



SODIM

Société de développement de l'industrie maricole inc.

*Suivi larvaire et de captage de mollusques en
Gaspésie*

Rapport final

Dossier n° 710.68

Rapport commandité par la SODIM

Octobre 2007

**Université du Québec à Rimouski
Institut des sciences de la mer**

**Suivi larvaire et de captage de mollusques en Gaspésie
Projet SODIM (710.88)
Rapport final**

**Nathalie Rayssac
Réjean Tremblay (directeur)
Jean-Marie Sévigny (codirecteur)
Benoît Thomas (codirecteur)**

Octobre 2007

RÉSUMÉ

Actuellement les travaux de recherche axés sur le recrutement focalisent essentiellement sur des espèces de poissons marins tandis que les études sur le recrutement des espèces d'invertébrés sont moins nombreuses. Le recrutement est une étape clé du cycle de vie des organismes méroplanctoniques qui intervient dans la régulation des populations adultes sessiles. Dans cette étude, nous nous intéressons au recrutement de la moule bleue (*Mytilus* spp.) dans des zones d'hybridation de deux espèces : *M. edulis* et *M. trossulus*. Les individus ont été échantillonnés dans le havre de Gaspé semi fermé et la baie ouverte de Cascapédia de la mi-mai à la mi-octobre afin de couvrir l'ensemble des périodes de ponte et de recrutement. Les prélèvements hebdomadaires de larves planctoniques, d'individus matures et la mise à l'eau de collecteurs ont permis d'étudier les relations entre la gamétogenèse, l'abondance larvaire et l'abondance de recrues. D'après les résultats, il n'y aurait pas de relation entre la gamétogenèse d'adultes en élevage, l'abondance larvaire et l'intensité de fixation. Cependant, conformément à diverses études, les producteurs ont remarqué que la prédiction de la période de fixation basée sur l'abondance larvaire a été favorable à leur production. Un suivi des abondances larvaires permettrait donc de signaler le début de la période de fixation. Néanmoins, cet indice ne pourrait pas être utilisé dans la prédiction du succès de recrutement à cause de la complexité de ce processus.

Ces résultats ont soulevés de nouvelles questions concernant les effets de la dynamique des populations sur les collecteurs, de la dispersion larvaire sur les flux géniques et le recrutement spécifique à chaque espèce de moule. Ainsi, par le financement via le programme PCRDA ce projet a pu se poursuivre dans le cadre du Doctorat de Mme Nathalie Rayssac. Dans ce projet, les outils génétiques et la modélisation seront mis à profit pour améliorer les connaissances des mécanismes de recrutement et de dispersion larvaire d'espèces d'invertébrés. Les analyses moléculaires en cours permettront d'identifier les espèces à tous les stades du cycle de vie et d'affiner l'étude de leur patron de recrutement.

1. INTRODUCTION

1.1 PROBLEMATIQUE

La moule bleue (*Mytilus* spp.) est un mollusque bivalve colonisant les zones intertidales des eaux tempérées et boréales de la planète. À ce jour, le genre *Mytilus* est composé de quatre espèces reconnues : *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758), *M. trossulus* (Gould, 1850), *M. galloprovincialis* (Lamarck, 1819) et *M. californianus* (Conrad, 1837). Les trois premières espèces ont des caractéristiques morphologiques analogues et sont capables de s'hybrider dans les zones où elles cohabitent; elles ont donc été regroupées au sein du complexe *Mytilus edulis* (Koehn, 1991; McDonald *et al.*, 1991; Gosling, 1992; Inoue *et al.*, 1995).

Koehn *et al.* (1984) ont noté la présence dans l'Atlantique Nord-Ouest de deux groupes de moules bleues qui se distinguent au point de vue génétique. Ces deux groupes ont par la suite été identifiés comme correspondant aux espèces *M. edulis* et *M. trossulus* (Varvio *et al.*, 1988; McDonald *et al.*, 1991; Bates & Innes, 1995, Mallet & Carver, 1995). Ces deux espèces cohabitent et s'hybrident dans une zone qui s'étend de la Côte Nord et du sud de Terre-Neuve jusqu'à la côte Est du Maine (Varvio *et al.*, 1988; McDonald *et al.*, 1991; Bates & Innes, 1995; Comesaña *et al.*, 1999; Thomas & Tremblay, 1999; Rawson *et al.*, 2001).

À l'instar de nombreux bivalves, le cycle de vie des moules bleues est du type méroplanctonique (Gosling, 1992). L'importante répartition géographique associée aux caractéristiques de leur cycle de vie en font un modèle idéal pour l'étude de la dynamique des populations benthiques. Dans cette thématique de recherche, de nombreux travaux sont centrés sur le recrutement pour son rôle déterminant dans l'organisation et le fonctionnement des communautés benthiques (Forde & Raimondi, 2004; Miron *et al.*, 1995). Le recrutement caractérise l'ensemble des processus affectant une cohorte de jeunes individus qui contribueront au renouvellement de la population. Selon Cushing (1996), un individu est considéré comme recruté lorsqu'il a atteint l'âge à partir duquel l'effectif de la cohorte à laquelle il appartient est fixé ; l'effectif de cette cohorte évoluant ensuite selon une mortalité naturelle relativement stable d'année en année.

Keough & Downes (1982) identifient deux composantes qui agissent simultanément pour induire le recrutement: une mortalité précoce des larves et juvéniles et les succès de fixation et de métamorphose. La mortalité précoce est produite par les fluctuations de l'abondance et de la qualité du phytoplancton, par l'inhalation des larves par des organismes suspensivores, par la prédation et enfin par leur difficulté à trouver un substrat adéquat (e.g. Widdows, 1991; Lutz & Kennish, 1992; Legget & Deblois, 1994; Deksheniaks *et al.*, 1997). Selon Lutz & Kennish (1992), le taux de mortalité larvaire atteindrait environ 99%. Ce taux particulièrement élevé pourrait s'expliquer par la durée du cycle larvaire relativement longue chez la moule, variant de 15 à 35 jours selon les conditions environnementales (Bayne, 1976). Ce long séjour dans le milieu planctonique permettrait une dispersion à grande échelle des individus par les courants (e.g. Pernet *et al.*, 2003; Wing *et al.*, 2003). La dispersion des larves pélagiques sur de grandes distances entraînerait l'homogénéisation de la structure génétique des espèces, ce qui favoriserait la panmixie (Palumbi, 1992). Selon cette hypothèse, le recrutement dans une région donnée dépendrait fortement des larves transportées par les courants depuis les régions avoisinantes. Les moules ont la capacité de retourner dans le milieu planctonique après leur métamorphose afin de trouver un substrat adéquat à leur fixation définitive. Lorsqu'elles seront devenues compétentes pour la métamorphose, les larves se fixeront préférentiellement sur un substrat filamenteux dans un premier temps (Harvey & Bourget, 1997). Certaines d'entre elles retourneront dans le milieu planctonique après leur métamorphose afin d'atteindre un substrat dur (e.g. lit de moules) pour une fixation finale (Mallet & Myrand, 1995). Lane *et al* (1985) ont démontré que les jeunes post-larves avaient la possibilité de se détacher de leur substrat et de se laisser dériver grâce à la production de byssus servant de 'parachute'. Ainsi, la durée du séjour planctonique et l'exposition des individus aux conditions défavorables peuvent être prolongées après la métamorphose. Tous ces facteurs ont des conséquences évidentes sur la survie larvaire et le succès de fixation. Ils auront donc un impact non négligeable sur le succès de recrutement notamment un niveau des collecteurs artificiels utilisés en mytiliculture (Hunt & Scheibling, 1996).

À partir de ces observations, les hypothèses concernant le succès de recrutement ont été divisées en deux catégories : les hypothèses trophiques où la survie des individus est déterminée par l'alimentation et/ou la pression de prédation et les hypothèses spatiales où la survie est justifiée par la rétention et la dispersion larvaires induites par les phénomènes hydrographiques (Leggett & Deblois, 1994). Les principales hypothèses trophiques ont été développées par Cushing (1972, 1990) autour de la problématique du match/mismatch. Les variations interannuelles dans le synchronisme du cycle de production des proies variable avec le cycle de production fixe de larves pourraient expliquer les fluctuations de la survie initiale des larves et le succès de recrutement. Plus spécifiquement, les conditions d'alimentation sous optimales causées par le mismatch ne conduisent pas nécessairement à la mortalité larvaire par inanition, mais elles réduisent la croissance larvaire et prolongent la période durant laquelle les larves sont vulnérables aux prédateurs. Les principales hypothèses spatiales ont été développées par Iles & Sinclair (1982) et Sinclair (1988). Pour celles-ci, le recrutement dépendra des variations interannuelles de la rétention larvaire dans le système hydrographique.

Afin de permettre la survie de l'espèce à long terme, les moules ont adopté des stratégies de reproduction pour compenser le taux élevé de mortalité larvaire. Ces organismes gonochoriques à reproduction sexuée produisent une grande quantité de gamètes qui vont se féconder dans la colonne d'eau. L'importante fécondité et l'effort de reproduction nécessitent une mobilisation énergétique importante. La moule, comme la plupart des bivalves, favorise la reproduction à la survie (Bayne 1976). Cette stratégie se reflète par les nombreux phénomènes de mortalité massive estivale observés où l'épuisement physiologique suite à un effort reproducteur important a été mis en évidence (Tremblay *et al.*, 1998 ; Myrand *et al.*, 2000 ; Pouvreau *et al.*, 2003 ; Dégremont *et al.*, 2005). Les périodes de reproduction varient, non seulement en fonction de l'âge des individus et de la latitude, mais aussi en fonction de nombreux facteurs environnementaux susceptibles d'accélérer ou de retarder l'activité reproductrice (Richard & Myrand, 1983). Outre les facteurs environnementaux, le patron de reproduction des moules peut être contrôlé par les caractéristiques génétiques propres à l'espèce. Selon les observations de

Toro *et al.* (2002) à Terre-Neuve, les patrons de reproduction de *M. edulis* et *M. trossulus* sont différents. Ces différences contribuent probablement à la limitation de la production d'hybrides et permettraient aux deux espèces de cohabiter (Toro *et al.*, 2004).

Les études des zones d'hybridation ont conduit à l'élaboration de plusieurs modèles décrivant leur dynamique tel que le modèle d'hybridation mosaïque. Ce type de modèle correspond à celui que l'on retrouve en milieu naturel où les espèces du complexe *M. edulis* cohabitent et s'hybrident (e.g. Toro *et al.*, 2004). La répartition mosaïque est liée aux facultés adaptatives propres à chaque espèce en réponse aux spécificités de leur environnement (Bierne *et al.*, 2002). Elle est maintenue à long terme grâce à la dispersion larvaire et aux mécanismes de l'isolement reproductif. Ces zones d'hybridation sont des laboratoires naturels favorables à l'étude des processus évolutifs parmi lesquels la spéciation présente un intérêt certain pour les écologistes.

L'important potentiel de dispersion larvaire des espèces marines a fait l'objet de nombreuses études à cause de son implication dans les processus évolutif, dans l'organisation des zones d'hybridation et dans le recrutement des populations (Hedgecock, 1986; Palumbi, 2003). La dispersion larvaire correspond au transport des larves pélagiques par les courants. Elle peut s'étendre à plusieurs dizaines de kilomètres de la population source et permet ainsi un flux génique entre des populations allopatriques. Palumbi (1994) a suggéré que la dispersion répond à des contraintes posées par des barrières physiques (gyres océaniques, courants, gradients de température et salinité...) et biologiques (capacités comportementales et adaptatives, capacités à se nourrir). L'existence de ces barrières a amené les scientifiques à utiliser une combinaison des outils génétiques et de modélisation des événements hydrographiques pour étudier la dispersion des espèces marines (e.g. Gilg & Hilbish, 2003).

La connaissance des mécanismes de dispersion larvaire et de recrutement est indispensable dans le cadre de la production maricole. En effet, la réussite des élevages est liée à un approvisionnement régulier en juvéniles issus du recrutement des larves. Le suivi des abondances larvaires des espèces exploitées demeure donc nécessaire à l'optimisation du captage par la prédiction du pic de recrutement (Bayne, 1976). Bien que les résultats des

études concernant les relations entre l'abondance larvaire et l'intensité du recrutement soient contradictoires, il a été démontré que la présence de larves pédivéligères (larves ayant atteint le dernier stade de développement avant la métamorphose) est un indice du début de la fixation.

L'étude du recrutement dans une zone de sympatrie implique l'identification des espèces. Différentes méthodes telles que la morphométrie (e.g. Malet & Carver, 1995) ou les analyses de marqueurs moléculaires (Inoue *et al.*, 1995) ont été mises au point pour différencier les espèces du complexe *M. edulis* lors des diverses étapes de leur cycle de vie. Myrand & Tremblay (2000), ont démontré que la méthode d'identification morphométrique de *M. edulis* et *M. trossulus* n'est pas fiable pour des individus adultes récoltés en Gaspésie. Par contre, plusieurs travaux ont montré que les techniques PCR (Réactions de Polymérisation en Chaîne de l'ADN) s'avèrent très efficaces pour distinguer les espèces de ce complexe et leurs hybrides (Bates & Innes, 1995; Innes & Bates, 1999; Tremblay & Sévigny, 2000). Différents types de marqueurs moléculaires sont utilisés parmi lesquels, ITS et GLU-5' sont d'utilisation courante dans les régions de l'Ouest Atlantique (Heath *et al.*, 1995; Rawson *et al.*, 1996 ; Tremblay & Sévigny, 2000). De plus, ce type d'analyse est suffisamment sensible pour pouvoir être mis en œuvre sur des échantillons de larves contenant du matériel génétique en faible quantité (Inoue *et al.*, 1995; Toro, 1998; Hare *et al.*, 2000; Morgan & Rogers, 2001; Toro *et al.*, 2004; Johnson & Geller, 2006).

1.2 OBJECTIFS

Notre objectif principal est de suivre le développement larvaire des espèces de mollusques à valeurs commerciales pour l'aquaculture et leurs prédateurs dans deux secteurs de production de la Gaspésie. Plus spécifiquement avons tenté:

1. de relier les résultats du suivi larvaire au succès de captage de la moule dans les deux secteurs de la Gaspésie ;
2. d'obtenir un modèle prédictif d'identification de la période du pic de captage pour les mytiliculteurs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITES D'ETUDE

Ce projet est mené dans deux sites de production maricole localisés en Gaspésie (Québec, Canada) qui se distinguent par leurs conditions hydrodynamiques (Figure 1).

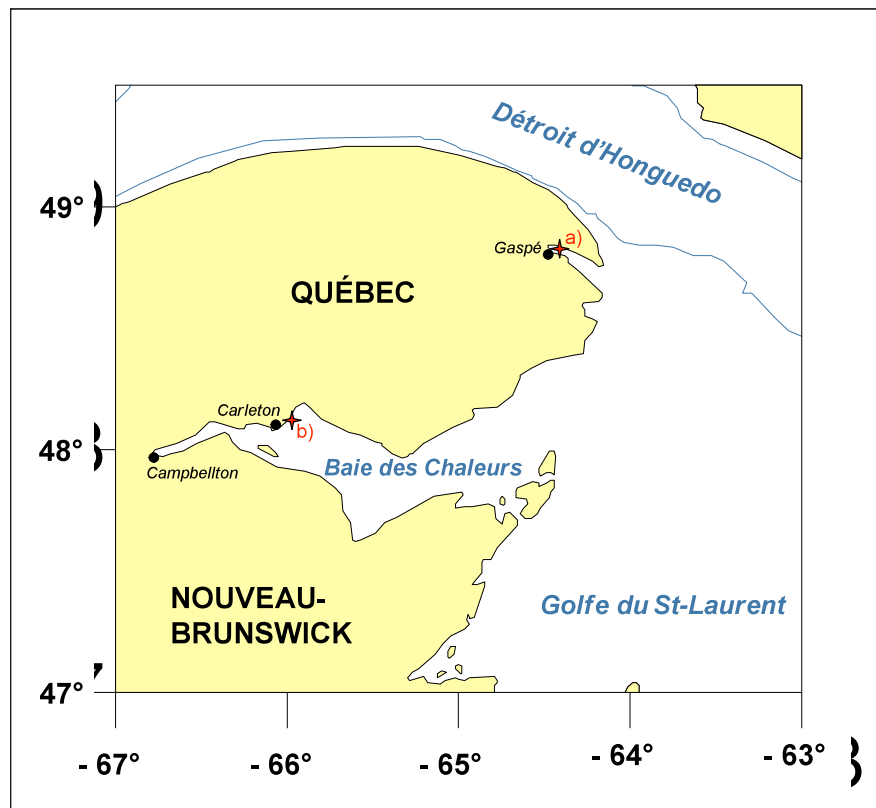


Figure 1 : Carte de localisation des sites d'échantillonnage. a) Havre de Gaspé b) Baie de Cascapédia.

Le Havre de Gaspé est une baie semi abritée située à l'extrême nord-est de la péninsule gaspésienne. Il est séparé de la baie de Gaspé par la flèche de sable de Sandy Beach. Les échanges d'eau entre ces deux baies sont sous l'influence des marées. Le taux de renouvellement des eaux du havre est relativement faible par rapport à celui de la baie soumise à l'influence du courant de Gaspé à son embouchure (Koutitonsky *et al.*, 2001). Le havre de Gaspé est soumis aux apports d'eau douce des rivières Dartmouth et York dont les embouchures sont situées respectivement à la tête et sur la côte sud du havre.

La baie de Cascapédia est une baie exposée située sur la côte Nord de la baie des Chaleurs. Le fond de la baie se caractérise par de vastes étendues peu profondes (moins de 10 m en général mais pouvant atteindre jusqu'à 30 m). De façon générale, la pente est plus prononcée à l'Est et s'adoucit progressivement vers l'Ouest. Les vents dominants proviennent essentiellement de l'Ouest mais ils présentent des variations saisonnières : Sud-Ouest en été et Nord-Ouest en automne et hiver. Les apports d'eau douce importés dans la baie varient en fonction des saisons et représentent 8% de son volume total. Deux cycles de marée par jour lunaire sont observés dans cette baie dont les amplitudes augmentent vers l'Ouest. Le patron de circulation de l'eau dans la baie des Chaleurs est complexe et variable. Lié à l'intrusion du courant de Gaspé dans la baie, le courant dominant se dirige vers l'Ouest en longeant la rive Nord et vers l'Est le long de la rive Sud. Il crée ainsi une circulation cyclonique (Tamigneaux, 1996). Son orientation est soumise à l'influence du débit d'eau douce, du régime des vents et des conditions océaniques. Les courants de dérive s'orientent généralement vers l'Est. La baie des Chaleurs a les caractéristiques d'un estuaire partiellement mélangé et présente des phénomènes d'upwelling et de downwelling produits par les vents en été (Bonardelli, 1994).

2.2 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Le plan d'échantillonnage suivi lors de ce projet était identique dans le havre de Gaspé et la baie de Cascapédia. Il a été appliqué hebdomadairement du 19 mai au 24 octobre par les producteurs selon des protocoles pré-établis (Annexe).

Dans chaque baie, les individus récoltés pour le suivi de la gamétogénèse étaient des individus d'élevage âgés de 2 ans. Ils provenaient d'un boudin de moules commerciales fourni par les producteurs en début de saison. Le boudin a été sectionné en 6 portions d'égale longueur qui ont été fixées sur des filières à la profondeur des collecteurs commerciaux et échantillonnés au hasard au cours de la saison. Chaque semaine, entre 30 et 40 moules ont été prélevées, dégrappées et nettoyées à bord puis conservées dans un récipient réfrigéré jusqu'à leur arrivée au laboratoire le jour suivant l'échantillonnage.

Dans chaque baie, les larves ont été récoltées dans trois sites de production par pompage dans la colonne d'eau entre 1 et 8 m. L'eau de mer pompée pendant une dizaine de minutes a été filtrée sur une série de tamis de 780 μm , 390 μm et 80 μm . Seuls les organismes du tamis le plus fin ont été conservés avec de l'eau de mer filtrée sur 80 μm . Ils ont été stockés dans des pots de 200 ml placés dans un compartiment réfrigéré à 4°C jusqu'à leur analyse dans les jours suivants la récolte.

Chaque semaine, 3 collecteurs en polypropylène de 3 m de long ont été immergés sur les filières louées aux producteurs pour le suivi des larves recrutées (Annexe). Ils ont tous été récoltés au cours de la semaine du 24 octobre 2005 soit deux semaines après les dernières immersions. Dans un premier temps ils ont été analysés à bord des navires puis sous échantillonnés pour des analyses ultérieures en laboratoire.

Dans chaque site, des thermographes et des sondes ont été utilisés pour un suivi des paramètres physicochimiques au cours de la saison d'échantillonnage. Un chapelet de Hobo (Onset Hobo Temperature Logger-H08-001-02, Hoskin Scientific) et Vemco (VEMCO, AMIRIX Systems Inc.) a permis de suivre l'évolution des températures aux profondeurs 2, 5, 10 et 15 mètres. Une sonde RBR (XR-420 CT, RBR Ltd.) mesurant la température et la salinité, a été placée sur la ligne de captage immergée à 1 m de profondeur environ.

2.3 METHODOLOGIE

2.3.1 SUIVI DE LA GAMETOGENESE

L'échantillon de moules sexuellement matures expédié chaque semaine au laboratoire contenait entre 30 et 40 individus. Suite à une vérification de leur vitalité, seules 24 moules choisies au hasard dans l'échantillon ont été analysées. La longueur et la largeur de chaque individu ont été mesurées avec un vernier électronique Mitutoyo (résolution: 0,01 mm, précision: 0,02 mm). Une section de tissu gonadique a été prélevée sur chaque individu lors de la dissection. Les instruments ont soigneusement été rincés à l'eau distillée et essuyés entre chaque prélèvement.

Les prélèvements de gonade ont été fixés par immersion dans la solution de Helly durant 12 à 20 heures. Ils ont ensuite été conservés dans l'alcool à 70% jusqu'à leur

traitement par le processeur de tissus (Shandon Citadel™ 2000 Tissue Processor, Thermo Electron Corporation). Les échantillons ont été déshydratés progressivement lors d'immersions successives dans des bains d'éthanol puis ils ont été fixés par un bain de xylène. Ils ont ensuite été inclus dans la paraffine avec le Thermolyne Histo-center II (SYBRIN/Thermolyne, Johns Scientific) selon le procédé standard. Des coupes de 5 µm ont été réalisées avec le microtome (American Optical, Spencer B20) puis montées sur lames dans un bain chauffant (Flotation work station FWS-120, Triangle Biomedical Sciences). Un séchage sur plaque chauffante (Slide warmer 26020, Lab-line instruments inc., Slide warmer 12-594, Fisher Scientific) durant une nuit a permis aux coupes de paraffine d'adhérer à la lame. Les échantillons ont été colorés à l'hématoxyline et à l'éosine dans le colorateur Varistain® 24-4 (Thermo Electron Corporation). Suite à un séchage d'une demi journée environ, des lamelles ont été fixées sur les lames avec une colle à base de xylène. Les échantillons ont été observés avec un microscope (Nikon) pour déterminer le sexe et le stade de gamétogénèse de chaque individu selon un protocole inspiré de Ropes & Stickney (1965) établi pour l'espèce *Mya arenaria*.

2.3.2 SUIVI DU DEVELOPPEMENT LARVAIRE

Avant son analyse, l'échantillon a été tamisé et placé dans un volume connu d'eau de mer filtrée. Après homogénéisation, un sous échantillon de 5 ml a été prélevé et placé dans un verre de montre. La totalité des larves de moule bleue du sous échantillon a été identifiée et dénombrée selon le protocole proposé par Aucoin *et al.*, 2004. La longueur et la largeur des 30 premières larves observées ont été mesurées pour faire un suivi des cohortes.

2.3.3 ÉVALUATION DES DENSITES DE JUVENILES RECRUTES

Les collecteurs immergés ont tous été récoltés au cours de la semaine du 24 octobre soit deux semaines après les dernières immersions. Ils ont été échantillonnés à bord des navires. Dans un premier temps, chaque collecteur a été photographié avec son étiquette d'identification, pesé et décrit (pourcentage et épaisseur de recouvrement, principaux taxons représentés). Il a ensuite été divisé en trois sections de 1 m pour lesquelles un sous

échantillon représentatif de 30 cm a été prélevé. Chaque sous échantillon a été pesé et placé individuellement dans un sac en plastique identifié puis stocké à -20°C dès son arrivée au laboratoire jusqu'à son analyse.

Au moment de l'analyse, chaque sous échantillon a été décongelé puis nettoyé pour enlever la boue et les matières en décomposition. L'ensemble des organismes ont été séparés de la corde et ont été pesés. Dans un deuxième temps, un sous-échantillon a été triés pour séparer les taxons en groupes pesés individuellement (moules, autres mollusques, hydrozoaires, algues, crabes, étoiles de mer et salissures). Un échantillon de 50 juvéniles de moules prélevés au hasard de même qu'un échantillon d'étoiles de mer ont été conservés dans l'alcool à 70% pour une analyse de la distribution des tailles. Après leur traitement, chaque sous échantillon a été stocké à -20°C pour d'éventuelles vérifications.

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été effectuées avec les logiciels SPSS 13.0 et SigmaStat 3.1 pour Windows. Des régressions linéaires ont permis d'étudier les relations entre l'abondance larvaire et l'abondance de recrues. À date, les analyses moléculaires sont en cours. Des régressions seront utilisées pour établir les patrons de recrutement des deux espèces du complexe *Mytilus* lorsqu'elles seront terminées. La plupart des données ne présentaient pas la condition de normalité et aucune transformation adéquate n'a été trouvée. La variabilité des données quantitatives a donc été analysée avec des tests non paramétriques tel que le test de Kruskal-Wallis ou bien avec des ANOVAs lorsque cela était possible.

Les données semi-quantitatives ont permis de suivre l'évolution des cohortes au cours du temps et de déterminer les périodes de fixation des larves sur les collecteurs dans chaque site d'étude.

3. RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

3.1 GAMETOGENESE

Pour chaque site, un total de 480 moules d'élevage d'une cohorte de deux ans d'âge a été prélevé de la première semaine du mois de juin jusqu'à la deuxième semaine d'octobre. La longueur moyenne de la coquille des individus est de 58,65 mm (\pm 5,31 mm) dans le havre de Gaspé et de 57,06 mm (\pm 6,20 mm) dans la baie de Cascapédia. Les sexe ratios de ces échantillons se distinguent d'un site à l'autre (Tableau 1). À Gaspé, le sexe ratio observé n'est pas significativement différent du sexe ratio théorique 1/1 ($p = 0,680$) tandis que dans le site de Cascapédia, il est significativement différent ($p = 0,009$) avec un déficit de mâles: 268/211. Parmi les 480 individus échantillonnés, trois d'entre eux présentaient des caractéristiques hermaphrodites à Gaspé et deux autres à Cascapédia. Ils ont tous été comptabilisés parmi les femelles aux fins d'analyse.

Tableau 1: Test du Chi-deux sur le sexe ratio des adultes d'élevage récoltés dans chacun des deux sites d'étude. Les probabilités significatives sont en gras ($p < 0,05$).

Variable indépendante	Sexe	Effectif observé	Effectif théorique	ddl	χ^2	p
Gaspé	Femelle	234	238,5	1	0,170	0,680
	Mâle	243	238,5			
Cascapédia	Femelle	268	239,5	1	6,783	0,009
	Mâle	211	239,5			

Les analyses statistiques soulignent l'influence significative de la date sur l'évolution de la gamétogenèse dans le havre de Gaspé ($F=39,146$; $p<0,001$) et la baie de Cascapédia ($F=93,206$; $p<0,001$). Les échantillons récoltés sur chaque site semblent homogènes (Gaspé : $F=0,413$; $p=0,993$; Cascapédia : $F=0,982$; $p=0,487$) mais ils se distinguent nettement d'un site à l'autre ($F=18,178$; $p<0,001$).

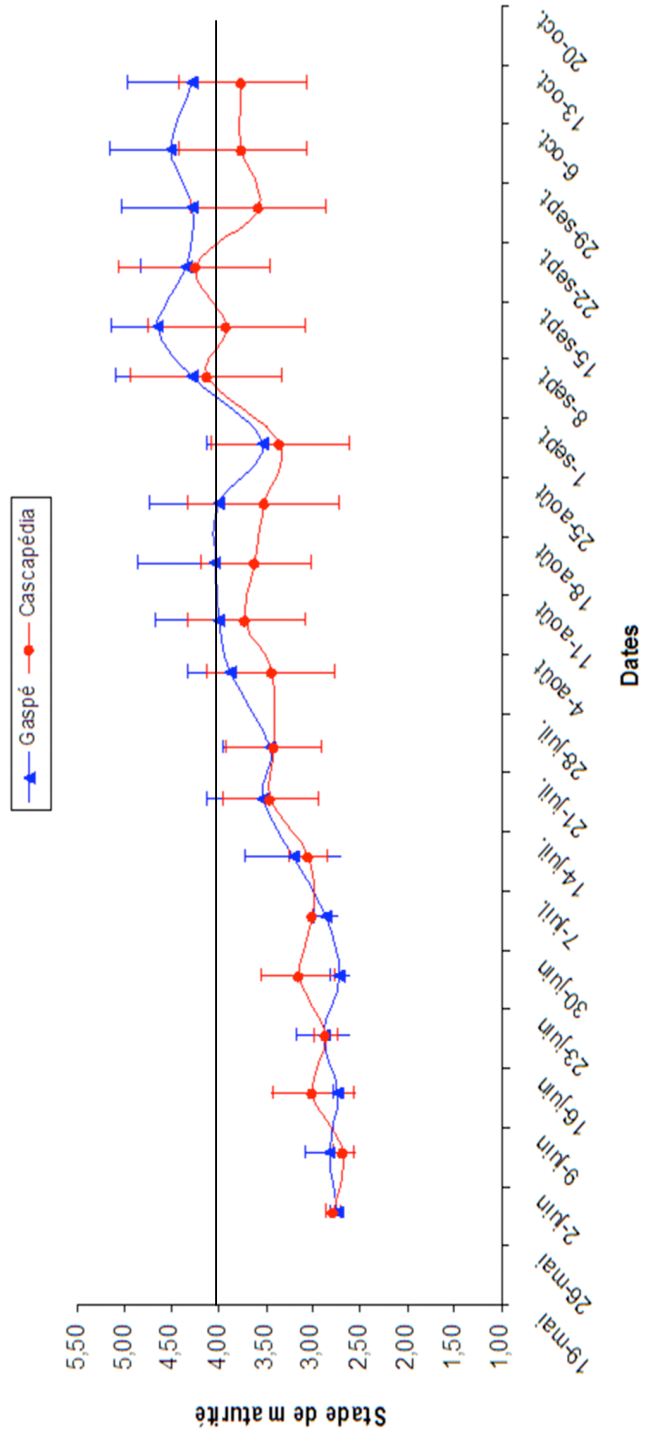


Figure 2 : Évolution des stades de la gamétogénèse chez des moules d'élevage dans le havre de Gaspé et la baie de Cascapédia. Le stade 4 du protocole de Ropes & Stickney, 1965 correspond à l'évènement de ponte.

L'analyse des coupes histologiques des gonades a permis d'observer l'avancement de la gamétogenèse à la première date d'échantillonnage et de suivre son évolution jusqu'au 10 octobre (Figure 2). Les premiers échantillons récoltés se trouvaient dans la phase active de la gamétogenèse au cours de laquelle il y a croissance et multiplication des gamètes. La maturation des cellules sexuelles s'est faite progressivement au cours de l'été. La ponte, stade 4 dans protocole de Ropes et Stickney (1965), s'est produite entre les 2 et 22 d'août dans le havre de Gaspé. Dans la baie de Cascapédia, elle a été observée entre les 6 et 19 septembre. Dans les deux sites d'étude, la gamétogenèse a poursuivi son évolution vers une phase en latence après cet évènement de ponte.

3.2 DEVELOPPEMENT DES LARVES

3.2.1 SUCCESSION DES COHORTES

Le suivi régulier du développement des larves de *Mytilus* spp. dans le plancton a permis d'observer la succession de plusieurs cohortes dans les deux sites d'étude. Chaque semaine, 90 individus ont été mesurés dans chaque baie lorsque cela était possible afin d'observer la répartition des fréquences de taille. Dans les deux sites, des larves mesurant de 110 à 170 μm apparaissent dans le plancton à partir de mi-juin (Figures 3 et 4). Cette première cohorte évolue jusqu'au 25 juillet dans le havre de Gaspé et jusqu'au 1^{er} août dans la baie de Cascapédia, dates auxquelles la majorité des individus atteignent une taille supérieure à 350 μm et deviennent compétents. A partir de cette première période de fixation, la distinction des cohortes dans le milieu est moins nette. Dans le havre de Gaspé, deux nouvelles cohortes apparaissent dans l'échantillon du 2 août. Leur évolution est visible jusqu'au 6 septembre où la densité de larves diminue nettement. Dans la baie de Cascapédia, les larves de moules bleues sont rares dans les échantillons prélevés du 8 août au 6 septembre. Dans l'échantillon du 19 septembre, deux nouvelles cohortes semblent se distinguer et évoluer les semaines suivantes. Dans les deux sites, les larves de moules bleues sont présentes dans le plancton jusqu'à la dernière date d'échantillonnage bien qu'au mois d'octobre les densités soient faibles.

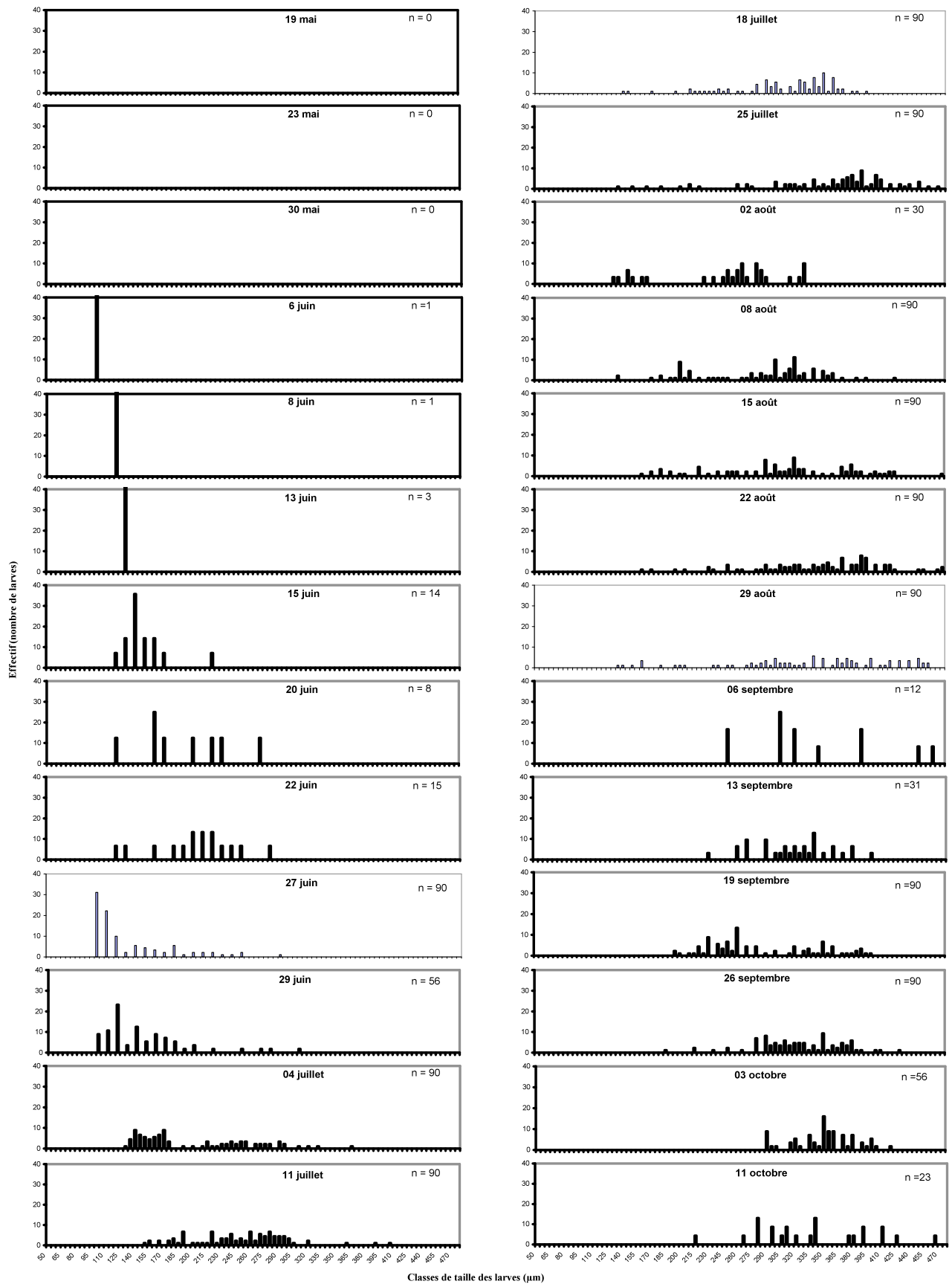


Figure 3: Effectifs des classes de taille des larves de moules bleues dans le havre de Gaspé. (Les valeurs n données sur chaque graphique correspondent à l'effectif de larves mesurées)

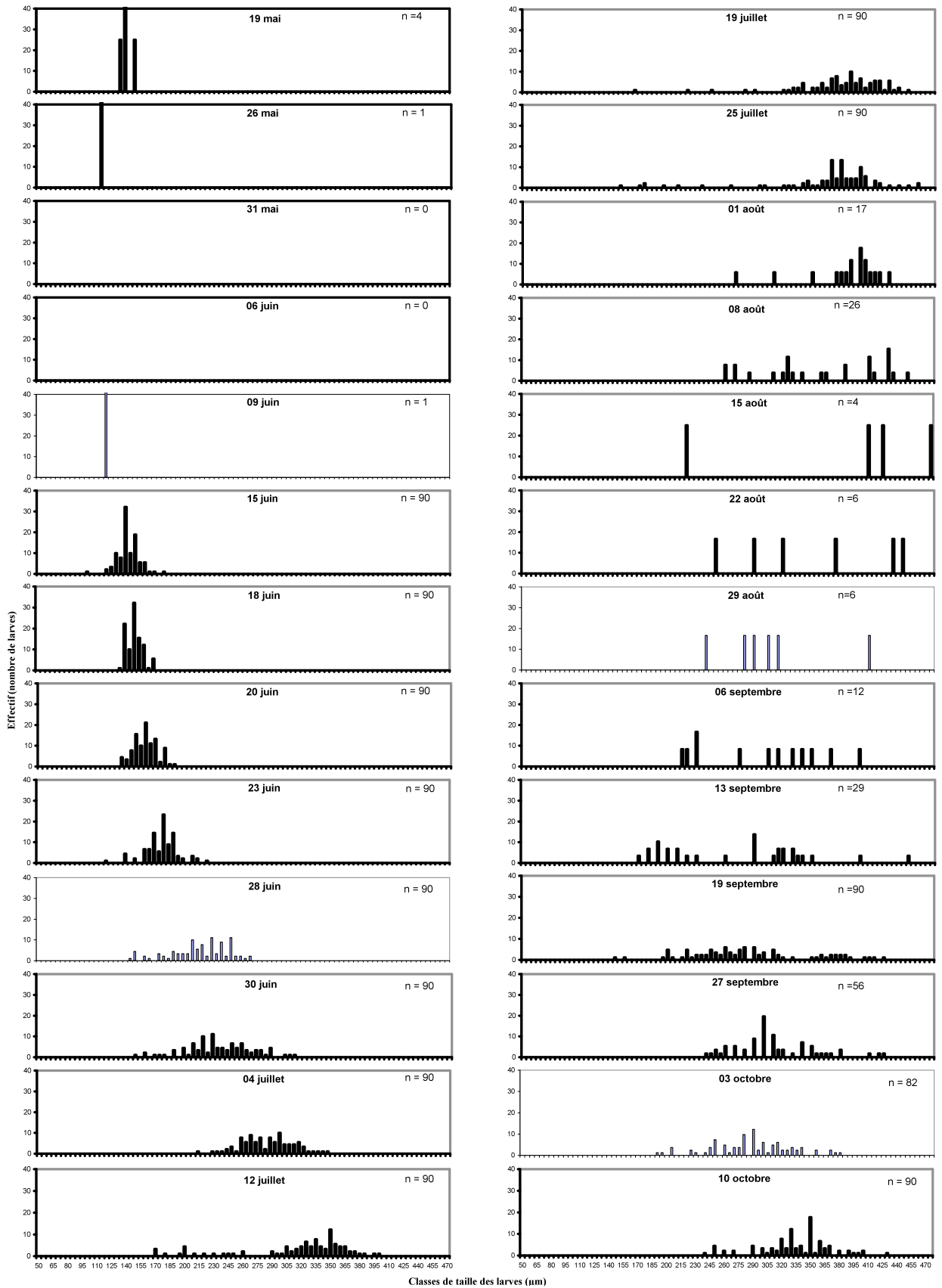


Figure 4: Effectifs des classes de taille des larves de moules bleues dans la baie de Cascapédia. (Les valeurs n données sur chaque graphique correspondent à l'effectif de larves mesurées)

3.2.2 DENSITES LARVAIRES

Les échantillons de plancton nécessaires à l'estimation des densités larvaires ont été récoltés sur trois zones de production mytilicole dans chacune des deux baies. Dans le havre de Gaspé, les prélèvements ont été réalisés sur les secteurs de production Forillon, Boulay et Richard (Annexe). Dans la baie de Cascapédia, les secteurs échantillonnés sont Allard, Moules Cascapédia et Bujold (Annexe). Des tests non paramétriques (Kruskall-Wallis) ont permis d'observer les effets respectifs de la date, du secteur d'échantillonnage et du site d'étude sur les variabilités de ces densités. Dans les deux baies, les densités varient significativement avec la date d'échantillonnage ($F_{(\text{Gaspé})}=5,705$; $F_{(\text{Cascapédia})}=6,291$; $p<0,001$). Les facteurs : secteur de production (Gaspé : $F=1,065$; $p=0,351$; Cascapédia : $F=0,482$; $p=0,620$) et site d'étude ($F=0,010$; $p=0,919$) ne contribuent pas significativement à cette variabilité.

Afin de pouvoir comparer les densités de larves prêtes à se fixer avec celles des recrues, les larves de moules ont été divisées en trois catégories. Celles-ci sont basées sur des classes de tailles représentatives des étapes distinctes du cycle de vie planctonique. La première classe (90-220 μm) regroupe l'ensemble des larves véligères qui n'ont pas acquis la compétence de se métamorphoser. La deuxième catégorie (220-260 μm) contient les pédivéligères qui sont des larves compétentes, prêtes pour la fixation. Le dernier regroupement (260 μm et plus) est constitué des larves post pédivéligères qui sont supposément métamorphosées.

- Larves véligères (Figure 5a)

Dans le havre de Gaspé, l'évolution de la densité de larves véligères présente deux pics au cours de la saison d'échantillonnage. Le premier se produit le 13 juillet avec une densité moyenne de 9,61 ($\pm 6,49$) larves par litre. Le second pic est observable la première semaine d'août avec une densité de 7,30 larves par litre en moyenne. Cette densité doit être considérée avec précaution car elle ne représente qu'un seul secteur de production Richard à cause de difficultés rencontrées lors de la procédure d'échantillonnage. À partir de cette date, la densité larvaire diminue progressivement pour atteindre des valeurs très faibles et les conserver jusqu'à la fin de la saison. Dans la baie de Cascapédia, la densité

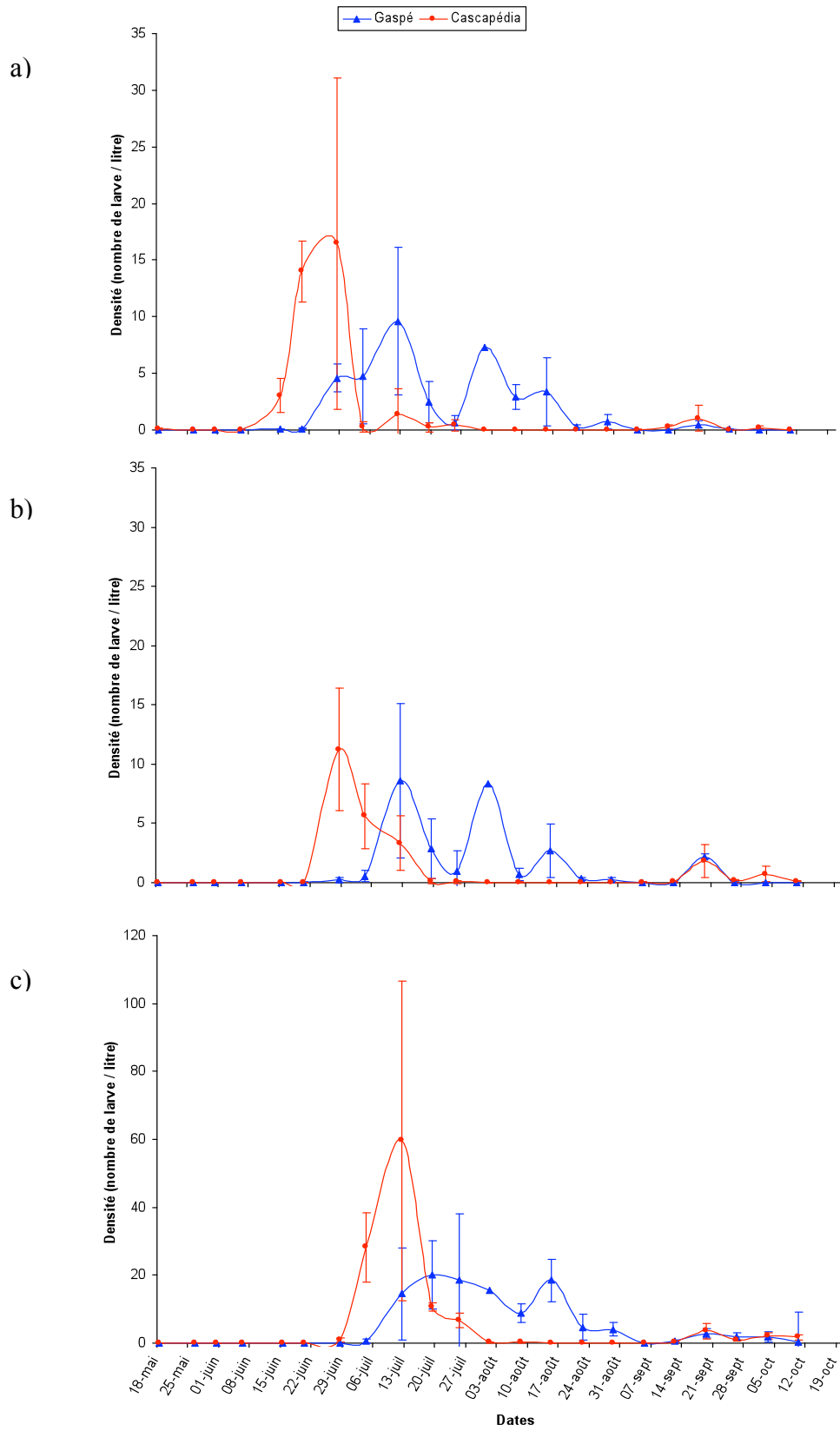


Figure 5: Évolution de la densité de larves de *Mytilus* spp. dans le havre de Gaspé et la baie de Caspédia. Les densités ont été représentées selon trois classes basées sur la longueur moyenne des

individus échantillonnés. a) larves véligères ($< 220 \mu\text{m}$); b) larves pédivéligères (entre 220 et 260 μm); c) post-larves ($> 260\mu\text{m}$)

de larves véligères augmente à partir du 15 juin pour atteindre un pic autour du 29 juin avec une moyenne de $16,45 (\pm 14,65)$ larves par litre. Ensuite, elle diminue nettement et la présence des larves dans le plancton se fait plus rare. Seuls deux pics d'abondance moindres sont identifiables le 12 juillet ($1,33 \pm 2,31$ larve par litre) et le 21 septembre ($1,03 \pm 1,12$ larve par litre) avant la fin de la période d'échantillonnage.

- Larves pédivéligères (Figure 5b)

L'évolution des abondances de larves pédivéligères a un profil similaire à celle des véligères dans les deux sites bien que les maxima aient tendance à avoir des valeurs moins élevées. Pour ces deux types de larves, les pics d'abondance dans la baie de Cascapédia sont plus élevés et ils apparaissent deux semaines plus tôt que dans le havre de Gaspé. Dans le havre de Gaspé, deux pics majeurs de densité de larves pédivéligères sont remarquables le 14 juillet ($8,60 \pm 6,55$ larves par litre) et le 1^{er} août ($8,34$ larves par litre). Ils sont suivis par deux pics d'intensité moindre le 15 août ($2,67 \pm 2,25$ larves par litre) et le 19 septembre ($2,20 \pm 0,20$ larves par litre). Dans la baie de Cascapédia, la densité de larves pédivéligères est nulle jusqu'au 28 juin où elle atteint un maximum de $11,25 \pm 5,14$ larves par litre.

- Post-larves (Figure 5c)

Les profils d'évolution des densités de post-larves sont différents de ceux décrits précédemment. Dans le havre de Gaspé, les post-larves sont présentes dans les échantillons de plancton en quantité notable à partir du 12 juillet et jusqu'au 29 août. Le maximum de densité est observé le 19 juillet avec une moyenne de $20,08 \pm 9,98$ larves par litre. De même que pour les autres classes de taille, la densité de post-larves augmente légèrement entre les 19 et 26 septembre dans les deux sites (Gaspé : $2,81 \pm 1,39$ larves par litre; Cascapédia : $3,57 \pm 2,35$ larves par litre).

3.2.3 RELATION DENSITES LARVAIRES-GAMETOGENESE

Selon les analyses descriptives des données, il ne semble pas y avoir de relation entre la gamétogenèse des moules d'élevage et les abondances larvaires correspondant au premier épisode de fixation dans chacun des deux sites d'étude. Les pics d'abondance de larves véligères ont été observés dans la seconde moitié du mois de juin à Cascapédia et mi juillet

et début août à Gaspé tandis que l'évènement de ponte s'est produit à partir de mi août dans les deux sites. Cette observation est confirmée par l'analyse de régression linéaire entre les densités larvaires et l'évolution de la gamétogenèse (Tableau 2). Dans le havre de Gaspé, il n'y a pas de relation significative entre les abondances larvaires et les stades de la gamétogenèse ($p=0,335$; $R^2 =0,0518$) de même que dans la baie de Cascapédia ($p=0,149$; $R^2 =0,112$).

Tableau 2: Résultats des analyses de régression linéaire entre les densités de larves véligères et les stades d'évolution de la gamétogenèse. Les probabilités significatives sont en gras ($p < 0,05$).

Site	Équation	t	R ²	p
Gaspé	DLV = 5,305 - (0,945*M)	-0,992	0,0518	0,335
Cascapédia	DLV = 13,968 - (3,539*M)	-1,506	0,112	0,149

DLV : Densité de larves véligères (nombre / 30 cm) ; M : Stade de la gamétogenèse

3.3 SUCCES DE RECRUTEMENT

3.3.1 DENSITES DES JUVENILES RECRUTES

Chaque semaine trois collecteurs (réplicats) ont été immergés simultanément dans chacune des deux baies de mi-juin à mi-octobre. Ils mesuraient 3 m de longueur et ont été divisés lors de leur récolte en trois sections de 1 m pour analyser l'effet de la profondeur d'immersion sur le recrutement.

Selon les résultats des analyses statistiques, la date d'échantillonnage contribue significativement ($p < 0,001$) à la variabilité de la densité des recrues dans tous les échantillons. Les réplicats sont homogènes dans chacun des deux sites d'études (Gaspé : $p=0,215$; Cascapédia : $p=0,281$). Les résultats de ces analyses nous permettent aussi de constater que les densités de recrues varient selon la profondeur d'immersion (Gaspé : $p=0,003$; Cascapédia : $p=0,016$). Selon les analyses de comparaisons multiples, les plus grandes variabilités sont observées entre les échantillons de surface (profondeur 1) et les échantillons des sections sous-jacentes du collecteur. À Gaspé, les échantillons de la profondeur 1 diffèrent significativement de ceux des profondeurs 2 et 3 ($p_{1-2}=0,003$ et $p_{1-3}=0,002$) tandis qu'à Cascapédia seules les profondeurs 1 et 3 présentent des variabilités

significatives ($p=0,005$). Les résultats préliminaires présentés ci-dessous correspondent aux échantillons de la partie centrale du collecteur soit la profondeur 2. Les juvéniles recrutés ont été divisés en trois catégories selon la taille de leur coquille: moins de 5 mm, entre 5 et 10 mm et plus de 10 mm afin d'affiner les observations (Figure 6).

- Recrues de moins de 5 mm (Figure 6a)

Dans le havre de Gaspé, les densités de recrues sur les collecteurs fluctuent entre 5×10^4 et $1,2 \times 10^5$ individus par sous-échantillons de 30 cm. Ces valeurs de densités diminuent à partir du 21 septembre jusqu'à la fin de la période d'échantillonnage. Les densités moyennes de Cascapédia sont inférieures à celles de Gaspé. Elles sont faibles tout au long de la saison d'observation excepté pour la période du 25 juillet au 29 août où elles atteignent des valeurs supérieures à $2,5 \times 10^4$ juvéniles par section de 30 cm. Le maximum de densité présent le 15 août dans cette baie est de $1,4 \times 10^5$ ($\pm 0,9 \times 10^4$) recrues par 30 cm.

- Recrues entre 5 et 10 mm (Figure 6b)

Dans les deux sites, les densités de recrues mesurant entre 5 et 10 mm sont beaucoup plus faibles que les densités de recrues de la classe de taille inférieure. Dans le havre de Gaspé, nous observons de petites fluctuations de la densité. Bien que celle-ci soit inférieure à 4000 recrues par 30 cm tout au long de la saison, elle atteint un maximum le 29 août avec 3052,80 ($\pm 3656,42$) juvéniles par 30 cm.

- Recrues de plus de 10 mm (Figure 6c)

Dans le havre de Gaspé, aucune recrue de taille supérieure à 10 mm n'a été observée au cours de la saison tandis que deux pics de densités ont été observés le 25 juillet (4295 ± 7440 recrues/30 cm) et le 15 août (6372 ± 11036 recrues/ 30 cm) à Cascapédia.

3.3.2 RELATION DENSITES LARVAIRES-DENSITES DE RECRUES

D'après les résultats des analyses descriptives, il ne semble pas y avoir de relation entre les pics de densités larvaires et les pics de densité des recrues. Cette observation est confirmée par les résultats d'une régression linéaire entre la densité moyenne de larves compétentes et la densité moyenne des juvéniles (Tableau 3).

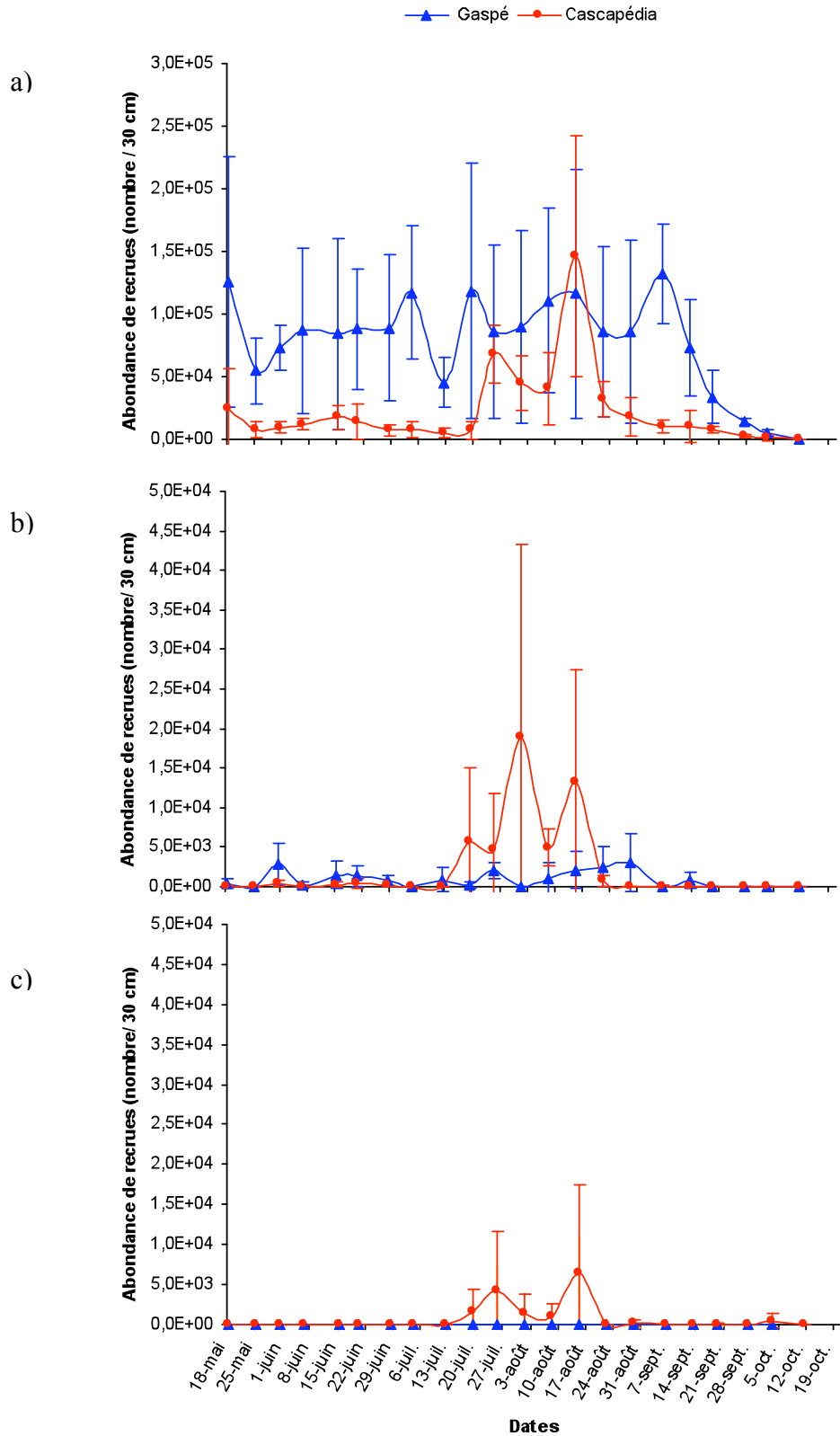


Figure 6: Évolution de la densité de recrues à la 2^{ième} profondeur d'immersion dans le havre de Gaspé et la baie de Cascapédia. Les densités ont été représentées selon trois classes basées sur la longueur moyenne des individus échantillonnés. a) < 5 mm ; b) entre 5 et 10 mm ; c) > 10 mm

Pour cette analyse, les larves pédivéligères et les post-larves ont été considérées comme aptes à se métamorphoser mais ne sont pas encore comptabilisées parmi les recrutées. Elles ont donc été regroupées dans la classe des larves compétentes pour être comparées aux densités de juvéniles toutes classes de taille confondues. Dans le havre de Gaspé, il n'y a pas de relation significative entre la densité de larves compétentes et la densité de recrues ($p=0,307$; $R^2=0,0548$). De même, il s'avère qu'il n'y a pas de relation significative entre ces deux variables dans la baie de Cascapédia ($p=0,495$; $R^2=0,0236$).

Tableau 3: Résultats des analyses de régression linéaire entre les densités de larves compétentes (larves pédivéligères et post larves) et les densités de recrues sur les collecteurs. Les probabilités significatives sont en gras ($p < 0,05$).

Site	Équation	t	R ²	p
Gaspé	DJ = 54446,625 + (1047,747*DLC)	1,003	0,0529	0,329
Casapédia	DJ = 30060,639 - (420,246*DLC)	-0,814	0,0320	0,425

DJ : Densité totale de juvéniles (nombre / 30 cm) ; DLC : Densité de larves compétentes (nombre / litre)

4 ABONDANCES DE L'ÉPIFAUNE ET DES PREDATEURS

3.4.1 ÉPIFAUNE

Lors de l'analyse des collecteurs, les taxons de l'épifaune ont été identifiés et leurs densités ont été estimées pour chacune des trois profondeurs échantillonnées. Selon les analyses statistiques, il y a un effet significatif ($p < 0,001$) de la date d'échantillonnage et du site d'étude sur la densité de l'épifaune. Dans les deux sites d'étude, la comparaison des densités sur les collecteurs immergés simultanément permet de constater qu'elles semblent homogènes pour les 3 réplicats. Dans le havre de Gaspé, nous observons aussi un effet significatif de la profondeur d'immersion ($F=9,341$; $p < 0,001$) tandis que dans la baie de Cascapédia il n'y en a pas ($F=0,136$; $p=0,873$). L'analyse de comparaisons multiples nous permet de constater pour le site de Gaspé que les densités de moules à la profondeur 1 sont significativement différentes de celles des profondeurs 2 et 3 qui semblent plus homogènes et supérieures (Tableau 4).

Tableau 4: Résumé de l'analyse de comparaisons multiples sur les densités de l'épifaune selon la profondeur (1^{er} mètre, 2^{ième} mètre et 3^{ième} mètre). Les probabilités significatives sont en gras ($p < 0,05$).

Site	Profondeur	Différence des moyennes	Erreur standard	p
Gaspé	1-2	-55,7205	21,53681	0,011
	1-3	-89,6519	21,71856	< 0,001
	2-3	-33,9314	21,71856	0,120
Cascapédia	1-2	-3,9467	13,51759	0,771
	1-3	-5,9059	13,63167	0,886
	2-3	-19,592	13,63167	0,665

Différents types de taxons sont représentés parmi l'épifaune des collecteurs. Dans le havre de Gaspé, elle est très nettement dominée par les Hydrozoaires à toutes les profondeurs et tout au long de la saison d'échantillonnage (Figure 7). Dans la baie de Cascapédia, les deux taxons les plus représentés sont les Hydrozoaires et les Caprellidés. Les résultats préliminaires présentés dans ce rapport ne considèrent pas chaque taxon séparément. Des analyses statistiques approfondies tels que des tests de comparaisons de moyennes seront réalisées ultérieurement. Ils permettront d'observer les effets des facteurs profondeur et site d'étude sur les variabilités des densités de chaque taxon. Des régressions linéaires seront utilisées pour analyser distinctement leur relation avec la densité de moules recrutées.

Les analyses de régression linéaire entre les densités de recrues et les densités d'épifaune soulignent l'évidence d'une relation significative (Gaspé: $p < 0,001$; Cascapédia: $p = 0,004$) entre l'abondance d'épifaune et le succès de recrutement dans les deux sites (Tableau 5).

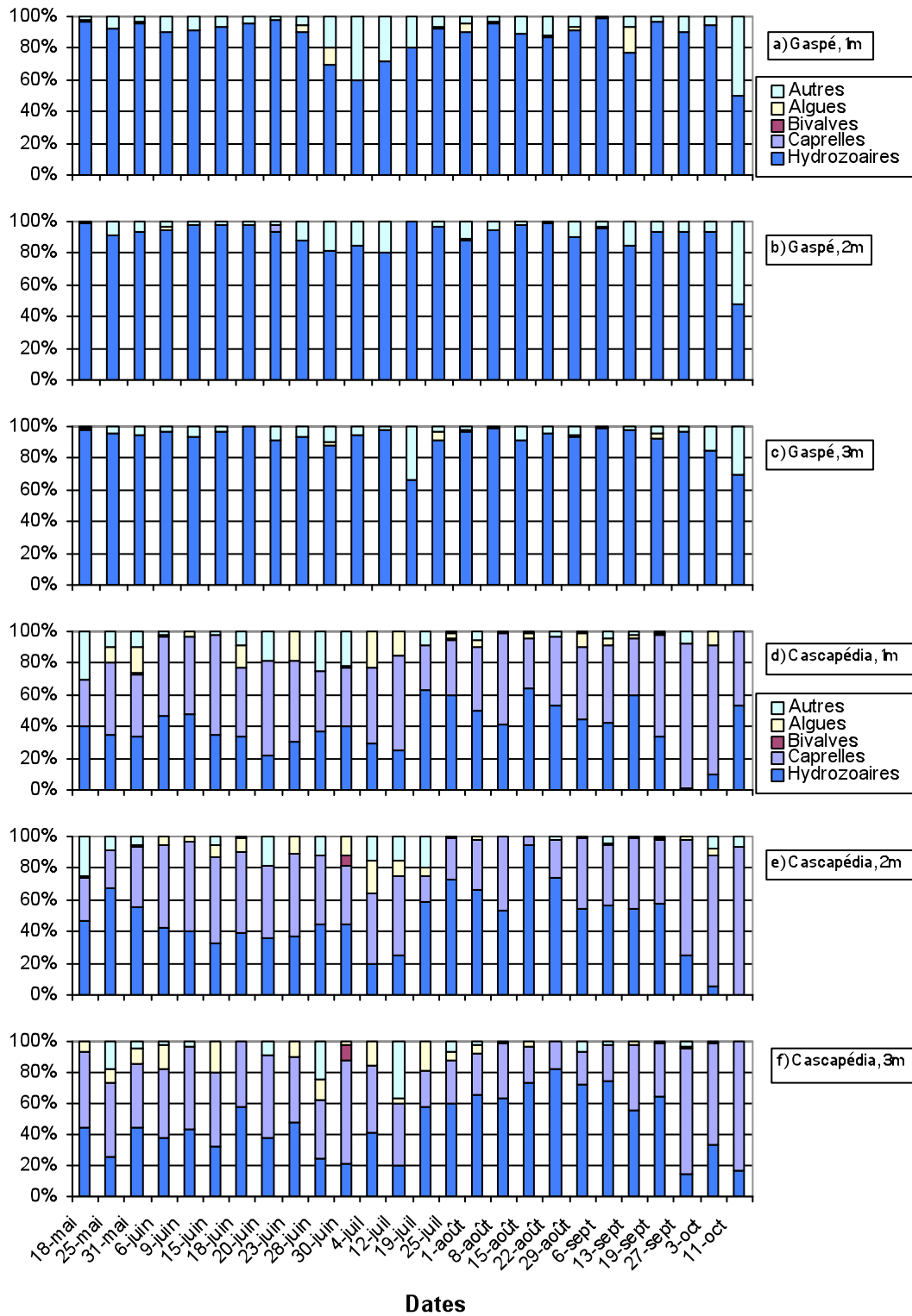


Figure 7: Pourcentages relatifs des taxons de l'épifaune sur des collecteurs de type commercial immergés entre le 18 mai et la 11 octobre dans le havre de Gaspé (a à c) et la baie de Cascapédia (d à f). Les graphiques présentent les résultats pour les profondeurs d'échantillonnage 1m, 2m et 3m.

Tableau 5: Résultats des analyses de régression linéaire entre les densités de recrues et les densités d'épifaune sur les collecteurs de type commercial. Les probabilités significatives sont en gras ($p < 0,05$).

Site	Équation	t	R ²	p
Gaspé	DJ = 18129,312 + (325,553*Epi)	4,626	0,530	< 0,001
Casapédia	DJ = 2010,152 + (329,695*Epi)	3,210	0,340	0,004

DJ : Densité totale de juvéniles (nombre / 30 cm) ; Epi : Densité d'épifaune (g / 30 cm)

3.4.2 PREDATEURS

De même que pour les densités d'épifaune, les échantillons de la profondeur 1 sont significativement différents de ceux des autres profondeurs (Tableau 6). D'après les résultats des analyses statistiques, la densité de prédateurs influence significativement ($p < 0,001$) le succès de recrutement dans le havre de Gaspé tandis que cette relation n'est pas significative ($p = 0,687$) dans la baie de Casapédia (Tableau 7).

Tableau 6: Résumé de l'analyse de comparaisons multiples sur les densités de prédateurs selon la profondeur (1^{er} mètre, 2^{ième} mètre et 3^{ième} mètre). Les probabilités significatives sont en gras ($p < 0,05$).

Site	Profondeur	Différence des moyennes	Erreur standard	p
Gaspé	1-2	-6,3208	1,86488	0,001
	1-3	-7,7568	1,88061	< 0,001
	2-3	-1,4360	1,88061	0,446
Casapédia	1-2	0,0410	0,16886	0,809
	1-3	0,2309	0,17029	0,177
	2-3	0,1899	0,17029	0,266

Tableau 7: Résultats des analyses de régression linéaire entre les densités de recrues et les densités de prédateurs (*Asteria* spp.) sur les collecteurs de type commercial. Les probabilités significatives sont en gras ($p < 0,05$).

Site	Équation	t	R ²	p
Gaspé	DJ = 28977,580 + (3345,315*Pred)	4,154	0,476	< 0,001
Cascapédia	DJ = 25498,323 + (5440,559*Pred)	0,409	0,00829	0,687

DJ : Densité totale de juvéniles (nombre / 30 cm) ; Pred : Densité de prédateurs (g / 30 cm)

Les prédateurs de moules bleues présents sur les collecteurs et considérés dans cette étude sont les étoiles de mer (*Asteria* spp.). Les étoiles de mer ont été dénombrées et mesurées. Ces données nous permettront de faire une analyse comparative de leur densité sur le succès de recrutement en fonction de différentes classes de taille.

4. DISCUSSION

Les résultats préliminaires nous ont amené à faire diverses constatations à propos la dynamique des populations de *Mytilus* spp. dans le havre de Gaspé et la baie de Cascapédia.

Les moules adultes prélevées sur des structures d'élevage étaient en phase active de la gamétogenèse lors des premiers échantillonnages. La production de gamètes a ensuite évolué au cours de la saison estivale jusqu'à la ponte en fin d'été puis le début d'une phase de latence au cours de laquelle les individus vont allouer leur énergie à l'accumulation de nouvelles réserves énergétiques en prévision de la prochaine saison de reproduction. Nos observations de période de ponte sont différentes de celles faites par Bergeron (1991) qui a remarqué que la ponte se produisait de mi-juin à mi-août dans la baie des Chaleurs. Cela nous amène à penser qu'il pourrait y avoir différents événements de ponte simultanés ou successifs selon l'âge des individus, leur localisation et peut être aussi selon leur espèce. Toro *et al.* (2002) ont remarqué un asynchronisme entre les patrons de reproduction de *M. edulis* et *M. trossulus* et suggèrent que cela pourrait intervenir dans la limitation de la production d'hybrides. Il serait intéressant de mener une étude similaire en Gaspésie afin d'observer les effets des caractéristiques de l'habitat sur la ponte et de vérifier si

l'asynchronisme dans les patrons de reproduction de ces deux espèces a un impact conséquent sur le succès de recrutement.

Les événements de ponte chez ces individus se sont produits en août dans le havre de Gaspé et en septembre dans la baie de Cascapédia, soit de deux à trois mois après les premières observations de larves véligères dans le plancton. Cette reproduction tardive ne serait donc pas à l'origine des cohortes de larves observées en juin dans les deux sites. Néanmoins, il se pourrait qu'elle ait participé au recrutement secondaire de septembre et octobre pour lequel nous avons observé des cohortes dans le havre et la baie. Les larves produites en début de saison pourraient provenir de la reproduction des individus sauvages ou de la reproduction de moules d'élevage de sites avoisinants. Dans les deux cas, ces hypothèses impliquent un transport des gamètes et/ou des œufs par les courants océaniques nécessaire au renouvellement des populations des sites que nous avons échantillonnés en plancton. Ce transport produirait un flux génique entre les populations.

Lors du suivi du développement larvaire dans le havre de Gaspé et la baie de Cascapédia, nous avons fait plusieurs observations. Dans les deux sites, les premières larves véligères ont été observées dans les échantillons à partir de la mi-juin. Ces cohortes ont évolué durant un mois environ avant de disparaître du milieu pélagique lors de la fixation des larves. En milieu d'été, la distinction des cohortes est moins nette. Cela est probablement lié à la reproduction d'autres espèces de bivalves qui ont des larves morphologiquement semblables aux larves de *Mytilus*. Dobretsov & Miron (2001) ont observé que les larves issues de la ponte printanière profitent, en général, de conditions alimentaires favorables grâce aux blooms phytoplanctoniques. Il est donc tout à fait possible de suggérer que ces premières cohortes participeront au renouvellement des populations de moule dans les deux sites. La présence de larves de *Mytilus* spp. dans le plancton aux mois de septembre et d'octobre laisse supposer un deuxième événement de fixation qui correspondrait au captage secondaire connu dans le milieu de l'industrie maricole. Qiu *et al.* (2002) ont démontré que les stades larvaires sont plus sensibles aux conditions du milieu que les stades benthiques. De plus, selon la théorie du match-mismatch, le séjour pélagique des individus et leur exposition aux agents défavorables

pourraient être prolongés à cause des conditions alimentaires non optimales. Devant l'incertitude des conditions environnementales automnales et la faible densité des larves, il est tout à fait probable que ces cohortes issues d'un second événement de ponte contribueront moindrement au renouvellement de la population.

La comparaison des densités larvaires entre les deux sites d'étude permet de constater que l'apparition des larves véligères s'est produite d'abord à Cascapédia puis à Gaspé deux semaines plus tard. Cette hétérogénéité inter-site s'observe aussi au niveau du nombre de cohortes de larves dans le plancton. Un seul pic de densité majeur a été observé à Cascapédia tandis que deux cohortes se sont succédées à Gaspé. La variabilité mise en évidence entre les deux sites affecte aussi les densités de recrues. Les deux sites se distinguent par leurs conditions hydrodynamiques. Ces observations soulignent donc l'importance de l'impact des structures hydrographiques sur les phénomènes biologiques tels que la ponte ou le recrutement.

Contrairement aux résultats des études antérieures, aucune relation significative n'a été observée entre les abondances larvaires et le succès de recrutement étant donné que les pics d'abondance de larves compétentes ont été observés à une période différente de celle des pics de recrutement. Cependant, lors de l'échantillonnage estival et du suivi des larves dans le plancton, nous nous sommes basé sur les abondances et le développement larvaires pour prédire les périodes de fixation des moules. Cette information a été utilisée par les producteurs pour la détermination de la période optimale d'immersion des collecteurs. Dans le cadre de ce projet, l'immersion de collecteurs n'a pas permis d'observer une relation entre les pics d'abondance de larves pédivéligères et le début de la fixation bien que cette observation ait été constante lors des études antérieures. Néanmoins, il s'avère que la prédiction de la période de fixation a été efficace pour les producteurs qui ont immergé leurs collecteurs commerciaux à la période suggérée (communications personnelles de R. Allard et S. Morissette). Ce constat nous amène à nous questionner sur les différents facteurs qui auraient pu affecter le recrutement sur les collecteurs que nous avons utilisés pour cette étude. D'abord, les larves de moules ont, dans une certaine mesure, la capacité de choisir leur substrat de fixation. Les larves compétentes se fixent préférentiellement sur des

substrats filamenteux d'origine naturelle comme des bryozoaires, des hydroïdes, des algues filamenteuses (*Polysiphonia* sp., *Corallina* sp. et *Mastocarpus* sp.), les filaments de byssus des moules déjà installées mais aussi sur les structures d'origine artificielle (Harvey & Bourget, 1997; Dobretsov & Wahl, 2001). C'est pourquoi, les producteurs utilisent généralement des collecteurs usagés qui présentent une structure filamenteuse. Dans le cadre du projet, nous avons été contraint d'utiliser des collecteurs neufs et relativement lisses dont la structure pourrait avoir été défavorable à la fixation des larves. Il serait donc intéressant d'analyser les collecteurs commerciaux immergés durant la saison estivale de 2005 dans les deux baies. Cela permettrait de déterminer les périodes des pics de recrutement sur des collecteurs à structure filamenteuse et d'estimer l'influence de leur qualité sur le recrutement. D'autre part, les larves de moules forment des agrégats qui peuvent facilement être éloignés des collecteurs par les courants océaniques. Bien que les filières utilisées pour ce projet soient localisées sur des sites de production commerciale, il se pourrait que des événements hydrographiques à petite échelle aient transporté les agrégats de larves de moules hors de portée des collecteurs au moment de la période de fixation ce qui pourrait éventuellement expliquer les faibles densités de recrues à Cascapédia jusqu'à mi-juillet (Figure 6).

Les compositions quantitative et qualitative de l'épifaune peuplant les collecteurs présentent des différences d'un site à l'autre. Dans la baie de Cascapédia, les Caprellidés et les hydrozoaires occupent en grande partie la surface des collecteurs tandis que dans le havre de Gaspé seuls les hydrozoaires sont majoritairement représentés. Les hydrozoaires ont une structure filamenteuse favorable à la fixation des larves de moule, ce qui pourrait expliquer les densités importantes de recrues de petite taille à Gaspé par rapport à Cascapédia. Cependant, les densités de recrues de taille supérieure à 5 mm sont faibles durant toute la saison dans le havre de Gaspé tandis que les pics de recrutement observés pour les recrues de petite taille se maintiennent pour les classes de taille supérieures dans la baie de Cascapédia (Figure 6). Nous pouvons donc supposer que la présence d'hydrozoaires favorable à la fixation des larves compétentes pourrait défavoriser la croissance et le développement optimum des post-larves dans la mesure où leur densité est importante. Les

fluctuations des abondances larvaires et des abondances des organismes colonisant les collecteurs (moules, épifaune et prédateur) soulignent la complexité des interactions dynamiques entre ces populations et leur impact sur le recrutement de *Mytilus* spp. Une étude approfondie de la dynamique des populations à l'échelle du collecteur serait intéressante car elle éclairerait les mécanismes à l'origine du succès ou de l'insuccès du captage commercial et compléterait les connaissances concernant les implications de la prédation et de la compétition inter-spécifique sur le recrutement.

5. PERSPECTIVES

La nécessité de développer certains points, tels que les interactions interspécifiques, la spécificité génétique ou encore les impacts de la dispersion larvaire, pour mieux appréhender les processus du recrutement implique la réalisation d'un projet approfondi qui se réalise présentement dans le cadre du projet de Doctorat de Mme Nathalie Rayssac financé par le Programme PCRDA du MPO.

Le titre proposé pour le projet de Doctorat est le suivant : Influence de la dispersion larvaire sur le succès de recrutement de la moule bleue (*Mytilus* spp.) dans le havre de Gaspé et la baie de Cascapédia (Québec, Canada). Dans le cadre de ce projet il est proposé d'axer l'étude sur les effets de la dispersion larvaire sur le recrutement et de tester l'hypothèse spatiale du succès de recrutement proposée par Sinclair (1988). Cette hypothèse suggère que le recrutement d'une cohorte dans une zone géographique donnée est essentiellement relié à la rétention des larves à l'intérieur du système hydrographique plutôt que d'être influencée par des mécanismes trophiques. Ce processus serait à l'origine des variations du succès de recrutement observées d'une année sur l'autre.

Afin d'enrichir les connaissances concernant la dispersion de larves d'invertébrés d'intérêt commercial dans des zones d'hybridation, deux outils combinés seront mis à profit. D'une part, l'outil génétique permettra d'étudier la structure génétique et d'estimer le flux génique des populations. Dans la mesure où les différentes populations possèdent des caractéristiques génétiques différentes, il permettra d'identifier les origines des larves et de

vérifier si le recrutement est assuré par des moules sauvages ou d'élevage, par des moules endogènes ou exogènes aux baies. Enfin, il nous permettra de comparer les mécanismes de recrutement des deux espèces de moules bleue présentes en Gaspésie. D'autre part, les mesures des paramètres hydrographiques et météorologiques seront utilisées dans le cadre d'une modélisation et de la simulation de la dispersion larvaire dans les deux sites.

RÉFÉRENCES

- Aucoin, F., S. Doiron & M. Nadeau, 2004.** Guide d'échantillonnage et d'identification des larves d'espèces à intérêt maricole. Guide/Publication G005. MAPAQ 73 pp.
- Bates J.A. & D.J. Innes, 1995.** Genetic variation among populations of *Mytilus* spp. in eastern Newfoundland. Mar. Biol. 124: 417-424.
- Bayne, B.L., 1976.** Marine Mussels: Their Ecology and Physiology. Cambridge University Press, Cambridge, 506 pp.
- Bergeron, P., 1991.** Evolution temporelle du recrutement de *Mytilus edulis* à Carleton et effet de la prolifération du naissain sur le rendement commercial des boudins. Direction de la recherche scientifique et technique. Cahier d'information : I-V, 1-50.
- Bierne, N., P. David, A. Langlade & F. Bonhomme, 2002.** Can habitat specialisation maintain a mosaic hybrid zone in marine bivalves? Mar. Ecol. Prog. Ser. 245: 157-170.
- Bonardelli, J.C., 1994.** Relation entre la ponte chez le pétoncle géant *Placopecten magellanicus* et les facteurs environnementaux. Ph. D. Université Laval, Québec.
- Comesaña, A.S., J.E. Toro, D.J. Innes & R.J. Thompson, 1999.** A molecular approach to the ecology of a mussel (*Mytilus edulis*-*M. trossulus*) hybrid zone on the east cost of Newfoundland, Canada. Mar. Biol. 133: 213-221.
- Cushing, D.H., 1996.** Towards a science of recruitment in fish populations. *In* Excellence in ecology. Vol. 7. Series Editor O. Kinne. Ecology Institute, D21386 Oldendorf/Luhe, Germany.

- Cushing, D.H., 1990.** Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Adv. Mar. Biol.* 26:250-293.
- Cushing, D.H., 1972.** *Marine Ecology and Fisheries.* Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Dégremont L., Bédier, E., Soletchnik, P., Ropert, M., Joly, J.P., Huvet, A., Moal, J., Samain, J.F. & Boudry, P., 2005.** Relative importance of family, site, and field placement timing on survival, growth, and yield of hatchery-produced Pacific oyster spat (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture* 249(1-4): 213-229.
- Deksheniaks, M.M., E.E. Hofmann, J.M. Klinck & E.N. Powell, 1997.** A modelling study of the effects of size- and depth-dependent predation on larval survival. *J. Plankton Res.* 19(11): 1583-1598.
- Dobretsov, S. & G. Miron, 2001.** Larval and post larval vertical distribution of the mussel *Mytilus edulis* in the White Sea. *Marine ecology Progress Series* 218: 179-187.
- Dobretsov, S. & M., Wahl, 2001.** Recruitment preferences of blue mussel spat (*Mytilus edulis*) for different substrata and microhabitats in the White sea (Russia). *Hydrobiologia* 445 (1-3): 27-35.
- Forde, S.E. & P.T. Raimondi, 2004.** An experimental test of the effects of variation in recruitment intensity on intertidal community composition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 301: 1-14.
- Gilg, M.R. & T.J. Hilbish, 2003.** The geography of marine larval dispersal: coupling genetics with fine-scale physical oceanography. *Ecology* 84(11): 2989-2998.
- Gosling, E., 1992.** Systematics and geographic distribution of *Mytilus*. In: Gosling, E. [éd.], *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture.* Elsevier Science Publishers, B.V., Amsterdam, Netherlands.
- Hare, M.P., S.R. Palumbi & C.A. Butman, 2000.** Single-step species identification of bivalve larvae using multiplex polymerase chain reaction. *Mar. Biol.* 13: 953-961.
- Harvey, M. & E. Bourget, 1997.** Recruitment of marine invertebrates onto arborescent epibenthic structures : active and passive processes acting at different spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 153: 203-215.

- Heath, D.D., P.D. Rawson & T.J. Hilbish, 1995.** PCR-based nuclear markers identify alien blue mussel (*Mytilus* spp.) genotypes on the west coast of Canada. *Can. Fish Aquat. Sci.* 52: 2621-2627.
- Hedgecock, D., 1986.** Is gene flow from pelagic larval dispersal important in the adaptation and evolution of marine invertebrates ? *Bulletin of Marine Science* 39(2): 550-564.
- Hunt, H.L. & R.E. Scheibling, 1996.** Physical and biological factors influencing mussel (*Mytilus trossulus*, *M. edulis*) settlement on a wave-exposed rocky shore. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 142: 135-145.
- Iles, T.D. & M. Sinclair, 1982.** Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science* 215:627-633
- Innes, D.J. & J.A. Bates, 1999.** Morphological variation of *Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus* in eastern Newfoundland. *Mar.Biol.* 133: 691-699.
- Inoue K., J.H. Waite, M. Matsuoka, S. Odo & S. Harayama, 1995.** Interspecific variations in adhesive protein sequences of *Mytilus edulis*, *M. galloprovincialis* and *M. trossulus*. *Biol. Bull.* 189: 370-375.
- Johnson, S.B. & J.B. Geller, 2006.** Larval settlement can explain the adult distribution of *Mytilus californianus* Conrad but not of *M. galloprovincialis* Lamarck or *M. trossulus* Gould in Moss Landing, central California: Evidence from genetic identification of spat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 328: 136-145.
- Keough, M.J. & B.J. Downes, 1982.** Recruitment of Marine Invertebrates: the Role of Active Larval Choices and Early Mortality. *Oecologia (Berl.)* 54: 348-352.
- Koehn, R.K., 1991.** The genetics and taxonomy of species in the genus *Mytilus*. *Aquaculture* 94: 125-145.
- Koehn, R.K., J.G. Hall, D.J. Innes & A.J. Zera, 1984.** Genetic differentiation of *Mytilus edulis* in eastern North America. *Mar. Biol.* 79: 117-126.
- Koutitonsky, V., G. Desrosiers, E. Pelletier, B. Zakardjian, D. Ouellet, L. de Montety, T. Guyondet, S. Leblanc & G. Desmeules, 2001.** Etudes hydrodynamique, sédimentologique et benthique pour le choix de sites de mariculture d'omble de fontaine dans la baie de Gaspé. Rapport de recherche LHE-01-1. Laboratoire d'Hydraulique

Environnementale. Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER). UQAR. Rimouski, QC.

Lane, D. J. W., A.R. Beaumont & J.R. Hunter, 1985. Byssus drifting and the drifting threads of the young post-larval mussel *Mytilus edulis*. Mar.Biol. 84: 301-308.

Legget, W.C. & E. Deblois, 1994. Recruitment in marine fishes: is it regulated by starvation and predation in the egg and larval stages? Neth. J. Sea Res. 32: 119-134

Lutz, R.A. & Kennish, M.J., 1992. Ecology and morphology of larval and early larval postlarval mussels. In The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture, (ed. E.M. Gosling), pp. 53-85. Amsterdam: Elsevier Science Publ. [Developments in Aquaculture and Fisheries Science, no. 25]

Mallet, A.L. & C.E. Carver, 1995. Comparative growth and survival patterns of *Mytilus trossulus* and *Mytilus edulis* in Atlantic Canada Can. J. Fish. aquat. Sciences. 52: 1873-1880.

Mallet, A.L. & B. Myrand, 1995. The culture of blue mussel in Atlantic Canada. In A.D. Bogen [éd.]. Cold-Water aquaculture in Atlantic Canada. 2nd éd. Moncton, NB. pp. 257-296.

McDonald, J.H., R. Seed & R.H. Koehn, 1991. Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the Northern and Southern Hemispheres. Mar. Biol. 111: 323-333.

Miron, G., B. Boudreau & E. Bourget, 1995. Use of larval supply in benthic ecology: testing correlations between larval supply and larval settlement. Mar. Ecol. Prog. Ser. 124: 301-305.

Morgan, T.S. & A.D. Rogers, 2001. Specificity and sensitivity of microsatellite markers for the identification of larvae. Mar. Biol. 139: 967-973.

Myrand, B., H. Guderley & J.H. Himmelman, 2000. Reproduction and summer mortality of blue mussels *Mytilus edulis* in the Magdalen Islands, southern Gulf of St. Lawrence. Mar. Ecol. Prog. Ser. 197: 193-207.

Myrand, B. & R. Tremblay, 2000. Potentiel des mesures morphométriques pour identifier les deux espèces de moule bleue, *Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus*, au Québec. In:

- Myrand, B. et F. Coulombe [éd.] Compte rendu n°12. Atelier de travail sur la problématique *Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus*. Gaspé, 18-20 octobre 2000. 139 pp.
- Palumbi, S. R., 1992.** Marine speciation on a small planet. *Tree* 7: 114-118.
- Palumbi, S.R., 1994.** Genetic divergence, reproductive isolation and marine speciation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 25: 547-572.
- Palumbi, S.R., 2003.** Population genetics, demographic connectivity, and the design of marine reserves. *Ecological Applications* 13(1): S146-S158.
- Pernet, F., R. Tremblay & E. Bourget, 2003.** Settlement success, spatial pattern and behavior of mussel larvae *Mytilus* spp. In experimental 'downwelling' systems of varying velocity and turbulence. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 260: 125-140.
- Pouvreau, S., M. Enriquez-Diaz, P. Le Souchu, J.P. Connan, B. Le Roy, C. Mingant, J. Moal, M. Delaporte, J.R. Le Coz & J.F. Samain, 2003.** Reproduction, bioenergetic and summer mortality of *Crassostrea gigas*: experimental approach. *J. Shellfish Res.* 22(1): 351.
- Presa, P, M. Pérez & A.P. Diz, 2002.** Polymorphic microsatellite markers for blue mussels (*Mytilus* spp.). *Conservation Genetics* 3(4): 441-443.
- Qiu, J-W, R. Tremblay & E. Bourget, 2002.** Ontogenic changes in hyposaline tolerance in the mussels *Mytilus edulis* and *M. trossulus*: implications for distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 228: 143-152
- Rawson, P.D., K.L. Joyner, K. Meetze & T.J. Hilbish, 1996.** Evidence of intragenic recombination within a novel genetic marker that distinguishes mussels in the *Mytilus edulis* species complex. *Heredity* 77: 599-607.
- Rawson, P.D., S. Hayhurst & B. Vanscoyoc , 2001.** Species composition of blue mussel populations in the northeastern Gulf of Maine. *J. Shellfish Res.* 20: 31-38.
- Richard, J. & B. Myrand, 1983.** Biologie de la moule bleue (*Mytilus edulis*) et techniques d'élevage au Québec. Cahier spécial d'information n° 9. Direction de la recherche scientifique et technique, MAPAQ, Québec.
- Ropes, W. & A.P. Stickney, 1965.** Reproductive cycle of *Mya arenaria* in New England. *Biol. Bull. (Woods Hole)* 128: 315-327.

Sinclair, M., 1988. Marine populations: an essay on population regulation, and speciation.

University of Washington Press, Seattle, Wash.

Tamigneaux, E., 1996. Changements dans la structure de taille des assemblages de phytoplancton et conséquences pour les réseaux trophiques pélagiques dans des eaux côtières tempérées. Ph. D. Université Laval, Québec.

Taris, N., S. Baron, T.F. Sharbel, C. Sauvage & P. Boudry, 2005. A combined microsatellite multiplexing and boiling DNA extraction method for high-throughput parentage analyses in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). Aquaculture research. 36: 516-518.

Thomas, B. & R. Tremblay, 1999. Distribution of *Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus* in Quebec and the vicinity of the Maritimes, Canada. Affiche présentée dans le cadre du colloque Aquaculture America'99: 1-24.

Toro, J.E., 1998. Molecular identification of four species of mussels from southern Chile by PCR-based nuclear markers: the potential use in studies involving planktonic surveys. J. Shellfish Res. 17: 1203-1205.

Toro, J.E., D.J. Innes & R.J. Thompson, 2004. Genetic variation among life-history stages of mussels in a *Mytilus edulis*-*M. trossulus* hybrid zone. Mar. Biol. 145: 713-725.

Toro, J.E., R.J. Thompson & D.J. Innes, 2002. Reproductive isolation and reproductive output in two sympatric mussel species (*Mytilus edulis*, *M. trossulus*) and their hybrids from Newfoundland. Mar. Biol. 141: 897-909.

Tremblay, R. & J.M. Sévigny, 2000. Comparison between MPI and GLU-5 to discriminate *Mytilus trossulus* from *Mytilus edulis*. Dans Myrand, B. et F. Coulombe [éd.]. Compte rendu n°12. Atelier de travail sur la problématique *Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus*. Gaspé, 18 au 20 octobre 2000. 139 pp.

Tremblay, R., B. Myrand, J.M. Sévigny & H. Guderley, 1998. Bioenergetic and genetic parameters in relation to susceptibility of blue mussels, *Mytilus edulis* (L.) to summer mortality. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 221(1): 27-58.

Varvio, S.L., R.K. Koehn & R. Väinölä, 1988. Evolutionary genetics of the *Mytilus edulis* complex in the North Atlantic region. Mar. Biol. 98:51-60.

Widdows, J., 1991. Physiological ecology of mussel larvae. *Aquaculture* 94: 147-163.

Wing, S. R., L. W. Botsford, L. E. Morgan, J. M. Diehl & C. J. Lundquist, 2003. Inter-annual variability in larval supply to populations of three invertebrate taxa in the northern California Current. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57 : 859-872.

ANNEXES

Procédure d'échantillonnage larvaire par pompage

Avant départ du quai :

1. Vérifier que tout le matériel est à bord :
 - a. Contenant gradué de 100 L
 - b. Série de 3 tamis, base et attache
 - c. Paniers troués (2), panne et câble de levée ½" polypropylène
 - d. Pompe, câble électrique et tuyau
 - e. Pots des échantillons et étiquettes d'identification
 - f. Flacon laveur et contenant propre de 4 L
 - g. Formulaire « Suivi larvaire en Gaspésie » et crayon plomb
 - h. Glacière et glace
 - i. Capteurs à immerger (3)

Au 1^{er} site :

2. Localiser le site à échantillonner.
3. Repérer les marques permanentes des sites.
4. S'y attacher ou se maintenir au site.



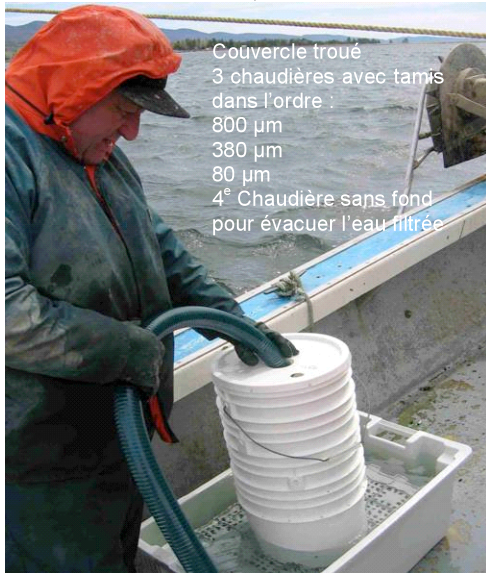
5. Noter la date, le secteur, les initiales des échantillonneurs et l'heure de départ sur le formulaire.
6. Compléter les étiquettes autocollantes et identifier les pots.
7. Installer le tuyau à la pompe avec connecteur rapide.
8. S'assurer que le câble électrique est attaché au câble de levée et ne force pas.

9. S'assurer que le câble a des repères entre 1 et 8 m.
10. Immerger la pompe.
11. Brancher le câble électrique de la pompe au courant 12 v.
12. Laisser l'eau couler quelques secondes.



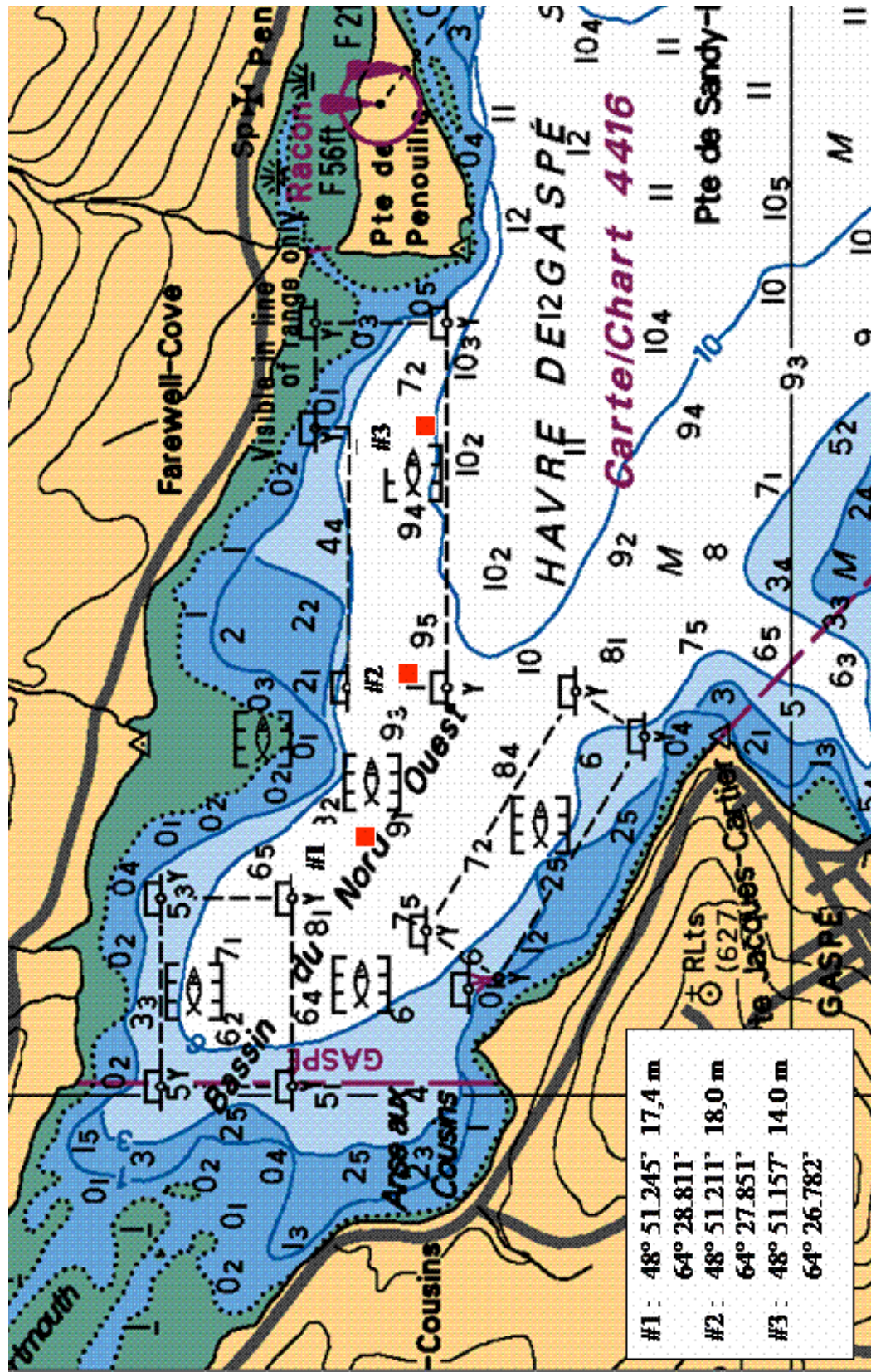
13. Rincer par l'envers les tamis et s'assurer de leur propreté.
14. En tamisant l'eau remplir le contenant de 4 L (eau filtrée 80 µm).
15. Remplir le flacon laveur avec cette eau filtrée.

16. Installer la série de tamis sur les paniers renversés au fond de la panne.
17. S'assurer de maintenir le niveau d'eau au dessus du dernier tamis qui doit être récolté dans le pot sans qu'il y ait débordement.
18. Débuter le mouvement constant de la pompe entre 1 et 8 m de la surface à l'aide du bras hydraulique allongé à 7 m de la surface de l'eau ou manuellement.
19. Mesurer le temps requis pour remplir le réservoir de 100 L.
20. Noter le résultat sur le formulaire et répéter 2 autres fois à « Évaluation du débit : 1^{er}, 2^e et 3^e essai ».

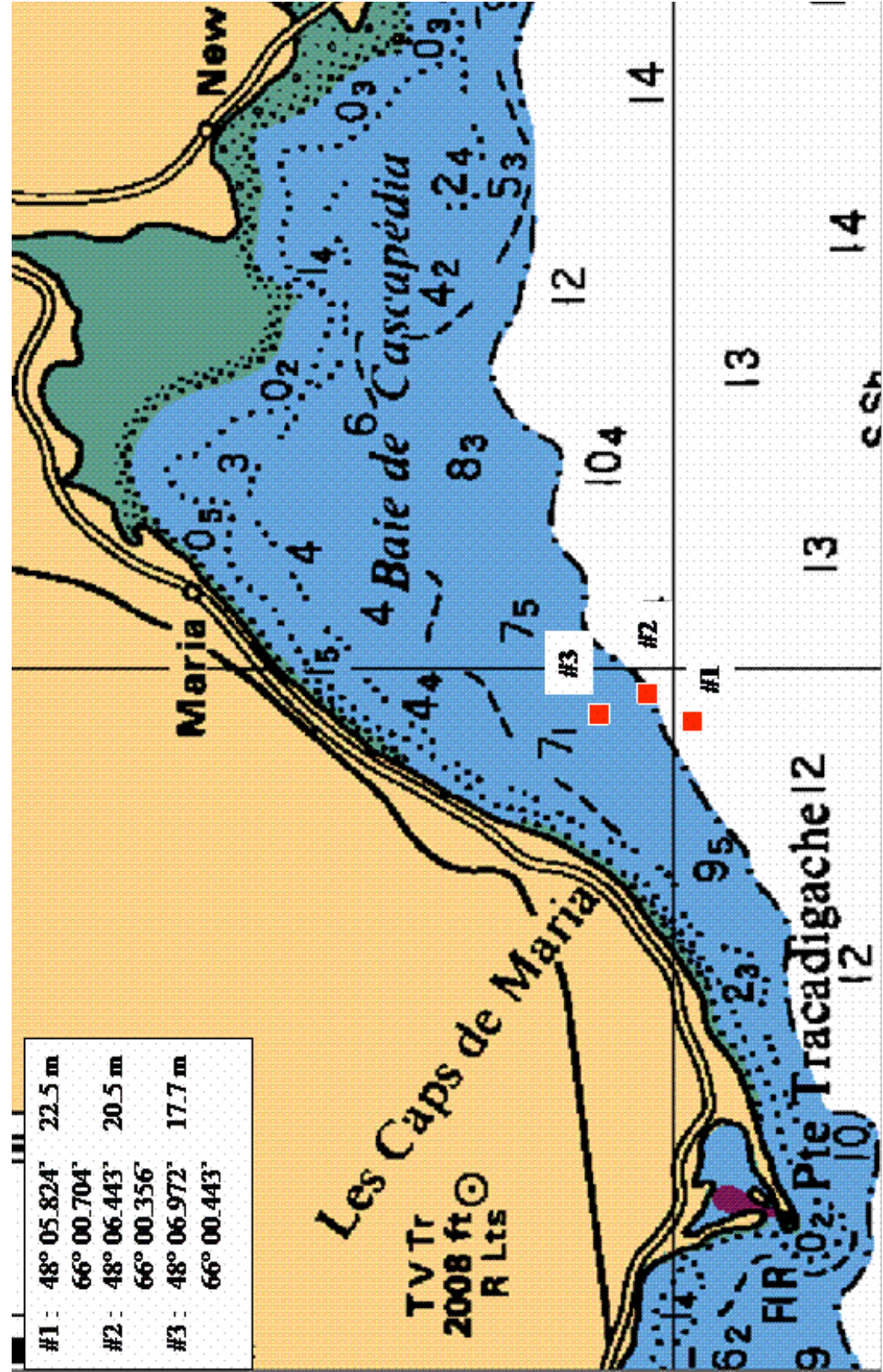


21. Noter le nom du site et l'heure.
 22. Avec un mouvement ou un effort identique aux évaluations du débit, pomper entre 1 et 8 m pendant 10 min précisément dans la série de tamis et remplir le formulaire.
 23. Avec attention, retirer le 3^e tamis (le plus fin à 80 µm).
 24. Avec attention, rincer ce tamis avec le flacon laveur contenant de l'eau filtrée pour transférer tout son contenu dans un pot.
 25. S'assurer que le pot est identifié (date, secteur, site).
 26. Mettre le pot au frais dans la glacière.
 27. Retirer le matériel de l'eau et le sécuriser sur le pont.
 28. Se déplacer au prochain site.
 29. Refaire les étapes 9 à 18 et 21 à 28 pour échantillonner les 3 sites.
 30. Immerger les 3 capteurs de moules sur la ou les filières et noter leur numéro et celle de la filière correspondante sur le formulaire.
- Au 3^e site :
31. Après l'échantillonnage du dernier site, refaire les étapes 18 et 19
 32. Noter les résultats sur le formulaire à « Évaluation du débit : 4^e, 5^e et 6^e essai ».
 33. Rincer tout le matériel.
 34. Remettre tamis, contenant de 4 L, flacon laveur, pompe, câble électrique attaché au câble de levée dans le réservoir de 100 L.
 35. Remettre dans la panne, les paniers troués et le tuyau et tout sécuriser.
- Après retour au quai :
36. Au quai, rincer le tout à l'eau douce.
 37. Expédier la glacière et les échantillons par autobus ou selon l'entente.

ANNEXE 2: Localisation des sites d'échantillonnage de plancton dans le havre de Gaspé



ANNEXE 3: Localisation des sites d'échantillonnage de plancton dans la baie de Caspédia



Structure d'une filière commerciale

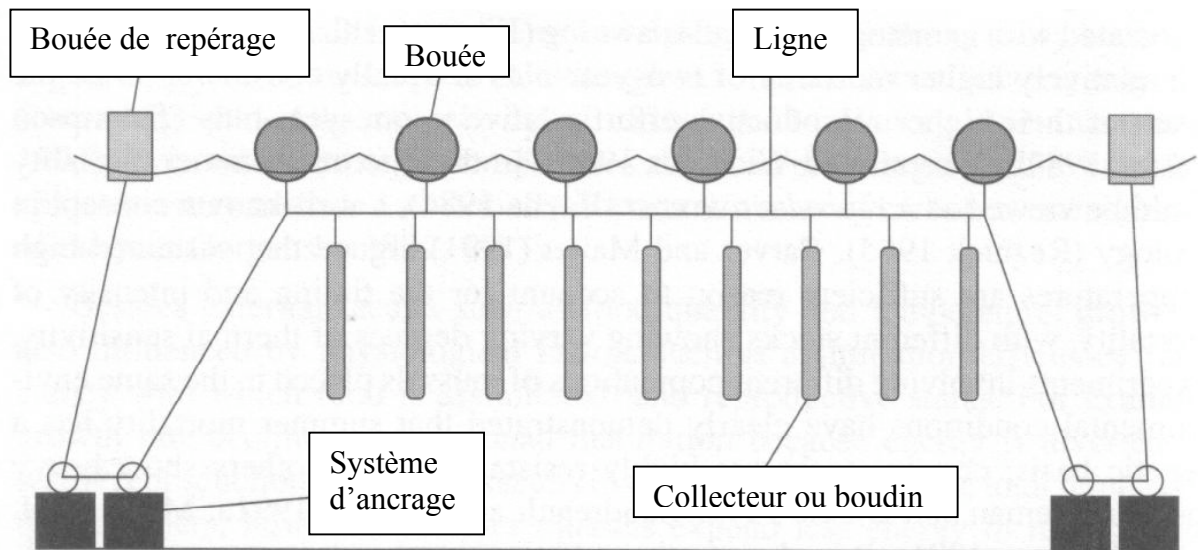


Schéma de la structure d'une filière utilisée par l'industrie maricole dans les régions canadiennes de l'Atlantique Ouest (adapté de Mallet & Myrand, 1995)