

GUIDE DE DÉMARRAGE D'UNE ENTREPRISE MARICOLE ÉDITION 2005

Comité sectoriel de main-d'œuvre des pêches maritimes
Société de développement de l'industrie maricole
Gaspé, Québec

Réalisation de la mise à jour du *Guide de démarrage d'une entreprise maricole*

Production :

Comité sectoriel de main-d'œuvre des pêches maritimes (CSMOPM)
Société de développement de l'industrie maricole (SODIM)

Recherche et rédaction :

Marie Lagier

Recherche et rédaction / Édition 2005 :

Giovanni Castro

Révision :

Suzanne Barrette, Isabel Calderón, Gilles Lapointe, Robert Vaillancourt

Révision finale :

Stéphane Morissette

Révision linguistique :

Jean-Pierre Bouchard, Catherine Houle

Graphisme :

Communications Triangle

Photos :

Maison Beausoleil, Lise Chevarie, Marie Lagier, Michel Larrivée, Pec-Nord, CSMOPM, MAPAQ

Remerciements :

L'auteur de la mise à jour adresse ses remerciements aux personnes suivantes, qui ont, d'une façon ou d'une autre, partagé leur connaissance et leur expertise en vue de l'élaboration de ce guide.

Réjean Allard (Pêcheries R. Allard inc.), Bruno Archer (UQAR, Marifin), Céline Audet (UQAR), Suzanne Barrette (CSMOPM), Stéphane Blanchet (Table filière d'aquaculture d'eau douce), François Bourque (MAPAQ), Éric Bujold (Centre l'Envol Carleton, Moules Carleton), Isabel Calderón (SODIM), Lise Chevarie (ISMER), Georges Cliches (MAPAQ), Jean Côté (Pétoncles 2000), Michel Cotton (DEC), Francis Coulombe (MAPAQ), Charley Cyr (MPO), Stéphane Dumaesq (CSMOPM), Bruce Dumas (Ferme Belles-Amours), Sébastien Dupuis (MAPAQ), Carlo Éloquin (Moules Grande-Entrée), Suzie Fortin (SODIM), Réal Fournier (UQAR), Marcel Fréchette (MPO), Maurice Gaudet (MAPAQ), Michel Giguère (MPO), Nancy Godin (MAPAQ), François Grenier (Oursins Nordiques), Martin Guay (CACN), Sylvain Lafrance (SODIM), Gilles Lapointe (MAPAQ), Pierre Lauzier (MPO), Nathalie Le François (UQAR), Odile Légaré (MAPAQ, direction des politiques), Denis Lévesque (SODIM), François Montminy-Munyan (MAPAQ), Richard Morin (MAPAQ), Stéphane Morissette (Groupe RT Aqua-Technologies ltée), Simona Motnikar (MAPAQ), Bruno Myrand (MAPAQ), Michelle Parent (MAPAQ), Michael Patterson (ACIA), Émilien Pelletier (UQAR), Julie Roy (RMQ), Éric Tamigneaux (CSP), Françoise Tétrault (SODIM), Guglielmo Tita (UQAR), Robert Vaillancourt (SODIM).

Produit grâce à la participation financière d'Emploi-Québec

© Comité sectoriel de main-d'œuvre des pêches maritimes 2005

ISBN : 2-922981-11-8

Note : Le masculin est utilisé uniquement dans le but d'alléger le texte.

*"Quoi que tu rêves d'entreprendre, commence-le.
L'audace a du génie, du pouvoir, de la magie."*

Goethe

TABLE DES MATIÈRES

Acronymes et abréviations

I. Informations préliminaires

1. <u>Introduction</u>	3
1.1. Raison d'être du guide (buts et objectifs)	3
1.2. Utilisation du guide.....	3
1.3. Contenu du guide.....	4
1.4. Méthodologie.....	7
2. <u>L'industrie maricole au Québec</u>	9
2.1. Définition de la mariculture.....	9
2.2. Historique de l'élevage commercial au Québec	9
2.3. Portrait de l'industrie aujourd'hui	10
2.4. Organismes engagés dans le développement de la mariculture.....	13
2.5. Perspectives de développement	16

II. Analyse de pré faisabilité

3. <u>L'identification et la définition d'un projet maricole</u>	19
3.1. Sélection du projet maricole	19
3.2. Recueil des paramètres et des activités de production.....	22
3.3. Définition des objectifs de production.....	25
3.4. Mode de propriété de la future entreprise (raison sociale)	26
3.5. Convention entre actionnaires	28
➤ Fiche synthèse Chapitre 3	29

III. Analyse de faisabilité

4. <u>L'analyse de marché</u>	33
4.1. Définition de l'analyse de marché	34
4.2. Évaluation potentielle de son marché	35
➤ Fiche synthèse Chapitre 4	39

5. <u>L'analyse de faisabilité technique</u>	43
5.1. Bilan de ce qu'on sait et de ce qu'on a	43
5.2. Espèce	44
5.3. Site et technique d'élevage	46
5.4. Fournisseurs	51
5.5. Main-d'œuvre	51
5.6. Plan des installations	52
5.7. Permis et autorisations légales	52
➤ Fiche synthèse Chapitre 5	53
6. <u>L'analyse de faisabilité environnementale et sociale</u>	55
6.1. Impacts environnementaux	55
6.2. Impacts sociaux	56
7. <u>L'analyse de faisabilité financière</u>	59
7.1. Analyse financière	59
7.2. Informations préliminaires et hypothèses de travail	60
7.3. Plan de financement initial	61
7.4. État prévisionnel des résultats (état des résultats <i>pro forma</i>)	63
7.5. Bilan prévisionnel (bilan <i>pro forma</i>)	65
7.6. Budget de caisse (état des mouvements de trésorerie)	67
7.7. Plan de production et des besoins en main-d'œuvre	69
7.8. Seuil de rentabilité	69
7.9. Ratios financiers	70
7.10. Analyse de sensibilité et scénarios	71
7.11. Recommandations	73
➤ Fiche synthèse Chapitre 7	75
8. <u>La gestion du risque</u>	77
8.1. Définition de la gestion du risque	77
8.2. Identification des différents types de risque	77
8.3. Moyens de tenir compte du risque et de le gérer	83
➤ Fiche synthèse Chapitre 8	87

IV. Structuration et financement du projet

9. <u>Le plan d'affaires</u>	91
9.1. Procédure à suivre	91
9.2. Conseils à suivre lors de la rédaction du plan d'affaires	92

9.3. Contenu d'un plan d'affaires	92
9.4. Conseils pour la présentation du plan d'affaires aux créanciers.....	97
➤ Fiche synthèse Chapitre 9	99

10. Le financement du projet maricole 105

10.1. Types de financement d'entreprise.....	105
10.2. Aides financières et programmes gouvernementaux.....	108

V. Réglementation

11. La réglementation maricole 119

11.1. Autorisations et permis nécessaires pour exploiter une entreprise maricole..	120
11.2. Procédure d'émission de permis et des autres autorisations	121
11.3. Compétences des organismes gouvernementaux	124

VI. Informations complémentaires

12. Le métier de mariculteur et la formation disponible..... 131

12.1. Les professions de l'industrie maricole.....	131
12.2. Les tâches de l'entreprise maricole	133
12.3. Les connaissances et habiletés du technicien maricole	138
12.4. Les programmes de formation disponibles	140

13. De l'idée à la production commerciale 143

VII. Fiches techniques sur les espèces d'élevage

Fiche technique 1 : La moule bleue	147
Fiche technique 2 : Les pétoncles	171
Fiche technique 3 : La mye	185
Fiche technique 4 : L'huître américaine	197
Fiche technique 5 : L'oursin vert	205
Fiche technique 6 : Les ombles.....	217
Fiche technique 7 : Le flétan de l'Atlantique.....	233
Fiche technique 8 : Les loups de mer.....	247
Fiche technique 9 : La morue.....	259

Où trouver l'information?

À lire au sujet de...

L'élaboration du projet d'entreprise	277
Les aspects techniques du projet maricole.....	278
La moule bleue.....	278
Le pétoncle géant	279
La mye	280
Les poissons marins	280
L'huître américaine	281

À contacter au sujet de...

L'élaboration du projet maricole	282
Les aspects environnementaux	284
Le financement du projet maricole	285
La réglementation maricole	289
La formation en mariculture	290

Annexes

- Annexe 1** Table des matières type d'un plan d'affaires
- Annexe 2** Modèle financier d'une entreprise d'élevage de moules
- Annexe 3** Modèle de convention entre actionnaires
- Annexe 4** Modèle de certificat d'actions ordinaires
- Annexe 5** Formulaire de demande de permis et de bail maricole
- Annexe 6** Liste des fournisseurs

Références

Glossaire

Liste des figures

Fig. 1 : Étapes à suivre lors de la définition d'un projet maricole	5
Fig. 2 : Portrait de la mariculture au Québec	10
Fig. 3 : Ventes maricoles du Québec en tonnes de 1996 à 2003	11
Fig. 4 : Ventes maricoles du Québec en milliers de dollars de 1996 à 2003	12
Fig. 5 : Ventes maricoles en tonnes par régions de 1996 à 2003.....	13
Fig. 6 : Étapes à suivre dans le choix d'un projet maricole	24
Fig. 7 : Échéancier des activités.....	144
Fig. 8 : Filière immergée (sans production).....	163

Photo 15 : Bacs remplis de « pearl nets » de pétoncles prêts pour l'ensemencement sur les fonds	177
Photo 16 : Captage benthique	189
Photo 17 : Prélèvement de myes dans des paniers de type « pearl nets »	190
Photo 18 : Filets protecteurs	191
Photo 19 : Râteau hydraulique.....	191
Photo 20 : Dessablage des myes	192
Photo 21 : Site pour les huîtres élevées en poches flottantes.....	202
Photo 22 : Naissains d'huîtres élevées en poches flottantes	203
Photo 23 : Cage flottante d'élevage de poissons en mer	269

Acronymes et abréviations

ACIA :	Agence canadienne d'inspection des aliments
AEC :	Attestation d'études collégiales
AQCMER :	Association québécoise de la commercialisation de poisson et de fruits de mer
AQIP :	Association québécoise de l'industrie de la pêche
BDC :	Banque de développement du Canada
CAMGR :	Centre aquacole marin de Grande-Rivière
CLD :	Centres locaux de développement
CNE :	Carrefours de la nouvelle économie
CNRC :	Conseil national de recherche du Canada
CS :	Commission scolaire
CSMOPM :	Comité sectoriel de main-d'œuvre des pêches maritimes
CSP :	Centre spécialisé des pêches
CSST :	Commission de la santé et de la sécurité du travail
CACN :	Centre aquacole de la Côte-Nord
DEC :	Développement économique Canada
DEC :	Diplôme d'études collégiales
DGPAC :	Direction générale des pêches et de l'aquaculture commerciales
DE :	Développement expérimental
DEP :	Diplôme d'études professionnelles
DES :	Diplôme d'études secondaires
EC :	Environnement Canada
FAQ :	Financière agricole du Québec
FPEC	Financement des petites entreprises du Canada
FRS :	Fonds régional de solidarité
FTQ :	Fonds de solidarité des travailleurs du Québec
GCC :	Garde côtière canadienne (MPO)
GREREBA :	Groupe de recherche en recyclage biologique et aquaculture
HACCP :	Hazard Analysis Critical Control Points [en anglais]
HRI :	Hôtels, restaurants et institutions
IML :	Institut Maurice Lamontagne
ISMER :	Institut des sciences de la mer de Rimouski
IRS :	Initiatives régionales stratégiques

ISO :	International Organization for Standardization [en anglais]
LAC :	Loi sur l'aquaculture commerciale
LCÉE :	Loi canadienne sur l'évaluation environnementale
LCMVF :	Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (Québec)
LP :	Loi sur les pêches (Canada)
LPAC :	Loi sur les pêcheries et l'aquaculture commerciales (Québec)
LPEN :	Loi sur la protection des eaux navigables (Canada)
LQE :	Loi sur la qualité de l'environnement (Québec)
LRE :	Loi sur le régime des eaux (Québec)
MAPAQ :	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDEIE :	Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation
MENV :	Ministère de l'Environnement du Québec
MPO :	Ministère des Pêches et Océans <i>ou</i> Pêches et Océans
MRNFP-Faune Québec :	Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, secteur Faune
MPO :	Ministère des Pêches et Océans Canada
MRC :	Municipalité régionale de comté
PARI :	Programme d'aide à la recherche industrielle
PCCSM :	Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques
PCRDA :	Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture
PGQ :	Programme de gestion de la qualité
PME :	Petites et moyennes entreprises
PPB :	Ports pour petits bateaux (MPO)
PSEC :	Programme de salubrité des eaux coquillières (EC)
RCR :	Réanimation cardio-respiratoire
R et D :	Recherche et développement
RPAQ :	Réseau Pêches et Aquaculture Québec
RMQ :	Regroupement des mariculteurs du Québec
RS :	Recherche scientifique
SADC :	Sociétés d'aide au développement des collectivités
SODIM :	Société de développement de l'industrie maricole
SGF :	Société générale de financement du Québec
SOQUIA :	Société québécoise d'initiatives agroalimentaires
STMIM :	Station technologique maricole des Îles-de-la-Madeleine
SOLIDE :	Société locale d'investissement dans le développement de l'emploi
UQAC :	Université du Québec à Chicoutimi
UQAR :	Université du Québec à Rimouski
UQTR :	Université du Québec à Trois-Rivières

PARTIE VII

FICHES TECHNIQUES SUR LES ESPÈCES D'ÉLEVAGE

Fiche technique 1 : LA MOULE BLEUE

Mytilus edulis et *M. trossulus*



* : se référer au glossaire

Biologie

Description physique

La moule bleue est un mollusque* bivalve* filtreur*. Les deux coquilles (valves) sont reliées entre elles par une charnière et deux muscles adducteurs* lui permettent de se refermer. L'extérieur des coquilles varie du brun au noir bleuâtre alors que la partie interne est d'un blanc nacré. Les parties molles de l'animal sont situées entre les coquilles. Le manteau, composé de tissus plats, recouvre les organes. Le manteau sécrète la coquille et ses tissus contiennent une grande partie des gonades*. Lorsque les valves sont entrouvertes, le manteau forme également deux siphons, l'un inhalant et l'autre exhalant. La moule possède un pied musculaire extensible. À la base du pied, on retrouve l'organe qui sécrète le byssus* permettant à la moule de se fixer. Les moules sont des animaux dioïques, ce qui signifie que les sexes sont séparés.

La production québécoise repose sur deux espèces : *Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus*. À l'œil nu, il n'est pas possible de distinguer avec certitude ces deux espèces. Elles sont morphologiquement très semblables mais les optimums physiologiques sont différents. La coquille de *M. trossulus* est plus mince que celle de *M. edulis*. Ceci implique des ajustements différents sur les machines qui dégrappent et trient les moules. Toutefois, un rapport d'atelier tenu sur ces deux espèces conclut que les informations disponibles ne permettent pas de considérer que *M. trossulus* soit une espèce moins intéressante que *M. edulis* pour la mytiliculture*. Pour le moment, il vaut mieux considérer la performance obtenue à un site donné en fonction de la population observée plutôt qu'en fonction de l'espèce. Selon les régions, les populations sont homogènes ou bien elles sont mixtes avec des dominances parfois marquées. Des individus hybrides ont également été observés.

Distribution géographique et habitat

On retrouve ces deux espèces de moule, sur la côte est de l'Amérique du Nord, de l'océan Arctique à la Caroline du Nord. La limite de distribution de la moule vers le sud est généralement liée à une température maximale de l'eau de surface de 27 °C, soit sa température létale. Les deux espèces coexistent fréquemment en proportions variables. Plusieurs facteurs (profondeur, salinité*, substrat*, etc.) influencent leur aire de distribution. La moule vit en zone intertidale* et dans les eaux peu profondes de la zone subtidale* où elle se fixe sur divers substrats* immergés comme les rochers, les parties immergées des bouées, pilotis et mouillages ainsi que sur les coques des bateaux. Elle peut également se retrouver à plus de 20 m de profondeur. C'est souvent la présence de prédateurs (étoile de mer, crabe,

etc.) qui limite sa distribution bathymétrique*. La moule est un animal grégaire. Elle se fixe à d'autres moules et au substrat* à l'aide de son byssus* (faisceau de filaments adhésifs qu'elle sécrète), formant ainsi des agrégations denses pour mieux se protéger contre les vagues qui pourraient la déloger de son substrat*. C'est généralement la présence de stocks* naturels d'une de ces espèces qui explique le choix de l'espèce mise en élevage dans une région donnée. Elles peuvent survivre dans des eaux de très faible salinité*, jusqu'à 4 ‰, mais leur croissance est alors nulle ou très faible.

Alimentation et croissance

La moule peut atteindre une taille de 120 à 130 mm et vivre jusqu'à 24 ans selon les sites. Les individus âgés de 15 à 20 ans ne sont pas rares. La moule bleue se nourrit de petites particules en suspension en filtrant l'eau de mer à travers ses branchies. Ce sont les algues microscopiques (phytoplancton*) qui constituent l'essentiel de la nourriture de la moule. La vitesse de croissance de la moule bleue dépend principalement de la température de l'eau, de la salinité*, de la quantité et de la qualité de nourriture disponible. Le taux de filtration de la moule est constant entre 5 et 20 °C.

Les grosses moules peuvent filtrer jusqu'à 165 l d'eau par jour. En supposant un apport de nourriture adéquat, la température de croissance idéale se situe entre 10 et 20 °C. La moule peut tout de même croître assez rapidement à des températures basses, car l'abondance de la nourriture prime sur la fourchette des températures. Le taux de croissance* augmente de façon logarithmique avec la température. Toutefois, une température supérieure à 20 °C diminue radicalement la croissance et augmente le taux de mortalité. La moule croît bien dans des salinités* comprises entre 18 et 31 ‰, avec un optimum à 26 ‰. Sa vitesse de croissance est fortement réduite à une salinité* inférieure à 12,8 ‰. Comme la majorité des organismes marins, le taux de croissance* de la moule est inversement proportionnel à son âge et à sa taille.

Cycle biologique

À la ponte*, les moules expulsent leurs produits sexuels dans l'eau; la fécondation a lieu à l'extérieur de l'animal. Dans la région de l'Atlantique, la ponte* peut avoir lieu de la mi-mai à la fin septembre et peut être déclenchée par des facteurs tels que des variations dans la quantité de nourriture présente dans l'eau, une variation subite de la température ou un dérangement physique. Au Québec, en milieu naturel, la ponte* se déroule principalement au printemps, entre les mois de mai et de juin. Toutefois, en élevage, il arrive que la ponte* principale soit retardée, ou encore partielle, et étalée sur une période de plusieurs mois (ponte* asynchrone). Ceci est principalement dû au fait que les moules maintenues en suspension se retrouvent dans un milieu où les stimuli qui déclenchent la ponte* sont moins clairs. La ponte* est une activité stressante pour la moule et l'individu mature y perd une grande quantité de son poids corporel.

Peu de temps après la fécondation de l'œuf, se développe une larve* qui est capable de se déplacer dans l'eau. Suivent différents stades de développement, d'une durée de 3 à 4 semaines, à la fin desquels la larve* sera en mesure de se fixer définitivement à un substrat* solide pour ensuite se métamorphoser en moule juvénile*. Cette moule juvénile* mesure alors près de 0,5 mm. L'ensemble de ces jeunes individus est appelé « naissain* ».

Prédation et autres sources de pertes

Bien entendu, les limites de tolérance physiologique de la moule bleue ne lui permettent pas de survivre en dehors d'une certaine fourchette de température, de salinité* et d'abondance de nourriture. Malgré une certaine adaptation, les moules de la zone intertidale* doivent souvent supporter de longues périodes d'émersion qui, associées à un autre stress (ponte*, chaleur, etc.), peuvent être fatales. La période de reproduction est très exigeante sur le plan physiologique. Associée à une température élevée de l'eau, la ponte* peut occasionner des mortalités massives.

La mort peut également être causée par des parasites*, des maladies ou des prédateurs. Les moules sauvages sont les proies de plusieurs oiseaux (goéland, canard plongeur, sterne, marmette, guillemot noir), mais plusieurs ne s'attaquent qu'aux moules juvéniles*, leur bec ne leur permettant pas d'ouvrir les moules adultes. Les crustacés (crabe, homard), les étoiles de mer et certains poissons (tanche-tautogue, plie rouge, loup de mer, morue, etc.) sont sélectifs, leur propre taille détermine la grosseur des moules auxquelles ils vont s'attaquer. Parmi les mammifères, les différentes espèces de phoques incluent souvent les moules dans leur « menu ».

La moule d'élevage est moins susceptible d'être la proie de certains prédateurs étant donné que sa vie se déroule entièrement en suspension dans la colonne d'eau. Dans l'ensemble du Québec, les pertes de moules reliées à la prédation sont principalement occasionnées par l'étoile de mer (*Asterias sp.*), dont les larves* pélagiques* peuvent se fixer sur les boudins* et les collecteurs. Plus tard dans la production, il est possible que les boudins* d'élevage (ou les collecteurs autogérés) touchent le fond, ce qui rend encore les moules vulnérables aux étoiles de mer et à certains crustacés (crabe, homard).

La coquille de la moule bleue peut aussi servir de support à des organismes qui s'y fixent tels que balanes, caprelles, bryozoaires, tuniciers, algues, anémones, naissain* de moules de fixation* secondaire (« second set »), etc. Plusieurs de ces organismes peuvent entrer en compétition avec les moules pour l'espace et la nourriture, réduire leur croissance ou occasionner le dégrappage* du boudin* d'élevage. Dans certains cas, on peut utiliser le pouvoir prédateur de certaines espèces à notre avantage. Ainsi, le crabe commun peut « nettoyer » les boudins* d'élevage de moules dans certaines conditions. Le futur éleveur doit essayer de savoir si ces espèces sont présentes dans la région du site qu'il envisage et si elles ont déjà occasionnées des problèmes.

Technique d'élevage

Description générale

L'origine de la mytiliculture* remonterait à plus de 750 ans. En essayant de capturer des oiseaux marins à l'aide de filets tendus au-dessus de la mer, un naufragé aurait remarqué que les pieux qu'il avait plantés dans la zone de marée s'étaient rapidement couverts de moules. L'élevage sur bouchot était né. Depuis, d'autres types d'élevage ont vu le jour. Le transfert de naissain* sur des fonds propices à la croissance et l'élevage en suspension sur structures fixes, sur radeaux ou sur lignes flottantes (filières*) sont des techniques largement utilisées un peu partout sur la planète. Au Québec, on utilise la technique d'élevage en suspension dans l'eau, sur des filières* immergées.

Photo 7 : Filière de moules avec bouées



Photo : Marie Lagier

Les conditions climatiques et environnementales du Canada Atlantique obligent l'immersion des structures d'élevage. Il s'est donc avéré que l'élevage des moules en suspension est la technique d'élevage qui s'adapte le mieux aux rigueurs du climat, notamment en présence de glaces mobiles.

Le mytiliculteur commence par capter les larves* sur des collecteurs*, généralement durant les périodes printanière et estivale. C'est l'étape du captage* de naissains*. Ensuite, l'éleveur procède au boudinage* du naissain*. Cette opération permet de diminuer les densités d'élevage, ce qui améliore l'environnement des moules (accès à la nourriture, espace) et favorise la croissance. C'est l'étape du grossissement.

Jusqu'à tout récemment, tous les éleveurs du Québec utilisaient la technique de boudinage* traditionnellement effectuée dans les maritimes, qui consiste à transférer les jeunes moules dans des filets tubulaires faits de matériaux imputrescibles de 3 à 5 m (boudins*) suspendus à la ligne flottante. Les moules sortent du filet après quelques jours afin d'avoir accès à la nourriture. Cette technique compte encore quelques adeptes, mais depuis peu, les éleveurs se sont convertis en majorité à la technique du boudinage* mécanisé en continu. Il s'agit d'une technique importée de Nouvelle-Zélande et d'Espagne, d'où sont qualitatif d'hybride, qui consiste à attacher à chaque filière* un seul boudin*, très long, au lieu d'y suspendre une centaine de boudins* courts. Le boudin* continu, qui est attaché à intervalles réguliers à la filière* flottante, forme une série d'anses semblables à des demi-cercles (voir fig. 9 et 10).

Cette technique présente l'avantage de mécaniser le boudinage* mais également la récolte en fin de cycle, ce qui rend les opérations plus rapides et demande moins de personnel que l'élevage en boudins* conventionnels. Elle permet aussi de supprimer certaines étapes précédant la mise en suspension des boudins*. Le dégrappage* du naissain* fixé sur les collecteurs* et le boudinage* peut alors se faire directement en mer sur le même bateau. Le boudin* hybride est constitué d'un câble de polypropylène réutilisable placé au centre. Ensuite, on enveloppe les moules autour du câble avec un tube de coton et on ficelle le tout d'un fil de lin. Le coton et le lin se biodégradent en quelques semaines, les moules restant accrochées au cordage par le byssus*.

L'élevage sur collecteurs* inversés est une autre technique mise à l'essai par quelques éleveurs. Certains le nomment également « collecteur autogéré ». Le collecteur de naissains* est tout simplement laissé à l'eau pour toute la durée du cycle de production. Dans cette technique, on place les bouées compensatrices directement sur les collecteurs plutôt que sur la ligne principale de la filière*. Dès la pose des collecteurs, on doit placer assez de bouées et de lests pour assurer la flottabilité de la filière* pour tout le cycle de croissance.

L'élimination des étapes de boudinage* et de flottage effectuées normalement sur les filières* en suspension caractérise cette approche. L'économie engendrée par la diminution des opérations doit cependant être évaluée en considérant que le cycle de production est un peu plus long puisque les densités élevées initiales sur les collecteurs ne favorisent pas la croissance optimum des moules. Il en résulte que le rendement de moules de taille commerciale* par filière* est généralement inférieur.

Photo 8 : Filière* de moules appuyée sur des poulies
de type « star wheels »



Photo : Marie Lagier

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE DE MOULES AVEC BOUDINAGE* HYBRIDE AU QUÉBEC

1) Choix et préparation du site

Des moules sauvages doivent être présentes à proximité du site pour qu'on puisse recueillir assez de larves* afin de commencer la production. De plus, il doit y avoir assez de nourriture dans l'eau pour que les moules puissent se développer. La première étape de l'élevage est d'installer les structures d'élevage sur le site choisi. Les structures d'élevage sont composées de plusieurs filières* flottantes, de leurs ancres* sur le fond et de leurs bouées de signalisation (voir fig. 7 à 9). **Le succès de l'élevage dépend en grande partie de l'emplacement du site d'élevage (profondeur, exposition aux vagues, etc.), de la bonne installation des structures d'élevage et de la solidité des ancres.**

On peut installer les ancres en travaillant sur la glace, durant l'hiver précédant les premières opérations, ce qui offre une meilleure précision dans la position des ancres sur le fond et permet de commencer le travail le plus tôt possible au printemps. Cela nécessite d'avoir une surface de glace solide et permanente tout l'hiver. Sur les fonds vaseux et sablonneux, il est avantageux d'utiliser la technique des ancres japonais ou à vis. Ces ancres permanents sont faciles à poser à partir d'un petit bateau standard, alors que la pose des ancres traditionnels en béton requiert l'utilisation de gros bateaux et sont moins stables.

2) Préparatifs pour la collecte de naissain*

Ensuite, on installe des cordes de captage* (collecteurs) sur les filières* flottantes durant la période de reproduction des moules (au printemps), afin de recueillir les larves* qui s'y fixeront en été, environ 3 à 4 semaines après la ponte*. Puisque les larves* ont tendance à se

fixer sur les substrats* filamenteux, les collecteurs sont généralement constitués de vieux cordages auxquels on a placé des petits lests pour contrer leur flottabilité. On appelle cette opération le « captage* de naissains* ».

3) Mise en boudin* ou boudinage*

Selon la région, le site et la stratégie de l'éleveur, le naissain* est boudiné soit à la fin à l'automne de l'année 0+*, soit au printemps ou même à l'automne de l'année 1+*. La taille des moules et la température de l'eau orientent généralement la décision de l'éleveur. Idéalement, les moules doivent être de plus de 10 mm afin de pouvoir travailler adéquatement et obtenir un certain contrôle sur les densités au boudinage*.

Photo 9 : Boudinage en continu*



Photo : Michel Larrivée

Les collecteurs sont récoltés et les moules sont dégrappées pour ensuite être triées avec une machine appelée « dégrappeuse-trieuse* ». Puis, on procède au boudinage* en portant une attention particulière au contrôle de la densité des moules et au triage de la taille des moules.

Boudiner* différents lots de moules avec des tailles différentes permet au producteur d'étaler sa production dans le temps, et ainsi d'obtenir, après le grossissement, des moules prêtes à être récoltées toutes les saisons. Les moules resteront sur leur ligne de grossissement jusqu'à ce qu'elles aient atteint la taille commerciale*, plusieurs mois plus tard (de 12 à 27 mois au Québec).

4) Calage des lignes

À la fin de l'automne, selon l'endroit où on se trouve, il faudra retirer les bouées de surface et s'assurer que les filières* sont immergées de 5 à 10 m sous la surface. Au Québec, cette opération est indispensable pour s'assurer que les structures d'élevage ne sont pas emportées ou endommagées par les glaces. C'est ce qu'on appelle le « calage ».

Il faut également s'assurer que la flottabilité permet aux boudins* de demeurer dans la colonne d'eau sans toucher le fond pour éviter la prédation. Selon les activités prévues pour la saison hivernale, certains équipements de travail peuvent être remisés pour l'hiver.

5) Ajustement de la flottabilité

Au printemps suivant, on doit ajouter des bouées pour compenser le gain en poids dû à la croissance des moules. C'est ce qu'on appelle le « flottage ». Certains éleveurs évitent cette opération en plaçant assez de bouées et de lests pour soutenir la production jusqu'à l'atteinte de la taille commerciale*. En résumé, il s'agit pour l'éleveur de déterminer la stratégie qui permet un maximum de gain (croissance, survie, rendement en moules commerciales du boudin*) tout en limitant les opérations en mer. Les facteurs qui influencent ce choix sont multiples et plusieurs éleveurs ont exploré différentes avenues avant d'opter pour celle qui leur semble la plus performante. La réévaluation quasi-perpétuelle du pour et du contre d'une technique fait partie des tâches normales d'un éleveur.

6) Échantillonnage

On peut également effectuer des activités de prise d'échantillons durant la croissance des moules pour faire un suivi de la production. On calcule ainsi le rendement au boudin* (kilogramme de moules par pied ou mètre de boudin*), la densité de moule et l'indice de rendement en chair* (poids de la chair par rapport à la coquille). Cela permet de planifier les opérations à venir, comme la période de récolte et de mise en marché, ainsi que la quantité qu'on espère récolter. L'analyse de ces échantillons permet également d'identifier les problèmes qui pourraient survenir (prédation, maladies, densité trop élevée, etc.) pour être en mesure d'effectuer les ajustements nécessaires.

7) Récolte

La récolte peut débuter dès que les moules ont atteint 50 mm et que le rendement des boudins* apparaît suffisant aux producteurs. Un suivi de production s'avère utile à cette étape. On évaluera le rendement en chair* des moules, le rendement au boudin*, et ce, en fonction de la saison et des occasions de marché. Les exigences du marché de la moule fraîche, principal marché au Québec, font que la récolte des moules doit se faire sur la plus longue période possible au cours de l'année, tout en rencontrant les critères des consommateurs. On tentera d'éviter la période de ponte* car le rendement en chair* et la durée de vie étagère* sont alors réduits. Il n'est pas rare d'observer des rendements à la récolte de plus de 6 kg de moules commerciales par mètre de boudin*. Les rendements différeront en fonction de plusieurs facteurs dont la performance du naissain* utilisé, la présence ou non d'espèces associées, les pertes à la récolte et autres.

Photo 10 : Travail sur une filière*
de moules



Photo : Marie Lagier

Le mytiliculteur a intérêt à récolter sa production de façon à maximiser la durée de vie étagère* des moules. La vie étagère* correspond à la durée durant laquelle la moule peut survivre une fois qu'elle est sortie de l'eau. Après la période de reproduction, la durée de vie étagère* de la moule est courte.

On devrait idéalement récolter les moules lorsque la durée de vie étagère* est d'une semaine et plus. Le site peut présenter certains problèmes de contamination (voir section sur la contamination). L'autorisation de récolte dépendra des résultats des analyses toxicologiques et bactériologiques effectuées sur l'eau et les moules.

La récolte en mer à partir du bateau se déroule comme suit : la filière* est remontée à la surface et le boudin* passe dans la stripeuse pour en détacher les moules. Les moules passent ensuite dans la dégrappeuse-trieuse*.

Seules les moules de taille commerciale* sont conservées. Les moules trop petites et les organismes qui ont colonisé le boudin* sont rejetés à l'eau.

Quand elle est possible, la récolte hivernale sous glace peut représenter une avenue intéressante pour l'éleveur. Elle permet l'approvisionnement du marché sur une période plus étendue. Dans la baie de Gaspé et les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, la récolte hivernale s'effectue normalement de janvier à mars. Dès que l'épaisseur de la glace le permet, la stratégie consiste à repérer les filières* à l'aide d'un GPS et d'un échosondeur.

L'étape suivante consiste généralement à tracer un chemin dans la neige pour acheminer les moules vers la côte. Ensuite, quand la capacité portante du champ de glace est suffisante, l'éleveur installe ses équipements (la stripeuse, parfois la dégrappeuse-trieuse*, un abri temporaire, etc.) et la récolte peut débuter. Des véhicules (motoneiges, VTT, 4x4 et véhicules plus spécialisés) pour acheminer les bacs de moules et pour installer le matériel sont nécessaires au bon déroulement de la récolte.

Pour sa propre sécurité et celle de son équipe, l'éleveur a tout avantage à contacter un agent de la Commission de la santé et de la sécurité au travail (CSST) avant le début des travaux. Également, la consultation du guide *Travaux sur champs de glace* produit en 1996 par la

CSST permettra à l'éleveur de comprendre les dangers inhérents au travail sur la glace. Le respect des normes dictées par la CSST diminue à coup sûr le risque d'un accident aux conséquences souvent dramatiques.

Surtout, l'éleveur ne doit pas se fier uniquement à l'historique d'un endroit pour juger de la fiabilité de la glace. Une brusque variation de température, une chute de neige ou le vent (pour ne nommer que ces quelques facteurs) peuvent transformer en quelques heures un site sécuritaire en un endroit qu'il faut évacuer en vitesse. La charge admissible selon l'épaisseur de la glace, les facteurs de risques et la méthode d'échantillonnage qui permet d'évaluer la sécurité d'un site sont clairement décrits dans le guide.

8) Postrécolte et commercialisation

Les opérations postrécoltes débutent dès que les moules sont retirées de leur support d'élevage. Le producteur devra porter une attention particulière au maintien de la chaîne de froid dès la récolte. Selon les exigences de l'acheteur et si on est équipé pour livrer directement sur le marché local, on procédera à l'enlèvement du byssus* des moules à l'aide d'une machine appelée « débyssuse* ». Sinon, on livrera les moules non débyssées* à une usine de transformation chargée de faire la mise en marché.

L'enlèvement du byssus* raccourcit la durée de vie étagère*. Cette opération s'effectue à la dernière minute et à la demande de l'acheteur. Les moules sont ensuite emballées et livrées tout en maintenant la chaîne de froid (pour préserver la qualité des moules). Le producteur a intérêt à livrer un produit de qualité à l'usine car il sera payé sur le produit net, c'est-à-dire une fois emballé, et non sur le produit brut livré à l'usine. Ainsi, le producteur doit assumer les pertes d'eau des moules, les mortalités, les bris, et ce, jusqu'à l'emballage. Compte tenu du mode de paiement, de bonnes relations doivent s'établir entre le transformateur et le mariculteur.

Structures d'élevage

Le futur éleveur doit être conscient que les avantages et les inconvénients sont nombreux pour chacune des stratégies envisagées. Les structures en mer sont soumises à des contraintes physiques puissantes et complexes (vents, vagues, courants, inertie du bateau, poids des moules, etc.). L'étude produite par le Regroupement des mariculteurs du Québec et Biorex, *Description, analyse et modélisation des filières* flottantes utilisées pour l'élevage des mollusques au Québec*, pourra guider l'éleveur dans son choix. Les structures d'élevage sont constituées des éléments qui suivent. Les tailles, les poids et les quantités sont détaillés dans le tableau 8.

- **Filières*** : Chaque filière consiste en deux cordes d'ancrage reliées à une ligne principale à laquelle sont attachés les boudins* d'élevage de moules ou les collecteurs de naissains*. Plusieurs fournisseurs proposent des cordages résistants pour ce type

d'installations, entre autres Polysteel^{MD}, Eurosteel^{MD}, Proflex^{MD}, Deltaline^{MD}. Ces cordages sont fabriqués à partir d'un copolymère composé de fibres de polypropylène et de polyéthylène. Cet alliage est plus résistant, moins élastique et plus durable que les cordages issus d'une seule de ces fibres pures.

- **Ancrages* pour chacune des filières*** : Selon le site, il pourra s'agir d'ancrages permanents comme les ancrs japonaises (enfoncée dans le fond sablonneux) et les ancrs à vis (vissée dans les substrats* plus vaseux) ou de corps morts comme des blocs de béton de plusieurs tonnes. Les ancrages permanents sont à privilégier lorsque c'est possible, car ils offrent une meilleure résistance. Dans presque tous les cas, les filières* sont placées les unes à la suite des autres, les ancrages intermédiaires étant reliés à deux filières*.

Photo 11 : Bouées et lests de béton



Photo : Michel Larrivée

- **Bouées de signalisation ou bouées témoins** : Elles sont situées au commencement, au centre et à la fin de la filière*.
- **Bouées et lests** : Ils sont placés le long des filières* pour s'assurer que les moules restent en suspension à la profondeur voulue entre le fond et la surface, afin de minimiser les manipulations à faire sur une filière* durant la croissance.
- **Collecteurs*** : Ils sont constitués de cordes usagées parfois effilochées. Un petit lest est placé au bout de chaque collecteur pour compenser la flottabilité du cordage.
- **Boudins*** : Le boudin conventionnel de 3 m est fait de filet tubulaire en plastique. Le boudin continu est composé d'un noyau central fait d'une corde en polypropylène (les éleveurs du Québec utilisent beaucoup le Fuzzy rope^{MD} noir) recouverte d'un filet de coton biodégradable et ficelé de fil de lin. La taille des mailles du filet de coton

permet de retenir les moules juvéniles* pour qu'elles se fixent avec leur byssus* entre elles et à la corde. Le filet et le fil de lin se dégradent complètement après quelques semaines en mer.

Équipements de travail

- accès au quai
- entrepôt
- bateau équipé pour l'élevage de moules (homardier adapté ou plate-forme type catamaran avec bras hydraulique
- poulies à cran dentées (« star wheels »)
- équipement de navigation
- machinerie : boudineuse, stripeuse, dégrappeuse-trieuse*, débysseuse* (facultatif)
- camion et remorque pour le transport de l'équipement et des moules
- équipement de bureau (ordinateur, télécopieur)
- outils divers
- etc.

Photo 12 : Bateau de type plate-forme équipé pour l'élevage sur filières en suspension*



Photo : Marie Lagier

Cycle de production et calendrier des opérations

Au Québec, le cycle de production de la moule est de 18 à 36 mois selon les conditions (température, nourriture, etc.) du site d'élevage. Pour chacune de ces régions suivantes (Îles-de-la-Madeleine, baie de Gaspé, baie des Chaleurs et Basse-Côte-Nord) un cycle de production et un calendrier des opérations pour l'élevage de la moule figurent à la fin cette fiche. Il s'agit d'un cycle de production unique. En pratique, les activités des différents cycles (productions cadettes et aînées) se superposent.

Problèmes possibles

Il faut faire attention que les boudins* ne touchent pas le fond afin d'empêcher les prédateurs tels les crabes et les étoiles de mer d'y grimper. Un traitement à la saumure (solution saline très concentrée) peut éliminer les étoiles de mer et certaines autres espèces indésirables. L'action de certains prédateurs comme les crabes peut être bénéfique dans certains cas seulement si les moules en production ont atteint une taille refuge*. La prédation par les oiseaux peut être contrôlée en partie avec un système d'effarouchement électronique.

Commercialisation et perspectives de marché

La moule est pêchée commercialement depuis des siècles en Europe, où on la cueillait sur les rochers à marée basse. En Amérique du Nord, c'est un mets moins traditionnel, mais de plus en plus de gens l'incluent à leur menu. À une époque où les gens font de plus en plus attention à la qualité de leur alimentation, la moule se démarque comme un produit sain et nutritif. La chair de la moule contient à peu près la même teneur en protéines que le poids équivalent de bœuf avec seulement 6 % du poids de graisse de celui-ci.

De plus, elle est offerte à un prix abordable pour les consommateurs et elle est la source d'inspiration de nombreuses recettes. Des études américaines montrent que la rapidité et la commodité de l'aliment sont déterminantes dans le choix des consommateurs nord-américains. Pour le consommateur, la moule fraîche est simple à apprêter.

Par ailleurs, l'industrie de la troisième transformation doit poursuivre le développement de plats cuisinés. Dans cette optique, la moule offre de très bonnes perspectives de marché. Le producteur, après avoir fait sa récolte, peut vendre directement à des magasins de détail s'il possède les installations pour faire le nettoyage et l'emballage des moules. Il lui faudra alors un permis pour la commercialisation ou la transformation des mollusques*. Sinon, il peut vendre à une entreprise de transformation qui se chargera du nettoyage des moules et de leur distribution auprès des consommateurs.

Mise en marché et problèmes de contamination

Dans un milieu pollué, les moules, comme tous les autres organismes filtreurs*, sont susceptibles d'être contaminées par des matières fécales, par des substances toxiques ou délétères (produits chimiques, métaux lourds, etc.) ou par des biotoxines marines au point où leur consommation par des humains devient dangereuse. Pour cette raison, la récolte et la mise en marché de la moule sont soumises aux conditions du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM) (voir chapitre 11, section 11.3.3). Un suivi de la qualité de l'eau du site d'élevage et de la chair des mollusques* est donc obligatoire. La récolte et la mise en marché sans dépuración sont autorisées seulement lorsque la qualité de l'eau respecte les normes du PCCSM et qu'il y a absence de toxines* dans la chair des mollusques*.

Lorsque le site d'élevage est contaminé par des matières fécales, il est généralement possible d'obtenir une autorisation de cueillette à des fins de dépuración si la contamination ne dépasse pas un certain seuil établi par le PCCSM. La dépuración est un procédé qui permet au mollusque* d'éliminer les contaminations d'origines bactériennes. La dépuración peut se faire en milieu contrôlé selon des normes strictes dictées par le PCCSM dans un laps de temps de 48 heures. Le processus de dépuración peut aussi être effectué en milieu naturel, on le nomme alors « reparcage ». Durant une période déterminée, les moules sont placées dans

des bacs flottants ou des cages en suspension disposées à un endroit où l'eau est approuvée par le PCCSM. Il importe de souligner que la dépuración comporte des coûts et qu'il est de loin préférable de s'installer dans un secteur ne présentant pas de contamination.

La moule est aussi susceptible d'accumuler des toxines* (ou phycotoxines) produites par certaines espèces de microalgues* naturellement présentes de façon épisodiques dans les eaux marines. Les coquillages filtreurs* accumulent des toxines* après avoir ingéré des algues toxiques. La consommation de coquillages toxiques peut causer des maladies et même la mort. Les toxines* ne tuent pas les coquillages et ne provoquent aucune modification visible de leur apparence, de leur odeur ou de leur goût. Lorsque l'abondance d'algues toxiques diminue, les coquillages éliminent eux-mêmes la toxine* et leur consommation ne présente plus de danger.

Tout mollusque* bivalve* filtreur* peut devenir toxique et, au Canada, de nombreuses espèces de palourdes, de myes, d'huîtres, de moules et de pétoncles ont été contaminées. Le taux d'accumulation et d'élimination des toxines* varie selon les espèces. Dans une zone où la présence d'algues toxiques a été constatée, la récolte sera de nouveau possible après un délai minimal imposé par l'ACIA. Aucun procédé de détoxification n'est reconnu pour l'élimination des toxines*. Un processus de traçabilité des mollusques* est implanté et contrôlé par l'ACIA depuis plusieurs années, afin de faciliter les rappels de produit en cas d'intoxication de la population. La lecture du PCCSM et la consultation d'un inspecteur de l'ACIA permettront au producteur de connaître les procédures.

Tableau 8 : Conditions d'élevage de la moule bleue au Québec, selon le site de production
(Gaspésie et Îles-de-la-Madeleine)¹

Description	Unités	GASPÉSIE		ÎLES-DE-LA-MADELEINE
		Baie de Gaspé	Baie des Chaleurs	
Caractérisation du milieu				Lagunes
Glaces :				
- type		fixe	dérivante	fixe
- début	mois	décembre	décembre	décembre / janvier
- fin	mois	mai	avril	avril / mai
- épaisseur maximale	m	< 1	> 2	> 0,5
Bathymétrie*	m	9-18	20-30	6-7
Substrat*		vase	sable / vase	Sable
Vague (hauteur maximale)	m	> 1	> 3	> 2
Vent (maximum)	km/h	> 75	> 75	> 125
Fetch* (emprise du vent sur le plan d'eau)	km	6	20-100	6
Marnage*	m	1,2	1,2-2,7	0,3
Qualité de l'eau :				
- salinité* (min/max)	‰	20 / 28	20 / 28	25 / 31
- température (max/min)	°C	20 / -1	20 / -1	25 / -1
- matières en suspension (max)	mg/l	30	4	4
- apport d'eau douce (période)	mois	mai et oct.	mai et oct.	s.o.
- contamination bactériologique	mois	importante en été, absente en hiver	peu probable	peu probable
- contamination par les algues	mois	Printemps, été et automne	absente	rare
Type de filière*				
- modèle		subsurface S*	subsurface	subsurface S*
- longueur	m	200	200	110-200
- diamètre de l'aussière (ligne)	mm	1,9-2,5	1,9-2,5	1,9-2,5
- distance entre les filières*	m	20-25	20-30	20-30
- prix (d'une filière* type)	\$	1 500	2 000	1 500
		* : S = standard		
Ancrages				
- type		à vis ou japonais	béton (2380kg/m ³)	japonais
- poids (corps-mort)	kg	2 000	3500 int. 5000 dép.	200 à 2 000
- dimensions (système d'amarrage)	m	+/- 40	+/- 60	+/- 45
- jambes	kg	32-80 à 135	135	35
- nombre de poids par jambe		+/- 20	+/- 20	+/- 20

¹ Source : SODIM

Description		GASPÉSIE		ÎLES-DE-LA-MADELINE
		Baie de Gaspé	Baie des Chaleurs	
Flotteurs (bouées)				
- subsurface (dim. cm / vol. l / nb)	cm/l/nb	85 / 300 / 2	85 / 300 / 2	85 / 300 / 2
- jambe (vol. l)	l	15-60 (+/- 20)	15-60 (+/- 20)	15-60 (+/- 20)
- corde (vol. l)	l	15-60 (+/- 20)	15-60 (+/- 20)	15-60 (+/- 20)
1 litre (l) = 4 kg de moules				
Collecteurs				
- standard au m (si continue au m)	m	4	4	3
- type		polypropylène	polypropylène	polypropylène
- rendement au mètre de collecteur	kg/m	1,6-2,3	1,6-2,3	2-2,6
- espacement entre les collecteurs	m	0,7-1	0,7-1	0,7
- nombre (par ligne standard)	nb	120-240	120-240	260
- immersion sous la surface	m	2-5	2-10	2-5
Boudins*				
- longueur (continue)	m	environ 800	environ 800	environ 800
- type		canadien	canadien	canadien
- densité de boudinage*	Ind./m	250	250	250
- rendement par boudin (commercial)	kg/boud.	19 (11,4)	19 (11,4)	15 (9,1)
- rendement au mètre de boudin (commercial)	kg/m	6,3 (3,8)	6,3 (3,8)	5 (9)
- espacement entre les boudins	m	0,7-1	0,7-1	0,7-1
- nombre par ligne standard	nb	170-240	170-240	170-240
- immersion sous la surface	m	5	10	5
Production				
Durée du cycle	mois	24-28	24-28	18-24
Période de captage*	mois	mi-juin	mi-juin	mai-juin
Période de boudinage*	mois	mi-nov., mai, début juin	mi-nov., mai, début juin	octobre
Période de récolte 1	mois	déc.-mai (100 %)	sept.-déc. (50 %)	novembre-déc. (15 %)
Période de récolte 2	mois	s.o.	avril-juin (50 %)	janvier-juin (85 %)
Durée de la saison d'activité 1	mois	mai-décembre	mai-décembre	mai-décembre
Durée de la saison d'activité 2	mois	janvier-avril	s.o.	janvier-avril

Figure 8 : Filière immergée (sans production)

Schéma non à l'échelle : Réjean Allard

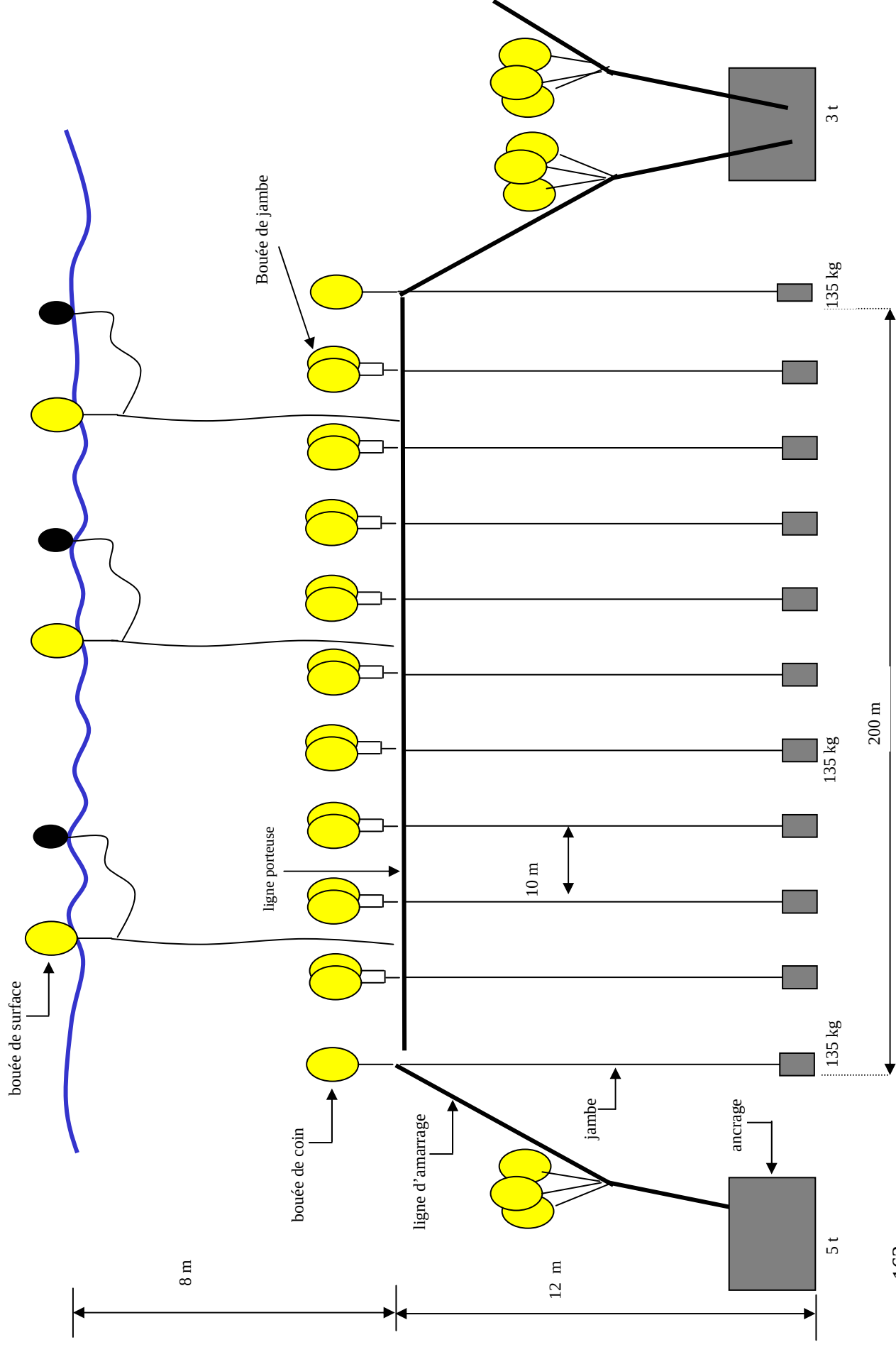


Figure 9 : Ancrage d'une filière flottante (collecteurs)

Schéma Réjean Allard

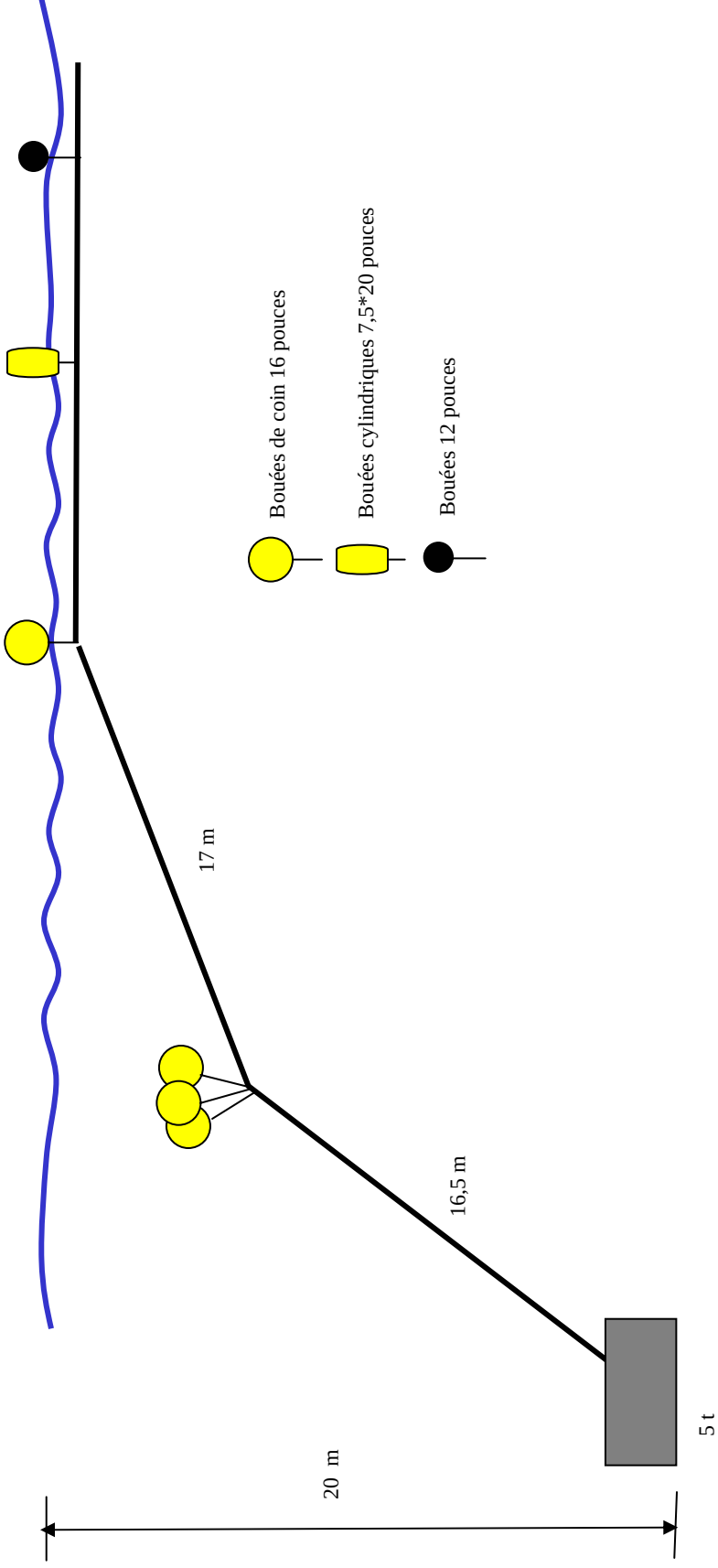


Figure 10 : Détails du boudinage en continu
Schéma Réjean Allard

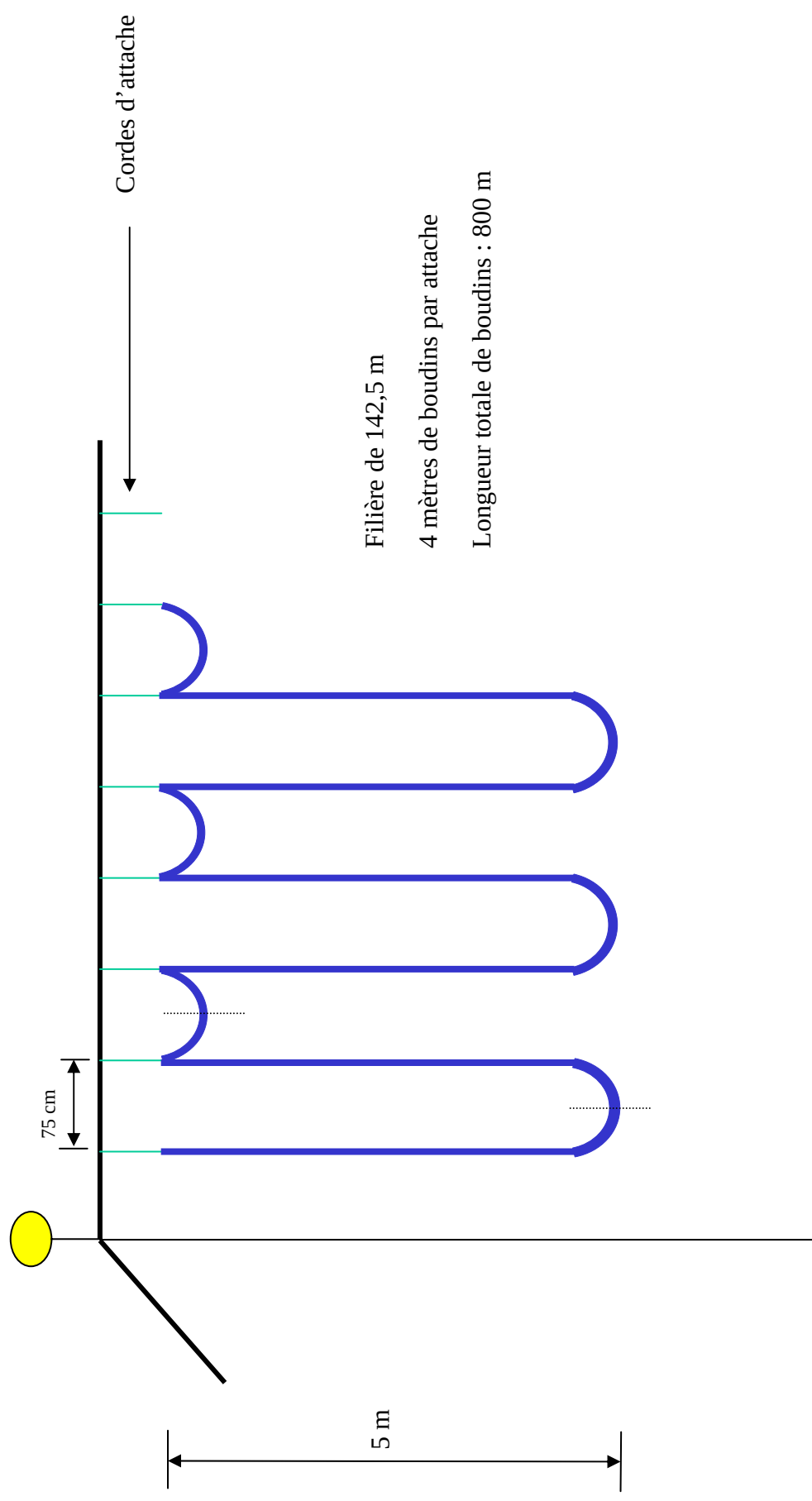


Figure 11 : Détails des collecteurs en continu
Schéma Réjean Allard

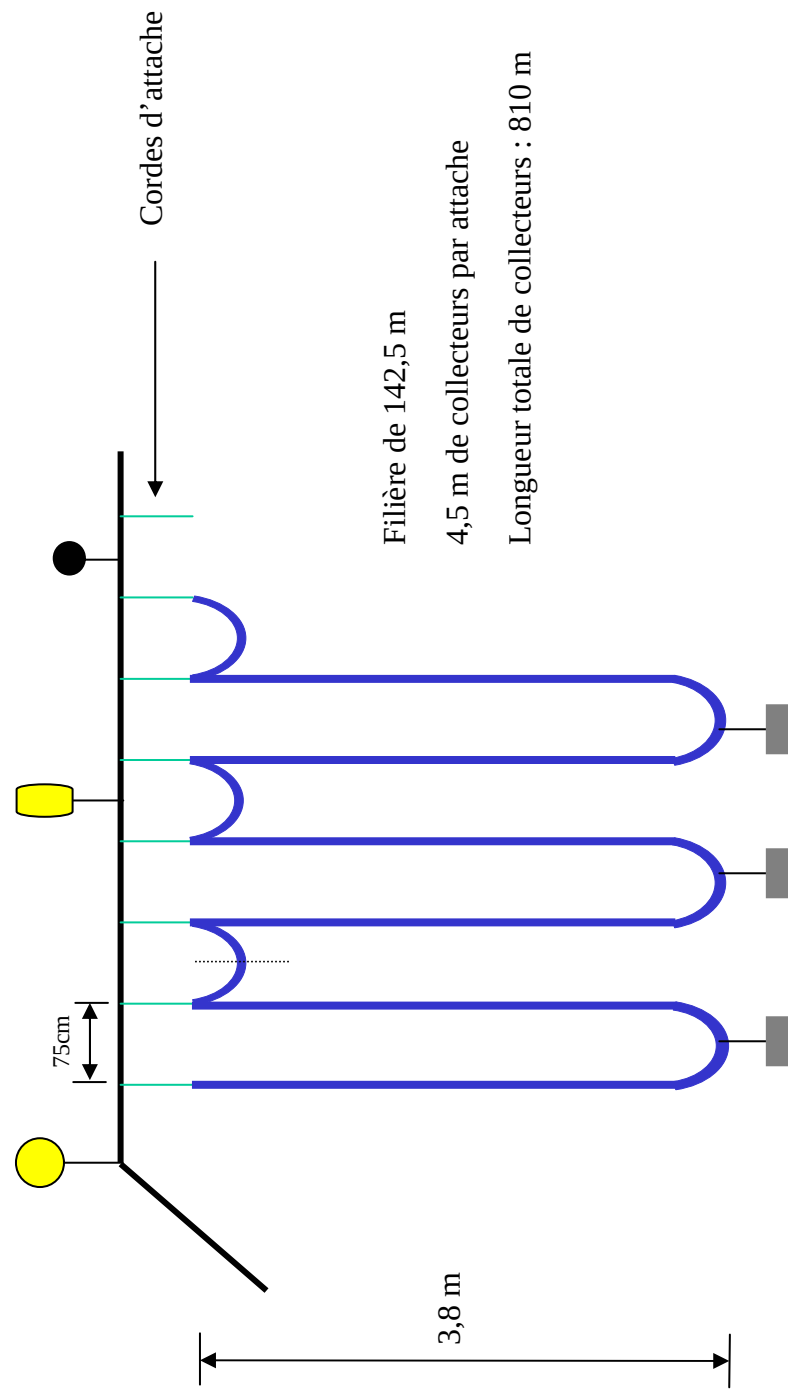


Tableau 9 : Cycle de production et calendrier des opérations pour l'élevage de la moule bleue
(Iles-de-la-Madeleine)

Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars
	Derniers préparatifs pour la collecte du naissain à la mi-mai.	Installation des collecteurs pour le captage du naissain à la mi-juin.	Le naissain fixé croit sur les collecteurs.		Boudinage des collecteurs pour placer les moules en boudin sur une filière d'élevage.		Les boudins de moules passent l'hiver sous la glace. Les moules poursuivent leur croissance.				
Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage. Certains éleveurs complètent le boudinage de l'année 0+* au printemps.			Ajout de bouées sur les filières d'élevage à partir de la mi-août.		Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage.		Récolte sur l'eau dans les deux dernières semaines de décembre.	Les moules poursuivent leur croissance.	Récolte sur glace de la mi-février à la mi-mars.		
			Récolte pour le marché estival et local des Îles-de-la-Madeleine.								

Tableau 10 : Cycle de production et calendrier des opérations pour l'élevage de la moule bleue (baie de Gaspé)

	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
Année 0+*	Derniers préparatifs pour la collecte du naissain.	Installation des collecteurs pour le captage du naissain.	Le naissain fixé croit sur les collecteurs.				Boudinage des filières de collecteurs dont le naissain possède la taille requise.	Les collecteurs et les boudins de moules passent l'hiver sous la glace. Les moules poursuivent leur croissance.				
							Calage de toutes les filières. Ajout de bouées pour éviter que les boudins ou les collecteurs ne touchent le fond durant l'hiver.					
Année 1+*	Boudinage du naissain qui n'avait pas été boudiné l'automne précédent.		Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage.				Calage des filières Ajout de bouées pour éviter que les filières ne touchent le fond durant l'hiver.		Les filières de moules passent l'hiver sous la glace. Les moules poursuivent leur croissance.			
Année 2+*	Récolte sur l'eau.		Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage.				Récolte sur l'eau.		Récolte sur la glace.			
	Flottage pour la remise en suspension des boudins de grossissement.											

Tableau 11 : Cycle de production et calendrier des opérations pour l'élevage de la moule bleue (baie des Chaleurs)

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars
Année 0+*		Derniers préparatifs pour la collecte du naissain.	Installation des collecteurs pour le captage du naissain à partir du 20 juin.	Le naissain fixé croit sur les collecteurs.				Calage de toutes les filières.		Les boudins de moules passent l'hiver sous la glace. Les moules poursuivent leur croissance.		
Année 1+*	Boudinage des collecteurs pour placer les moules en boudin sur une filière d'élevage.		Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage.	Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage.				Ajout de bouées pour éviter que les filières ne touchent le fond durant l'hiver.		Les moules poursuivent leur croissance. Quelques échantillonnages de moules pour déterminer les filières à récolter au printemps suivant.		
Année 2+*	Récolte sur l'eau.			Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage. Certains éleveurs récoltent également en été.				Récolte sur l'eau.				

Tableau 12 : Cycle de production et calendrier des opérations pour l'élevage de la moule bleue (Basse-Côte-Nord)

	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
Année 0+*	Derniers préparatifs pour la collecte du naissain.	Installation des collecteurs pour le captage du naissain.	Le naissain fixé croit sur les collecteurs.				Les collecteurs de moules passent l'hiver sous la glace. Les moules poursuivent leur croissance.					
Année 1+*	Les moules poursuivent leur croissance sur les collecteurs.		Boudinage des filières de collecteurs de naissain. Élimination de la seconde fixation de naissains («second set»).				Les filières de moules passent l'hiver sous la glace. Les moules poursuivent leur croissance.					
Année 2+*	Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage.						Les filières de moules passent l'hiver sous la glace. Les moules poursuivent leur croissance.					
Année 3+*	Les moules poursuivent leur croissance dans les boudins des filières d'élevage.					Récolte sur l'eau (début à la mi-septembre) et sous la glace quand l'épaisseur est sécuritaire.						

Fiche technique 2 : LES PÉTONCLES

Placopecten magellanicus et
Chlamys islandica

* : se référer au glossaire

Biologie

Description physique

Au Québec, il existe deux espèces de pétoncles qui présentent un potentiel pour la mariculture, soit le pétoncle géant *Placopecten magellanicus* et le pétoncle d'Islande *Chlamys islandica*. Alors que le pétoncle géant est déjà élevé à l'échelle commerciale au Québec, le pétoncle d'Islande n'est qu'à l'étape expérimentale. Les pétoncles sont des mollusques* bivalves*. Leurs valves (coquilles) sont à peu près circulaires et de tailles identiques.

L'extérieur des valves du pétoncle géant peut être beige, gris jaune, gris pourpre ou blanc terne, alors que l'intérieur est d'un blanc écaille. Le pétoncle géant possède deux parties rectangulaires situées à la charnière des deux valves qu'on appelle « oreilles ». Elles sont à peu près symétriques.

La couleur externe du pétoncle d'Islande est vive et varie entre l'orangé et le rouge. Il possède des stries en relief prononcées sur ses valves. Les anneaux de croissance* sont souvent plus marqués chez le pétoncle d'Islande. Ses oreilles présentent une asymétrie caractéristique, plus ou moins marquée selon les spécimens.



Pétoncle géant

Pétoncle d'Islande

Distribution géographique et habitat

Le pétoncle géant se retrouve dans le nord-ouest de l'Atlantique, de la côte nord du golfe du Saint-Laurent jusqu'à la Caroline du Nord. Le pétoncle d'Islande est présent sur la

Côte-Nord, l'île d'Anticosti et sur la rive nord de la Gaspésie, mais il est pratiquement absent dans le sud du Golfe. Le pétoncle vit sur des fonds rocheux ou sur du gravier, du sable, ou du sable vaseux. Le pétoncle géant est présent dans des eaux peu profondes, sous la zone de déferlement, jusqu'à 200 mètres et plus. Le pétoncle d'Islande se retrouve rarement à moins de 15 m de profondeur. Le pétoncle d'Islande peut vivre en peuplement de plus de 50 individus par m², ce qui représente environ 10 fois la densité normalement observée pour le pétoncle géant.

Cycle biologique

Le pétoncle est dioïque, ce qui signifie que chaque individu est soit mâle, soit femelle. La fécondation est externe. Au moment de la reproduction, les pétoncles mâles et femelles libèrent en synchronie leurs produits sexuels dans l'eau où les gamètes* se rencontrent. Une femelle pétoncle mature peut relâcher jusqu'à 100 millions d'œufs, mais seulement une faible proportion de ceux-ci atteindra la maturité. La reproduction a lieu à une période donnée entre l'été et l'automne selon la région. Au Québec par exemple, la ponte* a lieu de la mi-août à la mi-septembre en Gaspésie et aux Îles-de-la-Madeleine, alors que sur la Basse-Côte-Nord elle a lieu entre la fin juin et le début de juillet. On croit que les principaux stimuli qui déclenchent la ponte* seraient un choc thermique ou une augmentation de la concentration de la chlorophylle *a* (présente dans le phytoplancton*) dans l'environnement des pétoncles.

Les œufs fécondés se développent en larves* véligères qui se déplacent avec les courants pendant 4 à 6 semaines. Après cette période, la larve* se métamorphose en un pétoncle juvénile* qui cesse de nager et qui recherche un substrat* sur lequel il se fixera. Le pétoncle d'Islande est une espèce plutôt sessile qui restera généralement fixée tout au long de sa vie. Le pétoncle géant juvénile*, lui, est capable de nager grâce à des contractions rapides du muscle adducteur, ce qui entraîne un clappement des deux valves de sa coquille et la création d'un jet d'eau propulseur. Tout au long de sa vie, cette capacité à se déplacer lui permettra de fuir les prédateurs et, dans certains cas, de rechercher un environnement qui lui est plus favorable (nourriture, température, etc.). Les pétoncles juvéniles* se retrouvent fréquemment sous des coquilles de bivalves* vides. Ce comportement diminue sensiblement la vulnérabilité des petits pétoncles vis-à-vis des prédateurs. Les coquilles vides ralentissent également le courant, ce qui augmente la durée de la période d'alimentation des pétoncles et favorise leur croissance.

Alimentation et croissance

Les deux espèces de pétoncle filtrent l'eau pour se nourrir de phytoplancton* et de matières organiques particulières. La croissance des pétoncles dépend principalement de la température de l'eau et de la nourriture disponible. La température optimale pour la croissance du pétoncle géant se situe entre 10 et 15 °C, et en dessous de 8 °C, sa croissance ralentit. Il ne pourra pas survivre très longtemps à une température plus élevée

que 21 °C, mais il peut supporter des températures plus froides (jusqu'à -1 °C) durant plusieurs mois. Le pétoncle d'Islande préfère généralement des eaux plus froides que le pétoncle géant, allant de -1 à 9,5 °C.

En général, les pétoncles géants sur les fonds de pêche prennent de 5 à 6 ans pour atteindre la taille commerciale* minimale de 90 mm. À cause d'une croissance plus lente que celle du pétoncle géant, les pétoncles d'Islande n'atteindront pas la taille commerciale* avant l'âge de 8 ans. Si le pétoncle géant peut atteindre une taille maximale d'environ 200 mm, le pétoncle d'Islande dépasse rarement 110 mm. Une étude effectuée au Groenland affirme que le pétoncle d'Islande atteint la maturité sexuelle entre 4 et 9 ans, sa taille se situe alors entre 30 et 55 mm.

Prédation et autres sources de pertes

Plusieurs facteurs peuvent entraîner la mortalité chez les pétoncles, comme des stress environnementaux ou reliés à la pêche à la drague* et certaines maladies, mais la prédation est le facteur principal de mortalité naturelle. Les principaux prédateurs sont les étoiles de mer et les crabes, mais on a aussi identifié les poissons plats et les homards comme autres prédateurs potentiels. Des épisodes de mortalité massive (> 80 % de mortalité) ont été observés assez régulièrement dans la région de la Basse-Côte-Nord et aussi ailleurs dans la zone de distribution. Les causes de ces mortalités massives restent encore inconnues. Les hypothèses les plus probables sont des conditions environnementales délétères soudaines ou des maladies dues à l'apparition de nouvelles bactéries ou de virus.

Technique d'élevage

Description générale

L'élevage du pétoncle est pratiqué depuis le début des années 1960 au Japon. Ce n'est que récemment que les techniques d'élevage japonaises sont utilisées au Canada Atlantique. Comme au Japon, la baisse de l'abondance des stocks* naturels à la suite d'une pêche intensive a conduit à la mise en place de programmes de recherche visant à évaluer la faisabilité de l'ensemencement* de pétoncles sur les fonds marins. Les associations de pêcheurs ont rapidement été associées à des projets pilotes leur permettant d'acquérir progressivement l'expertise requise pour ce type d'intervention maricole.

La culture du pétoncle se fait essentiellement en trois étapes : l'approvisionnement en naissain*, une période d'élevage (préélevage et grossissement final) et enfin la récolte. Plusieurs stratégies existent pour l'accomplissement de chacune de ces 3 étapes. Les choix de l'éleveur s'effectuent notamment selon les caractéristiques biophysiques du site d'élevage et selon le type de produit qu'il veut commercialiser.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE DE PÉTONCLES AU QUÉBEC

1) L'approvisionnement en juvéniles*

Cette étape est l'élément crucial pour la réussite des opérations commerciales d'élevage du pétoncle. Trois approches sont envisageables pour assurer l'approvisionnement en pétoncles juvéniles*. L'approvisionnement en naissain* pour les opérations d'élevage peut se faire par du captage* en milieu naturel, par la production de naissain* en écloserie* ou par une récolte d'individus de taille non commerciale, suivie d'un transfert qui favorisera leur croissance. Au Canada Atlantique, on utilise surtout les deux premières approches. Le captage* en milieu naturel est privilégié là où les taux de captage* de pétoncles sont élevés, car il permet d'obtenir des pétoncles juvéniles* à moindres coûts.

a) *Le captage**

Pour faire le captage* en milieu naturel, on utilise des collecteurs formés d'un sac ajouré composé de petites mailles, dans lequel on place des sections de filet de type Netron^{SM*}, qui servent de substrat* sur lequel les larves* vont se fixer. Constitué de fibre de plastique, le Netron^{SM*} est reconnu comme étant le meilleur substrat* de captage* en termes de coût et de facilité de manipulation. Le sac extérieur sert à retenir les pétoncles juvéniles* qui, éventuellement, après grossissement, se détacheront du substrat* et seront plus grandes que les mailles du sac. Les collecteurs sont attachés sur des filières* immergées à quelques mètres du fond.

Les larves* de pétoncle qui dérivent avec les courants entrent en contact avec le substrat* des collecteurs* et s'y fixent au moment de leur métamorphose. Le succès du captage* dépend en grande partie du site où on place les collecteurs et de la période à laquelle on les immerge. Habituellement, les collecteurs sont immergés environ 3 semaines après la ponte* des pétoncles. La période de fixation* des larves* se situe entre la fin juillet et le début novembre selon la région maritime du Québec où on se trouve. On laisse généralement les collecteurs dans l'eau durant une année, on les ramène ensuite à l'usine pour prélever les jeunes pétoncles qui ont atteint une taille de plusieurs millimètres. Puis, les pétoncles sont placés dans des structures d'élevage pour l'étape de préélevage.

b) *L'écloserie**

La technique de production en écloserie* demeure une technique expérimentale utilisée surtout dans les régions où le captage* en milieu naturel est trop faible pour soutenir un élevage commercial de pétoncle. Les étapes de production en écloserie* sont le conditionnement des géniteurs*, la ponte* et l'élevage larvaire.

À l'étape de conditionnement, les pétoncles adultes sont soumis à un régime de température et à une alimentation de phytoplancton*, favorables au développement des gonades*. Le conditionnement permet de stimuler la ponte* à une période autre

que celle de la reproduction en milieu naturel. Les larves* obtenues sont élevées en milieu contrôlé jusqu'au moment de leur métamorphose. Jusqu'alors nageantes, les larves* véligères se transforment en naissains* qui cessent de nager et qui cherchent à se fixer à un substrat*. La métamorphose des larves* survient après environ 30 jours. On place alors dans les bassins des collecteurs identiques à ceux utilisés pour le captage* en milieu naturel. Les larves* vont s'y fixer et les collecteurs seront transférés en mer pour que les larves* continuent leur croissance.

Le cycle de production en écloserie* rejoint alors celui du captage* en milieu naturel, où les collecteurs* sont ramenés à l'usine pour en faire le tri, lorsque les jeunes pétoncles ont atteint une taille de plusieurs millimètres. Toutes les étapes de la production doivent être contrôlées de façon très minutieuse pour éviter les contaminations bactériennes. L'écloserie* doit également être équipée d'une unité de production de phytoplancton* pour assurer aux organismes une alimentation abondante, variée et de qualité.

c) La récolte-transfert

Le transfert consiste à récolter des pétoncles de petites tailles sur un gisement* naturel pour grossissement sur un site d'élevage. Toutefois, les activités de transfert et de grossissement peuvent être considérées comme étant des opérations maricoles seulement si un gain de productivité est démontré par le transfert des organismes.

À la fin des années 1990, une expérience de transfert a été effectuée avec le pétoncle d'Islande sur la Côte-Nord. L'un des objectifs était de vérifier si les individus d'un site ayant une croissance lente pouvaient profiter d'un transfert vers un site où les pétoncles présents montraient une croissance supérieure. Trois hypothèses étaient avancées pour expliquer une croissance lente : les caractéristiques du stock*, la surpopulation sur le site et finalement les conditions physico-chimiques particulières au site. Dans ce cas, il a été démontré que la surpopulation n'affectait pas la croissance des pétoncles.

Par ailleurs, la nature des spécimens et le potentiel du site peuvent jouer un rôle significatif. En pratique, un éleveur pourrait avoir avantage à transférer des individus, à la croissance lente, vers un site où les pétoncles démontrent une bonne croissance. Toutefois, en l'absence d'antécédents, l'éleveur doit débiter par un petit nombre de pétoncles pour s'assurer du potentiel des spécimens transférés.

2) Le préélevage ou culture intermédiaire

L'étape suivante de l'élevage des pétoncles consiste en une période de préélevage ou de culture intermédiaire. Après environ un an, on récupère les collecteurs afin d'en faire le nettoyage et le tri. Fait manuellement ou mécaniquement à l'aide d'une trieuse, le tri permet de récolter les pétoncles juvéniles* qui ont atteint un diamètre de 5 à 25 mm. Il

permet aussi d'éliminer des espèces indésirables comme les moules, les hiatelles ou les étoiles de mer qui se seraient fixées aux collecteurs en même temps que les pétoncles.

Enfin, le tri sert également à classer les pétoncles en fonction de leur taille et d'optimiser leur répartition dans les structures appropriées, généralement des paniers d'élevage pyramidaux de type « pearl net* ». Ainsi, on placera les plus petits pétoncles à une densité plus élevée que celle des plus gros pétoncles. La grosseur de la maille variera également en fonction de la classe de tailles des pétoncles. Cette classification des pétoncles récoltés et ce choix de paniers à mailles plus grandes permettent d'optimiser la croissance des pétoncles mis en préélevage. Les mailles doivent retenir les pétoncles tout en permettant une circulation d'eau maximale.

Les paniers seront mis en colonnes de 5 à 10 qu'on suspendra sur des filières* immergées. Plusieurs caractéristiques des « pearl nets » justifient leur utilisation pour des opérations d'élevage à l'échelle commerciale : leur faible coût unitaire, une bonne croissance et une bonne survie des pétoncles, la facilité de manipulation, d'entretien et d'entreposage, ainsi que la possibilité de mécaniser leur nettoyage. Les pétoncles sont cultivés de 8 à 12 mois en mer dans ces paniers avant d'être récupérés et, selon la stratégie d'élevage utilisée, ils sontensemencés sur les fonds ou remis en structures d'élevage à de plus faibles densités pour le grossissement final avant la mise en marché.

Photo 13 : Tri de pétoncles



Photo : Marie Lagier

Photo 14 : Filière* de paniers
« pearl nets » lors du préélevage



Photo : Pec-Nord

Photo 15 : Bacs remplis de « pearl nets » de pétoncles prêts pour l'ensemencement* sur les fonds



Photo : Marie Lagier

3) Le grossissement final

Pour amener les pétoncles à la taille commerciale*, trois approches peuvent être envisagées : l'élevage en suspension, l'élevage sur table* ostréicole et l'ensemencement* sur les fonds marins.

a) *L'élevage en suspension*

L'élevage du pétoncle jusqu'à la taille commerciale* peut se faire dans des structures d'élevage placées en suspension dans la colonne d'eau. Cette stratégie de production exige cependant des investissements importants en équipements et en main-d'œuvre. En effet, il est nécessaire de procéder à plusieurs opérations de nettoyage et de réduction des densités au cours d'un cycle de production, qui peut s'étendre de 4 à 5 ans.

Avec des structures de contention (« pearl net », lanternes ou paniers à pochettes « pocket net ») :*

Après le préélevage, les pétoncles sont transférés dans des structures d'élevage au maillage plus large, afin de maximiser la circulation d'eau dans les structures et l'apport de nourriture. De plus, les densités sont réduites afin d'offrir plus d'espace aux pétoncles dont la taille a augmenté et ainsi d'optimiser leur croissance.

L'élevage en suspension a l'avantage de garder les pétoncles à l'abri des prédateurs et d'obtenir des taux de survie* beaucoup plus élevés que pour l'ensemencement* de pétoncles sur le fond marin. De plus, la croissance est plus rapide car les structures

d'élevage sont immergées dans des sites où les conditions environnementales favorisent la croissance. D'un autre côté, les coûts en équipements et en main-d'œuvre associés à cette stratégie de production sont relativement élevés.

Le cycle de production s'étendant sur plusieurs années fait en sorte qu'il faut garder en élevage un grand nombre de pétoncles de différents âges. Cela entraîne de nombreuses manipulations reliées au nettoyage des structures et au classement des pétoncles avant leur commercialisation.

Avec la technique en boucles d'oreilles :*

Cette technique consiste à percer une des coquilles du pétoncle au niveau de l'oreille. On suspend ensuite les pétoncles au moyen de petites tiges de plastique insérées dans ce trou sur des lignes attachées à des filières* en suspension dans l'eau.

Cette méthode a l'avantage de pouvoir être en partie mécanisée. De plus, si les salissures* marines ne sont pas trop importantes, les pétoncles, une fois installés sur les filières*, n'ont plus à être manipulés, et ce, jusqu'à la récolte. Toutefois, si les salissures* sont abondantes, leur poids additionnel sur les pétoncles augmente le risque que l'attache de plastique se brise et donc de perdre les pétoncles. Les salissures* peuvent aussi diminuer la croissance et augmenter la mortalité des pétoncles. Ces facteurs de risque légitiment un nettoyage qui consiste à gratter les coquilles des pétoncles.

Parmi les autres contraintes à mentionner, il faut noter que cette technique n'offre pas de protection contre les éventuels prédateurs. Enfin, ce type d'élevage se prête peu à la vente de pétoncles vivants, car les coquilles salies ne sont pas acceptées sur le marché.

b) L'élevage sur table ostréicole*

Cette technique d'élevage utilise des tables* métalliques mises au point pour l'élevage de l'huître. Ces tables* sont faites de barres de métal soudées ensemble pour former un support sur lequel des poches en Vexar® sont déposées. Les pétoncles sont placés dans ces poches pour éviter qu'ils ne s'échappent et pour les protéger des prédateurs.

Cette technique permet d'utiliser des sites dont la faible profondeur empêche l'élevage en suspension. Un autre avantage de cette technique est de réduire la fixation* de moules sur les structures d'élevage étant donné qu'elles reposent sur le fond. Des algues et d'autres salissures* se fixent toutefois sur les poches, des opérations de nettoyage peuvent donc être nécessaires. En tenant compte des prévisions de croissance, on peut éviter les opérations de réduction de densité dans les poches. Il suffit de placer de faibles densités de pétoncles pour qu'au moment de la récolte un maximum de 70 % du fond de la poche soit occupé.

c) *L'ensemencement* sur les fonds marins*

Une autre méthode de grossissement consiste à ensemercer les pétoncles en milieu naturel sur le fond marin. Quand le préélevage est terminé, on sort les pétoncles des paniers d'élevage et on les trie. Les pétoncles sont ensuite transportés sur les sites de grossissement où ils sont ensemenés sur le fond à partir d'un bateau qui quadrille systématiquement le site choisi. Les sites ensemenés sont assujettis aux mêmes règlements que tout autre site de mariculture. Pour permettre aux pétoncles de poursuivre leur croissance et d'atteindre la taille commerciale* après l'ensemencement*, aucune pêche ne se pratique sur le site pour une période d'environ 5 ans. Lors de la récolte finale, ils sont pêchés avec les dragues* utilisées pour la pêche commerciale traditionnelle.

L'avantage principal de cette méthode de grossissement est de devoir investir moins d'argent en matériel et en main-d'œuvre après l'ensemencement*. Toutefois, la croissance des pétoncles sur le fond est plus lente que celle obtenue pour l'élevage en suspension notamment à cause des températures plus froides qu'on retrouve sur les fonds marins. De plus, les taux de mortalité sont plus élevés pour les petits pétoncles qui viennent d'être ensemenés puisqu'ils constituent des proies faciles pour des prédateurs comme les crabes et les étoiles de mer.

Structures d'élevage

On peut se référer à la fiche sur l'élevage des moules pour la description des filières* en suspension :

- filières*
- ancrages*
- bouées
- bouées de signalisation
- lignes de captage* : cordages et collecteurs faits de NetronSM* contenus dans des sacs japonais
- lignes de préélevage : cordages et paniers* « pearl nets »
- lignes de grossissement : cordages et paniers lanternes, paniers* « pearl nets » ou boucles d'oreilles* ou paniers à pochettes « pocket nets »
- table ostréicole
- poche ostréicole en Vexar®

Équipements de travail

- bateau pour le travail sur les filières* en suspension (bateau de pêche ou plateforme de type catamaran équipés avec un bras hydraulique, poulies à cran dentées (« star wheels ») et équipements de navigation, etc.)
- pétonclier pour faire l'ensemencement* et pour pêcher ensuite sur les fonds ensemenés
- entrepôt

- trieuse pour classer les pétoncles selon leur taille et aussi éliminer les organismes indésirables récupérés par les collecteurs (ce travail peut également se faire manuellement)
- laveuse avec jet d'eau à pression pour nettoyer les sections de NetronSM* et les structures d'élevage
- perceuse pour les boucles d'oreilles*
- paniers en plastique pour le transport des pétoncles
- viviers* avec approvisionnement en eau de mer
- camion et remorque pour le transport de l'équipement et des pétoncles
- équipement de bureau (ordinateur, télécopieur, etc.)
- outils
- etc.

Cycle de production

Ensemencement* sur les fonds :

- 12 à 14 mois à partir du captage* jusqu'à la mise en préélevage;
- 8 mois de la mise en préélevage jusqu'à l'ensemencement*;
- 4 à 5 ans de l'ensemencement* jusqu'à la pêche.

Grossissement sur filières* en suspension :

- 12 à 14 mois du captage* jusqu'à la mise en élevage;
- 2 à 3 ans à partir de la mise en élevage pour produire en structures suspendues des pétoncles vendus entiers et vivants, à une taille plus petite que celle permise pour la pêche traditionnelle (50 à 90 mm);
- 3 à 4 ans à partir de la mise en élevage pour produire en structures d'élevage, en boucles d'oreilles* ou en poches sur tables* ostréicoles des pétoncles d'une taille supérieure à 90 mm dont généralement seul le muscle est prélevé et vendu.

Problèmes possibles durant l'élevage

- Un site dont les conditions environnementales ne sont pas favorables peut résulter en une croissance trop lente des pétoncles. Ce ralentissement augmente la durée du cycle de production, donc les coûts de production. Pire encore, cela peut entraîner une forte mortalité et une perte considérable de pétoncles (ex. : site avec épisode de salinité* très basse).
- Un autre problème dans certains sites est l'encrassement des structures d'élevage en suspension. Les salissures* marines colmatent les mailles des paniers d'élevage, ce qui diminue la circulation de l'eau et donc la disponibilité de la nourriture à l'intérieur des paniers. Cela peut nuire à la croissance des pétoncles et augmenter leur taux de mortalité.

De plus, ces salissures* alourdissent les structures, ce qui oblige les producteurs à ajouter des bouées pour assurer la flottabilité des filières* et entraîne des coûts supplémentaires de matériel et de manipulation. Les organismes indésirables fixés sur les collecteurs, comme de jeunes moules, des hiatelles ou des étoiles de mer peuvent affecter le nombre et la qualité des naissains* de pétoncle. Les moules et les hiatelles entrent en compétition avec les pétoncles pour la nourriture et peuvent donc ralentir leur croissance. L'étoile de mer, étant un prédateur du pétoncle, peut entraîner la mortalité de pétoncles dans le collecteur, avant que ce dernier ne soit récupéré et trié. De plus, la croissance de ces organismes indésirables augmente le poids des collecteurs. Les collecteurs sont alors susceptibles d'être entraînés vers le fond du site de captage*, ce qui engendre fréquemment une mortalité supplémentaire du naissain*. De nouveaux prédateurs benthiques* vont profiter de cette manne constituée de jeunes pétoncles vulnérables. Pour terminer, le fond marin n'est pas nécessairement favorable à la croissance, l'eau peut être plus froide et la nourriture plus rare.

Commercialisation

Dans le Canada Atlantique, la pêche au pétoncle remonte déjà à plusieurs générations de pêcheurs. Au Québec, c'est une activité plus récente qui date du milieu des années 1960. Les deux espèces de pétoncle sont pêchées et vendues sans distinction.

Traditionnellement, l'écaillage du pétoncle se fait manuellement à bord du bateau et le pêcheur vend seulement le muscle adducteur à une usine de transformation qui fait le nettoyage, la mise en sac, la congélation et la mise en marché de ces muscles. De nos jours, il existe des écailleuses mécaniques qu'on peut installer à bord des bateaux. Le pétoncle de culture qui aura été élevé par un ensemencement* des fonds marins sera transformé de cette même façon. On peut aussi commercialiser le corail*, ou gonade* (organe reproducteur du pétoncle), sous sa forme originale ou préparée en pâté. Cependant, si on veut mettre en marché ce produit, on doit récolter le pétoncle lorsque le volume de la gonade* est à son maximum, soit juste avant la période de ponte*. Bien entendu, il faut s'assurer que les pétoncles récoltés sont exempts de phycotoxines (voir section ici-bas).

Pour le grossissement effectué en suspension, le pétoncle peut être vendu à une taille plus petite (50 à 90 mm) que lorsqu'il est pêché sur le fond (90 mm et plus). Ces pétoncles de plus petite taille peuvent être vendus entiers et vivants, ou encore congelés en demi-coquille. On peut également grossir les pétoncles en suspension jusqu'à des tailles supérieures à 90 mm et ne commercialiser que le muscle, ou le muscle avec gonade*.

Un producteur peut aussi vendre du naissain* de pétoncle à d'autres pectiniculteurs* en démarrage. La taille des pétoncles vendus se situe habituellement aux environs de 10 à 15

mm, mais des pétoncles de plus grande taille sont également vendus. Pour le transfert de ces pétoncles vivants, il est essentiel de réduire au minimum le temps d'émersion et de s'assurer que la température de l'air est la plus fraîche possible, tout en étant au-dessus du point de congélation. Il faut aussi s'assurer qu'on est conforme à la réglementation de Pêches et Océans Canada sur le transfert d'organismes* (voir chapitre 11).

Mise en marché et problèmes de contamination

Dans un milieu pollué, les pétoncles, comme tous les autres organismes filtreurs*, sont susceptibles d'être contaminés par des matières fécales, par des substances toxiques ou délétères (produits chimiques, métaux lourds, etc.) ou par des biotoxines marines au point où leur consommation par des humains devient dangereuse. Le pétoncle de culture est plus communément commercialisé sous forme de chair (du muscle adducteur seulement), mais aussi entier et vivant dans la coquille. Si seul le muscle du pétoncle est récolté pour la vente, alors la mise en marché est simplifiée, car cette chair n'accumule pas de toxines ni de polluants.

Tableau 13 : Cycle de production et calendrier des opérations pour l'élevage des pétoncles

	Printemps	Été	Automne	Hiver
Année 0+*	Fabrication des collecteurs.		Mise à l'eau des collecteurs	Hivernage du naissain sur les collecteurs en mer.
Année 1+*	Croissance du naissain sur les collecteurs en mer.		Récupération des collecteurs et mise en panier des jeunes pétoncles pour le pré-élevage durant 9 à 10 mois.	Hivernage des pétoncles dans les paniers de pré-élevage en mer.
Année 2+*		Ensemencement sur les fonds de pêche.		Hivernage des pétoncles en mer.
		Ou		
		Transfert en paniers d'élevage avec maille plus grande.		
		Ou		
		Mise en boucle d'oreilles (automne).		
		Ou		
Année 3+*	Entretien des structures d'élevage, réduction des densités et récolte des pétoncles de 50 à 70 mm pour une mise en marché entier et vivant dans la coquille si l'élevage s'est effectué en panier, sur table* ostréicole ou en boucle d'oreille.	Transfert en poches sur les tables* ostréicoles.		Hivernage des pétoncles en mer.
Année 4+*	Entretien des structures d'élevage. Possibilité de récolter des pétoncles de plus grandes tailles (70-90 mm) pour une mise en marché entier et vivant dans la coquille si l'élevage s'est continué en panier, sur table ostréicole ou en boucle d'oreille.			Hivernage des pétoncles en mer.
Année 5+* et 6+*		Pêche des pétoncles ensemencés sur le fond s'ils ont la taille légale de 90 mm.		Hivernage des pétoncles en mer.

Fiche technique 3 : LA MYE

Mya arenaria

* : se référer au glossaire



Biologie

Description physique

La mye est un mollusque* bivalve*. Elle présente deux minces coquilles (valves) allongées et friables d'un blanc crayeux. La mye est caractérisée par la présence externe de deux siphons (un exhalant et l'autre inhalant) inclus sur presque toute leur longueur dans le même organe cylindrique. Seule l'extrémité du « tube » permet de constater l'ouverture de chacun des siphons. La mye ne referme jamais hermétiquement ses valves car ses siphons font saillie. Les siphons peuvent être jusqu'à trois fois plus longs que la coquille. La mye utilise ses siphons pour respirer et pour se nourrir. Du côté opposé aux siphons, la mye possède un pied musculaire qui lui permet de s'enfouir dans le substrat*. Les sexes sont distincts, la mye est un animal dioïque.

La mye commune (*Mya arenaria*)



Siphons inhalant
et exhalant

Distribution géographique et habitat

La mye est présente sur les substrats* de vase et d'argile échelonnés entre la zone intertidale* et la zone infratidale*, dans les baies côtières abritées, depuis le Labrador jusqu'à la Caroline du Nord. Pour survivre, la mye a besoin d'un taux de salinité* d'au moins 5 ‰. Une salinité de 25 à 35 ‰ et une température de 6 à 20 °C caractérisent les conditions idéales de la mye. Elle peut toutefois supporter des températures inférieures au point de congélation, jusqu'à -1,7 °C. Elle meurt à une température supérieure à 32,5 °C. La mye vit enfouie dans le sédiment à une profondeur d'au moins une fois et demie la longueur de sa coquille.

Alimentation et croissance

Comme la moule, la mye est suspensivore* et microphage*. Elle se nourrit de microalgues* et d'animaux microscopiques en suspension juste au-dessus du fond à la hauteur de son siphon. Elle peut filtrer chaque jour jusqu'à 54 litres d'eau.

La croissance de la mye est influencée par les conditions environnementales telles que la température de l'eau et l'apport nutritionnel. La croissance est plus rapide à la fin du printemps et durant l'été; elle ralentit à l'automne et peut cesser durant l'hiver. La croissance est également plus rapide chez une jeune mye que chez une mye plus âgée. Dans des conditions optimales, une petite mye peut grandir de 30 mm par an, mais au Québec la croissance des myes juvéniles* se situe plutôt entre 8 et 15 mm. En vieillissant, la croissance de la mye diminue et se situe normalement autour de 5 à 9 mm annuellement ou même moins si les conditions environnementales sont peu propices. La taille minimale de commercialisation de la mye est de 51 mm. Dans le sud de la Gaspésie, il est estimé que les myes atteignent la taille légale* à l'âge de 6 ou 7 ans, lorsqu'elles ne profitent pas d'une intervention humaine favorisant leur croissance. Elle peut vivre 28 ans et atteindre une taille maximale de l'ordre de 120 à 150 mm.

Cycle biologique

Selon les sources d'information, la mye atteint la maturité sexuelle entre l'âge de 2 et 4 ans, lorsque la coquille mesure de 25 à 40 mm. À certains endroits, la maturité peut être atteinte dès la première année. La maturation des spermatozoïdes et des œufs est généralement complète en juin. La ponte* semble se déclencher par un stimulus tel qu'une hausse de la température de l'eau et un changement dans le cycle de la marée. La ponte* s'échelonne généralement de la fin mai à la fin juillet, mais peut aussi se prolonger jusqu'à la fin septembre selon les endroits. La fécondation est externe. Les produits sexuels sont relâchés dans l'eau par le siphon exhalant et se rencontrent dans l'eau. La larve* qui en résulte vit dans la colonne d'eau de 2 à 4 semaines, puis elle se métamorphose en mye juvénile* qui se fixe temporairement sur le fond à l'aide de son byssus*. Lorsqu'elle s'est assez développée, la mye rampe sur le fond avec son pied et se creuse un terrier. Au fur et à mesure qu'elle va croître, elle agrandira son terrier à l'aide de son pied. À partir du moment où elle est dans son terrier, la mye semble être très sédentaire. Une étude a révélé qu'en un an, les myes d'un barachois en Gaspésie ne s'étaient déplacées que de 10 cm en moyenne. Ces déplacements étaient d'ailleurs effectués majoritairement dans la direction du courant de marée descendant. Les tempêtes peuvent également générer des déplacements.

Prédation et autres sources de pertes

Les principaux prédateurs de la mye sont : la crevette de sable, les polychètes, *Cerebratulus lacteus* ou Némerte, la lunatie, le crabe commun, le crabe vert (maintenant présent aux Îles), les goélands, la plie rouge et la plie lisse. Les éleveurs de myes utilisent des filets de protection sur les nouveaux ensemencements* de myes, afin de réduire l'impact des prédateurs et des tempêtes pendant le grossissement.

Technique d'élevage

Mise en garde : La technique d'élevage de la mye est encore au stade de développement. L'expertise actuelle sur l'élevage de la mye est principalement issue d'essais menés aux Îles-de-la-Madeleine à l'intérieur du projet MIM (Myiculture aux Îles-de-la-Madeleine) depuis juin 2000. Ce programme a été créé afin de répondre aux nombreux besoins en R et D liés à l'établissement d'une myiculture rentable aux Îles-de-la-Madeleine. Les interrogations demeurent nombreuses sur plusieurs aspects, mais certaines questions cruciales offrent maintenant des réponses satisfaisantes.

S'il souhaite démarrer un élevage situé ailleurs qu'aux Îles-de-la-Madeleine, le futur producteur doit donc tenir compte des différences possibles reliées au potentiel biologique des myes et aux conditions environnementales du site envisagé. Une mise au point des techniques d'élevage et l'ajustement du cycle de production sont à prévoir. L'historique de cet élevage étant très récent, le producteur doit également placer l'information qui suit dans un contexte expérimental.

Description générale

Bien que le cycle de production soit bien connu, c'est plutôt le protocole de production et la durée du cycle qui le sont peu. Les premiers essais expérimentaux remontent à la toute fin des années 1990. Certaines méthodes utilisées pour l'élevage de la palourde japonaise ou de la quahaug commune peuvent être appliquées à l'élevage de la mye, après de légères modifications.

Le processus d'élevage de la mye comprend une phase d'approvisionnement en naissain*, souvent suivi d'une phase d'entreposage hivernal et de prégrossissement. Puis, l'étape d'ensemencement* mène à une période de croissance plus ou moins longue avant l'atteinte de la taille commerciale* et la récolte. On choisit généralement un site d'ensemencement* déjà colonisé, de façon naturelle, par les myes.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE DE MYES AU QUÉBEC

1) L'approvisionnement en juvéniles*

En myiculture, il existe différentes possibilités pour s'approvisionner en petites myes, soit par le transfert, le captage* ou la production en éclosérie*.

a) Transfert

Le transfert consiste à récolter des myes de petites tailles sur un gisement* naturel et à les transférer pour grossissement sur un site d'élevage. Plusieurs facteurs sont à considérer avant la mise en œuvre de cette stratégie. Il faut d'abord identifier un gisement* de myes juvéniles* capable de soutenir de façon durable l'approvisionnement

des activités d'élevage. Ce gisement* existant, le transfert n'est alors pertinent que si une meilleure croissance des individus peut être atteinte sur le site d'élevage. Toutefois, l'existence d'une source d'approvisionnement ne garantit pas le succès des transferts.

Il semble en effet que les caractéristiques du stock* transféré, comme celles du site d'élevage, revêtent une grande importance pour cette stratégie d'approvisionnement en ayant un impact sur l'étape de grossissement. Le transfert est pertinent quand les conditions de croissance (densité, température, substrat*, etc.) retrouvées sur le gisement* de petits individus sont suboptimales et que le site d'élevage présente de meilleures conditions. Lorsque le transfert est possible et pertinent, il s'agit probablement de la façon la moins coûteuse de s'approvisionner en jeunes myes.

*b) Captage**

Le captage* consiste à placer des structures à l'eau afin qu'elles soient colonisées par les jeunes myes au stade de fixation*. Le captage* est actuellement la principale technique d'approvisionnement utilisée aux Îles-de-la-Madeleine. La méthode de captage* benthique* qui a fait ses preuves au cours des dernières années est basée sur l'utilisation des tapis « Astroturf^{MD} » (genre de paillassons) fixés sur le sable en zone intertidale* avec des crochets.

Efficace aux Îles-de-la-Madeleine, le captage* benthique* n'est pas nécessairement la technique à appliquer partout. Une étude récente révèle que selon les sites, des espèces comme les moules et les gastéropodes sont souvent retrouvées sur les tapis en nombre plus important que les myes. En milieu ouvert (Haute et Moyenne Côte-Nord et Bas-Saint-Laurent), le captage* benthique* à l'aide de tapis ne semble pas recommandable, principalement à cause de l'ensablement important des structures.

Une nouvelle technique de captage* qui a vu le jour en 2003 permet le captage* en suspension. Des cages faites de bois, de moustiquaire et de NetronSM* sont installées sur des filières*, sur un site de faible profondeur (3 à 5 m). Cette technique a montré des résultats prometteurs jusqu'à maintenant.

Pour les deux types de captage*, les structures ou collecteurs sont installés un peu avant la ponte* (p. ex. vers la vingtaine de juin aux Îles-de-la-Madeleine) et les jeunes myes sont récupérées en automne lors du retrait des collecteurs. Les essais effectués démontrent que, pour toutes les régions du Québec, la fixation* des myes se produit sur une période relativement étendue, qui varie d'une région à l'autre, et ce, du début mai à la mi-septembre. Suivant la période de captage*, les collecteurs sont nettoyés sous pression dans un entonnoir tamisé pour retenir les jeunes myes. La taille des myes captées varie de 0,5 à 10 mm.

Photo 16 : Captage* benthique*

En médaillon:
gros plan de
l'Astroturf^{MD}



Photo : Lise Chevarie

*c) Production en éclosionerie**

La production de juvéniles* en éclosionerie* est probablement la stratégie d'approvisionnement la plus coûteuse. Par contre, elle peut notamment permettre un contrôle de la génétique et de la qualité des myes produites pour l'élevage. La production de juvéniles* en éclosionerie* implique la maîtrise des techniques de conditionnement des géniteurs*, du déclenchement de la ponte* et du développement larvaire. Des travaux d'éclosionerie* sont en cours depuis 2001 au Centre aquacole marin de Grande-Rivière; toutefois, les techniques ne sont pas encore entièrement maîtrisées et ne peuvent, pour le moment, être appliquées à des activités commerciales.

2) Hivernage en suspension

Selon la technique d'approvisionnement, l'entreposage hivernal pourra être nécessaire, car en automne la température de l'eau est trop froide pour procéder aux ensemencements*. Or, les myes provenant du captage* ne peuvent être récupérées avant l'automne : elles sont alors placées dans des paniers d'élevage installés en suspension dans la colonne d'eau pour éviter le gel hivernal. L'emplacement et la profondeur du site d'hivernage doivent tenir compte de la formation des glaces.

3) Préélevage

Selon la taille du naissain*, cette étape peut être nécessaire afin de permettre aux jeunes myes d'atteindre une taille optimale à l'ensemencement*. La taille optimale semble être de 20 mm. Deux techniques de préélevage sont actuellement à l'essai. La première consiste à placer les jeunes myes dans des paniers* de type japonais « pearl nets* » qu'on dispose sur des filières* en suspension, de la même façon que pour l'élevage des pétoncles. Une autre technique semble prometteuse, il s'agit du grossissement de jeunes

myes en système « upweller » (courant ascendant). Les myes placées en « upweller » au printemps peuvent ainsi croître rapidement de plusieurs millimètres. La durée du prélevage en bassin varie alors selon la croissance voulue et la performance du système. Bien qu'elle démontre un très bon potentiel de croissance pour les myes, la rentabilité de cette méthode doit être vérifiée. Les rendements supérieurs de récolte observés sur les bancs ensemencés avec les myes prélevées en « upweller » doivent être suffisants pour justifier les coûts reliés aux infrastructures, à la main-d'œuvre et au pompage de l'eau de mer.

Photo 17 : Prélèvement de myes dans des paniers*
de type « pearl nets* »



Photo : Marie Lagier

4) Ensemencement*

Les myes sont ensemencées lorsque l'eau est suffisamment chaude pour leur permettre de s'enfouir rapidement. La technique utilisée est comparable à celle de l'agriculture. Les myes sont semées à la volée sur des sites adéquats et, de préférence, préalablement nettoyés. Un débris quelconque (pierre, coquillage, morceaux de bois, etc.) peut nuire à l'enfouissement de la mye ou à sa croissance. De plus, un site « propre » augmente les probabilités de récolter des myes de taille uniforme. La densité optimale d'ensemencement* n'a pas encore été établie, mais il semble qu'elle soit d'au moins 300 individus par m². Il est actuellement recommandé de recouvrir les myes nouvellement ensemencées d'un filet de protection. Laissé en place pendant un certain temps (quelques jours à plusieurs semaines selon les conditions locales), le filet permet de limiter la prédation et la dispersion des myes en cas de courants importants. Les filets permettent ainsi de limiter les pertes et donc d'augmenter les taux de récupération à la récolte.

Photo 18 : Filets protecteurs



Photo : Lise Chevarie

5) Récolte et tri

Lorsque la taille commerciale* de 51 mm est atteinte, le râteau hydraulique est généralement utilisé pour effectuer la récolte. Le râteau déloge les myes à l'aide de jets d'eau; elles sont récupérées manuellement avec des épuisettes. Les myes sont ensuite triées par taille avec une trieuse artisanale ou mécanisée. Le râteau permet un meilleur rendement que la récolte manuelle traditionnelle. L'utilisation du râteau est permise uniquement sur les baux aquicoles et exige l'obtention d'un permis. La SODIM développe présentement un engin qui vise à éliminer la récolte manuelle avec l'épuisette. L'engin intégrera aussi le tri au processus de récolte.

Photo 19 : Râteau hydraulique



Photo : Michel Larrivée

6) Le dessablage

Les myes de taille commerciale* destinées à être vendues, entières (dans leurs coquilles) et vivantes sur le marché local, seront dessablées par le producteur. Le dessablage consiste à éliminer les sédiments et le sable qui se situent normalement entre le manteau de l'animal et sa coquille. Pour ce faire, on doit immerger les myes dans l'eau de 36 à 48 heures. Le milieu d'immersion doit notamment respecter des conditions adéquates de température et d'oxygénation.

Photo 20 : Dessablage des myes



Photo : Michel Larrivée

Les myes sont placées en général dans des paniers de plastique munis de trous ou dans des cages, fixés sur des filières* ou d'autres structures en milieu marin. L'opération de dessablage n'est pas requise si le produit est vendu directement à une usine de transformation qui procéderait elle-même au nettoyage des myes en usine.

Structures d'élevage

On peut se référer à la fiche technique sur l'élevage des moules pour une description des filières* en suspension :

- filières*, ancrages*, bouées, bouées de signalisation, lests;
- paniers* japonais « pearl nets »;
- cages de dessablage : paniers (avec des trous) ou cages en métal;
- filets de protection et tiges de métal;
- équipement de captage* : tapis ou cages.

Équipements de travail

- accès au quai;
- entrepôt (type mini-usine);
- bateau (type catamaran) avec une plate-forme de travail;
- machines : râteau hydraulique, trieuse;

- paniers pour le transport de l'équipement et des myes (type paniers de homard en plastique);
- camion et remorque;
- équipement de bureau (ordinateur, télécopieur, etc.);
- outils;
- etc.

Cycle de production

La durée du cycle de production de la mye est peu documentée pour l'instant. Il varie considérablement d'un endroit à l'autre selon les conditions environnementales du site d'élevage et la taille du naissain*. On estime actuellement que le cycle peut durer entre 4 et 7 ans.

Vous pouvez consulter le tableau 14 : *Hypothèse d'un cycle de production et d'un calendrier des opérations pour l'élevage de la mye aux Îles-de-la-Madeleine* (p.194). Il s'agit d'un cycle de production unique. En pratique, les activités des différents cycles (productions cadettes et aînées) se superposent.

Problèmes possibles

- L'identification d'une technique d'approvisionnement permettant d'obtenir une quantité suffisante de juvéniles* demeure un aspect clé pour le démarrage de toute entreprise mytilicole. Or, les techniques qui semblent prometteuses aux Îles-de-la-Madeleine n'ont pas encore donné de bons résultats ailleurs au Québec.
- Le taux de retour desensemencements* est pour le moment problématique. Les causes de pertes sont encore mal comprises. La recherche effectuée au Québec est orientée vers l'identification de paramètres pouvant accroître les taux de retour, notamment la taille à l'ensemencement*.

Commercialisation

Au Québec, la mye est communément appelée « coque » ou « clam ». Elle est cueillie de façon artisanale depuis des siècles. Utilisée autrefois comme appât pour la pêche au poisson de fond, on la cueille encore aujourd'hui de façon artisanale avec un trident lorsque la marée est descendante.

Une pêche commerciale est également pratiquée depuis de nombreuses années. Les débarquements annuels sont d'environ 1000 tonnes. Plus de 90 % proviennent de la Côte-Nord. Les fruits de la cueillette commerciale sont principalement exportés aux

États-Unis. La mye est de plus en plus populaire auprès des consommateurs qui l'achètent à l'état frais ou en conserve pour la préparation de myes frites, de chaudières et de soupes. Les myes sont commercialisées à l'état frais sur le marché local ou transformées pour l'exportation. Les producteurs de myes peuvent donc livrer directement aux poissonneries ou vendre aux transformateurs. Il existe également un marché de transformation pour lequel la mye peut être mise en conserve ou servir d'ingrédient dans la préparation de produits cuisinés. Les perspectives de marché sont bonnes pour la mye, car l'offre est inférieure à la demande.

Mise en marché et problèmes de contamination

Dans un milieu pollué, les myes, comme tous les autres organismes filtreurs*, sont susceptibles d'être contaminées par des matières fécales, par des substances toxiques ou délétères (produits chimiques, métaux lourds, etc.) ou par des biotoxines marines au point où leur consommation par des humains devient dangereuse. Pour cette raison, la récolte et la mise en marché de la mye sont soumises aux conditions du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM). Un suivi de la qualité de l'eau du site d'élevage et de la chair des mollusques* est donc obligatoire. La récolte et la mise en marché sans dépuration sont autorisées seulement lorsque la qualité de l'eau respecte les normes du PCCSM et en l'absence de toxines dans la chair des mollusques*.

Lorsque le site d'élevage est contaminé par des matières fécales, il est généralement possible d'obtenir une autorisation de cueillette à des fins de dépuration, si la contamination ne dépasse pas un certain seuil établi par le PCCSM. La dépuration est un procédé qui permet au mollusque* d'éliminer les contaminations d'origines bactériennes. La dépuration peut se faire en milieu contrôlé selon des normes strictes dictées par le PCCSM dans un laps de temps de 48 heures. Le processus de dépuration peut aussi être effectué en milieu naturel, on le nomme alors « reparcage ». Les myes sont placées durant une période déterminée dans des bacs flottants ou des cages en suspension qu'on place à un endroit où l'eau est approuvée par le PCCSM. Il est à noter que le reparcage, tout comme la dépuration, est un procédé qui doit obtenir l'homologation de l'ACIA. Cependant, la dépuration comporte des coûts. Il est de loin préférable de s'installer dans un secteur ne présentant pas de contamination.

La mye est aussi susceptible d'accumuler des toxines* (ou phycotoxines) produites par certaines espèces de microalgues* naturellement présentes de façon épisodique dans les eaux marines. Les coquillages filtreurs* accumulent des toxines* après avoir ingéré des algues toxiques. La consommation de coquillages toxiques peut causer des maladies et même la mort. Les toxines* ne tuent pas les coquillages et ne provoquent aucune modification visible de leur apparence, de leur odeur ou de leur goût qui pourrait signaler leur toxicité aux consommateurs. Lorsque l'abondance d'algues toxiques diminue, les coquillages éliminent eux-mêmes la toxine* et leur consommation ne présente plus de danger. Tout mollusque* bivalve* filtreur* peut devenir toxique et, au Canada, de

nombreuses espèces de palourdes, de myes, d'huîtres, de moules et de pétoncles ont été contaminées. Le taux d'accumulation et d'élimination des toxines* varie selon les espèces. Dans une zone où la présence d'algues toxiques a été constatée, la récolte sera de nouveau possible après un délai minimal imposé par l'ACIA. Les lots commercialisés seront alors étiquetés afin d'en assurer leur traçabilité jusqu'au point de vente. Cependant, aucun procédé de détoxification n'est reconnu pour l'élimination des toxines*. La lecture du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM) et la consultation d'un inspecteur de l'ACIA permettront au producteur de connaître les procédures.

La mye (Mya arenaria)

Tableau 14 : Hypothèse d'un cycle de production et d'un calendrier des opérations pour l'élevage de la mye (Îles-de-la-Madeleine)

	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
Année 0+*	Derniers préparatifs pour le captage des larves de myes.	Installation des collecteurs pour le captage des larves.	Le naissain fixé croît sur les collecteurs.		Récupération des collecteurs jusqu'à la mi-octobre. Naissains placés dans les « pearl nets » et poursuite de la croissance.		Hivernage des myes dans les « pearl nets » en lagune.					
Année 1+*	Transfert des myes en « pearl net » aux mailles plus larges.		Croissance et hivernage pour les myes dans les « pearl nets » en lagune.									
	Ou...		Ou...									
Année 2+*	Transfert des myes en « upweller » ¹ .		Pré-élevage (croissance) pour les myes en «upweller». Transfert en «pearl nets» à la mi-octobre au plus tard. ²		Hivernages des myes dans les « pearl nets » en lagune.							
	Croissance des myes en « pearl net ».	Ensemencement des jeunes myes sur les bancs propices. Le filet de protection est installé sur le site d'ensemencement.	Le filet de protection doit être enlevé avant la formation de glace.		Croissance et hivernage sur les bancs de sable.							
Année 3+*	Croissance et hivernage sur les bancs de sable.											
Année 4+*	Récolte des myes qui sont à la taille commerciale. Il peut-être avantageux d'attendre une année de plus pour obtenir un pourcentage plus élevé de myes de taille commerciale. Croissance pour celles qui demeurent sur le site.											
Année 5+*	Récolte des myes qui sont à la taille commerciale.											

1-Le transfert en « upweller » au printemps accélère la croissance des myes. Dans l'année 2+*, la taille optimale de 20 mm pour l'ensemencement est atteinte par un plus grand nombre d'individus. La faisabilité économique (rentabilité) du système « upweller » doit cependant être démontrée.

2-Les myes provenant des « upwellers » seront peut-être ensesencées vers la fin du mois de juillet et en août si leur taille le permet (pour les détails de l'ensemencement, lire l'«Année 2+*»). Les prochaines années d'études détermineront la stratégie la plus rentable.

Fiche technique 4 : L'HUÎTRE AMÉRICAINE

Crassostrea virginica



* : se référer au glossaire

Biologie

Description physique

L'huître américaine est un mollusque* bivalve* filtreur* de la famille des ostréidés. Elle se reconnaît à sa coquille épaisse et rugueuse. Les deux valves (ou écailles) de l'huître diffèrent en forme. L'écaille inférieure est très concave de façon à loger le corps, tandis que l'écaille supérieure est aplatie et fait fonction de couvercle. Les deux valves s'emboîtent de façon étanche à l'air et à l'eau. Un gros muscle adducteur*, fixé aux deux valves, commande l'ouverture et la fermeture de la coquille. Pour la commercialisation, les meilleures huîtres sont celles qui possèdent une forme ronde. Leur développement sur un fond ferme et stable favorise cet aspect recherché.

Distribution géographique et habitat

L'huître se retrouve à plusieurs endroits en Amérique du Nord, du golfe du Mexique jusqu'au golfe du Saint-Laurent qui représente l'extrême limite nord de son aire de distribution. Les eaux chaudes des baies et des estuaires des rivières, où les huîtres sont exposées au flux et au reflux des marées d'eau salée, caractérisent leur environnement. Au Québec, on retrouve une seule population sauvage. Elle est située aux Îles-de-la-Madeleine et elle serait possiblement issue d'ensemencements* remontant aux années 1970. Dans les autres régions du Québec, on ne retrouve pas les conditions climatiques propices à leur reproduction. L'huître américaine tolère une échelle de température allant de -2 à 32 °C et une salinité* qui se situe entre 5 et 30 ‰, l'optimum se situant entre 20 et 27 ‰. L'huître américaine requiert une température d'environ 20 °C pour se reproduire et une salinité* trop faible peut empêcher le développement de ses gonades*. Son habitat va de la zone intertidale* jusqu'à l'étage subtidale* en ne dépassant que rarement les 40 m de profondeur.

Alimentation et croissance

L'huître est un filtreur*. Pour se nourrir, elle ouvre ses valves pour y faire entrer de l'eau qu'elle expulse après y avoir prélevé sa nourriture (plancton*). Les particules alimentaires sont filtrées, et l'oxygène, absorbé, grâce à des branchies couvertes de cils microscopiques qui poussent l'eau vers l'intérieur.

La vitesse de croissance de l'huître dépend de la température de l'eau et de la quantité et qualité de la nourriture (plancton*) présente dans l'eau. Plus l'eau est chaude (jusqu'à

26 °C), plus l'huître se nourrit activement. En dessous de 4 °C, l'huître cesse de s'alimenter. Elle ferme ses valves et cesse de filtrer l'eau. L'huître ne perd cependant pas de poids lorsqu'elle est en hibernation. La période de croissance s'étend généralement de mai à novembre, et il faudra de 4 à 7 ans pour obtenir une huître de taille commerciale* (76 mm) dans les eaux du golfe du Saint-Laurent. La forme de la coquille ainsi que la taille sont à considérer. Si on veut obtenir des huîtres de qualité, il faudra porter une attention particulière au substrat* d'élevage. Par exemple, sur les fonds stables, fermes, parfois rocheux et peu peuplés, l'huître prend une forme ronde, compacte et fortement concave. Elle est alors de première qualité.

Cycle biologique

Comme les moules, les huîtres sont des animaux dioïques, ce qui signifie que chaque individu a un sexe distinct. La période de ponte* a lieu en été et elle est provoquée par une hausse de la température de l'eau. Lorsque celle-ci atteint 20 °C, les produits sexuels (œufs et sperme) sont éjectés dans l'eau. La fraie s'étend généralement sur 4 à 6 semaines. La fécondation a lieu dans l'eau. L'œuf fécondé se transforme en une larve* microscopique capable de se déplacer. Pendant 3 semaines, la larve* nage et dérive au gré des courants. Lorsqu'elle atteint une taille de 300 microns*, la larve* est prête à se fixer* grâce à son pied chercheur. Lorsqu'elle aura repéré une surface solide et propre, elle sécrètera une substance adhésive ressemblant à du ciment. L'huître restera ainsi fixée pour le reste de sa vie. Les larves* peuvent se fixer sur plusieurs types de surfaces, mais semblent préférer les coquilles de mollusques* et les matières qui contiennent des substances crayeuses.

Mortalité (prédateur)

L'huître possède de nombreux prédateurs tels que les crabes, les étoiles de mer, les homards, les éponges perforantes et les vers à boue. Lorsqu'elle est à l'état d'œuf ou de larve*, elle est la proie de l'ensemble des organismes planctonivores*, incluant ceux de sa propre espèce. Au-delà d'une certaine taille, la coquille de l'huître est très résistante et les risques de prédation sont plus faibles. Il peut donc être avantageux pour le producteur d'utiliser un système de protection des prédateurs pour les jeunes huîtres jusqu'à ce qu'elles aient atteint la taille refuge* (soit environ 40 mm). Par exemple, l'utilisation de plateaux flottants (tables* de culture), de paniers pyramidaux* (« pearl nets* ») ou de poches* peuvent aider à réduire l'impact des prédateurs lors des premiers stades de croissance.

Des conditions environnementales défavorables (apport d'eau douce, exposition à des températures glaciales à marée basse, envasement, présence de plantes marines étouffantes, manque d'espace et de nourriture disponible, pollution industrielle et domestique) peuvent également accroître la mortalité. L'huître est également sensible à la

présence de certains micro-organismes au contact desquels elle peut développer des maladies infectieuses telles que la maladie de la baie de Malpèque.

Technique d'élevage

Description générale

L'huître est cultivée depuis très longtemps en Amérique du Nord (1810 au New Jersey) et elle a probablement été le premier animal marin à être cultivé comme produit alimentaire à l'époque des Romains. Au Canada, l'ostréiculture* est pratiquée principalement à l'Île-du-Prince-Édouard, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.

La technique d'élevage consiste à capturer des naissains* naturels ou à s'approvisionner en huîtres juvéniles* auprès d'une éclosérie*, et à en faire le grossissement grâce à l'ensemencement* sur des fonds propices à leur croissance et par un contrôle de l'entassement des huîtres. L'encombrement des huîtres sera source de distorsions dans la forme des coquilles. Elles auront alors une faible valeur sur le marché.

Techniquement, on peut cultiver l'huître de différentes façons, soit sur le fond, en suspension dans l'eau, ou par une combinaison des deux. L'élevage sur le fond avec une combinaison ou non de préélevage* en suspension pour le contrôle des prédateurs semble être la technique la plus répandue à l'heure actuelle. Dans ce cas, le choix du site de production est déterminant. Toutefois, il semble que l'élevage en suspension, durant tout le cycle de production (du naissain* jusqu'à une taille de 76 mm ou 3 pouces), soit trop coûteux dans la plupart de nos régions, compte tenu de la durée du cycle qui s'étend de 4 à 7 ans. Cependant, un autre type d'élevage pour la production d'huîtres de type cocktail (de taille inférieure à 76 mm) est en pleine expansion au Nouveau-Brunswick, où elle est élevée par plus d'une trentaine de producteurs. En raccourcissant le cycle de production de 3 ou 4 ans, cette méthode, orientée uniquement sur l'élevage en suspension, apparaît très intéressante pour rentabiliser plus rapidement une nouvelle production d'huîtres.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE D'HUÎTRES ORIENTÉ SUR L'ENSEMENCEMENT* D'UN FOND MARIN AU QUÉBEC

1) Choix du site de production

Puisque le golfe du Saint-Laurent constitue la limite nordique de la distribution de l'huître américaine, seule une faible fluctuation des conditions environnementales peut faire atteindre les limites de tolérance physiologique de l'espèce. Le choix du site de production est donc crucial si on veut réussir son élevage. La présence naturelle d'huîtres sur un site demeure un bon indicateur sans toutefois exclure les autres sites. Les conditions idéales d'élevage se retrouvent dans les baies abritées et les estuaires à moyenne profondeur. On y trouve généralement des eaux plus chaudes et des fonds

stables et durs. La profondeur de l'eau est déterminante pour la survie des huîtres durant l'hiver. Si elles sont exposées à l'air et à des températures très froides, ou si elles sont emprisonnées dans les glaces, les huîtres ne pourront pas survivre. La texture du fond est également importante pour que la coquille se développe de la meilleure façon possible (forme ovale à ronde et valve inférieure concave). Les fonds qui permettent le mieux la formation de ce type de coquille sont constitués d'un mélange de sable et de vase, assez dur pour empêcher que l'huître ne s'enfonce. Au Québec, le facteur limitant est principalement la température généralement peu élevée de l'eau, une température plus élevée favorise la croissance et la reproduction des huîtres. Pour le moment, la seule expérience québécoise d'ostréiculture* s'est déroulée aux Îles-de-la-Madeleine il y a quelques années.

2) Approvisionnement en naissains*

Présentement, la seule façon de s'approvisionner en naissains au Québec est d'en importer des provinces maritimes. Cette importation nécessite toutefois un permis d'introduction et de transfert en vertu du *Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques* sous la juridiction de Pêches et Océans Canada. Chaque demande est soumise à une analyse de risque afin d'en évaluer les risques sur l'environnement.

Dans les provinces maritimes (Î.-P.-É., N.-B., N.-É.), différentes façons de s'approvisionner en naissains* sont utilisées. La première méthode consiste à faire la cueillette de naissains* sauvages sur les gisements* d'huîtres naturels. Cette méthode requiert cependant un permis de prélèvement de naissains* sauvages. Une autre façon consiste à faire le captage* de naissains* grâce à l'installation de collecteurs dans la colonne d'eau. Les collecteurs utilisés pour le captage* de naissains* d'huîtres peuvent être de diverses formes et matériaux (sacs constitués de débris de coquilles, collecteurs de type chapeaux chinois, etc.). Enfin, une dernière façon consiste à s'approvisionner auprès d'écloseries*. Quant aux risques reliés à l'introduction accidentelle d'espèces indésirables ou de pathogènes*, il est recommandé de privilégier du naissain* provenant d'écloseries*. En effet, les techniques de recirculation* ou de filtration de l'eau d'élevage des écloseries* minimisent les risques indésirables d'introduction ou de contamination pour les écosystèmes marins québécois.

Habituellement, les naissains, déjà âgés de 1 an, sont élevés en suspension pendant 2 à 3 ans jusqu'à ce qu'ils aient atteint le stade mi-mature, soit une taille variant de 40 à 60 mm. Les naissains sont alors ensemencés sur le fond afin de parfaire leur croissance pour une période similaire. Après cette période, soit de 4 à 6 ans, les huîtres auront atteint la taille requise pour être récoltées et vendues.

L'élevage de naissains* en suspension s'effectue selon les techniques suivantes : dans des poches (sacs) disposées sur le fond (les jeunes huîtres sont alors à l'abri des prédateurs), sur des tables* déposées sur le fond ou encore en surface, suspendues dans des poches

attachées à des filières* flottantes ou immergées. L'huître juvénile est élevée en suspension à partir de cette taille, elle estensemencée sur le fond.

L'ensemencement* des jeunes huîtres sur le fond doit se faire avec beaucoup d'attention. L'ensemencement* des huîtres à une faible densité permettra une bonne croissance, mais fera augmenter les coûts de production lors de la récolte. Un ensemencement* à densité trop élevée peut nuire à la croissance des huîtres si la capacité de support du milieu est atteinte. Il en résultera également une perte de qualité des huîtres. La densité optimale d'ensemencement* varie d'un site à l'autre en fonction de la production primaire* et de la biomasse totale de tous les organismes présents sur le site se nourrissant de phytoplancton*. Il importe également de considérer le type de qualité d'huître que l'ostréiculteur désire produire. Une fois les jeunes huîtres ensemencées sur le fond, le producteur aura à effectuer des visites de routine (en plongée sous-marine) pour faire le contrôle des prédateurs et pour faire le suivi de son stock* en cours de production.

3) Récolte

Lorsqu'elles ont atteint la taille de 76 mm, les huîtres sont prêtes à être récoltées. En général, la récolte a lieu à l'automne. Cela peut se faire avec une petite drague* installée à bord d'un bateau de type plate-forme ou à la main par des plongeurs autonomes.

Structures d'élevage et équipements

- accès au quai;
- entrepôt;
- bateau équipé pour l'ensemencement* et la récolte (drague*, treuil hydraulique, etc.);
- filières* flottantes ou immergées (et leurs ancrages*, bouées de signalisations, bouées et lests), poches à huîtres, tables* à huîtres;
- camion et remorque pour le transport de l'équipement et des huîtres;
- équipement de bureau (ordinateur, télécopieur, etc.);
- outils divers;
- équipement pour transformer et emballer le produit fini (optionnel);
- etc.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE EN SUSPENSION POUR DES HUÎTRES DE TAILLE COMMERCIALE* (76 MM) AU QUÉBEC

De 4 à 7 ans selon les conditions environnementales.

Dans le cas de l'élevage de l'huître cocktail, on peut suivre les étapes suivantes :

1) Choix du site de production

Le site doit sensiblement présenter les mêmes caractéristiques que pour un élevage d'huîtres commerciales ensemencées. La nature du fond est cependant moins cruciale étant donné que les huîtres cocktail sont élevées en suspension, à la surface de l'eau.

2) Approvisionnement en naissains*

Tout comme dans le cas de l'élevage sur le fond, le naissain* d'huître devra provenir des provinces maritimes. Les mêmes critères dans la sélection de la source d'approvisionnement devront être retenus, afin de s'assurer que les risques pour l'environnement liés au transfert sont minimisés.

3) Grossissement en suspension

Le naissain* d'huîtres est placé près de la surface de l'eau, dans des poches en Vexar^{MD} auxquelles est attaché, de chaque côté, un cylindre de flottaison en styromousse. Pour assurer aux huîtres une croissance, une forme et un rendement en chair* supérieur, la biomasse dans chacune des poches est ajustée selon les classes de taille des individus. Les huîtres sont ainsi maintenues dans des conditions idéales de croissance, bénéficiant d'un apport en nourriture et de niveaux d'oxygène et de gaz métaboliques optimaux. Selon un éleveur du Nouveau-Brunswick, le brassage des huîtres, sous l'action des vagues et durant l'entretien journalier, combiné à une faible densité en élevage, permet d'améliorer la forme de l'huître et aide à épaissir sa coquille. Il en résulte une huître propre, qui présente une forme généralement arrondie ou oblongue, avec un rendement en chair* élevé et un goût plus raffiné.

Dès l'automne, les poches d'huîtres sont calées sous la surface à une profondeur les protégeant des glaces, et ce, pour toute la période hivernale. Au printemps, les huîtres sont ramenées à la surface de l'eau. Toujours selon l'éleveur du Nouveau-Brunswick, les huîtres sont triées de 8 à 10 fois pendant le cycle de production pour maintenir une uniformité des tailles.

Photo 21 : Site pour les huîtres élevées en poches flottantes



Photo : Maison Beausoleil

Photo 22 : Naissains* d'huîtres élevées en poches flottantes



Photo : Maison Beausoleil

4) Récolte

Les huîtres cocktail sont généralement récoltées à une taille de 50 mm. Toutefois, l'éleveur doit être détenteur, dans le cadre du Programme des huîtres cocktail, d'un bail de concession privée ayant obtenu une ordonnance modificative. La récolte et la mise en marché des huîtres de toute taille, pêchées selon l'ordonnance en question, sont alors permises. Les participants à ce programme doivent vendre leurs huîtres par l'entremise d'usines agréées par le gouvernement provincial ou fédéral qui doivent se soumettre à des contrôles de l'origine, de la quantité et de l'emballage du produit. Les ostréiculteurs peuvent intégrer le programme à tout moment, mais dès qu'ils en font partie, ils doivent renoncer à toute pêche commerciale des huîtres; autrement dit, ils ne peuvent détenir de permis de pêche commerciale des huîtres ou de permis de pêche d'huîtres contaminées.

À moins d'indication contraire, le programme s'applique au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard, toutefois rien ne laisse croire que le Québec pourrait également s'y intégrer.

Structures d'élevage et équipements

Identiques à ceux d'un élevage classique.

Cycle de production de l'huître cocktail

D'une durée de 3 ou 4 ans selon, notamment, la température de l'eau et la nourriture disponible.

Commercialisation

Le marché privilégié par les producteurs d'huître américaine dans le Canada atlantique est le marché « frais », ce qui signifie que l'huître est vendue entière (avec sa coquille). La forme de la coquille et sa rigidité ont donc une importance considérable. L'huître la plus appréciée a une forme ovale ou ronde et sa valve gauche forme un creux régulier dans lequel elle sera servie, soit crue (dans son propre fluide) ou cuite (apprêtée avec des herbes et des sauces variées). L'huître cocktail, avec un cycle de développement entièrement effectué en suspension et un contrôle rigoureux de la biomasse, présente généralement les caractéristiques recherchées par le marché. Au Nouveau-Brunswick, en 2001, on dénombrait 31 ostréiculteurs participant au programme de mise en marché des huîtres cocktail.

La demande actuelle dépasse l'offre : le prix des huîtres est donc relativement élevé, bien qu'il diffère selon la qualité. En fonction de la forme de la coquille et de la relation entre la longueur et la largeur, les huîtres sont classées selon les catégories suivantes : « de luxe », « de choix », « normale » et « commerciale ». Après la récolte, les huîtres peuvent vivre hors de l'eau pendant 4 mois environ à une température juste au-dessus du point de congélation et dans un milieu humide. Elles sont emballées dans des caisses de bois ou de carton et expédiées dans les grands centres tels que Montréal, Québec et Toronto.

Fiche technique 5 : L'OURSIN VERT



Strongylocentrotus droebachiensis

* : se référer au glossaire

Biologie

Description physique

L'oursin vert est un animal au corps sphérique couvert d'épines de moins de 1 cm de longueur. L'oursin est classé dans l'embranchement des échinodermes*. Il est d'ailleurs un proche parent des étoiles de mer et des concombres de mer. Entre les épines se trouvent les tubes ambulacraires, ou podia, qui participent à la locomotion. Les épines jouent également un rôle dans les déplacements. L'oursin actionne ses podia en poussant et en aspirant de l'eau au travers de ces multiples tubes dont les extrémités sont de petites ventouses. Ses organes internes sont protégés par un squelette interne dur composé de plaques calcaires, nommé « test ». La bouche sphérique, nommée « lanterne d'Aristote », se situe sur la face ventrale et laisse entrevoir 5 fines dents blanches, lorsque l'animal est retourné. Son anus est situé sur la face dorsale. Le poids des gonades* peut atteindre et même dépasser 25 % du poids total de l'animal.

Distribution géographique, habitat et alimentation

L'oursin vert est présent sur les deux côtes de l'Amérique du Nord. Sur la côte est, on l'aperçoit de l'État du New Jersey jusqu'à l'île de Baffin, partout où la salinité* est supérieure à 15 ‰. Son habitat se situe surtout dans la zone infralittorale* entre 0 et 7 m de profondeur, toutefois des populations ont été observées jusqu'à 100 m. L'oursin privilégie un substrat* rocheux à proximité des forêts de laminaires. Il ne craint pas les endroits très ou moyennement exposés aux vagues et aux courants, les préférant aux endroits abrités.

En ce qui concerne la température, l'oursin vert est un animal nordique, il ne tolère donc pas les hautes températures. En vivier*, les meilleurs résultats en conditionnement et en stabulation* sont obtenus en dessous de 10 °C. Pour la salinité*, il est très tolérant puisqu'il vit et se reproduit assez haut dans l'estuaire du Saint-Laurent, là où les conditions printanières induisent des baisses de salinité* assez radicales (autour de 20 ‰). À l'état larvaire, l'oursin se nourrit de phytoplancton*. Lorsqu'il passe au stade benthique*, l'oursin se nourrit en broutant la plupart des algues et des détritiques qu'il rencontre, mais il démontre une préférence pour les laminaires. Les juvéniles* et les petits oursins ont un comportement généralement sédentaire. Les individus de plus

grande taille sont souvent nomades, leurs déplacements s'orientent vers certaines concentrations d'algues macrophytes*.

Les oursins verts fuient l'algue *Desmarestia* (*Desmarestia aculeata*), parce que ses cellules contiennent une substance nocive. L'agare criblé (*Agarum cribosum*), qui porte ce nom à cause des nombreux trous qui parsèment sa large lame, n'est pas très appréciée non plus. Les oursins verts n'aiment pas cette algue riche en tanin, mais ils consomment les autres laminaires. D'ailleurs, leurs activités de broutage intense peuvent occasionner la disparition localisée des forêts de laminaires. L'absence de cette source de nourriture engendre souvent une diminution de la croissance et un indice gonadique* (IG) faible.

Cycle biologique

L'oursin est dioïque, ce qui signifie que chaque individu est soit mâle, soit femelle. De l'extérieur, il est impossible de distinguer le sexe de l'animal. La fécondation est externe. Au moment de la reproduction, les oursins libèrent leurs produits sexuels dans l'eau et les gamètes* mâles et femelles se rencontrent au hasard des courants. La reproduction a lieu principalement de mai à juin dans l'estuaire du Saint-Laurent et de façon plus hâtive dans le Golfe, soit en avril. L'œuf fécondé devient une larve* pélagique* qui dérive entre 2 et 5 mois dans les eaux de surface avant de s'établir sur le fond, l'oursin mesure alors 0,5 mm.

Croissance

La croissance des oursins dépend de la quantité et de la qualité de la nourriture disponible. Les oursins vivant sur des substrats* dénudés de végétation ont une croissance plus lente que leurs confrères qui côtoient les champs de laminaires. On ne connaît pas le temps requis par un oursin pour atteindre la taille commerciale* minimale de 50 mm. Dans la baie des Chaleurs, l'examen des anneaux de croissance d'oursins variant de 47 à 73 mm de diamètre indiquait qu'ils étaient âgés de 4 à 23 ans. La taille maximale de l'oursin vert dépasse rarement les 80 mm. Un individu de 50 à 62 mm peut peser de 55 à 82 g.

Prédateurs et autres sources de mortalité

Les limites physiologiques de l'oursin vert ne semblent pas connues. Toutefois, on sait qu'il est relativement tolérant à la présence d'ammoniaque et aux faibles teneurs en oxygène si les températures sont inférieures à 10 °C. Outre la pêche commerciale, la principale cause de mortalité en milieu naturel est la prédation exercée par le homard, le crabe commun, l'étoile de mer, le loup de mer, l'anémone rouge du nord et les oiseaux marins. L'oursin peut aussi être affecté par certaines maladies. La majorité du temps, les symptômes consistent en l'apparition de plaques rouges sur le test et en la perte partielle ou totale des épines. Le stress et les eaux plus chaudes augmentent le nombre d'individus

malades. L'oursin étant un animal grégaire, la maladie peut se transmettre facilement au sein d'une population.

Technique d'élevage

Description générale

L'échinoculture* est en développement dans plusieurs pays, notamment en France et au Japon. Ces pays recherchent la maîtrise de l'élevage complet (de l'œuf à l'œuf) de l'oursin ou de l'ensemencement* des fonds marins à partir des juvéniles* produits en éclosérie* ou captés en milieu naturel. Au Québec, les efforts se concentrent sur les oursins de taille commerciale* récoltés en milieu naturel pour lesquels il y a deux possibilités :

- *La stabulation* des oursins possédant déjà un bon IG*

Il s'agit en fait d'un outil de gestion de la pêche. Les oursins sont conservés en vivier*, sans être nourris, seulement pour assurer l'approvisionnement régulier du marché. Il faut prendre note qu'en l'absence de gain de poids de l'animal, la stabulation* ne peut être considérée comme étant une activité maricole.

- *Le conditionnement des oursins*

Cette possibilité consiste à augmenter la taille et la qualité des gonades* (principalement leur couleur).

Le marché exige un IG* d'au moins 10 % et une échelle de couleurs influence le prix offert. La pêche commerciale à l'oursin commence tôt au printemps, en mars ou en avril, et se termine en mai au moment de la ponte*. Les oursins pêchés au printemps ont un IG* maximum avant la ponte*, la stabulation* peut être avantageuse. La stabulation* printanière permet de stocker une certaine quantité d'oursins pour assurer l'approvisionnement du marché. Les aléas de la pêche (bris mécanique, conditions météorologiques, etc.) sont ainsi minimisés.

Après la ponte*, généralement au début de juillet, le IG* descend aux environs de 5 % ou moins. La pêche reprend en automne quand les gonades* des oursins recommencent à se développer. Cette pêche cesse normalement lorsque le couvert de glace s'installe et que les conditions climatiques deviennent trop rudes.

La technique d'affinage des gonades* consiste donc à conditionner les oursins pêchés à la fin de l'été et en automne. En leur offrant la diète appropriée, le producteur accroît le IG* et augmente la qualité des gonades* pour satisfaire les normes du marché haut de gamme.

Au Québec, l'approvisionnement par la capture en milieu naturel d'oursins de taille commerciale* ne semble pas faire défaut pour le moment. Cependant, il ne faut pas se fier uniquement à la concentration élevée d'oursins pour prédire la taille de la pêche. Par

exemple, un inventaire effectué à l'extrémité est de l'île Verte dans le Bas-Saint-Laurent montrait des densités de 44 et de 32 oursins/m². Toutefois, moins de 5 individus/m² avaient la taille légale* de pêche de 50 mm ou plus. L'évaluation du stock* d'oursins de taille commerciale* dans un territoire donné est donc cruciale avant d'y pratiquer la pêche. De plus, le IG* moyen entre les groupes d'oursins d'un secteur, même limité, peut être très variable. Cette disparité peut engendrer un allongement du conditionnement en bassin.

Le conditionnement des oursins offre un avantage majeur sur l'ensemble des autres types d'élevages maricoles du Québec lorsqu'il est question de retour sur l'investissement. Effectivement, un producteur peut espérer vendre le produit de son élevage dès les premières semaines d'activité.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE D'OURSINS DU QUÉBEC, ORIENTÉ SUR LE CONDITIONNEMENT POUR L'AUGMENTATION DU IG

1) L'approvisionnement en oursins

Au Québec, les méthodes de pêche permises sont la cueillette manuelle en plongée sous-marine et la capture à l'aide de casier. Un permis est nécessaire. La capture avec engins remorqués, dragues* ou autres, est interdite.

L'approvisionnement auprès d'un pêcheur détenant un permis est également à envisager.

▪ *La cueillette manuelle en plongée sous-marine*

Il s'agit de la méthode la plus couramment utilisée dans le monde. Elle permet une sélectivité maximale des prises, le plongeur choisissant un à un les oursins récoltés. Seuls les oursins de taille légale* sont ainsi cueillis. Selon un éleveur, un plongeur expérimenté peut également évaluer la condition d'un oursin d'après son apparence extérieure. Les oursins vert foncé aux épines courtes et fortes possèdent souvent un bon potentiel. En prélevant de tels individus, les probabilités de développer un IG* intéressant sont supérieures.

Pour augmenter la productivité de la cueillette, un appareil à succion (appelé « aspirateur ») peut être utilisé pour transférer vers le bateau les oursins décollés du substrat* marin par le plongeur. L'aspirateur est généralement couplé à un convoyeur placé sur le pont du bateau pour augmenter l'efficacité du tri. Les oursins qui n'ont pas la taille commerciale* sont remis à l'eau sans délai sur le site d'où ils ont été prélevés. Ce n'est pas nécessairement le cas avec les oursins pêchés au casier qui, eux, peuvent être rejetés au hasard lors du voyage de retour vers le quai. Ces oursins ont peu de chances d'aboutir sur un site qui assurera leur survie.

Avec ou sans aspirateur, la cueillette en plongée est très exigeante sur le plan physique. Un éleveur évalue qu'environ un seul plongeur sur vingt possède l'endurance lui permettant un rendement de cueillette rentable. La cueillette en

plongée, tout en étant la plus efficace pour la qualité des oursins récoltés, demeure généralement plus coûteuse.

▪ *La pêche au casier*

Cette approche est plus économique que la cueillette en plongée. Toutefois, plusieurs la considèrent comme étant moins performante sur certains critères. Le casier à buccin est l'engin utilisé. Un appât attire les oursins dans le casier. À la levée des casiers, un tri des oursins est nécessaire pour ne conserver que ceux qui ont la taille légale*. Un éleveur affirme que cette technique engendre un inconvénient sur la qualité des oursins prélevés. Les oursins attirés par l'appât du casier sont souvent les plus affamés de la zone de pêche et ce sont eux qui ont également le IG* le plus bas. Par ailleurs, plusieurs pêcheurs côtiers perçoivent positivement la pêche de l'oursin au casier. Cette pêche complémentaire permet de diversifier leurs activités et d'étirer la saison de travail.

2) Aspects à considérer pour le conditionnement des oursins

La rentabilité de ce type d'élevage repose sur la capacité de l'éleveur à générer un maximum d'oursins de qualité dans un court laps de temps. À moins de posséder une capacité de stockage très importante, l'éleveur est restreint à une période de production limitée au printemps et à l'automne. Une grande capacité de stockage permettrait de fournir le marché durant tout l'hiver. Bien entendu, les coûts de conditionnement et de stabulation* allongés doivent alors être compensés par le prix obtenu.

Pour le conditionnement de l'oursin, l'éleveur doit considérer ces trois critères majeurs :

- Le IG* initial et la vitalité des oursins candidats au conditionnement;
- La qualité de l'eau maintenue dans les bassins;
- La qualité de la diète distribuée.

La défaillance d'un seul de ces aspects compromet sérieusement la rentabilité de l'entreprise. Une mortalité trop importante ou un IG* qui tarde à atteindre les critères du marché se traduisent en pertes de volumes irrécupérables.

3) Structures de contention et stratégies d'élevage

Approche A :

Plusieurs types de viviers* ont été utilisés dans les essais de conditionnement des oursins. Les bassins rectangulaires allongés (« raceway ») en fibre de verre sont les plus courants. La récupération de contenants initialement destinés à d'autres usages est fréquente et souhaitable, si elle permet des économies. Par exemple, des bassins de 2 m x 1 m x 0,9 m conçus pour le saumurage du poisson de fond ont été utilisés avec succès pour une expérience de conditionnement d'oursins. Les viviers* doivent permettre l'évacuation facile et rapide des déchets métaboliques et de la nourriture non consommée. Les oursins sont fréquemment placés dans des paniers à treillis

placés dans un bassin. Ce double fond évite que les oursins ne soient en contact direct avec leurs déchets. Les oursins sont sensibles à la quantité d'oxygène dissous et à la présence importante d'ammoniaque. On recommande au minimum un changement d'eau à l'heure. Une étude mentionne qu'une biomasse entre 45 et 60 kg/m³ est un compromis acceptable entre les impératifs reliés à l'optimisation des bassins et au maintien d'un taux de mortalité minimum. Il faut prendre en compte que ces expériences remontent au début des années 1990. De nos jours, la rentabilité financière de cette méthode est mise en doute, notamment avec la biomasse proposée.

Approche B :

Des travaux récents ont démontré la faisabilité économique et biologique d'une toute nouvelle approche. Il s'agit d'un système de stabulation* et de conditionnement qui permet de maintenir les oursins avec des biomasses beaucoup plus élevées. Cette technique est actuellement utilisée pour une production pilote et présente d'excellents résultats. L'efficacité du principe repose sur des viviers* de faible profondeur d'eau. Les oursins sont stockés dans des casiers de façon à en couvrir complètement le fond. Les casiers sont placés dans les viviers* superposés les uns au-dessus des autres pour optimiser l'espace.

Ce système comporte des avantages indéniables pour la gestion de l'élevage et par le fait même pour la santé des oursins :

- En conditionnement, un débit modeste est suffisant. Ce débit permet tout de même plusieurs changements d'eau à l'heure dans les viviers*, car le volume d'eau maintenu est faible. Même avec un taux relativement élevé de renouvellement, la consommation d'eau demeure encore bien inférieure à celle qui est requise pour maintenir un seul renouvellement à l'heure, tel que prescrit dans un système d'élevage conventionnel à 60 kg d'oursin/m³ d'eau. Cette stratégie axée sur une faible hauteur de l'eau permet une très forte biomasse et surtout une haute densité d'individus par unité de surface. En situation de stabulation*, le débit peut encore être réduit.
- Un problème fréquent rencontré lors des essais de conditionnement antérieurs était relié au cannibalisme entre les oursins. En bassin, l'agglutinement des oursins est fréquent. Il est surtout causé par leurs tentatives d'avoir accès à l'eau la plus fraîche possible en se positionnant près de l'arrivée d'eau neuve* ou pour s'approprier une source de nourriture. Ces agglutinements provoquent des blessures qui favorisent le cannibalisme et la maladie. La très faible hauteur de l'eau vise d'ailleurs à régler ce problème. En les plaçant dans une profondeur d'eau qui les recouvre à peine, les oursins renoncent à monter les uns sur les autres s'ils doivent s'émerger.
- La disposition des oursins en une seule couche sur le fond des casiers permet d'observer facilement tous les individus afin d'éliminer les moribonds et les

morts. En pratiquant un suivi constant de la condition des oursins, les possibilités de cannibalisme sont encore diminuées, car les animaux sont maintenus dans des conditions optimales. En effet, ce sont presque uniquement les oursins mal en point qui subissent les agressions de leurs congénères.

Les oursins sont aussi sensibles aux déchets produits par un congénère mort ou moribond. La présence d'un cadavre dans un bassin provoque une augmentation importante de la production d'ammoniaque des oursins avoisinants. L'ammoniaque stresse l'ensemble des animaux et engendre une réaction en chaîne qui peut s'avérer catastrophique pour la survie du cheptel*. Il faut aussi être très vigilant en éliminant les oursins malades avant la mise en viviers*. Le retrait immédiat des oursins malades est primordial, car la contamination d'un individu à l'autre s'effectue rapidement.

- Ce système facilite la distribution de la diète (voir la section *Diète et mode de distribution*) et l'entretien.
- La densité élevée et la faible hauteur de l'eau dans les bassins empêchent les oursins de se déplacer, il n'y a donc aucune dépense inutile d'énergie.

Approche C :

Des essais de pacage marin ont été tentés avec des résultats variables. Dans les années 1980, la mise en enclos d'un cheptel* d'oursins nourris avec des lamineuses a permis d'augmenter le IG* de 3 à 6 % en quatre mois. Les oursins placés en enclos avaient tout de même montré un IG* supérieur à leurs congénères situés à proximité.

Toutefois, à la fin des années 1990, un essai de conditionnement en lagune aux Îles-de-la-Madeleine a montré des résultats beaucoup plus encourageants. Le système de rétention des oursins consistait en des plateaux semi-flottants, grillagés et superposés les uns sur les autres. Ils étaient retenus à la surface de l'eau par une filière* du même type que celle utilisée pour l'élevage des moules. La hauteur de chaque plateau ne dépassait pas les quelques centimètres. Les oursins ont été nourris avec des algues fraîches une fois par semaine, pour une ration équivalente à 2 % de leur poids, entre septembre et la mi-décembre. En décembre, le IG* à la récolte variait entre 8 et 15 % selon la provenance des oursins (une disparité marquée du IG* moyen au sein de la même zone fut observée). À titre d'essai, une partie de ces oursins fut laissée dans la lagune, sans apport de nourriture de l'éleveur durant plus de deux mois, et cette stratégie fut concluante. Dans les mois de février et de mars, le IG* variait entre 20 et 25 % pour les oursins qui avaient un IG* de 15 % en décembre.

4) Diète et mode de distribution

Dans le but d'accélérer l'augmentation du IG, de nombreuses recherches, tant privées que publiques, ont tenté d'améliorer la diète offerte aux oursins en conditionnement. Certaines préconisent un aliment comprimé (moulée) semi-humide fabriquée à partir d'un

mélange de sources alimentaires diverses. Les ingrédients les plus communs sont les farines de soja, de blé et de canola mélangées à de l'amidon avec l'addition d'un mélange de vitamines (C et bêta carotène surtout). L'ajout de protéines animales, surtout celles provenant de poissons, n'est pas indispensable mais la croissance est normalement plus élevée. Il est généralement admis que le coût de ces diètes compromet la rentabilité d'une production commerciale.

D'autre part, il semble qu'une diète composée uniquement de laminaires ne permet pas les performances offertes par des diètes plus énergétiques. Mais dans l'*Approche C*, il semblerait que les laminaires peuvent générer d'excellents résultats, si la période de conditionnement est plus longue et s'il est possible de récolter les oursins juste avant la ponte*, soit aux mois de février et de mars.

Il y a aussi des diètes composées de morceaux de poisson, tout simplement. Cette diète est d'ailleurs utilisée dans l'élevage basé sur l'*Approche B*. En ce moment, il s'agit de la diète la plus performante tout en étant la moins coûteuse. La conception du système de vivier* à faible profondeur s'adapte parfaitement avec ce type de nourriture. Les morceaux de poissons précoupés en petits cubes sont simplement déposés sur le dos des oursins qui les saisissent avec leurs podia pour les amener jusqu'à leur bouche. Avec la ration appropriée, peu de résidus sont générés par cette diète. Le nettoyage et la nutrition se font aux trois jours. En conditionnant les oursins ainsi, pendant une période de 3 semaines, on peut facilement amener le IG* bien au-delà du 10 % minimum requis. Ensuite, pour obtenir des gonades* fermes et d'une belle couleur, on fait jeûner les oursins durant 3 semaines.

Différents modes de distribution de la diète ont été expérimentés par le passé. Cependant, les performances de croissance des oursins sont plus affectées par la diète offerte que le mode de distribution choisi. La répartition de l'aliment semi-humide sur le fond des paniers où reposent les oursins permet une augmentation certaine du IG. Mais une expérience a démontré qu'une présentation de l'aliment semi-humide collé sur des bandes verticales de Vexar offrait une performance supérieure. La mortalité est moindre et le IG* est supérieur. La manipulation des bandes broutées par les oursins est visiblement moins stressante pour eux que le nettoyage qui requiert la diète présentée sous forme de granulés. De plus, ce système à bandes favorise moins la compétition en offrant une surface d'alimentation homogène. Cependant, les bandes de Vexar engendrent des débris organiques dans les viviers*, à cause de la désintégration de la nourriture. Un entretien plus fréquent est donc nécessaire.

Structures d'élevage pour les approches A et B

- bateau pour la pêche (optionnel);
- casier à buccins pour la pêche aux oursins (optionnel);
- équipement de plongée (optionnel);
- engin de succion pour les oursins de type aspirateur (optionnel);

- fond de terre situé près de la mer, avec un chemin d'accès;
- bâtiments : bâtiment principal pour l'élevage, bureau, laboratoire, entrepôt pour le matériel divers;
- véhicules de transport;
- bassins;
- prise d'eau de mer;
- système de pompage de l'eau et de distribution de l'eau (plomberie spécifique);
- étang de sédimentation pour le traitement des eaux usées;
- château d'eau de mer, en cas de panne de la pompe;
- colonnes de dégazage de l'eau;
- système d'oxygénation de l'eau;
- équipement de refroidissement de l'eau;
- pompe à chaleur;
- filtres;
- laveuse à pression;
- système de gestion électronique;
- système d'alarme;
- génératrice;
- machine pour la production de la diète (optionnel);
- équipements divers (balance, réfrigérateur, oxymètre, thermomètre, salinomètre, trousse pour vérifier l'ammoniaque, etc.);
- matériel de laboratoire et de bureau (béchers, cylindres gradués, pipettes de transfert, etc.);
- équipement pour transformer et emballer le produit fini (optionnel);
- etc.

Cycle de production

Le cycle de production le plus probable se décrit comme suit :

Les oursins peuvent être pêchés dès la fin du mois d'août pour commencer le conditionnement. Le IG* des oursins au départ se situe entre 6 et 8 %.

Dans l'*Approche A*, le système proposé semble peu concurrentiel devant celui de l'*Approche B*. Si le conditionnement en bassin terrestre est choisi, l'*Approche B* est à privilégier.

Dans l'*Approche B*, les oursins sont nourris pendant une période de 3 semaines, puis ils sont laissés à jeun pendant 3 autres semaines. Il s'écoule un total de 6 semaines entre leur cueillette et le moment où le IG* se situera entre 12 et 15 %. La durée de la période de conditionnement peut varier en plus ou en moins selon le IG* de départ des oursins.

Dans l'*Approche C*, la stratégie à adopter consisterait à alimenter les oursins durant tout l'automne et à les laisser jeûner jusqu'en février ou en mars. La récolte s'effectuerait jusqu'au moment précédant la ponte*, lorsque les oursins possèdent leur meilleur IG.

Problèmes possibles

- L'approvisionnement d'oursins de qualité peut être problématique. Peu de plongeurs au Québec ont développé une expertise dans la cueillette des oursins, et l'efficacité du casier à buccins varie d'un site à l'autre.
- Les oursins d'un même site présentent parfois des IG* très variables.
- Le cannibalisme et les blessures mortelles sont fréquemment observés dans les techniques de conditionnement traditionnelles utilisant des bassins où la hauteur de l'eau est de plusieurs dizaines de centimètres. Le système privilégiant une très faible hauteur de l'eau (qui recouvre tout juste les oursins) élimine le cannibalisme. Il permet aussi de renouveler rapidement l'eau des viviers* tout en nécessitant un débit moins important que dans un élevage classique.
- Pour le moment, le producteur doit viser le marché de l'exportation.

Commercialisation

Marché alimentaire

Les gonades* doivent idéalement présenter les caractéristiques sensorielles suivantes :

- couleurs jaune et orange
- saveur légèrement sucrée et iodée
- texture ferme avec surface bosselée
- inodore

Le marché principal se situe au Japon. À l'heure actuelle, les produits de l'oursin les plus demandés sont les suivants :

- oursins vivants (40 % de la demande)
- gonades* fraîches (40 % de la demande)
- gonades* cuites à la vapeur
- gonades* salées
- gonades* séchées

Au Canada, le marché est limité aux restaurateurs et aux commerces spécialisés.

Marché relié aux biotechnologies

Il ne faudrait pas passer sous silence le potentiel biotechnologique des oursins. La Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie marine a entrepris en 2003 des travaux sur le potentiel nutraceutique des échinodermes* du Saint-Laurent. L'extraction des fractions bioactives aux propriétés antioxydantes chez l'oursin vert va bon train. La valorisation de parties autres que les gonades* permettrait une diversification des débouchés relatifs à l'espèce et permettrait aux producteurs d'obtenir une valeur ajoutée. La possibilité

d'utiliser les coproduits de l'oursin à des fins biotechnologiques doit être suivie de près par les intervenants du milieu. Toutefois, cette possibilité prometteuse ne doit pas pour le moment devenir la pierre angulaire d'un projet d'élevage d'oursins. Les applications biotechnologiques ne se révéleront que dans quelques années seulement.

Fiche technique 6 : LES OMBLES

Salvelinus fontinalis et *Salvelinus alpinus*

* : se référer au glossaire

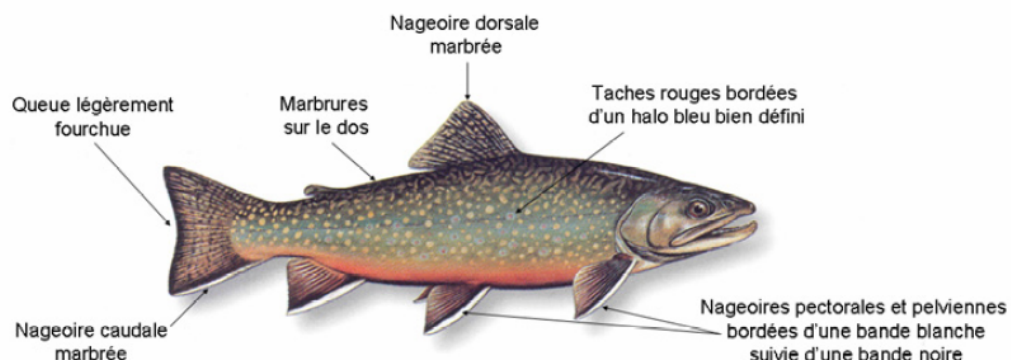
Biologie

Description physique

Au Québec, deux espèces d'ombles démontrent un potentiel intéressant pour la mariculture : l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*).

Le dos de l'omble de fontaine varie du vert olive au brun foncé, parfois presque noir. Les flancs sont plus pâles, tournant au blanc argenté en dessous. En plus de taches pâles sur les flancs, il y a de petites taches rouges distinctes, entourées d'un halo bleuâtre. Sa queue est légèrement fourchue. Au moment de la fraie, toutes ces couleurs s'accroissent; particulièrement la partie inférieure du corps des mâles qui revêt une livrée rouge orangé avec une pigmentation noire. La souche anadrome* est plus argentée, avec des reflets irisés pourpres; seules les taches rouges sont présentes.

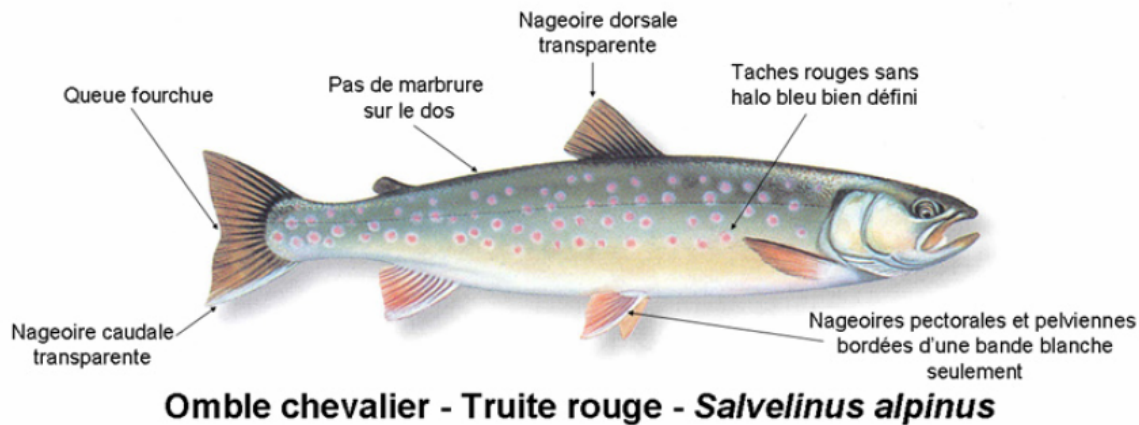
La longueur typique de l'omble de fontaine dans les lacs du Québec varie entre 20 et 25 cm pour un poids de 100 à 200 g. Les poissons produits en élevage et destinés à l'ensemencement* des plans d'eau pour la pêche sportive font également cette taille en général. Cependant, l'omble de fontaine produite pour le marché de la consommation atteint un poids plus élevé (de 350 à 500 g). Il est possible d'avoir des ombles de fontaine de 1 kg et plus sur le marché de la consommation avec des poissons issus de pisciculture*.



Ombles de fontaine - Truite mouchetée - *Salvelinus fontinalis*

L'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) est un poisson fuselé qui ressemble typiquement à la truite. Il appartient au groupe des ombles de la famille des salmonidés. Il existe deux sous-groupes, un groupe anadrome et un groupe confiné en eau douce ou lacustre. La livrée de ces poissons est extrêmement variable. L'adulte anadrome est ordinairement bleu foncé ou bleu vert sur le dos, argenté brillant sur les côtés et blanc sur l'abdomen. Plusieurs grosses taches rondes, normalement rose violet, parsemées sur les côtés, constituent un caractère distinctif. Les géniteurs* des deux sous-groupes montrent une coloration rouge vif sur les côtés (plus marquée chez les mâles), en dessous et sur les nageoires inférieures.

Les poissons anadromes sont plus gros, pesant normalement entre 2,3 et 4,5 kg, tandis que ceux qui habitent les lacs ont un poids variant de 0,2 à 2,3 kg. L'omble chevalier le plus gros enregistré fut capturé dans les Territoires du Nord-Ouest en 1970 et pesait 12,2 kg. Son espérance de vie varie de 10 à 15 ans.



Distribution géographique et habitat

L'omble de fontaine est une espèce endémique* de l'est de l'Amérique du Nord. Espèce indigène au Québec, elle a été introduite un peu partout, autant au Canada qu'ailleurs dans le monde. Elle est répandue sur la majeure partie du territoire québécois, surtout dans les plans d'eau douce. L'omble de fontaine recherche les eaux fraîches et claires des ruisseaux, des rivières et des lacs bien oxygénés. Cependant, dans les rivières de l'est du Québec débouchant sur le golfe du Saint-Laurent, on observe des souches anadromes, capables de migrer vers les estuaires et les eaux côtières à certains moments de l'année. Les populations anadromes vivent dans les estuaires.

L'omble chevalier, dont la distribution est circumpolaire, se retrouve à l'état naturel dans les cours d'eau et les lacs nordiques, en Amérique du Nord, en Asie, en Europe, en Islande et au Groenland. Il est répandu, en Amérique du Nord, de l'Alaska autour de la mer de Béring et le long des côtes de l'Arctique jusqu'à l'île de Baffin inclusivement.

Dans les Territoires du Nord-Ouest, l'omble chevalier est disséminé dans la plupart des cours d'eau de la côte, dans certains lacs côtiers, dans les cours d'eau des îles du Haut arctique et dans plusieurs îles de la baie d'Hudson. Il s'aventure rarement très loin à l'intérieur des terres, sauf dans certains fleuves et grandes rivières. Toutefois, certaines populations isolées vivent dans des lacs d'eau douce situés plus au sud à Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick et dans les lacs du sud-est du Québec. Cette forme sédentaire est également présente dans les lacs (souvent alpins) scandinaves, anglais, irlandais et écossais.

Les ombles chevaliers d'eau douce sont les descendants d'individus qui furent faits prisonniers par les dernières glaciations et qui n'ont plus eu accès au milieu marin. En lac, l'omble chevalier apprécie les eaux oxygénées et très froides à fond rocheux ou de graviers. Poisson grégaire, il passe le plus clair de son temps près du fond à des profondeurs de plus de 100 m, à l'exception de la période des grandes éclosions d'insectes, aux mois de mai et de juin. Il monte alors volontiers à la surface, le plus souvent à la tombée de la nuit pour profiter cette manne.

Alimentation et croissance

Les ombles sont carnivores et leur régime est très varié. Les ombles s'alimentent de plancton*, de vers, de crustacés, d'insectes, de mollusques*, de batraciens, d'œufs de poisson et de poissons. La grosseur des aliments augmente généralement avec la taille de l'omble.

En nature, les taux de croissance* de l'omble de fontaine varient énormément, mais ce dernier devient mature entre 2 et 4 ans. En eau douce, la fourchette de température qu'il tolère est entre 0,5 et 22 °C, et les températures de croissance optimales varient entre 7 et 13 °C.

En milieu naturel, les ombles chevaliers mâles atteignent la maturité à 3 ans et les femelles à 6 ans. Espèce d'eau froide, ce poisson affectionne les eaux de 10 °C et moins. Leur espérance de vie varie de 10 à 15 ans.

Cycle biologique

Les populations qui ont accès au milieu marin migrent généralement à partir de l'âge de 2 ans. Ces migrations ne sont pas systématiques. L'omble de fontaine (tant anadrome que d'eau douce) fraye en automne, généralement de septembre à novembre, dans des cours d'eau peu profonds à fond de gravier et, parfois, dans des lacs. La femelle creuse et nettoie un nid (ou frayère) peu profond, dans le gravier d'une rivière, et, selon sa taille, elle pond entre 100 et 5 000 œufs d'un diamètre de 3 à 5 mm. Quand le mâle a répandu sa semence, la femelle recouvre les œufs de gravier. Ils mettront entre 50 et 100 jours avant d'éclore, dépendamment de la température et de la teneur d'oxygène de l'eau. Après l'éclosion qui a lieu durant l'hiver, les jeunes poissons restent dans le gravier jusqu'à ce

que leur sac vitellin se résorbe. Ils émergent normalement du gravier au printemps et mesurent alors de 3 à 4 cm de longueur.

L'omble chevalier existe sous deux formes : une forme migratrice anadrome qui vit dans les mers arctiques et une forme sédentaire habitant les grandes profondeurs de certains lacs. La reproduction se déroule en général au mois de décembre, mais selon le milieu elle peut avoir lieu déjà fin septembre ou parfois très tard dans la saison, jusqu'en janvier. Les ombles quittent alors les grands fonds des lacs ou de la mer et recherchent les gravières des lacs ou des rivières. Les femelles déposent de 3 000 à 4 000 œufs par kilo de poids corporel, aussitôt fécondés par les mâles. Les œufs incubent longtemps, de 3 à 4 mois, en raison de la faible température de l'eau. Dans les eaux pauvres en nourriture des lacs de hautes montagnes, la croissance des jeunes ombles est très lente.

Prédation et autres sources de mortalité

Fréquemment cannibales, les ombles comptent aussi de nombreux prédateurs. Outre l'homme, on compte en effet le martin-pêcheur, le huard, la loutre, le vison, les ours, l'anguille, la perchaude et le brochet maillé. En mer, les phoques et les requins font également plusieurs victimes. Certains parasites*, virus et bactéries peuvent aussi décimer les ombles.

Technique d'élevage

Description générale

Du strict point de vue de la biologie, le grossissement des ombles en eau salée semble prometteur. Les taux de croissance* enregistrés sont nettement supérieurs en eau salée qu'en eau douce. Par ailleurs, les qualités organoleptiques de la chair de la truite arc-en-ciel et du saumon atlantique élevés en eau salée sont généralement plus appréciées par les consommateurs que celles des individus élevés en eau douce. L'omble de fontaine et l'omble chevalier présentent probablement les mêmes caractéristiques.

L'élevage des formes anadromes de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier est permis sur presque tout l'ensemble du territoire québécois. D'ailleurs, la totalité de la zone côtière permet l'élevage de ces deux espèces. La consultation du *Répertoire des zones piscicoles*, accessible par le site Internet du MAPAQ (voir l'adresse Internet dans la section *Où trouver l'information*) est conseillée pour vérifier le zonage piscicole de l'ensemble des espèces de poissons du Québec.

La production de larves* et de juvéniles* à partir de stocks* de géniteurs* est simple. Les salmonidés produisent de gros œufs (3 à 5 mm) et l'alimentation des alevins qui ont déjà 3 ou 4 mm à l'éclosion s'effectue simplement à l'aide d'un aliment granulé commercial. L'apport de nourriture vivante dans les premiers stades de vie n'est pas requis pour les salmonidés, comme c'est le cas pour la majorité des poissons marins. Ces aspects

expliquent en bonne partie pourquoi l'élevage du saumon de l'Atlantique et de la truite arc-en-ciel détient une si large part de la production aquacole mondiale.

La production salmonicole* mondiale s'effectue presque entièrement en cages marines. La supériorité des cages sur les bassins terrestres réside principalement sur des coûts d'immobilisations qui sont plusieurs fois inférieurs. Également, les coûts de production en cages marines sont significativement inférieurs. Finalement, les taux de croissance* en cage de plusieurs espèces de poissons sont plus de deux fois supérieurs aux taux enregistrés en bassin. Tous ces avantages ont bien entendu favorisé l'élevage en cage. Toutefois, le climat québécois complexifie ce type d'élevage.

La présence de glaces mobiles implique l'utilisation de cages submersibles; technique qui, à l'heure actuelle, n'est pas très développée. Elle peut aussi impliquer une importante augmentation des coûts reliés au transport annuel des cages vers la terre ferme, tactique qui, par ailleurs, n'a jamais été appliquée dans le contexte d'une production commerciale. Si les ombles sont laissés dans les cages en hiver, la basse température de l'eau est susceptible d'engendrer de forts taux de mortalités. Par ailleurs, la production de salmonidés en cage marine est de plus en plus critiquée, et ce, partout sur la planète.

Les rejets générés par l'élevage, les conflits d'usage avec les riverains et les pêcheurs, l'interaction avec les populations d'animaux sauvages (transmission de maladies, mélange de gènes, prédation, etc.), pour ne nommer que ces quelques maux, sont tous reprochés, à tort ou à raison, à l'industrie salmonicole* en cage. Le Québec n'échappe pas à ce contexte social et politique peu propice à l'établissement d'élevages de salmonidés en cages marines. Cette technique ne sera donc pas approfondie dans ce guide. Il existe par contre plusieurs publications traitant de l'élevage en cages marines dans les provinces maritimes et dans l'Ouest canadien.

Les salmonidés peuvent être élevés durant toute leur vie en eau douce. D'ailleurs, au Québec, il s'agit de l'approche la plus répandue. Toutefois, un séjour (généralement estival et automnal) en eau salée augmente le taux de croissance* des ombles et permet de réduire substantiellement la durée du cycle d'élevage. L'introduction en eau salée survient généralement pour le grossissement final (ou finition) avant l'abattage. En nature, les ombles anadromes quittent graduellement leur rivière au printemps pour séjourner quelques semaines dans l'estuaire (eau saumâtre), et ensuite passer l'été et l'automne en mer (eau salée).

Cette acclimatation graduelle permet aux mécanismes physiologiques d'osmorégulation* (teneur en eau et en sel de l'organisme) des ombles de s'adapter à un milieu plus concentré en sels. En captivité, le transfert entre l'eau douce et l'eau salée doit s'effectuer en respectant certaines règles, décrites plus loin. À partir du moment où les ombles sont adaptés à l'eau de mer, le grossissement s'effectue de la même façon qu'en eau douce. L'alimentation doit être de qualité, et les repas, fréquents.

Les qualités physico-chimiques (température, oxygène, ammoniacque) sont surveillées de près et les règles de prophylaxies doivent être respectées pour assurer la bonne santé du cheptel*. L'abattage s'effectue normalement tôt en automne, avant la maturation des gonades*, afin d'obtenir une chair ferme. Le contrôle de la photopériode peut cependant décaler le moment propice pour la reproduction ou l'abattage. Il faut tenir compte du fait que les ombles tolèrent plutôt mal les températures hivernales très froides en eau salée. Des systèmes en recirculation*, une prise d'eau douce ou un mélange d'eau saumâtre permettent cependant une plus grande flexibilité sur la période d'abattage. L'élevage en circuit ouvert est assujéti aux froides températures hivernales; le fait de garder les ombles en eau douce ou saumâtre (salinité* de 17 ‰ et moins) tout l'hiver, et ensuite d'augmenter à nouveau la salinité* vers la fin du printemps, a déjà été réalisé avec succès.

Cette méthode avait présenté des taux de survie* satisfaisants. Effectivement, laisser les ombles en eau salée durant l'hiver occasionne des mortalités massives. Cette stratégie de production peut permettre au producteur d'atteindre une autre taille, ciblée par le marché (généralement le filet de poisson frais). Mais avant de procéder ainsi, le producteur doit être en mesure d'évaluer si le revenu supplémentaire généré par l'extension du cycle est suffisant pour absorber l'augmentation des coûts de production.

La durée du cycle de production complet (de l'œuf à l'abattage) dépend en premier lieu du produit visé par le producteur. Pour de la truite, portion de 300-450 g, le cycle peut s'effectuer en aussi peu qu'une année si l'élevage est effectué dans un système en recirculation* qui permet de maintenir les ombles à une température optimale. Avec une souche performante et un système d'élevage offrant des conditions optimales, un producteur qui se consacre au marché du filet de 450 g (1 lb) peut espérer faire atteindre à ses ombles la taille requise (environ 1,8 kg ou 4 lb) en 2 ou 3 ans à partir de l'éclosion des alevins. Les poissons 1+* sont alors introduits en eau salée au printemps. Cette projection s'appuie sur de récentes performances de croissance prometteuses mais qui, il faut le souligner, ont été réalisées à petite échelle. Le producteur doit mettre de côté ces projections optimistes s'il effectue son élevage avec des températures naturelles. Effectivement, les températures froides de la saison hivernale ralentissent beaucoup la croissance des ombles, en particulier celle de l'omble de fontaine.

Si l'éleveur produit ses propres alevins et qu'il contrôle la photopériode, les tâches reliées aux géniteurs* et à l'écloserie* débutent quand il le juge opportun, selon son plan de production. De façon générale, la technique d'élevage variera fondamentalement selon que le cycle de production sera complet (on pratique l'élevage de l'éclosion à la vente ferme du produit) ou partiel (on achète des juvéniles* et on les élève jusqu'au moment de la vente).

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE D'OMBLES EN EAU SALÉE AU QUÉBEC

L'information présentée ici consiste principalement en un résumé des fascicules du guide *Élevage des salmonidés* produits par le MAPAQ. La consultation du guide est fortement conseillée aux promoteurs qui s'intéressent particulièrement à l'élevage des ombles.

1) Approvisionnement des géniteurs* et conditionnement

En utilisant des souches de géniteurs* anadromes, l'éleveur augmente les chances que l'acclimatation des poissons à l'eau de mer s'effectue avec un taux de mortalité minimum. Par ailleurs, les souches anadromes démontrent des taux de croissance* supérieurs. En nature, les tailles atteintes par les ombles de souche anadrome dépassent de beaucoup celles des sujets d'eau douce. Ce phénomène s'explique par le fait que les migrations trophiques (pour raison d'alimentation) activeraient l'hormone de croissance et retarderaient la maturation sexuelle des individus. L'omble chevalier anadrome se reproduit pour la première fois entre l'âge de 4 et 10 ans, tandis que les populations sédentaires d'eau douce peuvent se reproduire dès l'âge de 2 ans. En outre, ces ombles qui vivent en eau de mer pendant la saison estivale, donc en milieu plus froid, résistent mieux aux maladies qui affectent la rentabilité des élevages en eau douce. Idéalement, l'éleveur devrait se tourner vers ces souches de géniteurs* performants. Leur domestication (individus nés en captivité) permet une certaine assurance que la croissance sera satisfaisante. Il est également possible de se procurer des individus possédant une certification sanitaire qui garantit qu'ils sont sans maladie. Les certifications fédérales et provinciales sont nécessaires si l'éleveur veut s'assurer que toutes les maladies répertoriées sont vérifiées.

Normalement, les ombles se reproduisent en automne. Toutefois, le conditionnement photopériodique et la température de l'eau peuvent influencer de plusieurs mois le moment de la reproduction. L'âge des géniteurs* est un facteur à considérer. Bien qu'il soit généralement prêt dès l'année 1+* (même à l'an 0+* dans le cas des individus précoces, généralement des mâles), les géniteurs* produiront généralement leur meilleur frai (en quantité et en qualité) entre l'âge de 2 et 5 ans. Les géniteurs* âgés génèrent une plus grande proportion d'alevins infirmes ou peu performants (faible croissance, mortalité élevée, etc.).

Il est primordial que les géniteurs* soient en excellent état de santé pour espérer obtenir des juvéniles* de bonne qualité. Dans les bassins, une faible biomasse de 15 à 22 kg/m³, une température fraîche (qui ne dépasse pas les 10 °C pour l'omble de fontaine et 7 °C pour l'omble chevalier) et une alimentation riche en protéines (45 à 49 %) favorisent la production de produits sexuels de qualité. Durant la maturation des gonades*, la ration alimentaire* diminuera progressivement jusqu'à 25 % de ce que conseillent les chartes* des aliments commerciaux. Un jeûne complet est conseillé de 2 à 4 semaines avant la reproduction. En général, les ombles cesseront de s'alimenter environ un mois avant d'être prêts pour la reproduction. Il est généralement de mise de séparer les mâles des

femelles qui vont participer à la reproduction. Cette mesure diminue la fréquence des combats entre les mâles et facilite la vérification de la maturité des œufs des femelles. Idéalement, une simple barrière séparera les deux sexes, car les phéromones dégagées par les poissons du sexe opposé stimulent l'ovulation et la libération de la laitance (sperme). Le dimorphisme sexuel chez les ombles à l'approche de la période de reproduction est relativement aisé à observer. Les mâles ont souvent un léger crochet qui se développe sur la mandibule inférieure et leur dos se bombe, ce qui leur confère un profil aplati. Au contraire, les femelles ont plutôt tendance à élargir sur les flancs et leur orifice urogénital devient proéminent.

Les mâles sont prêts pour la reproduction avant les femelles. L'éleveur doit effectuer des tests de fécondité pour connaître le moment le plus propice pour la reproduction. À partir du moment où une simple pression sur les côtés de l'abdomen des mâles permet d'évacuer de la laitance blanche et crémeuse, les femelles doivent être vérifiées toutes les semaines. Un orifice urogénital rouge et protubérant ainsi qu'une masse, non compacte, d'œufs libres dans la cavité abdominale signifient qu'elles sont prêtes. Les femelles qui montrent de tels signes ont avantage à être isolées dans un autre bassin pour éviter qu'elle ne soient manipulées à nouveau inutilement. La reproduction peut s'effectuer avec succès sur une période de 8-10 jours après l'ovulation, cependant la fertilité diminue radicalement après ce délai. La période de fertilité des mâles est beaucoup plus longue et ne pose généralement pas de problème.

L'acte de reproduction en pisciculture* commence par l'extraction des produits sexuels. Cette activité doit se dérouler dans un milieu ombragé, les œufs ne tolèrent pas la lumière intense. Selon la taille des géniteurs* et l'expérience du personnel, il peut être judicieux d'anesthésier les poissons. Le MS-22 est le produit le plus couramment utilisé à cette fin en Amérique du Nord. Une autre substance anesthésiante, l'Eugénol, est de plus en plus populaire chez les éleveurs. Produit actif de l'huile de clou de girofle, l'Eugénol est offert en vente libre et demande moins de précautions que les autres anesthésiants lors des manipulations. Un bassin d'anesthésie indépendant équipé d'un système d'oxygénation d'appoint permet d'anesthésier un petit nombre de poissons à la fois et il évite que les individus frayés vers la fin de l'activité n'aient passé inutilement trop de temps dans ces conditions stressantes.

Le scénario classique consiste généralement à expulser les œufs de 2 ou 3 femelles et d'y ajouter le sperme d'un mâle. Les œufs et le sperme sont mélangés ensemble immédiatement et avec délicatesse à l'aide des mains ou d'une plume d'oiseau. Ensuite, les œufs de 1 ou 2 autres femelles et le sperme d'un autre mâle sont ajoutés dans le récipient. Un mélange est à nouveau effectué et les œufs et le sperme sont laissés à sec de 2 à 4 minutes. Il faut toujours utiliser le sperme de plus d'un mâle sur un lot d'œufs afin d'augmenter les chances de fécondité. Une pression répétée sur le flanc des animaux (la technique est différente s'il s'agit d'un mâle ou d'une femelle) permet l'extraction des œufs et du sperme. Éponger l'abdomen des poissons avant l'extraction est fortement

recommandé pour éviter que de l'eau et de l'anesthésiant n'entrent en contact avec les produits sexuels.

Pour terminer le processus de fécondation, de l'eau d'une température identique à celle du bassin des géniteurs* est ajoutée doucement jusqu'à ce que les œufs soient recouverts. Après quelques minutes d'attente, les œufs sont rincés à fond pour éliminer les impuretés (sperme excédent, fèces, traces de sang, œufs morts, etc.). Ensuite, les œufs sont placés dans un contenant légèrement irrigué pour la période de durcissement. Les œufs ne doivent alors absolument pas être en mouvement. Durant le durcissement, qui dure de 1 à 2 heures, l'œuf se remplit d'eau et devient dur et sphérique.

Après le durcissement, l'éleveur profite d'une période de 36 à 48 heures durant laquelle les œufs (verts) peuvent être manipulés sans problème. L'éleveur va éliminer les œufs morts et compter les œufs en santé. Plusieurs méthodes permettent de dénombrer assez justement et rapidement les œufs qui seront placés dans les incubateurs (voir le guide du MAPAQ). La désinfection des œufs, avant de les placer en incubation*, est conseillée pour empêcher la propagation de certaines maladies à transmission verticale*). Cette précaution n'éliminera que les agents infectieux qui sont présents sur la surface de la coquille de l'œuf. Plusieurs maladies graves présentes dans l'œuf ne pourront être traitées de la sorte.

2) Écloserie* et nursery

Plusieurs dispositifs d'incubation* s'offrent à l'éleveur, leurs caractéristiques sont décrites dans le guide du MAPAQ. La température de l'eau est déterminante sur la durée de l'incubation* des œufs d'ombles. Des températures de 7-8 °C pour les œufs de l'omble de fontaine permettent d'obtenir les meilleurs taux de survie*, mais les œufs tolèrent une fourchette thermique qui varie entre 0 et 13 °C. Les œufs de l'omble chevalier ont de bons taux de survie* entre 3 et 8,5 °C, mais des températures entre 0,5 et 10 °C sont aussi acceptables. L'oxygène joue également un rôle important dans le succès de l'éclosion. Un débit d'eau approprié permet le renouvellement fréquent du milieu ambiant (élimination des déchets métaboliques) et assure une saturation en oxygène indispensable aux œufs. L'éleveur doit maintenir les œufs dans l'obscurité tout comme les alevins qui n'ont pas encore atteint le stade de la première alimentation. L'observation quotidienne des œufs et la vérification des qualités physico-chimiques de l'eau doivent être appliquées sans faute. À l'aide d'un siphon ou d'une pipette, les œufs morts doivent être retirés sans délai, sous peine que les champignons qui vont se développer n'affectent également les œufs sains.

À l'éclosion, les alevins sont vésiculés et demeurent au fond du bassin. Dotés de cette réserve vitelline, ils ne requièrent aucune alimentation durant 2 à 6 semaines, selon la température de l'eau. Après la résorption de leur vésicule, les alevins deviennent plus actifs. Ils montent à la surface de l'eau pour remplir leur vessie natatoire et pour s'alimenter. Dès que 50 % du cheptel* démontre un tel comportement, l'éleveur doit commencer à distribuer un aliment spécialement formulé pour les alevins. Trop tarder la

première alimentation fait perdre aux alevins l'instinct de se nourrir et la mort s'ensuit. Une autre stratégie pour déterminer le moment le plus propice pour la première alimentation consiste à déterminer le pourcentage de développement des œufs et des alevins en fonction de la température. L'alimentation est débutée lorsque le cumulatif du pourcentage de développement journalier atteint 150 %. Cette stratégie diminuerait les pertes chez les poissons qui ne démontrent pas le comportement de nage à la surface. Des chartes de développement existent notamment pour l'omble de fontaine. Les repas distribués aux alevins sont fréquents (idéalement aux heures) et en petite quantité. La présence d'un distributeur automatique ne dispense pas l'éleveur de vérifier souvent si les alevins s'alimentent bien. Une température de 8 à 12 °C facilite la première alimentation en activant le métabolisme et en facilitant la digestion. Le nettoyage des bassins d'alevinage doit être fréquent, car les alevins sont particulièrement sensibles à la qualité de l'eau. Leurs branchies sont facilement affectées par la présence de particules en suspension.

Les ombles sont considérés comme étant des juvéniles* quand ils atteignent 5 cm pour un poids d'environ 1,5 g. Le choix du bassin approprié dépend de plusieurs facteurs inhérents au type de bassin, mais également de la situation de l'élevage dont la disponibilité en eau du site, la capacité d'entretien, la stratégie d'élevage, etc. (voir le guide du MAPAQ). Les biomasses ou charges à admettre dans les bassins varient selon plusieurs critères dont le poids des poissons, le débit disponible, la température de l'eau, etc. L'utilisation d'un système en recirculation* (voir p. 20) à ce stade peut être grandement avantageuse si la technique est bien maîtrisée.

3) Transfert en eau salée et grossissement

L'éleveur qui opte pour un grossissement final en eau salée de l'omble de fontaine ou de l'omble chevalier doit être conscient qu'il s'agit d'une stratégie moins documentée que le grossissement en eau salée du saumon ou de la truite arc-en-ciel. Il s'agit tout de même d'une stratégie qui a fait l'objet de plusieurs études, dont certaines ont été effectuées ici même au Québec.

Les principes qui déterminent le succès d'un transfert entre l'eau douce et l'eau salée sont assez nombreux :

- a) Une période d'acclimatation effectuée en augmentant graduellement la salinité* de 5 à 10 ‰ par semaine permet généralement d'éviter d'importantes mortalités. Le poids du poisson règle la vitesse de transfert. Un poisson de 50 g requiert une période d'adaptation plus longue qu'un autre plus lourd. Le transfert graduel est probablement la technique et l'aspect à privilégier pour maintenir un taux de survie* optimum. Les sites qui présentent une prise d'eau douce et une prise d'eau salée sont à favoriser.
- b) Le moment choisi pour le transfert est important. Les ombles présentent une disposition naturelle pour s'acclimater durant le printemps. Un transfert direct (sans

acclimatation) au milieu de l'été est hasardeux et peut occasionner un haut pourcentage de mortalités.

- c) Une température d'eau inférieure à 14 °C facilite le transfert, il faut toutefois éviter une température très froide (inférieure à 5 °C).
- d) Quand les poissons ont un poids de 100 g et plus et qu'ils présentent un bon état de santé, le transfert s'effectue généralement assez bien si les autres conditions sont respectées. Un poisson de bonne taille, sain et sans lésions cutanées sera plus en mesure de subir l'inévitable phase transitoire de déséquilibre osmotique.
- e) À poids semblable, des poissons immatures s'adapteront plus facilement.
- f) Comme pour toutes les manipulations qui occasionnent un stress au poisson, une période de jeûne de plusieurs jours est recommandée avant le transfert.
- g) Un transport long et difficile peut compromettre la survie des poissons. La somme de plusieurs stress sur une période donnée occasionne inévitablement une certaine mortalité. L'éleveur doit tout faire en son pouvoir pour diminuer et étaler dans le temps les stress imposés aux poissons.
- h) Certaines études ont porté sur le transfert direct entre l'eau douce et l'eau salée d'ombles de fontaine. Une alimentation contenant un certain pourcentage de sel et distribuée de 4 à 6 semaines avant un transfert direct permet de conserver un taux de survie* satisfaisant. Une augmentation du sel dans l'organisme des ombles par le biais de l'alimentation déclenche les mécanismes physiologiques qui leur permettent d'atteindre l'équilibre osmotique. Ce conditionnement prétransfert est une mesure à envisager si l'éleveur ne peut acclimater graduellement les ombles à l'eau salée.

Quand la période de transfert est réussie, le grossissement des ombles en eau salée est semblable à celui qui aurait été effectué en eau douce. Pour satisfaire l'appétit des ombles en eau salée, les tables d'alimentation* recommandent des rations souvent beaucoup plus généreuses. La surveillance des paramètres physico-chimiques est d'autant plus importante que le métabolisme élevé des ombles entraîne une consommation accrue de l'oxygène disponible. En situation où l'eau est réutilisée, il faut également surveiller les taux d'ammoniaques. Occasionné par des taux de croissance* élevés, le classement des poissons est souvent plus fréquent qu'en eau douce.

4) Affinage, abattage et transformation

Quand les ombles sont parvenus à un poids commercialisable, on les laisse jeûner durant 5 à 7 jours (selon la température de l'eau), afin de raffermir leur chair et de permettre un maximum d'évacuation des matières digérées des viscères. Avant de procéder à l'abattage, on transfère les ombles dans des bacs d'engourdissement (de l'eau avec une forte salinité*, de la glace et du CO₂), ce qui permet de les calmer et de faciliter leur manipulation. On peut alors procéder à l'abattage et à l'éviscération. Pour leur transport,

on les transfère dans des bacs isothermes refroidis avec de la glace pour maintenir une température constante de conservation.

Fond de terre, bâtiments, structures d'élevage et équipements

Les structures d'élevage en milieu terrestre sont relativement complexes. Elles rendent ce type d'élevage assez coûteux en immobilisations. Par contre, comparativement aux structures en mer, cette technique permet d'optimiser la production par un contrôle accru des conditions d'élevage, surtout si les prises d'eau permettent un certain ajustement de la température. L'élevage en recirculation* favorise encore plus le contrôle des paramètres physico-chimiques de l'élevage (voir p. 20). Pour toutes les espèces de poissons marins considérées pour une production maricole, une analyse financière devrait être menée avant de s'engager dans ce type d'activité. Voici un exemple des besoins en infrastructures d'élevage pour l'élevage des ombles :

- fond de terre situé près de la mer, avec un chemin d'accès;
- bâtiments (bâtiment principal pour l'élevage, bureau, laboratoire, entrepôt pour le matériel divers);
- véhicules de transport;
- incubateurs (pour les œufs);
- auges* (pour les poissons au stade larvaire/juvénile*);
- bassins rectangulaires (« raceway »);
- nourrisseurs* (équipement permettant la distribution automatique de nourriture);
- prise d'eau de mer et prise d'eau douce;
- système de pompage de l'eau et de distribution de l'eau (plomberie spécifique);
- étang de sédimentation pour le traitement des eaux usées*;
- château d'eau de mer, en cas de panne de la pompe;
- colonnes de dégazage de l'eau;
- système d'oxygénation de l'eau;
- équipement de refroidissement de l'eau;
- pompe à chaleur;
- filtres;
- laveuse à pression;
- système de gestion électronique;
- système d'alarme;
- génératrice;
- machine à produire de la moulée (optionnel);
- dômes, bâches ou cellules photopériodiques (contrôle de la photopériode)
- équipements divers (balance, réfrigérateur, oxymètre, thermomètre, salinomètre, etc.);
- matériel de laboratoire et de bureau (béchers, cylindres gradués, pipettes de transfert, ordinateur, etc.);
- équipement pour transformer et emballer le produit fini (optionnel);
- etc.

Problèmes possibles

- Les données disponibles sur l'élevage en bassin en eau salée de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier sont assez limitées. Les coûts de production et les taux de croissance* précis restent à être déterminés. Par le fait même, la taille à l'abattage qui permettra à un éleveur d'être rentable est inconnue. La stratégie optimale (circuit ouvert* ou fermé*) et l'espèce à privilégier sont également à explorer.
- Les ombles sont sensibles à l'ensemble des nombreuses maladies qui peuvent affecter les salmonidés. L'éleveur prudent aura tout avantage à s'approvisionner en géniteurs* ou en juvéniles* auprès d'entreprises qui possèdent une certification « sans maladie », fédérale de préférence car la certification provinciale n'inclut pas les virus. La présence de pathogènes* peut gravement affecter la croissance et la survie du cheptel*. Heureusement, des traitements efficaces existent pour la plupart des maux qui affectent les ombles. Des traitements préventifs, une prophylaxie adéquate et une quarantaine systématique pour les nouveaux arrivants diminuent également les risques associés aux pathogènes*.

Commercialisation

Note : La section qui suit s'inspire principalement du document Étude de marché sur l'omble de fontaine élevé en cage marine soumis par Opportunité Marketing Inc. et commandé par le Centre spécialisé des pêches. Cette étude s'appuie sur des entrevues avec des consommateurs de produits marins et des commerçants du domaine de l'alimentation.

Au Québec, le saumon de l'Atlantique et la truite arc-en-ciel de mer (cette dernière étant connue sous le nom de « truite saumonée » sur les tablettes), tous deux élevés en eau salée, occupent la quasi-totalité du marché concernant les ventes de salmonidés. Bien que ces deux produits soient familiers aux consommateurs québécois, ces derniers connaissent toutefois beaucoup moins l'omble de fontaine, et encore moins l'omble chevalier. La faible disponibilité de ces produits explique cette méconnaissance.

La production québécoise de truites est limitée et représente environ 18 % de la consommation globale du Québec. Le marché est donc largement occupé par les produits de l'extérieur. En particulier, les importations de filets en provenance du Chili accaparent une part importante de l'approvisionnement du Québec.

À l'échelle mondiale, l'élevage des salmonidés progresse rapidement depuis le début des années 1980. Au Québec toutefois, cette production tend à diminuer. Les exigences environnementales qui limitent souvent la production des pisciculteurs (et donc la capacité à répondre à la demande des marchés d'alimentation de grandes surfaces), et la

concurrence extérieure (qui exerce une pression sur les prix) expliquent en bonne partie cette situation de décroissance.

La production aquicole québécoise de la truite de table est orientée vers la truite arc-en-ciel qui domine largement la production avec 713 t en 2001, soit 81 % du total. En ce qui concerne l'omble de fontaine et l'omble chevalier, leur part de la production est respectivement de 14,2 et de 4,6 %. La production commerciale s'effectue à 100 % en eau douce.

De plus en plus, le consommateur québécois préfère de loin la truite présentée en filets frais. C'est sous cette forme que 70 % de la truite est vendue. L'importance grandissante des filets de poisson n'est pas unique au Québec et on peut citer en exemple les États-Unis où la consommation du filet de saumon a connu une croissance remarquable. Entre 1995 et 2001, les importations de filets sont passées de 70 000 à 282 000 tonnes, soit une augmentation de 302 %. Dans le marché de la truite saumonée, la mode est au gros filet qui se vend en portion de 450 à 900 g (1 à 2 lb) en moyenne et qui, par son épaisseur, permet de conserver une tendreté lors de la cuisson. Dans les restaurants, le filet est servi en portion de 225 g (8 oz) en moyenne avec une variation de 170 à 285 g (6 à 10 oz). En tenant compte d'un taux de perte moyen en poids de 45 % pour transformer une truite entière en filet, l'éleveur qui oriente sa production vers le filet de 1 lb devra donc être en mesure de produire des ombles d'un poids moyen de 1,6-1,8 kg (3,5-4 lb). Selon les connaissances actuelles, un tel poids ne peut être atteint avant que les ombles ne soient âgés de 3 ou 4 ans.

Bien que l'omble de fontaine du Québec profite d'un *a priori* favorable chez ceux qui la connaissent, l'opinion des gens pour l'omble de fontaine provenant d'eau salée n'est pas plus haute que pour le poisson d'eau douce qui se trouve dans nos rivières et nos lacs. Ils n'ont aucun repère valable pour porter un jugement, car la majorité d'entre eux ne connaissent pas l'omble d'eau salée. Pour les commerçants, une stratégie de promotion nationale qui inclurait un festival et des dégustations dans les supermarchés représente un élément essentiel pour sensibiliser les consommateurs au produit.

Les autres aspects qui sont ressortis de l'enquête concernent le produit lui-même. Idéalement, le filet doit être d'une belle couleur rouge, car ceci est perçu par certains clients comme un gage de fraîcheur. Pour accentuer la couleur orangé de la chair de ses ombles, l'éleveur peut distribuer un aliment contenant une teneur plus élevée en pigments naturels dans les dernières semaines avant l'abattage. Le coût de ces aliments de finition est cependant plus élevé que celui de l'aliment de grossissement régulier. Un autre aspect concerne le goût du poisson qui idéalement doit être constant d'une fois à l'autre. Si le goût varie trop, les clients se posent des questions ou pensent que le produit n'est pas frais. Uniformiser les procédures de grossissement, d'abattage et de conservation d'une production à l'autre assure le maintien de la qualité.

Si on tient pour acquis que l'apport nutritif de l'omble d'élevage se compare à celui du saumon, son apport en acides gras Omega-3 serait très bénéfique pour la santé humaine. Les aliments nutraceutiques sont à la mode, il s'agit d'un avantage des ombles sur plusieurs poissons marins.

Il est difficile de prédire comment le consommateur réagira devant un omble élevé en eau salée. Pour le moment, l'omble d'eau salée ne profite d'aucun avantage assuré sur l'omble d'eau douce.

Si le produit connaît un franc succès, il est possible qu'un géant de l'aquaculture de salmonidés en cage (Chili, Norvège, etc.) s'en empare et soit en mesure de produire un produit semblable à des coûts très inférieurs. Toutefois, le développement d'un label distinctif de qualité québécoise peut contrer les avantages d'une production de masse. Il faudra quand même que le produit québécois offre une qualité supérieure aux produits d'importation. Par exemple, l'agneau du Québec est un produit recherché qui se démarque bien de l'agneau de la Nouvelle-Zélande.

Fiche technique 7 : LE FLÉTAN DE L'ATLANTIQUE

Hippoglossus hippoglossus

* : se référer au glossaire

Biologie

Description physique

Le flétan de l'Atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*) est le plus gros des poissons plats, atteignant une longueur de 2,5 m et un poids de plus de 300 kg. Il appartient à la famille des pleuronectes, dont les individus ont habituellement les yeux du côté droit du corps, le côté gauche étant complètement aveugle. C'est un poisson fortement comprimé (aplati d'un côté à l'autre), qui nage le côté gauche face au fond et le côté droit, ou côté oculaire, tourné vers la surface. Le flétan n'est coloré que de ce côté et sa teinte varie du brun verdâtre au marron très foncé. Le côté aveugle est habituellement blanc chez les jeunes, mais devient tacheté de gris ou même de rouge cerise chez les spécimens plus âgés et plus gros. La bouche, très grande, s'étend jusque vis-à-vis du milieu des yeux et est pourvue de nombreuses dents incurvées et bien affilées. Outre sa taille, le flétan de l'Atlantique se distingue de la plupart des autres poissons plats par sa queue concave. La seule autre espèce de l'Atlantique nord-ouest, pourvue de cette caractéristique, est le flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*); cependant, la ligne latérale de ce dernier est plus droite, sa bouche plus grande et ses dents plus puissantes. Le flétan de l'Atlantique est une espèce qui présente un dimorphisme sexuel. Les femelles sont plus grosses que les mâles.



Flétan de l'Atlantique (*Hippoglossus hippoglossus*)

Distribution géographique et habitat

Le long de la côte est de l'Amérique du Nord, on trouve le flétan de l'Atlantique depuis la Virginie et le New Jersey jusqu'à la hauteur de la baie Disko et du Groenland, soit plusieurs degrés à l'intérieur du cercle arctique. On a observé peu de spécimens à ces latitudes extrêmes, et il ne s'agit probablement que de quelques individus égarés. La

plupart des flétans vivent à l'intérieur de ces limites, avec des concentrations dignes de mention le long du banc de Georges, du banc de l'île de Sable, du banc Banquereau, du Grand banc, du Bonnet flamand et de l'île d'Anticosti. On trouve des concentrations côtières à la hauteur de l'île Cap-de-Sable (N.-É.), autour de l'île Grand-Manan, située à l'entrée de la baie de Fundy, et même dans le bassin des Mines, au fond de cette même baie. Dans l'Atlantique nord-est, on peut observer le flétan du golfe de Gascogne, au sud, jusque dans les eaux du Spitzberg, de l'île de l'Ours et de la mer de Barents, au nord. Dans les limites de ces eaux, les plus grands bancs de flétan se trouvent près des îles Feroe, vis-à-vis de la côte sud-ouest de l'Islande et dans les eaux froides de la Norvège.

Les observations menées dans le nord-ouest de l'Atlantique indiquent que le flétan passe les mois d'hiver en eaux profondes et qu'il migre dans des eaux moins profondes durant l'été. Les études réalisées au cours des années 50, près de l'île d'Anticosti dans le golfe du Saint-Laurent et au large du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, ont montré qu'il y avait plus de spécimens en eaux profondes durant l'hiver et que leur nombre augmentait dans les eaux moins profondes en été. C'est un poisson capable de couvrir de grandes distances : des déplacements de 800 km ont fréquemment été enregistrés. Toute l'année, des deux côtés de l'Atlantique, le flétan préfère les secteurs dont le fond relativement dur est fait de roches, de sable, d'argile ou de gravier. On a trouvé des spécimens dans des eaux de température inférieure à 1 °C et dans d'autres pouvant atteindre 15 °C, mais ils semblent préférer les températures variant entre 3 et 9 °C.

Cycle biologique

Le flétan fraie entre février et mai dans des eaux dont la profondeur varie entre 700 et 1000 m, sur un fond composé d'argile ou de boue molle. Ces caractéristiques se retrouvent habituellement dans les secteurs profonds bordant les bancs et le talus continental ainsi que dans certains fjords. Les femelles matures de grande taille peuvent pondre plusieurs millions d'œufs durant la saison du frai. Il n'existe pas beaucoup d'études sur la fécondité du flétan (production d'œufs), mais on rapporte le cas d'une femelle de 91 kg contenant plus de 2 millions d'œufs. Ces derniers, lorsqu'ils ne sont pas fécondés, ont un diamètre de 3 à 4 mm. Ils sont de couleur rose et contiennent un vitellus* incolore. Une fois fécondés, les œufs grossissent quelque peu, mais conservent la même apparence générale. On n'a pas encore observé en détail le comportement du flétan au temps du frai. Les œufs fécondés et en croissance flottent librement dans la colonne d'eau; on les trouve le plus souvent à des profondeurs de 300 à 400 m, bien qu'on en ait cueilli dans aussi peu que 50 m d'eau et jusqu'à des profondeurs de 700 m.

Les œufs éclosent en 16 jours environ (à une température d'incubation* de 6 °C), donnant naissance à une larve* mesurant de 6 à 7 mm de longueur. Au fur et à mesure que les larves* croissent, elles semblent se diriger vers les côtes. Au moment de l'éclosion, la larve* est pourvue d'un très gros sac vitellin qui lui sert de source de nourriture jusqu'à ce qu'elle commence à se nourrir d'elle-même. Durant cette période, la

larve* n'a pas de couleur. Les yeux sont les premiers à devenir pigmentés, et cela se produit lorsqu'elle atteint environ 10 mm. Selon la température de l'eau, la bouche ne commence à s'ouvrir que deux ou trois semaines après l'éclosion et elle ne devient fonctionnelle qu'environ une semaine plus tard. Par conséquent, la larve* du flétan ne peut se nourrir avant 4 ou 5 semaines. Durant cette période, sa seule source de nourriture est le vitellus*. Après ce premier stade de croissance, la larve* commence à se nourrir de petits organismes planctoniques.

Jusqu'à ce qu'elle atteigne une longueur de 16 à 20 mm, la larve* du flétan ressemble assez aux larves* de la plupart des autres poissons marins, c'est-à-dire qu'elle nage le ventre face au fond; elle a un œil de chaque côté de la tête. C'est à ce stade, cependant, que l'œil gauche commence à se déplacer vers le côté droit, en passant par le sommet de la tête. La migration de l'œil se poursuit jusqu'à ce qu'il se trouve complètement du côté droit, au moment où la larve* mesure environ 44 mm. Durant cette période, la pigmentation s'intensifie et se limite de plus en plus au côté droit du corps. Lorsque les jeunes atteignent une longueur de 50 mm ou plus, ils semblent vouloir vivre sur le fond, comme les poissons adultes, nageant avec le côté aveugle et incolore face au fond, et le côté oculaire coloré, tourné vers la surface. Après s'être adaptés au fond, ils commencent à se déplacer lentement des eaux peu profondes de bancs aux eaux plus profondes du talus continental ou des fjords.

Dans les eaux canadiennes, la femelle atteint la maturité entre 70 et 115 cm, et le mâle, entre 66 et 100 cm. Ces longueurs correspondent à un âge d'environ 10 à 12 ans pour les femelles et de 7 à 11 ans pour les mâles.

Alimentation et croissance

À partir du moment où il s'établit sur le fond marin jusqu'à celui où il atteint la maturité sexuelle, le flétan passe d'une longueur de moins de 10 cm à environ 1 m. Durant cette période de croissance relativement rapide, il traverse plusieurs phases d'alimentation distinctes. Jusqu'à 30 cm, il se nourrit presque exclusivement de vers et de crustacés. Par la suite, et jusqu'à environ 80 cm, son régime se compose d'un mélange d'invertébrés et de poisson. Le flétan, d'une taille supérieure à 80 cm, se nourrit presque exclusivement d'autres poissons, notamment de sébaste, de morue, d'aiglefin et de poule de mer. Le type de poisson consommé varie probablement selon les saisons, étant donné qu'il habite des profondeurs différentes selon l'époque de l'année.

Prédation et autres sources de pertes

En milieu naturel, les jeunes flétans qui viennent d'éclore sont naturellement la proie de nombreux prédateurs. Les premières semaines de vie sont critiques pour toutes les espèces de poissons marins, les pourcentages de survie sont généralement faibles. En vieillissant, le principal prédateur du flétan est sans nul doute l'homme. En Amérique du

Nord, la pêche commerciale au flétan existe depuis le début du 19^e siècle. Depuis 1910, les prises de flétan des pêches canadiennes atteignent une moyenne d'environ 2 000 t par année. Les flétans sont également susceptibles de contracter certaines maladies virales ou bactériologiques, et ils sont les hôtes de plusieurs types de parasites*.

Technique d'élevage

Description générale

Ce poisson d'eau fraîche (7-11 °C) est capable d'un excellent taux de croissance* en élevage et il semble moins sensible aux maladies que le saumon. Peu actif, il transforme très efficacement la nourriture pour sa croissance et il consomme moins d'oxygène que les poissons ronds (morues, salmonidés, etc.). En outre, le flétan supporte de fortes densités d'élevage (15-60 kg/m²), les poissons se disposant en plusieurs couches superposées. L'intérêt porté au flétan tient aussi à plusieurs autres facteurs : la présence d'une demande soutenue pour un poisson déjà connu et apprécié par les consommateurs, la faiblesse des débarquements, le prix élevé que ce poisson obtient sur les marchés et la maîtrise biotechnique des différents stades de l'élevage. Soumises à une forte pression de pêche, les prises de flétan dans le golfe du Saint-Laurent ont fortement chuté. En outre, il semble que, pour le moment, les poissons marins d'élevage bénéficient d'un *a priori* positif chez les consommateurs, ce qui n'est pas le cas du saumon notamment.

À ces divers avantages s'ajoute la présence d'écloseries* qui ont pour fonction de fournir, avec régularité, un volume suffisant de juvéniles* permettant d'alimenter les opérateurs de sites de grossissement. L'existence d'aliments commerciaux et de chartes d'alimentation* conçus spécifiquement pour le flétan constitue une reconnaissance du potentiel de cette espèce pour l'élevage. Tant au Canada qu'en Europe, les centres de recherche qui développent des programmes de travail, axés sur les différents aspects de l'élevage du flétan, sont de plus en plus nombreux. La plupart des opérateurs de sites de grossissement travaillent en mer, en profitant des infrastructures existant pour le saumon et en utilisant des cages marines standards, modifiées pour le flétan. Cependant, il existe également quelques installations pour le grossissement de juvéniles* en bassins terrestres et des unités d'élevage commerciales en recirculation*.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE DE FLÉTAN DE L'ATLANTIQUE AU QUÉBEC

1) Approvisionnement des géniteurs* et leur conditionnement

Les flétans géniteurs* proviennent de stocks* sauvages ou sont issus d'élevage depuis quelques générations seulement. Lorsqu'il va se procurer un lot de flétans (œufs, juvéniles* ou géniteurs*), l'éleveur aura avantage à connaître le lieu d'origine de la lignée et le nombre de générations qui se sont succédé depuis la domestication des premiers individus. Les géniteurs* peuvent constituer des réservoirs de maladies

transmises verticalement par les œufs. Pour ces raisons, l'industrie réclame le développement d'outils de gestion des géniteurs* basés sur la génétique, des souches domestiquées et sans maladie, ainsi que des techniques de production de juvéniles* monosexes femelles. Des travaux sont actuellement menés en ce sens par les chercheurs de la Station biologique de St. Andrews (MPO) au Nouveau-Brunswick, en collaboration avec les écloséries* commerciales canadiennes.

Les géniteurs* peuvent être maintenus en captivité de 10 à 20 ans et ils sont frayés au moins une fois par an. Les géniteurs* sont conservés dans des bassins circulaires (3,5-15 m de diamètre, 1-2 m de profondeur, salinité* à 34 ‰, photopériode contrôlée) à des températures inférieures à 8 °C pendant la maturation des gonades* et la ponte*. Les poissons sont maintenus à une densité de 11 kg/m³ avec un sexe ratio de 1-2 mâles par femelle. Ils peuvent être gardés dans des systèmes d'élevage en eau recirculée et réfrigérée sans effet néfaste sur la fécondité et la viabilité des œufs. En Norvège, des géniteurs* de 9 ans sont maintenus en bassins ronds de 11 m de diamètre, et un arrêt de l'alimentation est constaté quand le bassin est plus petit.

Les géniteurs* préfèrent une alimentation composée de poisson frais (hareng) entier. Le poisson est supplémenté de vitamines. Des aliments commerciaux sous forme de granulés, spécialement formulés pour les géniteurs*, sont en cours de développement.

En nature, les femelles atteignent la maturité sexuelle à l'âge de 12-13 ans. Des travaux réalisés sur le stock* de flétan de la côte atlantique canadienne indiquent que 50 % des poissons atteignent la maturité sexuelle à environ 115 cm chez les femelles et 75 cm chez les mâles. En élevage, la taille et l'âge de la maturité sexuelle sont moindres : 4-5 ans pour les mâles (55 cm, 2-5 kg) et 7 ans pour les femelles (109 cm, 7-17 kg). Il faut 2 ans de captivité aux femelles sauvages avant de commencer à produire des œufs, alors que les mâles sont féconds beaucoup plus rapidement.

Dans les écloséries* norvégiennes, la fraie des géniteurs* a lieu en janvier pour les poissons conservés sous un régime de lumière naturelle. Au Canada, dans des conditions de photopériode contrôlée, l'ovulation chez le flétan femelle se produit entre janvier et mai. Une modification de la photopériode et de la température permet à Scotian Halibut Ltd d'obtenir deux fraies additionnelles en été et en automne. Une femelle mature produit jusqu'à 40 % de son poids en œufs, soit entre 0,5 et 9 millions d'œufs, ceux-ci mesurant entre 3 et 4 mm de diamètre. La ponte* peut se répartir sur une période de 3 à 6 semaines, la femelle ovulant à répétition pour produire entre 8 et 15 masses d'œufs. En élevage, les œufs doivent être extraits manuellement dans un intervalle de 6 heures après l'ovulation, et fécondés avec la semence. Chez le mâle, la production de spermatozoïdes commence 1-2 mois avant l'ovulation des femelles; cependant, vers la fin de la saison de ponte*, le volume et la qualité du sperme diminuent, alors que certaines femelles continuent à pondre. Des travaux sont menés pour maintenir le volume et la qualité du sperme par des injections d'hormones. Ce traitement permet de régulariser la production de sperme par les mâles, mais elle s'interrompt quand même

avant la fin de la période de ponte* des femelles. En captivité, la fraie n'est pas spontanée et doit se faire manuellement. La fécondation est externe. Pour reconnaître le sexe des géniteurs* et l'état de maturation des gonades*, des méthodes d'échographie par ultrasons sont utilisées.

2) Écloserie* et nursery

La phase larvaire du flétan est très longue, puisque les températures optimales de croissance sont basses pour ce poisson : 6 °C pour l'éclosion et moins de 13 °C pour l'élevage larvaire. Le développement embryonnaire des œufs de 3 mm de diamètre dure 16 jours dans une obscurité totale. Après l'éclosion, les larves* de 6 mm sont placées dans des bassins coniques en courant ascendant où elles vivent de leurs réserves vitellines pendant 30 à 50 jours. Durant cette période, les larves* sont maintenues à 6 °C et à la pénombre. Par la suite, les larves* sont transférées dans les bassins de première alimentation, dont la température est graduellement augmentée de 11 à 13 °C. Elles commencent alors à se nourrir de proies vivantes, essentiellement de nauplii d'artémies* enrichis en acides gras essentiels. La phase d'alimentation sur nauplii d'artémies* dure 22 jours. Ensuite, jusqu'au 40^e jour après l'éclosion, il est nécessaire de distribuer des artémies* juvéniles*. Des microalgues* sont aussi ajoutées aux bassins de première alimentation pendant les 22 premiers jours. Certaines entreprises complètent l'alimentation des larves* de flétan avec des copépodes. La première alimentation est l'étape la plus critique de l'élevage larvaire en termes de mortalités.

Durant sa phase larvaire, le poisson passe par des changements complexes dont la métamorphose, étape la plus critique qui dure entre 45 et 50 jours après la première alimentation. À la métamorphose, la larve* symétrique et fusiforme devient une postlarve asymétrique et aplatie, dont les yeux ont migré vers un seul côté de la tête. Lorsqu'elle a atteint 0,3 g, la postlarve est sevrée, ce qui signifie qu'on commence à la nourrir avec un aliment commercial sec. Le sevrage (passage aux aliments inertes) a lieu lorsque le poisson atteint 0,25 g, et il est conseillé de poursuivre la distribution d'artémies* jusqu'à l'atteinte de 0,5 g. Des éleveurs utilisent des nourrisseurs* automatiques pour compléter l'alimentation durant le stade larvaire, afin de réduire les agressions et d'assurer la satiété. Deux mois après le sevrage, les juvéniles* de 5 g sont transférés vers les installations terrestres de prégrossissement alimentées par de l'eau à 7 °C avant d'être par la suite transférées en mer.

Des déficiences alimentaires avant et après la métamorphose se traduisent par une faible réussite de la migration des yeux, par des poissons mal pigmentés ou dépigmentés et par des difformités du squelette. Ceci a des conséquences sur les performances de croissance du juvénile* qui repère sa nourriture visuellement. La dépigmentation provoque une sensibilité accrue aux coups de soleil et des problèmes de mise en marché.

La salinité* est un facteur clé pour le développement morphologique des larves* vésiculées. Avec une salinité* de 35,5 ‰, la mortalité cumulative jusqu'à la première

alimentation est de 17 %, alors qu'elle n'est que de 7 % lorsque les larves* sont élevées dans de l'eau à 32,3 ‰. Le débit d'eau est également un facteur important pour l'élevage des larves*. Un faible débit, tout en préservant la qualité de l'eau, permet de minimiser les mortalités et de maximiser la croissance. De même, il semble que la création d'un courant homogène dans les bassins permette aux larves* de s'orienter et de se positionner pour affronter le courant et capturer plus facilement les proies vivantes.

Les petits poissons tendent à croître moins bien s'ils sont transférés dans les cages marines, alors que leur poids est de moins de 100 g, sauf si les sites utilisés sont très abrités et sans prédateurs. C'est avant qu'il n'atteigne le poids de 1 kg que le potentiel de croissance du flétan est le plus élevé. Le temps total de croissance peut être réduit de 8 à 12 mois en prolongeant le séjour en nourricerie dans des conditions optimales jusqu'à un poids de 0,5 à 2 kg avant le transfert en cages.

Le classement régulier des poissons est nécessaire pour réduire la variation dans la taille des individus qui, sans surveillance, peut se traduire par du cannibalisme et des agressions. Chez le flétan, les comportements d'agression résultent fréquemment en des blessures aux yeux. Le classement s'effectue le plus souvent durant l'étape de la nursery, à la main et avec des filets ou des trieurs. Il existe peu de modèles de trieurs à poissons plats (p. ex. Melbutech^{MP}), mais avec le développement de l'industrie, l'offre d'équipement devrait s'accroître. Une règle pratique est de trier les poissons, lorsque la différence entre les poissons les plus grands et les plus petits dépasse un facteur de 3.

Avec la nécessité d'offrir une alimentation vivante aux larves* de flétan, les opérations d'écloserie* restent délicates et exigent du personnel très bien formé. En particulier, la maîtrise de la culture des algues et des artémies* restera cruciale, aussi longtemps qu'aucun aliment de formulation ne remplacera la nourriture vivante nécessaire à l'élevage des stades larvaires. Des compétences spécifiques liées à l'utilisation des systèmes de recirculation* en eau salée peuvent également être requises. Or, le succès d'une écloserie* repose en grande partie sur les compétences du personnel. Ceci est encore plus vrai si on utilise les systèmes d'élevage en recirculation*, qui repose sur l'utilisation massive de technologies délicates. L'entretien et la gestion de ces systèmes sont complexes et ils nécessitent une expertise particulière.

3) Grossissement

Selon la stratégie de l'éleveur, les flétans juvéniles* destinés au grossissement proviendront soit de l'écloserie* de l'éleveur, soit d'une écloserie* externe à l'entreprise. Il existe plusieurs écloseries* de flétan capables de fournir des piscicultures* en Europe. Au Canada, il est possible de se procurer des juvéniles* dans quelques centres de recherche des maritimes.

Étant donné que les mâles atteignent la maturité sexuelle à environ 1,6 kg, c'est-à-dire avant l'atteinte de la taille commerciale*, et que l'atteinte de la maturité sexuelle diminue la vitesse de croissance, il y a un intérêt à produire des cheptels* 100 % femelles. En

effet, les femelles ont une maturité sexuelle plus tardive, et donc, un meilleur taux de croissance* que les mâles au cours d'un cycle complet de production. Les femelles atteignent donc la taille commerciale* plus rapidement. L'obtention de cheptel* 100 % femelles peut être obtenu par manipulation hormonale directe (sur les sujets) ou indirecte (sur les parents des sujets). Le Dr T. Benfey de l'Université du Nouveau-Brunswick, avec l'appui du Dr D. Martin-Robichaud de la Station biologique de St. Andrews, a créé en 2004 la première génération de flétans 100 % femelles. Il semble également possible de retarder la maturité sexuelle des mâles en manipulant la photopériode.

Le flétan accepte des diètes de formulation sèche. Les besoins nutritionnels diffèrent toutefois de ceux des salmonidés, puisque les taux de protéines doivent être plus élevés (45 à 55 %) pour une croissance optimale. Le flétan est carnivore et sa capacité à digérer et à utiliser les hydrates de carbone (glucides) est limitée. Puisque les pigments requis dans l'alimentation des salmonidés ne sont pas nécessaires pour les poissons plats, cela entraîne une économie de coût dans la fabrication des aliments. D'ailleurs, le flétan supporte une alimentation plus riche en lipides que la morue, ce qui permet d'obtenir un meilleur taux de croissance*, de meilleurs taux de conversion alimentaire et une chair de meilleure qualité.

Les flétans n'ont pas le même appétit vorace que les salmonidés. Apparemment, ces poissons plats préfèrent des repas moins fréquents mais plus substantiels. Certains éleveurs les nourrissent 2-3 fois par semaine seulement, tandis que d'autres les nourrissent chaque jour. Comme le poisson est peu actif, le taux de conversion alimentaire est excellent, ce qui signifie que la nourriture est convertie très efficacement en gain de masse corporelle.

Les pratiques d'alimentation sont propres à la taille des individus. En général, la fréquence d'alimentation diminue avec l'augmentation de la taille des poissons. Le nourrissage se fait à la main sur la majorité des fermes d'élevage.

La température optimale de croissance du flétan tend à être plus élevée durant le stade juvénile* et à décroître avec l'augmentation de la taille des poissons. Une température entre 9 et 15 °C et une salinité* située entre 25 et 35 ‰ correspondent aux conditions optimales de l'élevage. Il semble également que la croissance des juvéniles* est accélérée, lorsqu'ils sont soumis à un éclairage constant ou à une photopériode prolongée. Cependant, un éclairage continu peut augmenter l'incidence des épisodes de maturation sexuelle précoce chez les mâles.

En général, les poissons plats ont des besoins en oxygène plus faibles que les poissons ronds. Il n'existe pas de table ou d'abaque de consommation d'oxygène pour le flétan.

Les densités d'élevage croissent normalement avec la taille des poissons, et le flétan peut être gardé à des densités élevées excédant 100 % de la surface totale de la cage ou du bassin, puisque les poissons se placent en plusieurs couches superposées. À la différence des poissons pélagiques*, le flétan passe 80 % de son temps posé sur le fond des bassins.

Il est recommandé de garder la densité entre 15 et 60 kg/m². Il est essentiel de pratiquer un classement régulier pour diminuer la compétition dans les bassins. Les Islandais ont mis au point des trieuses mécaniques spécifiquement conçues pour les poissons plats comme le flétan. S'ils sont très efficaces en termes de rendement, ce sont des appareils encombrants qui nécessitent un espace suffisant autour des bassins, prévu au moment de la conception de la ferme.

La consommation de nourriture et le taux de croissance* diminuent significativement lorsque la densité des poissons dans les bassins est trop élevée. De même, l'activité de nage augmente avec la densité. Les individus qui nagent fréquemment près de la surface ont un plus faible taux de croissance* que les poissons qui restent posés sur le fond. La nage près de la surface peut donc être utilisée comme un indicateur de conditions de croissance sous optimale, et de mal-être des poissons.

Présentement, le grossissement final du flétan s'effectue surtout en cage marine mais aussi en bassin. Les deux possibilités ont leurs avantages et leurs inconvénients. La mortalité en bassins terrestres est plus faible qu'en mer. C'est un facteur important étant donné la valeur élevée de chaque poisson. La gestion sanitaire est également mieux contrôlée dans les élevages terrestres. Cependant, la construction d'une ferme terrestre pour un volume de production de 1000 t coûte approximativement entre 15 et 20 millions \$, tandis qu'une ferme marine, de même capacité de production et utilisant des cages, coûte 1,52 millions. Une différence énorme de coût est impliquée dans les investissements de départ entre les deux approches.

C'est la raison pour laquelle les éleveurs européens et canadiens utilisent souvent les cages marines pour le grossissement. Il semble, par ailleurs, que pour les fermes de grossissement, une économie d'échelle commence à partir d'une production de 500 à 1000 tonnes.

Cages marines

Pour le flétan, il n'y a pas de fenêtre saisonnière étroite pour effectuer le transfert en cages marines, comme c'est le cas pour les salmonidés qui sont dépendants d'un mécanisme d'osmorégulation* saisonnier.

Les cages utilisées pour les poissons plats dérivent des cages à saumon : la principale modification est l'ajout d'un fond rigide pour prévenir la déformation du fond, et ainsi permettre une bonne alimentation et un échange d'eau adéquat dans toute la cage. La modification consiste en l'ajout d'une toile pleine ou d'un filet à maille fine, tendu sur un cadre rigide, qui est fixé sur le fond du filet de contention intérieur. Les cages utilisées sont surtout des cages de surface rondes en polyéthylène ou des cages carrées en acier, toutes deux généralement utilisées pour l'élevage du saumon. Les cages submersibles sont également utilisées, notamment pour effectuer des tests d'élevage en pleine mer. La profondeur du filet de contention intérieur doit être idéalement d'au moins 10 m pour protéger les poissons du soleil et pour donner accès à des conditions de température, de

salinité* et de courant plus stables. Le flétan tolère mal les courants forts ou la turbulence qui causent un mouvement excessif au fond des cages. Les cages marines sont donc restreintes à des sites de faible énergie. Une perte d'appétit et un accroissement de la nage sont remarqués durant les périodes de forts vents et de vagues. Des filets d'ombrage sont utilisés au-dessus de la cage pour protéger les flétans contre les rayons ultra violets (UV), puisque ce sont des poissons d'eau profonde, vulnérables aux coups de soleil. L'ombrage permet également d'améliorer leur réaction au moment du nourrissage, sans doute parce qu'il réduit le niveau de stress des poissons. La mise au point récente de systèmes d'élevage à plateaux étagés placés dans les cages marines permet d'améliorer la croissance et le taux de conversion alimentaire.

Puisque le flétan n'est pas un poisson actif, la distribution de nourriture doit être progressive pour éviter le gaspillage. L'utilisation de caméras de surveillance sous-marines est d'ailleurs recommandée pendant les opérations de nourrissage manuel. La durée de chaque période de nourrissage est longue comparativement à celle du saumon. Une attention particulière doit être portée au nourrissage pour éviter la sous-alimentation des poissons, puisque leur réaction à la distribution de nourriture est lente. Les poissons continuent à se nourrir des granules qui s'en sont accumulées sur le fond de la cage lorsque la distribution est terminée. D'ailleurs, l'utilisation d'un distributeur automatique de nourriture, combiné avec un collecteur de nourriture non ingérée, est conseillée. Ces systèmes améliorent le TCA* des poissons et diminuent les coûts de main-d'œuvre. Il est préférable que la moulée coule le plus lentement possible.

Plusieurs défis en termes pratiques d'élevage apparaissent avec l'usage de cages marines pour les poissons plats. Le retrait de mortalités est complexe, puisque les poissons morts ne se différencient pas des poissons vivants. La récolte, le changement de filet et le nettoyage de routine sont aussi différents. En outre, comme l'élevage en cages marines est limité aux sites de faible énergie, et vu les particularités du comportement alimentaire du poisson, l'élevage en cages marines présente plus de risque d'accumulation de matières organiques sur les fonds que pour l'élevage des salmonidés.

Bassins terrestres

Les poissons plats utilisent le fond des bassins et, pour cette raison, les densités de stockage sont exprimées en termes de biomasse par unité de surface. En plus des bassins circulaires traditionnels, une variété de formes dessinées pour maximiser l'espace dans les salles d'élevage est employée, incluant les bassins octogonaux ou arrondis. Les bassins à courant circulaire ont l'avantage d'améliorer le retrait des déchets par le drain central. L'utilisation d'étagères dans les bassins augmente la surface disponible par un facteur de 1,5 à 4 et a prouvé son efficacité pour accroître le rendement de l'élevage du flétan atlantique en bassin. Une attention particulière doit être accordée au design des étagères pour s'assurer que l'hydrodynamique, soit les échanges d'eau et le nettoyage des bassins, n'est pas affectée.

Fond de terre, bâtiments, structures d'élevage et équipements

Les structures d'élevage en milieu terrestre sont relativement complexes. Elles rendent ce type d'élevage assez coûteux en immobilisations. Par contre, comparativement aux structures en mer, cette technique permet d'optimiser la production par un contrôle accru des conditions d'élevage, surtout si les prises d'eau permettent un certain ajustement de la température. L'élevage en recirculation* favorise encore plus le contrôle des paramètres physico-chimiques de l'élevage (voir p. 20). Pour toutes les espèces de poissons marins considérées pour une production maricole, une analyse financière devrait être menée avant de s'engager dans ce type d'activité. Voici un exemple des besoins en infrastructures pour l'élevage du flétan :

Élevage terrestre :

- fond de terre situé près de la mer, avec un chemin d'accès;
- bâtiments : bâtiment principal pour l'élevage, bureau, laboratoire, entrepôt pour le matériel divers;
- prise d'eau de mer et prise d'eau douce;
- véhicules de transport;
- bassins (pour les reproducteurs/géniteurs* issus du milieu naturel);
- incubateurs (pour les œufs);
- auges* (pour les poissons au stade larvaire/juvénile*);
- bassins ou auges (pour les poissons au stade adulte);
- nourrisseurs* (équipement permettant la distribution automatique de nourriture);
- système de pompage de l'eau et de distribution de l'eau (plomberie spécifique);
- étang de sédimentation pour le traitement des eaux usées*;
- château d'eau de mer, en cas de panne de la pompe;
- colonnes de dégazage de l'eau pour l'eau de mer;
- système d'oxygénation de l'eau;
- équipement de refroidissement de l'eau;
- pompe à chaleur;
- filtres;
- laveuse à pression;
- système de gestion électronique;
- système d'alarme;
- génératrice;
- machine à produire de la nourriture (optionnel);
- équipements divers (balance, réfrigérateur, oxymètre, thermomètre, salinomètre, etc.);
- matériel de laboratoire et de bureau (béchers, cylindres gradués, pipettes de transfert, marqueurs internes* pour la détection électronique des géniteurs*, ordinateur, etc.);
- équipement pour transformer et emballer le produit fini (optionnel);
- etc.

Grossissement en cage :

- accès au quai;
- entrepôt;
- bateau équipé pour l'élevage du flétan en cage;
- camion et remorque pour le transport de l'équipement et des flétans;
- équipement de bureau (ordinateur, télécopieur, etc.);
- outils divers;
- cages de grossissement;
- ancrages;
- cordages;
- nourrisseur*;
- etc.

Calendrier d'opération

Il n'y a pas vraiment de calendrier précis, puisqu'en milieu artificiel, on peut contrôler la photopériode et la température, déclenchant ainsi la reproduction au moment opportun. Selon le scénario d'élevage adopté, on doit compter au minimum 3 à 5 ans pour produire un poisson de taille commercialisable.

Problèmes possibles

- L'utilisation d'un filet à grandes mailles pour le fond peut générer un gaspillage de nourriture puisque les poissons plats, en particulier le flétan, continuent de se nourrir sur le fond.
- Une attention particulière doit être portée à l'efficacité des filets anti-prédateurs, car les poissons passent beaucoup de temps collés aux filets de confinement.
- Les larves*, les alevins* et les juvéniles* de flétan sont extrêmement sensibles à certains virus et le taux de mortalité peut être très élevé. Les adultes ne sont pas épargnés non plus. Quand cela est possible, la vaccination est recommandée. Pour la majorité des virus, il a été démontré que la transmission peut s'effectuer verticalement* et horizontalement*. Certains virus sont très résistants à une température élevée ou très basse, au formol et aux pH acides ou basiques. Toutefois, le traitement de l'eau à l'ozone ou à l'ultra violet détruit certains types. Il est donc essentiel de développer des lignées non infectées par la sélection de géniteurs* sains et de désinfecter l'eau alimentant les élevages. À l'achat de juvéniles*, il est important d'obtenir une garantie du vendeur ou de garder les poissons en quarantaine, jusqu'à ce qu'on soit assuré que les poissons ne portent aucun de ces virus. Le Fish Health Unit du Gulf Fisheries Center du MPO à Moncton (N.-B.) dispose des techniques nécessaires pour détecter un type de virus.

- Un programme préventif de vaccination peut diminuer les taux de mortalité par maladie. Certaines maladies peuvent être attribuables au stress, il faut donc manipuler les poissons avec soin. Le flétan, comme la majorité des organismes aquatiques, est particulièrement sensible aux brusques changements de température et de salinité*.
- Plusieurs parasites* externes peuvent affecter le flétan et leurs effets néfastes peuvent être importants. Toutefois, des traitements permettent de les éliminer.
- Dans les élevages en cages marines ou en bassins extérieurs, l'exposition directe des poissons aux rayons UV peut causer des problèmes de santé. Affectés par des coups de soleil, les flétans peuvent développer des nécroses. Fréquemment, des infections secondaires opportunistes vont se déclarer à partir de ces plaies et elles peuvent entraîner des mortalités élevées. Ce problème est résolu par l'emploi de filets ombrageants (plus de 80 % de réduction de l'intensité lumineuse est recommandée) au-dessus des cages, surtout pour les juvéniles* ou lorsque les cages sont peu profondes (moins de 4 m).
- Dans le Maine, il a été constaté que les flétans sont extrêmement sensibles aux hydrozoaires coloniaux *Tubularia* qui croissent sur les structures d'élevage en mer. *Tubularia* est un des groupes taxonomiques dominants dans les salissures* biologiques et cet hydrozoaire possède des nématocystes (aiguillons) urticants. La face ventrale des flétans est facilement irritée par le contact avec *Tubularia* et les poissons sont réticents à se poser sur les surfaces recouvertes par *Tubularia*.

Commercialisation

En 2000, la production mondiale de flétan d'élevage était d'environ 500 t et une croissance importante de cette industrie était attendue. Le flétan atlantique est maintenant élevé en Norvège, en Écosse, en Islande, en Irlande, au Canada et aux États-Unis. Quarante pourcents % des activités d'élevage de flétan ont lieu en Norvège, et les principaux marchés sont la Scandinavie, l'Allemagne, l'Espagne et la France. Au Canada, la pêche commerciale débarque 2 000 t de flétan par année. Entre novembre et mars, il n'y a aucun débarquement de flétan sauvage, ce qui favorise les ventes de flétan d'élevage.

Certains acteurs de l'industrie de l'élevage évaluent le marché potentiel pour le flétan d'élevage entre 15 000 et 20 000 t. Le marché de niche pour le poisson d'élevage ne serait pas en concurrence avec le flétan sauvage, dont la pêche est saisonnière, et les cours, fluctuants.

La taille finale visée semble très variable entre les pays producteurs et même entre les entreprises d'un même pays. Le marché européen réclame des poissons de 5 à 10 kg, mais on considère qu'il est possible de commercialiser des poissons de 3 à 5 kg. En Norvège, le cycle d'élevage est de 36 à 48 mois, depuis l'œuf jusqu'à la taille

commerciale* de 3,5 à 5 kg. D'après la compagnie EWOS, l'engraissement en cage des flétans dure 2 ans et la récolte est faite lorsque les flétans atteignent entre 3 et 5 kg. En Amérique du Nord, le prix de vente est plus élevé (6-12 \$/kg) pour les poissons de taille supérieure à 3,5 kg. En Nouvelle-Écosse, la taille commerciale* se situe entre 1 et 5 kg, alors qu'ailleurs, une taille de 3 à 7 kg est davantage recherchée.

D'une façon générale, le flétan est commercialisé entier ou en tranches (darnes), frais ou congelé. Entier, il est vendu étêté ou éviscéré et son prix varie en fonction de différentes classes de taille (0,5-1,5 kg; 1,5-2,5 kg; 2,5-4,5 kg; 4,5 kg et plus). La taille des filets de flétan atlantique est aussi variable et se situe entre 7 et 12 oz, 12 et 16 oz ou 0,5 et 1 kg. La perte de poids à l'éviscération ne dépasserait pas 1 à 3 %, et des rendements entre 49 et 68 % seraient normaux pour le filetage. D'autres formats moins courants sont aussi offerts sur le marché, tels que le format combo steak et rôti, le flétan fumé à chaud et à froid, et le steak.

Généralement, les consommateurs canadiens recherchent des darnes de grande taille comme celles qu'offre le flétan issu de la pêche. Island Marine Product, en collaboration avec Scotian Halibut Ltd, souhaite introduire le flétan d'élevage sur les marchés, comme un produit distinct, et développer des marchés non traditionnels pour le flétan de petite taille, soit entier, soit en filets. Scotian Halibut tente de modifier les attentes des consommateurs en proposant du Baby Halibut, c'est-à-dire des petits flétans de 300 à 400 g, dans les restaurants de la Nouvelle-Écosse. Une usine de conditionnement française prévoit proposer, dans sa chaîne de poissonneries, le flétan d'élevage sous forme de pavé ou en darnes préemballées.

Biotechnologie et nutraceutique

Le contenu en gras dans le muscle des flétans sauvages (0,2 %) est inférieur à celui des flétans d'élevage (3,5-7,4 %). Cependant, bien que la proportion d'acides gras/oméga-3 soit plus faible chez le flétan d'élevage, la quantité totale de ces lipides est beaucoup plus élevée chez ce dernier que chez le flétan sauvage.

Fiche technique 8 : LES LOUPS DE MER

Anarhichas lupus et *A. minor*

* : se référer au glossaire

Biologie

Description physique

Au Québec, il existe deux espèces de loup qui présentent un potentiel intéressant pour la mariculture, soit le loup atlantique et le loup tacheté.

Le loup atlantique (*Anarhichas lupus*) a une grosse tête, un museau épointé et un profil arrondi. La couleur du loup atlantique varie, selon l'environnement, du bleu ardoise au brun violacé, en passant par le vert olive terne. Les individus de cette espèce ont de 9 à 13 bandes transversales foncées sur le corps. Les adultes peuvent peser presque 20 kg et atteindre une longueur de 150 cm.

Loup atlantique



Le loup tacheté (*Anarhichas minor*) tient son nom des taches d'un brun foncé qui parsèment son corps brun (tirant sur le jaune), sa tête, son dos, ses côtés et sa nageoire dorsale. Le loup tacheté peut atteindre une longueur approximative de 150 cm et peser autour de 23 kg.

Loup tacheté



Ces deux espèces de loups ont en commun une nageoire dorsale qui s'étend de la tête à la queue et une nageoire anale qui va de l'anus jusqu'à la queue également. Ils ne possèdent pas de nageoires pelviennes. Ils ont de grandes dents qui ressemblent à des canines à l'avant des mâchoires, et en arrière, ils ont des dents broyeuses aplaties. Des plaques osseuses au palais complètent leur appareil buccal.

Distribution géographique et habitat

Le loup atlantique est largement répandu dans tout l'Atlantique Nord. Du côté ouest de l'Atlantique Nord, il se trouve au large de la côte ouest du Groenland et au sud du Labrador, dans le détroit de Belle Isle et dans le golfe du Saint-Laurent. Il se trouve aussi au large des côtes est et ouest de Terre-Neuve et dans les Grands Bancs. À la limite sud de son aire de répartition, il se trouve depuis le plateau Scotian jusqu'au golfe du Maine; quelques observations étant signalées au large du New Jersey. Le loup atlantique se trouve surtout dans les eaux froides et profondes du plateau continental. Il préfère les fonds rocaillieux ou d'argile dure et ne se trouve qu'occasionnellement sur les fonds sablonneux ou vaseux. Les données disponibles sur l'abondance et la distribution du loup atlantique dans les eaux du Canada indiquent qu'il a connu un déclin de 87 % entre la fin des années 1970 et le milieu des années 1990. Il semble que même si l'espèce a connu un déclin important, elle est toujours considérée comme étant largement répandue et comme comportant encore un nombre d'individus relativement élevé.

Le loup tacheté se retrouve partout dans l'Atlantique Nord, depuis l'Écosse jusqu'à la Côte-Nord du Québec. La limite nordique est le sud de l'océan Arctique, incluant le détroit de Davis et au large de l'île de Baffin. Le loup tacheté affectionne les eaux froides (en dessous de 5 °C) au large des plateaux continentaux et des eaux de pentes entre 50 et 600 m de profondeur, sur des fonds de sable ou de boue où se trouvent souvent de grosses pierres. Cependant, les populations arctiques peuvent habiter des eaux aussi peu profondes que 25 m. Depuis 1978, des relevés scientifiques effectués dans l'ouest de l'Atlantique indiquent que la population de loups tachetés du Canada a subi un déclin de 96 % au cours des 21 dernières années (soit 3 générations de l'espèce). L'espèce est de moins en moins signalée dans les stations* de relevé.

Le déclin de leur population a donné aux deux espèces le statut d'espèce en péril selon le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). Leur situation est considérée comme étant **préoccupante**. Selon le COSEPAC, le loup atlantique et le loup tacheté sont donc « des espèces particulièrement sensibles aux activités humaines ou à certains phénomènes naturels, mais qui ne sont pas en voie de disparition ou menacées ».

Le loup est considéré comme une espèce d'eau froide, il évite les températures supérieures à 10 °C et vit sans problème sous le point de congélation. Son habitat se situe naturellement en eau salée avoisinant les 30 ‰. Cependant, des expériences en captivité ont démontré que le loup supportait très bien des salinités* aussi basses que 7 ‰.

Cycle biologique

La période et les habitudes de frai du loup atlantique varient beaucoup dans toute son aire de répartition. Au large de la côte est de Terre-Neuve, on pense que ce sont les gros géniteurs* de plus de 1,25 m qui se rendent dans les eaux peu profondes de la côte au

printemps et qu'ils fraient en septembre. Les géniteurs* plus petits et les juvéniles* ne quittent pas les eaux profondes. Au large de l'est de Terre-Neuve, les poissons de cette espèce atteignent leur maturité entre l'âge de 8 et 10 ans; ils mesurent alors entre 52 et 60 cm. Le loup tacheté arrive à maturité entre les âges de 7 et 10 ans.

La fécondation des œufs chez ces deux espèces de loup de mer est interne. Le mâle et la femelle apposent leur orifice génital l'un sur l'autre pour procéder à l'accouplement. Les œufs du loup sont parmi les plus gros de tous les poissons, ils ont entre 5 et 6 mm de diamètre. Ils sont pondus en grande quantité (jusqu'à 50 000) sur le fond de la mer. La femelle façonne les œufs en une masse sphérique en les plaçant au creux de sa queue et de son flanc, son corps forme alors un « J ». Le mâle assure ensuite la défense et la ventilation de la masse d'œufs pour toute la durée de la période d'incubation* qui varie selon la température de l'eau. L'éclosion se produit généralement à la mi-décembre. Déjà, les alevins sont très développés, leur apparence se rapproche beaucoup de celle des adultes*. Après l'éclosion, les jeunes poissons demeurent près du lit de l'océan et ne s'aventurent pas trop loin du lieu du frai. Les adultes semblent ne faire que quelques courtes migrations, peut-être saisonnières et reliées à la reproduction.

Alimentation et croissance

Pour s'alimenter, les loups broient aisément des animaux à carapace dure tels que crustacés et mollusques*, grâce à leur dentition redoutable et à leurs puissantes mâchoires. Oursins et étoiles de mer sont également prisés, les épines des échinodermes* ne réussissent pas à dissuader la voracité des loups. Bien que les invertébrés benthiques* composent la majeure partie de leur menu, les loups consomment aussi d'autres espèces de poissons et même parfois des algues. Prédateur de fond chassant surtout à l'affût, les adultes et les alevins sont plutôt sédentaires. En milieu naturel, l'espérance de vie du loup atteint une vingtaine d'années, mais en captivité des loups ont dépassé l'âge vénérable de 50 ans.

Prédation et autres sources de pertes

En milieu naturel, les jeunes loups qui viennent d'éclore sont naturellement la proie de nombreux prédateurs. Les premières semaines de vie sont critiques pour toutes les espèces de poissons marins, les pourcentages de survie sont généralement faibles. En vieillissant, le principal prédateur du loup est sans nul doute l'homme. Le loup de mer est un poisson marin peu pêché. On le capture la plupart du temps en prise accidentelle. Pourtant, ces captures fortuites ont été suffisantes pour causer un déclin sévère. L'impact de la destruction de l'habitat du loup par le dragage et le chalutage de fond par les navires de pêche n'est pas à négliger. Les populations de loup atlantique et de loup tacheté ont diminué partout dans leur aire de distribution.

Technique d'élevage

Description générale

Le loup d'élevage a suscité un intérêt ces dernières années à cause de la qualité de sa chair et de sa croissance rapide en captivité. Il s'accommode des eaux froides, pouvant supporter des températures sous le seuil de congélation. Le développement avancé des alevins de loups à l'éclosion est une caractéristique qui avantage considérablement l'espèce à ce stade de l'élevage, alors que les autres espèces de poissons marins (flétan de l'Atlantique, morue, aiglefin, plie rouge, etc.) subissent des métamorphoses successives qui engendrent fréquemment une mortalité élevée au stade larvaire. De plus, contrairement à la plupart des espèces de poissons marins d'intérêt aquacole, le loup de mer peut être nourri avec un aliment granulé commercial dès l'éclosion des larves*. La survie des alevins ne nécessite pas une alimentation constituée de proies vivantes. Cette caractéristique rend les techniques d'élevage, lors de la période suivant l'éclosion, beaucoup plus simples et moins coûteuses que pour les autres espèces nommées précédemment.

Le loup est une espèce démersale : il se maintient près du fond. L'élevage du loup se pratique en bassins* terrestres. L'élevage en cages marines, après la modification des structures classiques, est théoriquement réalisable. Cependant, cette approche n'a pas encore fait l'objet de recherches très poussées.

L'haloplasticité du loup, soit sa tolérance à vivre à différentes salinités*, rend ce poisson particulièrement intéressant pour l'élevage en région estuarienne où les concentrations de sel sont naturellement moindres que dans le golfe du Saint-Laurent ou en pleine mer. Une expérience menée au Québec a même démontré que les taux de croissance* étaient supérieurs à des salinités* de 14 et de 21 ‰, plutôt qu'à 28 ‰, soit la salinité* moyenne généralement retrouvée dans le golfe du Saint-Laurent. L'expérience a été menée avec des juvéniles* de 45 g.

Selon les résultats publiés par des éleveurs norvégiens, le loup tacheté se distingue par son taux de croissance* en élevage deux fois plus rapide que le loup atlantique. Bien qu'il soit révélateur, ce résultat devra être validé par des comparaisons de performance de croissance effectuées avec des souches de loup issues des eaux québécoises. Pour le moment, il serait risqué d'exclure prématurément le loup atlantique d'un projet d'élevage au Québec. Selon les connaissances actuelles, les deux espèces offrent un bon potentiel pour l'élevage.

Une étude de pré faisabilité biotechnique identifie le loup tacheté et le loup atlantique comme étant les deux espèces de poissons marins présentant le meilleur potentiel aquicole au niveau de sa biologie et des techniques d'élevage en contexte québécois. Une étude récente sur le potentiel de marché et la faisabilité économique de l'élevage du loup tacheté confirme également que cette espèce est très intéressante dans un contexte

nord-américain de production. Des efforts de recherche et de développement pour l'élevage du loup atlantique et tacheté sont en cours en Norvège, en Islande et depuis 1999 au Centre aquacole marin de Grande-Rivière par l'Université du Québec à Rimouski. La province de Terre-Neuve manifeste également de l'intérêt pour cette production. L'élevage du loup dans l'est du Québec est au stade expérimental avancé. La création d'une ferme de démonstration est actuellement à l'étude. Un établissement du genre permettrait entre autres de perfectionner les techniques d'élevage et la modélisation économique de cette activité maricole.

Les structures d'élevage utilisées pour l'élevage du loup s'apparentent à celles utilisées pour l'élevage du saumon (incubateurs, bassins* circulaires ou rectangulaires, etc.). L'élevage en système de recirculation* ou circuit fermé* (voir p. 20) est particulièrement intéressant pour ces espèces en partie à cause de leur grande tolérance à de hautes densités et à une qualité de l'eau que d'autres poissons ne pourraient tolérer. Son prix de vente élevé sur les marchés de niche est susceptible de rentabiliser les coûts associés à un élevage en recirculation*. Le succès de la mariculture en milieu terrestre dépend en grande partie de la qualité de l'eau du système d'élevage.

Il importe de se pencher attentivement sur le choix du procédé d'approvisionnement en eau. Pomper de l'eau de mer près des côtes est une possibilité. Toutefois, la connaissance océanographique du site envisagé est capitale. L'eau de surface est souvent caractérisée par des variations de température très importantes selon les saisons. Des changements radicaux peuvent même survenir sur une période de quelques heures seulement, surtout quand le phénomène de remontée d'eau froide (« upwelling ») se produit, généralement en été. Une variation rapide de la température et des températures extrêmes causent un stress majeur aux poissons d'élevage. Les conséquences peuvent être désastreuses : perte d'appétit, ralentissement majeur de la croissance, épisodes de maladie généralisée, et même, mortalités massives. Ces risques peuvent également être associés à un élevage en cage. En bassin ou en cage, les poissons n'ont pas la possibilité de fuir une température qui ne correspond pas à leurs besoins vitaux, leur vulnérabilité est totale. En revanche, l'eau de mer souterraine pompée à partir d'un puits profond creusé dans le substrat* de la zone littorale offre une échelle de température stable tout au long de l'année. L'éleveur doit toutefois connaître avec certitude la capacité de la nappe souterraine avant de choisir ce type d'approvisionnement en eau. Le puits doit être en mesure d'offrir le débit exigé par la production envisagée.

Plusieurs facteurs influencent le choix entre ces deux types d'approvisionnement dont la géomorphologie du littoral, le potentiel hydrogéologique du secteur, les qualités physico-chimiques de l'eau, la présence d'infrastructures existantes (quai, usine de transformation) et évidemment les aspects financiers. La possibilité de fonctionner avec un approvisionnement mixte doit également être explorée.

Le loup est un poisson de fond. En bassin, il nécessite peu d'espace. Des bassins peu profonds lui conviennent. Cette espèce supporte des densités d'élevage très élevées, de

même que des conditions de teneur en oxygène plus réduite que pour les salmonidés. Il est difficile de s'approvisionner en œufs et en larves* de loup au Québec. C'est pourquoi, on présente ici les stades d'élevage, allant du stade de reproduction au stade de l'adulte (commercialisable), soit le principe d'œuf à œuf.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE DE LOUP AU QUÉBEC

1) La capture des géniteurs*

Avant de pouvoir s'appuyer sur des géniteurs* issus de l'élevage, les chercheurs du Québec travaillent présentement avec des reproducteurs capturés en milieu naturel par des pêcheurs professionnels. Palangre et casier à crabes sont les engins de pêche qui capturent (généralement de façon accidentelle) les loups qui deviennent des géniteurs* en captivité.

Un permis de capture à des fins scientifiques, autorisé par Pêche et Océans Canada en vertu de l'article 52, est nécessaire pour pouvoir se procurer des géniteurs* issus de la pêche. Dans quelques années, il sera probablement possible de ne plus avoir recours aux géniteurs* sauvages. Seule la Norvège possède depuis quelques années un stock* de géniteurs* domestiqués. Au Québec, un travail de recherche intense s'effectue pour développer des stocks* de géniteurs* performants. Nés en captivité, les géniteurs* domestiqués sont beaucoup plus calmes et cela a une incidence évidente sur la quantité et la qualité des produits sexuels. À court et à moyen terme, un éleveur qui désire démarrer un élevage au Québec devra probablement se procurer des œufs de loup provenant d'un éleveur norvégien. À plus long terme et en raison du statut d'espèce en péril, l'approvisionnement en juvéniles* pour les besoins de la mariculture au cours des prochaines années proviendra essentiellement de populations de géniteurs* en captivité.

Les reproducteurs issus de la pêche requièrent des soins spéciaux : ils ne doivent pas être trop entassés (faible biomasse par surface) et il faut les trier par taille pour éviter les comportements d'agressivité. Ils sont placés dans des bassins circulaires ou rectangulaires peu profonds recouverts d'une bâche ou d'un dôme pour diminuer l'intensité lumineuse. La pénombre calme les loups sauvages. L'alimentation se fait avec du capelan supplémenté de vitamines formulées expressément pour les poissons marins. L'alimentation à base de maquereau et de hareng a été mise de côté, car leur chair grasse affectait la qualité de l'eau des bassins. Depuis peu, un aliment commercial formulé pour les géniteurs* de poissons marins est produit par la compagnie Skretting, mais il ne serait disponible qu'en Norvège pour le moment.

Les géniteurs* sont identifiés avec des marqueurs internes* pour en faire le suivi individuel par détection électronique. De simples étiquettes de plastique spécialement conçues pour identifier les animaux peuvent également être utilisées; elles sont placées sur la nageoire dorsale. Cette identification sert notamment à distinguer les individus de

sexe différent ou certains individus en particulier. Le marquage réduit donc le nombre de manipulations. Un dossier est créé pour chacun des géniteurs* afin d'en assurer le suivi.

2) La reproduction en écloserie*

La fécondation de la majorité des œufs d'une seule femelle requiert le sperme de 2 ou 3 mâles. En captivité, la reproduction est externe. Elle peut avoir lieu de juillet à janvier avec un pic en octobre. Il est à noter que dans les pays scandinaves, des pontes* aquacoles hivernales ont aussi été observées. Des opérations commerciales d'élevage de loup tacheté en Norvège ont permis deux reproductions par année en manipulant la photopériode.

Les œufs doivent être obtenus par frai artificiel avant que la femelle ne relâche ses œufs. Une femelle produit en moyenne de 10 000 à 15 000 œufs de 5 à 6 mm. Comme pour la plupart des espèces d'élevage, le processus de fécondation nécessite également un sperme en quantité et de qualité adéquate, afin d'obtenir de bons taux de fécondation. Le processus d'adhésion des œufs entre eux doit être évité avant l'incubation* proprement dite. Séparer manuellement les œufs avec délicatesse est une technique fastidieuse, mais la plus sûre pour le moment. Ensuite, les œufs sont placés dans des incubateurs à tiroir ou à courant ascendant de type californien. Une période d'incubation* à basse température (4 à 6 °C) pour l'équivalent de 900 à 1 000 degrés-jours* est nécessaire pour permettre aux œufs d'atteindre le stade de l'éclosion. À l'éclosion, les jeunes loups sont très développés et mesurent près de 20 mm. Il n'existe, à proprement parler, aucun stade larvaire chez ces espèces, ce qui facilite et rend moins complexes les aspects techniques de l'élevage aux premiers stades de développement.

Les loups n'exigent pas de nourriture vivante et ils acceptent un aliment granulé dès le début de leur première alimentation. Toutefois, en contexte de développement, la survie des alevins est sécurisée s'ils sont nourris simultanément avec des larves* d'artémies* et un aliment granulé durant quelques jours. Initialement, les particules de nourriture doivent flotter à la surface pour être consommées par les alevins. Les poissons saisissent la nourriture en surface et retournent au fond du bassin. Cet aliment de fabrication commerciale doit être formulé selon les besoins des alevins de poissons marins. D'ailleurs, il existe maintenant des diètes propres au loup. Offrir un aliment destiné aux salmonidés est tout à fait déconseillé, il n'offrira qu'un piètre rendement de survie et de croissance.

Les alevins* sont placés dans des auges* de petite dimension et de faible profondeur, qui sont souvent les mêmes que celles utilisées pour l'alevinage des salmonidés. Dans les premiers jours qui suivent l'éclosion, la vitesse du courant de l'eau doit être bien contrôlée. La vitesse de l'eau dans l'auge doit permettre la capture des particules alimentaires flottant à la surface. Un courant modéré favorise aussi un étalement plus uniforme des petits loups au fond des unités d'élevage. Finalement, il faut éviter qu'un courant trop important pousse les loups contre la grille du rejet (sortie d'eau) de l'auge.

Toutefois, une attention particulière doit être accordée aux zones d'eau morte qui favorisent l'accumulation de matière organique dommageable pour la santé des alevins. Le débit doit être suffisant pour permettre une qualité d'eau adéquate dans les auges, mais il ne doit pas créer un courant trop puissant. Pour y parvenir, l'éleveur peut placer des structures qui vont ralentir de façon uniforme le courant.

3) Le grossissement

Au fur et à mesure que les poissons prennent du poids, on les transfère dans des auges* de plus grande dimension. Certains modèles d'auges offrent la possibilité de les empiler sur une certaine hauteur pour optimiser l'espace. L'utilisation de plusieurs distributeurs de nourriture automatiques placés longitudinalement sur l'auge avec un complément donné à la main en cours de journée est une approche qui a fait ses preuves. Un seul nourrisseur* automatique favoriserait trop les poissons dominants au détriment des loups moins agressifs. Une distribution uniquement manuelle est également envisageable. Elle permet un ajustement de la ration « à la demande » car l'appétit des loups est facilement affecté par un bruit ou une vibration fortuite.

Les fabricants de nourriture pour poisson s'intéressent de plus en plus au loup. Les éleveurs ont maintenant accès plus facilement à des diètes formulées expressément pour les loups. L'aliment doit flotter à la surface dans les premières semaines qui suivent l'éclosion et idéalement durant tout le grossissement, selon un éleveur. Il semble que la compétition entre individus est accentuée lorsque la nourriture est au fond des bassins. Les jeunes loups gaspillent une énergie certaine dans leurs multiples tentatives à se dominer les uns les autres. Selon certains résultats, le loup peut atteindre un poids commercialisable environ 3 ans après l'éclosion.

Fond de terre, bâtiments, structures d'élevage et équipements

Les structures d'élevage en milieu terrestre sont relativement complexes. Elles rendent ce type d'élevage assez coûteux en immobilisations. Par contre, comparativement aux structures en mer, cette technique permet d'optimiser la production par un contrôle accru des conditions d'élevage, surtout si les prises d'eau permettent un certain ajustement de la température. L'élevage en recirculation* favorise encore plus le contrôle des paramètres physico-chimiques de l'élevage (voir p. 20). Pour toutes les espèces de poissons marins considérées pour une production maricole, une analyse financière devrait être menée avant de s'engager dans ce type d'activité.

Voici un exemple des besoins en infrastructures d'élevage pour l'élevage du loup :

- fond de terre situé près de la mer, avec un chemin d'accès;
- bâtiments : bâtiment principal pour l'élevage, bureau, laboratoire, entrepôt pour le matériel divers;
- véhicules de transport;
- bassins (pour les reproducteurs/géniteurs* issus du milieu naturel);

- incubateurs (pour les œufs);
- auges* (pour les poissons au stade larvaire /juvénile*);
- bassins ou auges (pour les poissons au stade adulte);
- nourrisseurs* (équipement permettant la distribution automatique de nourriture);
- prise d'eau de mer et prise d'eau douce;
- système de pompage de l'eau et de distribution de l'eau (plomberie spécifique);
- étang de sédimentation pour le traitement des eaux usées*;
- château d'eau de mer, en cas de panne de la pompe;
- colonnes de dégazage de l'eau;
- système d'oxygénation de l'eau;
- équipement de refroidissement de l'eau;
- pompe à chaleur;
- filtres;
- laveuse à pression;
- système de gestion électronique;
- système d'alarme;
- génératrice;
- machine à produire de la moulée (optionnel);
- dômes, bâches ou cellules photopériodiques (contrôle de la photopériode)
- équipements divers (balance, réfrigérateur, oxymètre, thermomètre, salinomètre, etc.);
- matériel de laboratoire et de bureau (béchers, cylindres gradués, pipettes de transfert, marqueurs internes* pour la détection électronique des géniteurs*, ordinateur, etc.);
- équipement pour transformer et emballer le produit fini (optionnel);
- etc.

L'élevage en mer est théoriquement possible chez cette espèce comme chez la plupart des poissons marins actuellement en développement. Les cages flottantes devront être adaptées au loup comme c'est le cas chez le flétan de l'Atlantique ou la plie rouge, qui sont des poissons plats nécessitant une surface plutôt qu'un volume pour le grossissement. On pense pouvoir transférer les loups dans des installations marines lorsqu'ils auront atteint une taille de 15 à 20 cm. Cependant, leur morphologie adaptée à un mode de vie benthique* rend les loups sensibles aux vagues et aux courants. La conception d'une cage pour le loup devra intégrer cet aspect. Une cage sous-marine pourrait être mieux adaptée aux exigences biologiques du loup que la cage flottante.

Calendrier d'opération

Il n'y a pas vraiment de calendrier précis, puisqu'en milieu artificiel, on peut contrôler la photopériode et la température déclenchant ainsi la reproduction à des périodes pouvant être optimisées. Si c'est l'objectif de l'éleveur, un système en recirculation* est alors indiqué. Cependant, ce type d'élevage est plus complexe et certains aspects techniques

sont encore à améliorer. En circuit ouvert*, on peut suivre le calendrier naturel du loup afin d'économiser des frais de refroidissement ou de réchauffement de l'eau. On doit compter au minimum 3 ans pour produire un poisson de taille commercialisable.

Problèmes possibles

- Un plus haut taux de mortalité est observé chez le loup tacheté que chez le loup atlantique lors de l'éclosion des œufs et lors de la première alimentation. Le développement d'aliment adapté à tous les stades de développement du loup devrait être complété dans quelques années. L'effort de recherche s'oriente principalement vers l'optimisation et la domestication du cheptel* reproducteur pour permettre l'amélioration de la qualité des œufs et des juvéniles*.
- Les élevages piscicoles en milieu terrestre ou en milieu marin (cages marines) sont potentiellement sujets à des épisodes de maladies qui peuvent engendrer des pertes de production élevées. Des parasites* externes s'attaquant à la peau et aux branchies ont été observés. Toutefois, la maladie demeure rarissime et elle est surtout attribuable à de mauvaises conditions d'élevage. En général, le loup est assez résistant à la manipulation et au stress. Dans toute production animale, un suivi attentif et un contrôle vétérinaire sont recommandés. On observe que les maladies et les parasites* susceptibles de se développer chez le loup sont souvent associés à une température de l'eau supérieure à 10 °C, couplée à une mauvaise oxygénation de l'eau.
- Le taux de survie* à l'incubation* atteint 80 % chez le loup atlantique et 50 % chez le loup tacheté qui est une espèce moins bien documentée à ce jour. L'éclosion et les jours qui suivent sont un moment critique. Une mortalité, parfois massive, peut être occasionnée par des alevins moins performants, une nourriture mal adaptée ou un environnement qui ne répond pas aux exigences biologiques de l'espèce. Cette mortalité s'observe généralement au moment où les alevins doivent s'alimenter pour la première fois de leur vie. On rapporte ensuite des taux de survie* de près de 100 % lorsque le stade de la première alimentation est complété.

Commercialisation

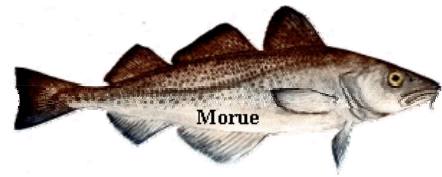
Le comportement non grégaire du loup et sa tendance à se cacher dans les anfractuosités rendent l'avènement d'une pêche commerciale significative improbable. D'ailleurs, avec son statut d'espèce en péril selon le COSEPAC, l'ouverture d'une pêche commerciale est improbable. Leur situation est considérée comme étant **préoccupante**. Selon le COSEPAC, le loup atlantique et le loup tacheté sont donc « des espèces particulièrement sensibles aux activités humaines ou à certains phénomènes naturels, mais qui ne sont pas en voie de disparition ou menacées ».

La chair blanche du loup est considérée comme un produit alimentaire de haute qualité. Il peut être commercialisé frais ou congelé. Dans certains pays, la chair du loup prend encore plus de valeur auprès des consommateurs si elle est salée, séchée ou fumée. De plus, le foie de loup est considéré comme un produit des plus raffinés en Russie principalement. Chair blanche et savoureuse, absence d'arêtes et gros filets sont autant d'attributs recherchés par le consommateur. Par surcroît, la chair du loup atlantique et du loup tacheté, tant en milieu naturel qu'en captivité, n'est généralement pas parasitée. Le marché ciblé pour ce produit raffiné est la restauration haut de gamme, et une production organique, biologique ou « verte » est déjà envisagée pour améliorer les perspectives de marché. Le rendement en chair* du loup peut atteindre 50 % et son taux de croissance* en captivité en font une espèce très prometteuse. Le marché est peu développé mais il possède un beau potentiel, car ce produit s'inscrit dans les tendances du consommateur. Étant essentiellement un produit de la pêche qualifié de prise accidentelle, la production en aquaculture du loup atlantique ou du loup tacheté permettrait un approvisionnement plus régulier à l'année et offrirait des garanties sur le standard de qualité du produit. Tous ces critères facilitent la commercialisation (en particulier auprès des restaurateurs). La consommation des produits halieutiques ne fait pas partie des us et coutumes d'une proportion importante de la population québécoise, mais il existe déjà un marché ethnique dans les centres urbains en partie approvisionné par des importations.

Le loup atlantique, l'espèce la plus côtière des loups de mer, a la particularité de produire des protéines antigel qui lui permettent de tolérer les basses températures. Ces protéines sont des biomolécules à haute valeur commerciale utilisées dans l'industrie médicale, pharmaceutique et alimentaire. Le loup tacheté supporte très bien les faibles températures, mais sa production de protéines antigel plasmatiques est cyclique. Des activités d'extraction se poursuivent également pour d'autres biomolécules intéressantes, tels des enzymes digestives particulières et du mucus antimicrobien abondant. La peau du loup tacheté représente un autre créneau qui mériterait d'être exploré. Des intervenants de l'industrie du meuble, du vêtement et de la reliure ont souligné que ce cuir possédait un attrait certain. Le développement d'une stratégie de commercialisation globale intégrant l'exploitation de la chair et les autres débouchés évoqués précédemment pourrait permettre d'optimiser la rentabilité d'un élevage.

Fiche technique 9 : LA MORUE

Gadus morhua



* : se référer au glossaire

Biologie

Description physique

La morue franche possède un corps allongé qui varie en couleurs de brun à vert à gris avec des petites taches noires sur le dos. La ligne latérale de la morue forme une courbe au-dessus de la nageoire pectorale. La morue franche de l'Atlantique possède un seul barbillon bien développé sur son menton.

Distribution géographique et habitat

La répartition géographique de l'espèce s'étend des deux côtés de l'Atlantique. Du côté nord-ouest, on la retrouve du Groenland et du sud de l'île de Baffin jusqu'au cap Hatteras, en Caroline du Nord; plus précisément, elle se répartit au large du Labrador et de Terre-Neuve, dans le golfe du Saint-Laurent, dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine. La morue habite les eaux froides de l'Atlantique, des zones tempérées à subarctiques. Se déplaçant en bancs, certaines morues passent l'hiver en haute mer et se rapprochent des côtes en été.

En nature, les morues fréquentent des eaux de 0 à 13 °C avec une salinité* de 31 à 34 ‰. Les températures minimale et maximale tolérées par les morues adultes seraient de -1,2 à 21 °C. Comme les morues adultes, les juvéniles* supportent également des températures légèrement inférieures à 0 °C, mais 18 °C est la température maximale tolérée dans leur cas.

La population de morue franche du Nord laurentien s'est effondrée surtout en raison de la surexploitation. De nos jours, les menaces à la population de morue de l'Atlantique incluent les changements écosystémiques naturels et ceux provoqués par les activités de pêche et les niveaux élevés de morts naturelles attribuables à des prédateurs, que ce soit d'autres poissons ou encore les phoques.

La morue franche du Nord laurentien est désignée par le COSEPAC comme une espèce menacée et est à l'étude en vue d'être ajoutée à la liste des espèces protégées par la Loi sur les espèces en péril (LEP). Selon le COSEPAC, une espèce menacée est une espèce sauvage susceptible de devenir une espèce en voie de disparition si rien n'est fait pour contrer les facteurs menaçant de la faire disparaître.

Alimentation et croissance

Les morues les plus jeunes, qui vivent encore près de la surface, se nourrissent de phytoplancton* et de zooplancton*. Adulte*, la morue se nourrit à l'aube ou à la brunante et consomme surtout du capelan, du hareng et d'autres poissons, y compris de jeunes morues. En fait, elle se nourrit pratiquement de tout, même des anémones de mer.

Cycle biologique

La morue franche de l'Atlantique fraie au large des côtes en hiver et au printemps. La reproduction a lieu à des profondeurs de 300 à 400 m où, à cette époque de l'année, l'eau est plus chaude de quelques degrés que les températures qui avoisinent le degré de congélation plus près de la surface. La saison de reproduction de la morue est très étendue. Entre Terre-Neuve et le banc Georges, elle s'étale entre janvier et juin mais culmine entre février et la fin avril. Par contre, dans le golfe du Saint-Laurent, elle commence en mai et culmine à la mi-juin pour se terminer à l'automne. La taille et la viabilité des œufs diminuent au cours de la saison de reproduction.

Après la période de reproduction, les adultes se déplacent graduellement vers la zone du littoral pour se nourrir. De façon générale, la fraie a lieu entre décembre et juin. Selon l'origine géographique des morues, c'est principalement les changements de température et de durée d'ensoleillement qui déterminent le début de la période de reproduction. On évalue qu'une femelle de 51 cm produit environ 200 000 œufs tandis qu'une autre de 141 cm en pond environ 12 millions.

Les larves* éclosent lorsque l'embryon mesure entre 3,3 et 5,7 cm de long. Les jeunes morues demeurent pélagiques* jusqu'à ce qu'elles atteignent entre 25 et 50 mm de long. Par la suite, elles vivent dans les eaux profondes en hiver et migrent vers les eaux côtières au printemps où elles patrouillent dans les fonds en grand banc. En général, le mâle atteint sa maturité sexuelle à un âge moins élevé que la femelle, âge qui varie de 3 à 9 ans. La morue peut vivre plus de 30 ans et atteindre un poids dépassant 50 kg.

Prédation et autres sources de pertes

En milieu naturel, les jeunes morues qui viennent d'éclore sont naturellement la proie de nombreux prédateurs. Les premières semaines de vie sont critiques pour toutes les espèces de poissons marins, les pourcentages de survie sont généralement faibles. En vieillissant, le principal prédateur de la morue est sans nul doute l'homme. La prédation des phoques et les changements écosystémiques ont également leur impact. Les morues sont aussi susceptibles de contracter certaines maladies virales ou bactériologiques.

Technique d'élevage

Description générale

Du strict point de vue de la biologie, l'élevage de la morue franche semble prometteur. La chute des débarquements dont la conséquence attendue est l'augmentation du prix de vente, la bonne capacité de transformation de l'espèce et sa renommée auprès des consommateurs favorisent le développement de l'élevage.

La morue tolère de larges écarts de conditions environnementales. Bien que son optimum de croissance se situe approximativement à 15 °C, elle continue de s'alimenter même quand l'eau atteint le point de congélation. Selon les auteurs, la température optimale de croissance varie de 9 à 12 °C pour les morues de grande taille et de 11 à 15 °C pour les individus plus petits. Sa capacité à croître dans une large fourchette de salinités* est également surprenante. Vivant normalement dans des eaux à 30 ‰ ou plus, la morue peut supporter un environnement à 7 ‰ pendant des périodes prolongées. L'élevage de la morue en milieu estuarien est une possibilité à envisager.

La production de larves* et de juvéniles* à partir de stocks* de géniteurs* est relativement simple. Par contre, la survie et la croissance des juvéniles* pourraient être accrues si les besoins nutritionnels des larves* étaient mieux connus. Malgré tout, l'élevage de cette espèce est soutenu par la bonne connaissance de sa biologie, car près de 10 000 publications scientifiques ont déjà été référencées. Une part importante de cette connaissance étant issue d'observations réalisées en laboratoire. Stimulées par l'arrêt total de la pêche à partir de 1993, les recherches sur l'élevage larvaire ont repris au Canada et en Norvège. Elles aboutissent à la définition de conditions d'élevage intensif (densité : 10 à 50 larves/l, séquences alimentaires en rotifères* et artémies enrichis, utilisation plus précoce de microparticules d'aliments commerciaux) permettant d'affirmer que cette phase d'élevage sera prochainement maîtrisée.

Les techniques employées pour l'élevage de la morue montrent une évolution de l'extensif vers l'intensif. Les premiers essais d'élevage larvaire ont été réalisés en Norvège dans des bassins de grande taille et permettent la production de quelques milliers de juvéniles*. Ces tentatives seront prolongées jusqu'aux années 1990, alors que les techniques employées présentent davantage les caractéristiques d'une production extensive : bassins de volume important (20 000 à 1 000 000 de m³), faible densité initiale (de 6 à 80 larves/m³) et alimentation des larves* grâce aux populations zooplanctoniques* présentes dans les bassins. En raison de l'absence de contrôle du milieu d'élevage, une variation importante de la survie est enregistrée (de 1 à 40 % à la métamorphose).

L'amélioration des techniques d'élevage a permis un fort accroissement de la production mondiale de morues d'aquaculture à partir de 2001. Au Canada, c'est dans la province de Terre-Neuve que les plus importants efforts de R et D ont été entrepris. En 2002, 1500 t

ont été produites par l'aquaculture dont plus de 85 % en Norvège. Dans ce même pays, une production de 100 000 t est envisagée en 2005. Cet objectif permet de considérer l'aquaculture de la morue comme la troisième vague de développement de ce secteur d'activité, après celle constatée chez le saumon dans le nord de l'Europe et chez le couple d'espèces bar-daurade en Méditerranée. Les travaux de recherche menés sur la morue devraient supprimer, dans un futur proche, le goulot d'étranglement que constitue, comme pour beaucoup d'espèces, la phase d'élevage larvaire. Les autres phases de l'élevage (reproduction, sevrage et grossissement) doivent également être contrôlées et fiabilisées. L'amélioration des performances est conditionnée par la disponibilité en aliment adapté aux besoins de l'espèce.

Le taux de croissance* des morues est rapide : des individus de 4 kg peuvent être produits en 30 mois suivant la fécondation des œufs. Les principaux facteurs de croissance sont la température de l'eau, le moment de la mise en cage, la taille des poissons (gain de poids supérieur chez les petits poissons), la qualité des juvéniles*, les conditions du milieu, la densité de population dans la cage d'élevage, l'absence d'algues nuisibles et de maladies. Selon le climat et les conditions hivernales, les scénarios d'engraissement de la morue peuvent varier considérablement. La morue semble très sensible aux variations de la qualité de l'eau, comme la température, la lumière, le pH et la charge bactérienne, et beaucoup de soins doivent être apportés afin de maintenir ces paramètres dans une gamme de valeurs optimales.

De façon générale, la technique d'élevage variera fondamentalement selon que le cycle de production sera complet (on pratique l'élevage de l'éclosion à la vente ferme du produit) ou partiel (on achète des juvéniles* et on les élève jusqu'au moment de la vente). Par ailleurs, bien que l'élevage en cage soit cité en exemple à plusieurs reprises dans la fiche, il est important de mentionner qu'au Québec, les conditions climatiques sont contraignantes pour la mise en œuvre de cette technique, du moins sur une base annuelle.

SCÉNARIO TYPE D'UN CYCLE D'ÉLEVAGE DE MORUES AU QUÉBEC

1) Approvisionnement et préparation des géniteurs*

Idéalement, l'éleveur devrait se tourner vers des souches de géniteurs* performants. Les résultats des recherches en cours encouragent la théorie qui veut que les animaux provenant du nord de leur aire de distribution naturelle tendent à croître plus rapidement en captivité. En effet, le métabolisme de ces poissons a besoin d'être plus efficace puisque la saison de croissance est plus courte. En somme, les morues des populations nordiques devraient avoir de meilleures performances en élevage que les stocks* de morues plus méridionales.

Toutefois, des recherches récentes indiquent également que les populations de morue du Canada atlantique présentent très peu de diversité génétique, ce qui pourrait rendre difficile la sélection de souches plus performantes. L'Ocean Science Center de Terre-Neuve

dispose de trois stocks* de géniteurs* issus de poissons capturés en mer. Les géniteurs* de la Machrihanish Marine Farm en Écosse ont été sélectionnés parmi des poissons déjà domestiqués nés en captivité. En s'approvisionnant dans ces instituts qui se consacrent au développement de géniteurs* performants, l'éleveur est moins exposé « au jeu du hasard ». La possibilité de pêcher des reproducteurs en milieu naturel peut aussi être envisagée. La situation précaire de la morue sauvage doit cependant être bien évaluée avant d'opter pour cette avenue. De plus, l'approvisionnement de géniteurs* en milieu naturel présente certains aléas tels de mauvaises performances de croissance, des maladies infectieuses, etc.).

Les géniteurs* adultes sont habituellement maintenus à l'année dans des bassins, quoique dans certaines circonstances, ils sont gardés en cages marines durant l'année et ramenés en bassins avant la ponte*. Dans les bassins, les géniteurs* sont maintenus à des densités de 5 à 10 kg/m³ avec un ratio de 1:1 à 1:3 entre les femelles et les mâles. Il est très important de réduire le stress des géniteurs* car il peut engendrer un nombre élevé de larves* anormales. Le sexe et le niveau de maturité des adultes peuvent être déterminés rapidement et facilement par l'utilisation d'un scanner à ultrasons.

Les géniteurs* de morues sont alimentés avec des aliments commerciaux disponibles ou avec des saucisses humides constituées de farines de poisson commerciales mélangées avec des huiles de poisson et de l'eau dans une pellicule de collagène (les saucisses sont fabriquées sur les sites d'élevage avec les équipements appropriés). La diète des géniteurs* doit être de haute qualité puisqu'une diète pauvre résulte en des œufs de faible qualité. Les morues cessent de s'alimenter environ un mois avant le début de la ponte*, ce qui constitue un indicateur pour le personnel de l'écloserie*. Ce jeûne entraîne une perte de poids.

La taille médiane des poissons qui entrent pour la première fois en reproduction est de 40 cm et toutes les morues de plus de 50 cm sont matures sexuellement. Les femelles ne relâchent pas leurs œufs en une seule fois, mais en plusieurs lots consécutifs espacés dans le temps. Les œufs sont plus petits et en nombre inférieur lors des premières pontes*. Les femelles matures produisent normalement de 15 à 20 lots d'œufs, sur une période de 40 à 60 jours. D'autres auteurs notent des durées allant de 60-75 heures à 2-3 semaines entre chaque ponte*. Un seul lot peut contenir plusieurs centaines de milliers d'œufs et la production totale d'œufs au cours d'une saison peut être de plusieurs millions par femelle. Une femelle mature produit normalement de 250 à 500 œufs par gramme de poids corporel. Une femelle de 4 kg pourrait donc facilement produire de 1 à 2 millions d'œufs.

Contrairement aux flétans ou aux salmonidés, les géniteurs* de morue fraient spontanément en captivité et les taux de fécondation sont relativement élevés. Les morues fraient naturellement dans des bassins ou dans des cages en mer, elles ne nécessitent donc pas de manipulations pour obtenir des œufs ou du sperme. La manipulation de la photopériode permet d'obtenir deux fraies par an et de prolonger chacune d'elle sur une

période de 5 mois, soit 2 mois de plus qu'en milieu naturel. La température idéale pour le frai se situe entre 4 et 6 °C.

La technique de fécondation *in vitro* effectuée avec le prélèvement des gamètes* mâles et femelles est la même que pour les autres poissons. La méthode de fécondation sèche (sans eau de mer dans un contenant humide) et la méthode humide (avec eau de mer à 5-6 °C) ont donné de bons résultats. Les œufs peuvent aussi être fécondés sans intervention humaine : ceux-ci flottent (œufs pélagiques*) et sont récoltés à la surface avec un filet à mailles fines ou récupérés avec un sac de filet attaché à la surface du bassin. D'ailleurs, certains auteurs préconisent cette méthode qui, selon eux, produirait des œufs de meilleure qualité. La taille des œufs varie de 1,2 à 1,9 mm.

Relativement peu de choses sont connues sur la santé des morues en condition d'élevage. Et à ce stade de développement de l'industrie, il n'y a pas encore de souche de géniteurs* certifiée exempte de maladies. Comme certaines maladies sont connues pour avoir un mode de transmission vertical, les lots d'œufs obtenus en écloserie* doivent absolument subir un examen de détection des pathogènes* avant d'être retenus pour l'élevage. L'amélioration de nos connaissances sur les maladies et les conditions de santé des morues serait donc profitable à la fois pour la reproduction et pour l'engraissement des morues d'élevage.

2) Écloserie* et nursery

Après la fécondation, les œufs sont désinfectés au formol ou immergés dans de l'eau ozonée, puis transférés dans des incubateurs. Les méthodes d'incubation* pour des œufs flottants peuvent être utilisées. Des incubateurs de 70 l sont couramment utilisés même si des unités plus importantes ont été utilisées avec succès. Dans certaines fermes, les œufs sont recueillis à la surface des bassins, nettoyés et désinfectés avec du « Kick Start » avant d'être incubés à 8 °C dans des incubateurs cylindro-coniques de 250 et 500 litres. Le fond conique permet de concentrer et d'éliminer les débris. Les œufs sont habituellement gardés dans l'obscurité avec un faible débit d'eau salée (0,2 à 3 l/min) à 6-8 °C, filtrée à 5 microns* et stérilisée avec une lampe UV.

La durée de l'incubation* des œufs varie selon la température de l'eau. Le développement des larves* est normal entre -1,5 et 10 °C. Cependant, les embryons sont plus grands et mieux développés si l'éclosion se fait à 1 °C plutôt qu'à 6 °C et des températures supérieures à 12°C peuvent être problématiques.

Pendant l'incubation*, certaines écloséries* testent les œufs pour le nodavirus de la morue et, si la confirmation est négative, les œufs sont amenés jusqu'à l'éclosion. Une estimation du temps de l'éclosion peut être faite en examinant les œufs au microscope pour déterminer le stade de développement des embryons. Comme critères de qualité et de réussite de la fécondation, certaines écloséries* examinent la symétrie de la première division des lots d'œufs, le pourcentage de fécondation et le diamètre. Lorsqu'ils éclosent

après environ 95 degrés-jours*, le taux d'éclosion et la qualité des larves* sont examinés avant de décider quels sont les lots qui seront conservés pour poursuivre l'élevage.

À l'éclosion, les larves* de morues mesurent entre 3,5 et 4,5 mm. Le taux de survie* à l'éclosion est assez élevé : de 65 à 75 % pour des œufs incubés entre 5 et 8 °C. Le taux de survie* des embryons est beaucoup plus faible lorsque les œufs proviennent d'une morue qui fraie pour la première fois que lors de la deuxième fois. Les taux sont respectivement de 13 et de 62 %.

Un jour avant la date prévue pour l'éclosion, les œufs sont désinfectés et transférés dans le bassin d'élevage larvaire. Les larves* nouvellement écloses peuvent aussi être immédiatement transférées de l'incubateur dans des bassins d'alimentation. Selon les endroits, le transfert dans les bassins d'alimentation et l'administration de la diète d'algues enrichies de rotifères* (« green tank ») s'effectue à différents moments : la journée avant l'éclosion des larves*, la journée même ou jusqu'à trois jours après.

Les bassins sont souvent alimentés par de l'eau préfiltrée passée aux UV pour en assurer la pureté et l'absence de pathogènes*. Les bassins ont aussi un apport en air et en oxygène, en plus d'une source lumineuse. L'utilisation d'un bras automatique pour l'entretien des bassins améliore l'hygiène et réduit les coûts associés au nettoyage.

Les densités d'élevage recommandées pour les larves* de morue varient entre 30 et 100 par litre, quoique des densités plus élevées puissent être maintenues si la qualité de l'eau est optimale et si la nourriture est disponible en quantité suffisante.

La température de l'eau des bassins d'élevage larvaire est augmentée graduellement de 6-8 °C à 10-11 °C sur plusieurs jours. Pour maintenir la qualité de l'eau, les débits sont augmentés au fur et à mesure que les larves* grandissent, bien qu'un courant excessif puisse être dommageable pour celles-ci.

Une controverse existe au sujet de l'intensité lumineuse à appliquer aux bassins d'élevage larvaire. Toutefois, il y a consensus sur le fait qu'une lumière continue doit être présente durant toute la phase larvaire. Des algues, cultivées en mode intensif dans une section de l'écloserie*, sont également ajoutées aux bassins d'élevage. Il y a plusieurs raisons possibles pour lesquelles des algues sont requises, et leur présence est généralement considérée comme essentielle pour élever avec succès des larves* de morue.

Les larves* sont prêtes à chasser pour se nourrir entre 2 à 8 jours après l'éclosion, soit au moment où leurs réserves vitellines sont presque épuisées. Leurs systèmes digestif et nerveux sont alors suffisamment développés et leur bouche est fonctionnelle. Cette étape, appelée « première alimentation », a lieu dans des bassins dont la température de l'eau est entre 10 et 12 °C. Initialement, les larves* de morue sont trop petites et pas assez développées pour se nourrir avec des aliments granulés commerciaux (ou « diètes inertes »). Des proies planctoniques animales telles que des rotifères* et des artémies* sont donc cultivées à l'écloserie* et utilisées comme source de nourriture. La culture de

ces proies vivantes représente un coût considérable dans les opérations d'écloserie-nursery de poissons marins. Un fabricant d'aliment pour poissons, Ewos inc., a d'ailleurs développé récemment une « diète inerte », Promal^{MD}, qui permet de remplacer les artémies* dans l'élevage des larves* de morue.

Il est essentiel pour les larves* de commencer à s'alimenter avec la nourriture vivante avant la résorption complète du sac vitellin (6-8 jours après l'éclosion), sinon la famine et des mortalités massives peuvent s'ensuivre. La résorption du sac vitellin se complète vers le 7^e jour et c'est à ce moment que l'activité d'alimentation est à son maximum. Dans un contexte d'élevage, la taille des proies est un facteur crucial.

Le moment propice pour l'introduction de chaque type d'aliment varie avec le taux de croissance* des larves* et entre les écloseries*. En général, les rotifères* sont distribués en même temps que les microalgues*, trois ou quatre jours après l'éclosion et pendant les vingt jours suivants. Les morues ont besoin d'une plus longue période d'alimentation aux rotifères* que les autres poissons marins d'élevage, soit jusqu'à l'atteinte de 12 mm de longueur. Quand les larves* ont atteint une taille d'environ 1 cm et un stade de développement suffisant (environ 17 jours après l'éclosion), une diète d'artémies* leur est offerte jusqu'au jour 45-50 après l'éclosion. Cependant, les rotifères* doivent continuer à être distribués pendant 5 à 7 jours après l'introduction des artémies* pour permettre aux larves* de s'ajuster à leurs nouvelles proies.

Ni les rotifères* ni les artémies* ne sont suffisamment nourrissants pour assurer la croissance des larves* de morue. Ces organismes doivent être enrichis avec des suppléments alimentaires spécialement conçus pour cet usage. Le choix du supplément et le mode d'utilisation peuvent être cruciaux pour le succès de l'écloserie*. Les algues, les rotifères* et les artémies* sont produits dans les installations de l'écloserie*, dans des salles adjacentes, à température contrôlée. La survie des larves* pendant la période d'alimentation avec des proies vivantes (0-35 jours) peut atteindre 74 %. Le sevrage vers des aliments de formulation a lieu entre le 35^e et le 55^e jour après l'éclosion. La phase larvaire s'étend entre l'éclosion et la métamorphose. C'est durant cette période que la mortalité est la plus élevée. La métamorphose des jeunes morues survient à 12-13 mm, soit de 40 à 50 jours après l'éclosion. Certains chercheurs rapportent que la métamorphose se produit à une taille de 10 mm, après 44 jours à 10 °C ou 52 jours à 7 °C.

On utilise alors des aliments inertes spécialement conçus pour le sevrage. Durant le sevrage, la distribution d'artémies* est progressivement diminuée tandis que la ration d'aliments inertes est augmentée. Le sevrage est également une étape critique qui se traduit par des mortalités élevées (35 % de survie). Après le 55^e jour postéclosion, les larves* sont prêtes à s'alimenter uniquement sur une « diète inerte » sèche distribuée automatiquement. Les morues sont des prédateurs visuels. Dès qu'elles mesurent de 2,5 à 3 cm, elles se nourrissent volontiers d'aliments inertes.

Des progrès doivent encore être réalisés pour surmonter les hauts taux de mortalité des juvéniles* en éclosérie*. Le taux de survie* est plus élevé si le sevrage sur un aliment de formulation est plus tardif. Le sevrage hâtif des juvéniles* de morue semble difficile, mais des progrès ont été faits. Les principaux fournisseurs d'aliments pour poissons d'élevage ont développé des aliments propres aux espèces d'eau froide. Il a été observé que les jeunes morues s'alimentent rarement à la surface de l'eau. Ceci a inspiré la fabrication d'un nouveau distributeur d'aliment qui mélange l'eau avec l'aliment et le distribue à différents points du bassin.

Parmi les facteurs de mortalités postsevrage, mentionnons les diètes inadéquates et le cannibalisme. En dépit de plusieurs problèmes surmontés pendant l'étape de l'éclosérie*, la survie au sevrage n'est généralement pas plus élevée que 5-25 %, bien que les performances s'améliorent au fur et à mesure que de meilleures pratiques d'élevage sont développées. D'autres auteurs mentionnent un taux de survie* au moment du sevrage de 30 à 43 % selon la densité.

Après trois mois dans les bassins d'élevage larvaire, les morues sont classées et les plus grands juvéniles* sont transférés à la nursery. Les larves* sont d'abord triées à l'aide de classeurs de 1,5 à 2 mm. Ensuite, le classement doit continuer à se faire régulièrement pour prévenir le cannibalisme. Un système de classement passif utilisé dans les bassins a considérablement amélioré la survie aux manipulations stressantes du classement manuel. Un classement répété durant deux semaines permettra de sauver plusieurs poissons en amenant un environnement favorable aux individus restants. Dès que possible, les larves* sont transférées dans les unités de la nursery. Dans les deux mois suivant le classement initial, les juvéniles* croissent rapidement.

Les opérations d'éclosérie* restent délicates et exigent du personnel très bien formé. En particulier, la maîtrise de la culture des algues, des rotifères* et des artémies* restera cruciale aussi longtemps qu'aucun aliment de formulation ne remplacera la nourriture vivante nécessaire à l'élevage morues aux stades larvaires. Cependant, comme l'élevage de la morue au Canada en est au stade précommercial, il n'y a pas réellement de pratiques standards définies. Chaque entreprise et chaque centre de recherche développent leurs propres façons de faire, en évolution permanente. Comme pour le flétan atlantique, des compétences spécifiques liées à l'utilisation des systèmes de recirculation* en eau salée peuvent être requises. Par ailleurs, les compétences relatives à l'étape de grossissement en cages marines sont plus répandues, puisque à ce stade, les opérations sont semblables à celles de l'élevage du saumon.

3) Grossissement

Selon la stratégie de l'éleveur, les morues juvéniles* destinées au grossissement proviendront soit de l'éclosérie* de l'éleveur, soit d'une éclosérie* externe à l'entreprise. Il existe plusieurs écloséries* de morues capables de fournir des piscicultures* en Europe. Au Canada, il existe trois écloséries* de morue atlantique dont deux sont actuellement

en activité. Il s'agit de Northern Cod Ventures Ltd, de Aquaculture Research and Development Facility (Memorial University) et de Scotian Halibut Ltd.

En général, les poissons sont placés en cage lorsqu'ils pèsent entre 50 et 100 g. Toutefois, selon les stratégies et les conditions qui prévalent sur les sites de grossissement, le transfert peut être effectué aussitôt qu'ils atteignent 10 g. Quand les poissons sont transférés en cage à des poids inférieurs, il s'agit généralement de sites très abrités. L'avantage d'élever précocement ces poissons en cages est atténué par l'obligation d'acheter des cages d'un autre type que celles utilisées pour le grossissement final. Également, la croissance est moins rapide, car les poissons ne sont plus en milieu contrôlé : ils sont généralement exposés à une eau plus froide. Finalement, la vaccination de poissons plus petits peut diminuer l'efficacité de l'immunisation.

La maturité sexuelle des morues survient, autant chez les mâles que chez les femelles, environ 22 mois après l'éclosion. Le terme « maturité sexuelle précoce » est utilisé, car cette dernière survient beaucoup plus tôt chez la morue d'élevage que chez les populations sauvages. Une proportion importante des mâles peut être mature un an seulement après l'éclosion. Ceci se traduit par une diminution du taux de croissance* des poissons, une détérioration de la qualité de la chair et une perte de poids après la ponte*. La réduction ou l'élimination de la maturité sexuelle précoce constituerait par conséquent une amélioration des performances de croissance de la morue. L'utilisation d'un éclairage continu dans les structures d'élevage peut retarder la maturation sexuelle et améliorer la croissance. Récemment, il a été démontré qu'en manipulant la photopériode, il est possible de retarder de deux ans la maturation des morues par rapport à la maturation de poissons maintenus dans des conditions naturelles. Ces essais se sont traduits par une augmentation de 60 % du poids éviscéré, en relation avec une amélioration du taux de croissance* spécifique. Ceci représente une réduction théorique du cycle de production de plus de 9 mois.

Selon le climat et les conditions hivernales, les scénarios d'engraissement de la morue peuvent varier considérablement. En Nouvelle-Écosse par exemple, les juvéniles* de morues partent vers la nursery à 10 g (10 mois) où ils resteront en cages ou en bassins jusqu'au poids de 60 g avant d'être transférés en cages d'engraissement submersibles. Au Québec, les sites très abrités sont peu nombreux. Par ailleurs, la présence de glace en hiver orientera probablement le choix de l'éleveur vers un modèle de cage submersible. La morue continue de s'alimenter même à des températures aussi basses que 1 ou 0 °C, l'hiver ne signifie donc pas un arrêt total des activités. Toutefois, l'attractivité des aliments pour morue est particulièrement importante à basse température. Le taux de rejet des aliments augmente avec la baisse de la température pour les aliments de formulation (ce phénomène est moins prononcé avec l'alimentation à base de poissons frais). Par ailleurs, la température permettant le meilleur taux d'assimilation des aliments se situerait dans les 15 °C, ce qui indiquerait que la température optimale de croissance se situe aussi à cette température. Selon la taille ciblée, les morues passeront 2 à 3 ans en cage de grossissement.

Actuellement, l'élevage de morue n'est viable que si certaines conditions économiques sont réunies. Parmi ces conditions, il y a la réduction des coûts de production de juvéniles*, l'utilisation des techniques existantes (lorsqu'elles sont applicables) pour le saumon, la persistance de la pénurie de morues sauvages et la reconnaissance de la qualité des morues d'élevage par les consommateurs. Toutefois, la morue d'élevage possède des avantages potentiels par rapport à ses contreparties sauvages : l'absence de parasites*, la disponibilité pendant toute l'année, la traçabilité et la fraîcheur. Ces avantages devraient assurer une bonne demande pour ce produit. En outre, le développement d'un marché propre à la morue d'élevage permettrait certainement de valoriser ces produits et d'en faciliter la commercialisation. D'ailleurs, l'accroissement de la qualité des produits d'élevage en fonction des demandes spécifiques du marché contribuera à distinguer la morue d'élevage de sa contrepartie sauvage.

Photo 23 : Cage flottante d'élevage de poissons en mer



Photo : Marie Lagier

4) Affinage, abattage et transformation

Une fois les morues parvenues à un poids commercialisable, on les laisse jeûner une quinzaine de jours, afin de raffermir leur chair et de permettre un maximum d'évacuation des matières digérées des viscères. Avant de procéder à l'abattage, on transfère les morues de leur cage d'engraissement dans des bacs d'engourdissement (de l'eau avec une forte salinité*, de la glace et du CO₂), ce qui permet de calmer les morues et de faciliter leur manipulation. On peut alors procéder à l'abattage et à l'éviscération. Pour le transport, on transfère les morues dans des bacs isothermes, à température constante, afin d'assurer leur conservation.

Fond de terre, bâtiments, structures d'élevage et équipements

Pour une éclosierie* ou effectuer le grossissement en bassin :

- fond de terre situé près de la mer, avec un chemin d'accès
- bâtiments (bâtiment principal pour l'élevage, bureau, laboratoire, entrepôt pour le matériel divers)

- véhicules de transport
- bassins (pour les reproducteurs/géniteurs* issus du milieu naturel)
- incubateurs (pour les œufs)
- auges* (pour les poissons au stade larvaire/juvénile*)
- bassins ou auges (pour les poissons au stade adulte)
- nourrisseurs* (équipement permettant la distribution automatique de nourriture)
- prise d'eau de mer et prise d'eau douce
- système de pompage de l'eau et de distribution de l'eau (plomberie spécifique)
- étang de sédimentation pour le traitement des eaux usées*
- château d'eau de mer, en cas de panne de la pompe
- colonnes de dégazage de l'eau
- système d'oxygénation de l'eau
- équipement de refroidissement de l'eau
- pompe à chaleur
- filtres
- laveuse à pression
- système de gestion électronique
- système d'alarme
- génératrice
- machine à produire de la moulée (optionnel)
- dômes, bâches ou cellules photopériodiques (contrôle de la photopériode)
- équipements divers (balance, réfrigérateur, oxymètre, thermomètre, salinomètre, etc.)
- matériel de laboratoire et de bureau (béchers, cylindres gradués, pipettes de transfert, marqueurs internes* pour la détection électronique des géniteurs*, ordinateur, etc.)
- équipement pour transformer et emballer le produit fini (optionnel)
- etc.

Pour effectuer le grossissement en cages marines :

- cages de grossissement
- ancrages
- sacs de transport
- éléments de flottaison
- bateau
- équipement de triage
- équipement d'abattage (bac d'engourdissement, tables de saignées, bacs isothermes)
- outils (pelles, épuisettes, etc.), balance pour le pesage
- entrepôt, remise
- véhicule de transport (camion et remorque)
- etc.

Calendrier d'opération

Il est difficile d'établir un calendrier type des opérations pour un élevage de morues. Avec le contrôle de la photopériode, les tâches reliées aux géniteurs* et à l'écloserie* débutent quand l'éleveur le juge opportun, selon son plan de production.

Au Québec, le grossissement en cage commande toutefois une plage d'activités plus restreinte. Idéalement, les structures sous-marines (ancrages et cordages) et les cages submersibles seront installées au printemps. Les organismes qui émettent les autorisations peuvent exiger qu'elles soient testées à vide durant une certaine période (l'éleveur doit en tenir compte dans son échéancier).

Les installations marines devront faire l'objet de vérifications selon une fréquence recommandée par les fabricants. Après une tempête, la vérification de tous les points critiques du système doit être effectuée systématiquement. Tous les équipements reliés aux opérations (bateau, camion, nourrisseurs*, etc.) doivent également faire l'objet d'un suivi et d'un entretien régulier.

Le moment propice pour l'introduction des juvéniles* sera choisi en fonction des facteurs mentionnés précédemment (taille des poissons, exposition du site, température de l'eau, etc.). La fréquence des repas et le mode de distribution (manuelle, automatique ou une combinaison des deux) varieront selon la taille des poissons et la température de l'eau. En général, plus les poissons sont petits, plus la fréquence des repas sera élevée. Un rapport semblable est à faire avec la température de l'eau; dans une eau plus chaude, la fréquence sera plus élevée. On conseille de suivre les conseils et les tables d'alimentation* des fabricants d'aliments pour poisson.

La durée du grossissement dépendra de la taille recherchée par le marché. L'abattage devrait s'effectuer en dehors de la période de reproduction pour éviter que le produit ne soit moins attrayant.

Problèmes possibles

- Au Québec, il y a peu de baies abritées qui soient susceptibles de convenir à l'élevage des morues, ce qui signifie que, placées au milieu de courants forts et de conditions climatiques souvent défavorables, les structures d'élevage doivent être très résistantes.
- Des efforts importants ont été déployés récemment pour contrôler la qualité génétique et la santé des géniteurs*, pour mieux répartir les périodes de ponte*, pour maîtriser le problème de la maturation précoce et pour adapter la formulation des aliments aux besoins spécifiques des morues. Actuellement, la plupart des écloseries* utilisent encore des géniteurs* d'origine sauvage.

- Relativement peu de choses sont connues sur la santé des morues en condition d'élevage. Et à ce stade de développement de l'industrie, il n'y a pas encore de souche de géniteurs* certifiée exempte de maladies. Comme certaines maladies sont connues pour avoir un mode de transmission vertical, les lots d'œufs obtenus en écloserie* doivent absolument subir un examen de détection des pathogènes* avant d'être retenus pour l'élevage.
- En 2005, il n'existe qu'une écloserie* expérimentale à Terre-Neuve (Ocean Science Center) et qu'une écloserie* commerciale en Nouvelle-Écosse (Scotian Halibut) qui ne produisent que de faibles volumes d'alevins. Une écloserie* commerciale est en construction à Terre-Neuve mais elle n'est pas encore en activité.
- Malgré les progrès réalisés, les mortalités restent élevées en écloserie*. Un des principaux problèmes avec l'élevage de la morue est le taux variable de croissance des larves*. Les morues sont potentiellement cannibales après le sevrage, les plus gros individus mangent les plus petits. Le comportement agressif des poissons plus gros peut également stresser le reste de la population. Il est important que les larves* d'un bassin soient de taille uniforme. Le classement permet de replacer les gros individus avant le début du cannibalisme et la réduction de la densité permet aux plus petits poissons d'augmenter leur taux de croissance*. L'utilisation d'une nourriture de taille et de composition appropriées permet également de résoudre ce problème.
- Le cannibalisme est aussi présent chez les morues de plus de 81 cm en nature, ce qui pourrait poser un problème en élevage. Dans les élevages, le cannibalisme a d'ailleurs été observé chez les poissons de toutes tailles et il est associé à l'établissement de hiérarchies : il tend à augmenter lorsque la ration alimentaire* est moindre ou que l'eau est plus chaude. De telles interactions ont moins de chance de se produire dans les bassins à très fortes densités. L'utilisation d'un nourrisseur* distribuant des aliments à la demande des poissons permet de minimiser le cannibalisme chez la morue en donnant un accès direct à la nourriture. Un tel système norvégien est déjà utilisé dans le Canada atlantique.
- Parce que les morues d'élevage ont un taux de croissance* rapide, elles tendent à devenir matures plus vite que les morues sauvages. La maturation survient avant l'atteinte de la taille commerciale* et résulte en des pertes de performance et de condition. Durant le deuxième hiver en mer, la croissance ralentit à cause de la maturation sexuelle, autant chez les mâles que les femelles. Puisque cette maturation survient avant l'atteinte de la taille commerciale*, les morues doivent être gardées une autre année en production. Ce phénomène est un de ceux qui devront être résolus si on veut rendre l'aquaculture de morue profitable. Des expérimentations menées avec la manipulation de la photopériode ont montré que la maturation sexuelle peut être reportée de 6 mois. En Norvège, la maturation sexuelle des morues survient après 22 mois. Cette dernière peut être retardée de 6 mois en modifiant la photopériode.

- En milieu naturel, les parasites* de la morue sont nombreux. Les plus connus sont de la famille des nématodes dont la morue est un hôte intermédiaire. Tandis que les morues sauvages sont enclines aux infestations des vers plats et ronds, une expérience initiale avec la morue d'élevage montre une incidence très limitée ou l'absence complète de ces organismes. C'est un avantage évident pour la morue d'élevage en termes de performances de croissance et, plus important, en termes de ventes et de marketing. La morue peut également éprouver des problèmes avec les poux de mer (*Caligus spp.*), ce qui peut être traité de la même façon que pour des saumons.
- La survie des larves* est influencée par les maladies bactériennes, la vibriose et les parasites*, quoique des traitements appropriés soient efficaces. Une bonne hygiène aide à prévenir les mortalités.
- La culture de ces proies vivantes représente un coût considérable dans les opérations d'écloserie-nursery de poissons marins.
- Pour l'étape de l'engraissement, un des problèmes éprouvés fréquemment est l'hypertrophie du foie, qui peut atteindre 15 à 20 % du poids total de l'animal au moment de l'abattage (Anonyme, 2004a). Des aliments de formulation existent déjà pour l'engraissement de morues en cages marines, mais leurs contenus pourraient être améliorés de façon à minimiser les cas d'hypertrophie du foie tout en favorisant la croissance.
- En élevage, un programme préventif de vaccination peut diminuer les taux de mortalité par maladie. Certaines maladies peuvent être attribuables au stress, il faut donc manipuler les poissons avec soin. La morue, comme la majorité des organismes aquatiques, est particulièrement sensible aux brusques changements de température et de salinité*.

Commercialisation

Maintenant qu'ils maîtrisent les techniques d'élevage, les Islandais espèrent produire d'ici une dizaine d'années 20 000 à 25 000 t de morue par an en aquaculture, soit 10 % de leur prise annuelle en mer. Au Canada, l'industrie de l'élevage de la morue a le potentiel de devenir presque aussi important que celle du saumon. Selon le ministère des Pêches et de l'Aquaculture de Terre-Neuve–Labrador, une production de 15 000 à 30 000 tonnes métriques est envisagée en 2010. Toutefois, au Canada, le plus gros obstacle à la croissance de l'industrie est la rareté du capital d'investissement disponible pour le développement de l'industrie.

De façon générale, la morue est vendue fraîche ou en blocs congelés. Les filets frais peuvent être distribués sur le marché local ou être acheminés dans les grands centres par camions frigorifiques. Certains marchés importants comme Boston et New York achètent

régulièrement de la morue d'élevage. L'avantage de l'élevage de la morue est que sa mise en marché s'effectue habituellement en dehors des périodes de la pêche traditionnelle, ce qui peut permettre au promoteur de pratiquer l'une et l'autre activité. De plus, une morue produite à partir d'une éclosure* et nourrie avec une moulée commerciale serait exempte de parasites*.

La taille commerciale* recherchée par les consommateurs dépend de la provenance des acheteurs ainsi que du marché visé. Aux îles Shetland, en Écosse, la taille commerciale* des morues d'élevage est la même que pour les produits de la pêche, soit entre 2,5 et 5 kg. Ceci nécessite une phase de grossissement de 18 à 28 mois selon la taille finale des poissons.

En Norvège, le poids recherché se situe davantage entre 3,5 et 4,5 kg. Certains éleveurs indiquent que le poids recommandé pour l'abattage est de 2 à 3 kg : l'abattage a lieu de l'automne jusqu'à Noël, deux ans après la mise en cage. En Norvège, Nutreco espère produire des poissons de taille commerciale* de 2 à 3 kg en moins de 30 mois en développant des aliments plus performants.

Au Canada, les producteurs de la Nouvelle-Écosse engraisent les morues jusqu'à un poids de 4 kg. Toutefois, les filets recherchés à Terre-Neuve ont un poids de 14 à 16 onces et proviennent de morues pesant 2,5 kg, donc d'individus de 22 mois en moyenne. En ce moment, à Terre-Neuve, les intentions des éleveurs sont d'engraisser les morues d'élevage pendant 16-20 mois en mer jusqu'à ce qu'ils atteignent 4 kg.

Marché relié aux biotechnologies

Dans le domaine des produits nutraceutiques, l'huile de foie de morue est riche en vitamines A et D. Ces vitamines sont essentielles pour la croissance, le développement et la préservation du tissu cutané et des os ainsi que pour une bonne vision. Elles aident aussi à combattre les infections.