



Université du Québec
à Rimouski

**Étude de faisabilité technico-économique d'une éclosérie de
lompes (*Cyclopterus lumpus*) juvéniles pour le contrôle du pou
du saumon (*Lepeophtheirus salmonis*)**

Mémoire présenté

dans le cadre du programme de maîtrise en Gestion des ressources maritimes
en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences

PAR

© KIM LAVIGNE

Août 2017

Composition du jury :

Claude Rioux, président du jury, Université du Québec à Rimouski

Marcel Lévesque, directeur de recherche, Université du Québec à Rimouski

Nathalie Le François, examinatrice externe, Biodôme de Montréal

Dépôt initial le 12 juin 2017

Dépôt final le 18 août 2017

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

Je dédie ce mémoire au temps qui
passe, et aux choses dont on n'a pas pu
profiter

*Je ne cherche pas à connaître les
réponses, je cherche à comprendre les
questions*

- Confucius

REMERCIEMENTS

Ce sont peut-être les seuls remerciements que j'écrirai de mon vivant, alors j'aimerais remercier mes parents, maman, papa et Mimi, de m'avoir supportée dans tous mes projets et mes entreprises. Merci d'être fiers de moi. Merci aussi de m'avoir donné une éducation de qualité, ce que bien des enfants n'ont pas la chance d'avoir. J'aimerais remercier M. David Courtemanche de m'avoir ouvert les portes de Merinov et M. Marcel Lévesque (UQAR), Mme Marie-Hélène Fournier (ÉPAQ) et Mme Nathalie Le François (Biodôme de Montréal) pour leur supervision. Je tiens à souligner l'aide de M. Tony Grenier et Mlle Julie Malandain, qui m'ont éclairée par leurs conseils et leurs connaissances en aquaculture. Un merci tout spécial à M. Raynald Mercier, propriétaire très occupé de Raymer Aquaculture, d'avoir pris du temps pour répondre à mes questions. Merci aussi de m'avoir engagée. Les connaissances que j'ai acquises au travail m'ont été grandement utiles pour mener mon projet à terme. Je me dois aussi de remercier Agnar Steinarsson (IMR, Islande), qui m'a grandement aidé grâce à son expérience avec les poules. Je tiens également à remercier la Fondation de l'UQAR, Merinov et M. Marcel Lévesque pour leur soutien financier. Finalement, le dernier et non le moindre, merci à toi mon loup d'avoir été là, pour moi et pour notre Roxy.

AVANT-PROPOS

Les agents chimiothérapeutiques étudiés depuis plusieurs années pour le contrôle du pou du poisson (*Lepeophtheirus salmonis*, *Caligus elongatus* et *C. clemensi*) sont pour la plus part coûteux, leur efficacité ne cesse de croître et peuvent représenter un des aspects de l'aquaculture qui réduisent son acceptabilité sociale. L'élimination de ces produits a donc des effets social, économique et environnemental positifs. Il existe plusieurs alternatives à ses agents, tels que l'utilisation de piège à pou du poisson, de souches de saumons résistantes au parasite et d'aliments immunostimulants, ainsi que la filtration de l'eau près des infrastructures d'élevage par des bivalves. L'utilisation de poissons « nettoyeurs » dans les cages de saumons d'élevage est également une excellente méthode de biocontrôle du pou du saumon, qui fait ses preuves en Europe et qui s'inscrit dans le mouvement du développement durable et de l'écoresponsabilité. L'objectif de ce mémoire est de contribuer à l'évaluation de la pertinence économique de l'utilisation de poissons nettoyeurs dans les élevages de saumon atlantique dans le contexte de l'est de l'Amérique du Nord. Les informations contenues dans ce document représentent un premier pas vers ce transfert. Il faudra ensuite que ces informations tombent entre les bonnes mains.

RÉSUMÉ

L'infestation du saumon atlantique d'élevage par le pou du saumon, un copépode ectoparasite, est une problématique majeure dans l'industrie. En Norvège, les poissons nettoyeurs sont utilisés depuis plusieurs années pour contrôler les infections de poux du saumon. Le présent document est une première approche visant à déterminer la faisabilité technico-économique d'une écloserie de lompe au Québec, dans une perspective de production d'individus pour le contrôle biologique du pou du saumon. Pour se faire, une revue de littérature sur l'élevage du lompe et une sur le contrôle du pou du saumon par ce poisson ont été réalisées, un modèle d'élevage a été développé, les besoins du marché en lompes ont été étudiés et un modèle technico-économique a été fait pour analyser le potentiel de rentabilité. Deux scénarios ont été analysés, soit une production autonome et une production secondaire de lompes juvéniles. Les aspects biologiques et techniques de l'élevage de ce poisson ont été étudiés afin de récolter les informations nécessaires à l'analyse financière du projet. Au niveau des aspects biologiques et techniques, cette étude a démontré qu'il n'y a pas d'obstacle majeur à l'établissement d'une écloserie. De plus, une telle entreprise répondrait aux besoins des grands producteurs de saumons des Maritimes. Toutefois, une production autonome de lompes ne serait pas rentable au Québec dans les conditions actuelles, alors qu'une production secondaire le serait. Le développement d'une écloserie devrait être réalisé dans les provinces maritimes, plus près des producteurs qui ont besoin des poissons. Une production de lompe serait donc possible dans l'est du Canada.

Mots clés : Lompe, *Cyclopterus lumpus*, saumon atlantique, *Salmo salar*, biocontrôle, faisabilité technico-économique

ABSTRACT

The infection of farmed Atlantic salmon by salmon louse, an ectoparasite copepod, is a major problem in the industry. In Norway, cleaner fish have been used for several years to control salmon louse infections. This paper is a first approach to determine the technical and economic feasibility of a lumpfish hatchery in Quebec, in a perspective of producing individuals for the biological control of salmon lice. In order to do so, a review of the literature on lumpfish rearing and one on the control of sea lice by this fish have been carried out, a rearing model has been developed, the needs of the market for lumpfish have been studied and a technical-economic model was made to analyze the potential for profitability. Two scenarios were analyzed, namely autonomous production and secondary production of juvenile lumpfish. The biological and technical aspects of rearing this fish have been studied in order to collect the information necessary for the financial analysis of the project. At the biological and technical level, this study demonstrated that there are no major barriers to establishing a hatchery. Moreover, such a company would meet the needs of the major salmon producers of the Maritimes. However, an autonomous production of lumpfish would not be profitable in Quebec under present conditions, whereas a secondary production would be profitable. The development of a hatchery should be done in the Maritime provinces, closer to the producers who need the fish. A lumpfish production would therefore be possible in eastern Canada.

Keywords: Lumpfish, *Cyclopterus lumpus*, Atlantic salmon, *Salmo salar*, biocontrol, technical and economic feasibility

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	xi
AVANT-PROPOS	xiii
RÉSUMÉ	xv
ABSTRACT.....	xvii
Liste des tableaux.....	xxi
Liste des figures	xxiii
Introduction.....	25
1.1. Mise en contexte	25
1.2. Description générale.....	26
1.3. Contenu du document	26
2. Résumé de la revue de littérature	26
2.1. Élevage du lompe.....	26
2.2. Contrôle du pou du saumon	28
3. Problématique ou mandat	30
3.1. Objectifs de l'étude	30
3.2. Méthodologie	30
3.2.1. Approche utilisée	30
3.2.2. Provenance des données	31
3.3. Limites de l'étude	32
4. Aspects biologiques.....	33
4.1. Biologie de l'espèce	33
4.2. Reproduction en élevage.....	35
4.3. Taux de croissance	36
4.4. Taux de survie.....	38
4.5. Taux de conversion	39
4.6. Densité d'élevage	39
4.7. Synthèse du volet biologique	40
5. Aspects techniques	41

5.1.	Scénario de production retenu et période de démarrage	41
5.2.	Structure d'élevage.....	42
5.3.	Aménagement de l'entreprise	45
5.4.	Fonds de terre et services	46
5.5.	Bâtiments.....	47
5.6.	Équipements	48
5.7.	Matériel roulant.....	49
5.8.	Approvisionnement.....	50
5.8.1.	Géniteurs.....	50
5.8.2.	Alimentation	51
5.8.3.	Traitements	52
5.9.	Énergie	53
5.10.	Main-d'œuvre directe de production	53
5.11.	Entretien et réparation	54
5.12.	Normes, lois et règlements	54
5.13.	Synthèse du volet technique	55
6.	Marché.....	56
7.	Pré faisabilité financière	58
7.1.	Investissements requis.....	58
7.2.	Prix de vente et revenus annuels	58
7.3.	Coûts variables de production.....	59
7.4.	Coûts fixes de production.....	59
7.5.	Coût de la main-d'œuvre directe.....	60
7.6.	Frais d'administration	60
7.7.	Autres frais et hypothèses financières.....	61
7.8.	Résultats d'opérations prévisionnels.....	61
7.9.	Analyse de rentabilité.....	63
7.9.1.	Analyse de sensibilité et identification des facteurs de risques	64
7.9.2.	Analyse de scénarios.....	65

8. Conclusion et recommandations.....	67
Références.....	69
Annexe A : Revue de littérature sur l'élevage du lompe (<i>Cyclopterus lumpus</i>)	73
Annexe B : Revue de littérature sur le contrôle du pou du saumon (<i>Lepeophtheirus salmonis</i>) par le lompe (<i>Cyclopterus lumpus</i>)	80
Annexe C : Analyse financière du scénario de production autonome de juvéniles.....	87
Annexe D : Analyse financière du scénario de production secondaire de juvéniles	89
Annexe E : Composition de la moulée commerciale suggérée pour le lompe de Skretting .	91

Liste des tableaux

Tableau 1. Coût des composantes du système ouvert.....	44
Tableau 2. Investissements nécessaires pour le terrain de l'écloserie	47
Tableau 3. Investissement nécessaire en bâtiments	47
Tableau 4. Coût des équipements nécessaires pour la mise en place et le fonctionnement de l'écloserie.....	49
Tableau 5. Coût du matériel roulant nécessaire à l'écloserie.	50
Tableau 6. Coût de l'approvisionnement en géniteurs par année.	51
Tableau 7. Coûts des aliments des lompes aux différents stades de croissance.	52
Tableau 8. Produits nécessaires aux traitements des poissons	52
Tableau 9. Coûts mensuels en électricité.....	53
Tableau 10. Frais de main-d'œuvre pour la première année de production.	54
Tableau 11. Coût de l'entretien et de la réparation des infrastructures pour la première année d'opération.....	54
Tableau 12. Investissement total requis pour les différents scénarios analysés.	58
Tableau 13. Frais variables de production pour l'année 1.	59
Tableau 14. Frais fixes de production à l'année 1 pour les deux scénarios analysés, le premier étant une production autonome et le second une production secondaire de lompes juvéniles.	60
Tableau 15. Frais d'administration à l'année 1.	61
Tableau 16. Autres frais et hypothèses financières applicables aux deux scénarios.	61
Tableau 17. Flux monétaire d'opération des deux scénarios pour l'année 1.....	62
Tableau 18. Coût de production à l'année 1 par individu pour une production de 270 000 juvéniles.	62

Tableau 19. Analyse de sensibilité du scénario de production principale.....	65
Tableau 20. Analyse de sensibilité du scénario de production secondaire.....	65
Tableau 21. Analyse de scénarios et risque de non rentabilité d'une production autonome de lompes juvéniles.....	66
Tableau 22. Analyse de scénarios et risque de non rentabilité d'une production secondaire de lompes juvéniles.....	66

Liste des figures

Figure 1. Structure générale du modèle technico-économique.....	31
Figure 2. Lompe (DFA, année inconnue).	33
Figure 3. Répartition géographique du lompe (<i>Cyclopterus lumpus</i>) (Fishbase).....	34
Figure 4. Taux de croissance journalier des trois cohortes élevées par Merinov, de 2011 à 2014.	37
Figure 5. Exemple de système en circuit ouvert (AKVAGroup).....	43
Figure 6. Exemple de système en circuit recyclé (AKVAGroup).	43
Figure 7. Plan schématique de l'écloserie de lompe.....	46
Figure 8. Répartition (%) des coûts de production pour les deux scénarios.....	63
Figure 9. Flux monétaire net d'opération actualisé pour les deux scénarios analysés, soit une production autonome et une production secondaire de lompes juvéniles.....	64
Figure 10. Lompe du stade larvaire à juvénile (pas à l'échelle) (Davenport, 1985).....	77
Figure 11. Cycle de vie de <i>L. salmonis</i> (Marine Institute, 2017).	80
Figure 12. Femelle gravide du pou du saumon (MPO, 2014).	80

Introduction

1.1. Mise en contexte

L'infestation du saumon atlantique (*Salmo salar*) d'élevage par le pou du saumon (*Lepeophtheirus salmonis*, *Caligus elongatus* et *C. clemensi*), un copépode ectoparasite, est une problématique majeure dans l'industrie (Towers, 2014; Vargas, 2015). Le parasite, qui se fixe lors de la phase de grossissement en cage marine, se nourrit de la peau et des tissus muqueux des poissons, les exposant à des infections et à un stress osmotique, qui peuvent entraîner la mort des hôtes (Imsland et al., 2014a). Le pou du saumon a un impact économique important sur l'élevage du saumon. Les traitements utilisés sont coûteux, la croissance des individus est diminuée, il y a plus de gaspillage de la moule commerciale et la qualité du produit est réduite (Imsland et al., 2014a). Les traitements présentement utilisés sont des pesticides chimiques. Un des problèmes qu'ils présentent est la résistance que le parasite peut développer pour ces produits. Au Canada, entre autres, des évidences de résistances ont été observées (Imsland et al., 2014a). Une alternative aux traitements chimiques est l'utilisation de poissons nettoyeurs, qui, se nourrissant de poux, représentent un moyen biologique et durable de contrôler le pou du saumon.

En Norvège, les poissons nettoyeurs sont utilisés depuis plusieurs années pour contrôler les infections de poux du saumon (Braden, 2015). Au Canada, cette méthode commence à être utilisée par les éleveurs de saumons. Les espèces de poissons potentielles sont la tanche tautogue (*Tautoglabrus adspersus*) et le lompe (*Cyclopterus lumpus*). Une entreprise canadienne d'importance dans l'industrie de l'élevage du saumon, Cooke Aquaculture, s'intéresse présentement à la tanche tautogue. Toutefois, cette espèce présente des inconvénients, telle une croissance lente (Braden, 2015). Le lompe est pour sa part plus intéressant pour plusieurs aspects. Son taux de croissance est plus élevé que celui de la tanche, il possède un appétit plus vorace pour les poux et un plus faible risque de contracter des maladies (Braden, 2015). De plus, cette espèce tolère des eaux plus froides. Elle représente donc une meilleure option pour les pays nordiques (Towers, 2014).

1.2. Description générale

Au Québec, des études ont été réalisées sur les espèces de poissons marins potentielles pour l'élevage et la domestication. Le lompe est une espèce qui avait été retenue lors de ces études pour son intérêt potentiel comme espèce aquacole (principalement pour son caviar) (Le François *et al.*, 2002; Merinov 2011) et qui a fait l'objet d'expérimentation quant à sa domestication. Toutefois, la possibilité de développer une écloserie de lompe dans un objectif de contrôle du pou du saumon n'a pas été explorée. Le présent document est une étude préliminaire visant à déterminer la faisabilité technico-économique d'une écloserie de lompe au Québec, dans une perspective de production d'individus pour le contrôle biologique du pou du saumon.

1.3. Contenu du document

Outre l'introduction, le présent document est divisé en sept autres parties. La seconde est un résumé de la littérature disponible sur l'élevage du lompe et sur l'utilisation de ce poisson comme méthode de contrôle du pou du saumon. La troisième partie présente le mandat de cette étude. Les quatrième et cinquième sections concernent respectivement les aspects biologiques et techniques relatifs à l'élevage du lompe. La sixième partie décrit le marché pour les juvéniles et la septième présente les résultats de l'analyse de préfaisabilité financière. Le document se termine par une conclusion qui comprend des recommandations quant à une éventuelle réalisation du projet par une entreprise.

2. Résumé de la revue de littérature

2.1. Élevage du lompe

L'intérêt pour la culture du lompe a débuté en raison de la demande croissante pour le caviar de cette espèce (Benfey et Methven, 1986). Les résultats de plusieurs études réalisées sur son potentiel aquicole suggèrent que l'élevage du lompe est prometteur (Brown *et al.*, 1992; Sayer *et al.*, 2000). Les aspects qui font de cette espèce un bon candidat pour l'aquaculture sont sa capacité à se reproduire en élevage, son fort taux de croissance, la taille de ses œufs et sa résilience suite aux manipulations (Benfey et Methven, 1986; Sayer *et al.*, 2000).

Les œufs de lompe peuvent être recueillis en milieu naturel, lors de la ponte d'individus sauvages matures gardés en captivité et manuellement sur des individus sauvages, captifs ou non (Benfey et Methven, 1986; Brown *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 1997; Nytrø, 2013). En Norvège, des géniteurs sauvages sont capturés en milieu naturel pour obtenir un approvisionnement en œufs et en sperme pour la période d'incubation (Imsland *et al.*, 2014a). Au Québec, cet approvisionnement est assuré par des géniteurs domestiques depuis l'acquisition d'individus sauvages matures en 2011 (Merinov, 2011). Les œufs sont fertilisés, naturellement ou manuellement, puis incubés (Merinov 2013). Ils sont traités avant et pendant l'incubation pour éviter le développement de champignons (Nytrø, 2013). L'incubation des œufs peut être effectuée dans des incubateurs à tiroirs ou dans des jarres et est réalisée avec un flot continu d'eau de mer (Benfey et Methven, 1986; Brown *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 1997; Nytrø, 2013). La période d'incubation des œufs varie de 250 à 290 degrés-jours selon différentes études (Brown *et al.*, 1992; Nytrø, 2013). Les éclosions ont lieu pendant 3 jours à 2 semaines (Benfey et Methven, 1986; Nytrø, 2013). La première alimentation des larves survient 4 jours après l'éclosion (Vargas, 2015). À ce stade, la diète se compose d'artémies enrichies pour 3 semaines. Les larves sont ensuite nourries grâce à des nourrisseurs automatiques contenant de la moulée commerciale, dont la taille est ajustée en fonction de celle des poissons (Nytrø, 2013, Vargas, 2013). La moulée distribuée doit être faible en gras, car le lompe n'a pas la capacité de l'éliminer. Le gras se loge alors dans le foie et le cerveau et cause la mort des poissons (Sayer *et al.*, 2000).

Le taux de croissance spécifique est de 2 à 4% de sa biomasse par jour (Sayer *et al.*, 2000). Un taux de croissance de 3,5 à 3,8% par jour a été observé lorsque les poissons sont nourris sur de la moulée moins élevée en gras (Sayer *et al.*, 2000). Le poids est d'en moyenne 29 g à 1 an et d'environ 510 g à deux ans (Brown *et al.*, 1992). Une température d'élevage de 13 °C favorise un meilleur taux de croissance, une augmentation du poids moyen et de la longueur des juvéniles (Nytrø, 2013, Vargas, 2015). La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de deux ans en captivité, soit de 1 à 3 ans plus tôt qu'en milieu naturel (Brown *et al.*, 1992; Lassen *et al.*, 2015; DFA année inconnue). Le taux de survie des juvéniles diminue avec l'âge. Il est de 100% à 4 semaines, d'en moyenne 80,5% à 8 semaines et d'en moyenne 0,5% à 1 an (Brown *et al.*, 1992). À 30 mm de longueur totale,

les poissons se métamorphosent pour acquérir les caractéristiques physiques des adultes. Le taux de mortalité est plus élevé lors de la transformation (Brown *et al.*, 1992).

L'aquaculture intensive du lompe a débuté en 2012 et est relativement nouvelle. Les paramètres de productions optimaux pour la croissance des larves n'ont pas encore été étudiés. De plus, des études sur les besoins nutritionnels des poissons et la température optimale pour la reproduction, l'incubation et l'élevage larvaire sont requises (Vargas, 2015). La revue de littérature complète sur l'élevage du lompe est présentée à l'annexe A.

2.2. Contrôle du pou du saumon

L'industrie salmonicole des pays du Nord, comme le Canada, la Norvège et l'Islande, fait face à un défi important, soit l'infection des saumons d'élevage par le pou du saumon (Imslund *et al.*, 2014a; MPO, 2014). Ce copépode ectoparasite est retrouvé dans les eaux froides de l'hémisphère nord (Marine Institute, 2017). Il se fixe sur les saumons pour se nourrir de leur peau et de leur mucus (MPO, 2014). L'infestation des salmonidés par le parasite est un phénomène naturel, les individus sauvages peuvent en être affectés. Toutefois, les sites de salmonicultures comportent une densité élevée de poissons, ce qui favorise la propagation du pou à ces endroits. Les saumons sauvages et domestiques peuvent se transmettre mutuellement le parasite (MPO, 2014; Towers, 2014; Farmed and Dangerous, 2017). De plus, la transmission de *L. salmonis* dépend de facteurs environnementaux, tels la température, la salinité et les mouvements d'eau, qui ont un impact sur le cycle biologique du parasite et le comportement des différents stades de développement du pou (MPO, 2014).

Les conséquences de l'infection des saumons d'élevage par *L. salmonis* sont multiples. Les plaies que laisse le parasite lors de son alimentation exposent son hôte à des infections et à un stress osmotique qui peuvent causer sa mort (Imslund *et al.*, 2014a; MPO, 2014). La croissance des saumons et la qualité du produit sont diminuées et une augmentation du gaspillage de la moulée est observée (Imslund *et al.*, 2014a). Les traitements utilisés, des pesticides d'origine chimique, sont coûteux et peu respectueux de l'environnement et le pou développe une résistance contre ces produits (Imslund *et al.*, 2014a; Farmed and dangerous, 2017).

L'utilisation de poissons nettoyeurs pour le contrôle du pou du saumon est une alternative biologique et durable aux traitements chimiques (Imsland *et al.*, 2014a). En Norvège, les poissons nettoyeurs sont utilisés à cet effet depuis plusieurs années (Braden, 2015). Plusieurs espèces de poissons de la famille des *Labridae* et le lompe sont employées (Vargas, 2015). Ce dernier semble être le plus adapté pour les pays nordiques en raison de sa distribution, qui s'étend sur la majeure partie de l'Atlantique Nord, et sa tolérance à un plus grand éventail de température (Towers, 2014; Vargas, 2015). Plusieurs autres facteurs font du lompe un bon poisson nettoyeur, dont son appétit vorace pour les poux, son taux de croissance élevé et un plus faible risque de contracter des maladies (Braden, 2015; Towers, 2014). De plus, les saumons tolèrent bien la présence des lompes dans les cages et n'ont pas de comportements agressifs à leur égard (Towers, 2014). Le lompe s'adapte bien à la vie en cage marine. Il lui faut toutefois des substrats sur lesquels se fixer et des abris (Imsland *et al.*, 2015).

Les lompes introduits dans les cages marines sont des juvéniles dont le poids varie de 10 à 20 g (Vargas, 2015). La densité de lompe optimale est de 10 % par rapport à celle des saumons, ce qui veut dire qu'une cage contenant 100 saumons contiendrait 10 lompes (Imsland *et al.*, 2014a). L'alimentation des lompes n'est pas assurée par une augmentation de la quantité de moulée donnée au saumon. Ils doivent donc se nourrir des organismes présents dans les cages, donc idéalement de *L. salmonis*, et profiter de la moulée non consommée par les saumons (Imsland *et al.*, 2014a). Les études réalisées sur le potentiel du lompe comme poisson nettoyeur démontrent qu'ils permettent de réduire les infections de *L. salmonis* de 90 % (Towers, 2014).

Le succès de la cohabitation entre les saumons et les lompes dans les cages marines dépend de la taille de ces derniers. Imsland *et al.* (2014a) suggèrent une taille limite variant entre 400 et 500 g. Les individus de plus de 350 g peuvent avoir un effet négatif sur la croissance et l'indice de transformation du saumon, alors que les plus petits individus n'ont pas ces effets (Imsland *et al.*, 2014a; Imsland *et al.*, 2014b). De plus, les individus qui atteignent la maturité sexuelle sont moins efficaces pour le contrôle des poux, puisqu'ils s'alimentent moins (Imsland *et al.*, 2014a).

Le contrôle du pou du saumon par l'utilisation de poissons nettoyeurs a fait ses preuves dans les pays producteurs de saumons d'Europe, notamment en Norvège. En effet, certaines entreprises ont déjà adopté cette méthode (Leschin-Hoar, 2014). Au Canada, l'utilisation de poissons nettoyeurs en est à ses débuts. Les producteurs salmonicoles, tel Cooke Aquaculture, s'intéressent à cette pratique sans toutefois pouvoir l'appliquer à son plein potentiel (Braden, 2015). Dans les prochaines années, d'autres recherches seront effectuées sur ce moyen biologique de contrôle du pou du saumon. La revue de littérature complète sur le contrôle du pou du saumon par le lompe est présentée à l'annexe B.

3. Problématique ou mandat

3.1. Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est d'évaluer la faisabilité technico-économique d'une écloserie de lompes juvéniles à une fin de contrôle du pou du saumon pendant la phase de grossissement en cages marines. L'atteinte de cet objectif sous-tend les quatre sous-objectifs suivants :

- ✓ Effectuer deux revues de littérature, soit une sur les techniques et conditions d'élevage du lompe dans une perspective de production de juvéniles et une sur le contrôle du pou du saumon par les lompes dans les cages marines;
- ✓ Développer un modèle d'élevage du lompe basé sur les techniques identifiées comme étant les plus performantes selon la littérature;
- ✓ Décrire le marché des juvéniles de lompe et ses conditions (qualité, quantité, prix);
- ✓ Développer un modèle technico-économique afin d'évaluer la rentabilité potentielle de l'approche proposée.

3.2. Méthodologie

3.2.1. Approche utilisée

Le modèle utilisé pour la réalisation de l'analyse technico-économique tient compte de deux aspects inter-reliés. La première concerne la dynamique biologique de l'espèce élevée, qui comprend principalement le taux de croissance et le taux de survie des juvéniles. La seconde composante du modèle technico-économique est financière. Elle implique de

tenir compte des coûts de production, de l'investissement requis et des aides financières possibles. Les composantes de ces deux aspects seront présentées plus en détails dans les sections 4 et 5. Le marché détermine le prix de vente et donc le revenu de la production. L'analyse de préfaisabilité technico-économique s'achève sur une conclusion à propos de la viabilité de l'écloserie ainsi que par des recommandations relatives à sa mise en place. La figure suivante schématise la structure générale de l'étude de préfaisabilité technico-économique présentée dans ce document.

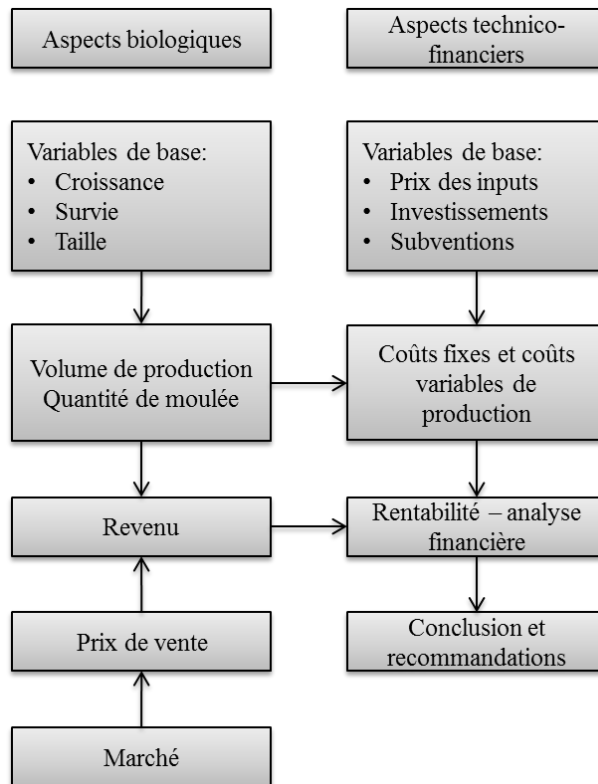


Figure 1. Structure générale du modèle technico-économique.

3.2.2. Provenance des données

Les données nécessaires à la réalisation de cette étude ont été en partie recueillies du 15 mai au 5 août 2016 chez Merinov à Grande-Rivière. Plusieurs informations proviennent des précédentes études du centre de recherche sur l'élevage du lompe pour la production de caviar. La technique d'élevage développée par Merinov depuis 2011 à été modifiée en fonction des informations recueillies dans des études récentes issues de la revue de littérature. Certaines hypothèses provenant des études mentionnées ont été testées à partir

de juin 2016. Les données financières disponibles pour l'élevage de lompe pour le caviar ont été mises à jour et adaptées pour une éclosérie.

Certaines informations sont également tirées de l'étude de faisabilité technico-financière réalisée sur le loup de mer tacheté (*Anarhichas minor*), une espèce qui, comme le lompe, est présente dans le St-Laurent (Laflamme *et al.*, 2004). L'expertise développée sur l'élevage de ce poisson et les données recueillies lors de l'étude de faisabilité ont permis d'évaluer certains aspects techniques de l'élevage du lompe. Certaines informations ont également été tirées des données économiques disponibles sur l'élevage des salmonidés. Aussi, plusieurs données techniques ont été recueillies auprès de Raynald Mercier (Raymer aquaculture inc., New Richmond, Qc), qui produit de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier pour le marché de la table. Finalement, les données provenant des élevages islandais ont été recueillies grâce à la collaboration de M. Agnar Steinarsson, chercheur au *Marine Research Institute* de Reykjakik, Islande. Les informations fournies par M. Steinarsson ont permis de comparer les observations faites chez Merinov en conditions expérimentales avec des élevages de type « commerciaux » produisant des juvéniles pour les besoins d'entreprises salmiconiques.

3.3. Limites de l'étude

Cette étude a été réalisée à partir des données disponibles sur l'élevage du lompe au Québec et à l'étranger, ainsi que sur les expérimentations de chercheurs norvégiens et islandais sur l'utilisation de lompes juvéniles dans les cages de saumons. Les données issues des expérimentations chez Merinov ne sont pas assez nombreuses et diversifiées pour être scientifiquement significative. Toutefois, elles donnent une bonne idée de l'avancée des connaissances que nous avons sur l'élevage du lompe et ce qui peut être amélioré ou doit être abandonné. La présente étude de préfaisabilité technico-financière a été réalisée à la lumière des informations disponibles et pourraient être améliorée par l'acquisition de nouvelles connaissances sur le lompe, son élevage et les données du marché.

4. Aspects biologiques

La présente section détaille les principales données biologiques concernant le lompe nécessaires à l'établissement d'un élevage et à l'analyse de faisabilité technico-économique. Les descriptions de la biologie de l'espèce, de la reproduction en élevage, du taux de croissance, du taux de survie, du taux de conversion et de la densité d'élevage y sont exposées.

4.1. Biologie de l'espèce

Le lompe, aussi appelé grosse poule de mer, possède un corps large et trapu sans écailles (Lassen *et al.*, 2015; DFA, année inconnue). La nageoire dorsale s'élargit lors de la croissance pour former une crête indifférentiable du corps et la nageoire pelvienne forme une ventouse qui lui permet de se fixer à des substrats rocheux (Lassen *et al.*,

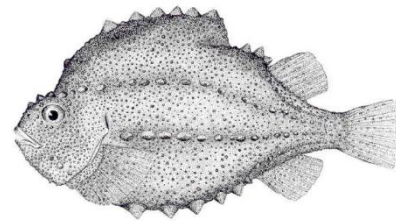


Figure 2. Lompe (DFA, année inconnue).

2015). Sa chair est molle, sa structure osseuse est légère et elle ne possède pas de vessie natatoire (Quigley, 2012; Lassen *et al.*, 2015). Sa coloration varie de vert à bleu-gris (Lassen *et al.*, 2015). Un dimorphisme sexuel est observable chez cette espèce, la femelle atteignant des tailles plus importantes que les mâles (Davenport, 1985; MPO, 2011). Les femelles peuvent atteindre 61 cm et peser 9,1 kg alors que les mâles mesurent entre 35,6 et 38,1 cm et pèsent entre 1,4 et 2,7 kg (DFA, année inconnue). La maturité sexuelle est atteinte entre 3 et 5 ans, à une longueur de 38 cm pour les femelles et de 28 cm pour les mâles (Lassen *et al.*, 2015; DFA, année inconnue). La longévité de cette espèce est de 12 ans (Vottunarstofan Tún ehf, 2014).

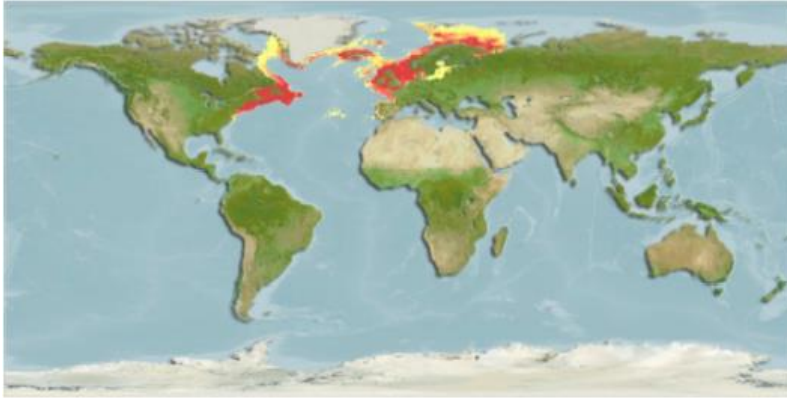


Figure 3. Répartition géographique du lompe (*Cyclopterus lumpus*) (Fishbase).

Le lompe est retrouvé dans les eaux froides et tempérées de l’océan Atlantique ainsi que dans les mers du Nord, Baltique et de Barents (MPO, 2011; Lassen *et al.*, 2015). Il existe trois populations génétiquement distinctes, soit une pour le Maine, le

Canada et le Groenland, une pour l’Islande et la Norvège et une dans la mer Baltique (Vottunarfislaug ehf, 2014). C’est une espèce démersale vivant sur les fonds de roches et de cailloux (MPO, 2011; DFA, année inconnue). La grosse poule de mer vit à des profondeurs variant entre 50 et 300 mètres et il est possible qu’elle passe une partie de sa vie adulte dans la zone pélagique au large des côtes (Lassen *et al.*, 2015; MPO, 2011). Le lompe se nourrit d’euphausiacés, d’amphipodes pélagiques, de copépodes et autres crustacés, de morceaux de méduses, d’anémones, de polychètes et de petits poissons (MPO, 2011; Quigley, 2012). Ses principaux prédateurs sont les phoques, le cachalot (*Physeter macrocephalus*) et le requin du Groenland (*Somniosus microcephalus*) (MPO, 2011; DFA, année inconnue).

La saison de reproduction du lompe a lieu de mars à juillet (Lassen *et al.*, 2015). Au printemps, les géniteurs effectuent une migration côtière vers l’aire de ponte fréquentée les années précédentes puis retournent en eaux plus profondes à la fin de l’été et au début de l’automne (MPO, 2011; DFA, année inconnue). Le frai s’effectue en eaux peu profondes des littoraux rocheux où les algues sont abondantes et lorsque la température de l’eau est de 4 à 8 °C (Quigley, 2012; DFA, année inconnue). Le mâle, qui se teinte d’une couleur rougeâtre pendant la saison de reproduction, arrive sur les lieux de ponte avant la femelle pour préparer son territoire (Davenport, 1985; MPO, 2011; Lassen *et al.*, 2015). Les œufs représentent 20 à 30% du poids corporel des femelles pendant cette période (DFA, année inconnue). Ces dernières pondent de 2 à 3 masses d’œufs, qui peuvent contenir plus de 140 000 œufs chacune, en 8 à 14 jours, puis quittent le site de frai pour migrer vers des

eaux plus profondes (Davenport, 1985; MPO, 2011; DFA, année inconnue). Le mâle, quant à lui, reste pour garder et ventiler les masses d'œufs (MPO, 2011; Lassen *et al.*, 2015). Les œufs mesurent environ 2,5 mm de diamètre et sont de couleur variable (noire, brune, rouge, orange, verte ou mauve) (Davenport, 1985; Quigley, 2012; DFA, année inconnue). Le mâle quitte le site de ponte suite à l'éclosion (Quigley, 2012).

Selon la température, l'éclosion des œufs a lieu après 6 à 8 semaines. Les larves mesurent alors 4 à 5 mm de longueur (DFA, année inconnue). Pendant la première année, la croissance est rapide. Les juvéniles atteignent un taille variant entre 5 et 7,5 cm et se métamorphosent pour ressembler aux adultes (Vottunarfstofan Tún ehf, 2014; DFA, année inconnue). Pendant cette période, les jeunes lompes vivent en surface, à une profondeur de 1 m d'eau, où ils se cachent parmi les algues (Quigley, 2012; DFA, année inconnue). La seconde année, ils migrent en eaux plus profondes pour adopter un mode de vie pélagique (Quigley, 2012; Lassen *et al.*, 2015).

4.2. Reproduction en élevage

En Norvège et en Islande, les géniteurs sont capturés en nature pour obtenir un approvisionnement en œuf et en sperme pour la période d'incubation (Imstrand *et al.*, 2013). L'entreprise islandaise Stofnfiskur élève des lompes juvéniles pour le contrôle des poux du saumon. Ils capturent des géniteurs sauvages de janvier à août (A. Steinarsson, comm. pers.). Les géniteurs sauvages sont mis en quarantaine à leur arrivée dans les installations d'élevage puis conditionnés pour la reproduction. Les œufs ne sont prélevés que si les géniteurs sont exempts de maladies. Les géniteurs ne sont pas nourris lors de leur séjour en captivité et sont tués après la période de reproduction (A. Steinarsson, comm. pers.). Au Québec, il est proposé d'agir de la même façon.

Les œufs sont fertilisés naturellement en bassin ou manuellement en mélangeant les produits sexuels. Suite au durcissement des œufs fertilisés, ces derniers sont traités selon la méthode utilisée par Nytrø (2013) avant l'incubation en jarre à l'Ovadine puisque le produit utilisé en Europe, la Buffodine, n'est pas disponible au Québec. Toutefois, il est proposé d'utiliser la même concentration, soit 2,5 ml/L pour 10 min. Le traitement est répété une fois pendant la période d'incubation avant l'apparition du stade oeillé puisque

l'Ovadine ne doit pas être utilisé sur des œufs à ce stade. Un second traitement au formol est effectué par la suite. Pendant la période d'incubation, l'eau circule en un flot continu (Brown *et al.*, 1992; Nytrø, 2013). L'incubation est réalisée à la noirceur, avec une intensité lumineuse de moins de 10 lux (Nytrø, 2013). En Islande, la température d'incubation dans l'industrie de production de juvéniles est de 7 à 8 °C (A. Steinarsson, comm. pers.). La période d'incubation des œufs varie de 250 à 290 degrés-jours (Brown *et al.*, 1992; Nytrø, 2013). À l'éclosion, les larves sont transférées dans des bassins d'élevage. La première alimentation survient 4 jours après l'éclosion (Vargas, 2015). Les larves sont nourries aux artémies enrichies pendant 3 semaines, puis à une moulée faible en gras dont la taille est ajustée en fonction de celle des poissons (Nytrø, 2013; Sayer *et al.*, 2000). La quantité de moulée distribuée aux poissons est équivalente à 2 à 3 % de la biomasse estimée. Elle est distribuée pendant une photopériode de 18 à 24 heures de jour (A. Steinarsson, comm. pers.). La température d'élevage à la première alimentation est de 7 à 8 °C. Elle est augmentée graduellement à 12 °C 50 jours après l'éclosion. Pendant la phase de grossissement, la température est de 10 °C et peut être diminuée à 7 °C pour ralentir la croissance (A. Steinarsson, comm. pers.). Une fois la taille de 10 g atteinte, les poissons sont vaccinés afin d'éviter que les poissons contractent des maladies d'origine bactérienne (notamment celle causé par *Vibrio anguillarum*) et d'améliorer leur survie dans les cages marines (Vargas, 2015; A. Steinarsson, comm. pers.).

4.3. Taux de croissance

Le taux de croissance varie entre les individus, d'une cohorte à une autre et en fonction du stock d'origine des géniteurs sauvages (A. Steinarsson, comm. pers.). Le taux de croissance spécifique est de 2 à 4 % de sa biomasse par jour (Sayer *et al.*, 2000). Un taux de croissance de 3,5 à 3,8% par jour a été observé lorsque les poissons sont nourris sur de la moulée à teneur moins élevée en gras (Sayer *et al.*, 2000). Selon Brown *et al.* (1992), un poids de 29 g est atteint à l'âge de un an. L'atteinte de la taille commercialisable (10-20 g) peut donc être réalisée en moins d'un an. En Islande, les producteurs de juvéniles obtiennent les poids de 2, 5 et 10 g en approximativement 100, 125 et 150 jours après l'éclosion (A. Steinarsson, comm. pers.). La taille commercialisable est donc atteinte à environ 5 mois. Il est réaliste d'estimer une période de 4 à 6 mois pour que tous les

individus pèsent au moins 10 g. Une température d'élevage de 13 °C favorise un meilleur taux de croissance, une augmentation du poids moyen et de la longueur des juvéniles (Nytrø, 2013, Vargas, 2015).

Les expérimentations des dernières années chez Merinov ont permis d'obtenir les courbes de taux de croissance journalier présentées à la figure 4. Le taux de croissance des jeunes lompes est très élevé pendant les deux premiers mois d'élevage, puis se stabilise à une moyenne de 3% par jour jusqu'à l'atteinte de la taille commercialisable, qui a lieu à environ 275 jours, soit 9 mois. Le fort taux de croissance observé pour les premiers mois est obtenu grâce au nourrissage des larves avec les artémies enrichies de Selco, un concentré lipidique avec DHA et apport vitaminiques. Les larves nourries avec de la moulée à la première alimentation possèdent un taux de croissance largement inférieure. La croissance des juvéniles pourrait également être accélérée par l'utilisation d'une température de l'eau de mer optimale, qui varie tout au long de la croissance en fonction du poids des individus (Nytrø, 2013). Le taux de croissance peut également être influencé par la densité d'élevage.

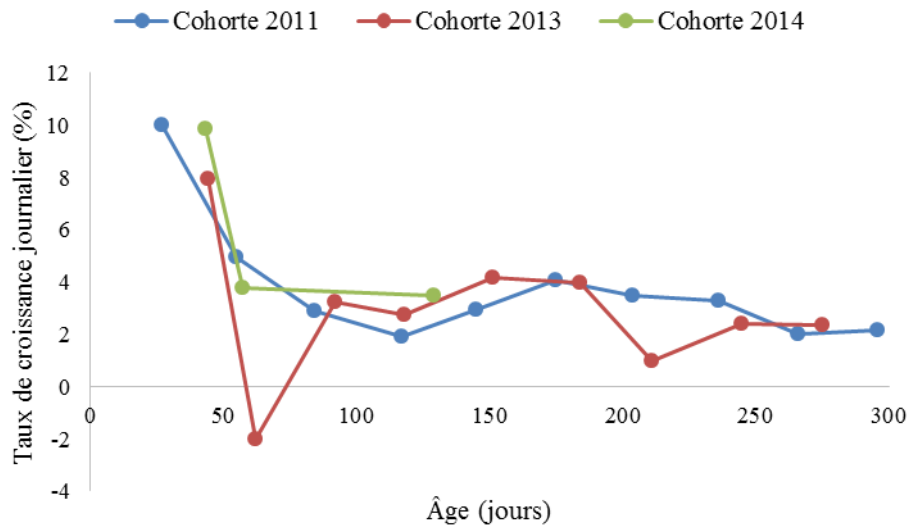


Figure 4. Taux de croissance journalier des trois cohortes élevées par Merinov, de 2011 à 2014.

Les tests réalisés à l'été 2016 sur la température d'élevage (un groupe témoin élevé à 10 °C et un groupe expérimental élevé à 16 °C) et sur l'élevage de larves en bassin (jamais réalisé avant chez Merinov) ont permis d'obtenir des poids moyens de 10 g en 4 à 4 mois et demi. Des expérimentations de plus grande envergure devraient être menées pour

valider ces résultats. Toutefois, ces données montrent que l'expérience acquise à Merinov a permis d'améliorer les résultats obtenus de 2011 à 2014.

4.4. Taux de survie

Selon Brown *et al.*, (1992) le taux de survie des juvéniles diminue avec l'âge. Il est de 100% à 4 semaines, d'en moyenne 80,5 % à 8 semaines et d'en moyenne 0,5 % à 1 an, notamment en raison d'une diète non adaptée à leurs besoins. La survie est améliorée par l'utilisation d'une diète faible en gras (Sayer *et al.*, 2000). En Islande, la production de juvénile au *Marine Research Institute* permet d'observer un taux de survie à l'éclosion de 91 % (A. Steinarsson, comm. pers.). À la première alimentation, le taux de survie est de 65 % et celui pendant la phase de grossissement est de 79 %. Le taux de survie total, du stock initial de larves jusqu'à l'obtention de juvéniles de 20 g, est quant à lui estimé à 45 % (A. Steinarsson, comm. pers.).

Les expérimentations réalisées à Merinov ont permis d'observer un taux de survie à l'incubation variable, soit entre 0 et 60 % (Merinov, 2013). À l'éclosion, les larves mesurent 5,2 mm et pèsent 2,7 mg (Merinov, 2011). Selon la littérature, les larves mesurent 5,6 mm à 5,8 mm et leur poids est de 2,4 mg (Benfey et Methven, 1986; Brown *et al.*, 1992). Le taux de survie à l'incubation et le taux d'éclosion sont déterminés par simple observation. Le succès de l'éclosion des œufs est variable. Des ajustements ont été réalisés pour améliorer le taux de survie des œufs. Les problèmes rencontrés pour l'éclosion sont l'arrêt du développement des œufs dans les derniers stades et une sortie de l'œuf difficile (Merinov, 2013). Une petite expérience sur l'alimentation réalisée à l'été 2016 a permis d'observer un taux de survie plus élevé lorsque les larves sont nourries aux artémies enrichies à la première alimentation. Les larves nourries à la moulée commerciale dès la première alimentation possèdent un taux de survie largement inférieur. Les tests réalisés à l'été 2016 ont permis d'obtenir de meilleurs taux de survie en ce qui concerne la première alimentation et la phase de croissance. Les taux en question n'ont pas été calculés puisque les expériences n'ont pas été menées à terme. Les soins et l'attention portés aux poissons sont également un facteur qui influence leur survie.

4.5. Taux de conversion

Le taux de conversion, ou indice de transformation, exprime la quantité en kg de nourriture nécessaire pour que les poissons grossissent de 1 kg (Merinov, 2011). Cet indice est un élément important dans l'évaluation du potentiel d'une espèce pour la pisciculture (Merinov, 2011). Pour le lompe, le taux de conversion est régulièrement plus faible que 1, ce qui signifie que moins d'un kg de nourriture permet de produire 1 kg de poisson (Merinov, 2011). Sayer *et al.* (2000) ont également obtenu un taux de conversion de moins de 1, soit de 0,74, lorsque les poissons étaient nourris avec de la moulée moins grasse que celle donnée habituellement aux salmonidés. L'efficacité de conversion du lompe est supérieure à celle du saumon d'élevage commercial, qui est de 1,2 à 1,7 (Sayer *et al.*, 2000).

Le taux de conversion pour les larves et les juvéniles n'est toutefois pas calculé puisqu'il n'est pas possible d'estimer efficacement la quantité de nourriture consommée. En effet, la quantité de moulée distribuée lors de son introduction est supérieure au besoin des poissons pour stimuler leur intérêt pour cet aliment (Merinov, 2013). Il n'est pas possible de connaître avec certitude la quantité de moulée effectivement absorbée. Une fois que la moulée est introduite et acceptée par les poissons, les jeunes lompes sont nourris jusqu'à satiété. Sayer *et al.* (2000) propose de distribuer une quantité de moulée équivalente à 4 à 6 % de la biomasse des poissons. En Islande, entre autres au *Marine Research Institute*, le taux de conversion des juvéniles n'est également pas calculé (A. Steinarsson, comm. pers.). Toutefois, la quantité de moulée donnée au poissons doit être comptabilisée afin d'estimer les coûts de production liés à l'alimentation.

4.6. Densité d'élevage

La densité d'élevage est fonction, pour le lompe, de la surface disponible à la fixation des poissons sur les parois des bassins (Vargas, 2013). Elle se calcule comme pour plusieurs espèces benthiques, tels le flétan de l'Atlantique et le loup tacheté, en kg/m² et non en kg/m³ comme c'est le cas des autres espèces piscicoles. Au *Marine Research Institute* d'Islande, la surface d'élevage totale est de 10 m² par bassin pour la première phase de croissance et chaque bassin contient environ 20 000 juvéniles. À un poids de 5 g, la surface d'élevage est de 16 m² et le nombre de poissons est de 15 000 par bassin. À 20 g, la densité

est de 12 kg/m² ou de 10 000 individus par bassin (A. Steinarsson, comm. pers.). La surface d'élevage d'un bassin se résume habituellement aux parois et au fond. Au *Marine Research Institute* d'Islande, des feuilles de plastiques sont ajoutées dans les bassins dans le but d'augmenter la surface disponible (A. Steinarsson, comm. pers.).

4.7. Synthèse du volet biologique

Le lompe est retrouvé dans les eaux froides et tempérées de l'océan Atlantique ainsi que dans les mers du Nord, Baltique et de Barents (MPO, 2011; Lassen et al., 2015). La saison de reproduction du lompe a lieu de mars à juillet (Lassen et al., 2015). Le frai s'effectue en eaux peu profondes des littoraux rocheux où les algues sont abondantes et lorsque la température de l'eau est de 4 à 8 °C (Quigley, 2012; DFA, année inconnue). Les œufs représentent 20 à 30% du poids corporel des femelles (DFA, année inconnue). Ces dernières pondent de 2 à 3 masses d'œufs, qui peuvent contenir plus de 140 000 œufs chacune, en 8 à 14 jours (Davenport, 1985; MPO, 2011; DFA, année inconnue). Selon la température, l'éclosion des œufs a lieu après 6 à 8 semaines (DFA, année inconnue). En pisciculture, les géniteurs sont capturés en milieu naturel pour assurer un approvisionnement en produits sexuels. Les œufs fertilisés sont incubés dans des jarres à la noirceur et à 7 à 8 °C pendant 250 à 290 degrés-jours. À l'éclosion, les larves sont transférées dans des bassins, où elles commencent à s'alimenter 4 jours plus tard (A. Steinarsson, comm. pers.; Nytrø, 2013).

Dans les élevages islandais, les producteurs de juvéniles obtiennent des individus de 10 g en approximativement 150 jours, soit environ 5 mois. Le taux de survie est de 91 % à l'éclosion, de 65 % à la première alimentation et de 79 % pendant la phase de grossissement (A. Steinarsson, comm. pers.). Le taux de conversion pour les juvéniles n'est pas calculé. La densité d'élevage pour le lompe se calcule en kg/m². Pour la première phase de croissance, les bassins possèdent 10 m² de surface et contiennent environ 20 000 juvéniles. Pour les secondes phases de grossissement, la surface est de 16 m² et le nombre de poissons par bassin est de 15 000 à un poids de 5 g et de 10 000 à 20 g (A. Steinarsson, comm. pers.). L'expérience d'élevage du lompe obtenu grâce aux expérimentations réalisées à Merinov laisse croire qu'un élevage commercial pourrait être réalisé au Québec.

5. Aspects techniques

Cette section présente les hypothèses générales concernant les aspects techniques de la mise en place d'une écloserie de lompes pour le contrôle du poux du saumon. Le scénario de production et la période de démarrage, la structure d'élevage, l'aménagement de l'entreprise, les fonds de terre et services, les bâtiments, l'équipement, la machinerie, l'approvisionnement, l'énergie, la main-d'œuvre nécessaire, les frais d'entretien et de réparation ainsi que les normes, lois et règlements qui peuvent s'appliquer au projet sont présentés. Deux scénarios sont évalués afin d'analyser la rentabilité du projet. Le premier considère la production de lompes juvéniles comme seule activité de l'entreprise et le second considère que cette production est secondaire, donc qu'elle n'est ni la principale ni la seule activité de l'entreprise.

Le coût des investissements provient de références de marchands, d'une entreprise québécoise spécialisée dans l'élevage de salmonidés et d'études similaires. Le coût des équipements est basé sur deux compagnies qui fournissent du matériel d'aquaculture, soit Aquamerik et Pentair. Le prix de certains accessoires provient de chez Canadian Tire. De plus, certaines informations proviennent des données disponibles sur l'élevage des salmonidés, du coût des investissements chez Raymer Aquaculture, une pisciculture gaspésienne, de l'étude réalisée sur l'élevage du loup de mer tacheté et de celle réalisée sur la production de lompe pour le caviar. Il est à noter que les coûts sont estimés pour une écloserie produisant 270 000 juvéniles. Les investissements peuvent varier en fonction du volume de production.

5.1. Scénario de production retenu et période de démarrage

Le scénario de production retenu pour l'écloserie est l'élevage de 270 000 lompes juvéniles de 10 à 20 g. Ce niveau de production a été estimé par Marie-Hélène Fournier en fonction des échanges passés avec Cooke Aquaculture. Une telle production est envisageable du point de vue technique puisque le *Marine Research Institute* d'Islande produit entre 200 000 et 250 000 individus par an (A. Steinarsson, comm. pers.). Toutefois, une production beaucoup plus importante pourrait être envisagée en cas de besoin pour le marché. En effet, l'entreprise islandaise Stofnfuskur a élevé 1,2 million d'individus en

2016 et devrait augmenter sa production à 2 millions pour 2017 (A. Steinarsson, comm. pers.).

La période de démarrage est estimée à 5 ans. Suite à la construction du bâtiment qui accueillera l'écloserie et à la mise en place des installations d'incubation, d'alevinage et de grossissement, les installations de l'entreprise devront être mises à l'épreuve afin de s'assurer que les poissons puissent y être accueillis. Ensuite, les géniteurs sauvages pourront être placés en quarantaine pour débiter le premier cycle d'élevage. Tous les juvéniles issus de la ponte de cette première cohorte de géniteurs pourront être vendus la première année, après une période de grossissement d'environ 5 mois post-éclosion. La durée totale d'un cycle d'élevage est estimée à 9 mois. Il faudra plusieurs années pour acquérir l'expérience nécessaire au bon déroulement des opérations et maîtriser adéquatement le cycle d'élevage, c'est pourquoi une période de 5 ans est allouée au démarrage de l'entreprise.

5.2. Structure d'élevage

L'élevage de poissons en milieu terrestre peut être réalisé selon deux grands types de systèmes, soit en circuit ouvert ou recyclé. Dans le premier type (Figure 5), l'eau ne circule qu'une fois dans le système avant d'être rejetée. Il requiert un approvisionnement constant en eau de bonne qualité. Dans le second type (Figure 6), aussi appelé système en circuit recyclé, l'eau est filtrée et réutilisée. Un apport d'eau neuve est tout de même nécessaire puisque ces systèmes ne sont pas étanches. Les deux types ne sont pas exclusifs; un système d'aquaculture peut recycler l'eau à 50 %, 70 % ou autre selon ses besoins. Chaque système possède ses avantages et inconvénients. Le système fermé permet de réduire la consommation d'eau, les rejets dans l'environnement et les coûts de chauffage de l'eau. Cependant, il est beaucoup plus coûteux qu'un système ouvert en raison des installations de biofiltration nécessaires. Le système ouvert est donc moins cher, mais sa consommation d'eau, ses rejets dans l'environnement et les coûts de chauffage sont plus élevés.

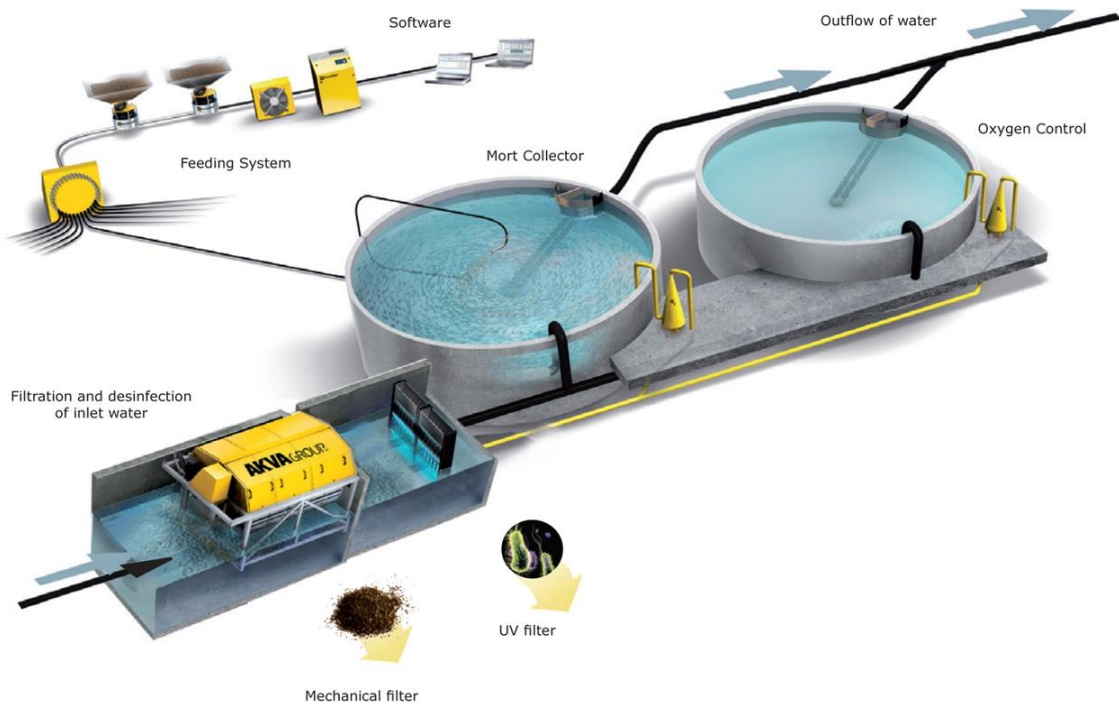


Figure 5. Exemple de système en circuit ouvert (AKVAGroup).

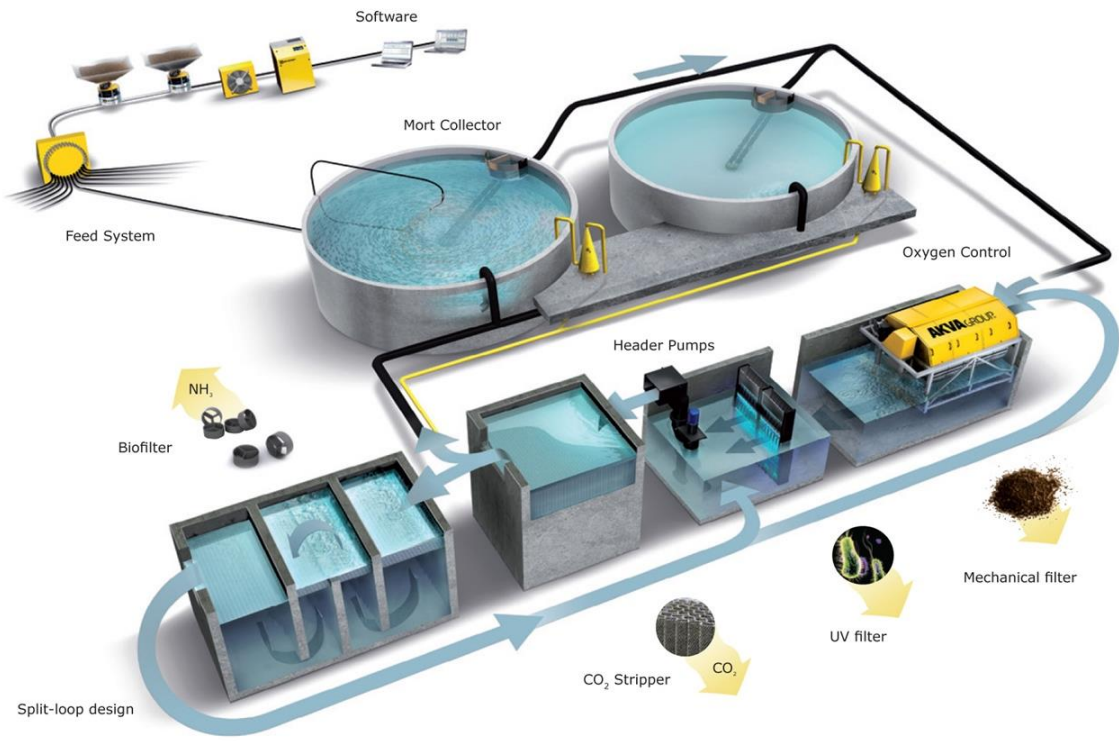


Figure 6. Exemple de système en circuit recyclé (AKVAGroup).

Le type de système choisi pour l'écloserie de lompe est ouvert. L'eau de mer est disponible en très grande quantité et les besoins en eau d'une telle entreprise sont faibles, en comparaison avec la disponibilité de la ressource. Un système ouvert coûte moins cher puisqu'il est moins complexe. De plus, le *Marine Research Institute* d'Islande utilise un système ouvert pour l'élevage du lompe (A. Steinarsson, comm. pers.). Ce type d'installation est donc adéquat pour cette espèce. L'écloserie devra posséder les différentes composantes de ce système, soit un système de pompage de l'eau de mer et des équipements de filtration et de désinfection, des filtres mécaniques et un système de traitement aux UV. Les systèmes ouverts ne possèdent pas tous des installations de purification des eaux usées. C'est d'ailleurs le cas au *Marine Research Institute* d'Islande, qui ne traite pas les eaux rejetées dans la mer (A. Steinarsson, comm. pers.). Aucun système de traitement des eaux usées n'a été prévu. L'apport en eau douce nécessaire à l'écloserie proviendra du réseau d'eau de la ville où elle s'établira. Cette eau pourra être déchlorée selon les besoins de la pisciculture, comme pour l'élevage des artémies.

Dans le scénario où la production de lompe juvénile est une activité secondaire, le système de pompage de l'eau de mer et les équipements de filtration et de désinfection sont considérés comme déjà en place et ne sont pas inclus dans les investissements. Le déchlorinateur est toutefois nécessaire si l'apport d'eau de la municipalité est directement branché au bâtiment. Les autres composantes du système sont également incluses dans le coût des investissements nécessaires pour une production secondaire.

Tableau 1. Coût des composantes du système ouvert

Composante	Coût
Pompes	6 000,00 \$
Filtres mécanique	5 394,00 \$
Stérilisateur UV	7 989,00 \$
Châteaux d'eau et dégazeurs	50 000,00 \$
Pompes à chaleur	28 086,00 \$
Déchlorinateur	1 199,00 \$
Autres (station de pompage eau de mer)	50 000,00 \$
Imprévus (10% des investissements)	14 866,80 \$
Total	163 534,80 \$

5.3. Aménagement de l'entreprise

Il est proposé de construire trois bâtiments sur le terrain de l'écloserie. La figure 7 présente un plan schématique des installations de l'entreprise. Le premier édifice contient la génératrice électrique, qui permettra de fournir l'électricité nécessaire à l'écloserie en cas de panne de courant. Le second est pour la station de pompage de l'eau de mer, qui alimentera le bâtiment principal en eau. Il doit être idéalement situé sur le bord de l'eau pour faciliter l'approvisionnement. Un troisième bâtiment isolé et chauffé, d'environ 1000 m², contiendra les installations d'élevage. Cet édifice principal est divisé en plusieurs sections. Une pièce contenant un bassin est aménagée en quarantaine, afin d'accueillir les géniteurs sauvages lors de leur séjour en captivité. Une seconde pièce est une chambre noire destinée à l'incubation des œufs et contient les incubateurs. La plus grande partie du bâtiment accueille les bassins d'alevinage et de grossissement ainsi que les châteaux d'eau, thermopompes, compresseur à oxygène et autres installations nécessaires. Un entrepôt est également inclus. Cet espace est prévu pour l'entreposage de matériel et d'équipements de réparation et d'entretien, l'entreposage de la moulée et peut également servir de laboratoire et d'atelier mécanique. Une chambre froide avec congélateur peut y être aménagée pour entreposer les sacs de moulée. L'entrepôt peut être aménagé selon les besoins. Finalement, une partie du bâtiment est alloué à l'administration, dans un cas où l'écloserie serait la seule activité de l'entreprise.

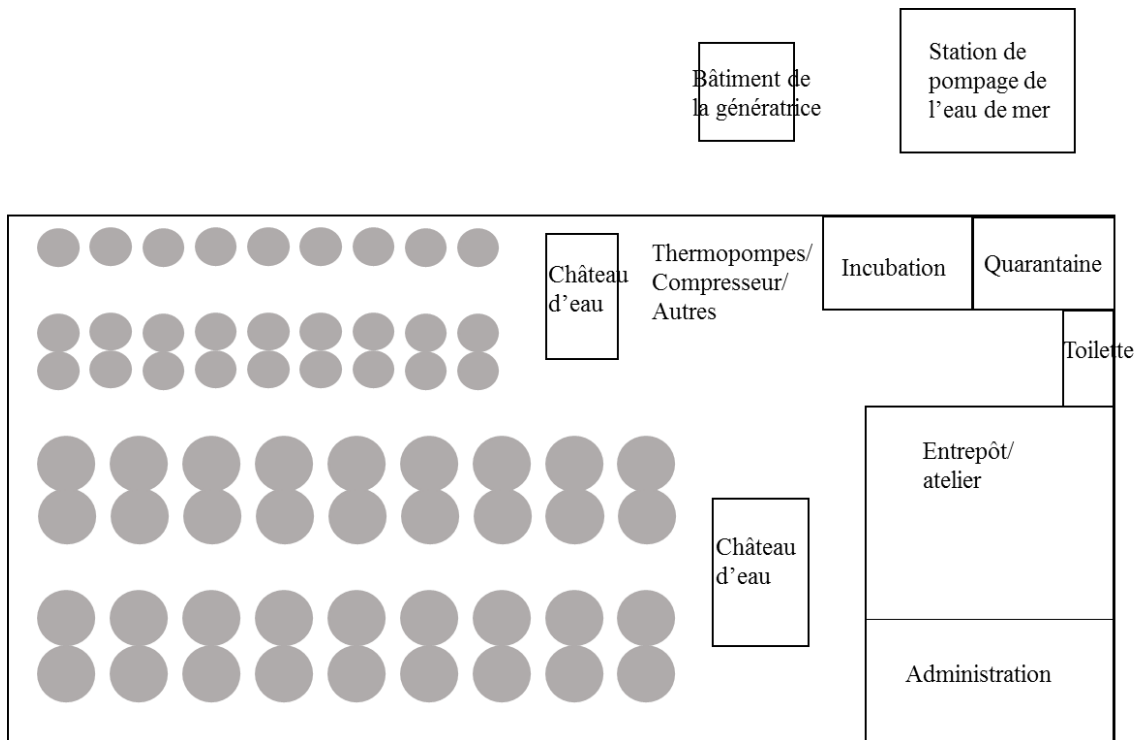


Figure 7. Plan schématique de l'écloserie de lompe.

5.4. Fonds de terre et services

Le terrain acquis pour l'établissement doit être situé près du bord de mer pour pouvoir prélever de l'eau grâce à la station de pompage. De plus, il doit être situé à un endroit zoné commercial et/ou agricole, selon les exigences de la municipalité dans laquelle l'écloserie s'installera. Les données du tableau 2 ont été prélevées de l'étude réalisée sur le potentiel de l'élevage du loup de mer tacheté au Québec (Laflamme *et al.*, 2004). Le fonds de terre a été augmenté par rapport à cette étude afin d'avoir une marge de manœuvre quant au coût du terrain ou prévoir des frais supplémentaires liés à son aménagement.

Dans le second scénario, il est assumé qu'il n'y a pas de frais supplémentaires de fonds de terre et de services puisque l'entreprise qui ajouterait cette production à ses activités posséderait déjà un terrain et des installations. Un investissement pourrait être nécessaire pour préparer le terrain à la construction d'un second bâtiment.

Tableau 2. Investissements nécessaires pour le terrain de l'écloserie

Investissement	Coût
Fonds de terre	80 000,00 \$
Terrassement et chemin d'accès	10 500,00 \$
Arpentage	1 575,00 \$
Frais juridiques	1 050,00 \$
Imprévus (10% des investissements)	9 312,50 \$
Total	102 437,50 \$

5.5. Bâtiments

Sur le terrain de l'écloserie, trois bâtiments devront être construits, soit un pour la génératrice, un pour la station de pompage et un pour l'écloserie elle-même. Les coûts de construction sont présentés dans le tableau 3. Le bâtiment de la génératrice est de la grosseur d'un petit cabanon et ne nécessite pas beaucoup d'espace. Le coût de la bâtisse inclus également les installations internes, telle la génératrice elle-même d'une capacité de 100 kW. Les installations de la station de pompage ont été présentées précédemment, ils ne sont donc pas inclus dans le coût du bâtiment.

Concernant le second scénario, seul le coût pour la station de pompage n'est pas inclus dans les investissements du projet. Le bâtiment de la génératrice et les installations qui y sont associées sont compris dans le cas d'une production secondaire puisque les infrastructures déjà en place sont considérées comme répondant au besoin actuel d'une entreprise ayant d'autres activités et n'auraient donc pas la capacité de répondre également à ceux de l'écloserie de lompes.

Tableau 3. Investissement nécessaire en bâtiments

Bâtiment	Coût
Génératrice	45 000,00 \$
Station de pompage	20 000,00 \$
Écloserie	250 000,00 \$
Électricité	30 000,00 \$
Plomberie	50 000,00 \$
Imprévus (10% des investissements)	39 500,00 \$
Total	434 500,00 \$

5.6. Équipements

Les équipements d'élevage nécessaires sont présentés dans le tableau 4. Les bassins utilisés sont des bassins circulaires en fibre de verre. Le choix des bassins a été réalisé à la lumière des informations obtenues du *Marine Research Institute* d'Islande. Pour les 50 à 60 premiers jours, les lompes sont élevés dans des bassins en fibre de verre noirs de 3 m³ puis transférés dans des bassins en fibre de verre verts de 3 m³, puis de 6 m³. De plus, des feuilles de plastiques sont ajoutées dans les bassins pour augmenter la surface d'élevage (A. Steinarsson, comm. pers.). Dans la présente étude, la couleur des bassins n'a pas été prise en considération, ce qui permet d'utiliser moins de bassins de 3 m³. Il est recommandé d'ajouter également des feuilles de plastiques pour répondre au besoin de surface du lompe. Tous les équipements présentés sont inclus dans les investissements nécessaires à une activité secondaire de production de lompe.

Tableau 4. Coût des équipements nécessaires pour la mise en place et le fonctionnement de l'écloserie.

Équipement	Coût
Incubation	
Incubateurs à œufs	2 535,00 \$
Élevage	
Bassins 3m ³ et supports	64 800,00 \$
Bassins 6m ³ et supports	175 000,00 \$
Plomberie	63 000,00 \$
Surface supplémentaire	5 000,00 \$
Alimentation	
Incubation d'artémies	1 785,00 \$
Pompes péristaltiques	1 752,00 \$
Nourrisseurs	14 546,00 \$
Accessoires	32,00 \$
Général	
Système d'oxygénation	100 000,00 \$
Pompes	6 000,00 \$
Puises	52,00 \$
Brosses	192,00 \$
Multimètres YSI	2 935,40 \$
Compteur manuel	43,00 \$
Balances	1 665,00 \$
Contenants isothermes	1 244,20 \$
Boyau d'arrosage et embout	60,00 \$
Tricur et tombeau de tri	1 975,00 \$
Systèmes de gestion et d'alarme	25 000,00 \$
Outils divers	1 000,00 \$
Matériel de laboratoire	1 500,00 \$
Imprévus (10% des investissements)	47 011,66 \$
Total	517 128,26 \$

5.7. Matériel roulant

Le matériel roulant requis se compose d'un chariot élévateur et d'une camionnette commerciale d'entreprise. Les deux items peuvent être achetés usagés à moindres coûts puisque leur utilisation ne sera pas fréquente. Le chariot élévateur sera disponible en cas de besoin pour le soulèvement de charge lourde. La camionnette permettra de faire le transport de poisson si nécessaire, de se déplacer pour aller chercher du matériel et pour tout autre déplacement lié à l'activité de l'entreprise. Le budget alloué au matériel roulant

(Tableau 5) a été déterminé en fonction d'achats de matériel usagé. Ces investissements sont exclus pour le second scénario puisqu'il est considéré que l'entreprise dont la production de lompe serait une activité secondaire posséderait déjà du matériel roulant.

Tableau 5. Coût du matériel roulant nécessaire à l'écloserie.

Matériel roulant	Coût
Chariot élévateur	7 000,00 \$
Camionnette commerciale	20 000,00 \$
Imprévus (10% des investissements)	2 700,00 \$
Total	29 700,00 \$

5.8. Approvisionnement

5.8.1. Géniteurs

L'approvisionnement en géniteurs peut être effectué selon deux scénarios. Le premier propose de prélever des géniteurs sauvages chaque année pendant la période de reproduction pour assurer un approvisionnement en œufs de bonne qualité et en grande quantité. En effet, en prélevant des individus sauvages, il est possible de sélectionner des individus matures plus âgés et plus productifs en produits sexuels. La seconde option est de sélectionner des géniteurs potentiels dans les cages marines et de les conserver en stabulation pendant 1 an pour assurer une meilleure qualité des œufs, qui n'est pas excellente lors de la première année de maturité sexuelle. Le second scénario ne peut pas être réalisé présentement puisqu'aucun lompe n'est utilisé dans les cages marines au Canada. Le premier scénario est donc la seule possibilité analysée dans cette étude. Toutefois, si le projet se concrétise, la seconde option permettrait de sélectionner des individus pour un programme de reproduction permettant de produire des lompes plus efficaces au niveau du nettoyage.

Le nombre de géniteurs qui permettrait d'obtenir une bonne diversité génétique et d'assurer un approvisionnement suffisant en produits sexuels est de 30. Ce nombre a été déterminé selon les expérimentations de Merinov et le nombre d'œufs requis. Le ratio mâle femelle proposé est de 20 mâles pour 10 femelles, les œufs de chaque femelle pouvant être fécondés par plusieurs mâles. Le coût des poissons est de 100\$ par individus. Ce prix a été fixé par les pêcheurs de Blanc-Sablon, contactés précédemment par Merinov pour

l’approvisionnement en géniteurs sauvages. Le choix de l’approvisionnement a été fait en fonction de l’aire de répartition du lompe dans le fleuve St-Laurent, la possibilité d’avoir des individus de grande taille et la collaboration des pêcheurs. Le coût de cet approvisionnement doit également tenir compte des frais de déplacement du technicien pour le transport des poissons vers l’écloserie (Tableau 6). Les coûts de transport inclus donc les frais d’hébergement, d’alimentation et du véhicule. Les frais liés à l’approvisionnement en géniteurs sont majorés chaque année en fonction d’un taux d’inflation de 2 %.

Tableau 6. Coût de l’approvisionnement en géniteurs par année.

Variable	Valeur
Prix par géniteur	100,00 \$
Nombre de mâles	20
Nombre de femelles	10
Transport	4 161,65 \$
Inflation transport	2%
Total	7 161,65 \$

5.8.2. Alimentation

L’approvisionnement en nourriture est assuré par plusieurs compagnies en fonction des produits nécessaires selon le stade de développement des jeunes lompes. À l’éclosion, les alevins sont nourris pendant 3 semaines avec des artémies enrichies de selco. Le prix des artémies et du selco proviennent de l’entreprise Artemia International LLC, compagnie avec laquelle Merinov fait affaire pour son approvisionnement en artémies. Après les 3 semaines d’alimentation aux artémies, les larves passent à la moulée commerciale. Le tableau 7 présente la moulée proposée provenant de la compagnie Skretting et son coût. Sa composition est présentée à l’annexe E. La taille de la moulée est ajustée en fonction de la taille des larves et des juvéniles. La composition de la moulée choisie est adéquate pour les besoins nutritionnels des lompes, soit un faible taux de gras et beaucoup de protéines. Aucun approvisionnement en aliments n’est nécessaire pour les géniteurs, qui ne sont pas nourris pendant leur captivité. Une inflation de 2 % par année est ajoutée au coût de l’alimentation.

Tableau 7. Coûts des aliments des lompes aux différents stades de croissance.

Aliment	Coût/kg
Éclosion	
Artémies (Boîte de 425g)	55,00 \$
Selco DHA	55,00 \$
Larves et juvéniles	
Gemma Wean 0,2	40,19 \$
Gemma Wean 0,3	31,50 \$
Gemma Wean 0,5	15,50 \$
Gemma Diamond 1	7,70 \$
Gemma Diamond 1,2	7,42 \$

5.8.3. Traitements

Des traitements sont à prévoir pour les œufs et les individus à des fins de prévention de développement de champignons ou de maladies ou de traitement lorsque les infections se déclarent. À titre préventif, les œufs sont traités à l’Ovadine et au formol. Le formol peut également être utilisé sur les poissons. La Chloramine-T est un désinfectant utilisé dans l’élevage de salmonidés comme traitement pour les juvéniles. Ce produit pourrait également être utilisé dans une écloserie de lompe. Les prix pour ces produits proviennent de chez Syndel Canada. L’Ovadine et la Chloramine-T sont disponibles en plus gros formats. Les prix des produits sont soumis à une inflation de 2% par année.

Tableau 8. Produits nécessaires aux traitements des poissons

Produit	Quantité	Prix
Ovadine	4 L	60,00 \$
Chloramine-T	5 kg	225,00 \$
Formalin	208 L	920,00 \$

5.9. Énergie

Les besoins en énergie pour l'écloserie de lompe sont comblés par un branchement à Hydro-Québec. Les coûts en électricité ont été calculés mensuellement et divisés en deux aspects, soit la consommation d'électricité pour l'oxygénation des poissons et la consommation en électricité pour les besoins en pompage, en chauffage et en éclairage de l'écloserie. Le tableau 9 présente les deux aspects de l'utilisation de l'électricité. Ces coûts sont applicables pour les deux scénarios de production. Les coûts liés à l'énergie sont augmentée annuellement selon une inflation de 2%.

Tableau 9. Coûts mensuels en électricité

Composante	Coût mensuel
Oxygène	450,00 \$
Pompage, chauffage, éclairage	5 550,00 \$
Total	6 000,00 \$

5.10. Main-d'œuvre directe de production

La main d'œuvre de production requise est composée d'un technicien et d'un ouvrier aquacoles. Le tableau 10 présente les données concernant la main-d'œuvre. La période d'activité de l'écloserie est d'environ 9 mois par an, de l'acquisition des géniteurs sauvages à l'obtention de juvéniles de 10 à 20 g. Les emplois sont considérés comme saisonnier et comme temps partiel pour l'ouvrier. Un étudiant inscrit dans un domaine lié à l'aquaculture pourrait être engagé au besoin pendant des périodes plus actives, permettant ainsi d'obtenir une subvention salariale du gouvernement. Dans le cas où la production de lompes juvéniles est secondaire, les emplois pourraient être annuels en raison des autres activités de l'entreprise. Seuls les besoins en main-d'œuvre directement liés aux opérations de l'écloserie seront considérés dans l'analyse financière des deux scénarios. Les salaires sont augmentés de 2% par année.

Tableau 10. Frais de main-d'œuvre pour la première année de production.

Paramètre	Valeur
Nombre de semaines technicien	32
Nombre de semaines ouvrier	32
Nombre d'heures travaillées par semaine (technicien)	30
Nombre d'heures travaillées par semaine (ouvrier)	20
Taux horaire technicien	16,32 \$
Taux horaire ouvrier	13,26 \$
Bénéfices marginaux	18%

5.11. Entretien et réparation

Chaque année, un montant correspondant à un certain pourcentage du coût initial des investissements est considéré comme la somme allouée à l'entretien et à la réparation des bâtiments, de la structure d'élevage, des équipements et du matériel roulant. Cette proportion est tirée des données de l'élevage du loup de mer tacheté et des salmonidés. Le tableau 11 présente les différentes proportions liées aux catégories d'investissements du projet ainsi que les coûts liés à l'entretien pour chaque catégorie. Ces données sont applicables aux deux scénarios de production et sont soumis à un taux d'inflation de 2% chaque année.

Tableau 11. Coût de l'entretien et de la réparation des infrastructures pour la première année d'opération.

Investissement	% du coût initial	Coût de l'entretien
Fonds de terre	2%	1 862,50 \$
Bâtiments	1,5%	4 950,00 \$
Matériel roulant	4%	1 080,00 \$
Équipements	3%	21 046,92 \$

5.12. Normes, lois et règlements

Au Québec, aucune entreprise piscicole ne produit de poissons marins. Pour le moment, seuls quelques centres de recherche, tel l'Institut Maurice Lamontagne et Merinov, maintiennent des poissons marins dans leurs installations d'élevage. Les lois et règlements en ce qui concerne l'aquaculture de poissons marins sont très peu élaborés. Une écloserie de lompe en milieu terrestre est de juridiction provinciale. Certaines lois et certains règlements applicables à l'aquaculture en eau douce en milieu terrestre peuvent être pris

en considération dans le processus de développement d'une éclosérie de lompe. Ces lois et règlements sont issus d'un document du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) (Morin, 2009).

Selon la *Loi sur l'aquaculture commerciale* (chapitre A-20,2), il est nécessaire d'obtenir un permis d'aquaculture en milieu terrestre du MAPAQ pour établir un établissement piscicole. Le MAPAQ ne délivre ce permis que si l'entrepreneur possède un certificat d'autorisation du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC) et une autorisation faunique du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). De plus, il est nécessaire d'obtenir un certificat d'autorisation pour la construction et l'exploitation d'un établissement piscicole auprès du MDDELCC. Au niveau municipal, un permis de construction municipal doit être acquis. Pour ce faire, il faut s'assurer que l'activité soit conforme à l'usage des terrains et des bâtiments de la zone dans laquelle se situe le site de la pisciculture. L'exploitation d'un établissement piscicole est considérée comme une activité agricole. Afin de transporter des poissons vivants, il faut également un permis. La demande doit être adressée au bureau de la Faune Québec. Les véhicules transportant les poissons sont soumis au Code de la route et doivent être immatriculés. Le conducteur doit s'assurer d'avoir un permis valide pour le type de véhicule utilisé. Les lois et règlements relatifs au transport routier de poissons vivants sont détaillés dans un document du même nom produit par le MAPAQ (Morin, 2006). Finalement, comme il s'agit d'un poisson marin, un permis de pêche doit être obtenu du Ministère Pêche et Océans Canada afin de prélever des géniteurs sauvages pour l'approvisionnement en produits sexuels. Ce permis doit être renouvelé chaque année.

5.13. Synthèse du volet technique

L'analyse de la rentabilité d'une éclosérie de lompe est réalisée selon deux scénarios, soit un pour une production autonome et un second pour une production secondaire. Le coût des investissements est inférieur pour une production secondaire. Le niveau de production de l'éclosérie est fixé à 270 000 juvéniles et la période de démarrage est estimée à 5 ans. Le terrain choisi pour le projet devra être situé sur le bord de l'eau. Trois bâtiments y seront aménagés, soit un pour la génératrice, un pour la station de pompage dans le cas d'une

production principale et un pour les installations d'élevage. Le type de système choisi pour l'élevage du lompe est ouvert puisque l'eau de mer est disponible en grande quantité. L'approvisionnement en géniteurs sauvages est effectué par des pêcheurs de Banc-Sablon. Les aliments destinés aux larves et aux juvéniles sont des artémies et de la moulée dont la taille est ajustée en fonction de celle des poissons. Aussi, les emplois créés par l'écloserie sont saisonniers et à temps partiel. Finalement, au Québec, il n'y a présentement pas de lois et règlements concernant les élevages terrestre de poissons marins.

6. Marché

La salmoniculture fait partie des industries aquacoles les plus développées. La production de saumons est passée de 12 000 tonnes en 1980 à plus de 2,4 millions de tonnes en 2011 (Asche *et al.*, 2013). Les cinq plus gros producteurs mondiaux sont la Norvège, le Chili, l'Écosse, le Canada et les Îles Féroé. En 2010, la production de la Norvège représentait 51 % de la production totale alors que la part du Chili était de 28 % (Asche *et al.*, 2013). L'Écosse, le Canada et les Îles Féroé représentaient respectivement 7,4, 5,7 et 2,7 % de la production totale. Les autres pays qui élèvent du saumon combinent les quelque 5,4 % restants (Asche *et al.*, 2013).

Parmi les cinq principaux producteurs, seul le Chili ne peut pas faire usage du lompe comme poisson nettoyeur en raison de la distribution plus nordique de cette espèce. Pour une écloserie de lompes juvéniles située au Québec, les pays européens confrontés au pou du saumon dans les élevages sont trop loin pour être des clients potentiels. Le transport d'une grande quantité de poissons vivants serait coûteux et présenterait un risque pour la survie des individus. De plus, des écloseries de lompe juvéniles pour le contrôle du pou du saumon sont déjà en fonction, notamment en Islande et en Norvège. La production québécoise n'a donc pas d'intérêt pour les éleveurs de saumons européens. Le marché visé par une écloserie de lompes juvéniles au Québec est l'industrie salmonicole canadienne, en particulier les provinces maritimes de l'est du pays, où le lompe est une espèce présente à l'état naturel.

Le Canada est le quatrième plus gros producteur de saumon, avec des installations d'élevage dans cinq provinces, soit en Colombie-Britannique, à l'Île-du-Prince-Édouard,

au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve-et-Labrador. La Colombie-Britannique est la principale productrice (MPO, 2015). La salmoniculture représente 70 % de la production aquicole totale au pays (Boulet *et al.*, 2010). En 2013, la Colombie-Britannique, le Nouveau-Brunswick et Terre-Neuve-et-Labrador ont produit 116 000 tonnes de poissons, ce qui représentait 95 % de la production canadienne de saumons (MPO, 2015). Les saumoneaux sont produits dans des écloséries puis transférés dans des enclos d'élevage (Boulet *et al.*, 2010). À l'exception de quelques installations de grossissement terrestre, l'élevage en cages marines dans des parcs est la principale méthode de production (Boulet *et al.*, 2010; MPO, 2015).

Les entreprises salmonicoles présentes au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse, à l'Île-du-Prince-Édouard, et à Terre-Neuve-et-Labrador sont de potentiels clients pour une éclosérie de lompe juvéniles pour le contrôle du pou du saumon. Les deux producteurs principaux, dont leur cycle de production comporte une phase de grossissement en milieu marin, sont Cooke Aquaculture et Northern Harvest Sea Farms. Cooke Aquaculture, fondée en 1985, a connu une croissance rapide. C'est un acteur majeur du secteur de l'aquaculture au Canada (Cooke Aquaculture, 2016). Elle exerce ses activités au Nouveau-Brunswick, à l'Île-du-Prince-Édouard, en Nouvelle-Écosse, à Terre-Neuve, dans le Maine, au Chili, en Espagne et en Écosse. Elle produit et vend 115 000 tonnes de saumon atlantique par an (Cooke Aquaculture, 2016). Northern Harvest Sea Farms est une entreprise du Nouveau Brunswick fondée en 1985 (Northern Harvest Sea Farms, 2012). Depuis sa création, l'entreprise a étendu ses activités à Terre-Neuve et à l'Île-du-Prince-Édouard. Ces deux entreprises sont les plus susceptibles d'acquérir des lompes juvéniles pour le contrôle du pou du saumon, et ce, en grand volume en raison des quantités produites.

Pour le moment, aucun projet de développement d'éclosérie de lompe n'est en cours au Canada. Toutefois, Cooke Aquaculture s'intéresse à l'utilisation de poissons nettoyeurs pour le contrôle du pou du saumon. Ils expérimentent d'ailleurs la tanche-tautogue à cet effet (Braden, 2015). L'entreprise s'intéresse également au lompe, dont le potentiel est supérieur, et a déjà réalisé des expériences en acquérant des individus, désormais détenus par Scotian Halibut Ltd (Braden, 2015; Peter Corey, comm. pers.). Scotian Halibut est une

écloserie de flétan de l'Atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*) située en Nouvelle-Écosse. L'entreprise s'intéresse au développement d'une écloserie de lompe dans ses installations (Peter Corey, comm. pers.). De plus, Fermes marines du Québec, une écloserie de pétoncle, est également intéressée à ajouter un volet lompe à sa production pour répondre à la demande des producteurs de saumons (M.-H. Fournier, comm. pers.).

7. Préfaisabilité financière

L'analyse financière du projet comprend deux volets, soit un pour le scénario où la production de lompe juvénile est réalisée de façon autonome par une entreprise dont la seule activité est la production de ces poissons et un second pour le scénario où la production de lompes juvéniles est une activité secondaire d'une entreprise. Chacun des volets est présenté dans les sections suivantes. Puisque l'entreprise génère des revenus dès la première année d'opération, cette dernière est utilisée comme année de référence.

7.1. Investissements requis

L'investissement total requis pour chacune des catégories est résumé au tableau 12. Les deux scénarios sont présentés. Le scénario où la production de juvéniles est secondaire nécessite des investissements moins importants, soit 254 720,90 \$ de moins.

Tableau 12. Investissement total requis pour les différents scénarios analysés.

Investissement	Coût total	
	Scénario 1	Scénario 2
Fonds de terre	102 437,50 \$	- \$
Bâtiments	363 000,00 \$	363 000,00 \$
Matériel roulant	29 700,00 \$	- \$
Équipements	771 720,40 \$	654 137,00 \$
Fonds de roulement	220 000,00 \$	215 000,00 \$
Total	1 486 857,90 \$	1 232 137,00 \$

7.2. Prix de vente et revenus annuels

Il n'a pas été possible d'obtenir le prix de vente des lompes juvéniles que produit le *Marine Research Institute* d'Islande en raison de la confidentialité de cette information. Toutefois, le chercheur Peter Corey de Scotian Halibut s'est informé auprès d'écloseries en Norvège

et en Écosse. Il a obtenu plusieurs prix approximatifs en dollar canadien, variant entre 1 et 3 \$. Le prix des juvéniles a été fixé à 1,50 \$ pour cette étude. Ce prix est ajusté en fonction d'une inflation annuelle de 2 %. Les revenus de l'écloserie dès la première année pour les deux scénarios sont de 413 100 \$ pour 270 000 juvéniles vendus.

7.3. Coûts variables de production

Les frais variables de production pour l'année 1 sont présentés au tableau 13. Les frais variables sont identiques pour les deux scénarios puisque le niveau de production et les besoins en intrants sont les mêmes.

Tableau 13. Frais variables de production pour l'année 1.

Variable	Coût
Production d'œufs	
Prix des géniteurs	3 060,00 \$
Transport des géniteurs	4 244,83 \$
Alimentation	
Alimentation des larves (\$/kg)	473,85 \$
Alimentation des juvéniles (\$/kg)	54 510,30 \$
Total	62 288,98 \$

7.4. Coûts fixes de production

Les frais fixes de production à l'année 1 pour les deux scénarios sont présentés dans le tableau 14. Les frais d'entretien pour le fonds de terre et le matériel roulant sont exclus du scénario 2 puisque le coût de ces catégories d'investissement est égal à 0 \$. Les frais fixes du scénario 2 sont inférieurs à ceux du premier scénario, avec 6 899,54 \$ en moins.

Tableau 14. Frais fixes de production à l'année 1 pour les deux scénarios analysés, le premier étant une production autonome et le second une production secondaire de lompes juvéniles.

Variable	Coût	
	Scénario 1	Scénario 2
Électricité (oxygénation) (\$/mois)	459,00 \$	459,00 \$
Électricité (pompage, chauffage, éclairage) (\$/mois)	5 661,00 \$	5 661,00 \$
Entretien - fonds de terre	2 089,73 \$	- \$
Entretien - bâtisse	5 553,90 \$	5 553,90 \$
Entretien - matériel roulant	1 211,76 \$	- \$
Entretien - équipements	23 614,64 \$	20 016,59 \$
Dépenses - véhicule	1 020,00 \$	1 020,00 \$
Système d'alarme (\$/an)	280,50 \$	280,50 \$
Assurances responsabilité	204,00 \$	204,00 \$
Assurance feu	3 060,00 \$	3 060,00 \$
Petits outils	510,00 \$	510,00 \$
Impôts fonciers et scolaires	4 080,00 \$	4 080,00 \$
Total	47 744,53 \$	40 844,99 \$

7.5. Coût de la main-d'œuvre directe

Le coût de la main-d'œuvre directe de production est le même pour les deux scénarios puisque les besoins en personnel sont identiques. Pour l'année 1, le salaire du technicien aquacole est de 18 487,30 \$ et celui de l'ouvrier aquacole est de 10 013,95 \$. Le total des frais de salaires sont de 28 501,25 \$.

7.6. Frais d'administration

Les frais d'administration sont présentés dans le tableau 15. Ils sont valables pour les deux scénarios et un taux d'inflation annuel de 2 % leur est appliqué.

Tableau 15. Frais d'administration à l'année 1.

Variable	Coût
Téléphone	1 530,00 \$
Immatriculation et assurances camion	1 224,00 \$
Frais professionnels, taxes et permis	3 468,00 \$
Représentation et déplacement	1 020,00 \$
Matériel de bureau	2 040,00 \$
Divers	1 530,00 \$
Frais bancaires	510,00 \$
Total	11 322,00 \$

7.7. Autres frais et hypothèses financières

Les autres frais et hypothèses financières sont présentés au tableau 16. Ils sont utilisés pour leurs deux scénarios. Le taux de rendement exigé sur les actifs est utilisé comme taux d'actualisation pour l'analyse financière.

Tableau 16. Autres frais et hypothèses financières applicables aux deux scénarios.

Variable	Taux
Taux marginal d'imposition	19,0%
Taux sans risque	2,0%
Taux de rendement exigé sur les actifs (K _i)	10,0%
Taux de réinvestissement en contexte d'incertitude	10,0%
Portion imposable du gain en capital	50,0%
Taux d'aide gouvernementale applicable	75,0%

7.8. Résultats d'opérations prévisionnels

Les flux monétaires des deux scénarios pour l'année 1 sont présentés au tableau 17. Tels que mentionné précédemment, les revenus d'opérations sont les mêmes pour les deux scénarios puisque le niveau de production est identique. Les déboursés sont toutefois différents en raison des frais d'entretien et de réparation qui sont légèrement inférieurs pour le scénario 2. Les autres coûts d'opération sont les mêmes. Les flux monétaires d'opération pour la première année sont de 6 899,54\$ de moins pour le scénario 2.

Tableau 17. Flux monétaire d'opération des deux scénarios pour l'année 1.

	Valeur	
	Scénario 1	Scénario 2
Revenus d'opération	413 100,00 \$	413 100,00 \$
Déboursés d'opération	215 799,76 \$	208 900,22 \$
Flux monétaire d'opération	197 300,24 \$	204 199,78 \$

Les coûts de production par individu à l'année 1 pour les deux scénarios sont présentés au tableau 18. Les coûts pour les deux scénarios sont très similaires. Ils sont légèrement inférieurs pour le scénario 2 puisque les frais d'entretien pour le fonds de terre et le matériel roulant sont de 0 \$. Le prix par juvénile étant de 1,53\$ à l'année 1, le profit par individu vendu est de 0,97 \$ pour le scénario 1 et de 1\$ pour le scénario 2.

Tableau 18. Coût de production à l'année 1 par individu pour une production de 270 000 juvéniles.

Coût de production	Valeur	
	Scénario 1	Scénario 2
Approvisionnement	0,03 \$	0,03 \$
Alimentation	0,20 \$	0,20 \$
Salaires	0,11 \$	0,11 \$
Électricité	0,02 \$	0,02 \$
Entretien	0,12 \$	0,09 \$
Frais d'administration	0,04 \$	0,04 \$
Autres frais fixes	0,03 \$	0,03 \$
Total	0,56 \$	0,53 \$

La figure 8 montre la répartition des coûts de production pour les deux scénarios. Les coûts les plus importants pour les deux scénarios sont liés à l'alimentation des lompes, avec près de 40 % des frais, aux salaires et à l'entretien des infrastructures, représentant chacun environ 20% des déboursés. Les autres catégories de coûts de production ne représentent pas une grande charge financière en rapport avec les trois premiers aspects.

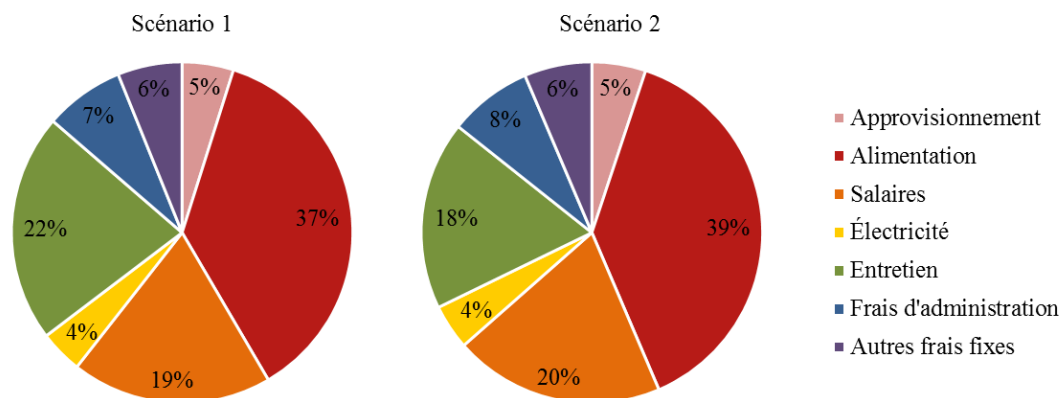


Figure 8. Répartition (%) des coûts de production pour les deux scénarios.

7.9. Analyse de rentabilité

Les hypothèses financières présentées dans les sections précédentes ont été utilisées pour calculer les flux monétaires du projet pour une durée de vie de 10 ans. En actualisant au temps présent les flux monétaires à l'aide d'un taux de rendement exigé de 10%, il a été possible de calculer la valeur actuelle nette (VAN) du projet, qui est la somme des flux monétaires actualisés à laquelle on soustrait la valeur actuelle de l'investissement requis. C'est un outils très utilisé d'aide à la décision d'investissement puisqu'il permet de visualiser rapidement la plus value résultante de la réalisation d'un projet d'investissement. La VAN des deux scénarios présentés dans le document a été calculée (voir annexes C et D). La figure 9 présente les flux monétaire net d'opération actualisés pour les deux scénarios. Pour chaque année des 10 ans d'opération, le flux monétaire du second scénario est quelque peu supérieur à celui du premier. Pour une production principale, des investissements de 1 366 857,90 \$ sont considérés, ce qui crée une VAN négative pour le projet de 192 600,93 \$. Pour une production secondaire, des investissements d'une valeur de 1 117 137 \$ sont considérés, ce qui rend positive la VAN du projet, avec 89 347,03 \$. Les VAN ont été calculées sans tenir compte de l'obtention de subvention afin d'analyser la rentabilité du projet en lui-même, sans appui extérieur. Il est toutefois possible de profiter du programme d'appui financier au développement du secteur des pêches et de l'aquaculture commerciales du MAPAQ. L'aide gouvernementale est d'une valeur de 35% des investissements, jusqu'à concurrence de 500 000\$ pour un même projet.

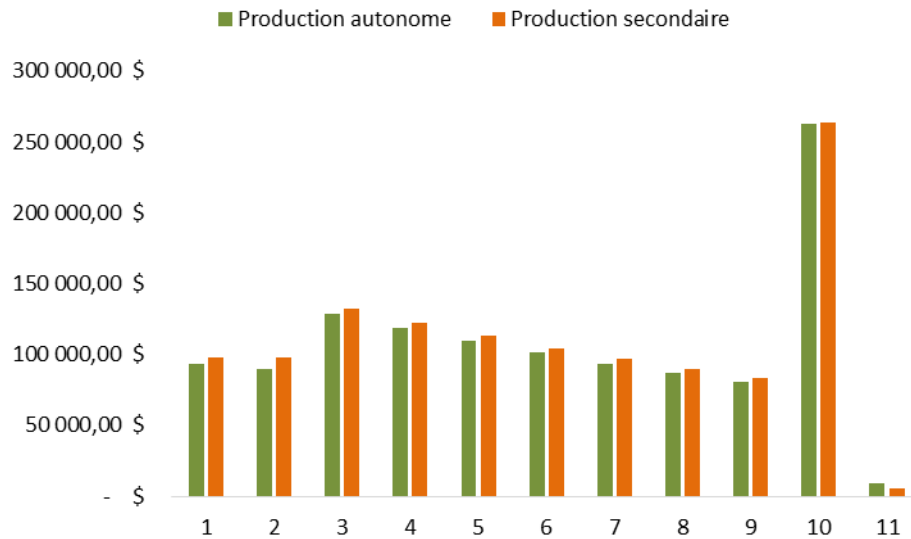


Figure 9. Flux monétaire net d’opération actualisé pour les deux scénarios analysés, soit une production autonome et une production secondaire de lompes juvéniles

7.9.1. Analyse de sensibilité et identification des facteurs de risques

Une analyse de sensibilité a été réalisée pour chacun des scénarios afin de déterminer les variables les plus susceptibles d’influencer la rentabilité du projet. L’analyse utilisée est celle du ratio critique. Certaines variables du projet sont sélectionnées puis la valeur maximale de variation est calculée en fonction de rendre la VAN du projet égale à zéro. Cette variation est exprimée en pourcentage. Les variables qui présentent les plus faibles pourcentages sont les plus sensibles, soit les plus susceptibles de compromettre la rentabilité du projet. Les tableaux 19 et 20 présentent respectivement les résultats de l’analyse de sensibilité pour le scénario de production principale et celui de la production secondaire. Dans les deux cas, les trois variables qui ont le plus d’impact sur la rentabilité sont, en ordre décroissant, le prix de vente des poissons, le nombre de poissons vendus et le coût total des investissements. Les deux premiers facteurs dépendent exclusivement du marché. Une étude de marché très précise au niveau du prix qu’il serait possible d’obtenir pour chaque individu et de la quantité de poisson nécessaire pour répondre au besoin du marché devrait être réalisée. Le coût total des investissements est un élément très important à valider avant de se lancer dans la réalisation du projet. Il y a souvent des coûts surprises lors de la mise en place d’une entreprise. Avant de démarrer le projet, les investissements devraient être révisés et ajustés en fonction d’un site réel et d’appels d’offres réalisés auprès

de constructeurs de bâtiments et de marchand d'équipements d'aquaculture. Le taux de rendement exigé sur les actifs est également un aspect important de la rentabilité du projet. Il devrait être adapté en fonction d'un taux réel. Tous ces ajustements permettraient d'avoir un meilleur contrôle sur les variables les plus susceptibles de compromettre la rentabilité du projet.

Tableau 19. Analyse de sensibilité du scénario de production principale.

Variable	Valeur initiale	Nouvelle valeur	Variation	Sensibilité
Prix de vente poisson vivant (\$/unité)	1,50 \$	1,63 \$	9%	1
Nombre de poissons vendus	270 000	297 059	10%	2
Prix de la moulée des juvéniles (\$/kg)	15,53 \$	5,31 \$	-66%	6
Prix des géniteurs (\$/individu)	100,00 \$	(1 072,86) \$	-1173%	8
Prix de l'oxygénation (\$/mois)	450,00 \$	(3 459,53) \$	-869%	7
Prix de l'électricité (\$/mois)	5 550,00 \$	2 617,85 \$	-53%	5
Coût total des investissements	(1 366 857,90) \$	(1 174 256,97) \$	-14%	3
Taux de rendement exigé sur les actifs (Ki)	10%	7,3%	-27%	4

Tableau 20. Analyse de sensibilité du scénario de production secondaire.

Variable	Valeur initiale	Nouvelle valeur	Variation	Sensibilité
Prix de vente poisson vivant (\$/unité)	1,50 \$	1,44 \$	-4%	1
Nombre de poissons vendus	270 000	257 448	-5%	2
Prix de la moulée des juvéniles (\$/kg)	15,53 \$	20,27 \$	31%	6
Prix des géniteurs (\$/individu)	100,00 \$	1 684,02 \$	1584%	8
Prix de l'oxygénation (\$/mois)	450,00 \$	2 263,62 \$	403%	7
Prix de l'électricité (\$/mois)	5 550,00 \$	6 910,21 \$	25%	5
Coût total des investissements	(1 117 137,00) \$	(1 206 484,03) \$	8%	3
Taux de rendement exigé sur les actifs (Ki)	10%	11,4%	14%	4

7.9.2. Analyse de scénarios

Une analyse de scénarios a été réalisée pour les deux modèles de production présentés dans ce document. Cette méthode permet d'évaluer approximativement la distribution possible des VAN du projet grâce à l'élaboration de 3 scénarios, soit un pessimiste, un réaliste et un optimiste. Dans ce document, le premier scénario est basé sur une diminution des revenus et une augmentation des dépenses de 10%. Le second scénario présente les valeurs actuelles du projet et le dernier scénario est basé sur une augmentation des revenus et une diminution des dépenses de 10%. L'étendue totale de la distribution est obtenue en fonction des différentes VAN résultantes et permet de connaître l'écart entre la meilleure et la pire des situations. Il est ensuite possible de calculer la probabilité, en pourcentage, d'obtenir

une VAN négative. Cette probabilité est un outil très utile dans l'analyse de la décision d'investissement. Les tableaux 21 et 22 présentent l'analyse de scénarios pour les deux options d'écloseries. Le risque de non rentabilité de la première option est de 85%, ce qui est très risqué. Seul le scénario optimiste possède une VAN positive. Sans subvention et sans réduction des coûts d'investissement par une analyse plus approfondie des besoins, le projet tel que présenté ne devrait pas être entrepris. Le risque de non rentabilité est beaucoup moins élevé pour la seconde option, soit de 30 %. Le risque peut toutefois être toujours trop élevé pour certains investisseurs. Avec l'aide d'une subvention gouvernementale et une étude plus approfondie des coûts d'investissements réels du projet, il y aurait une possibilité de démarrer une écloserie de lompes comme activité secondaire.

Tableau 21. Analyse de scénarios et risque de non rentabilité d'une production autonome de lompes juvéniles.

	Pessimiste	Réaliste	Optimiste	Risque
Variable				
Prix de vente poisson vivant (\$/unité)	1,35 \$	1,50 \$	1,65 \$	85,31%
Nombre de poissons vendus	243 000	270 000	297 000	
Prix de la moulée des juvéniles (\$/kg)	110,00 \$	100,00 \$	90,00 \$	
Prix des géniteurs (\$/individu)	17,08 \$	15,53 \$	13,97 \$	
Prix de l'oxygénation (\$/mois)	495,00 \$	450,00 \$	405,00 \$	
Prix de l'électricité (\$/mois)	6 105,00 \$	5 550,00 \$	4 995,00 \$	
Taux de rendement exigé sur les actifs (Ki)	11,0%	10,0%	9,0%	
Coût total des investissements	(1 503 543,69) \$	(1 366 857,90) \$	(1 229 929,11) \$	
Résultante				
VAN	(693 221,69) \$	(192 600,93) \$	406 491,83 \$	

Tableau 22. Analyse de scénarios et risque de non rentabilité d'une production secondaire de lompes juvéniles.

	Pessimiste	Réaliste	Optimiste	Risque
Variable				
Prix de vente poisson vivant (\$/unité)	1,35 \$	1,50 \$	1,65 \$	31,21%
Nombre de poissons vendus	243 000	270 000	297 000	
Prix de la moulée des juvéniles (\$/kg)	110,00 \$	100,00 \$	90,00 \$	
Prix des géniteurs (\$/individu)	17,08 \$	15,53 \$	13,97 \$	
Prix de l'oxygénation (\$/mois)	495,00 \$	450,00 \$	405,00 \$	
Prix de l'électricité (\$/mois)	6 105,00 \$	5 550,00 \$	4 995,00 \$	
Taux de rendement exigé sur les actifs (Ki)	11,0%	10,0%	9,0%	
Coût total des investissements	(228 850,70) \$	(1 117 137,00) \$	(100 534,91) \$	
Résultante				
VAN	(412 317,72) \$	89 347,03 \$	689 534,91 \$	

8. Conclusion et recommandations

L'aspect biologique de l'analyse suggère qu'il n'y a pas d'obstacle majeur au développement de l'écloserie. En effet, les connaissances acquises sur l'élevage domestique du lompe lors de la réalisation de cette étude sont assez complètes pour démarrer une telle entreprise. De plus, la technique d'élevage européenne semble assez bien développée. Plusieurs personnes oeuvrant dans l'industrie de la production de lompe en Islande et en Norvège sont accessibles afin d'obtenir des informations supplémentaires. Du côté de l'aspect technique, aucune contrainte n'est également ressortie. Les équipements et l'expertise nécessaires au démarrage d'une entreprise piscicole sont disponibles au Québec. De plus, la production de lompes juvéniles répond à un besoin du marché, en raison des importantes entreprises d'élevage de saumons exerçant leurs activités dans les maritimes.

C'est au niveau de la préfaisabilité financière que le projet présente des lacunes. En effet, le scénario 1, soit la production autonome de juvéniles, n'est pas rentable en 10 ans d'opération et le risque de non rentabilité est de 85 %. Même avec l'obtention d'une subvention du MAPAQ, le projet n'est pas intéressant au niveau financier. Le second scénario, soit une production secondaire de juvéniles est quant à lui rentable pour 10 ans d'opération, mais la plus value du projet est maigre. L'obtention d'une subvention du gouvernement permettrait d'augmenter cette valeur. Le second scénario présente toutefois un risque de non rentabilité de 31 % selon cette étude. Certains ajustements pourraient néanmoins permettre d'améliorer la faisabilité du projet d'écloserie.

Les scénarios proposés supposent que les installations sont établies en sol québécois. Toutefois, il serait conseillé de développer un élevage de juvénile plus près des producteurs de saumons en cages marines en raison du transport que nécessite le transfert des lompes de l'écloserie jusque dans les cages. Les provinces maritimes de l'est du Canada, notamment le Nouveau-Brunswick, qui est une grande province productrice de saumon, représenteraient de meilleurs choix pour l'établissement d'une écloserie de lompes. De plus, le transfert d'organismes aquatiques d'une province à l'autre et la mise en milieu marin de poissons élevés en bassins terrestres sont sujets à causer des problèmes au niveau

réglementaire. De plus, la rentabilité de l'écloserie pourrait être améliorée si une entreprise productrice de saumon produisait également du lompe pour le traitement des poux du saumon dans ses cages. En effet, comme les traitements chimiques sont très coûteux, inclure les coûts évités dans l'analyse financière du projet pourrait permettre de dégager une plus value supérieure à celle obtenue dans cette étude. Il serait donc pertinent de déterminer les coûts exacts de ces traitements dans le cas d'une analyse subséquente.

Finalement, certains aspects devront être étudiés plus en profondeur, telles la densité d'élevage maximale viable et la température optimale de croissance pour les juvéniles de 10 g et moins. Une moulée devrait être développée exclusivement pour le lompe afin de renforcer son système immunitaire et d'améliorer sa survie en cage marine. De meilleurs vaccins sont aussi à développer. Des études devront porter sur les utilités des lompes après la période de grossissement en cage marine. Le marché du poisson congelé pourrait être une option envisageable si les poissons répondent aux normes du MAPAQ. Les adultes les plus performants pourraient être conservés pour la reproduction et la réalisation d'un programme de sélection destiné à produire des poissons nettoyeurs plus efficaces, ce qui permettrait de réduire le nombre de poissons utilisés. À la lumière des informations fournies dans cette étude, il est réaliste d'affirmer que la production de lompes juvéniles dans l'est du Canada est possible si elle est réalisée dans les bonnes conditions.

Références

- ASCHE, F., K. H. ROLL, H. N. SANDVOLD, A. SØRVING et D. ZHANG, 2013. Salmon aquaculture: larger companies and increased production. *Aquaculture Economics & Management*, **17**: 322-339
- BRADEN, L., 16 novembre 2015. Lumpfish Used as Biocontrols in Salmon Aquaculture in Canada. [En ligne] URL : <http://ecologicalaquaculture.org/welcome/2015/11/16/lumpfish-used-as-biocontrols-in-salmon-aquaculture-in-canada/>
- BENFEY, T.J. et D.A. METHVEN. 1986. Pilot-scale rearing of larval and juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.), with some notes on early development. *Aquaculture*, **56** : 301-306.
- BOULET, D., A. STRUTHERS et E. GILBERT, 2010. Étude de faisabilité financière de différentes options de parcs clos pour le secteur de l'aquaculture en Colombie-Britannique. Innovation et stratégies sectorielles, Direction générale de la gestion de l'aquaculture, Ministère des Pêches et Océans, 68 p.
- BROWN, J.A., D.C. SOMERTON, P.J. HAMBROOK et D.A. METHVEN, 1989. Why Atlantic lumpfish and Ocean pout are potential candidates for cold-water marine finfish aquaculture. *Bull. Aquacul. Ass. Can.*, **89-3** : 50-52.
- BROWN, J.A., D.C. SOMERTON, P.J. HAMBROOK, D.A. METHVEN et J. R. WATKINS, 1992. Recent Advances in Lumpfish *Cyclopterus Lumpus* and Ocean pout *Macrozoarces americanus* Larviculture. *Jour. of the world aqua. soc.*, **23-4**: 271-276
- BROWN, J. A., D. WISEMAN et P. KEAN, 1997. The use of behavioural observations in the larviculture of cold-water marine fish. *Aquaculture* **155** : 297-306
- COOKE AQUACULTURE INC., page consultée le 10 juin 2016. [En ligne] URL : <http://cookeaqua.com/index.php/about-cooke-aquaculture>
- DAVENPORT, J., 1985. Synopsis of biological data on the lumpsucker *Cyclopterus Lumpus* (Linnaeus, 1758). *FAO Fish. Synop.*, **147**:31p.
- DFA, année inconnue. Emerging Species Profile Sheets Lumpfish (*Cyclopterus lumpus*). Department of Fisheries and Aquaculture, Government of Newfoundland and Labrador, et Centre for Sustainable Aquatic Resources, Marine Institute of Memorial University of Newfoundland, St-John's, 4 p.
- FARMED AND DANGEROUS, page consultée le 27 février 2017. Chemical treatments : SLICE [En ligne] URL : <http://www.farmedanddangerous.org/salmon-farming-problems/environmental-impacts/chemical-treatments-slice/>

- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, T. A. HANGSTAD, A. FOSS, E. VIKIGSTAD et T. A. ELVEGARD, 2014a. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmos* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* **424-425** : 18-23.
- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, T. A. HANGSTAD, A. V. NYTRØ, A. FOSS, E. VIKIGSTAD et T. A. ELVEGARD, 2014b. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture*, **433**: 137-142
- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, T. A. HANGSTAD, A. V. NYTRØ, A. FOSS, E. VIKIGSTAD et T. A. ELVEGARD, 2015. Feeding preferences of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) maintained in open net-pens with Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, **436** :47-51.
- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, A. MORTENSEN, Ø. J. HANSEN, V. PUVANENDRAN, T. A. HANGSTAD, Ó. D.B. JÓNSDÓTTIR, P.-A. EMAUS, T. A. ELVEGÅRD, S. C.A. LEMMENS, R. RYDLAND, A. V. NYTRØ et T. M. JONASSEN, 2016. Is cleaning behaviour in lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) parentally controlled? *Aquaculture*, **459** : 156-165
- LAFHAMME J., MICHAUD J.-C, LÉVESQUE M. et N.R. LE FRANÇOIS 2004. Potentiel commercial et technico-financier de l'élevage du loup de mer au Québec. Rapport final présenté au MAPAQ, à la SODIM et à DEC. GRM-UQAR. 83 pages + 8 annexes.
- LASSEN, H., S. LOCKDOWN, R. CAPPELL, G. M. PEDERSEN, 2015. Final Report- Initial assessment of the Greenland lumpfish fishery. DNV GI, report No. 2014-018, Rev. 3, 274 p.
- LE FRANÇOIS, N.R., LEMIEUX, H. & P.U. BLIER. 2002. Biological and technical evaluation of the potential of marine and anadromous fish species for cold-water mariculture. *Aquaculture Research*, **33** : 95-108.
- LESCHIN-HOAR, C., 27 mars 2014. These Tiny Fish May Cure Salmon Farming's Environmental Problem. TakePart [En ligne] URL : <http://www.takepart.com/article/2014/03/27/can-cute-fish-solve-sea-lice-problem-vexing-salmon-farms>
- MARINE INSTITUTE, page consultée le 26 février 2017. Life cycle of the Salmon Louse. [En ligne] URL : <http://www.marine.ie/Home/site-area/areas-activity/aquaculture/sea-lice/life-cycle-salmon-louse>
- MERINOV, 2011. Aquaculture de lompe (*Cyclopterus lumpus*) pour la production de caviar : optimisation des opérations d'élevage et d'évaluation des taux de survie, de l'œuf au juvénile. Rapport final. Centre d'innovation des pêches et de l'aquaculture au Québec. 30 p.

- MERINOV, 2013. Domestication de la lompe (*Cyclopterus lumpus*) pour la production de caviar – phase 2: cycle d'élevage, maturation des femelles et extraction des œufs. Rapport final. Centre d'innovation des pêches et de l'aquaculture au Québec. 29 p.
- MPO, 2011. Évaluation de la lompe du golfe du Saint-Laurent (3Pn, 4RST) en 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/005.
- MPO, 2014. Surveillance du pou du poisson et mesures non chimiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/006.
- MPO, 2015. Saumon d'élevage. [En ligne] URL : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sector-secteur/species-especes/salmon-saumon-fra.htm>
- MPO, 2016. Évaluation de la lompe (*Cyclopterus lumpus*) du golfe du Saint-Laurent (3Pn, 4RS) en 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/021.
- MORIN, R., 2006. Lois et règlements relatifs au transport routier de poissons vivants. Document d'information DADD-24. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. [En ligne] URL : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Peche>
- MORIN, R., 2009. Lois et règlements relatifs à l'aquaculture en eau douce. Document d'information DADD-04. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. [En ligne] URL : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Peche>
- NORTHERN HARVEST SEA FARMS, 2012. Site officiel. [En ligne] URL : <http://www.northernharvestseafarm.com/index.html>
- NYTRØ, A. V., 2013. The effect of temperature and fish size on growth of juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). University of Tromsø, Norwegian College of Fisheries Science, 82 p.
- QUIGLEY, D. T., 2012. Lumpfishes (Family : Cyclopteridae) in Irish & North Atlantic Waters. *Sherkin Comment* **54**: 6.
- SAYER, M. D. J., S. GIBSON, G. THOMAS, J. A. JOYCE, J. P. READER, D. I. DE POMERAI, A. C. Green, J. Davenport, R. McKinney, N. Bradbury, P. Morris, E. TWELVES, J. TWELVES, E. GOWARD, R. CAMPBELL-PRESTON, D. WHITMARSH et H. Pickering, 2000. The background and economic potential of lumpsucker culture: diversification using existing infrastructure. Final report to the MAFF/NERC LINK Aquaculture Programme and to the PESCA FIFG. Scottish Association for Marine Science/Dunstaffinage Marine Laboratory Internal Report **225**, 59 p.
- SOMERTON, D.C. & J.A. BROWN. 1991. A comparison of the effect of two Artemia enrichment diets on growth and survival of young ocean pout and Atlantic lumpfish. *Bull. Aquacul. Assoc. Can.*, **91-3** : 81-82.

- TOWERS, L., 2 octobre 2014. How Effective are Lumpfish in the Fight Against Sea Lice? [En ligne] URL : <http://www.thefishsite.com/fishnews/24237/how-effective-are-lumpfish-in-the-fight-against-sea-lice/>
- VARGAS, C. C., décembre/janvier 2015. Lumpfish (*Cyclopterus lumpus L.*) Juvenile Production is Taking Norway by Storm. [En ligne] URL : <http://www.aquaculturemag.com/magazine/december-january-2014/2015/01/01/lumpfish-cyclopterus-lumpus-l-juvenile-production-is-taking-norway-by-storm>
- VOTTUNARSTOFAN TÚN EHF, 2014. Icelandic Gillnet Lumpfish Fishery. Marine Stewardship Council Fisheries Assessment. Public Comment Draft Report v.2, 218 p.

Annexe A : Revue de littérature sur l'élevage du lompe (*Cyclopterus lumpus*)

L'intérêt pour la culture du lompe (*Cyclopterus lumpus*) a débuté en raison de l'augmentation de la demande pour le caviar de cette espèce. L'objectif était de pouvoir éventuellement répondre aux besoins du marché en œufs de lompe grâce à une production aquicole (Benfey et Methven, 1986). Plusieurs études ont été réalisées sur le potentiel aquicole du lompe. Selon Brown *et al.* (1992), l'aquaculture de cette espèce est prometteuse. Comme c'est un poisson retrouvé en eau froide, le potentiel de mariculture concerne les pays du nord tempéré (Sayer *et al.*, 2000). Une étude réalisée au Québec a confirmé que le lompe était une espèce dont la culture pourrait être développée (Le François *et al.*, 2002).

Plusieurs aspects font du lompe une espèce potentielle pour la culture domestique. D'abord, il a été observé que les géniteurs sauvages ont la capacité de se reproduire en captivité (Benfey et Methven, 1986; Sayer *et al.*, 2000). Ensuite, en comparaison avec le saumon, une espèce dont le cycle d'élevage est bien maîtrisé, le lompe possède un taux de croissance plus élevé, est moins stressé lors des manipulations et paraît moins susceptible aux maladies. Chez les salmonidés, une manipulation entraîne une perte d'appétit, alors que les lompes peuvent se nourrir immédiatement après. De plus, les œufs de cette espèce sont assez gros, d'une taille similaire à ceux du saumon, et il est aisé de les nourrir en captivité (Sayer *et al.*, 2000). Finalement, des lompes juvéniles ont souvent été observés envahissant les cages marines des saumons. Ces individus consomment la moulée des salmonidés et croissent (Sayer *et al.*, 2000).

Les œufs de lompe peuvent être recueillis en milieu naturel, lors de la ponte d'individus sauvages matures gardés en captivité et manuellement sur des individus sauvages, captifs ou non (Benfey et Methven, 1986; Brown *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 1997; Nytro, 2013). Les lompes sauvages adultes maintenus en bassin peuvent être nourris de capelans entiers congelés (Benfey et Methven, 1986). En Norvège, les entreprises qui produisent du lompe capturent les géniteurs en nature afin d'obtenir un approvisionnement en œuf et en sperme pour la période d'incubation (Imsland *et al.*, 2014). Au Québec, cet

approvisionnement est assuré par des géniteurs domestiques depuis l'acquisition d'individus sauvages matures en 2011 (Merinov, 2011).

Les œufs représentent de 20 à 30% du poids des femelles, qui peuvent produire plus de 140 000 œufs chacune (DFA, année inconnue; MPO, 2011). Les œufs sont relativement larges et mesurent de 2,01 à 2,6 mm de diamètre (Benfey et Methven, 1986; Brown *et al.*, 1992). Les œufs sont fertilisés naturellement en bassin ou manuellement en mélangeant les produits sexuels (Merinov, 2013). Suite au durcissement des œufs fertilisés, ces derniers sont traités à la Buffodine (2,5 ml/L pour 10 min) avant l'incubation pour éviter la formation de champignons. Le traitement est ensuite répété deux fois pendant la période d'incubation (Nytrø, 2013).

L'incubation des œufs peut être effectuée dans des incubateurs à tiroirs ou dans des jarres et est réalisée avec un flot continu d'eau de mer (Benfey et Methven, 1986; Brown *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 1997; Nytrø, 2013). L'intensité lumineuse pendant cette période est faible, soit de moins de 10 lux (Nytrø, 2013). La période d'incubation des œufs varie selon différentes études et est fonction de la température. À 3,9 °C, la durée de l'incubation est d'environ 68 jours, ce qui correspond à 265 degré-jours (Brown *et al.*, 1992). À 10 °C, la durée est d'environ 29 jours, ce qui correspond à 290 degré-jours (Brown *et al.*, 1992). Quant à elle, Nytrø (2013) effectue une augmentation de la température pendant l'incubation. La température ambiante de l'eau de mer est utilisée au début de l'incubation, puis est augmentée à 4°C et graduellement à 5,5°C par la suite. De cette façon, les éclosions surviennent à partir d'environ 250 degrés-jours (Nytrø, 2013). Le stade oillé est observé 170 degré-jours avant l'éclosion (Benfey et Methven, 1986).

La période d'éclosion est de trois jours à deux semaines (Benfey et Methven, 1986; Nytrø, 2013). Le taux d'éclosion varie également en fonction de la température. Il est en moyenne de 50% à 3,9 °C et de 90% à 10 °C (Brown *et al.*, 1992). Le lompe ne possède pas de protéines antigél; sa survie et sa croissance sont diminuées à de très basses températures. À partir de 3 °C, la survie et la croissance du lompe s'améliorent (Brown *et al.*, 1992). La taille des larves à l'éclosion est de 5,6 mm à 5,8 mm (Benfey et Methven,

1986; Brown *et al.*, 1992). Leur poids est de 2,4 mg (Benfey et Methven, 1986). Une fois éclos, les larves sont transférées dans des auge (Nytrø, 2013). La période de résorption du sac vitellin est de 4 jours selon Brown *et al.* (1992) et de 140 degré-jours selon Benfey et Methven (1986). Dès l'éclosion, les larves possèdent une ventouse pelvienne développée et se fixent aux parois des équipements d'élevage (Benfey et Methven, 1986; Brown *et al.*, 1992).

L'intensité lumineuse pendant le stade juvénile est augmentée, mais est de moins de 90 lux (Nytrø, 2013). La photopériode lors de la croissance est de 12h de jour et 12h de nuit (Brown *et al.*, 1997). Une photopériode de 24h pour les larves et les juvéniles peut également être utilisée. Pour certaines espèces de poisson, il peut y avoir un effet positif sur la croissance. Toutefois, aucune étude ne confirme cette éventualité chez le lompe (Nytrø, 2013). Pour éviter le développement de bactéries, un haut taux de renouvellement et une qualité d'eau optimale sont essentiels (Vargas, 2015). Les bassins sont nettoyés tous les jours et l'eau est maintenue à une saturation d'oxygène dissout de 80% (Nytrø, 2013). La température à la première alimentation est maintenue à 8°C (Nytrø, 2013).

Les larves commencent à se nourrir 4 jours après l'éclosion (Vargas, 2015), ce qui correspond à la période de résorption du sac vitellin selon Brown *et al.* (1992). Dès leur première alimentation, les larves acceptent la moulée. Toutefois, le taux de croissance est plus élevé lorsqu'elles sont d'abord nourries aux artémies (Benfey et Methven, 1986). La première alimentation des larves est donc réalisée pendant les trois premières semaines sur des artémies enrichies âgée d'une journée à une concentration de 1000 nauplii/L (Brown *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 1997; Nytrø, 2013). Les larves de lompes sont bien développées à l'éclosion et à la première alimentation, ce qui leur permet de s'alimenter sur des proies vivantes et de bien les assimiler. Toutefois, une alimentation en continu peut réduire le taux d'assimilation de la nourriture ingérée (Brown *et al.*, 1997). La consommation d'artémies des larves est donc plus efficace lorsque les proies sont distribuées de 2 à 3 fois par jours plutôt qu'en continu (Brown *et al.*, 1997). Deux comportements d'alimentation sur les artémies sont observés chez les larves. Elles s'en nourrissent soit en nageant pour les attraper, soit en étant fixée (Brown *et al.*, 1992). Cette

seconde méthode est de moins en moins observée lorsque les poissons vieillissent (Brown *et al.*, 1992; Brown *et al.*, 1997).

Après les artémies, les poissons passent à la moulée, dont la taille est ajustée en fonction de celle des poissons (300-500 μm après 3 semaines, 500-800 μm deux semaines plus tard, 0,8 mm 1 mois plus tard et 1,5 mm à 30 g) (Nytrø, 2013, Vargas, 2013). La quantité de moulée donnée par jour équivaut à 4 à 6 % de la biomasse des poissons (Sayer *et al.*, 2000). La moulée distribuée au lompe doit être faible en gras, car cette espèce n'a pas la capacité de l'éliminer. Le gras se loge dans le foie et le cerveau et cause la mort des poissons (Sayer *et al.*, 2000). Un profil d'acides aminés de la chair de lompe a été réalisé pour permettre de déterminer la composition d'une moulée adéquate pour cette espèce. Cette composition est de 51% de protéines, 12% de gras et 11% de glucides. La valeur nutritive est de 19,16 MJ/kg (Sayer *et al.*, 2000). Un taux de conversion de 0,74 a été observé en nourrissant les poissons avec de la moulée moins grasse. Ce taux de conversion est inférieur à celui des salmonidés, qui est de plus de 1. Cette différence peut être attribuée au mode de vie plus sédentaire du lompe, qui est peu demandant en énergie (Sayer *et al.*, 2000). En Europe, les moulées commerciales les plus utilisées sont les produits de la gamme Gemma (Skretting AS), Inicio Plus (Biomar AS) et Otohime (Marubeni Nisshin Feed CO., LTD) (Vargas, 2013).

La moulée est distribuée par des nourrisseurs automatiques (Nytrø, 2013) Les lompes s'alimentent mieux lorsque la moulée est distribuée par des nourrisseurs automatiques plutôt que lancée à la main (Sayer *et al.*, 2000). Les lompes apprennent rapidement la localisation des nourrisseurs automatiques et les moments de distribution de la moulée. De plus, pour une plus forte croissance, il est préférable de distribuer de la moulée à toute les heures pour 24h par jour (Sayer *et al.*, 2000). Une certaine hiérarchie se forme chez les lompes juvéniles en fonction de la taille des individus, ce qui affecte notamment l'alimentation et la croissance des plus petits individus. Les lompes doivent donc être séparés en groupes d'individus de taille similaire pour éviter ce problème (Nytrø, 2013).

Le taux de croissance spécifique est de 2 à 4% de sa biomasse par jour (Sayer *et al.*, 2000). Un taux de croissance de 3,5 à 3,8% par jour a été observé lorsque les poissons

sont nourris sur de la moulée moins élevée en gras (Sayer *et al.*, 2000). Le poids est d'en moyenne 29 g à 1 an et d'environ 510 g à deux ans (Brown *et al.*, 1992). Une température d'élevage de 13 °C favorise un meilleur taux de croissance, une augmentation du poids moyen et de la longueur des juvéniles (Nytrø, 2013, Vargas, 2015). La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de deux ans en captivité, soit de 1 à 3 ans plus tôt qu'en milieu naturel (Brown *et al.*, 1992; Lassen *et al.*, 2015; DFA année inconnue). Le taux de survie des juvéniles diminue avec l'âge. Il est de 100% à 4 semaines, d'en moyenne 80,5% à 8 semaines et d'en moyenne 0,5% à 1 an (Brown *et al.*, 1992). À 30 mm de longueur totale, les poissons se métamorphosent pour acquérir les caractéristiques physiques des adultes. Le taux de mortalité est plus élevé lors de la transformation (Brown *et al.*, 1992).

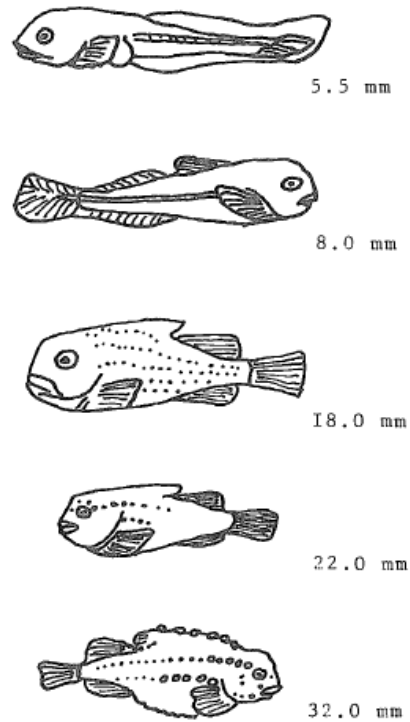


Figure 10. Lompe du stade larvaire à juvénile (pas à l'échelle) (Davenport, 1985).

La physiologie du lompe, et plus particulièrement son disque pelvien et son comportement de fixation, ne lui permet que d'utiliser les surfaces des bassins et non toute la colonne d'eau. Ainsi, la densité est exprimée en unité d'aire et non de volume. Les producteurs doivent adapter leurs bassins pour répondre au besoin de surface des lompes (Vargas, 2015). Une entreprise qui produit de l'équipement d'aquaculture située en Angleterre, Purewell, a d'ailleurs conçu des *Lumpfish tanks*, des bassins d'élevage adaptés aux lompes. Ces bassins sont pourvus d'une structure centrale permettant d'augmenter la surface disponible (Purewell, 2017).

Plusieurs entreprises ont débuté l'élevage du lompe. En Islande, Stofnfiskur produit commercialement des juvéniles pour l'industrie du saumon et le contrôle du pou du saumon. La première année, 2 millions de juvéniles ont été produits. En 2016, l'entreprise prévoyait ouvrir deux fermes d'élevages en Écosse (Stofnfiskur, 2017). En Norvège, 16 licences ont été émises pour la production de lompe. La production totale en 2014 et 2015

est estimée à 5 et 12 à 14 millions, respectivement (Vargas, 2015). Au Canada, aucune aquaculture commerciale de lompe n'a été développée. Un centre de recherche et d'innovation québécois, Merinov, a travaillé sur son développement (Merinov 2011; Merinov 2013). Des progrès ont été réalisés, toutefois la culture du lompe est encore au stade expérimental.

L'aquaculture intensive du lompe a débuté en 2012 et est relativement nouvelle. Les paramètres de productions optimaux pour la croissance des larves n'ont pas encore été étudiés. De plus, des études sur les besoins nutritionnels des poissons et la température optimale pour la reproduction, l'incubation et l'élevage larvaire sont requises (Vargas, 2015).

Références

- BENFEY, T.J. & D.A. METHVEN. 1986. Pilot-scale rearing of larval and juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.), with some notes on early development. *Aquaculture*, **56** : 301-306.
- BROWN, J.A., D.C. SOMERTON, P.J. HAMBROOK, D.A. METHVEN et J. R. WATKINS, 1992. Recent Advances in Lumpfish *Cyclopterus Lumpus* and Ocean pout *Macrozoarces americanus* Larviculture. *Jour. of the world aqua. soc.*, 23-4: 271-276
- BROWN, J. A., D. WISEMAN et P. KEAN, 1997. The use of behavioural observations in the larviculture of cold-water marine fish. *Aquaculture* **155** : 297-306
- DFA, année inconnue. Emerging Species Profile Sheets Lumpfish (*Cyclopterus lumpus*). Department of Fisheries and Aquaculture, Government of Newfoundland and Labrador, et Centre for Sustainable Aquatic Resources, Marine Institute of Memorial University of Newfoundland, St-John's, 4 p.
- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, T. A. HANGSTAD, A. FOSS, E. VIKIGSTAD et T. A. ELVEGARD, 2014. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmos* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 424-425 (2014): 18-23.
- LASSEN, H., S. LOCKDOWN, R. CAPPELL, G. M. PEDERSEN, 2015. Final Report- Initial assessment of the Greenland lumpfish fishery. DNV GI, report No. 2014-018, Rev. 3, 274 p.

- MERINOV, 2011. Aquaculture de lompe (*Cyclopterus lumpus*) pour la production de caviar : optimisation des opérations d'élevage et d'évaluation des taux de survie, de l'œuf au juvénile. Rapport final. Centre d'innovation des pêches et de l'aquaculture au Québec. 30 p.
- MERINOV, 2013. Domestication de la lompe (*Cyclopterus lumpus*) pour la production de caviar – phase 2: cycle d'élevage, maturation des femelles et extraction des oeufs. Rapport final. Centre d'innovation des pêches et de l'aquaculture au Québec. 29 p.
- MPO, 2011. Évaluation de la lompe du golfe du Saint-Laurent (3Pn, 4RST) en 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/005.
- NYTRØ, A. V., 2013. The effect of temperature and fish size on growth of juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.). University of Tromsø, Norwegian College of Fisheries Science, 82 p.
- PUREWELL, page consultee le 6 mars 2017. Lumpfish Tanks. Purewell Fish Farming Equipment Ltd, [En ligne] URL : <http://www.purewellfishfarming.co.uk/our-tanks/lumpfish-tanks/>
- SAYER, M. D. J., S. GIBSON, G. THOMAS, J. A. JOYCE, J. P. READER, D. I. DE POMERAI, A. C. Green, J. Davenport, R. McKinney, N. Bradbury, P. Morris, E. TWELVES, J. TWELVES, E. GOWARD, R. CAMPBELL-PRESTON, D. WHITMARSH et H. Pickering, 2000. The background and economic potential of lumpsucker culture: diversification using existing infrastructure. Final report to the MAFF/NERC LINK Aquaculture Programme and to the PESCA FIFG. Scottish Association for Marine Science/Dunstaffinage Marine Laboratory Internal Report **225**, 59 p.
- STOFNFISKUR, page consultée le 6 mars 2017. Products. [En ligne] URL : <http://stofnfiskur.is/products/>
- VARGAS, C. C., décembre/janvier 2015. Lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) Juvenile Production is Taking Norway by Storm. [En ligne] URL : <http://www.aquaculturemag.com/magazine/december-january-2014/2015/01/01/lumpfish-cyclopterus-lumpus-l-juvenile-production-is-taking-norway-by-storm>

Annexe B : Revue de littérature sur le contrôle du pou du saumon (*Lepeophtheirus salmonis*) par le lompe (*Cyclopterus lumpus*)

L'industrie salmonicole des pays du Nord, comme le Canada, la Norvège et l'Islande, fait face à un défi important, soit l'infection des saumons d'élevage par des parasites appelés poux du saumon (*Lepeophtheirus salmonis*) (MPO, 2014). Au Canada, il existe deux autres espèces de poux du poisson qui se fixe au saumon, soit, *Caligus elongatus* et *Caligus clemensi*. Toutefois, les salmonidés ne sont pas les hôtes principaux des *Caligus*, qui peuvent se fixer sur plusieurs espèces de poissons (MPO, 2014). Les recherches effectuées sur les infections de poux sur le saumon d'élevage s'intéressent principalement à *L. salmonis*.

L. salmonis est un copépocte ectoparasite retrouvé dans les eaux froides de l'hémisphère nord (Marine Institute, 2017). Outre le saumon, il infecte les ombles et les truites. *L. salmonis* peut également se fixer sur d'autres espèces de poissons dans l'attente



Figure 12. Femelle gravide du pou du saumon (MPO, 2014).

de trouver un hôte salmonidé (Marine Institute, 2017). Le cycle de vie de ce parasite est composé de deux grandes phases, dont une première libre et une seconde parasitaire (MPO, 2014). Le stade libre comprend deux formes de naupliis et une forme copépode. Au stade

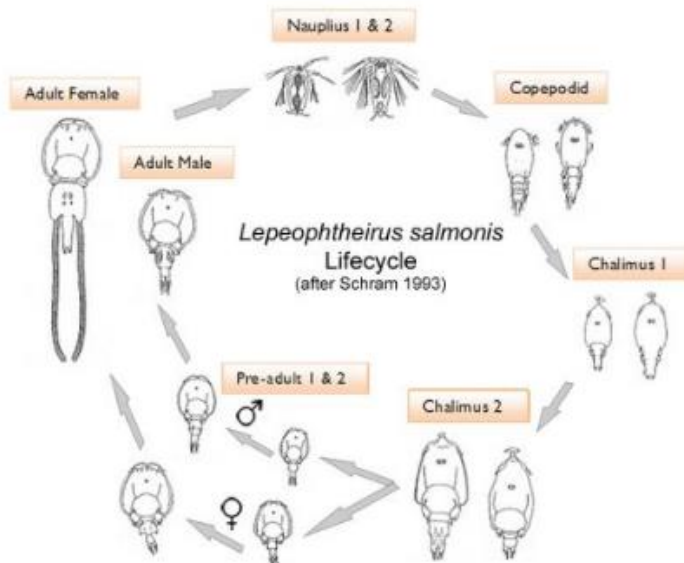


Figure 11. Cycle de vie de *L. salmonis* (Marine Institute, 2017).

de nauplii, *L. salmonis* dérive passivement dans le courant et peut ajuster sa profondeur dans la colonne d'eau (Marine Institute, 2017). Sous sa forme de copépocte, il peut se déplacer pour trouver un hôte et ainsi passer à une phase parasitaire sessile. Avant cette phase, *L. salmonis* n'a pas la capacité de se nourrir. Le stade parasitaire comprend deux formes de

chalimus et deux formes de pré-adultes avant de devenir adulte mature. Au stade pré-adulte, le parasite peut se déplacer sur son hôte et nager dans la colonne d'eau. Le mâle mature mesure de 5 à 6 mm et la femelle mature de 8 à 18 mm (Marine Institute, 2017). *L. salmonis* se nourrit de la peau et du mucus des poissons qu'il parasite (MPO, 2014).

L'infection des saumons d'élevage par le pou du saumon est influencée par plusieurs facteurs, dont certains sont naturels. La salmoniculture est réalisée conjointement en milieux terrestre et marin. En effet, les juvéniles sont élevés dans des écloséries terrestres et sont ensuite transférés dans des cages en milieu marin pour la phase de grossissement (MPO, 2015). Lorsque les saumons juvéniles sont placés en cage marine, ils ne sont pas infectés par le pou puisqu'ils proviennent d'installations terrestres (MPO, 2014). En milieu marin, ils sont toutefois exposés aux parasites présents sur les sites de salmoniculture. Les poux du saumon peuvent être retrouvés dans les installations, dans l'eau et sur d'autres individus d'élevage. Les saumons sauvages peuvent également transmettre *L. salmonis* à leurs pairs domestiques, et inversement. Les infestations de poux sont un phénomène naturel et les salmonidés de toutes origines sont des vecteurs du parasite. Toutefois, la haute densité d'individus présents sur les sites d'élevage favorise le parasite, qui se transmet ensuite aux populations de saumons sauvages dans une proportion plus élevée que naturellement (MPO, 2014; Towers, 2014; Farmed and Dangerous, 2017). De plus, la transmission de *L. salmonis* dépend de facteurs environnementaux, tels la température, la salinité et les mouvements d'eau, qui ont un impact sur le cycle biologique du parasite, du comportement des différents stades de développement du pou et de l'abondance et de la proximité des poissons-hôtes (MPO, 2014).

Les conséquences de l'infection des saumons d'élevage par *L. salmonis* sont multiples. Tel que mentionné précédemment, le parasite se nourrit de la peau et du mucus des poissons-hôtes, ce qui forme des plaies (Imsland *et al.*, 2014a; MPO, 2014). Les saumons touchés sont ainsi exposés aux infections d'agents pathogènes et au stress osmotique, qui peuvent mener jusqu'à causer la mort (Imsland *et al.*, 2014a; MPO, 2014). De plus, le pou du saumon a un impact économique important sur l'industrie salomonicole. En effet, les traitements sont coûteux, la croissance des saumons et la qualité du produit sont diminuées et une augmentation du gaspillage de la moulée est observée (Imsland *et al.*, 2014a).

Les traitements utilisés pour le contrôle du pou du saumon sont des pesticides d'origine chimique. Une première méthode est de faire un bain avec des substances telles que le peroxyde d'hydrogène et les organophosphates (Imsland *et al.*, 2014a). Une fois le bain réalisé, ces pesticides sont relâchés dans l'environnement (Farmed and dangerous, 2017). Une seconde méthode est l'utilisation d'un produit appelé SLICE®. Il s'agit de benzoate d'émamectine, qui est l'insecticide le plus utilisé pour lutter contre *L. salmonis* (Imsland *et al.*, 2014a; Leschin-Hoar, 2014; Farmed and dangerous, 2017). Le produit est ajouté à la moulée des poissons et est absorbé par les tissus de ces derniers. Le traitement est ensuite transmis aux poux qui broutent les saumons, causant ainsi la mort des parasites (Farmed and dangerous, 2017). Un des problèmes que présentent les traitements chimiques est la résistance que le parasite développe pour ces produits (Leschin-Hoar, 2014). Au Canada, au Chili et en Écosse, des évidences de résistances ont été observées (Imsland *et al.*, 2014a). De plus, SLICE reste présent dans l'organisme des individus traités et l'environnement pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois. C'est un produit non sélectif et il affecte également les crustacés présents dans le milieu naturel. Il peut être toxique pour la faune marine (Farmed and dangerous, 2017). La résistance du parasite aux traitements chimiques, leurs effets néfastes sur l'environnement, la diminution de l'acceptabilité sociale des traitements chimiques et les coûts élevés de ces méthodes rendent nécessaire le développement de solutions durables et efficaces pour contrôler les infestations de pou du saumon dans les élevages salmonicoles (Imsland *et al.* 2013; MPO, 2014; Imsland *et al.* 2016).

Plusieurs alternatives ont été élaborées, dont l'utilisation de piège à pou du poisson, de souches de saumons résistantes au parasite et d'aliments immunostimulants, ainsi que la filtration de l'eau près des infrastructures d'élevage par des bivalves (Leschin-Hoar, 2014; MPO, 2014). Cette dernière méthode permet l'élimination des larves de pou du poisson dans l'eau par leur ingestion par les bivalves (Leschin-Hoar, 2014). Une autre alternative aux traitements chimiques, qui semble prometteuse, est l'introduction de poissons nettoyeurs dans les cages marines où grossissent les saumons. Cette technique représente un moyen biologique et durable de contrôler les infections de *L. salmonis* (Imsland *et al.*, 2014a).

En Norvège, les poissons nettoyeurs sont utilisés depuis plusieurs années comme moyen de contrôle du pou du saumon (Braden, 2015). Plusieurs espèces de poissons de la famille des Labridae sont employées, tels que la vieille commune (*Labrus bergylta*), le cténolabre (*Ctenolabrus rupestris*) et le crénilabre mélops (*Symphodus melops*) (Vargas, 2015). Plus récemment, le lompe (*Cyclopterus lumpus*), également appelé poule de mer, a également été utilisé comme poisson nettoyeur. Au Canada, les espèces potentielles sont la tanche tautogue (*Tautogolabrus adspersus*) et le lompe. Cette dernière espèce semble être la plus prometteuse pour les pays nordiques en raison de sa distribution, qui s'étend sur la majeure partie de l'Atlantique Nord, et sa tolérance à un plus grand éventail de température (Towers, 2014; Vargas, 2015). De plus, le lompe possède une croissance plus élevée, un plus faible risque de contraction de maladies, est plus robuste et plus facile à élever que les autres espèces de poissons nettoyeurs (Towers, 2014; Braden, 2015; Vargas, 2015). C'est une espèce ayant un comportement d'alimentation opportuniste et elle possède un appétit vorace pour le pou du saumon (Towers, 2014; Braden, 2015). Finalement, les saumons tolèrent bien la présence des lompes dans les cages et n'ont pas de comportements agressifs à leur égard (Towers, 2014). En milieu naturel, le lompe et le saumon partagent des aires d'alimentations, ce qui pourrait expliquer la cohabitation des deux espèces (Imsland *et al.*, 2016).

Les lompes introduits dans les cages marines sont des juvéniles dont la taille varie de 10 à 20 g (Vargas, 2015). La densité de lompe optimale est de 10 % par rapport à celle des saumons, ce qui veut dire qu'une cage contenant 100 saumons contiendrait 10 lompes. Une étude réalisée par Imsland *et al.* (2014a) a montré qu'une densité plus élevée du poisson nettoyeur n'est pas plus efficace pour le contrôle du pou et qu'une densité plus faible était moins efficace. L'alimentation des lompes n'est pas assurée par une augmentation de la quantité de moulée donnée au saumon. Ils doivent donc se nourrir des organismes présents dans les cages, donc idéalement de *L. salmonis*, et profiter de la moulée non consommée par les saumons (Imsland *et al.*, 2014a). Les observations sur les lompes introduits dans les cages marines confirment que les poissons nettoyeurs consomment les parasites présents sur les saumons, certains individus allant même jusqu'à suivre les salmonidés pour en attraper (Imsland *et al.*, 2014a; Towers, 2015). Les études réalisées sur le potentiel du lompe comme poisson nettoyeur démontrent qu'ils permettent de réduire les infections de *L.*

salmonis de 90 % (Towers, 2014). De plus, les poules de mer consomment également le parasite *Caligus elongatus*, qui peut infecter les lompes et les saumons (Imsland *et al.*, 2014a).

La consommation de pou du saumon de chaque individu augmente avec la croissance (Imsland *et al.* 2015). De plus, il semblerait que les lompes aient une préférence pour les poux femelles, ce qui permettrait de réduire le potentiel de réinfection (Imsland *et al.*, 2014a). Toutefois, l'étude du contenu stomacal des poissons montre que seulement le tiers des lompes présents dans les cages consomme effectivement des poux du saumon (Imsland *et al.*, 2014a). Le comportement d'alimentation opportuniste du lompe implique que le choix d'une source alimentaire est fonction de sa disponibilité. De plus, les poissons ne se limitent pas qu'à une seule ressource lorsque plusieurs sont présentes (Imsland *et al.* 2015). Pour les producteurs de saumons, l'opportunisme du lompe implique un nettoyage régulier des cages marines afin d'éviter que les poissons se nourrissent d'autres organismes présents dans celles-ci (Towers, 2014). L'aliment le plus commun contenu dans les estomacs des poissons nettoyeurs est la moulée de saumon, ce qui s'explique par le fait que cette ressource est la plus abondante et la plus fréquente (Imsland *et al.* 2015).

Une étude menée par Imsland *et al.* (2016) a démontré que les préférences alimentaires des lompes avaient une origine génétique, les deux parents ayant une influence sur leur descendance. Le bagage génétique des descendants influence également leur comportement dans les cages et le taux de mortalité. Cette découverte suggère qu'un programme de sélection pourrait être mis en place afin d'améliorer l'efficacité de nettoyage des poissons, en sélectionnant des individus ayant une préférence pour les poux. De plus, ces programmes pourraient permettre de sélectionner des individus plus résistants aux maladies et aux infections (Imsland *et al.*, 2016).

Le succès de la cohabitation entre les saumons et les lompes dans les cages marines dépend de la taille de ces derniers. Les individus de plus de 350 g peuvent avoir un effet négatif sur la croissance et l'indice de transformation du saumon, alors que les plus petits individus n'ont pas ces effets (Imsland *et al.*, 2014a; Imsland *et al.*, 2014b). De plus, les individus qui atteignent la maturité sexuelle sont moins efficaces pour le contrôle des poux, puisqu'ils se nourrissent moins (Imsland *et al.*, 2014a). Imsland *et al.* (2014a) suggèrent

une taille limite variant entre 400 et 500 g. Un juvénile de 10 g met 14 à 16 mois pour atteindre cette taille, ce qui correspond au temps de grossissement en cage marine des saumons. Les lompes peuvent alors être mis dans les cages au moment de la période de transfert des saumons pour la phase marine de culture. Les deux espèces de poissons peuvent ensuite être retirées en même temps (Imsland *et al.*, 2014a).

Le lompe s'adapte facilement à la vie en cage marine et la taille à laquelle il est introduit dans les cages le rend peu susceptible de s'en échapper (Towers, 2014; Imsland *et al.*, 2015). Il lui faut toutefois des substrats sur lesquels se fixer et des abris pour qu'il puisse y survivre et y croître (Imsland *et al.*, 2015). Les cages marines doivent donc être adaptées afin de recevoir cette espèce. Lors du transfert en mer, le lompe requiert une période d'adaptation à son nouvel environnement pendant laquelle sa croissance et son alimentation sont plus faibles (Imsland *et al.*, 2016). Une mortalité élevée a été observée lors du transfert en mer, due à des maladies causées par des bactéries (Vargas, 2015).

Le contrôle du pou du saumon par l'utilisation de poisson nettoyeurs fait ses preuves dans les pays producteurs de saumons d'Europe, notamment en Norvège. En effet, certaines entreprises ont déjà adopté cette méthode (Leschin-Hoar, 2014). C'est d'ailleurs le cas de la ferme Kvaroy Fiskeoppdrett, une petite entreprise salmonicole qui n'utilise aucun traitement chimique pour le contrôle du pou, mais seulement le lompe. De plus grosses entreprises s'intéressent également au poisson (Leschin-Hoar, 2014). Au Canada, l'utilisation de poisson nettoyeur en est à ses débuts. Les producteurs salmonicoles, tel Cooke Aquaculture, s'intéressent à cette pratique sans toutefois pouvoir l'appliquer à son plein potentiel (Braden, 2015). Dans les prochaines années, d'autres recherches seront effectuées sur ce moyen biologique de contrôle du pou du saumon prometteur.

Références

- BRADEN, L., 16 novembre 2015. Lumpfish Used as Biocontrols in Salmon Aquaculture in Canada. [En ligne] URL : <http://ecologicalaquaculture.org/welcome/2015/11/16/lumpfish-used-as-biocontrols-in-salmon-aquaculture-in-canada/>
- FARMED AND DANGEROUS, page consultée le 27 février 2017. Chemical treatments : SLICE [En ligne] URL : <http://www.farmedanddangerous.org/salmon-farming-problems/environmental-impacts/chemical-treatments-slice/>

- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, T. A. HANGSTAD, A. FOSS, E. VIKIGSTAD et T. A. ELVEGARD, 2014a. The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmos* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 424-425: 18-23.
- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, T. A. HANGSTAD, A. V. NYTRØ, A. FOSS, E. VIKIGSTAD et T. A. ELVEGARD, 2014b. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture* 433: 137-142
- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, T. A. HANGSTAD, A. V. NYTRØ, A. FOSS, E. VIKIGSTAD et T. A. ELVEGARD, 2015. Feeding preferences of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) maintained in open net-pens with Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 436 :47-51.
- IMSLAND, A. K., P. REYNOLDS, G. ELIASSEN, A. MORTENSEN, Ø. J. HANSEN, V. PUVANENDRAN, T. A. HANGSTAD, Ó. D.B. JÓNSDÓTTIR, P.-A. EMAUS, T. A. ELVEGÅRD, S. C.A. LEMMENS, R. RYDLAND, A. V. NYTRØ et T. M. JONASSEN, 2016. Is cleaning behaviour in lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) parentally controlled? *Aquaculture* 459 : 156-165
- LESCHIN-HOAR, C., 27 mars 2014. These Tiny Fish May Cure Salmon Farming's Environmental Problem. *TakePart* [En ligne] URL : <http://www.takepart.com/article/2014/03/27/can-cute-fish-solve-sea-lice-problem-vexing-salmon-farms>
- MARINE INSTITUTE, page consultée le 26 février 2017. Life cycle of the Salmon Louse. [En ligne] URL : <http://www.marine.ie/Home/site-area/areas-activity/aquaculture/sea-lice/life-cycle-salmon-louse>
- MPO, 2014. Surveillance du pou du poisson et mesures non chimiques. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci.* 2014/006.
- MPO, 2015. Saumon d'élevage. [En ligne] URL : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sector-secteur/species-especes/salmon-saumon-fra.htm>
- TOWERS, L., 2 octobre 2014. How Effective are Limpfish in the Fight Against Sea Lice? [En ligne] URL : <http://www.thefishsite.com/fishnews/24237/how-effective-are-lumpfish-in-the-fight-against-sea-lice/>
- VARGAS, C. C., décembre/janvier 2015. Lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) Juvenile Production is Taking Norway by Storm. [En ligne] URL : <http://www.aquaculturemag.com/magazine/december-january-2014/2015/01/01/lumpfish-cyclopterus-lumpus-l-juvenile-production-is-taking--norway-by-storm>

Annexe C : Analyse financière du scénario de production autonome de juvéniles

Écloserie de lampes - Production autonome												
CALCUL DES FLUX MONÉTAIRES ET DE LA RENVIABILITÉ												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVESTISSEMENTS												
FONDS DE TERRE	(102 437,50) \$											
BÂTISSÉ	(963 000,00) \$											
EQUIPEMENTS	(771 720,40) \$											
MATÉRIEL ROLLANT	(29 700,00) \$											
FONDS DE ROLLEMENT	(100 000,00) \$											
TOTAL DES INVESTISSEMENTS	(600 000,00) \$	(60 000,00) \$	(60 000,00) \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	- \$	220 000,00 \$
ENTRÉES DE FONDS												
POISSONS VIVANTS	(60 000,00) \$	(60 000,00) \$										
TOTAL DES ENTRÉES DE FONDS	413 100,00 \$	421 362,00 \$	429 780,24 \$	438 385,02 \$	447 152,73 \$	456 095,78 \$	465 217,70 \$	474 522,05 \$	484 012,49 \$	493 692,74 \$	493 692,74 \$	
FRAIS D'OPÉRATION												
FRAIS VARIABLES												
PRODUCTION D'ŒUFS												
Prix des géniteurs (Stunth)	3 090,00 \$	3 121,20 \$	3 183,62 \$	3 247,30 \$	3 312,24 \$	3 378,49 \$	3 446,06 \$	3 514,98 \$	3 585,28 \$	3 656,98 \$	3 729,97 \$	
Transport des géniteurs	4 244,83 \$	4 329,73 \$	4 416,32 \$	4 504,05 \$	4 594,74 \$	4 686,64 \$	4 780,37 \$	4 875,98 \$	4 973,50 \$	5 072,97 \$		
JUVÉNILES												
Alimentation des larves	473,85 \$	483,327 \$	492,99354 \$	502,8534108 \$	512,910479 \$	523,1688886 \$	533,6320624 \$	544,3047036 \$	555,1907977 \$	566,2946196 \$	577,61485 \$	
Alimentation des juvéniles	54 510,30 \$	55 600,51 \$	56 714,52 \$	57 846,77 \$	59 003,70 \$	60 183,78 \$	61 387,45 \$	62 615,20 \$	63 867,50 \$	65 144,85 \$	66 447,10 \$	
TOTAL DES FRAIS VARIABLES	62 288,98 \$	63 534,76 \$	64 805,46 \$	66 101,57 \$	67 423,60 \$	68 772,07 \$	70 147,51 \$	71 550,46 \$	72 981,47 \$	74 441,10 \$		
FRAIS FIXES												
SALARIES												
Technicien	18 487,30 \$	18 867,04 \$	19 234,18 \$	19 618,87 \$	20 011,24 \$	20 411,47 \$	20 819,70 \$	21 236,09 \$	21 660,81 \$	22 094,03 \$	22 536,80 \$	
Ouvrier	10 013,98 \$	10 214,23 \$	10 416,52 \$	10 626,89 \$	10 839,42 \$	11 056,21 \$	11 277,34 \$	11 502,88 \$	11 732,94 \$	11 967,60 \$		
FRAIS GÉNÉRAUX DE FABRICATION												
Électricité (oxygénation)	4 131,00 \$	4 213,62 \$	4 297,89 \$	4 383,85 \$	4 471,53 \$	4 560,96 \$	4 652,18 \$	4 745,22 \$	4 840,12 \$	4 936,93 \$		
Électricité (pompage, chauffage, éclairage)	67 932,00 \$	69 290,64 \$	70 676,45 \$	72 089,98 \$	73 531,78 \$	75 002,42 \$	76 502,47 \$	78 032,51 \$	79 593,17 \$	81 185,03 \$		
Entretien - fonds de terre	2 089,73 \$	2 131,52 \$	2 174,15 \$	2 217,63 \$	2 261,99 \$	2 307,23 \$	2 353,37 \$	2 400,44 \$	2 448,45 \$	2 497,41 \$		
Entretien - balisse	5 553,90 \$	5 664,98 \$	5 778,28 \$	5 893,84 \$	6 011,72 \$	6 131,95 \$	6 254,69 \$	6 379,69 \$	6 507,00 \$	6 636,82 \$		
Entretien - matériel roulant	1 211,76 \$	1 236,00 \$	1 260,72 \$	1 285,93 \$	1 311,65 \$	1 337,88 \$	1 364,64 \$	1 391,93 \$	1 419,77 \$	1 448,17 \$		
Entretien - équipements	23 614,64 \$	24 086,94 \$	24 568,68 \$	25 060,05 \$	25 561,25 \$	26 072,48 \$	26 593,92 \$	27 125,80 \$	27 668,32 \$	28 221,69 \$		
Dépenses - véhicule	1 020,00 \$	1 040,40 \$	1 061,21 \$	1 082,43 \$	1 104,08 \$	1 126,18 \$	1 148,69 \$	1 171,66 \$	1 195,09 \$	1 218,99 \$		
Système d'alarme	289,50 \$	286,11 \$	281,83 \$	287,67 \$	303,82 \$	309,69 \$	315,89 \$	322,21 \$	328,65 \$	335,22 \$		
Assurance responsabilité	204,00 \$	208,08 \$	212,24 \$	216,49 \$	220,82 \$	225,23 \$	229,74 \$	234,33 \$	239,02 \$	243,80 \$		
Assurance feu	3 600,00 \$	3 121,20 \$	3 183,62 \$	3 247,30 \$	3 312,24 \$	3 378,49 \$	3 446,06 \$	3 514,98 \$	3 585,28 \$	3 656,98 \$		
Petits outils	510,00 \$	520,20 \$	530,60 \$	541,22 \$	552,04 \$	563,08 \$	574,34 \$	585,83 \$	597,55 \$	609,50 \$		
Impôts fonciers et scolaires	4 080,00 \$	4 161,60 \$	4 244,83 \$	4 329,73 \$	4 416,32 \$	4 504,65 \$	4 594,74 \$	4 686,64 \$	4 780,37 \$	4 875,98 \$		
FRAIS D'ADMINISTRATION												
Téléphones (\$)	1 530,00 \$	1 560,60 \$	1 591,81 \$	1 623,65 \$	1 656,12 \$	1 689,24 \$	1 723,03 \$	1 757,49 \$	1 792,64 \$	1 828,49 \$		
Assurances (\$)	1 224,00 \$	1 248,48 \$	1 273,46 \$	1 298,92 \$	1 324,90 \$	1 351,39 \$	1 378,42 \$	1 405,99 \$	1 434,11 \$	1 462,79 \$		
Taxes et permis (\$)	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$		
Honoraires professionnels (\$)	1 020,00 \$	1 040,40 \$	1 061,21 \$	1 082,43 \$	1 104,08 \$	1 126,18 \$	1 148,69 \$	1 171,66 \$	1 195,09 \$	1 218,99 \$		
Matériel de bureau (\$)	2 000,00 \$	2 080,90 \$	2 122,42 \$	2 164,96 \$	2 209,16 \$	2 255,32 \$	2 299,37 \$	2 343,32 \$	2 389,19 \$	2 432,99 \$		
Divers	1 530,00 \$	1 560,60 \$	1 591,81 \$	1 623,65 \$	1 656,12 \$	1 689,24 \$	1 723,03 \$	1 757,49 \$	1 792,64 \$	1 828,49 \$		
Frais bancaires	510,00 \$	520,20 \$	530,60 \$	541,22 \$	552,04 \$	563,08 \$	574,34 \$	585,83 \$	597,55 \$	609,50 \$		
TOTAL DES FRAIS FIXES	153 510,78 \$	156 511,63 \$	159 572,51 \$	162 694,61 \$	165 873,32 \$	169 127,35 \$	172 440,54 \$	175 819,99 \$	179 267,03 \$	182 783,01 \$		
TOTAL DES DEBOURSÉS D'OPÉRATION	215 799,76 \$	220 046,39 \$	224 377,96 \$	228 799,16 \$	233 302,72 \$	237 899,42 \$	242 588,05 \$	247 370,45 \$	252 248,50 \$	257 224,11 \$		

Annexe D : Analyse financière du scénario de production secondaire de juvéniles

Ecloserie de lompes - Production autonome
CALCUL DES FLUX MONÉTAIRES ET DE LA RENTABILITÉ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVESTISSEMENTS												
FONDS DE TERRE	- \$											
BÂTIMENTS	(963 000,00) \$											
EQUIPEMENTS	(654 137,00) \$											
MATÉRIEL ROLANT	\$											
FONDS DE ROLANT	(100 000,00) \$											
TOTAL DES INVESTISSEMENTS	(1 717 137,00) \$											
ENTRÉES DE FONDS												
POISSONS VIVANTS												
TOTAL DES ENTRÉES DE FONDS		413 100,00 \$	421 362,00 \$	429 789,24 \$	438 385,02 \$	447 152,73 \$	456 095,78 \$	465 217,70 \$	474 522,05 \$	484 012,49 \$	493 692,74 \$	
FRAIS D'OPÉRATION												
FRAIS VARIABLES												
PRODUCTION D'ŒUFS												
Prix des géniteurs (\$/unité)		3 060,00 \$	3 121,20 \$	3 183,62 \$	3 247,30 \$	3 312,24 \$	3 378,49 \$	3 446,06 \$	3 514,98 \$	3 585,28 \$	3 656,98 \$	
Transport des géniteurs		4 244,83 \$	4 329,73 \$	4 416,32 \$	4 504,65 \$	4 594,74 \$	4 686,64 \$	4 780,37 \$	4 875,98 \$	4 973,50 \$	5 072,97 \$	
JUVÉNILES												
Alimentation des larves		473,85 \$	483,327 \$	492,99354 \$	502,8534108 \$	512,910479 \$	523,1686886 \$	533,6320624 \$	544,3047036 \$	555,1907977 \$	566,2946136 \$	
Alimentation des juvéniles		54 510,30 \$	55 600,51 \$	56 712,52 \$	57 846,77 \$	59 003,70 \$	60 183,78 \$	61 387,45 \$	62 615,20 \$	63 867,50 \$	65 144,85 \$	
TOTAL DES FRAIS VARIABLES		62 288,98 \$	63 534,76 \$	64 805,46 \$	66 101,57 \$	67 423,60 \$	68 772,07 \$	70 147,51 \$	71 550,46 \$	72 981,47 \$	74 441,10 \$	
FRAIS FIXES												
SALAIRES												
Technicien		18 487,30 \$	18 857,04 \$	19 234,18 \$	19 618,52 \$	20 011,24 \$	20 411,47 \$	20 819,70 \$	21 236,09 \$	21 660,81 \$	22 094,03 \$	
Ouvrier		10 013,95 \$	10 214,23 \$	10 418,52 \$	10 626,89 \$	10 839,42 \$	11 056,21 \$	11 277,34 \$	11 502,88 \$	11 732,94 \$	11 967,60 \$	
FRAIS GÉNÉRAUX DE FABRICATION												
Électricité (oxygénation)		4 131,00 \$	4 213,62 \$	4 297,89 \$	4 383,85 \$	4 471,53 \$	4 560,96 \$	4 652,18 \$	4 745,22 \$	4 840,12 \$	4 936,93 \$	
Électricité (pompage, chauffage, éclairage)		67 992,00 \$	69 290,64 \$	70 676,45 \$	72 089,98 \$	73 531,78 \$	75 002,42 \$	76 502,47 \$	78 032,51 \$	79 593,17 \$	81 186,03 \$	
Entretien - fonds de terre												
Entretien - bâtisse		5 553,90 \$	5 664,98 \$	5 778,28 \$	5 893,84 \$	6 011,72 \$	6 131,95 \$	6 254,59 \$	6 379,69 \$	6 507,28 \$	6 637,42 \$	
Entretien - matériel roulant												
Entretien - équipements		20 016,59 \$	20 416,92 \$	20 825,26 \$	21 241,77 \$	21 668,60 \$	22 099,94 \$	22 541,93 \$	22 992,77 \$	23 452,63 \$	23 921,68 \$	
Dépenses - véhicule		1 020,00 \$	1 040,40 \$	1 061,21 \$	1 082,43 \$	1 104,08 \$	1 126,16 \$	1 148,69 \$	1 171,66 \$	1 195,09 \$	1 218,99 \$	
Système d'alarme		280,50 \$	286,11 \$	291,83 \$	297,67 \$	303,62 \$	309,69 \$	315,89 \$	322,21 \$	328,66 \$	335,22 \$	
Assurance responsabilité		204,00 \$	208,08 \$	212,24 \$	216,49 \$	220,82 \$	225,23 \$	229,74 \$	234,33 \$	239,02 \$	243,80 \$	
Assurance feu		3 060,00 \$	3 121,20 \$	3 183,62 \$	3 247,30 \$	3 312,24 \$	3 378,49 \$	3 446,06 \$	3 514,98 \$	3 585,28 \$	3 656,98 \$	
Petits outils		510,00 \$	520,20 \$	530,60 \$	541,22 \$	552,04 \$	563,08 \$	574,34 \$	585,83 \$	597,55 \$	609,50 \$	
Impôts fonciers et scolaires		4 080,00 \$	4 161,60 \$	4 244,83 \$	4 329,73 \$	4 416,32 \$	4 504,65 \$	4 594,74 \$	4 686,64 \$	4 780,37 \$	4 875,98 \$	
FRAIS D'ADMINISTRATION												
Téléphone (\$)		1 530,00 \$	1 560,60 \$	1 591,81 \$	1 623,65 \$	1 656,12 \$	1 689,24 \$	1 723,03 \$	1 757,49 \$	1 792,64 \$	1 828,49 \$	
Assurances (\$)		1 224,00 \$	1 248,48 \$	1 273,45 \$	1 298,92 \$	1 324,90 \$	1 351,39 \$	1 378,42 \$	1 405,99 \$	1 434,11 \$	1 462,79 \$	
Taxes et permis (\$)		3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	3 468,00 \$	
Honoraires professionnels (\$)		1 020,00 \$	1 040,40 \$	1 061,21 \$	1 082,43 \$	1 104,08 \$	1 126,16 \$	1 148,69 \$	1 171,66 \$	1 195,09 \$	1 218,99 \$	
Matériel de bureau (\$)		2 040,00 \$	2 080,80 \$	2 122,42 \$	2 164,98 \$	2 208,32 \$	2 252,43 \$	2 297,37 \$	2 343,16 \$	2 389,81 \$	2 437,39 \$	
Divers		1 530,00 \$	1 560,60 \$	1 591,81 \$	1 623,65 \$	1 656,12 \$	1 689,24 \$	1 723,03 \$	1 757,49 \$	1 792,64 \$	1 828,49 \$	
Frais bancaires		510,00 \$	520,20 \$	530,60 \$	541,22 \$	552,04 \$	563,08 \$	574,34 \$	585,83 \$	597,55 \$	609,50 \$	
TOTAL DES FRAIS FIXES		146 611,24 \$	149 474,11 \$	152 394,23 \$	155 372,75 \$	158 410,85 \$	161 509,70 \$	164 670,54 \$	167 894,59 \$	171 183,12 \$	174 537,42 \$	
TOTAL DES DÉBOURSEMENTS D'OPÉRATION		208 900,22 \$	213 008,87 \$	217 199,68 \$	221 474,32 \$	225 834,44 \$	230 281,77 \$	234 818,05 \$	239 445,05 \$	244 164,59 \$	248 978,52 \$	

Annexe E : Composition de la moulée commerciale suggérée pour le lompe de Skretting

GEMMA Wean

Composition

	Size (µm)	Proteins (%)	Lipids (%)	Ash (%)	Fibre (%)	Phosphorus (%)
GEMMA Wean 0.1	100-250	62	14	8	0.2	1.1
GEMMA Wean 0.2	250-400	62	14	8	0.2	1.1
GEMMA Wean 0.3	350-500	62	14	8	0.2	1.1
GEMMA Wean Diamond 0.5	500-800	62	14	8.5	0.2	1.4

GEMMA Diamond

Composition

	Size (mm)	Proteins (%)	Lipids (%)	Ash (%)	Fibre (%)	Phosphorus (%)
GEMMA Diamond 0.8	0.8	57	15	10.5	0.2	1.6
GEMMA Diamond 1.0	1.0	57	15	10.5	0.2	1.6
GEMMA Diamond 1.2	1.2	57	15	10.5	0.2	1.6
GEMMA Diamond 1.5	1.5	57	15	10.5	0.2	1.6
GEMMA Diamond 1.8	1.8	57	15	10.5	0.2	1.6