

Fiche technique 1 : LA MOULE BLEUE

Mytilus edulis



* : se référer au glossaire

Biologie

Description générale :

La moule bleue (nom scientifique : *Mytilus edulis*) est un mollusque* bivalve* filtreur* de couleur noir bleuâtre. Elle vit en zone intertidale* et dans les eaux peu profondes 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 est pêchée commercialement depuis des siècles en Europe où on la cueille sur les rochers à marée basse. Elle est maintenant cultivée dans le Canada Atlantique grâce à un système d'élevage en suspension : les moules grossissent dans des boudins* en filet, suspendus à des bouées de surface. Sur la côte est de l'Amérique du Nord, on la retrouve de l'océan Arctique à la Caroline du Nord. La température létale de la moule se situe à 27 °C. La moule est un animal grégaire. Elle se fixe à d'autres moules, formant ainsi des agrégations denses pour mieux se protéger contre les vagues qui pourraient la déloger de son substrat. Les moules s'attachent entre elles et au substrat à l'aide de leur byssus* (filaments adhésifs sécrétés par la moule).

Alimentation :

La moule bleue est un animal microphage. Cela signifie qu'elle se nourrit de petites particules en suspension dans l'eau de mer. Pour se nourrir, la moule filtre l'eau de mer à travers ses branchies et récupère les particules alimentaires qui y sont retenues. Ce sont les algues microscopiques - le phytoplancton*- qui constituent l'essentiel de la nourriture de la moule.

Cycle biologique :

Les moules sont des animaux dioïques, ce qui signifie que les sexes sont séparés. Chaque individu est donc, soit mâle, soit femelle mais, il n'est pas possible de déterminer le sexe d'une moule en dehors de la période de reproduction. À la ponte*, les moules expulsent leurs produits sexuels dans l'eau et la fécondation a lieu dans l'eau, 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, des changements brutaux de la température de l'eau ou un dérangement physique. Au Québec, la ponte se déroule principalement au printemps, aux mois de mai-juin, mais il semblerait, selon l'endroit, qu'il y est également une ponte à l'automne. La ponte est une activité stressante pour la moule et l'individu mature y perd

une grande quantité de son poids corporel. La période qui suit la ponte est donc une période de repos durant laquelle la moule doit refaire ses réserves énergétiques.

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 croissance à la fin desquels la larve* sera en mesure de se fixer définitivement à un substrat solide pour se métamorphoser en moule juvénile*. À ce stade, 3 à 4 semaines se sont écoulées depuis la fécondation de l'œuf. Pour se fixer, la larve manifeste une préférence marquée pour les surfaces accidentées ou filamenteuses, tels que les filaments de byssus des moules déjà en place. On appelle « naissains* » l'ensemble des larves nageuses de mollusques avant leur fixation*. Après leur fixation, les larves deviennent des moules juvéniles.

Croissance :

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. En supposant un apport de nourriture adéquat, la température de croissance idéale se situe entre 10 °C et 20 °C. La moule peut tout de même croître à une vitesse raisonnable à des températures plus basses. Pour ce qui est de la salinité, la moule bleue tolère un large éventail de concentrations allant de 0 ppm à 31 ppm (partie par mille). Cependant, sa vitesse de croissance est fortement réduite à une salinité inférieure à 12,8 ppm. Une salinité supérieure à 18 ppm est requise pour que la moule manifeste une vitesse de croissance raisonnable.

Mortalité :

Les limites de tolérance physiologique de la moule bleue ne lui permettent pas de survivre en dehors de certains niveaux de température, de salinité et d'abondance de nourriture. Ainsi, une température au-delà de 27 °C est reconnue pour être létale chez la moule bleue. La mortalité peut également être causée par des parasites*, des maladies ou des prédateurs. Les prédateurs varient d'un endroit à l'autre mais on peut citer les oiseaux (goélands, canards plongeurs, macreuses, sternes, marmettes, guillemots noirs), les crustacés (crabe, homard), les étoiles de mer, certains poissons (tanche-tautogue, plie rouge) et les mammifères (phoques). La coquille de la moule bleue peut aussi servir de support à des organismes qui s'y fixent tels que les balanes, des algues, des anémones, etc.

Contamination et intoxication* :

Étant donné son mode d'alimentation par filtration, la moule bleue peut concentrer des substances chimiques toxiques dans ses tissus lorsque ces substances sont présentes dans l'eau ou dans les sédiments. La contamination bactérienne est également un risque à considérer puisque la moule peut concentrer les bactéries pathogènes* présentes dans l'eau si elle se situe dans une zone polluée par des rejets d'eaux usées. Enfin, lors d'épisodes de prolifération d'algues toxiques, la moule bleue est susceptible de concentrer dans ses tissus les substances toxiques provenant des algues dont elle se

nourrit. Même si ces toxines* n'affectent pas les moules, la consommation de ces moules devient dangereuse - et même parfois mortelle - pour les humains (et les mammifères).

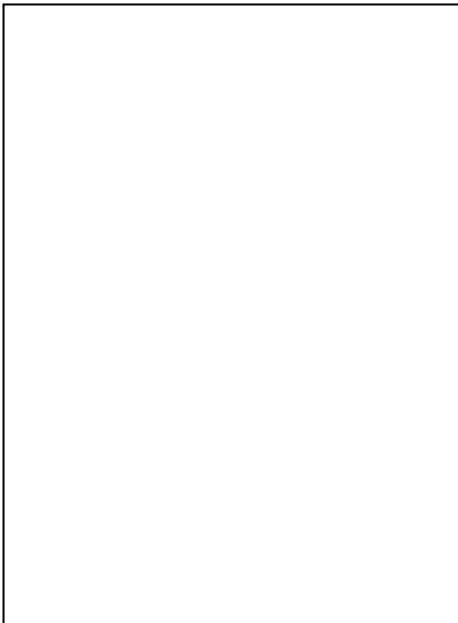
Technique d'élevage

Description générale :

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

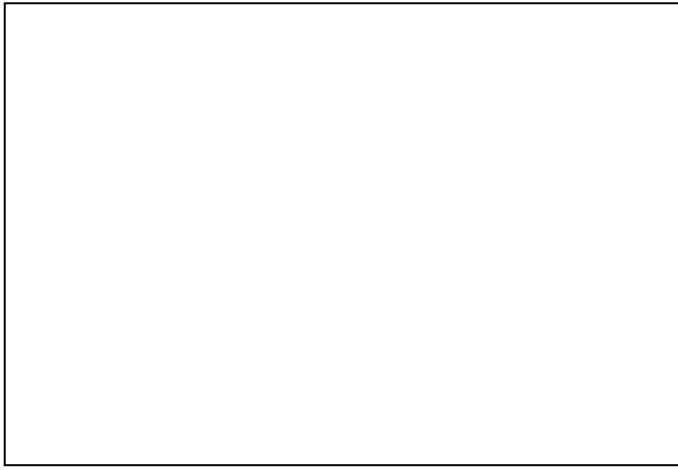


Il s'est avéré que l'élevage des moules en suspension est la technique d'élevage qui offre le plus d'avantages compte tenu des conditions climatiques et environnementales du Canada Atlantique, qui obligent à immerger les structures d'élevage. On cultive les moules dans des sacs tubulaires en filets, suspendus à des lignes flottantes maintenues sous la surface. Le mytiliculteur commence par capter les larves sur des collecteurs*, en été. C'est l'étape du captage* de naissains. À l'automne, afin de diminuer les densités, les jeunes moules sont transférées dans des filets tubulaires de 3 à 5 mètres - les boudins* - suspendus à la ligne flottante pour favoriser la croissance des moules. C'est l'étape du grossissement.

Depuis peu, on utilise au Québec la technique du boudin continu. Il s'agit d'une technique importée de Nouvelle Zélande et qui consiste à attacher à chaque ligne flottante 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 horizontales semblables à des demi-cercles. Cette technique présente l'avantage d'être mécanisée, 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* des collecteurs et le boudinage* peut alors se faire directement en mer sur le même bateau. Contrairement au boudin canadien fait de matériaux imputrescibles, le boudin néo-zélandais est fait de coton biodégradable qui se dégrade en quelques semaines, les moules restant accrochées par le byssus à un câble de polypropylène placé au centre du boudin.

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

Photo : Marie Lagier

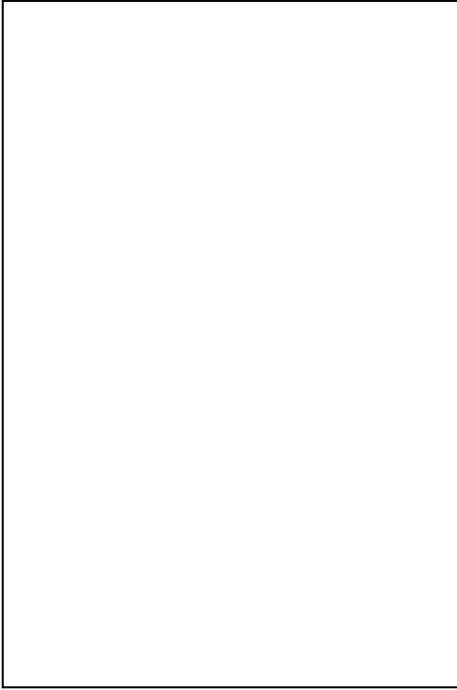


L'élevage de la moule bleue peut se décomposer en différentes étapes :

- 1) 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, leurs ancrages* sur le fond et 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, de la bonne installation des structures d'élevage et de la solidité des ancrages.** 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. On peut installer les ancrages en travaillant sur la glace, durant l'hiver précédant les premières opérations, ce qui offre une meilleure précision dans la position des ancrages 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 ancrages japonais ou à vis. Ces ancrages permanents sont faciles à poser à partir d'un petit bateau standard alors que la pose des ancrages traditionnels en béton requièrent l'utilisation de gros bateaux et sont moins stables.
- 2) 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 viendront s'y fixer en été, environ 3 semaines après la ponte. Une fois fixées, les larves se métamorphosent en moules juvéniles. Puisque les larves ont tendance à se fixer sur les substrats filamenteux, les collecteurs sont généralement constitués de vieux cordages effilochés suspendus à une filière flottante. On appelle cette opération le « captage de naissains ».

Photo 9 : Boudinage en continu

Photo : Michel Larrivée



- 3) À la fin de l'été, à l'automne, ou au printemps suivant, lorsque les moules juvéniles ont suffisamment grandi, on récupère les collecteurs et on dégrappe les moules qui s'y sont fixées. On trie d'abord les moules avec une machine appelée « dégrappeuse-trieuse* » et on remplit les boudins en y insérant un câble central, le tout étant suspendu au fur et à mesure sur les lignes de grossissement. Lors du dégrappage des collecteurs et de la mise en boudin, le mytiliculteur peut contrôler la densité des moules sur la ligne et faire un estimé de la quantité de moules que l'on a recueillie. Le filet de coton permet de retenir les moules pendant qu'elles reconstruisent leur byssus. On appelle cette étape le « boudinage ». Les moules vont rester sur leur ligne de grossissement jusqu'à ce qu'elles aient atteint la taille commerciale, plusieurs mois plus

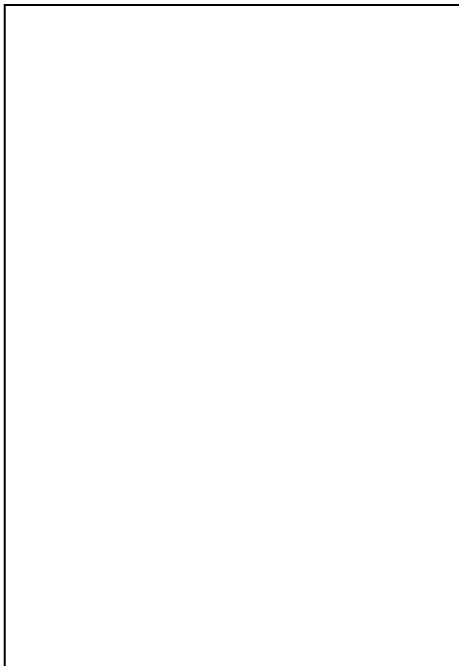
tard (de 12 à 27 mois au Québec).

- 4) Au début de l'hiver, selon l'endroit où l'on se trouve, il faudra retirer les bouées de surface pour immerger les filières 5-10 mètres sous la surface. Au Québec, cette opération est indispensable pour s'assurer que les structures d'élevage ne soient pas emportées ou endommagées par les glaces. C'est ce qu'on appelle le « calage ». Il faut cependant éviter que les lignes touchent le fond. Si les lignes touchent le fond, plusieurs prédateurs tels que les crabes et les étoiles de mer se feront un plaisir de grimper sur les boudins et de déguster les moules. De plus, sur certains sites, les moules pourraient prendre un mauvais goût si le fond est vaseux. Elles auront un "goût de vase" et ne seront plus commercialisables. Si elles demeurent dans la vase, les moules mourront car elles ne pourront plus filtrer l'eau.

On remise alors à terre les équipements de travail en mer pour l'hiver. Durant l'hiver, si la couche de glace est uniforme et solide, on peut en profiter pour travailler sur la glace à poser des ancrages. Le travail sur la glace permet une meilleure précision et plus de stabilité que lorsqu'on pose un ancrage à partir d'un bateau. Sur la glace, on peut faire de l'arpentage très facilement et poser les ancrages en faisant un trou dans la glace à l'endroit exact que l'on a déterminé au GPS. Si on n'en est pas à la première année d'élevage, on peut également faire la récolte durant l'hiver. On peut également se servir, pour un repérage précis et rapide des filières immergées, de poteaux qu'on aura préalablement attachés aux filières avant que la glace ne prenne. Le travail sur la glace nécessite des équipements particuliers (motoneiges, appareil pour percer la glace, etc.).

- 5) 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 ». On peut éviter cette opération en plaçant assez de bouées et de lests pour soutenir la production jusqu'à l'atteinte de la taille commerciale.
- 6) Durant cette période, il faut également réinstaller des collecteurs pour recueillir de nouveau des naissains pour assurer la continuité de la production. Suivra de nouveau l'étape de boudinage durant l'été et à l'automne, et ainsi de suite. Les moules de la première année sont encore en grossissement. Il faudra attendre qu'elles aient atteint la taille commerciale, soit environ une taille supérieure à 50 mm.

Photo 10 : Travail sur une filière de moules
Photo : Marie Lagier

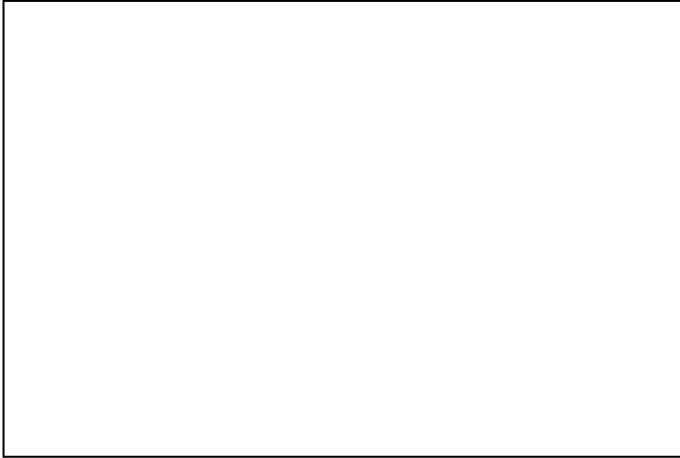


- 7) On doit également effectuer des activités de prise d'échantillons durant la croissance des moules pour faire un suivi de la production. On calcule ainsi le rendement au boudin (kilogramme de moules par pied ou mètre de boudin) et l'indice de rendement en chair* (poids de la chair par rapport à la coquille). Cela permet de planifier les opérations à venir, comme la période de récolte et de mise en marché, ainsi que la quantité que l'on espère récolter. L'analyse de ces échantillons permet également d'identifier les problèmes de croissance qui pourraient survenir (prédation, maladies, densité trop élevée, etc.) et de faire le plus rapidement possible les ajustements nécessaires.
- 8) Lorsque les moules sont assez grosses (au moins 50 mm), la récolte peut être effectuée n'importe quand à l'exception de la période de ponte et de la période qui suit immédiatement la ponte. Juste après la ponte, les moules ont perdu beaucoup de leur poids corporel. On doit donc leur laisser le temps de reprendre le poids perdu et de se refaire des forces. De plus, l'intérêt du producteur est de tenter de maximiser la durée de vie étagère*. 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 de une semaine et plus. Néanmoins, le producteur qui voudrait assurer la livraison continue de moules sur son marché, devra récolter durant la période de ponte. Ses moules auront alors une moins bonne valeur sur le

marché. Enfin, l'autorisation de récolte va dépendre des résultats des analyses toxicologiques et bactériologiques faites sur l'eau et les moules. Lorsque les moules sont prêtes et sont de bonne qualité, on retire les boudins de l'eau, on enlève les moules des boudins à l'aide d'une machine (« stripeuse ») et on dégrappe les moules à l'aide de la dégrappeuse-trieuse*.

Photo 11 : Dégrappeuse- trieuse et treuil hydraulique

Photo : Michel Larrivée



Par la suite, si l'on est équipé pour livrer directement sur le marché local et selon les exigences de l'acheteur, on procédera à l'enlèvement du byssus des moules à l'aide d'une machine appelée débyssouse*. Sinon, on livrera les moules non débyssées à un transformateur chargé de faire la mise en marché. L'enlèvement du byssus raccourci la durée de vie étagère. On fait donc cette opération 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).

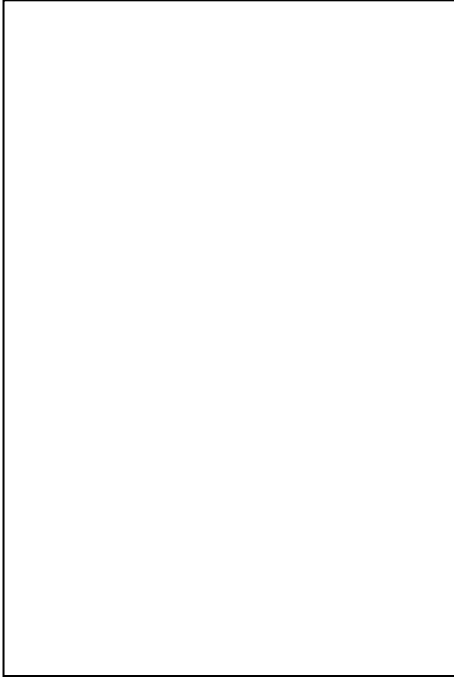
Structures d'élevage :

Les structures d'élevage sont constituées de :

- **filières** : chaque filière consiste en une ligne principale (faite de cordage en polypropylène ou en « polysteel ») à laquelle sera attachée les boudins de moules et les collecteurs de naissains;
- **ancrages** pour chacune des filières : selon le site, il pourra s'agir d'ancrages japonais (sorte d'ancre que l'on enfonce dans le fond sablonneux), de blocs de bétons de plusieurs tonnes ou d'ancres à vis (que l'on visse dans les substrats plus vaseux);

Photo 12 : bouées et lests de béton

Photo : Michel Larrivée



- **bouées de signalisation** ou bouées témoin, au commencement, au centre et à la fin d'une filière;
- **bouées et lests** le long des filières pour s'assurer que les moules restent en suspension à la profondeur voulue entre le fond et la surface et pour minimiser les manipulations à faire sur une filière durant la croissance;
- **collecteurs** : faits de cordes effilochées en polypropylène (pour le captage des larves);
- **boudins** : faits de filet tubulaire en plastique ou d'une corde recouverte d'un coton biodégradable (pour les moules en phase de grossissement).

Équipements de travail :

Photo 13 : Bateau de type plate-forme équipé pour l'élevage sur filières en suspension

Photo : Marie Lagier



- 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, etc.);
 - machinerie : boudineuse, «stripeuse», dégrappeuse-trieuse, débysseuse (facultatif);
-
- camion + remorque pour le transport de l'équipement et des moules;
 - équipement de bureau (ordinateur, télécopieur, etc.);
 - outils divers;
 - etc.

Cycle de production :

Au Québec, le cycle de production de la moule est de 18 à 36 mois selon les conditions océanographiques (température, salinité, phytoplancton) du site d'élevage.

Problèmes possibles :

- Durant l'été une température de l'eau trop élevée peut causer le phénomène de mort estivale. Une température de l'eau supérieure à 20 °C peut occasionner du stress chez les moules allant jusqu'à les faire tomber des boudins ou mourir. Lorsque l'eau devient trop chaude, on peut se prémunir contre cette éventualité en immergeant les filières un peu plus profond dans l'eau jusqu'à une couche d'eau plus froide. Un suivi régulier de la température de l'eau au site d'élevage est essentiel, surtout dans les lagunes ou les baies fermées.
- La prédation est une autre source de problème possible. Il faut faire attention que les boudins ne touchent pas le fond afin d'empêcher 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. La prédation par les oiseaux peut être contrôlée en partie avec un système d'effarouchement électronique.
- La contamination par les bactéries pathogènes est une source de problème, notamment sur des sites à proximité de sorties d'eaux usées. Environnement Canada fait le suivi de la contamination bactérienne de l'eau sur les sites de production. Les moules peuvent également accumuler les toxines* produites par certaines algues microscopiques et empoisonner les consommateurs humains. On doit donc porter une grande attention au choix du site et faire parvenir des échantillons de moules à l'Agence canadienne d'inspection des aliments pour analyse.
- Certaines populations de moules semblent moins productives que d'autres, ce qui aurait pour effet de rallonger significativement le cycle de production et de provoquer une augmentation des coûts; certaines études à venir démontreront peut-être l'intérêt qu'il y aurait à importer d'autres provinces des stocks* de moules à croissance plus rapide. Il faut cependant se montrer prudent vis-à-vis du transfert d'organismes d'un endroit à l'autre, car des organismes non ciblés par le transfert peuvent être introduits accidentellement et coloniser le site d'élevage de façon inattendue. De plus, il faudra s'assurer du respect des normes environnementales en vigueur sur le sujet.

Commercialisation et perspectives de marché

La moule offre de très bonnes perspectives de marché. 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 est la source d'inspiration de nombreuses recettes. 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 la distribution des moules auprès des consommateurs. Le producteur doit garder en tête que ses chances de succès seront plus minces s'il ne peut fournir le marché 12 mois par année.

Tableau 9 : Conditions d'élevage de la moule bleue au Québec, selon le site de production (Gaspésie et Îles-de-la-Madeleine)¹

Description		GASPÉSIE		ÎLES-DE-LA-MADELEINE
	Unités	Baie de Gaspé	Baie des Chaleurs	Lagunes
Caractérisation du milieu				
Glaces :				
- types		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	10-15
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 (max/min)	ppm	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.	nil
- 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 S*	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		visse ou japonais	béton (2380Kg/m ³)	japonais
- poids (corps-mort)	kg	2 000	3 000-5 000	200 à 2 000
- dimensions (système d'amarrage)	m	+/- 40	+/- 60	+/- 45
- jambes	kg	32-80	32-80	35
- nombre de poids pour jambe		+/- 20	+/- 20	+/- 20

¹ Source : SODIM

La moule bleue (Mytilus edulis)

Description		GASPÉSIE		ÎLES-DE-LA-MADELEINE
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	3 (10)	3 (10)	3
- type		polypropylène	polypropylène	polypropylène
- rendement par collecteur (3m)	kg/col.	5-7	5-7	6-8
- 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 du mètre)	m	3 (10)	3 (10)	3
- type		canadien	canadien	canadien
- densité de boudinage	kg/m	0,5-0,8	0,5-0,8	0,5-1
- 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	27-36	27-36	18-24
Période de captage	mois	mi-juin	mi-juin	mai-juin
Période de boudinage	mois	mi-octobre	mi-octobre	octobre
Période de récolte 1	mois	déc.-mai (100 %)	sept.-déc. (50 %)	nov.-déc. (15 %)
Période de récolte 2	mois	nil	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	nil	janvier-avril



Fig. 7 : Ancrage d'une filière immergée (boudins)
Schéma : Réjean Allard

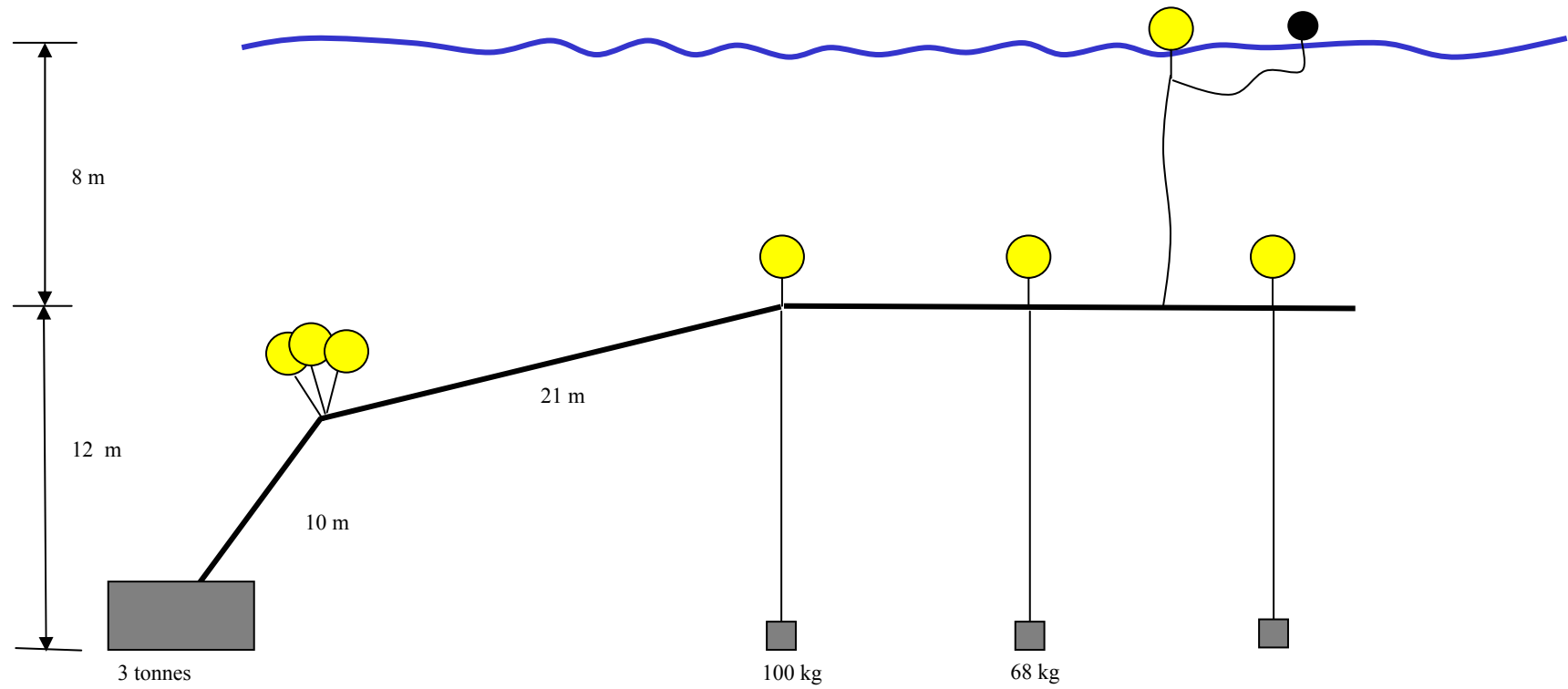


Fig. 8 : Ancrage d'une filière flottante (collecteurs)
Schéma Réjean Allard

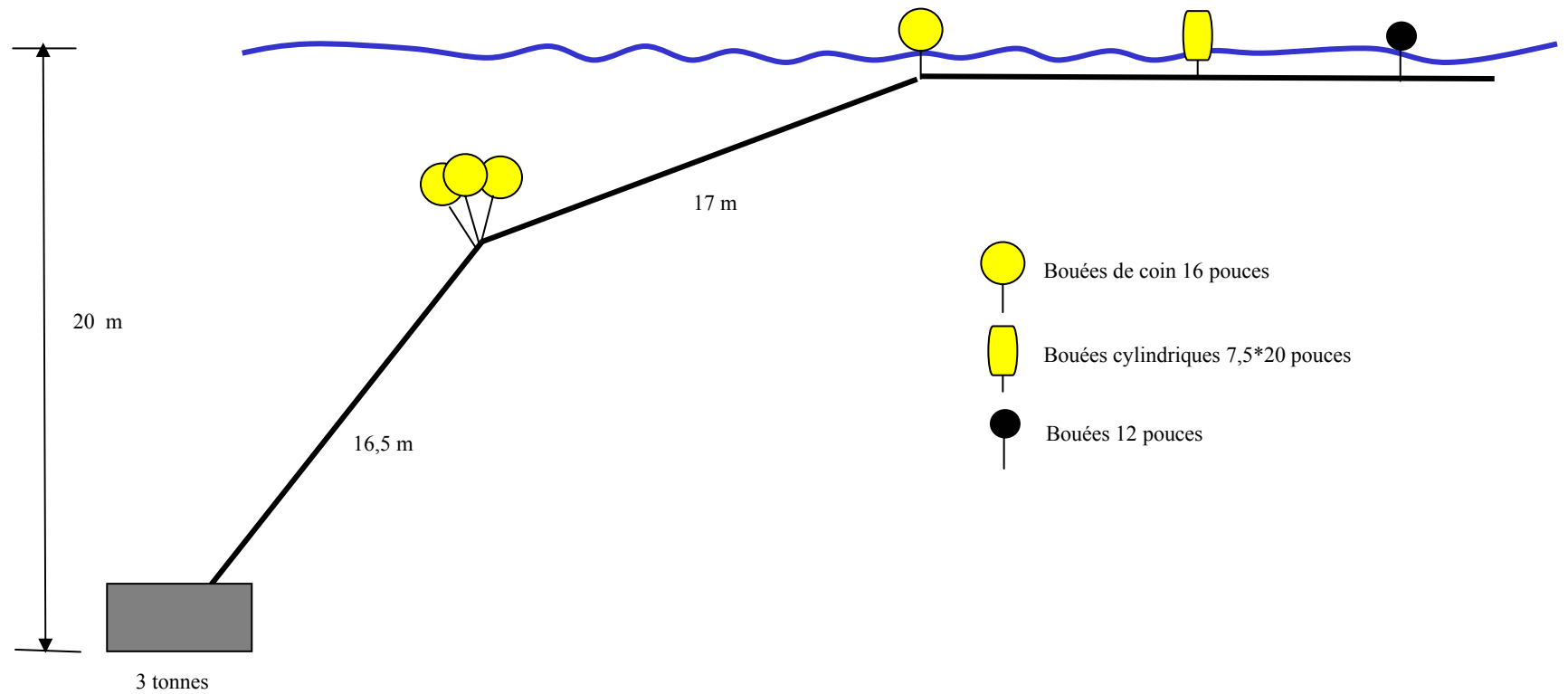


Fig. 9 : Détails du boudinage en continu
Schéma Réjean Allard

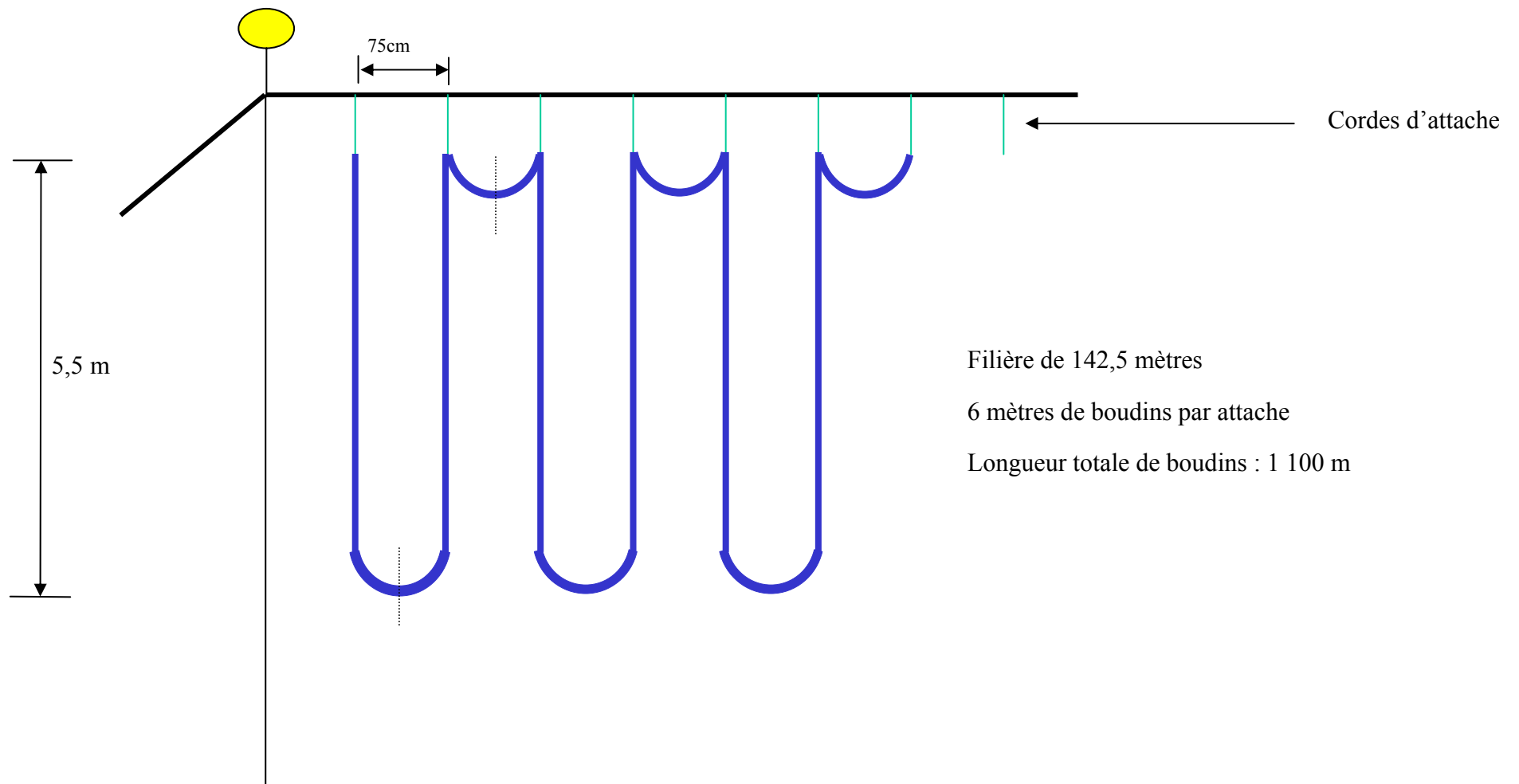


Fig. 10 : Détails des collecteurs en continu
Schéma Réjean Allard

