus de phosphore sous forme dissoute que lorsqu'elle sont nourries de moulées canadiennes traditionnelles. Cependant, pour les ombles de fontaine, lorsque nourris de ces même moulées « haute énergie », semblent produire moins de phosphore dissous que lorsqu'ils sont nourris de moulées canadiennes traditionnelles.

Tableau 8 Rejets de phosphore, fraction dissoute, selon la catégorie de moulée et l'espèce de poisson, pour les installations en laboratoire seulement

Rejet de phosphore – fraction dissoute			
(Kg de P / tonne de poisson produit)			
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
LABORATOIRE			
Ombles de fontaine	3.49	3.91	4.64
<i>Différence</i>	-25 %	-16 %	-
Truite arc-en-ciel	1.77	2.86	0.87
<i>Différence</i>	+103 %	+229 %	-

3.2.3 COEFFICIENT D'UNITÉ THERMIQUE DE CROISSANCE

Le tableau 9, qui présente les coefficients d'unité thermique de croissance obtenus lors des essais, montre que la croissance des poissons nourris avec les moulées danoises est, en général, supérieure à celle des poissons nourris avec les moulées canadiennes. Par contre, les différences entre les coefficients d'unité thermique de croissance des poissons nourris avec les nouvelles moulées canadiennes et ceux des poissons nourris avec les moulées canadiennes traditionnelles montrent une grande variabilité (ie. -43 % et 28 %).

Tableau 9 Coefficient d'unité thermique de croissance selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation

	Coefficient d'unité thermique de croissance		
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
LABORATOIRE			
Omble de fontaine	0,160	0,132	0,122
<i>Différence</i>	32 %	9 %	-
Truite arc-en-ciel	0,221	0,206	0,210
<i>Différence</i>	5 %	-2 %	-
FERME COMMERCIALE			
Omble de fontaine	0,189	0,104	0,184
<i>Différence</i>	3 %	-43 %	-
Truite arc-en-ciel	0,186	0,212	0,184
<i>Différence</i>	1 %	15 %	-
Omble chevalier	0,262	0,292	0,228
<i>Différence</i>	15 %	28 %	-
Moyenne des différences	11 %	1 %	-

3.2.4 INDICE DE DÉPÔT DE GRAS VISCÉRAL ET FACTEUR DE CONDITION

Lors de la dissection des poissons, la quantité de gras déposé sur les viscères du poisson était évalué sur une échelle de 1 à 8, le plus petit étant un poisson sans dépôt de gras. Du tableau 10, qui présente des moyennes d'indices de dépôts de gras viscéral dans les poissons à la fin des essais, on peut noter une tendance majeure où les poissons nourris avec les moulées danoises montrent des indices plus élevés que ceux obtenus par les poissons nourris avec les moulées canadiennes traditionnellement utilisées par les éleveurs. Les poissons nourris avec les nouvelles moulées canadiennes, pour leur part, ont obtenus des indices qui n'ont pas démontré de tendances significatives.

Tableau 10 Indice de dépôt de gras viscéral selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation

	Indice de dépôt de gras viscéral		
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
LABORATOIRE			
Ombles de fontaine	4,3	4,0	3,8
<i>Différence</i>	13 %	4 %	-
Truite arc-en-ciel	7,1	5,7	5,9
<i>Différence</i>	20 %	-3 %	-
FERME COMMERCIALE			
Ombles de fontaine	6,6	5,2	5,8
<i>Différence</i>	13 %	-10 %	-
Truite arc-en-ciel	4,7	5,3	4,5
<i>Différence</i>	5 %	18 %	-
Ombles chevalier	5,6	5,6	4,3
<i>Différence</i>	30 %	30 %	-
Moyenne des différences	16 %	8 %	-

Le tableau 11 présente les moyennes de facteurs de condition des poissons à la fin des essais de moulées. Il ressort de ces résultats que les catégories de moulées ont eu peu d'effet sur le facteur de condition des poissons sous expérimentation. En fait, les poissons alimentés avec les moulées danoises et nouvelles canadiennes ont obtenu des facteurs de condition légèrement supérieurs à ceux alimentés avec les canadiennes traditionnelles.

Tableau 11 Facteur de condition des poissons selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation

	Facteur de condition		
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
LABORATOIRE			
Ombles de fontaine	1,36	1,34	1,31
<i>Différence</i>	4 %	2 %	-
Truite arc-en-ciel	1,67	1,60	1,55
<i>Différence</i>	8 %	3 %	-
FERME COMMERCIALE			
Ombles de fontaine	1,34	1,32	1,35
<i>Différence</i>	-1 %	-2 %	-
Truite arc-en-ciel	1,24	1,22	1,23
<i>Différence</i>	0 %	-1 %	-
Ombles chevalier	1,32	1,42	1,24
<i>Différence</i>	6 %	15 %	-
Moyenne des différences	4 %	3 %	-

3.2.5 COLORATION ET GOÛT DE LA CHAIR

Il est important de préciser que l'absence de données dans le tableau 12 vient du fait que pour certains essais, les poissons ont été alimentés de moulées non pigmentées. De plus, les pourcentages de différence ont été calculés en retranchant 20 des valeurs car l'échelle *SalmoFan* commence au niveau 20. Il ressort de ces résultats que les catégories de moulées ont un effet certain sur l'indice de coloration des poissons sous expérimentation. En fait, ceux alimentés avec les moulées danoises et nouvelles canadiennes ont obtenu des degrés de coloration supérieurs à ceux alimentés avec les moulées canadiennes traditionnelles.

Tableau 12 Indice de coloration de la chair des poissons selon la catégorie de moulée, l'espèce de poisson et le type d'installation

	Indice de coloration (<i>Salmofan</i> TM)		
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
LABORATOIRE			
Omble de fontaine	n/a	n/a	n/a
Truite arc-en-ciel	29,4	28,3	28,3
<i>Différence</i>	14 %	0 %	-
FERME COMMERCIALE			
Omble de fontaine	29,4	n/a	26,2
<i>Différence</i>	52 %	-	-
Truite arc-en-ciel	28,4	29,8	25,6
<i>Différence</i>	50 %	75 %	-
Omble chevalier	n/a	27,2	24,4
<i>Différence</i>	-	64 %	-
Moyenne des différences	39 %	46 %	-

Le tableau 13 présente les cotes moyennes d'acceptabilité pour les critères de couleur, d'odeur, de texture et de goût pour les lots d'ombles de fontaine et de truites arc-en-ciel nourris avec les diètes canadiennes et danoises. Pour cette expérience, un certain nombre de panélistes ont eu à évaluer les poissons sur les différents critères énumérés ci-haut selon une grille d'évaluation variant de 1 à 9, la plus petite cote étant la moins acceptable. Les résultats obtenus lors des études d'acceptabilité montrent pour chaque critère évalué, il existe très peu de variabilité. Il est important de préciser que les données présentées et le format de présentation sont tirés et adaptés du document Coulombe et Renaud 2005.

Tableau 13 Cotes moyennes d'acceptabilité des truites nourries avec les diètes canadiennes et danoises

Espèce	Pisciculture	Date des analyses	Identification des diètes	Nombre de panélistes	Couleur Moyenne (écart-type)	Odeur Moyenne (écart-type)	Texture Moyenne (écart-type)	Goût Moyenne (écart-type)
Omble de fontaine	A	13 octobre 2004	Canadienne traditionnelle	36	6,5 (1,8)	7,0 (1,4)	6,8 (1,5)	7,2 (1,3)
			Danoise	36	7,4 (1,4)	7,2 (1,0)	7,3 (1,2)	6,6 (1,7)
Truite arc-en-ciel	B	20 octobre 2004	Canadienne traditionnelle	30	7,0 (1,4)	7,0 (1,3)	7,4 (0,9)	7,2 (1,1)
			Danoise	30	7,0 (1,5)	7,2 (1,1)	7,5 (1,2)	7,0 (1,7)
		21 octobre 2004	Néo-Canadienne	25	6,5 (1,6)	7,0 (1,0)	7,1 (1,4)	6,9 (1,3)
			Néo-Canadienne	25	7,2 (1,1)	7,1 (1,1)	7,0 (1,2)	7,2 (1,5)
Truite arc-en-ciel	C.	9 novembre 2004	Canadienne traditionnelle	33	7,8 (1,1)	7,4 (1,0)	7,4 (1,3)	7,2 (1,4)
			Danoise	33	6,8 (1,3)	7,6 (0,9)	7,4 (1,0)	7,3 (1,0)

(Tiré de Coulombe et Renaud 2005)

4 DISCUSSION

Beaucoup de données ont été extraites du projet des essais de moulées « haute énergie ». Il est important de se rappeler que les analyses et les interprétations ont été effectuées dans le but de faire ressortir les tendances, et non de comparer les fabricants de moulée entre eux ou les producteurs de truite entre eux, et ainsi, aider les éleveurs à diminuer leur rejet de phosphore dans l'environnement. Afin de bien cerner les objectifs, il est important de revenir sur l'hypothèse générale de l'étude qui est :

Les truites d'élevage au Canada, nourries avec une moulée à haute énergie, conforme aux règlements environnementaux danois et inspiré d'une stratégie nutritionnelle danoise, auront un meilleur indice de conversion alimentaire (ICA) et auront moins d'impacts environnementaux (surtout vis-à-vis les rejets de phosphore) que les truites nourries avec les moulées utilisées couramment par les éleveurs canadiens.

4.1 ANALYSES DES MOULÉES UTILISÉES POUR L'ÉTUDE

L'analyse des moulées utilisées pour l'étude a permis de vérifier leurs compositions réelles et de la comparer à celles présentées par les fabricants. Ces analyses nous ont permis de découvrir que la composition réelle des moulées peut varier par rapport à ce que les fabricants fournissent comme valeurs. Pour cette analyse, les catégories, qui ont été établit pour grouper les résultats, n'ont pas été utilisées afin de bien révéler des pistes possibles de réponses à certains problèmes encourus durant les essais.

Chaque moulée a été analysée pour différents paramètres tel la masse sèche, la teneur en cendre, la teneur en protéine brute, la teneur en lipide brute, la teneur en phosphore et la teneur en énergie. Les tableaux 3 et 4 présentent les résultats des analyses et les valeurs fournies par les fabricants pour chaque moulée utilisée durant les essais en laboratoire et sur les fermes d'élevage commercial. La plupart des valeurs des paramètres sont demeurées à l'intérieur de limites raisonnables par rapport aux valeurs annoncées par leur fabricant. Cependant, la teneur en phosphore, qui est de loin la plus importante des valeurs pour l'étude, semble avoir de grandes variations. En effet, il est important de noter que les moulées danoises montrent des teneurs en phosphore beaucoup plus élevées que ce qui est annoncé par leur fabricant. Cette différence, qui pouvait atteindre jusqu'à 54 %, est présente surtout pour les moulées de petites tailles.

Les producteurs de moulées, bien qu'étonnés des teneurs obtenues pour la présente étude, s'accordent sur le fait qu'il soit possible que certaines moulées aient des teneurs en % plus élevées que les normes danoises. Ils expliquent les différences par le fait qu'il existe une certaine permissivité de la part des instances gouvernementales envers les teneurs en phosphore. En

effet, selon les réglementations européennes, les fabricants de moulées ont une certaine latitude permise de + 0,25 % en ce qui a trait aux teneurs en phosphore. Des teneurs en phosphore jusqu'à 1,15 % dans la moulée sont donc permises pour des déclarations de 0,90 %. Cette latitude peut être expliquée par le fait que la teneur en phosphore des ingrédients, qui composent la moulée, varie grandement. Selon Cho et Bureau (2001) et Cho et al. (1994), certains ingrédients contiennent des quantités limitées de phosphore (i.e. la teneur en phosphore est d'environ 0,3 % pour la farine de sang et 0,5 % pour le gluten de maïs de 0,5 %) alors que d'autres ont des quantités beaucoup plus importantes (i.e. la teneur en phosphore est d'environ 4-5 % pour la farine de viande et d'os et 2-4 % pour la farine de poisson). Ainsi, les quantités de phosphore disponible varieront donc en fonction de l'ingrédient mais aussi en fonction de leur proportion dans la moulée. Les producteurs danois de moulée rajoutent d'ailleurs que les différences au-delà des limites permises, comme obtenues durant les essais présents, peuvent être expliquées par une variation ponctuelle de la teneur en phosphore des farines de poissons utilisées dans la fabrication de leurs moulées. Les producteurs considèrent que la haute digestibilité de leurs farines permet aux moulées d'atteindre de meilleures efficacités alimentaires (indices de conversion alimentaire plus faibles) qui est le facteur le plus important pour la réduction de rejet de phosphore.

Ainsi, les valeurs de phosphore, plus élevées que prévu pour certaines moulées danoises de petites tailles, affecteront directement les bilans de phosphore et l'interprétation des résultats. En fait, ces teneurs élevées contribueront à une diminution des avantages possibles en terme de phosphore rejeté pour certains essais où ces moulées ont été utilisées. Il est cependant important de mentionner que les moulées utilisées pour les essais de moulées chez la truite arc-en-ciel à la Station de Recherche Aquacole d'Alma ont montré des teneurs en phosphore correspondant aux teneurs des étiquettes des fabricants. Ainsi, ces valeurs permettront de générer des bilans de phosphore où il sera possible d'obtenir une meilleure évaluation des moulées danoises, et par le fait même des moulées à haute énergie, et de leur capacité à réduire les rejets en phosphore.

4.2 ESSAIS DE MOULÉES

Pour la présente étude, on doit retenir que seules les tendances des trois grandes catégories de moulées (moulées danoises, moulées canadiennes traditionnellement utilisées et moulées nouvelles formulations canadiennes) sont présentées et qu'il n'y aura aucune comparaison entre les moulées si ce n'est d'une comparaison de leurs composantes (section précédente).

4.2.1 NOMBRE DE BASSINS ET REPRÉSENTATIVITÉ DES MOULÉES

Pour les essais en laboratoire, il a été plus simple d'élaborer des protocoles avec réplication; chaque moulée a été testée en triplicata. Ceci a permis d'avoir un niveau de représentativité élevé pour ces essais.

Cependant, pour les fermes commerciales, le nombre de bassins par moulée était restreint à un. Les « réplicats » se sont trouvés être les bassins de même catégorie de moulée de chaque pisciculture pour chaque espèce. La taille des poissons, la souche des espèces, la densité et les conditions d'élevages ont nécessairement varié entre ces réplicats. Dans certains cas, il n'y a eu qu'un seul bassin où la catégorie de moulée a été expérimentée affectant ainsi le degré de représentativité de cette catégorie de moulée par rapport aux autres catégories. Ceci étant dit, la présence de tendance a quand même été constatée dans les essais.

4.2.2 INDICE DE CONVERSION ALIMENTAIRE

De toutes les analyses, celles associées aux indices de conversion des poissons étaient l'une des plus importantes des essais car cet indice est une donnée des plus importantes pour les éleveurs. Le tableau 6 présente bien la tendance des moyennes d'indices de conversion alimentaire (ICA) obtenus lors des essais. Les poissons nourris avec les moulées de catégorie danoise ont obtenus des indices de conversion alimentaire significativement plus bas que les poissons nourris avec les moulées traditionnelles canadiennes. Cette tendance est présente à chaque niveau expérimental (laboratoire et fermes commerciales) et aussi pour chaque espèce étudiée. La moyenne des différences obtenues lors des essais (-21 %) montre bien l'avantage des moulées danoises sur les moulées traditionnellement utilisées par les éleveurs canadiens. Pour leur part, les poissons nourris avec les nouvelles moulées canadiennes ont aussi une certaine constance obtenant des ICA intermédiaires à ceux des poissons nourris avec les moulées danoises et à ceux des poissons nourris avec les moulées canadiennes traditionnelles. Dans quelques cas, les résultats obtenus étaient similaires voir même légèrement meilleurs que les résultats des moulées danoises.

L'utilisation de moulée à indice de conversion alimentaire plus faible se traduirait, pour les éleveurs, en une baisse de la quantité de moulée nécessaire par tonne de production. Une baisse de la quantité de moulée utilisée entraîne généralement une baisse de phosphore «nourri». Par contre, l'utilisation de moulées « haute énergie » n'entraîne pas nécessairement une baisse directe des coûts de production car elles sont plus dispendieuses à l'achat. En

utilisant pour chaque catégorie de moulée les valeurs moyennes d'ICA pour toutes espèces et type d'installation confondus et des coûts par unité des moulées utilisées durant les expériences, on obtient le tableau suivant :

Tableau 14 Indice de conversion alimentaire et coûts pour chaque catégorie de moulées de l'expérience

	Catégorie de moulée		
	Danoise	Néo-Can.	Trad-Can.
ICA	0,90	0,99	1,16
<i>différence</i>	-22%	-15%	-
Coût / tonne	~1600 \$	~1500 \$	~1300 \$
<i>différence</i>	+ 23 %	+ 15 %	-

Il est intéressant de noter que le gain en conversion alimentaire (diminution de la quantité de moulée nécessaire pour produire une tonne de poisson) correspond à la différence en coûts des moulées. Ainsi, les coûts pour produire 1 tonne de poisson semblent être similaire indépendamment de la catégorie de moulée. Cependant, une baisse de quantité de moulée nourrie devrait influencer les coûts indirects de production, plus difficile à chiffrer, par l'amélioration non négligeable des conditions d'élevage comme la diminution de la production de déchets solides (baisse des coûts d'entretien et de traitement des eaux) et de la demande en oxygène des sédiments. De plus, une baisse des ICA devrait entraîner un raccourcissement du cycle de production et ainsi entraîner une baisse de certains coûts variables associés à l'exploitation de la pisciculture.

4.2.3 BILAN ET REJETS DE PHOSPHORE

Avec, en fond de toile, les nouvelles politiques environnementales et l'opinion publique, l'analyse des bilans de phosphore était, sans contredit, l'objectif le plus important de l'étude. Il est très important de se rappeler que la diminution de rejets de phosphore et des déchets passe par l'amélioration de la formulation des moulées destinées aux poissons d'élevage (Cho et al. 1994 ; Cho et Bureau 1997, 2001 ; Green et al. 2002), mais aussi par les pratiques alimentaires qui favorisent une émission en phosphore minimale, c'est-à-dire lorsque l'indice de conversion alimentaire est à son minimum. Si une différence de formulation existe entre les moulées, nécessairement les ICA seront affectés et, par le fait même, les rejets en phosphore.

La figure 1 présente bien l'interrelation entre les rejets de phosphore et les indices de conversion alimentaire des moulées. En fait, cette figure présente les niveaux maximums d'émission obtenus lorsque l'ICA varie. De plus, elle présente les différences théoriques qu'il est possible d'obtenir lorsque la teneur en phosphore de la moulée varie.

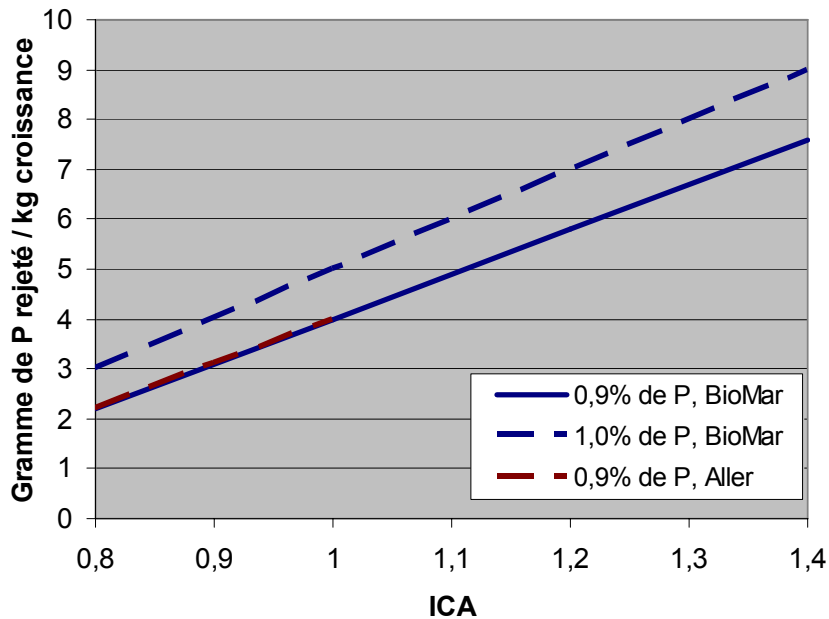


Figure 1 Rejets en phosphore par kg de production en fonction de l'indice de conversion alimentaire (Adaptée de BioMar et Aller Aqua)

Il est ressorti de l'étude, comme tendance (voir tableau 7), que les poissons nourris avec les moulées nouvelles canadiennes rejettent beaucoup moins de phosphore que les poissons nourris avec les autres moulées des essais. Les rejets provenant des poissons nourris avec les moulées danoises ont été, en moyenne, un peu moins élevés que ceux des poissons nourris avec les moulées canadiennes traditionnelles. Il est important de se rappeler que les teneurs en phosphore plus élevées, chez certaines moulées danoises de petites tailles (tableaux 3 & 4), ont certainement contribué à diminuer les avantages possibles en terme de phosphore rejeté.

Comme mentionné dans la section précédente, pour l'étude effectuée à la station de recherche d'Alma (truite arc-en-ciel en labo), les moulées danoises utilisées contenaient des teneurs en phosphore approchant les valeurs annoncées tout en étant semblables à celles des moulées canadiennes. Les rejets de phosphore des poissons alimentés avec les moulées danoises ont été de beaucoup inférieurs (-20 %) à ceux des poissons alimentés avec les moulées traditionnelles canadiennes.

Les essais de digestibilité de phosphore ont permis une certaine analyse des rejets en phosphore; celle-ci a montré que, dans le cas de la truite arc-en-ciel, l'utilisation de moulées danoises et des nouvelles moulées canadiennes semblait produire plus de phosphore dissous que l'utilisation des moulées canadiennes traditionnelles (tableau 8). Il est important de noter que l'étude de digestibilité a été effectuée au LARSA alors que les données de croissance et le bilan de phosphore proviennent de l'étude effectuée au AARS, même si les conditions d'élevage étaient similaires, il est quand même délicat de fusionner des données provenant de deux expériences différentes. La digestibilité plus élevée des ingrédients, plus précisément du phosphore, constituant les moulées danoises et les nouvelles formules canadiennes peut être à l'origine de l'augmentation de la quantité de phosphore rejeté sous forme dissoute pour ces catégories de moulée. Dans le cas de l'étude au LARSA avec les ombles de fontaine, les rejets dissous ont suivi la tendance montrée avec les rejets en phosphore total où les moulées danoises semblent produire moins de phosphore dissous que les nouvelles moulées canadiennes et celles-ci moins que les moulées traditionnelles.

Beaucoup d'études ont démontré que le phosphore dissous (excrété par les branchies et dans l'urine) ne correspond qu'à une fraction du phosphore total rejeté par le poisson, la différence se retrouve dans les fèces (phase solide). Il est admis que le phosphore de la phase solide est solubilisé (relargué) en tout ou en partie selon le temps de rétention des solides dans le système. Il sera donc important d'étudier et de bien comprendre le cycle du phosphore dans les systèmes aquacoles. La digestibilité du phosphore des moulées joue un rôle incontestable dans la quantité de phosphore nécessaire pour la physiologie du poisson mais elle pourrait aussi agir sur la quantité de phosphore relarguée dans le milieu.

4.2.4 COEFFICIENT D'UNITÉ THERMIQUE DE CROISSANCE

Les indices de croissance sont aussi très importants pour l'industrie, principalement pour les producteurs pour le marché de la table. En fait, tout élément pouvant aider ces éleveurs à raccourcir leur cycle de production est un avantage et permet de réduire les coûts de production.

L'analyse des coefficients d'unité thermique de croissance (CUTC) montre, qu'en général, les poissons nourris des moulées danoises ont obtenu une croissance légèrement supérieure aux poissons nourris avec l'une ou l'autre des deux moulées canadiennes. Certaines valeurs CUTC extrêmes présentées dans le tableau 9 proviennent d'essais où un seul bassin était sous expérimentation. Les différences de - 43 % pour l'omble de fontaine sur ferme commerciale et de

15 % et 28 % pour l'omble chevalier sur ferme commerciale ne devraient donc pas être considérées comme étant représentatives pour ces moulées.

Parce que les valeurs de CUTC sont dépendantes de l'espèce, du stock (génétique), de la nutrition, de l'environnement, des conditions d'élevage et d'autres facteurs (Cho et Bureau 1998), il est un peu plus difficile de comparer les valeurs regroupées de CUTC pour les fermes d'élevage commercial où plus d'un facteurs différaient. Néanmoins, pour les études en laboratoire où les facteurs affectant le CUTC étaient semblables sauf pour les moulées, les moulées danoises ont permis d'atteindre des coefficients de croissance légèrement supérieurs à ceux obtenus par les autres moulées canadiennes, leur donnant ainsi un léger avantage.

4.2.5 INDICE DE DÉPÔT DE GRAS VISCÉRAL ET FACTEUR DE CONDITION

Un des soucis majeurs des éleveurs d'omble de fontaine est que les moulées à haute teneur en énergie utilisées lors des essais auraient des niveaux de lipides trop élevés pour la physiologie de l'espèce. En fait, ils soutiennent que ce type de moulée n'est pas conçu pour l'omble de fontaine, que l'espèce n'assimile pas correctement les éléments nutritifs de la moulée et que des problèmes physiologiques (tel le dépôt excessif de gras sur les viscères ou « l'engorgement » du foie) peuvent survenir lorsque les poissons sont nourris avec de telles moulées.

Les résultats collectés montrent que, en général, les poissons nourris avec les moulées de catégorie danoise avaient des dépôts de gras plus important que les poissons nourris avec les moulées canadiennes traditionnelles. La figure 2 représente un bon exemple de dépôt de gras sur les viscères des ombles de fontaine sous expérimentation. Malgré cette différence de dépôt de gras viscéral, les poissons n'ont pas montré de problèmes physiologiques significatifs associés à ces dépôts. Les poissons nourris avec les nouvelles moulées canadiennes ont présenté des dépôts de gras moins importants que ceux nourris avec les moulées danoises et similaires à ceux nourris avec les moulées canadiennes traditionnelles.

Le facteur de condition des poissons est un indice somatique où l'effet du dépôt de gras viscéral aurait pu influencer les valeurs obtenues. Lors de l'étude, les valeurs de facteurs de condition sont restées sensiblement les mêmes malgré le fait que les moulées ait un effet sur les facteurs de croissance et sur les indices de dépôt de gras. Ceci indique que les poissons ont exprimé des croissances morphologiques relativement similaires.

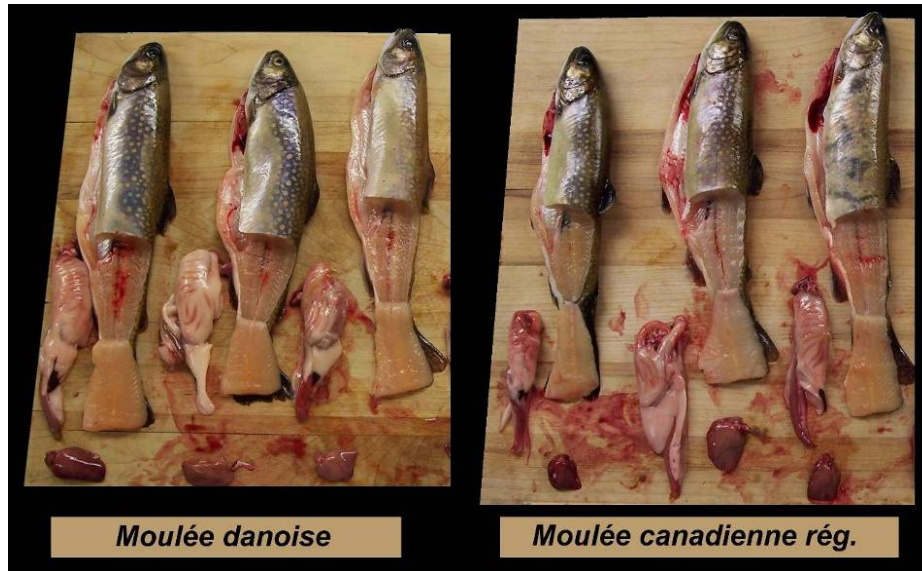


Figure 2 Dépôts de gras viscéral chez l'omble de fontaine

4.2.6 COLORATION ET GOÛT DE LA CHAIR

La coloration de la chair et le goût du poisson sont des aspects de la production importants pour les éleveurs de salmonidé lors d'essais de nouvelles moulées. Il a été demandé qu'un suivi de ces aspects soit effectué afin de s'assurer qu'il n'y aurait pas de différence notable entre les truites nourries avec ces nouvelles moulées et les truites actuellement produites et mis sur le marché par les producteurs québécois, afin de garder la clientèle satisfaite.

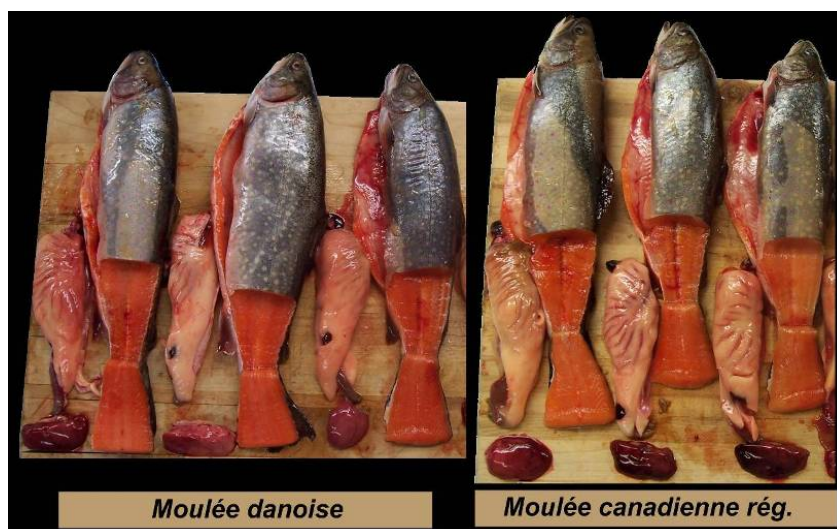


Figure 3 Coloration de la chair chez l'omble de fontaine

La coloration de la chair est très importante en ce qui a trait à la mise en marché du produit. Pour l'étude, seulement certaines fermes ont utilisé des moulées pigmentées. Celles-ci ont été utilisées

également à la Station de Recherche Aquacole d'Alma. Malgré le fait que l'échantillonnage n'ait pas été effectué pour l'ensemble de l'étude, une tendance significative a été notée. Les nouvelles moulées canadiennes ainsi que les moulées danoises ont produit des poissons dont la chair a assimilé les pigments d'astaxanthine plus efficacement. Les figures 3 et 4 montrent des exemples d'assimilation du pigment chez l'omble de fontaine et la truite arc-en-ciel. Les différences de pigmentation entre les catégories de moulée sont visibles sur ces figures. Il existe plus d'un facteur qui pourrait affecter la quantité finale de pigment dans le muscle. Parmi les facteurs extrinsèques aux poissons motionnons entre autre la source du pigment, sa forme et sa concentration, et la composition de la moulée (spécialement le teneur en lipide) (Meyers 1994). Une hypothèse avancée pour expliquer les différences observées serait que les hauts teneurs en lipides des moulées danoises jumelés à une meilleure digestibilité générale des ingrédients auraient favorisé l'absorption et l'assimilation du pigment dans le muscle.

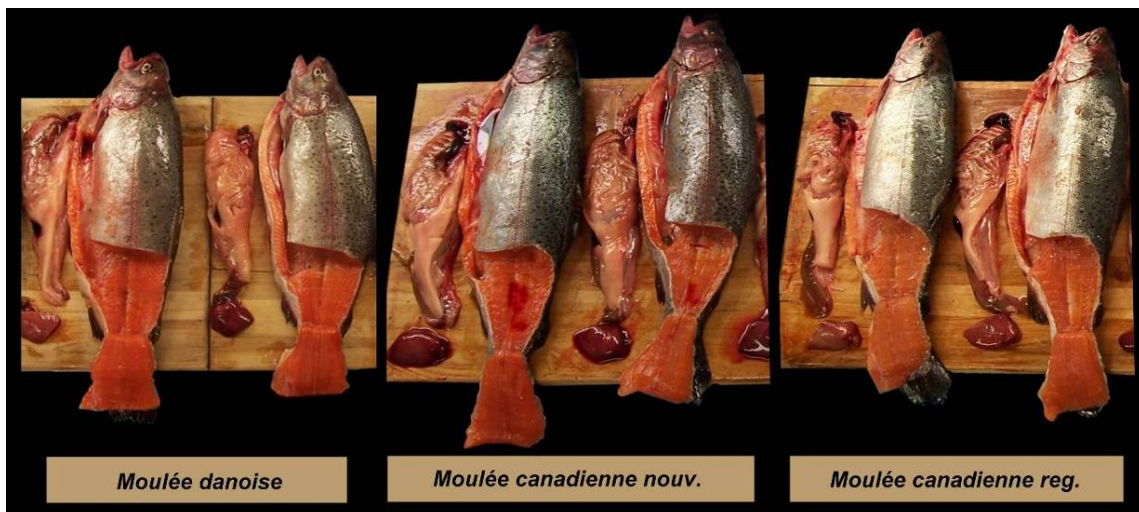


Figure 4 Coloration de la chair chez la truite arc-en-ciel

Tout comme la couleur, le goût et la texture sont des qualités du produit importantes pour les éleveurs. Des analyses, ayant pour but d'évaluer l'acceptabilité des ombles de fontaine et des truites arc-en-ciel nourris avec différentes diètes canadiennes ainsi que des nouvelles diètes utilisées au Danemark, ont donc été effectuées au Centre technologique des produits aquatiques (CTPA). Les panélistes chargés des analyses sensorielles s'entendent pour dire que les ombles de fontaine et les truites arc-en-ciel nourris avec les différentes moulées canadiennes et danoises se sont retrouvées acceptables en terme de propriétés sensorielles. Dans cette évaluation sensorielle, peu importe que les truites aient été nourries avec des moulées canadiennes ou danoises, l'important pour les panélistes, était que la chair des truites soit de couleur uniforme et rosée.

5 CONCLUSION

L'exercice des essais de moulées au Canada a permis l'étude de moulées « haute énergie » utilisées à petite échelle sous conditions contrôlées en laboratoire et à grande échelle sous conditions normales d'élevage commercial, et ce, pour plus d'une espèce de salmonidés. De ces essais, il a été possible de constater des tendances. Cependant, le nombre restreint de bassins représentant les catégories de moulée et le caractère non homogène des fermes commerciales n'ont pas permis la validation de ces tendances par des tests statistiques.

Notons toutefois que les tendances observées suggèrent que les performances des moulées danoises et des nouvelles moulées canadiennes ont été supérieures à celles des moulées canadiennes traditionnelles. Plus particulièrement, l'utilisation des moulées danoises et des nouvelles moulées canadiennes présenteraient, en général, des indices de conversion alimentaire plus faibles que ceux obtenus par l'utilisation de moulées canadiennes traditionnelles. Cette différence pourrait leur attribuer des avantages certains vis-à-vis les coûts de production, les conditions d'élevage et les rejets en phosphore. Cependant, les teneurs en phosphore plus élevées que les limites établies par la réglementation danoise (pour les moulées danoises de petites tailles) ont contribué à la diminution des avantages possibles en terme de phosphore rejeté. L'étude réalisée à la Station de Recherche Aquacole d'Alma a cependant permis de mieux évaluer les avantages qu'ont les moulées danoises, conformes à la réglementation, par rapport aux moulées canadiennes courantes en ce qui a trait aux impacts environnementaux. Ainsi, il a été possible de constater que, lorsque les truites étaient nourries avec ces moulées à haute énergie et à faible teneur en phosphore, on obtenait une diminution notable de l'indice de conversion alimentaire et des rejets en phosphore total.

Ainsi, il a été possible de reconnaître les avantages qu'ont les moulées danoises par rapport aux moulées utilisées jusqu'ici par les éleveurs canadiens. Il y a lieu aussi de reconnaître les efforts actuels consentis par certains fabricants canadiens de moulée pour améliorer leurs produits, notamment au plan environnemental. Les nouvelles formulations testées durant les essais ont démontrés beaucoup de potentiel avec des résultats se rapprochant des résultats des moulées danoises et, dans certain cas, les dépassant. L'accès à des moulées performantes au plan zootechnique, économique et environnemental sera nécessaire aux éleveurs de salmonidés canadiens. Ces moulées seront en fait un élément important qui permettra aux éleveurs d'atteindre le but de se conformer à la réglementation environnementale, et ce, tout en gardant leurs coûts de production compétitifs.

6 REMERCIEMENTS

Pour leurs contributions financières, nous aimerions remercier divers organismes subventionnaires de recherche :

- Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture (PCRDA)
- Société de Développement de l'Industrie Maricole (SODIM)
- Société de recherche et développement en aquaculture continentale (SORDAC)
- Réseau Aquaculture Québec (RAQ).

Pour leur travail, leur temps et/ou support financier, nous aimerions aussi remercier :

- Les propriétaires des piscicultures et leurs employés
- Les fabricants de moulée canadiens et danois
- Les collègues de la Station d'Aquaculture d'Alma, du LARSA, et du groupe de recherche Vandenberg de l'Université Laval

7 RÉFÉRENCES

AOAC. (1990) **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA.

Cho C.Y. & Bureau D.P. (1997) **Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feeding**. *Progressive Fish Culturist* **59**, 155-160.

Cho C.Y. & Bureau D.P. (2001) **A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture**. *Aquaculture Research* **32**, 349-360.

Cho C.Y., Hynes J.D., Wood K.R. & Yoshida H.K. (1994) **Development of high nutrient-dense, low pollution diets and prediction of aquaculture wastes using biological approaches**. *Aquaculture* **124**, 293-305.

Cho, C.Y., Slinger, S.J. 1979. **Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout**. In: Halver, J.E., Tiews, K. (Eds.), *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Heenemann Verlagsgesellschaft, Berlin, pp. 239-247.

Coulombe, N. et Renaud, N. (2005) **Évaluation sensorielle d'ombles de fontaine et de truites arc-en-ciel nourris avec des diètes canadiennes et danoises**. DIT - Rap. d'anal. 2005-02. MAPAQ. 36 p.

Green, J.A., Hardy, R.W. & Brannon E.L. (2002) **Effects of dietary phosphorus and lipid levels on utilization and excretion of phosphorus and nitrogen by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**. 1. **Laboratory-scale study**. *Aquaculture Nutrition* **8**, 279-290.

Green, J.A., Brannon E.L. & Hardy, R.W. (2002) **Effects of dietary phosphorus and lipid levels on utilization and excretion of phosphorus and nitrogen by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)**. 2. **Production-scale study**. *Aquaculture Nutrition* **8**, 291-298.

Lareau, S., R. Champagne, G. Ouellet, É. Gilbert, G. Vandenberg. 2004. **Rapport sur les missions d'évaluation de la technologie danoise pour l'élevage en eau douce des salmonidés**. MAPAQ, MPO, Univ. Laval, AAQ, Initiative de R-D en collaboration interprovinciale pour l'aquaculture durable en eau douce. SORDAC. *Document de veille technologique* n° **2004.2**, 41 p.

Meyers, S.P. 1994. Developments in world aquaculture, feed formulations, and role of carotenoids. *Pure & Appl. Chem.*, **66**, 1069-1076

ANNEXE 1

CARACTÉRISTIQUES DES MOULÉES UTILISÉES

	Taille	Protéine (%)	Gras (%)	Glucide (%)	Fibre (%)	Cendre (%)	P (%)	Énergie digestible (MJ/kg)	Asta (ppm)	ICA 0.8 (Kg of P par 1000 kg de production)	ICA 1.0 (Kg of P par 1000 kg de production)
<i>Moulées Danoises</i>											
Aller	Elips	46	30	10	1	8	0.9	4893	40	2.2	3.1
	Elips	44	31	11	1	8	0.9	4933	40	2.2	
BioMar	Cirkel	48	24	11.5	1	8	0.9	4509	-	2.2	4
	Cirkel	48	24	11.5	1	8	0.9	4509	40	2.2	4
BioMar	Ecolife 19	48	25	11	0.5	8	0.9	4582	-	2.2	4
		47	26	11	0.6	7.5	0.9	4628	50	2.2	4
		43	33	11	0.5	7.5	0.9	5069	50	2.2	4
<i>Moulées canadiennes traditionnelles</i>											
Corey	Vigor	41	23	17	3	8	1.0	4558	50		
	Vigor	41	23	17	3	8	1.0	4558	50		
Martin Mills	Classic Sinking	42	16		2.0		0.7	4056	50		
	Hi-Energy	45	22		1.5		1.15	4557	50		
Skretting	Orient (Apollo)	43	24	17		7	1.35	4365	50		
<i>Nouvelles moulées canadiennes</i>											
Corey	Optimum	48	30		1		0.9		50		
Skretting	Orient LP	48	24	11		7	1.05	4821	50		
	Orient LP	46	24	13		7	1.0	4773	50		

ANNEXE 2

RÉSULTATS NON AMALGAMÉS POUR CHAQUE PROTOCLE

RÉSULTATS

LABORATOIRE RÉGIONAL DES SCIENCES AQUATIQUES – OMBLE DE FONTAINE

Moulée Catégorie	Aller Cirkel	Aller Elips	BioMar Ecolife 19	Skretting Orient LP	Corey Vigor	Martin ProFishent	Skretting Apollo
	Danoise	Danoise	Danoise	Nouvelle formule	Traditionnelle	Classic Sinking Traditionnelle	Traditionnelle
ICA moyenne différence	1,20 ± 0,03	1,23 ± 0,02 1,20 ± 0,04 -29%	1,16 ± 0,04	1,40 ± 0,12 1,40 ± 0,12 -17%	1,54 ± 0,10	1,81 ± 0,10 1,68 ± 0,12 -	1,69 ± 0,02
CUTC moyenne différence	0,162 ± 0,003	0,155 ± 0,004 0,160 ± 0,004 31%	0,162 ± 0,004	0,132 ± 0,003 0,132 ± 0,012 9%	0,128 ± 0,008	0,113 ± 0,003 0,122 ± 0,007 -	0,124 ± 0,012
Phosphore total (kg/tonne) moyenne différence	12,01 ± 1,53	10,75 ± 1,36 10,75 ± 1,72 -14%	9,49 ± 1,43	11,09 ± 1,80 11,09 ± 1,80 -12%	13,85 ± 1,71	11,60 ± 1,32 12,66 ± 1,83 -	12,54 ± 1,92
Phosphore dissous (kg/tonne) moyenne différence	5,10 ± 1,35	2,97 ± 1,38 3,49 ± 1,80 -25%	2,31 ± 1,34	3,91 ± 1,65 3,91 ± 1,65 -16%	4,67 ± 1,82	4,01 ± 2,32 4,64 ± 1,86 -	5,22 ± 1,65
Indice de dépôt de gras moyenne différence	3,9 ± 0,6	4,5 ± 0,5 4,3 ± 0,5 13%	4,6 ± 0,2	4,0 ± 0,6 4,0 ± 0,6 5%	3,8 ± 0,4	3,8 ± 0,3 3,8 ± 0,3 -	3,9 ± 0,1
Facteur de condition moyenne différence	1,38 ± 0,02	1,34 ± 0,03 1,36 ± 0,05 4%	1,37 ± 0,10	1,34 ± 0,07 1,34 ± 0,07 2%	1,38 ± 0,05	1,23 ± 0,11 1,31 ± 0,09 -	1,33 ± 0,04

NOTE : Les valeurs présentées dans le tableau sont des moyennes obtenues pour chaque moulée et des moyennes générales pour chaque type de moulée. La distribution des valeurs est présentée par la moyenne suivie de l'écart-type.

RÉSULTATS

LABORATOIRE STATION DE RECHERCHE AQUACOLE D'ALMA – TRUITE ARC-ENCIEL

Moulée	Aller Elips		BioMar Ecolife 19		Skretting Orient LP	Corey Vigor		Martin ProFishent High Energy Traditionnelle
	Danoise		Danoise			Traditionnelle		
ICA	0,87 ± 0,01	0,88 ± 0,01	0,88 ± 0,01	0,88 ± 0,01	0,95 ± 0,02	1,05 ± 0,01	1,01 ± 0,01	1,03 ± 0,02
moyenne différence	0,88 ± 0,01	0,88 ± 0,01	-15%		0,95 ± 0,02		-	
CUTC	0,220 ± 0,002	0,221 ± 0,008	0,221 ± 0,005	0,221 ± 0,008	0,206 ± 0,004	0,204 ± 0,007	0,215 ± 0,001	0,210 ± 0,008
moyenne différence	0,221 ± 0,005	0,221 ± 0,005	5%		0,206 ± 0,004		-	
Phosphore total	5,56 ± 0,69	6,09 ± 0,37	5,83 ± 0,59	6,09 ± 0,37	6,66 ± 0,36	6,77 ± 0,60	7,84 ± 0,68	7,31 ± 0,80
moyenne différence	5,83 ± 0,59	5,83 ± 0,59	-20%		6,66 ± 0,36		-	
Phosphore dissous	1,86 ± 0,79	1,67 ± 0,37	1,77 ± 0,60	1,67 ± 0,37	2,86 ± 0,46	0,57 ± 0,49	1,17 ± 0,62	0,87 ± 0,61
moyenne différence	1,77 ± 0,60	1,77 ± 0,60	103%		2,86 ± 0,46		-	
Indice de dépôt de gras	7,0 ± 0,2	7,2 ± 0,4	7,1 ± 0,3	7,2 ± 0,4	5,7 ± 0,6	6,2 ± 0,7	5,7 ± 0,3	5,9 ± 0,6
moyenne différence	7,1 ± 0,3	7,1 ± 0,3	20%		5,7 ± 0,6		-	
Facteur de condition	1,69 ± 0,05	1,65 ± 0,03	1,67 ± 0,04	1,65 ± 0,03	1,60 ± 0,05	1,54 ± 0,03	1,56 ± 0,05	1,55 ± 0,04
moyenne différence	1,67 ± 0,04	1,67 ± 0,04	8%		1,60 ± 0,05		-	
Coloration	29,4 ± 0,4	29,5 ± 1,0	29,4 ± 0,7	29,5 ± 1,0	28,3 ± 0,2	29,5 ± 0,8	27,0 ± 0,4	28,3 ± 1,5
moyenne différence	29,4 ± 0,7	29,4 ± 0,7	14%		28,3 ± 0,2		-	

NOTE : Les valeurs présentées dans le tableau sont des moyennes obtenues pour chaque moulée et des moyennes générales pour chaque type de moulée. La distribution des valeurs est présentée par la moyenne suivie de l'écart-type.

RÉSULTATS

PISCICULTURE DES ALLÉGHANYS, STATION SAINT-ALEXIS-DES-MONTS TRUITE ARC-ENCIEL

Catégorie	Danoise		Traditionnelle
	Aller Cirkel 80%	Aller Cirkel Isocal.	Skretting Apollo
ICA	0,86	0,84	0,95
moyenne	0,85		0,95
différence	-11%		-
CUTC	0,166	0,189	0,170
moyenne	0,18		0,170
différence	4%		-
Phosphore total	8,96	9,12	6,55
moyenne	9,04		6,55
différence	38%		-
Indice de dépôt de gras	4,0	4,6	4,6
moyenne	4,3		4,6
différence	-7%		-
Facteur de condition	1,26	1,32	1,29
moyenne	1,29		1,29
différence	0%		-

FERME PISCICOLE DES BOBINES– TRUITE ARC-ENCIEL

Catégorie	Danoise	Nouvelle formule		Traditionnelle
	Aller Elips	Skretting Orient LP	Corey Optimum	Corey Vigor
ICA	0,77	0,82	0,85	0,89
moyenne	0,77	0,84		0,89
différence	-13%	-6%		-
CUTC	0,202	0,228	0,196	0,198
moyenne	0,202	0,21		0,198
différence	2%	7%		-
Phosphore total	7,11	4,83	4,91	6,49
moyenne	7,11	4,87		6,49
différence	10%	-25%		-
Indice de dépôt de gras	5,6	5,0	5,6	4,4
moyenne	5,6	5,3		4,4
différence	27%	20%		-
Facteur de condition	1,14	1,22	1,22	1,18
moyenne	1,14	1,22		1,18
différence	-3%	3%		-
Coloration	28,4	29,4	30,2	25,6
moyenne	28,4	29,8		25,6
différence	50%	75%		-

NOTE : Les valeurs présentées dans les tableaux sont des moyennes obtenues pour chaque moulée et des moyennes générales pour chaque type de moulée.

RÉSULTATS

PISCICULTURE DE MARINARD AQUACULTURE – OMBLE DE FONTAINE

Catégorie Moulée	Danoise BioMar Ecolife 19	Traditionnelle Corey Vigor
ICA	0,93	1,06
<i>différence</i>	-12%	-
CUTC	0,155	0,139
<i>différence</i>	12%	-
Phosphore total	7,0	8,7
<i>différence</i>	-20%	-
Indice de dépôt de gras	5,6	7,0
<i>différence</i>	-20%	-
Facteur de condition	1,33	1,40
<i>différence</i>	-5%	-
Coloration	n/a	n/a
<i>différence</i>		

PISCICULTURE DES ALLÉGHANYS, STATION SAINT-ALEXIS-DES-MONTS – OMBLE DE FONTAINE

Catégorie Moulée	Danoise Aller Cirkel	Nouvelle formule Skretting Orient LP
ICA	0,86	0,91
<i>différence</i>	-5%	-
CUTC	0,113	0,104
<i>différence</i>	9%	-
Phosphore total	6,77	4,64
<i>différence</i>	46%	-
Indice de dépôt de gras	6,4	5,2
<i>différence</i>	23%	-
Facteur de condition	1,27	1,32
<i>différence</i>	-4%	-
Coloration	n/a	n/a
<i>différence</i>		

NOTE : Les valeurs présentées dans les tableaux sont des moyennes obtenues pour chaque moulée et des moyennes générales pour chaque type de moulée.

RÉSULTATS

PISCICULTURE MONT-TREMBLANT – OMBLE DE FONTAINE

Catégorie Moulée	Danoise Aller Cirkel	Traditionnelle Corey Vigor
ICA <i>différence</i>	1,04 -26%	1,40 -
CUTC <i>différence</i>	0,225 26%	0,178 -
Phosphore total <i>différence</i>	9,9 -9%	10,9 -
Indice de dépôt de gras <i>différence</i>	7,0 67%	4,2 -
Facteur de condition <i>différence</i>	1,23 6%	1,16 -
Coloration <i>différence</i>	n/a	n/a

PISCICULTURE VAL-DES-BOIS– OMBLE DE FONTAINE

Catégorie Moulée	Danoise BioMar Ecolife 19	Traditionnelle Corey Vigor
ICA <i>différence</i>	0,98 -16%	1,16 -
CUTC <i>différence</i>	0,263 12%	0,234 -
Phosphore total <i>différence</i>	9,6 22%	7,9 -
Indice de dépôt de gras <i>différence</i>	7,3 18%	6,2 -
Facteur de condition <i>différence</i>	1,54 3%	1,49 -
Coloration <i>différence</i>	29,4 52%	26,2 -

NOTE : Les valeurs présentées dans les tableaux sont des moyennes obtenues pour chaque moulée et des moyennes générales pour chaque type de moulée.

RÉSULTATS

PISCICULTURE DE MARINARD AQUACULTURE – OMBLE CHEVALIER

Catégorie Moulée	Danoise BioMar Ecolife 19	Traditionnelle Corey Vigor
ICA	0,67	1,03
<i>différence</i>	-35%	-
CUTC	0,262	0,185
<i>différence</i>	42%	-
Phosphore total	5,5	9,2
<i>différence</i>	-40%	-
Indice de dépôt de gras	5,6	2,8
<i>différence</i>	100%	-
Facteur de condition	1,32	1,13
<i>différence</i>	17%	-
Coloration	n/a	n/a
<i>différence</i>		-

Catégorie Moulée	Nouvelle formule Skretting Orient LP	Traditionnelle Corey Vigor
ICA	0,84	0,92
<i>différence</i>	-9%	-
CUTC	0,292	0,272
<i>différence</i>	7%	-
Phosphore total	6,55	7,88
<i>différence</i>	-17%	-
Indice de dépôt de gras	5,6	5,8
<i>différence</i>	-3%	-
Facteur de condition	1,42	1,34
<i>différence</i>	6%	-
Coloration	27,2	24,4
<i>différence</i>	11%	-

NOTE : Les valeurs présentées dans les tableaux sont des moyennes obtenues pour chaque moulée et des moyennes générales pour chaque type de moulée.

ANNEXE 3

PROTOCOLES DÉTAILLÉS POUR LES ESSAIS EN LABORATOIRE ET SUR LES FERMES D'ÉLEVAGE COMMERCIAL

N.B. Il existe certaines différences entre les protocoles présentés dans le document initial et les protocoles finaux présentés dans la section méthodologie

Premièrement, toutes les moulées qui seront utilisées dans les essais devront être analysées pour déterminer leur composition réelle et afin de comparer celles-ci avec celles fournies par les fabricants de moulée. Les échantillons seront envoyés au laboratoire Agri-Food Laboratories (Guelph, ON) pour analyse.

Expérience 1

Composition de la moulée danoise et canadienne

1- Échantillon de moulée à analyser :

Moulée danoise :

- Aller Elips
- Aller Cirkel
- Dan-Ex 3044
- Dan-Ex 2446
- Bio-Mar Ecolife 19

Moulée canadienne :

- Toutes les moulées canadiennes qui feront parties des essais

2- Analyse à effectuer sur les moulées : (les méthodes peuvent varier)

- Détermination de la masse sèche (four sous vide à 65 °C pour 18 h) et des cendres (incinération à 550 °C pour 18 h.) seront accomplies en suivant les méthodes d'analyse standard (AOAC, 1990);
- les protéines brutes (% N x 6,25) seront quantifiées en utilisant la méthode semi-automatique de Kjeldahl (Foss Electric, Denmark; AOAC method 7.B01-7.B04);
- la composition en lipide sera analysée par extraction avec l'éther éthylique (Soxtec System HT12, Foss Tecator AB; Hoganas, Sweden) suivant l'hydrolyse acide (Lynch et al., 1963);
- la teneur en énergie sera déterminée en utilisant une bombe calorimétrie adiabatique (Parr Instrument Co., Moline, IL, USA);
- les hydrates de carbone ainsi que les fibres brutes (NFE-F) seront estimés par différence;
- la teneur en phosphore sera déterminée par la méthode d'analyse vanadate/molybdate (Varley, 1966) avec l'appareil Technicon AutoAnalyzer® (Technicon Corporation, TarryTown, NY, USA) suivant la solubilisation des cendres dans une solution de HNO₃ à 10 %.

3- Données recueillies : (seront utilisées pour chaque expérience subséquente)

Formulation :

Protéines brutes

Composition en lipide

Teneur en énergie

Teneur en phosphore

Teneur en eau

Masse sèche

Hydrates de carbone + fibres brutes

Experiment 2

Lab scale experiment at Alma Aquaculture Center

1- Objectives :

Under a controlled setting with rainbow trout fed with the 2 selected Danish feed (Aller Elips, Bio-Mar Ecolife 19) versus those of rainbow trout fed with different domestic feed broadly used on Canadian farm site :

A- Compare thermal unit growth coefficient and feed conversion ratio

B- Compare carcass composition and traits

C- Compare the phosphorus availability, utilisation and waste discharge from phosphorus balance

2- Study initiation date (new) : October 2004

3- Study termination date (new) : January 2005 or when the trout reach the final size

4- Material and methods :

Test animals		Rearing systems and conditions		Feed and ration		Initial composition of the fish
Species	Rainbow trout	Tanks	5 units X 3 (triplicate)	Feed	Aller Elips (M)	The composition of the fish (in the carcass and in the filet) will be measured on a sample of 10 fish from the initial stock using standard methodology.
Breed	Commercial cross				Bio-Mar Ecolife 19 (6 mm)	
Weight average	450 g	Stocking density	60 kg/m ³ to be reached at the end of the experiment		Corey Vigor	
Sex	Mixed			Skreting Orient Low-P		
Number	85 trout per unit	Dissolved oxygen	70 % + (Danish conditions)	Ration	Set to maximise FCR (80 % of max)	
Source	Not determined yet	Temperature	constant 12 °C			
Special requirements	Diploids	Photoperiod	12 h day / 12 h night			
	Disease free					

Experimental design

- From an initial stock of rainbow trout, groups of trout with an average of 450 g will be randomly selected;
- The rearing units will be designed to compare 5 feeds in a triplicate;
- Each groups will be randomly distributed within the experimental units;
- The “location” of each feed will also be determined randomly;
- The fish will be acclimatised to the new feed for a week.;
- The fish will be fed with a ration set to maximise FCR (80 % of max); Ration 80 % will be determined as follow :
 - by feeding the fish to satiation for day 1 & 4 of the week;
 - by feeding the fish to 80 % of satiation for the other days.
- Based on growth calculation, the fish will be fed for 120 days or until the fish reach 1000+ g on average;

- Data collected during the experiment :

Mortality	Number and weight	Collected daily
Ration/feed fed		Recorded daily
Oxygen	70 % saturation	Recorded daily
Temperature		Recorded daily
Flow rate		Recorded daily
Behavioural irregularities		Recorded daily

- Fish sampling during the experiment will not be necessary unless fish are taken out for harvest, to maintain stocking density constant or any other fish health problem.

It might be interesting to do 1 or 2 month periods with sampling in order to minimize risk of losing data over an extended period.

Collection of faeces and analysis for P digestibility

- The collection of faeces and the analysis of P digestibility will be achieved using standard methodology developed at Guelph University (to be performed at LARSA).

Final composition of the fish

- The composition of the fish (in the carcass and in the filet) will be measured for a sample of 3 fish per tank using standard methodology;
- Various somatic indexes will also be measured.

5- Data collected related to objectives

Initial data		Final data	
Fish	Number and weight	Fish	Number and weight
Fish composition (carcass & filet)	Dry matter	Mortality	Number and weight
	Crude protein	Fish composition (carcass & filet)	Same as above
	Lipid composition		
	Energy content	Somatic indexes	Hepato-somatic
	Nitrogen-free extract + crude fibre		Viscera-somatic
	Phosphorus content	Total feed fed	Total dry matter fed
	Water		Total crude protein fed
Feed formula	Dry matter		Total lipid fed
	Crude protein		Total energy fed
	Lipid composition		Total nitrogen-free + crude fibre fed
	Energy content		Total Phosphorus fed
	Nitrogen-free extract + crude fibre		Faeces quantity
	Phosphorus content	Faeces composition	
	Water		Crude protein
	Lipid composition		
	Energy content		
	Nitrogen-free extract + crude fibre		
	Phosphorus content		
		Temperature	

6- Animal disposition : N/A

7- Emergency measures : TBD

Experiment 2A

Lab scale experiment at Alma Aquaculture Center

1- Objectives :

Under a controlled setting with Arctic char fed with one selected Danish feed (Bio-Mar Ecolife 19) versus other Arctic char fed with a domestic feed broadly used on Canadian farm site:

A- Compare thermal unit growth coefficient and feed conversion ratio

B- Compare carcass composition and traits

C- Compare the phosphorus availability, utilisation and waste discharge from phosphorus balance

2- Study initiation date : October 2004

3- Study termination date : January 2005 or when the charr reach the final size

4- Material and methods :

Test animals		Rearing systems and conditions		Feed and ration		Initial composition of the fish
Species	Arctic char	Tanks	4 units X 2 (quaduplicate)	Feed	Bio-Mar Ecolife 19 (6 mm)	The composition of the fish (in the carcass and in the filet) will be measured on a sample of 10 fish from the initial stock using standard methodology.
Breed	Fraser or Nauyuk				Stocking density	
Weight average	300 g (To be confirmed)	Dissolved oxygen	70 % + (Danish conditions) constant 12 °C	Set to maximise FCR (80 % of max)		
Sex	Mixed				Temperature	
Number	150 charr per unit	Photoperiod	12 h day / 12 h night			
Source	Not determined yet					
Special requirements	Disease free					

Experimental design

- From an initial stock of arctic charr, groups of charr with an average of 300 g will be randomly selected.
- The rearing units will be designed to compare 2 feeds (max) in a quadruplicate.
- Each groups will be randomly distributed within the experimental units
- The “location” of each feed will also be determined randomly.
- The fish will be acclimatised to the new feed for a week.
- The fish will be fed with a ration set to maximise FCR (80% of max).
Ration 80 % will be determined as follow:
 - by feeding the fish to satiation for day 1 & 4 of the week
 - by feeding the fish to 80 % of satiation for the other days.
- Based on growth calculation, the fish will be fed for 90 days or until the fish reach 600+ g on average.

- Data collected during the experiment

Mortality	Number and weight	Collected daily
Ration/feed fed		Recorded daily
Oxygen	70 % saturation	Recorded daily
Temperature		Recorded daily
Flow rate		Recorded daily
Behavioural irregularities		Recorded daily

- Fish sampling during the experiment will not be necessary unless fish are taken out for harvest, to maintain stocking density constant or any other fish health problem.

It might be interesting to do 1 or 2 month periods with sampling in order to minimize risk of losing data over an extended period

Final composition of the fish

- The composition of the fish (in the carcass and in the filet) will be measured for a sample of 3 fish per tank using standard methodology.
- Various somatic indexes will also be measured.

5- Data collected related to objectives

Initial data		Final data	
Fish	Number and weight	Fish	Number and weight
Fish composition (carcass & filet)	Dry matter	Mortality	Number and weight
	Crude protein	Fish composition (carcass & filet)	Same as above
	Lipid composition		
	Energy content	Somatic indexes	Hepato-somatic
	Nitrogen-free extract + crude fibre		Viscera-somatic
	Phosphorus content	Total feed fed	Total dry matter fed
	Water		Total crude protein fed
Feed formula	Dry matter		Total lipid fed
	Crude protein		Total energy fed
	Lipid composition		Total nitrogen-free + crude fibre fed
	Energy content	Total Phosphorus fed	
	Nitrogen-free extract + crude fibre	Faeces quantity	
	Phosphorus content		Faeces composition
	Water	Crude protein	
	Lipid composition		
	Energy content		
	Nitrogen-free extract + crude fibre		
	Phosphorus content		
	Temperature		

6- Animal disposition : N/A

7- Emergency measures : TBD

Expérience 3

Étude en laboratoire au LARSA

1- Introduction :

L'étude en laboratoire est conçue pour collecter certaines données qu'il sera impossible de collecter à une échelle plus grande sur un site d'élevage commercial. L'étude en laboratoire sera utilisée pour comparer les impacts environnementaux des moulées canadiennes et danoises au niveau des rejets de phosphore. Pour ce faire, nous devons évaluer la digestibilité des moulées, la quantité et les types de déchets produits ainsi que la performance (Taux de Conversion Alimentaire et Coefficient d'Unité Thermale de Croissance) des moulées. Parce que la plupart des moulées de l'expérience contiennent beaucoup d'énergie, principalement sous forme de lipides, et parce qu'il y a un souci à l'égard de la qualité de la chair du poisson, nous comparerons aussi les teneurs en lipides ainsi que différents indices somatiques.

2- Objectifs :

Sous des conditions contrôlées, des ombles de fontaine seront nourris avec trois moulées danoises choisies (Aller Elips, Aller Circle, et BioMar Ecolife 19) ainsi qu'avec les moulées canadiennes couramment utilisées sur les sites d'élevage commerciaux (moulées utilisées dans l'expérience 6) :

- A- Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
- B- Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques
- C- Comparer la disponibilité du phosphore, son utilisation et les rejets

3- Début de l'expérience : Juin 2004

4- Fin de l'expérience : Octobre 2004 ou dès que les truites auront atteint leur taille finale

5- Matériel et méthodes :

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson	
Espèce	Ombre de fontaine	Bassins	8 unités ou plus X 3 (triplicata)	Moulée	Aller Elips (XS)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.	
Souche	Commerciale	Densité de stockage	30 kg/m ³ à atteindre à la fin de l'expérience		Aller Circle (XS)		
Poids moyen	75 g				BioMar Ecolife 19 (3mm)		
Sexe	Assorti	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises)		Moulée canadienne provenant des fermes d'élevage (de 3 à 6 différentes)		
Quantité	30 ombles par bassin	Température	constant 12 °C		Taille		Selon la charte nutritionnelle du fabricant
Source	Non déterminée	Photopériode	12 h day / 12 h night				
Exigences spéciales	Diploïdes Sans maladie			Ration	Ration quotidienne ajustée pour maximiser le TCA (80 % du max.)		

Concept expérimental

- D'un groupe initial d'omble de fontaine, des sous-groupes d'omble ayant un poids moyen de 75 g seront échantillonnés aléatoirement.
- L'organisation des bassins sera réalisé afin de comparer 8 moulées (ou plus) en triplicata.
- Chaque sous-groupe sera distribué aléatoirement dans les bassins.
- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.
- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration quotidienne ajustée pour maximiser le TCA (80 % du max.).
- La ration 80 % sera déterminé selon la méthode suivante :
 - Les poissons seront nourris à satiété pour les jours 1 & 2 de la semaine
 - Les poissons seront nourris à 80 % de satiété pour les jours 3-7.
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 150 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids de 250 g en moyenne.
- Données recueillies durant l'expérience :

Mortalité	Nombre et poids	Collecte quotidienne
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Fèces		Collecte pour la digestibilité du P
Oxygène	Min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Débit		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des sous-groupes ne sera pas nécessaire à moins que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problème de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à chaque mois ou deux afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Collecte des fèces et analyse de la digestibilité du phosphore

- La collecte des fèces et l'analyse de la digestibilité du phosphore seront accomplies selon les méthodes standardisées développées à l'Université de Guelph.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 3 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

6- Données recueillies en relation avec les objectifs

Données initiales		Données finales	
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté
	Teneur en lipide		
	Teneur en énergie	Indices somatiques	Hepato-somatique
	Glucides et fibre brute		Viscera-somatique
	Teneur en phosphore	Quantité totale de moulée	Total de matière sèche
Eau	Total de protéine brute		
Formule moulée	Matière sèche		Total de lipide
	Protéine brute		Total d'énergie
	Teneur en lipide		Total de glucides et de fibres
	Teneur en énergie	Total de phosphore	
	Glucides et fibre brute	Quantité de fèces	
	Teneur en phosphore	Composition des Fèces	Matière sèche
Eau	Protéine brute		
	Teneur en lipide		
	Teneur en énergie		
	Glucides et fibre brute		
	Teneur en phosphore		
	Température		

7- Méthode de destruction des poissons : à déterminer

8- Mesures en cas d'urgence : à déterminer

Expérience 4

Étude sur ferme d'élevage de truites arc-en-ciel

Pisciculture des Alléghanys

1- Objectifs :

Sous des conditions d'élevage commercial de truites arc-en-ciel, deux moulées seront évaluées (Aller Cirkel vs Skretting). Deux stratégies de nourrissage seront aussi évaluées (méthode danoise vs canadienne). Pour accomplir ceci, nous devons :

- A. Comparer la performance des moulées (évaluation qualitative)
- B. Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
- C. Comparer les rejets de phosphore par analyse des bilans.
- D. Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques
- E. Comparer la qualité et le goût de la chair

2- Début de l'expérience : Juin 2004

3- Fin de l'expérience : Septembre 2004 ou dès que les truites auront atteint leur taille finale

*** Des essais de moulée additionnels pourraient avoir lieu ***
*** à la Pisciculture des Alléghanys pour comparer la moulée traditionnelle ***
*** et une nouvellement développée, toutes deux provenant de Skretting ***

4- Matériel et méthodes :

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson
Espèce	Truite arc-en-ciel	Bassins	3 raceways de 35 m ³	Moulée	Aller Cirkel (S)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.
Souche	Commerciale	Densité de stockage	Peut varier selon les sites d'élevage	Quantité importée	2000 kg	
Poids moyen	300 g	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises)	Moulée canadienne	Skretting	
Sexe	Assorti			Conditions normales du site	Taille	
Quantité	4000 truites par bassin (estimation)	Température	Peut varier aux environs de 8 °C	Rations	1 : Ration quotidienne ajustée pour maximiser le TCA (80 % du max.)	
Source	Non déterminée	Photopériode	Naturelle		1a : Balancée «isocaloriquement» avec ration 1	
Exigences spéciales	Diploïdes Sans maladie				2 : Ration normalement utilisée sur le site	

Concept expérimental

- D'un groupe initial de truites arc-en-ciel, des truites ayant un poids moyen de 300 g seront transférées dans les 3 unités expérimentales.
- L'organisation des unités expérimentales sera réalisée afin de comparer 3 traitements (moulée/stratégies nutritionnelles). Le tableau suivant représente un aperçu de l'organisation qui permettra d'évaluer :
 - 1) La performance des moulées danoises par rapport à celle des moulées canadiennes
 - 2) La performance des stratégies nutritionnelles danoises par rapport à celle des stratégies nutritionnelles canadiennes

Tableau 1 Organisation des unités expérimentales sur site d'élevage

	Moulée danoise	Moulée canadienne
Stratégies danoises	Ration 1 OD 1 unité 1	Ration 1a OD 1 unit 2
Stratégies canadiennes	X	Ration 2 OD 2 unit 3

Pour vérifier la performance des moulées, l'unité 1 sera comparée à l'unité 2 où les stratégies nutritionnelles, les souches, et l'environnement sont identiques, seule la moulée est différente.

Par contre, pour vérifier l'effet des stratégies nutritionnelle sur la performance, l'unité 2 sera comparée à l'unité 3. Dans cette comparaison, la moulée, les souches, les conditions environnementales sont identiques, seules les stratégies nutritionnelles sont différentes.

- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.
- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration isocalorique (ration 1 & 1a) ou la ration habituelle (ration 2).
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 90 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids de 500 g en moyenne.
- Données recueillies durant l'expérience

Mortalité	Nombre et poids	Collecte le + fréquemment possible
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Oxygène	OD 1 min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
	OD 2 (cond. Normale)	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des unités expérimentales ne sera pas nécessaire à moins qu'une récolte soit prévue, que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problème de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à chaque mois ou deux afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 5 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

Goût de la chair

- Des tests organoleptiques seront effectués sur des échantillons provenant des unités expérimentales afin de comparer le goût de la chair et ce en utilisant une méthode d'analyse standardisée (MAPAQ).

5- Données recueillies en relation avec les objectifs :

Données initiales		Données finales	
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté
	Teneur en lipide		Indices somatiques
	Teneur en énergie	Viscera-somatique	
	Glucides et fibre brute	Quantité totale de moulée	Total de matière sèche
	Teneur en phosphore		Total de protéine brute
	Eau		Total de lipide
Formule moulée	Matière sèche		Total d'énergie
	Protéine brute	Total de glucides et de fibres	
	Teneur en lipide	Total de phosphore	
	Teneur en énergie	Température	
	Glucides et fibre brute	Goût de la chair	
	Teneur en phosphore		
Eau			

6- Méthode de destruction des poissons : à déterminer

7- Mesures en cas d'urgence : à déterminer

Expérience 4

Étude sur ferme d'élevage de truites arc-en-ciel

Ferme piscicole des Bobines

1- Objectifs :

Sous des conditions d'élevage commercial de truites arc-en-ciel, deux moulées seront évaluées (BioMar Ecolife 19 vs Corey). Deux stratégies de nourrissage seront aussi évaluées (méthode danoise vs canadienne). Pour accomplir ceci, nous devons :

- A- Comparer la performance des moulées (évaluation qualitative)
- B- Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
- C- Comparer les rejets de phosphore par analyse des bilans.
- D- Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques
- E- Comparer la qualité et le goût de la chair

2- Début de l'expérience : Juin 2004

3- Fin de l'expérience : Octobre 2004 ou dès que les truites auront atteint leur taille finale

4- Matériel et méthodes :

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson
Espèce	Truite arc-en-ciel	Bassins	3 bassins circulaires de 30 m ³	Moulée	BioMar Ecolife 19 (4,5 mm)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.
Souche	Commerciale	Densité de stockage	Peut varier selon les sites d'élevage	Quantité importée	1500 kg	
Poids moyen	200 g	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises)	Moulée canadienne	Corey	
Sexe	Assorti			Conditions normales du site	Taille	
Quantité	3000 truites par bassin (estimation)	Température	Peut varier aux environs de 8 °C	Rations	1 : Ration quotidienne ajustée pour maximiser le TCA (80 % du max.)	
Source	Non déterminée	Photopériode	Naturelle		1a : Balancée «isocaloriquement» avec ration 1	
Exigences spéciales	Diploïdes Sans maladie				2 : Ration normalement utilisée sur le site	

Concept expérimental

- D'un groupe initial de truite arc-en-ciel, des truites ayant un poids moyen de 200 g seront transférées dans les 3 unités expérimentales.

- L'organisation des unités expérimentales sera réalisée afin de comparer 3 traitements (moulée/stratégies nutritionnelles). Le tableau suivant présente un aperçu de l'organisation qui permettra d'évaluer :
 - 1) La performance des moulées danoises par rapport à celle des moulées canadiennes
 - 2) La performance des stratégies nutritionnelles danoises par rapport à celle des stratégies nutritionnelles canadiennes

Tableau 2 Organisation des unités expérimentales sur site d'élevage

	Moulée danoise	Moulée canadienne
Stratégies danoises	Ration 1 unité 1 OD 1	Ration 1a unit 2 OD 1
Stratégies canadiennes	X	Ration 2 unit 3 OD 2

Pour vérifier la performance des moulées, l'unité 1 sera comparé à l'unité 2 où les stratégies nutritionnelles, les souches, et l'environnement sont identiques, seule la moulée est différente.

Par contre, pour vérifier l'effet des stratégies nutritionnelles sur la performance, l'unité 2 sera comparée à l'unité 3. Dans cette comparaison, la moulée, les souches, les conditions environnementales sont identiques, seules les stratégies nutritionnelles sont différentes.

- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.
- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration isocalorique (ration 1 & 1a) ou la ration habituelle (ration 2).
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 120 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids de 500 g en moyenne.
- Données recueillies durant l'expérience

Mortalité	Nombre et poids	Collecte le + fréquemment possible
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Oxygène	OD 1 min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
	OD 2 (cond. Normale)	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des unités expérimentales ne sera pas nécessaire à moins qu'une récolte soit prévue, que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problèmes de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à chaque mois ou deux afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 5 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

Goût de la chair

- Des tests organoleptiques seront effectués sur des échantillons provenant des unités expérimentales afin de comparer le goût de la chair et ce en utilisant une méthode d'analyse standardisée (MAPAQ).

5- Données recueillies en relation avec les objectifs :

Données initiales		Données finales	
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté
	Teneur en lipide		
	Teneur en énergie	Indices somatiques	Hepato-somatique
	Glucides et fibre brute		Viscera-somatique
	Teneur en phosphore	Quantité totale de moulée	Total de matière sèche
	Eau		Total de protéine brute
Formule moulée	Matière sèche		Total de lipide
	Protéine brute		Total d'énergie
	Teneur en lipide		Total de glucides et de fibres
	Teneur en énergie	Total de phosphore	
	Glucides et fibre brute	Température	
	Teneur en phosphore	Goût de la chair	
	Eau		

6- Méthode de destruction des poissons : à déterminer

7- Mesures en cas d'urgence : à déterminer

Expérience 6

Étude sur ferme d'élevage d'omble de fontaine

Marinard Aquaculture

1- Objectifs :

Sous des conditions d'élevage commercial d'omble de fontaine, deux moulées seront évaluées (BioMar Ecolife 19 versus Corey Vigor). Pour accomplir ceci, nous devons :

- A- Comparer la performance des moulées (évaluation qualitative)
- B- Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
- C- Comparer les rejets de phosphore par analyse des bilans.
- D- Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques
- E- Comparer la qualité et le goût de la chair

2- Début de l'expérience : Mi-juin 2004

3- Fin de l'expérience : Mi-novembre 2004 ou dès que les ombles auront atteint leur taille finale

4- Matériel et méthodes :

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson
Espèce	Omble de fontaine	Bassins	2 bassins circulaires de 62 m ³ (X 2 duplicata)	Moulée	BioMar Ecolife 19 (4 mm)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.
Souche	Commerciale			Quantité importée	2000 kg	
Poids moyen	75 g	Densité de stockage	Peut varier selon les sites d'élevage	Moulée canadienne	Corey	
Quantité	10 000 ombles par bassin (estimation)	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises) Conditions normales du site	Taille	Selon la charte nutritionnelle du fabricant	
				Source	Non déterminée	
Exigences spéciales	Diploïdes Sans maladie	Photopériode	Naturelle			

Concept expérimental

- D'un groupe initial d'omble de fontaine, des ombles ayant un poids moyen de 75 g seront transférées dans les 2 unités expérimentales.
- L'organisation des unités expérimentales sera réalisée afin de comparer les 2 traitements. Le tableau suivant présente un aperçu de l'organisation qui permettra d'évaluer :

Tableau 3 Organisation des unités expérimentales sur site d'élevage

	Moulée danoise	Moulée canadienne
Stratégies danoises	Ration A OD 1 unité 1	
Stratégies canadiennes		Ration B DO 2 unité 2

- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.
- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration déterminée par l'éleveur afin d'obtenir un produit présentant des caractéristiques spécifiques (ration A) ou la ration habituelle (ration B).
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 150 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids de 250 g en moyenne ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids final désiré.
- Données recueillies durant l'expérience

Mortalité	Nombre et poids	Collecte le + fréquemment possible
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Oxygène	OD 1 min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
	OD 2 (cond. Normale)	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des unités expérimentales ne sera pas nécessaire à moins qu'une récolte soit prévue, que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problème de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à chaque mois ou deux afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 5 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

Goût de la chair

- Des tests organoleptiques seront effectués sur des échantillons provenant des unités expérimentales afin de comparer le goût de la chair et ce en utilisant une méthode d'analyse standardisée (MAPAQ).

5 Données recueillies en relation avec les objectifs

Données initiales		Données finales	
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté
	Teneur en lipide		
	Teneur en énergie	Indices somatiques	Hepato-somatique
	Glucides et fibre brute		Viscera-somatique
	Teneur en phosphore		Quantité totale de moulée
	Eau	Total de protéine brute	
Formule moulée	Matière sèche	Total de lipide	
	Protéine brute	Total d'énergie	
	Teneur en lipide	Total de glucides et de fibres	
	Teneur en énergie	Total de phosphore	
	Glucides et fibre brute	Température	
	Teneur en phosphore	Goût de la chair	
	Eau		

6 Méthode de destruction des poissons à déterminer

7 Mesures en cas d'urgence à déterminer

Expérience 6

Étude sur ferme d'élevage d'omble de fontaine

Pisciculture des Alléghanys

1 Objectifs :

Sous des conditions d'élevage commercial d'omble de fontaine, deux moulées seront évaluées (Aller Cirkel vs Skretting). Pour accomplir ceci, nous devons :

1. Comparer la performance des moulées (évaluation qualitative)
2. Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
3. Comparer les rejets de phosphore par analyse des bilans.
4. Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques

2 **Début de l'expérience:** Novembre 2004

3 **Fin de l'expérience:** Février 2004 ou dès que les truites auront atteint leur taille finale

4 Matériel et méthodes:

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson
Espèce	Omble de fontaine	Bassins	2 raceways de 15 m ³	Moulée	Aller Cirkel (XS, S)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.
Souche	Commerciale	Densité de stockage	Commerciale	Quantité importée	1550 kg	
Poids moyen	75 g	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises)	Moulée canadienne	Skretting	
Sexe	Assorti			Conditions normales du site	Taille	
Quantité	5 000 ombles par bassin (estimation)	Température	Peut varier aux environs de 8 °C	Rations	A : Ration quotidienne ajustée pour obtenir un produit final donné	
Source	Non déterminée	Photopériode	Naturelle		B : Ration quotidienne ajustée pour obtenir un produit final donné	
Exigences spéciales	Diploïdes Sans maladie					

Concept expérimental

- D'un groupe initial d'omble de fontaine, des ombles ayant un poids moyen de 75 g seront transférées dans les 2 unités expérimentales.
- L'organisation des unités expérimentales sera réalisée afin de comparer les 2 traitements. Le tableau suivant présente un aperçu de l'organisation qui permettra d'évaluer :

Tableau 4 Organisation des unités expérimentales sur site d'élevage

	Moulée danoise	Moulée canadienne
Stratégies danoises	Ration A DO 1 unité 1	
Stratégies canadiennes		Ration B DO 2 unit 2

- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.
- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration déterminée par l'éleveur afin d'obtenir un produit présentant des caractéristiques spécifiques (ration A) ou la ration habituelle (ration B).
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 120 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids final déterminé par l'éleveur.
- Données recueillies durant l'expérience :

Mortalité	Nombre et poids	Collecte le + fréquemment possible
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Oxygène	OD 1 min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
	OD 2 (cond. Normale)	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des unités expérimentales ne sera pas nécessaire à moins qu'une récolte soit prévue, que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problème de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à la mis-parcours afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 5 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

5- Données recueillies en relation avec les objectifs

Données initiales		Données finales	
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté
	Teneur en lipide		Indices somatiques
	Teneur en énergie	Viscera-somatique	
	Glucides et fibre brute	Quantité totale de moulée	Total de matière sèche
	Teneur en phosphore		Total de protéine brute
Eau	Total de lipide		
Formule moulée	Matière sèche	Température	Total d'énergie
	Protéine brute		Total de glucides et de fibres
	Teneur en lipide		Total de phosphore
	Teneur en énergie		
	Glucides et fibre brute		
	Teneur en phosphore		
Eau			

6- Méthode de destruction des poissons N/A

7- Mesures en cas d'urgence

N/A

Expérience 6

Étude sur ferme d'élevage d'omble de fontaine

Pisciculture Mont-Tremblant

1- Objectifs :

Sous des conditions d'élevage commercial d'omble de fontaine, deux moulées seront évaluées (Aller Cirkel versus Corey Vigor). Pour accomplir ceci, nous devons :

1. Comparer la performance des moulées (évaluation qualitative)
2. Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
3. Comparer les rejets de phosphore par analyse des bilans.
4. Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques

2- Début de l'expérience : Novembre 2004

3- Fin de l'expérience : Février 2005 ou dès que les ombles auront atteint leur taille finale

4- Matériel et méthodes :

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson
Espèce	Omble de fontaine	Bassins	2 raceways de 50 m ³	Moulée	Aller Cirkel (XS, S)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.
Souche	Commerciale	Densité de stockage	Commerciale	Quantité importée	1500 kg	
Poids moyen	60 g	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises)	Moulée canadienne	Corey	
Sexe	Assorti		Conditions normales du site	Taille	Selon la charte nutritionnelle du fabricant	
Quantité	20 000 ombles par bassin (estimation)	Température	Peut varier aux environs de 5 °C			
Source	Non déterminée	Photopériode	Naturelle	Rations	A : Ration quotidienne ajustée pour obtenir un produit final donné (80 % charte)	
Exigences spéciales	Diploïdes				Sans maladie	

Concept expérimental

- D'un groupe initial d'omble de fontaine, des ombles ayant un poids moyen de 60 g seront transférées dans les 2 unités expérimentales.
- L'organisation des unités expérimentales sera réalisée afin de comparer les 2 traitements. Le tableau suivant présente un aperçu de l'organisation qui permettra d'évaluer :

Tableau 5 Organisation des unités expérimentales sur site d'élevage

	Moulée danoise	Moulée canadienne
Stratégies danoises	Ration A DO 1 unité 1	
Stratégies canadiennes		Ration B DO 2 unit 2

- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.

- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration déterminée par l'éleveur afin d'obtenir un produit présentant des caractéristiques spécifiques (ration A) ou la ration habituelle (ration B).
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 120 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids final déterminé par l'éleveur.
- Données recueillies durant l'expérience

Mortalité	Nombre et poids	Collecte le + fréquemment possible
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Oxygène	OD 1 min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
	OD 2 (cond. Normale)	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des unités expérimentales ne sera pas nécessaire à moins qu'une récolte soit prévue, que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problème de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à la mis-parcours afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 5 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

5- Données recueillies en relation avec les objectifs

Données initiales		Données finales	
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté
	Teneur en lipide		Indices somatiques
	Teneur en énergie	Hepato-somatique	
	Glucides et fibre brute	Viscera-somatique	
	Teneur en phosphore	Quantité totale de moulée	
Eau	Total de protéine brute		
Formule moulée	Matière sèche		Total de lipide
	Protéine brute	Total d'énergie	
	Teneur en lipide	Total de glucides et de fibres	
	Teneur en énergie	Total de phosphore	
	Glucides et fibre brute	Température	
	Teneur en phosphore		
Eau			

6- Méthode de destruction des poissons N/A

7- Mesures en cas d'urgence N/A

Expérience 6

Étude sur ferme d'élevage d'omble de fontaine

Pisciculture Val-des-Bois

1- Objectifs :

Sous des conditions d'élevage commercial d'omble de fontaine, deux moulées seront évaluées (BioMar Ecolife 19 versus Corey). Pour accomplir ceci, nous devons :

1. Comparer la performance des moulées (évaluation qualitative)
2. Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
3. Comparer les rejets de phosphore par analyse des bilans.
4. Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques

2- Début de l'expérience : Novembre 2004

3- Fin de l'expérience : Février 2005 ou dès que les ombles auront atteint leur taille finale

4- Matériel et méthodes :

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson
Espèce	Omble de fontaine	Bassins	2 bassins circulaires de 30 m ³	Moulée	BioMar Ecolife 19 (3 mm & 4 mm)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.
Souche	Commerciale	Densité de stockage	Peut varier selon le site d'élevage	Quantité importée	2000 kg	
Poids moyen	75 g	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises) Conditions normales du site	Taille	Selon la charte nutritionnelle du fabricant	
Sexe	Assorti					
Quantité	2500 ombles par bassin (estimation)	Température	Peut varier aux environs de 8 °C	Rations	A : Ration quotidienne ajustée pour obtenir un produit final donné B : Ration quotidienne ajustée pour obtenir un produit final donné	
Source	Non déterminée	Photopériode	Naturelle			
Exigences spéciales	Diploïdes					
	Sans maladie					

Concept expérimental

- D'un groupe initial d'omble de fontaine, des ombles ayant un poids moyen de 75 g seront transférées dans les 2 unités expérimentales.
- L'organisation des unités expérimentales sera réalisée afin de comparer les 2 traitements. Le tableau suivant présente un aperçu de l'organisation qui permettra d'évaluer :

Tableau 6 Organisation des unités expérimentales sur site d'élevage

	Moulée danoise	Moulée canadienne
Stratégies danoises	Ration A OD 1 unité 1	
Stratégies canadiennes		Ration B DO 2 unit 2

- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.
- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration déterminée par l'éleveur afin d'obtenir un produit présentant des caractéristiques spécifiques (ration A) ou la ration habituelle (ration B).
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 150 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids de 200 g en moyenne ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids final désiré.
- Données recueillies durant l'expérience

Mortalité	Nombre et poids	Collecte le + fréquemment possible
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Oxygène	OD 1 min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
	OD 2 (cond. Normale)	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des unités expérimentales ne sera pas nécessaire à moins qu'une récolte soit prévue, que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problème de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à la mis-parcours afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 5 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

5- Données recueillies en relation avec les objectifs

Données initiales		Données finales		
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids	
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids	
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté	
	Teneur en lipide		Hepato-somatique	
	Teneur en énergie	Indices somatiques	Viscera-somatique	
	Glucides et fibre brute		Quantité totale de moulée	Total de matière sèche
	Teneur en phosphore			Total de protéine brute
	Eau	Total de lipide		
Formule moulée	Matière sèche	Température		Total d'énergie
	Protéine brute		Total de glucides et de fibres	
	Teneur en lipide		Total de phosphore	
	Teneur en énergie			
	Glucides et fibre brute			
	Teneur en phosphore			
	Eau			

6- Méthode de destruction des poissons N/A

7- Mesures en cas d'urgence N/A

Expérience 6a

Étude sur ferme d'élevage d'omble chevalier

Marinard Aquaculture

1- Objectifs :

Sous des conditions d'élevage commercial d'omble chevalier, deux moulées seront évaluées (BioMar Ecolife19 versus Corey Vigor). Pour accomplir ceci, nous devons :

1. Comparer la performance des moulées (évaluation qualitative)
2. Comparer les coefficients d'unité thermique de croissance et les taux de conversion alimentaire
3. Comparer les rejets de phosphore par analyse des bilans.
4. Comparer la composition des carcasses de poisson et des indices somatiques

2- Début de l'expérience: Novembre 2004

3- Fin de l'expérience: Février 2005 ou dès que les ombles auront atteint leur taille finale

4- Matériel et méthodes:

Type d'animal		Installations et conditions		Feed and ration		Composition initiale du poisson
Espèce	Omble chevalier	Bassins	2 bassins circulaires de 62 m ³	Moulée	BioMar Ecolife 19 (3 mm & 4,5 mm)	La composition initiale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée à partir d'un échantillon de 10 poissons provenant du groupe de poisson initial et ce par la méthode d'analyse standardisée.
Souche	Nauyuk	Densité de stockage	Commerciale	Quantité importée	1300 kg	
Poids moyen	60 g	Oxygène dissous	70 % + (conditions danoises) Conditions normales du site	Taille	Selon la charte nutritionnelle du fabricant	
Sexe	Assorti			Température	Peut varier aux environs de 5 °C	
Quantité	20 000 ombles par bassin (estimation)	Photopériode	Naturelle			
Source	Non déterminée					
Exigences spéciales	Diploïdes					
	Sans maladie					

Concept expérimental

- D'un groupe initial d'omble chevalier, des ombles ayant un poids moyen de 60 g seront transférées dans les 2 unités expérimentales.
- L'organisation des unités expérimentales sera réalisée afin de comparer les 2 traitements. Le tableau suivant présente un aperçu de l'organisation qui permettra d'évaluer :

Tableau 7 Organisation des unités expérimentales sur site d'élevage

	Moulée danoise	Moulée canadienne
Stratégies danoises	Ration A DO 1 unité 1	
Stratégies canadiennes		Ration B DO 2 unité 2

- Le choix de moulée sera aussi déterminé aléatoirement.
- Les poissons seront acclimatés à la nouvelle moulée pendant une semaine.
- Les poissons auront une ration déterminée par l'éleveur afin d'obtenir un produit présentant des caractéristiques spécifiques (ration A) ou la ration habituelle (ration B).
- Basé sur des calculs de croissance, les poissons seront nourris pendant 120 jours ou jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids final déterminé par l'éleveur.
- Données recueillies durant l'expérience

Mortalité	Nombre et poids	Collecte le + fréquemment possible
Ration/quantité donnée		Collecte quotidienne
Oxygène	OD 1 min. saturation 70 %	Collecte quotidienne
	OD 2 (cond. Normale)	Collecte quotidienne
Température		Collecte quotidienne
Comportement irrégulier		Collecte quotidienne

- L'échantillonnage au sein des unités expérimentales ne sera pas nécessaire à moins qu'une récolte soit prévue, que la densité de stockage le nécessite ou que les poissons souffrent de problème de santé.

Il serait cependant intéressant de faire un échantillonnage à la mis-parcours afin de minimiser la perte de données possible sur une longue période.

Composition finale du poisson

- La composition finale du poisson (de la carcasse et du filet) sera mesurée pour un échantillon de 5 poissons pour chaque bassin de l'expérience par la méthode d'analyse standardisée.
- Différents indices somatiques seront aussi mesurés.

5- Données recueillies en relation avec les objectifs

Données initiales		Données finales	
Poisson	Nombre et poids	Poisson	Nombre et poids
Composition poisson (carcasse & filet)	Matière sèche	Mortalité	Nombre et poids
	Protéine brute	Composition poisson (carcasse & filet)	Voir à côté
	Teneur en lipide		
	Teneur en énergie	Indices somatiques	Hepato-somatique
	Glucides et fibre brute		Viscera-somatique
	Teneur en phosphore		Quantité totale de moulée
	Eau	Total de protéine brute	
Formule moulée	Matière sèche	Total de lipide	
	Protéine brute	Total d'énergie	
	Teneur en lipide	Total de glucides et de fibres	
	Teneur en énergie	Total de phosphore	
	Glucides et fibre brute	Température	
	Teneur en phosphore		
	Eau		

6- Méthode de destruction des poissons N/A

7- Mesures en cas d'urgence N/A