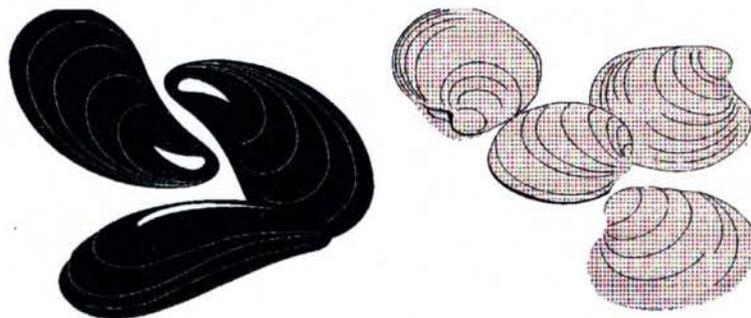




Pêches et Océans Fisheries and Oceans



**Séminaire franco-canadien sur les  
maladies et problèmes environnementaux liés à  
l'aquaculture des mollusques**



**12 et 13 septembre 1995**

**Arcachon, France**

Rencontres océanographiques franco-canadiennes:  
Cinq (5) ans de coopération (1990-1995) pour l'avancement de l'océanologie

## Séminaire franco-canadien sur les maladies et problèmes environnementaux liés à l'aquaculture des mollusques

La conception, l'élaboration et la présentation de ce document sont l'oeuvre de **Monsieur Karol Gagné**, stagiaire du Québec à l'IFREMER(1) sous les auspices de l'Office franco-québécois pour la jeunesse (O.F.Q.J.).



Sa distribution, assurée gracieusement par la Direction des Relations et de la Coopération Internationales (DRCI), est sous la responsabilité de **Monsieur Jean-Pierre de Longueau Saint-Michel**, Chargé des Relations Internationales avec les pays développés hors Europe.

Des remerciements tout particuliers vont à **Patricia Barthélemy**, Adjointe au Secrétariat général de la DRCI, quant au support logistique, la révision du document et la traduction de certains textes, de même qu'à **Isabelle Ichkanian**, Responsable de la bureautique et de la micro-informatique, Direction de l'Ingénierie, de la Technologie et de l'Informatique (DITI), sans qui le présent ouvrage n'aurait certes pas vu le jour dans sa forme actuelle.

---

(1) Monsieur Gagné fût affecté pour une période de trois (3) mois, à l'été 1995, au siège social de l'IFREMER à Issy-les-Moulineaux, France, au sein de la Direction des Relations et de la Coopération Internationales (DRCI).

## Sommaire/Summary

Contexte du séminaire/Context of the conference .....	4
Déroulement du séminaire/Conference schedule.....	5
Résumé des présentations/Abstract of reports .....	8

Thème introductif: Etat des lieux et tendances de l'aquaculture des mollusques au Canada et en France  
Introductory topic: State of the art and tendencies of mollusc aquaculture in France and Canada

### Canada

Jim A. Boutillier (DFO/Nanaimo, British Columbia) .....	8
René E. Lavoie (DFO/Dartmouth, Nova Scotia) .....	10

### France

Henri Grizel (IFREMER/La Tremblade) .....	12
---	----

### Thème I: Gestion de bassin/Topic I: Basin management

### Canada

Thomas Landry (DFO/Moncton, New Brunswick) .....	13
Marcel Fréchette (MPO/Mont-Joli, Québec) .....	15
Bernard F. Long (INRS/Océanologie, Rimouski, Québec).....	17

### France

Maurice Heral (IFREMER/La Tremblade).....	19
Cédric Bacher (IFREMER/Nantes).....	20
Jean Prou (IFREMER/L'Houmeau) .....	22

Thème II: Phycotoxine/Topic II: Phycotoxin

**Canada**

Dave J. Wildish (DFO/St-Andrews, New Brunswick) .....	23
John C. Smith (DFO/Moncton, New Brunswick).....	25
Allan Cembella (NRC/Halifax, Nova Scotia) .....	27

**France**

Patrick Lassus (IFREMER/Nantes) .....	30
Brigitte Berland (Centre d'océanologie de Marseille/Marseille) .....	31
Martial Ledoux (CNEVA/Paris) .....	32

Thème III: Parasitologie et pathologie/Topic III: Parasitology and pathology

**Canada**

Susan M. Bower (DFO/Nanaimo, British Columbia) .....	33
Sharon McGladdery (DFO/Moncton, New Brunswick).....	35
Bruno Myrand (MAPAQ/Îles-de-la-Madeleine, Québec) .....	37
Howard I. Browman (MPO/Mont-Joli, Québec).....	39

**France**

Henri Grizel (IFREMER/La Tremblade) .....	41
Rose-Marie le Deuff (IFREMER/La Tremblade) .....	42
Franck Berthe (IFREMER/La Tremblade).....	43
Philippe Roch (IFREMER-CNRS-Université de Montpellier, Montpellier).....	44
Liste et coordonnées des participants/Delegates listing and addresses .....	45

## Contexte du séminaire

L'idée d'un séminaire franco-canadien portant sur les maladies et problèmes environnementaux liés à l'aquaculture des mollusques est apparue lors de la dernière rencontre du Comité mixte franco-canadien (1). Face aux problèmes grandissants rencontrés dans les deux pays sur ce type d'activité, l'aquaculture des mollusques, et devant la nécessité d'un effort prioritaire mené conjointement pour les résoudre, ce séminaire réunira une trentaine de scientifiques français et canadiens le mardi 12 et le mercredi 13 septembre 1995 à Arcachon, France. Il devrait ainsi permettre une mise en commun des connaissances acquises et des idées en vue de conjuguer les efforts de recherche des deux pays pour la protection des consommateurs de coquillages et l'amélioration des processus environnementaux reliés aux entreprises conchylicoles dans leur ensemble.

(1) Cette rencontre a eu lieu le 15 juin 1994, au Canada, à l'Institut Maurice Lamontagne (IML), Mont-Joli, Québec. Ce comité mixte est l'instance décisionnelle des projets établis conjointement en vertu de la coopération franco-canadienne en sciences et technologies marines qui repose sur un mémoire d'entente signé le 14 novembre 1990 par l'Ifremer et par le Ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO).

Le séminaire s'articule selon un thème introductif et trois thèmes proprement dits:

- **Thème introductif:**

"Etat des lieux et tendances de l'aquaculture de mollusques au Canada et en France".

- **Thème I: Gestion de bassin** (rationalisation de la production):

"Equilibre trophique à ne pas dépasser pour maintenir la rentabilité des élevages".

Coordinateur: Maurice Heral (Ifremer/Drv/L'houmeau)  
Tél.: (33) 46.50.92.17; Fax (33) 46.50.91.60; e.mail: mheral@ifremer.fr

- **Thème II: Phycotoxine et toxicité** (protection des consommateurs):

"Traitement des coquillages, épuration des sujets contaminés, effets de ceux-ci sur la santé humaine".

Coordinateur: Patrick Lassus (Ifremer/Del/Nantes)  
Tél.: (33) 40.37.41.30; Fax (33) 40.37.40.73; e.mail: plassus@ifremer.fr

- **Thème III: Parasitologie et pathologie** (protection des mollusques):

"Précision des maladies et définition des protocoles épidémiologiques".

Coordinateur: Henri Grizel (Ifremer/Drv/La Tremblade)  
Tél.: (33) 46.36.98.36; Fax (33) 46.36.37.51; e.mail: hgrizel@ifremer.fr

## Context of the conference

The idea of a french-canadian conference bearing on the environmental diseases and problems related to mollusc aquaculture originated during the last meeting of the French-Canadian joint committee (1). In consideration of the increasing problems that face both countries in this type of activity, mollusc aquaculture, and of the necessity of a joint effort to solve these problems, this conference will host some thirty french and canadian scientists on Tuesday, September 12, and Wednesday, September 13, 1995, at Arcachon, France. It should enable both parties to share the knowledge acquired and ideas with a view to unit their research efforts for the protection of shellfish consumers and to improve the environmental processes linked to the shellfish farms industry as a whole.

(1) This meeting was held in Canada and hosted by the Institute Maurice Lamontagne (IML), Mont-Joli, Québec, on June 15, 1994. This joint committee is the authority who decides of the joint projects under the framework of the French-Canadian cooperation in marine science and technology; this cooperation is based on the agreement that was signed on November 14, 1990, by both IFREMER and the Ministry of Fisheries and Oceans Canada (MPO).

The conference articulates around an introductory topic and three actual topics:

**Déroulement du séminaire - Conference schedule**

Mardi, 12 septembre 1995

Tuesday, September 12, 1995

**09h00-9h15**

**9.00 a.m. - 9.15 a.m.**

Ouverture du séminaire

Opening of the conference

Mot de bienvenue par MM. **Jean-Pierre de LONGUEAU** (IFREMER) et **Dr. Jean BOULVA** (IML), présidents respectifs des délégations française et canadienne

Welcome remarks by **Jean-Pierre de LONGUEAU** (IFREMER) and **Dr. Jean BOULVA** (IML), respective chairmans of the French and Canadian delegations

**09h15-10h15**

**9.15 a.m. - 10.15 a.m.**

Séance plénière (Thème introductif)

Plenary session (Introductory topic)

Etat de l'art et tendances de l'aquaculture des mollusques au Canada et en France

State of the art and tendencies of mollusc aquaculture in France and Canada

Exposés par **Jim BOUTILLIER** (MPO), **René LAVOIE** (MPO) et **Henri GRIZEL** (IFREMER)

Lectures by **Jim BOUTILLIER** (DFO), **René LAVOIE** (DFO) and **Henri GRIZEL** (IFREMER)

**10h15-10h30**

**10.15 a.m. - 10.30 a.m.**

Pause

Interlude

**10h30-12h30**

**10.30 a.m. - 12.30 p.m.**

Séance plénière

Plenary session

Thème I - Gestion de bassin

Topic I - Basin management

Exposés par **Thomas LANDRY** (MPO), **Marcel FRECHETTE** (MPO), **Bernard LONG** (INRS), **Maurice HERAL** (IFREMER), **Cédric BACHER** (IFREMER) et **Jean PROU** (IFREMER)

Lectures by **Thomas LANDRY** (DFO), **Marcel FRECHETTE** (DFO), **Bernard LONG** (INRS), **Maurice HERAL** (IFREMER), **Cédric BACHER** (IFREMER) and **Jean PROU** (IFREMER)

**12h30-13h00**

**12.30 p.m. - 1.00 p.m.**

Appéritif

Cocktail

**13h00-14h30**

**1.00 p.m. - 2.30 p.m.**

Déjeuner

Lunch

**14h30-16h00**

**2.30 p.m. - 4.00 p.m.**

Discussions en deux (2) ateliers:

Debate in two (2) workshops:

Rencontres océanographiques franco-canadiennes:  
Cinq (5) ans de coopération (1990-1995) pour l'avancement de l'océanologie

Séminaire franco-canadien sur les maladies et problèmes environnementaux liés à  
l'aquaculture des mollusques, les 12 et 13 septembre 1995, Arcachon, France

**14h30-16h00 (suite)**

A) Thème II - Phycotoxine

Exposés par **Dave WILDISH** (MPO), **John SMITH** (MPO), **Alan CEMBELLA** (RNC), **Patrick LASSUS** (IFREMER), **Brigitte BERLAND** (Centre d'océanologie de Marseille) et **Martial LEDOUX** (CNEVA)

B) Thème III - Parasitologie et pathologie

Exposés par **Susan BOWER** (MPO), **Sharon McGLADDERY** (MPO), **Bruno MYRAND** (MAPAQ), **Howard BROWMAN** (MPO), **Henri GRIZEL** (IFREMER), **Rose-Marie le DEUFF** (IFREMER), **Franck BERTHE** (IFREMER) et **Philippe ROCH** (IFREMER)

**16h00-16h15**

Pause

**16h15-17h30**

Discussions en deux (2) ateliers: (reprise)

**17h30**

Fin des séances de travail des ateliers

**18h00**

Départ en autocar pour "La dune du Pyla"

**22h30**

Retour en autocar à Arcachon

Mercredi, 13 septembre 1995

**09h00-10h30**

Délibérations en trois (3) ateliers sur les coopérations en cours et propositions

A) Gestion de bassin

Modérateur: **Maurice HERAL** (IFREMER)

**2.30 p.m. - 4. p.m. (continuing)**

A) Topic II - Phycotoxin

Lectures by **Dave WILDISH** (DFO), **John SMITH** (DFO), **Alan CEMBELLA** (NRC), **Patrick LASSUS** (IFREMER), **Brigitte BERLAND** (Centre d'océanologie de Marseille) and **Martial LEDOUX** (CNEVA)

B) Topic III - Parasitology and pathology

Lectures by **Susan BOWER** (DFO), **Sharon McGLADDERY** (DFO), **Bruno MYRAND** (MAPAQ), **Howard BROWMAN** (DFO), **Henri GRIZEL** (IFREMER), **Rose-Marie le DEUFF** (IFREMER), **Franck BERTHE** (IFREMER) and **Philippe ROCH** (IFREMER)

**4.00 p.m. - 4.15 p.m.**

Interlude

**4.15 p.m. - 5.30 p.m.**

Debate in two (2) workshops: (continuing)

**5.30 p.m.**

End of workshops

**6.00 p.m.**

Departure by bus to "La dune du Pyla"

**10.30 p.m.**

Return by bus in Arcachon

Wednesday, September 13, 1995

**9.00 a.m. - 10.30 a.m.**

Deliberation in three (3) workshops on current projects and propositions

A) Basin management

Group leader: **Maurice HERAL** (IFREMER)

Rencontres océanographiques franco-canadiennes:  
Cinq (5) ans de coopération (1990-1995) pour l'avancement de l'océanologie

Séminaire franco-canadien sur les maladies et problèmes environnementaux liés à l'aquaculture des mollusques, les 12 et 13 septembre 1995, Arcachon, France

09h00-10h30 (suite)

B) Phycotoxine

Modérateur: **Patrick LASSUS** (IFREMER)

C) Parasitologie et pathologie

Modérateur: **Henri GRIZEL** (IFREMER)

9.00 a.m. - 10.30 a.m. (continuing)

B) Phycotoxin

Group leader: **Patrick LASSUS** (IFREMER)

C) Parasitology and pathology

Group leader: **Henri GRIZEL** (IFREMER)

10h30-10h45

Pause

10.30 a.m. - 10.45 a.m.

Interlude

10h45-12h30

Reprise des travaux en ateliers

10.45 a.m. - 12.30 p.m.

Resuming of session in respective workshop

12h30-14h00

Déjeuner

12.30 p.m. - 2.00 p.m.

Lunch

14h00-16h00

Présentation des conclusions et rapport des modérateurs de chaque atelier aux membres du Comité-mixte franco-canadien réunis à Arcachon dans le cadre des délibérations de leur cinquième rencontre annuelle

2.00 p.m. - 4.00 p.m.

Group leaders reports and findings of respective workshop to the french-canadian joint committee gathered in Arcachon on their fifth annual meeting

16h00

Clôture du séminaire

4.00 p.m.

Closing of the conference

17h30

Conférence

Jean-Paul **DRENO**, Responsable du laboratoire côtier environnement et aménagement littoral de l'**IFREMER** à Arcachon, présentera les conclusions du projet intitulé: "Etude intégrée du bassin d'Arcachon"

5.30 p.m.

Lecture

Jean-Paul **DRENO**, Manager of the environment and coastal management laboratory of **IFREMER** in Arcachon, will present the findings of the project entitled: "Integral study of the Arcachon basin"

**Note:** L'ensemble des réunions aura lieu à l'hôtel *Les Vagues* situé au 9, boulevard de l'Océan, à Arcachon, France. Les participants pourront être joints en composant soit le 56.83.03.75 ou, par télécopieur, en composant le 56.83.77.16. Veuillez par ailleurs noter que la délégation canadienne, qui comprend 16 membres, sera logée à l'hôtel même où se dérouleront les réunions, i.e. l'hôtel *Les Vagues*, alors que la délégation française, qui comprend une vingtaine de membres, sera hébergée à l'hôtel *Aquamarina* situé au 82, boulevard de la Plage, à Arcachon, France (Tél.: 56.83.67.70. - Fax: 56.83.77.16).

Rencontres océanographiques franco-canadiennes:  
Cinq (5) ans de coopération (1990-1995) pour l'avancement de l'océanologie

**Thème introductif:**

**Etat des lieux et tendances de l'aquaculture des  
mollusques au Canada et en France**

**Introductive topic:**

**State of the art and tendencies of mollusc aquaculture in  
France and Canada**

## LES PROBLÈMES DE L'INDUSTRIE DE LA CONCHYLICULTURE EN COLOMBIE-BRITANNIQUE

J. A. Boutillier  
Ministère des Pêches et des Océans  
Station biologique du Pacifique  
Nanaimo (C.-B.) Canada V9R 5K6

### RÉSUMÉ

Actuellement, en Colombie-Britannique, la conchyliculture exploite plusieurs espèces de mollusques, notamment des huîtres, des bivalves fouisseurs de la zone intertidale et de la zone infratidale, des moules, des pétoncles et des ormeaux.

L'ostréiculture, la première forme de conchyliculture à se pratiquer en Colombie-Britannique, est aussi la mieux établie. On cultive surtout l'huître creuse pacifique (*Crassostrea gigas*), mais de petites entreprises exploitent l'huître plate (*Ostrea edulis*). Par ailleurs, la culture de la palourde japonaise (*Venerupis japonica*) est en croissance depuis 1989 alors que l'industrie du pétoncle japonais (*Patinopecten yessoensis*) et de la moule bleue (*Mytilus edulis*) est naissante, les produits de ces cultures commençant à peine à apparaître sur le marché. Enfin, la culture de la panope (*Panope generosa*) et de l'ormeau nordique (*Haliotis kamtschatkana*) en est encore au stade expérimental.

Les huîtres, palourdes, moules et pétoncles cultivés en Colombie-Britannique sont des espèces exotiques; par contre, l'ormeau nordique et la panope sont indigènes. La plupart des espèces exotiques en culture ont été introduites intentionnellement, à l'exception de la palourde japonaise. Pour introduire une espèce exotique dans les eaux de la Colombie-Britannique, il faut présenter une demande à cette fin à un comité fédéral-provincial qui traitera la demande et examinera les effets génétiques, les maladies et les impacts écologiques que peut entraîner l'introduction de l'espèce en question.

Depuis longtemps, le ministère des Pêches et des Océans contribue activement au développement de la conchyliculture en Colombie-Britannique, ses activités allant de la mise en valeur des nouvelles espèces, comme le pétoncle japonais, jusqu'à la supervision de la quarantaine pour des espèces introduites, comme cela a été le cas pour la moule bleue, espèce de l'Est du Canada mise en quarantaine dans les installations du Ministère, en vue de son introduction en Colombie-Britannique.

Pour éviter les conséquences des efflorescences d'algues toxiques, on recherche la toxine paralysante et l'acide domoïque dans quelque 90 stations de surveillance des moules situées sur la côte de la Colombie-Britannique. Au MPO, les travaux réalisés sur les algues toxiques concernent essentiellement l'acide domoïque et portent sur les trois aspects suivants : 1) évaluation de la période de rétention de l'acide domoïque chez diverses espèces de mollusques en vue de l'application de la réglementation relative à l'épuration, 2) cheminement de l'acide domoïque dans diverses chaînes alimentaires et 3) effets physiologiques de l'acide domoïque sur les invertébrés et les poissons.

La transmission de maladies est toujours l'une des conséquences possibles de l'entrée ou du transport de stocks de mollusques dans la province. Dans les laboratoires du MPO, on travaille à identifier les agents responsables des maladies, à établir leur biologie générale, y compris leur aire de distribution, et l'on cherche des moyens de prévention et de lutte. Jusqu'ici, les travaux ont porté sur des pétoncles, des moules, des huîtres, des ormeaux et des palourdes japonaises.

## REVIEW OF THE ISSUES FACING BRITISH COLUMBIA'S MOLLUSCAN AQUACULTURE INDUSTRY

J. A. Boutillier

Department of Fisheries and Oceans  
Pacific Biological Station, Nanaimo, B.C. Canada V9R 5K6

### SUMMARY

British Columbia has at this time several different species of molluscan under culture. These include species of oysters, intertidal clams, mussels, scallops, abalone, and subtidal clams.

The oldest and most established shellfish aquaculture venture in B.C. is the oyster industry. The major species under culture is the Japanese Oyster, *Crassostrea gigas*, although there is a small venture for the flat oyster, *Ostrea edulis*. Clam culture is directed at the growing the Manila clam, *Vererupis japonica*. This industry for the culture of Manila Clam has been growing since 1989. The aquaculture ventures for the japanese scallop, *Patinopecten yessoensis* and blue mussel, *Mytilus edulis* are just newly developing and product is just now coming onto the market. Venture in the culture of the subtidal geoduck clam, *Panope generosa*, and the pinto abalone, *Haliotis kamtschatkana* are just at the experimental stages at this time.

The oyster, intertidal clam, mussel and scallop culture industries are based on exotic species while the abalone and subtidal clam ventures are local species. Most of the exotic species under culture were introduced intentionally, with the exception of the Manila clam. To introduce an exotic species into B.C. waters, the application must go through a Federal/Provincial transplant committee which processes the application and undertakes a biological review of the genetic, disease and ecological impacts of the introduction.

Over the years DFO has played an active role in development of aquaculture of mollusca in B.C.. This ranges anywhere from the development of new species such as the japanese scallop to the overseeing of the quarantine stages of the introduced species, such as overseeing the introduction of the blue mussel from the east coast of Canada at DFO quarantine facilities.

To manage around toxic algal blooms mussel monitoring stations are tested for PSP and domoic acid at ~90 sites along the B.C coast. DFO research on toxic algae is focused on domoic acid with three lines of investigation: 1) retention times of domoic acid in various species of mollusca for implementation of depuration regulations; 2) the movement of domoic acid in the food chains and 3) the physiological effects of domoic acid on shellfish and finfish.

Disease transmission is always a concern with the movement of shellstock into and around the province. Research at DFO labs is focused on identification of disease agents, general biology of the organism including geographic distributions, and mechanisms for prevention and or control of the agent. Work to date has been conducted on scallops, mussels, oysters, abalone and manila clams.

## IMPLANTATION DE L'OSTRÉICULTURE DANS LE SUD-OUEST DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE RISQUES ET AVANTAGES POSSIBLES

René E. Lavoie  
Ministère des Pêches et des Océans  
Institut océanographique de Bedford, Nouvelle-Écosse  
Canada B2Y 4A2

### RÉSUMÉ

On considère actuellement que la culture de l'huître plate européenne (*Ostrea edulis*) et de l'huître creuse américaine (*Crassostrea virginica*) a beaucoup de potentiel pour la création de nouveaux revenus et d'emplois sur la côte sud de la Nouvelle-Écosse.

Cette côte, aux baies et aux estuaires nombreux, est bordée d'une centaine d'îles, ce qui crée un milieu où abondent les endroits abrités propices à l'ostréiculture. Actuellement, quatorze exploitants, actifs ou potentiels, louent plus de quarante sites approuvés pour la culture de l'huître plate européenne.

Le stock d'huîtres plates européennes de la Nouvelle-Écosse est exempt de toute parasitose à *Bonamia*. Les huîtres atteignent la taille de 65-70 mm en trois ou quatre ans; dans certains sites, toutefois, leur croissance est plus rapide. Actuellement, la production est écoulee sur les marchés de l'Est du Canada. Les grosses huîtres, produites en petites quantités, sont vendues sur le marché américain, mais si la production atteignait un volume suffisant, elles pourraient être écoulees en Europe où le marché est lucratif et l'approvisionnement insuffisant.

Durant les premiers stades de la mise en valeur, les aspirants ostréiculteurs et les exploitants inexpérimentés s'empressent de se procurer du naissain sans en vérifier l'origine, précaution qui permettrait d'éviter l'introduction de maladies ou de ravageurs. Heureusement, les trois écloséries qui prévoient produire du naissain en 1995 contribueront à limiter les risques de contamination.

L'huître creuse américaine occupe une très bonne position sur le marché de l'Est du Canada. Cette espèce se trouve essentiellement dans les eaux chaudes du sud du golfe du Saint-Laurent : à l'état naturel, elle s'y reproduit en juin, juillet et août. Elle n'est pas commercialisée durant la période de la reproduction, car la qualité de sa chair devient alors médiocre.

On pourrait prolonger la saison commerciale (actuellement de septembre à décembre) si l'on arrivait à obtenir une production suffisante. En effet, dans les eaux froides de la côte sud, il est possible de cultiver des huîtres qui ne se reproduisent pas, ce qui permettrait de combler l'interruption de production et d'approvisionner le marché à l'année longue.

On décrit les risques et les avantages de la mise en valeur des deux espèces d'huîtres considérées et, lorsque les données le permettent, on en donne une évaluation quantitative.

## INTRODUCING OYSTER CULTURE TO SOUTH WEST NOVA SCOTIA : RISKS AND POTENTIAL BENEFITS

René E. Lavoie  
Department of Fisheries and Oceans  
Bedford Institute of Oceanography, Nova Scotia, Canada B2Y 4A2

### SUMMARY

The culture of the European oyster, Ostrea edulis, and of the American oyster, Crassostrea virginica is currently seen as having considerable potential for the creation of new wealth and employment on the South Shore of Nova Scotia.

The many bays and estuaries present along this coast are dotted by hundred of islands, constituting an environment offering many sheltered growing-out sites. At present, fourteen growers and potential growers own leases on over forty sites approved for the culture of the European oyster.

The European oyster stock of Nova Scotia is free of the disease Bonamia. Oysters grow to 65-70 mm in three-four years, but some sites produce faster growth. The present production is sold in the eastern Canadian markets. Larger oysters are produced in small quantities and sold on the American market. If produced in sufficient quantities, the larger size oysters would be suitable for the lucrative and undersupplied European market.

During the initial stages of development, aspiring and inexperienced growers scramble to procure seed without sufficient knowledge of their sources to avoid risks of introducing diseases and pests. Hopefully, the three hatcheries planning to produce seed in 1995 will help to minimize this risk.

The American oyster enjoys a very well established market niche in eastern Canada. The species lives mainly in the warm waters of the southern Gulf of St. Lawrence, where it reproduces naturally during the months of June, July and August. During the reproductive period the meat quality of the oysters is very low, making them unsuitable for market.

The present seasonal market (September-December) could be extended if sufficient supplies could be produced. It is possible to grow oysters which will not reproduce in the colder waters of the South Shore to fill the gap in the production schedule required to supply a year-round market.

The risks and benefits associated with the development of both species are described, specified and, when data exist, quantified.

**La conchyliculture française: analyse de l'état actuel et des enjeux**  
**French conchyliculture: analysis of the state of the art and stakes**

H. Grizel(1)

**Résumé**

En France, la conchyliculture représente une importante activité qui contribue au développement harmonieux du littoral. En effet, celle-ci concerne environ 10 000 entreprises créatrices d'emplois permanents et saisonniers, autour de 10 000 personnes pour le seul département de Charente Maritime (source rapport de la cellule économique et sociale). La conchyliculture française dégage à l'élevage un chiffre d'affaire de 2 344 milliards de francs sur la base des productions suivantes: huîtres creuses 140 000t/an prix 11FF/kg; moules 80 000t/an, prix 7FF/kg; huîtres plates 2 000t/an, prix 40FF/kg; palourdes 600t/an, prix 40FF/kg. Ce chiffre d'affaire global est en fait largement supérieur car de nombreuses transactions s'effectuent entre les segments de la profession conchylicole (naiseur, demi-éleveur, éleveur, affineur, expéditeur) en dégageant des plus values à chaque échelon. En outre, cette activité contribue directement au développement d'activités en amont telle la fabrication de bateaux, de moteurs et de matériels ostréicoles divers. La conchyliculture joue également un important rôle social en contribuant largement au maintien permanent du tissu social dans les communes littorales tout en favorisant l'épanouissement des activités secondaires et tertiaires. Pratiquée pour la majorité de ces étapes en milieu ouvert, non contrôlée et difficilement maîtrisable, la conchyliculture est une activité très exposée, sujette à de nombreux aléas intervenant soit au cours des phases d'élevage, soit au moment de la commercialisation. Une revue de ces aléas majeurs sera effectuée.

(1) IFREMER/DRV/La Tremblade, B.P. 133, 17390 La Tremblade, France

**Abstract**

In France, bivalve culture is one significant activity which contributes to an harmonious development of the littoral. As a matter of fact, it involves some 10 000 farms offering permanent and seasonal employment, some 10 000 persons in the only department of Charente Maritime (information obtained from the economic and social cell). As regards French bivalve culture the turnover, as far as breeding is concerned, reaches 2 344 thousand million french francs considering the following production rates: Pacific oysters 140 000 t/year, cost 11 FF/kg; mussels 80 000 t/year, cost 7 FF/kg; flat oysters 1 000 t/year, cost 40 FF/kg; clams 600 t/year, cost 40 FF/kg. This gross turnover is in fact far higher owing to the numerous transactions effected at the various levels of the bivalve culture (spat collection, growth, fattening and expedition) which result in increases in value at every level. Moreover, this activity directly contributes to the development of relevant activities such as shipbuilding, motors and oyster industry various implements. Bivalve culture also plays an important part in social life by contributing to a large extend to maintain human activities in the coastal communes while favouring the flowering of the secondary and tertiary activities. Being carried out, at least for most of the steps, in open areas, not being supervised and uneasy to control, bivalve culture remains quite hazardous an activity, owing to the numerous problems which occur either during the breeding or marketing stages. A review of the main problems will be carried out.

**Thème I:**

**Gestion de bassin**

**Topic I:**

**Basin management**

## IMPACT DE L'INSTABILITÉ DE LA DUNE SUR L'HABITAT ET LA PRODUCTIVITÉ DES HÛÎTRES

Thomas Landry

Ministère des Pêches et des Océans

Centre des pêches du Golfe, Moncton, NB Canada E1C 9B6

Andrew Boghen

Université de Moncton, Moncton, NB Canada

David Booth

Université du Québec à Rimouski, Rimouski (Québec), Canada G5L 3A1

### RÉSUMÉ

La réapparition d'un trou (découlant de la construction, au travers de la dune, d'un chenal) dans la dune de Maisonette, située dans la baie de Caraquet, est associée à des problèmes de croissance, mortalité et recrutements des huîtres en culture et à l'état sauvage dans cette baie. Pendant que la possibilité de restorer cette dune est examinée, l'objectif de cette étude est d'évaluer les variations temporelles des caractéristiques physico-chimiques de la baie de Caraquet en relation avec l'état antérieur, présente et future de la dune, et d'évaluer les corrélations possibles entre ces différents scénarios et la productivité des populations d'huîtres (cultivée et naturelle) dans la baie.

Les résultats préliminaires de cette étude fourniront de l'information indispensable sur l'impact des changements de la structure de la dune et du micro-environnement qu'elle apporte dans la baie de Caraquet, qui représente la limite nordique de la distribution géographique de l'huître américaine (*Crassostrea virginica*). Les résultats de cette étude seront applicables à l'ensemble des baies de la région atlantique du Canada qui ont une production d'huîtres importante, puisque ceux-ci sont aussi protégés par un système de dunes. L'importance de ces dunes pour la présence et la productivité des populations d'huîtres est facilement reconnue par les résidents, malgré l'absence de information scientifique sur l'impact des dunes sur la productivité des huîtres. Cette étude comprend un suivi des caractéristiques physico-chimiques (température, salinité, courant et sédiment) et biologiques (productivité primaire et secondaire) de la baie de Caraquet en relation avec les conditions externes, ainsi qu'un suivi de la croissance, mortalité, condition physiologique et recrutement des huîtres dans la baie. L'approche proposée pour l'aspect analytique de cette étude comprend l'utilisation de modèle numérique en hydrologie (MIKE 21) pour la simulation des caractéristiques physico-chimiques de la baie selon différents scénarios, et l'utilisation des résultats de ces simulations pour évaluer les changements dans la productivité des huîtres en se basant sur un deuxième modèle numérique (Hofmann *et al.*, 1992).

Ce projet de recherche est mené en collaboration avec le Ministère des Pêches et Océans, l'Université de Moncton (A. Boghen) et l'Université du Québec à Rimouski (D. Booth). Le projet fut initié en 1993 et est en sa deuxième année de collecte de données. La modélisation des données est prévue pour débuter en fin 1995.

## IMPACT OF SAND DUNE INSTABILITY ON OYSTER HABITAT AND PRODUCTIVITY

Thomas Landry

Department of Fisheries and Oceans  
Gulf Fisheries Centre, Moncton, NB Canada E1C 9B6

Andrew Boghen

University of Moncton, Moncton, NB Canada

David Booth

Université du Québec à Rimouski, Rimouski (Québec), Canada G5L 3A1

### SUMMARY

The reoccurrence of a hole (stemming from the construction of a channel through the dune) in the Maisonette sand dune in Caraquet Bay N.B., is being linked to growth, mortality and recruitment problems in the oyster aquaculture and wild populations from Caraquet Bay. As restoration plans are being considered in the near future, the objectives of this project are to investigate temporal changes in the physical and chemical hydrological characteristics of the Caraquet Bay in relation to the past, present and future state of the sand dune along with the proposed restoration activities and to investigate possible correlations between these various scenarios and the productivity of oyster populations (cultured and wild) in the bay.

The preliminary results from this research project will provide valuable information on the impact of changes in the dune structure and the micro-habitat it provides to Caraquet Bay, which is at the northern limit of the geographical distribution of the eastern oyster, *Crassostrea virginica*. These results are also relevant to all the other important oyster producing bays in Atlantic Canada, as they are also protected by sand dunes. Although the role of these sand dunes in the occurrence and productivity of oyster populations is readily recognised by local residents, little scientific information is available on their impact on oyster productivity. This work includes monitoring physical and chemical (temperature, salinity, water currents, sediment displacement) and biological (primary and secondary production) characteristics of the Caraquet Bay in relation to the water outside of the bay, and the monitoring of growth, mortality, physiological condition and recruitment of oysters in the bay. The approach being developed here is to use a numerical hydrological model (MIKE 21) to simulate the physical and chemical characteristics of the bay under various scenarios and to use the outputs of these simulations to evaluate the changes in oyster productivity using a second numerical model on oyster production (Hofmann *et al.*, 1992).

This research project is a collaboration between the Department of Fisheries and Oceans, the Université de Moncton (A. Boghen) and the Université du Québec à Rimouski (D. Booth). The project was initiated in 1993 and is on its second year of data collection. Modelling analysis is scheduled to begin in late 1995.

## LA RELATION BIOMASSE-DENSITÉ EN GESTION AQUICOLE

Marcel Fréchette  
Ministère des Pêches et des Océans  
Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli (Québec) Canada G5H 3Z4

### RÉSUMÉ

Nous discuterons d'une méthode d'estimation de la densité optimale de peuplement (DOP). Cette méthode, largement utilisée en foresterie et en agriculture, se fonde sur l'analyse de la relation entre la biomasse (B) et la densité de peuplement (N) à la récolte. On en tire ce qui s'appelle un diagramme B-N (DBN). Au contraire de la méthode du DBN, la méthode classique d'analyse des expériences sur la DOP implique généralement l'étude du rendement en fonction de la densité de peuplement initiale, et des analyses séparées de B et N. Ces approches permettent toutes deux d'estimer la DOP. Le DBN est toutefois plus heuristique parce qu'il permet de tirer parti des propriétés de la fonction d'autoréduction («self-thinning»). Ainsi, dans le cadre d'une expérience sur la DOP, le DBN peut permettre, sans apport de données additionnelles, d'estimer l'incidence relative de la mortalité indépendante de la compétition et de la mortalité liée à la compétition, d'obtenir un estimé de la DOP et du rendement approximatifs par l'extrapolation d'expériences de courte durée, et finalement d'identifier, le cas échéant, le facteur régulateur dans les élevages surpeuplés.

L'analyse d'expériences sur des moules élevées en suspension permet de comparer la méthode classique et celle du DBN. Selon la méthode classique, la DOP serait de 400 spécimens aux 30.5 cm de boudin, les patrons de mortalité étant les mêmes à toutes les densités étudiées et la compétition n'entraînant de mortalité qu'aux densités les plus élevées. Par ailleurs, le DBN permet de conclure que la DOP se situe entre 120 et 200 moules par 30.5 cm de boudin, ce qui est en deçà de la densité initiale la plus faible. De plus, il devient évident que le patron de mortalité est très disparate d'un groupe à l'autre. Certains groupes montrent une alternance des agents de mortalité, certains étant liés à la compétition, d'autres non. Finalement, le DBN a permis d'invalider une expérience visant à comparer le rendement de deux stocks de moules, l'un résistant à la mortalité estivale, l'autre non. En effet, le DBN permet de conclure que les résultats ont été influencés par la compétition sur les boudins, et non pas par les propriétés des stocks, bien que les taux de croissance individuelle eurent été différents. Contrairement à la méthode classique, le DBN mène à des conclusions tout à fait cohérentes avec les pratiques actuelles des professionnels de l'Est Canadien.

## ON SELF-THINNING AND STOCK DENSITY

Marcel Fréchette

Department of Fisheries and Oceans

Maurice Lamontagne Institute, Mont-Joli (Quebec) Canada G5H 3Z4

### SUMMARY

We present a method for estimating optimal stocking density (OSD), following principles presently in use in agricultural and forestry sciences. This method is based on the analysis of the relationship between yield (biomass, B) and actual population density (N) at harvest, from which one derives what is called a B-N diagram (BND). This is at variance with the approach generally in use in aquacultural studies, whereby yield is expressed as a function of initial population density, and B and N are analysed separately. Both methods allow to estimate OSD. The BND, however, yields additional insight into population dynamics because it allows to take advantage of properties of body size-density relationships such as self-thinning relationships. For instance, the BND potentially allows to 1) assess the relative importance of competition-dependent and competition-independent mortality factors, 2) estimate approximate OSD and maximum yield by extrapolating results of short-term experiments, and 3) assess the nature of the factor regulating competition-dependent mortality, all without additional experiments. Many of the principles discussed herein are routinely used in established undertakings.

We compared the classical method and the BN approaches using data from experiments made on suspension grown mussels. The classical approach suggests that OSD was roughly 400 individuals per 30.5 cm of sleeve, that mortality patterns were the same for all stocking densities, and that competition-dependent mortality was minimal and occurred only at the highest density tested. The BN approach, however, suggests that after a 54-week growth period, optimal seeding density ranges somewhere between lower and upper limits of about 120 and about 200 mussels per 30.5 cm of sleeve, which is below the range of initial densities tested. In addition, there was evidence that mortality patterns differed between mussel groups. Some groups exhibited successively competition-dependent mortality and competition-independent mortality, whereas others exhibited either one type or the other. In an experiment designed to test the effect of spat origin (stock effect) on commercial yield, the BN approach showed that the results were constrained by self-thinning, not by intrinsic properties of the stocks, despite differences in individual growth rate. Thus the BND invalidated the experiment. The BN approach, unlike the classical approach, yielded results consistent with state-of-the-art commercial practice and general knowledge of the stocks tested.

## **SYSTÈME AUTOMATIQUE DE CONTRÔLE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES ET SÉDIMENTOLOGIQUES EN MILIEU AQUACOLE**

Bernard F. Long  
INRS-Océanologie  
Rimouski (Québec) Canada G5L 3A1

### **RÉSUMÉ**

L'INRS-Océanologie a développé durant les dernières années des systèmes de mesures pour appréhender les divers paramètres physiques du milieu marin côtier en utilisant soit des capteurs existants soit en développant de nouveaux concepts d'équipements adaptés au milieu de mesure.

Le système intégré que nous présentons contrôle simultanément:

- Les paramètres hydrauliques : les courants, à l'aide de courantomètres électro-magnétiques, les houles et les marées, à l'aide de capteurs de pression (tubes de bourdon), la température et la conductivité. Ces paramètres sont mesurés soit directement à partir du système lui-même soit à partir d'une système parallèle.
- Les paramètres sédimentologiques qui contrôlent la dynamique sédimentaire et les flux de particules en migration. Les concentrations des sédiments en suspension sont contrôlées par des OBS et des particules organiques par un transmissomètre alors que le mouvement des figures sédimentaires est déterminé à l'aide d'une jauge nucléaire à transmission. Cette approche permet de mesurer à la fois le transport en suspension et le transport par charriage.
- Les paramètres topographiques. La mesure des érosions et des sédimentations est contrôlée à l'aide d'une jauge nucléaire à transmission; elle permet de déterminer des variations topographiques de l'ordre millimétrique et ainsi de mettre en relation les variations topographiques du fond marin avec les différents événements climatiques.

Une caméra de contrôle peut être ajoutée au système afin de visualiser l'évolution du milieu durant toute la période d'échantillonnage.

Le système a une autonomie de trois mois et peut opérer entre 70 m de profondeur et la surface. Chaque capteur peut échantillonner suivant son propre pas déterminé à l'avance (entre 0.5 s et plusieurs minutes). La capacité des mémoires est actuellement de 4 Mbytes.

Couplé à ce système d'acquisition de données, nous pouvons déterminer l'épaisseur de la couche mobile par une approche géophysique; le système IKB qui permet d'effectuer des relevés dans 30 cm d'eau en continu le long de profils. La détermination de la compaction des sédiments, de leur arrangement stratal et de leur porosité est déterminée par analyse scanographique de carottes prélevées sur le site suivant le protocole d'étude mis au point à l'INRS-Océanologie.

**SYSTEM FOR MONITORING PHYSICAL  
AND SEDIMENTARY PARAMETERS IN THE MARINE ENVIRONMENT**

Bernard F. Long  
INRS-Oceanology  
Rimouski, Quebec Canada G5L 3A1

**ABSTRACT**

Over the past few years, the INRS-Oceanology has established several systems for measuring various physical parameters of the coastal marine environment. These systems use existing sensors or new equipment designs suited to the study environment.

The integrated system presented here simultaneously monitors:

- Hydraulic parameters: currents are measured using electromagnetic current meters, waves and tides by pressure sensors (Bourdon tubes), and temperature and conductivity. These parameters are measured either directly by the system itself or by a parallel system.
- Sedimentology parameters which are used to analyse sediment dynamics and flux. Whereas suspended sediment concentrations are monitored using an OBS and organic parameters by means of a transmissometer, bedform movement is measured using a transmission nuclear gauge. This method can be used to determine both suspended and bedload transport.
- Topographic parameters. Erosion and depositional processes are measured using a transmission nuclear gauge; it can record topographic variations in the order of a millimetre, thereby making it possible to assess the relationships between changes in seafloor topography and various climate events.

A monitoring camera can be added to the system to provide a visual record of changes in the environment over the sampling period.

The system can operate autonomously for three months at a depth ranging from 70 m to the surface. Each sensor can take samples at pre-determined intervals of between 0.5 seconds and several minutes. The present memory capacity is 4 megabytes.

In addition to collecting data with this system, we can determine the thickness of the reworking layer using a geophysical approach, namely the IKB system which can take continuous profiles at a depth of 30 cm. Sediment compaction, stratal arrangement and porosity are determined by scanographic analysis of core samples taken from the site in accordance with the study protocol prepared by the INRS-Oceanology.

**Gestion des bassins conchylicoles**  
**Shellfish management in French rearing bays**

**M. Heral(1), J. Prou(1), P. Sauriau(1) et P. Gouletquer(2)**

**Résumé**

L'excès de biomasse de mollusques cultivés dans certains bassins conchylicoles français (bassin de Marennes-Oléron, Île de Ré, Baie de Bourgneuf) a été clairement mis en évidence. Ceci se traduit par une baisse des performances de croissance des mollusques cultivés et une augmentation des mortalités chroniques non liées à des agents pathogènes. A cet excès de biomasse cultivée s'ajoute les biomasses d'huîtres ou de moules "sauvages" ou liées à l'abandon de concessions. Dans ces écosystèmes côtiers, les populations naturelles notamment intertidales sont abondantes avec particulièrement l'invasion récente des crépidules. Face à ces différentes biomasses, des mesures d'aménagement sont proposées telles que: 1) restructuration cadastrale des zones cultivées; 2) baisse des densités cultivées par la réglementation; 3) pêche des huîtres "sauvages" et nettoyage des concessions abandonnées; et 4) élimination adéquate des compétiteurs aux caractéristiques biologiques envahissantes (crépidules). Parallèlement à ces mesures de régulation des biomasses, des mesures de délocalisation des cultures sont recherchées avec le développement de longues lignes au large notamment pour les moules et d'élevage en eau profonde dans des zones favorables. Ces nouvelles techniques doivent être substitutives pour contribuer à l'allègement des biomasses dans les secteurs des bassins les plus côtiers.

(1) **IFREMER/DRV/L'Houmeau**, B.P. 5, 17137 Nieul sur Mer, France

(2) **IFREMER/DRV/La Tremblade**, B.P. 133, 17390 La Tremblade, France

**Abstract**

The excess of cultivated biomass of molluscs has been clearly demonstrated for several French bays as Bassin de Marennes-Oleron, Ile de Ré and Baie de Bourgneuf. The consequences are a large decrease of the growth rate of the target cultivated species associated with an increase of chronic mortalities not caused by pathogenic agents. To this cultivated biomass is added the oyster or mussel biomasses which can be named "wild" but which are in relation with the old less productive leasing grounds which are left. In these coastal ecosystems, the natural intertidal populations are numerous with recently the invasion of *Crepidula fornicata*. In front of these different biomasses, several measures of regulations are proposed as: 1) restructuration of the cultivated leasing grounds; 2) decrease of the local densities by regulations; 3) fishing and clearing with destruction of biomasses on leasing grounds no more exploited; and 4) destruction of competitors which present a biology invasive (crepidula). In the same time, some new proposals are achieved to find new places to develop new methods of cultivation with long-lines in open seas for the mussels as well as bottom cultivation in open seas in areas which are favorable (substratum, primary production). These new technics must replace the old one to contribute to a decrease of the biomass concentrated in the areas which are the nearest of the coast line.

**Modélisation de l'impact des filtreurs sur la production primaire:  
le cas de l'étang de Thau**  
**Modeling the impact of filter-feeders on the primary production:  
application to the Thau lagoon**

C. Bacher(1)

**Résumé**

En matière d'aquaculture, la modélisation est susceptible d'apporter des informations sur la capacité trophique des sites d'élevage et l'impact des cultures sur l'environnement, en intégrant des connaissances sur les principaux processus biologiques et physiques et en permettant, à partir de simulations, de concevoir différents scénarios (stocks en élevage, apports de sels nutritifs, conditions météorologiques). Pour illustrer l'apport de la modélisation dans ce domaine, un exemple concret et récent est présenté. L'étude s'inscrit dans le cadre du programme national OXYTHAU (1992-1995) qui vise à expliciter l'impact des populations de filtreurs cultivés (*Crassostrea gigas*, *Mytilus galloprovincialis*) dans un écosystème lagunaire soumis à des crises anoxiques accidentelles. Le stock des filtreurs représente environ 40 000 tonnes et occupe 20% d'un étang d'une profondeur moyenne de 6m dont les échanges avec la mer sont limités. Dès lors l'impact des filtreurs ne se limite pas à la prédation sur la nourriture disponible (le phytoplancton), mais inclut également la biodéposition de la matière organique consommée et non assimilée, l'excrétion dissoute et le recyclage de l'azote sous ses différentes formes. Les échanges entre la colonne d'eau et le sédiment, entre les zones conchylicoles et les zones non conchylicoles, ainsi que la prédation par les mollusques filtreurs, contrôlent le processus de production primaire. Pour rendre compte de ces différents éléments et de leur importance, un modèle de production primaire a été élaboré et couplé à un modèle de transport à mailles fines basé sur la courantologie existante. Les principes de ce modèle sont les suivants: a) loi de production primaire phytoplanctonique fonction de la température et de la lumière; b) impact des filtreurs cultivés: filtration, excrétion dissoute, biodéposition; c) apports de sels nutritifs par le bassin versant; d) minéralisation du sédiment, constitué de biodépôts et alimenté également par la mortalité du phytoplancton, et échange entre sédiment et colonne d'eau (diffusion); e) transport par advection/dispersion pour un champ de

**Abstract**

In the field of aquaculture, models are a useful tool to predict the carrying capacity of cultivated areas and their impact on the environment. By definition, a model is based on the integration of the knowledge on the main biological and physical processes, and allows simulations under different assumptions e.g. standing stock, nutrient releases, meteorological conditions. A recent example of the modeling output is derived from the results of a national program OXYTHAU (1992-1995) which focuses on a lagoon area within which the filter feeders cultivation (*Crassostrea gigas*, *Mytilus galloprovincialis*) occupies 20% of the area, with a standing stock equal to 40 000 tons. In that closed ecosystem, the impact of the filter-feeders encompasses the predation on the food sources e.g. phytoplankton, and the biodeposition of the non assimilated food, the environ excretion of ammonium and the recycling of nitrogen through different processes. In that scheme, the primary production is controlled by the exchanges between the water column and the sediment, the exchanges between cultivated and non cultivated areas and the predation by the filter feeders. An ecosystem model is therefore elaborated to assess the main nitrogen flows in the ecosystems in order to derive the disturbance caused by the cultivated filter feeders. The model is based on the following processes. The primary production is depending on light and temperature. Filtration, excretion and biodeposition are a function of the temperature and the filter-feeders biomass. Nutrients are brought by the catchment area and are recycling in the lagoon through primary production, biodeposition on the sediment, mineralisation and release from the sediment into the water column. Last, a 2D advection/dispersion model is used to compute the transport of nutrients and phytoplankton within the lagoon. The transport is

courant type (résolution spatiale de 250m). Les variables d'état sont: le phytoplancton, les sels nutritifs contenus dans la colonne d'eau, les sels nutritifs contenus dans le sédiment, les biodépôts (matière organique contenue dans le sédiment). L'équation (conservative) de base pour une variable soumise au transport par les courants s'écrit: (voir note (2) à la fin du document). L'étang est discrétisé spatialement en 2000 mailles environ, à l'intérieur desquelles les processus biologiques suivants sont représentés: production primaire planctonique, mortalité naturelle, filtration, excrétion dissoute, biodéposition, minéralisation et diffusion entre l'eau et le sédiment. Deux simulations types sont présentées, qui correspondent à des vents du NE (5 m/s) et du W-NW (8 m/s). Dans ces deux cas, on s'est placé dans des conditions estivales (température=20 °C, I= 200 W/m<sup>2</sup>). Les résultats sont visualisés sous forme de cartes de concentrations (gN/m<sup>3</sup>), biomasses (gN/m<sup>2</sup>) et flux (gN/m<sup>3</sup>/jour ou gN/m<sup>2</sup>/jour) obtenues en régime permanent - les apports d'azote sous forme de sels nutritifs équilibrant la perte d'azote liée à l'assimilation du phytoplancton consommé par les filtreurs. Globalement, et indépendamment des différences entre les secteurs conchylicoles, la prédation par les filtreurs représente 30% de la production phytoplanctonique sur l'ensemble de l'étang. Pour la condition de température considérée ici, 60% de cette prédation se retrouvent sous forme de biodépôts et 4% sous forme d'excrétion dissoute - les paramètres correspondants dans le modèle restent cependant à affiner, pour ce qui concerne l'influence de la température tout au moins. Les secteurs conchylicoles importent du phytoplancton - cette importation étant du même ordre de grandeur que la production primaire locale -, et exportent des sels nutritifs.

simulated with the classical equation: (please see note (3) at the end of current abstract). The currents are depending on the main wind directions and speed and were previously computed by other authors. Two simulations are presented here. The first corresponds to a North-East wind at a 5m/s speed. The second corresponds to a W-NW wind with a speed of 8m/s. In that two case studies, the temperature and the lighth are kept constant (e.g. 20°C, 200 W/m<sup>2</sup>). The output of the model consists of maps of nutrients, phytoplankton, particulate organic matter concentrations and biological flows obtained when the system is in a steady state - the nitrogen inputs from the catchment area balancing the output due to the assimilation by the filter-feeders. On another scale, results of the nitrogen budget within the three cultivated areas are presented. The model explains therefore that these areas import phytoplankton from the other parts of the lagoon thanks to the currents, and export nutrients yielded by the mineralisation of organic matter in the sediment and release of nutrients from the sediment in the water column. On the whole, 30% of the total primary production of the lagoon is consumed by the filter-feeders, and 60% of that consumption is deposited. Besides these nitrogen budgets at the scale of the lagoon, a conclusion is that the primary production, and therefore the predation by the filter-feeders, is kept at a high level because of the fast recycling of the nitrogen and the circulation of the water which allows a part of the phytoplankton to escape the predation.

(1) IFREMER/DRV/Nantes, B.P. 1105, 44311 Nantes, Cedex 03, France

(2) où  $C=C(x,y,t)$  représente une concentration,  $h=h(x,y)$  la hauteur d'eau,  $K_x$  et  $K_y$  les coefficients de dispersion selon les deux directions  $x$  et  $y$ ,  $u$  et  $v$  les vitesses de courant selon ces deux directions et  $f(C)$  l'ensemble des flux biologiques au point  $x,y$  mettant en jeu la variable en question.

(3) where  $C=C(x,y,t)$  represents the concentration,  $h=h(x,y)$  the water height,  $K_x$  et  $K_y$  the dispersion coefficient along two directions  $x$  and  $y$ ,  $u$  and  $v$  the current speed along the same directions, and  $f(C)$  the biological processes that occur at the location  $(x,y)$ .

**Equation:**

$$\frac{\partial(h.C)}{\partial t} = K_x \frac{\partial}{\partial x} \left( h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + K_y \frac{\partial}{\partial y} \left( h \frac{\partial C}{\partial y} \right) - \frac{\partial(u.h.C)}{\partial x} - \frac{\partial(v.h.C)}{\partial y} + f(C)$$

**Utilisation des systèmes d'information géographique  
dans la gestion des bassins conchylicoles  
Geographical Information Systems (GIS) applied to  
mollusc culture management**

**J. Prou(1), M. Heral(1), J. Populus(2) et B. Guillaumont(2)**

**Résumé**

L'élevage des mollusques est traditionnellement implanté dans les zones littorales, lieux d'importantes activités anthropiques. L'utilisation de l'espace est un des facteurs-clés d'une gestion intégrée de la bande côtière. Les diverses activités qui y prennent place sont souvent spatialement concurrentielles. La conchyliculture, à ce titre, voit son extension traditionnelle limitée par les autres activités consommatrices d'espace telles que la pêche (professionnelle ou récréative), l'industrie ou le tourisme. La conchyliculture est aussi sensible aux politiques de gestion de l'eau sur la bande littorale. Ses besoins en eau de qualité (tant au plan sanitaire qu'au niveau de la ressource nutritive nécessaire pour assurer la croissance des mollusques) font de la conchyliculture une des filières les plus exigeantes parmi les activités développées sur le littoral. Les milieux estuariens, de plus, doivent prendre en compte l'impact et les politiques d'aménagement des bassins versants sur les eaux des bassins conchylicoles adjacents. Les systèmes d'information géographique sont des outils nécessaires dans l'établissement des banques de données spatialisées. Ils permettent de produire, sur un même support, des informations de natures diverses telles que des mesures physiques, hydrologiques et biologiques, des résultats de simulation par les modèles, des images satellitaires et les données de type réglementaire. La capacité d'analyse spatiale de ces outils doit permettre de générer des supports d'aide à la décision tant dans le domaine de l'évolution de la conchyliculture (allocation des concessions, ouverture de nouvelles zones) que dans ses rapports avec les autres activités rencontrées.

**Abstract**

Mollusc culture is located in coastal areas where human activities are well developed. Competitive space utilization is one of the main factor in Integrated Coastal Zone Management (ICZM). Traditional mollusc culture is limited by other activities such as fishery, industry or tourism. Mollusc culture is also very sensitive to water management in coastal areas and needs high water quality (either health standards or nutritional requirements for growth) for its development. Management in estuaries has to take river impacts in consideration. GIS are useful tools for spatial databases implementation. They integrate information of different kinds such as hydrodynamicals, biological data, simulation by models, remote sensing imagery or regulations. Spatial analysis provided by these tools permits to develop spatial decision support systems which could be applied either in the management of mollusc culture itself (leasing grounds allocation, new zones) or in its relation with other encountered marine activities.

(1) **IFREMER/DRV/CREMA/L'Houmeau**,  
B.P. 5 L'Houmeau, 17137 Nieul sur Mer,  
France

(2) **IFREMER/DRO/Plouzane B.P. 70, 29280**  
Plouzane, France

**Thème II:**

**Phycotoxine**

**Topic II:**

**Phycotoxin**

## EFFET DE SOUCHES D'*ALEXANDRIUM* TOXIQUES ET NON TOXIQUES SUR L'ALIMENTATION INITIALE DE *CRASSOSTREA GIGAS*

D.J. Wildish<sup>1</sup>, P. Lassus<sup>2</sup>, J.L. Martin<sup>1</sup> et M. Bardouil<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministère des Pêches et des Océans

Station de biologie de St. Andrews, St. Andrews (N.-B.) Canada E0G 2X0

<sup>2</sup>IFREMER, France

### RÉSUMÉ

Les bivalves peuvent absorber des algues microscopiques présentes en milieu naturel qui contiennent des substances toxiques pour les vertébrés; les bivalves commercialement importants ainsi contaminés peuvent être à l'origine de graves troubles de santé chez les personnes qui en ont consommé. Ce danger en complique passablement la commercialisation comme aliment propre à la consommation humaine. C'est le cas, par exemple, pour l'huître creuse pacifique (*Crassostrea gigas*), une espèce cultivée. En Amérique du Nord, la culture commerciale de cette huître se pratique sur la côte ouest des États-Unis et, au Canada, sur la côte de la Colombie-Britannique; en Europe, on l'exploite sur la côte atlantique française et en Asie, on la cultive au Japon et dans d'autres régions. Partout, on a trouvé des souches toxigènes d'*Alexandrium* sp., un dinoflagellé dont les toxines peuvent causer des symptômes d'intoxication paralysante chez l'humain.

Dans l'optique d'une stratégie de lutte globale, il est important de comprendre comment les facteurs du milieu peuvent influencer sur la physiologie de l'alimentation de *C. gigas* lorsque des algues microscopiques sont présentes dans le milieu et, dès lors, font partie du régime alimentaire de ce bivalve. Nous avons joint nos efforts pour étudier les effets d'*Alexandrium* sp. sur l'alimentation et la croissance de *C. gigas*. Chez les bivalves, la physiologie de l'alimentation comprend les quatre stades suivants : absorption d'aliments, assimilation, croissance des tissus et élimination. L'absorption d'aliments comprend elle-même les quatre étapes suivantes :

- Transport d'eau jusqu'à la surface de filtration.
- Capture d'éléments du seston sur la surface de filtration.
- Transport de la nourriture jusqu'à la bouche avec tri et rejet sous forme de pseudofèces.
- Absorption.

Il ne sera question ici que des deux premières étapes de l'absorption d'aliments, ce que nous appelons les phases initiales de l'alimentation, ou alimentation initiale.

Nous avons étudié les variations de l'alimentation initiale de l'huître creuse pacifique dans un canal de recirculation d'une capacité de 205 L. Les huîtres ont été acclimatées à un régime d'algues microscopiques standard à base d'*Isochrysis* sp., de façon qu'elles aient toutes les mêmes antécédents alimentaires. Nous avons évalué le taux d'absorption de seston à différentes vitesses d'écoulement, afin de déterminer la vitesse optimale à utiliser pour les expériences suivantes.

Pour les expériences d'alimentation sur l'huître creuse pacifique, nous avons cultivé les souches d'*Alexandrium* sp. suivantes : *A. tamarense*, Plymouth (non toxique), *A. tamarense*, mer du Japon (toxique) et *A. fundyense*, baie de Fundy (toxique). De plus, nous avons fait l'essai de différentes périodes d'acclimatation à la souche non toxique avant d'étudier les effets des souches toxiques.

Nous avons comparé les résultats de nos expériences sur l'alimentation initiale à ceux des autres épreuves biologiques en écoulement standard dont on fait état dans la littérature.

## EFFECT OF TOXIC AND NON-TOXIC STRAINS OF ALEXANDRIUM ON THE INITIAL FEEDING RESPONSES OF *CRASSOSTREA GIGAS*

D.J. Wildish<sup>1</sup>, P. Lassus<sup>2</sup>, J.L. Martin<sup>1</sup>, and M. Bardouil<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries and Oceans

St. Andrews Biological Station, St. Andrews, N.B. Canada E0G 2X0

<sup>2</sup>IFREMER, France

### SUMMARY

The uptake by commercially important bivalves of naturally occurring microalgae which may contain vertebrate toxins can cause serious human health problems. This possibility poses considerable challenges in marketing bivalves as a human food product. The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, is one example of a cultured product which faces this problem. Pacific oysters are grown commercially in North America on the U.S. west coast, the B.C. coast of Canada, in Europe on the French Atlantic coast, in Asia and Japan. In all of these locations toxic strains of the dinoflagellate, *Alexandrium* sp., have been found, which are capable of causing paralytic shellfish poisoning (PSP) symptoms in human consumers.

As part of an overall strategy in dealing with this problem it is important to understand how environmental factors can influence the feeding physiology of *C. gigas* when toxic microalgae are present and therefore part of the diet. Our two laboratories have combined efforts in studying the impacts of *Alexandrium* sp. on the feeding and growth responses of *C. gigas*. The feeding physiology of bivalves includes four steps: feeding, assimilation, growth and elimination. Feeding itself comprises the following 4 stages:

- Transport of water to the filtration surface;
- Capture of seston at the filtration surface;
- Transport of food to the mouth involving sorting and rejection as pseudofaeces;
- Ingestion.

This presentation deals only with the first two stages of feeding which are referred to here as the initial feeding stages.

The initial feeding responses of the Pacific oyster were determined in a recirculating flume of 205 L capacity. The oysters were acclimated to a standard microalgal diet: *Isochrysis* sp., so that each oyster had the same feeding history. Seston uptake rates were tested at different flow velocities and the optimum selected for subsequent experiments.

The following strains of the dinoflagellate *Alexandrium* sp. were cultured and used in flume feeding experiments with the Pacific oyster: *A. tamarense*, Plymouth, non-toxic; *A. tamarense*, Japan Sea, toxic; *A. fundyense*, Bay of Fundy, toxic. The effect of various periods of acclimation by oysters to the non-toxic strain before testing with toxic strains was also attempted.

The initial feeding results obtained are compared to others in the literature in which a standard flow through bioassay method was used.

## ÉCOLOGIE ET TOXICITÉ DE *DINOPHYSIS* SPP. ET INTOXICATION DIARRHÉIQUE DANS L'EST DU CANADA

John C. Smith<sup>1</sup>, M.A. Quilliam<sup>2</sup>, D. Douglas<sup>2</sup>, M. Paranjape<sup>3</sup>, E. Arsenault<sup>1</sup>, *et al.*

<sup>1</sup>Ministère des Pêches et des Océans, Centre des pêches du Golfe  
Moncton (N.-B.) Canada E1C 9B6

<sup>2</sup>Conseil national de recherches du Canada, Institut des biosciences marines  
Halifax (N.-É.) Canada B3H 3Z1

<sup>3</sup>Ministère des Pêches et des Océans, Centre des pêches de l'Atlantique nord  
St. John's (T.-N.) Canada A1C 5X1

### RÉSUMÉ

Au cours de l'été, dans le sud-est du golfe du Saint-Laurent, on trouve des populations importantes de diverses espèces de *Dinophysis* près de la thermocline des eaux côtières stratifiées. Ces organismes sont aussi sporadiquement présents dans les zones coquillères et conchylicoles des eaux côtières, peut-être parce que les conditions météorologiques donnent périodiquement lieu à un mouvement d'advection qui emporte les populations du large jusqu'à la côte. Les indications de la présence de toxines diarrhéiques dans les coquillages de cette région sont ténues et, malgré de nombreux tests, nous avons été incapables de démontrer que la concentration de toxines est élevée chez les populations de *Dinophysis* elles-mêmes. Comme il est souvent impossible de détecter le nitrate aux profondeurs où les populations de *Dinophysis* sont le plus concentrées dans les eaux du large, nous avons tenté d'induire expérimentalement un effet toxique dans des microcosmes par un enrichissement en nutriments. Des expériences ont été réalisées avec des composés de nitrate et d'ammoniac et, dans les deux cas, nous avons constaté une croissance considérable, mais, l'enrichissement n'a pas donné lieu à la production de toxines diarrhéiques.

Toutefois, nous connaissons plusieurs cas, bien étudiés, où les coquillages présentaient des signes de toxicité : on en a trouvé dans des baies de l'est de Terre-Neuve ainsi que sur la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse. On a surtout détecté la toxine DTX-1; la présence d'acide okadaïque a également été confirmée. Les indications incriminant *Dinophysis* étaient cependant faibles dans ces cas également et, encore une fois, les nombreux tests effectués n'ont pas permis de mettre en évidence la production de toxines diarrhéiques par les populations de *Dinophysis* en milieu naturel (on affirme le contraire dans un des rapports, mais on peut douter du bien-fondé d'une telle affirmation, vu l'absence de confirmation de la structure des toxines). Étant donné que la toxicité des espèces de *Dinophysis* du Canada n'a pu être mise en évidence, alors qu'une action toxique a été associée aux mêmes espèces sur la côte atlantique de l'Europe, on peut envisager plusieurs grands projets de collaboration entre l'IFREMER et Pêches et Océans Canada.

Actuellement, dans l'Est du Canada, *Prorocentrum lima* est le seul producteur avéré de toxines diarrhéiques; des clones d'origine locale produisent la toxine DTX-1 et l'acide okadaïque. Même si cet organisme est rarement présent en nombre important dans la colonne d'eau, la possibilité qu'il soit à l'origine des toxines diarrhéiques trouvées dans les coquillages est actuellement étudiée. Bien d'autres projets sont en cours, et notamment des études sur le terrain et des analyses chimiques : on espère qu'ils nous aideront à comprendre le problème de la toxine diarrhéique dans l'Est du Canada. Ces projets sont brièvement décrits ci-après.

**THE ECOLOGY AND TOXICITY OF SPECIES OF *DINOPHYSIS*  
AND DIARRHETIC SHELLFISH POISONING IN EASTERN CANADA**

John C. Smith<sup>1</sup>, M.A. Quilliam<sup>2</sup>, D. Douglas<sup>2</sup>, M. Paranjape<sup>3</sup>, E. Arsenault<sup>1</sup>, et al.

<sup>1</sup>Department of Fisheries and Oceans, Gulf Fisheries Centre,  
P.O. Box 5030, Moncton, New Brunswick, Canada E1C 9B6

<sup>2</sup>National Research Council of Canada, Institute for Marine Biosciences, 1411 Oxford Street,  
Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 3Z1

<sup>3</sup>Department of Fisheries and Oceans, North Atlantic Fisheries Centre, P.O. Box 5667, St. John's,  
Newfoundland, Canada A1C 5X1

**SUMMARY**

During the summer in the southeastern Gulf of St. Lawrence, various species of *Dinophysis* occur in significant numbers near the thermocline in stratified coastal waters. These organisms also appear sporadically in inshore shellfish aquaculture and harvesting sites, possibly as a result of periodic meteorologically forced advection of the offshore populations into these locations. However, the evidence for the occurrence of diarrhetic shellfish poisoning (DSP) toxicity in shellfish from this region is weak, and, despite many tests, we have been unable to demonstrate significant levels of these toxins in the *Dinophysis* populations themselves. Nitrate is often not detectable at the depths where the maximum concentrations of *Dinophysis* are present in offshore waters, and this led us to try to induce DSP toxicity by nutrient enrichment experiments in microcosms. Although considerable growth was obtained by both nitrate and ammonia enrichments, this did not lead to the production of DSP toxins.

In embayments in eastern Newfoundland and the Atlantic coast of Nova Scotia, however, there have been several well documented cases of DSP toxicity in shellfish. The predominant toxin found is DTX-1 but okadaic acid has also been confirmed. But in these locations also, the evidence that *Dinophysis* is the causative organism is not strong and extensive tests have again failed to demonstrate the production of DSP toxins by *Dinophysis* populations in the field (one report to the contrary is doubtful because of lack of structural confirmation of the toxins). The contrast between the lack of toxicity found in Canadian *Dinophysis* species and the DSP toxicity associated with the same species on the Atlantic coast of Europe suggests several potentially important collaborative projects between IFREMER and DFO.

At present, the only confirmed producer of DSP toxins in eastern Canada is *Prorocentrum lima*; local clones produce both DTX-1 and okadaic acid. Although this organism is rarely found in significant numbers in the water column, the possibility that this species is the producer of the DSP toxins found in shellfish is being investigated. Many other projects, both field and analytical chemical studies, are currently underway to help understand the DSP problem in eastern Canada and these will be briefly described.

## DEVENIR DES TOXINES DIARRHÉIQUES CHEZ LES PÉTONCLES DE BAIE *ARGOPECTEN IRRADIANS* APRÈS UNE INGESTION CONTRÔLÉE D'UN DINOFLAGELLÉ TOXIGÈNE

Allan Cembella<sup>1</sup>, Andrew Bauder<sup>2</sup>, Jonathan Grant<sup>2</sup>, Michael Quilliam<sup>1</sup> et Neil Ross<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut des biosciences marines, Conseil national de recherches du Canada, Halifax (N.-É.), Canada B3H 3Z1

<sup>2</sup>Département d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax (N.-É.), Canada B3H 4J1

### RÉSUMÉ

L'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM) est une affection gastro-intestinale grave causée par la consommation de coquillages contaminés par des dinoflagellés toxigènes comme certaines espèces de *Dinophysis* et de *Prorocentrum*. Bien que l'on ait établi que l'IDM était à l'origine de nombreux cas d'intoxication chez l'homme dans toutes les régions du monde, et malgré une surveillance serrée de la toxicité des coquillages, le devenir et la cinétique des toxines diarrhéiques ne sont pas bien décrits. Les principales limites à l'étude détaillée de la dynamique de ces toxines sont l'incapacité de réaliser une culture en masse des espèces de *Dinophysis* pour des études portant sur l'ingestion d'aliments, et la complexité chimique des composantes de la toxine associées au syndrome qu'elle provoque. Le complexe de la toxine responsable de l'IDM comprend l'acide okadaïque et ses dérivés de la dinophysistoxine (DTX-4) plus différents dérivés diol et esters méthyliques ainsi que les pectenotoxines et les yessotoxines connexes.

L'administration de cellules du dinoflagellé benthique *Prorocentrum lima* aux pétoncles placés dans des microcosmes expérimentaux contrôlés a permis d'étudier la dynamique et le devenir métabolique des toxines diarrhéiques chez les pétoncles de baie (*Argopecten irradians*). La souche *Prorocentrum lima* (PA) utilisée dans cette étude provient de la baie Mahone, en Nouvelle-Écosse, où cette espèce a été soupçonnée d'être une source de l'IDM chez des moules d'élevage toxiques. Des pétoncles de baie juvéniles (hauteur moyenne de la coquille = 20 mm) et adultes (hauteur moyenne de la coquille = 50 mm) ont été acclimatés à 18 °C dans des bassins d'eau de mer à renouvellement continu, dans lesquels les organismes sont alimentés goutte à goutte par des cultures discontinues de la diatomée inoffensive *Thalassiosira weissflogii*. Les pétoncles ont été exposés à la toxine pendant 14 jours dans des aquariums à circuit fermé à l'aide de cultures de *P. lima* prélevées à la fin de la phase exponentielle (densité cellulaire :  $2 \times 10^7$  cellules/L<sup>-1</sup>) et mesurées continuellement dans les aquariums pour maintenir une densité cellulaire à peu près constante ( $10^5$  cellules/L<sup>-1</sup>). Le taux d'épuration a été mesuré pour déterminer si le taux d'alimentation était modifié après une exposition prolongée au dinoflagellé toxigène *P. lima*. Après les deux semaines d'exposition, les adultes ont été dépurés pendant quatre semaines, au cours desquelles on leur a administré une nourriture non toxique composée de *T. weissflogii*.

Les pétoncles ont été retirés souvent des bassins pour l'analyse des toxines pendant l'ingestion des toxines et la dépuration. Les chairs des juvéniles ont été réparties en deux groupes de tissus : la masse viscérale et tous les autres tissus, et celles des adultes, en cinq groupes de tissus : les viscères, le manteau, les branchies, le muscle adducteur et les gonades. On a recherché la présence d'acide okadaïque et du DXT-1 dans les tissus par chromatographie liquide haute performance avec dépistage fluorescent (CLHP-DF), et les résultats ont été comparés à l'aide d'une analyse parallèle par chromatographie liquide et spectrométrie de masse; la dernière technique a servi à mesurer l'acide okadaïque et les esters, ainsi que l'acide okadaïque et le DTX-1. Les pétoncles de baie juvéniles ont ingéré des cellules de *Prorocentrum lima* toxigène (mortalité nulle) à des taux d'absorption comparables à ceux de *Thalassiosira weissflogii*. La charge maximale de toxine dans le tissu viscéral des juvéniles a été atteinte après moins de deux jours d'exposition à *P. lima* (environ 7 µg de toxine

IDM  $g^{-1}$ ) et les concentrations dans les gonades étaient également élevées par rapport à d'autres tissus. Les résultats de la présente étude serviront à établir des taux nominaux concernant l'ingestion de la toxine diarrhéique, la dépuration, la biotransformation et la compartimentalisation chez les pétoncles de baie pour permettre aux organismes de réglementation et aux aquaculteurs de surveiller efficacement ces toxines.

**FATE OF DIARRHETIC SHELLFISH TOXINS IN THE BAY SCALLOP *ARGOPECTEN IRRADIANS* FOLLOWING CONTROLLED FEEDING UPON A TOXIGENIC DINOFLAGELLATE**

Allan Cembella<sup>1</sup>, Andrew Bauder<sup>2</sup>, Jonathan Grant<sup>2</sup>, Michael Quilliam<sup>1</sup> and Neil Ross<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute for Marine Biosciences, National Research Council, Halifax, N.S., Canada B3H 3Z1;

<sup>2</sup>Department of Oceanography, Dalhousie University, Halifax, N.S., Canada B3H 4J1

**SUMMARY**

Diarrhetic shellfish poisoning (DSP) is a severe gastrointestinal illness caused by consumption of shellfish contaminated with toxigenic dinoflagellates such as certain *Dinophysis* and *Prorocentrum* species. In spite of the identification of DSP as the cause of numerous cases of human intoxication throughout the world and comprehensive monitoring for shellfish toxicity, the fate and kinetics of DSP toxins in shellfish are not well described. Major limitations to the detailed study of DSP toxins dynamics in shellfish have been the inability to mass culture *Dinophysis* species for feeding studies and the chemical complexity of the toxin components associated with this toxin syndrome. The DSP toxin complex includes okadaic acid (OA) and its dinophysistoxin derivatives (DTX 1-4) plus various diol- and methyl-esters, as well as related pectenotoxins and yessotoxins.

The dynamics and metabolic fate of DSP toxins in the bay scallop, *Argopecten irradians*, were investigated by feeding cells of the benthic dinoflagellate *Prorocentrum lima* to scallops in controlled laboratory microcosms. The *Prorocentrum lima* strain (PA) used in this study was isolated from Mahone Bay, Nova Scotia, where this species was implicated as a possible DSP source in toxic cultured mussels. Juvenile (mean shell height = 20 mm) and adult (mean shell height = 50 mm) bay scallops were acclimated to 18 °C in flow-through seawater raceways with constant drip-feeding from batch cultures of the non-toxic diatom *Thalassiosira weissflogii*. The scallops were toxified for 14 days in recirculating aquaria using cultures of *P. lima* harvested in late-exponential phase (cell density:  $2 \times 10^7$  cells L<sup>-1</sup>) and continuously metered into the aquaria to yield an approximately constant cell density of  $10^5$  cells L<sup>-1</sup>. Clearance rates were measured to determine if feeding rates were affected after prolonged exposure to toxigenic *P. lima*. Following the two week toxification period, adults were depurated for four weeks, during which they were fed *T. weissflogii* as non-toxic food.

Scallops were frequently removed for toxin analysis during the toxin uptake and depuration periods. Juveniles were dissected into two tissue pools: visceral mass and all other tissues. Adults were dissected into five tissue pools: viscera; mantle; gill; adductor muscle; and gonad. Tissues were analyzed for okadaic acid and DTX-1 using high performance liquid chromatography with fluorescence detection (HPLC-FD) and the results were compared with parallel analysis by liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS); the latter technique was used to quantify OA-esters, as well as OA and DTX-1. Juvenile bay scallops fed on toxigenic *Prorocentrum lima* (with no mortalities) at clearance rates comparable to those for *Thalassiosira weissflogii*. Maximum toxin load in juvenile visceral tissue was achieved within two days of exposure to *P. lima* (ca. 7 µg DSP toxin g<sup>-1</sup>) and gonadal levels were also high relative to the other tissues. The results of this study will be used to establish nominal rates of DSP toxin uptake, depuration, biotransformation and compartmentalization within bay scallops to assist regulatory agencies and aquaculturists in effectively monitoring these toxins.

**Etude écophysiological des effets de régimes toxiques ou non toxiques sur l'huître *Crassostrea gigas***  
**Ecophysiological study of either toxic or non toxic microalgal diets on the oyster *Crassostrea gigas***

P. Lassus(1), D. J. Wildish(2), M. Bardouil(1), J. L. Martin(2) and M. Bohec(1)

**Résumé**

A l'aide d'un dispositif expérimental en circuit ouvert permettant de mesurer le comportement alimentaire individuel de bivalves, des huîtres (*Crassostrea gigas*) ont été exposées à des régimes alimentaires mixtes comprenant des proportions variables de la diatomée *Thalassiosira weissflogii* et de deux souches, l'une toxique, l'autre non toxique, du dinoflagellé *Alexandrium tamarense*. Les résultats montrent que même pour un rapport aussi faible que 90/10 en biomasse du régime diatomée / dinoflagellé toxique, le taux de filtration et la production de biodépôts sont réduits par rapport au témoin (diatomée seule). La consommation n'est diminuée de façon significative que pour un mélange 50/50 du même mélange tandis que l'ingestion, l'absorption et la consommation sont complètement inhibés pour un régime composé uniquement du dinoflagellé toxique. Il apparaît donc que l'introduction, même faible, d'*Alexandrium* toxique dans un régime constitué de *T. weissflogii* altère la capacité des huîtres à filtrer et éventuellement à produire des pseudofèces, alors que l'introduction dans le même régime d'un *Alexandrium* non toxique ne produit aucun effet significatif. Le même système expérimental a ensuite servi à alimenter des huîtres pendant 6 heures à 12 et 16° C avec un régime monoalgal constitué soit d'une souche non toxique d'*Alexandrium tamarense* (contrôle) soit de l'une ou l'autre des deux souches toxiques *A. tamarense* MOG 835 (7 200 ng STX eq. per 10<sup>6</sup> Cellules) et *A. fundyense* (13 000 ng STX eq. per 10<sup>6</sup> Cellules). L'objectif était de vérifier un effet significatif des cultures toxiques sur le taux de filtration, la consommation et la production de biodépôts. Les taux de filtration sont de 0,312 ± 0,224 L.h<sup>-1</sup> à 12° C et 0,128 ± 0,157 L.h<sup>-1</sup> à 16° C chez le contrôle. Ils sont significativement réduits (test de Wilcoxon) à 12° C pour *A. tamarense* toxique seulement. En ce qui concerne la consommation, l'ingestion et l'absorption, ces trois paramètres montrent un effet très significatif (aucune consommation) et peu ou pas d'effet (valeurs du tests inférieures ou légèrement supérieures à 2) à 16° C. En ce qui concerne les biodépôts, les effets sont très significatifs (aucun biodépôt produit) à 12° C, et significatifs (test supérieur à 2,20) à 16° C pour les deux souches toxiques. Globalement, il apparaît que 1) l'effet inhibiteur des souches toxiques sur les paramètres physiologiques de l'alimentation est plus marqué à 12 qu'à 16° C; 2) la production de biodépôts (Fèces et Pseudofèces) est un bon indicateur à 12 ou 16° C, d'un effet inhibiteur des souches toxiques; 3) il n'y a pas de différence marquée, dans les résultats, entre les deux cultures toxiques expérimentées. De plus, des expériences menées à plus long terme (2x6 hrs de contact) montrent un début d'adaptation des huîtres à la consommation d'*A. fundyense* dans la deuxième partie de l'expérience. Ces résultats montrent la nécessité d'investiguer davantage le rôle de la température et du temps de contact sur les modifications du comportement alimentaire de *C. gigas* en présence d'*Alexandrium* toxiques.

**Abstract**

An experimental flow-through system allowing determinations of the feeding behavior of individual mollusks was used to study oysters (*Crassostrea gigas*) exposed to mixed diets composed of varying proportions of the diatom *Thalassiosira weissflogii* and two strains (toxic and nontoxic) of the dinoflagellate *Alexandrium tamarense*. Our results show that, when compared to a *T. weissflogii* unialgal diet, even a diatom/toxic dinoflagellate ratio as low in biomass as 90/10 reduced clearance rates and biodeposit production by oysters. Consumption was significantly decreased for a 50/50 diatom/toxic dinoflagellate mixture. For the toxic dinoflagellate unialgal diet, ingestion, absorption and consumption were completely inhibited. Thus, the inclusion of low amounts of toxic *A. tamarense* in a diet composed of *T. weissflogii* significantly altered oyster filtering capacity and pseudofaeces production, whereas no significant effect was observed with the non-toxic dinoflagellate. The same experimental device was then used to feed oysters for 6 hours at 12 and 16° C with a monoalgal diet composed either of a nontoxic strain of *Alexandrium tamarense* (control) or one of two toxic strains: *A. tamarense* MOG 835 (7,200 ng STX eq. per 10<sup>6</sup> cells) or *A. fundyense* (13,000 ng STX eq. per 10<sup>6</sup> cells). The purpose was to determine whether the toxic cultures produced a significant effect on clearance rates, food uptake and biodeposits. Clearance rates for the control strain were 0.312 ± 0.224 L.l<sup>-1</sup> at 12° C and 0.128 ± 0.157 L.h<sup>-1</sup> at 16° C. Only toxic *A. tamarense* showed a significant rate reduction (Wilcoxon test) at 12° C. Food uptake, ingestion and absorption showed a very significant effect at 12° C (no food uptake) or little or no effect (test values below or slightly above 2) at 16° C. The effects for biodeposits were very significant (no biodeposits) at 12° C and significant (test results above 2.2) at 16° C for the two toxic strains. On the whole, it appeared that 1) the inhibitory effect of toxic strains on the physiological parameters of feeding was more marked at 12 than 16° C; 2) biodeposit production (feces and pseudofeces) was a good indicator of the inhibitory effect of toxic strains at 12 or 16° C; and 3) no marked differences were noted between the two toxic strains. Moreover, long-term studies (2 x 6 hours of contact) showed that oysters began to adapt to *A. fundyense* uptake during the second part of the experiment. These results indicate the need for further investigation of the role of temperature and contact time on modifications in the feeding behavior of *C. gigas* in the presence of toxic *Alexandrium* strains.

- (1) IFREMER/DEL/Nantes, B.P. 1105, 44311 Nantes, Cedex 03, France  
(2) DFO/St-Andrews Biological Station, St-Andrews, New Brunswick, E0G 2X0 Canada

**Etudes de populations de *Dinophysis* spp. le long des côtes françaises: Contributions du PNEAT**  
**Population studies of *Dinophysis* spp. along the French coasts: Contributions of the PNEAT**

**Résumé**

**B. Berland(1)**

**Abstract**

Le réseau de surveillance mis en place par IFREMER (REPHY) le long des côtes françaises depuis 1984 a montré une évidente expansion d'espèces appartenant au genre *Dinophysis*. Cette multiplication d'épisodes toxiques a conduit les autorités compétentes à créer un programme de recherche (PNEAT) orienté vers d'une part les aspects écologiques et écophysiologiques et d'autre part toxicologiques. Quatre espèces dominantes ont été trouvées durant ces épisodes toxiques à DSP, principalement *Dinophysis* cf *acuminata*, *D.* cf *sacculus* mais aussi *D.* cf *norvegica* et *D.* *caudata*. Les deux premiers groupes présentent une très grande variabilité dans leurs caractéristiques morphologiques et des équipes de recherche travaillent activement en France, Italie et Espagne sur la discrimination de ces différents morphotypes. L'acide okadaïque a une responsabilité majeure dans la toxicité diarrhéique globale. Il y a cependant des variations géographiques dans la relation entre la concentration en cellules et le niveau de toxicité, qui pourraient résulter de différences dans les profils toxiques des diverses espèces dominantes de *Dinophysis*. Les *Dinophysis* ne sont jamais dominants dans les communautés phytoplanctoniques naturelles. En général les densités cellulaires varient entre quelques dizaines et quelques milliers de cellules par litre en été. Les concentrations les plus élevées ( $>10^5$  cells.l<sup>-1</sup>) sont observées presque chaque année dans une zone au Nord de l'estuaire de la Seine, le port d'Antifer, généralement en juillet-août. Certaines conditions de vent (sud/sud ouest), des courants locaux et un certain confinement partiel des masses d'eaux pourraient expliquer cette accumulation de *Dinophysis* dans cette zone. Un rôle possible mais non précisément défini des eaux estuariennes riches en éléments nutritifs a également été avancé. Le long des côtes atlantiques, dans le Pertuis Charentais, une étude spatio-temporelle effectuée en 1990 a mis en évidence la simultanéité de la mise en place de la stratification thermique et du développement de *Dinophysis*. *Dinophysis* spp. étaient plus abondants dans la thermocline. Ce maximum avait une épaisseur très fine (40 cm). La conclusion qui en fut retirée est qu'une thermocline marquée ( $\Delta T \approx 5^\circ\text{C}$ ) et une stratification stable de la colonne d'eau d'au moins une semaine sont nécessaires pour que les densités de *Dinophysis* spp. dépassent  $10^3$  cells.l<sup>-1</sup> dans cette zone. Aucune relation directe entre les densités de *Dinophysis* spp. et les éléments nutritifs dissous n'a été observée. Dans la même région, en 1991 (année atypique), il n'y a pas eu de développement significatif de *Dinophysis*, bien que la stratification se soit mise en place, mais plus tardivement. Par contre, en été 1992, si au début de l'étude (5-12 juin) le maximum de cellules de *Dinophysis* est encore observé dans la thermocline, une semaine après les *Dinophysis* ne sont plus associés à la thermocline et se retrouvent dans toute la colonne d'eau légèrement dessalée et en présence de diatomées en abondance. Il semble donc que le développement de *Dinophysis* puisse se manifester lors de conditions environnementales différentes. Actuellement toute généralisation est prématurée; plus d'études chronologiques sont nécessaires pour confirmer ou infirmer cette priorité donnée aux facteurs stratification et stabilité de la colonne d'eau, et déterminer quels processus (croissance active, accumulation, migration) sont à l'origine d'un développement dense de *Dinophysis* spp.

A monitoring network (named REPHY) set up by IFREMER along the French coastline since 1984 showed an evident spread of *Dinophysis* spp. This spread of toxic blooms along French coasts, and the massive toxic bloom of *Chrysochromulina* in 1988 in the North Sea triggered the establishment of the PNEAT (Programme National Efflorescences Algales Toxiques). Four dominant species are found during DSP occurrences, mainly *Dinophysis* cf *acuminata*, *D.* cf *sacculus* but also *D.* cf *norvegica* and *D.* *caudata*. The two first groups present a high variability of morphological features and research teams are actively working in France, Italy and Spain on discrimination of *Dinophysis* spp. morphotypes. Okadaic acid has a major responsibility in the overall DSP toxicity; there are geographical variations in the relationship between cell concentration and DSP toxicity level which could result from differences in the toxins produced by the various dominant *Dinophysis* species. *Dinophysis* spp. had neither been reported to become dominant in natural assemblages, from few tens to few thousands cells.l<sup>-1</sup> in summer. The highest concentrations ( $>10^5$  cells.l<sup>-1</sup>) are observed nearly each year north of the Seine estuary (Antifer Harbour) in July-August. Wind conditions, local currents and hydrodynamic process of partial confinement of watermass may explain the accumulation of *Dinophysis* cells in this area. A possible but still not precisely defined role of estuarine waters nutrient-rich has been advanced. Along atlantic coast (Pertuis Charentais) it was observed during summer 1990 that *Dinophysis* spp. were more abundant in the thermocline layer and it was concluded that a significant thermocline ( $\Delta T \approx 5^\circ\text{C}$ ) and stable stratification of water column (at least one week) are required for *Dinophysis* to reach the  $10^3$  cells.l<sup>-1</sup> magnitude and over. Any direct relationship between *Dinophysis* spp. growth and dissolved inorganic nutrients fails to be revealed. In the same area, in summer 1992, if at the beginning of the cruise (June 5-12) maximum of *Dinophysis* cells was still observed in the thermocline, one week after *Dinophysis* were observed in all the water column and associated with slightly desalted waters with diatoms in abundance. It seems that *Dinophysis* development can appear with different environmental conditions. At present any generalization is premature and obviously more long-term research is needed to fuel or to challenge the tentative priority given to stratification and stability and to set what process (active growth, accumulation or active migration) induces *Dinophysis* spp. dense populations.

(1) Centre d'Océanologie de Marseille, Station Marine d'Endoume, UA 41-OSU, rue Batterie des Lions, 13007 Marseille, France

**Méthodes d'analyses des phycotoxines en usage en France**  
**Phycotoxins detection methods into use in France**

M. Le Doux(1), Z. Amzil(2), C. Le Baut(2), P. Masselin(2), J. Simon(3)

**Résumé**

Les côtes françaises sont épisodiquement le site de proliférations d'algues toxigènes. Les implications possibles de ces phénomènes sur la santé publique et sur l'économie ont conduit les pouvoirs publics à mettre en place des réseaux de surveillance de la contamination des fruits de mer par les toxines de ces algues (phycotoxines). Subséquemment, des programmes de recherches sur ces phénomènes ont été développés par différents Instituts (IFREMER, CNEVA, CNRS, Universités), sous l'égide du Programme National sur les Efflorescences Algales Toxigènes (PNEAT). Plusieurs laboratoires impliqués dans ces programmes ont donc testé, comparé, optimisé, et/ou développé différentes méthodes d'analyse des phycotoxines. Le choix de ces techniques analytiques repose sur plusieurs critères, notamment les nécessités imposées par le but visé (identification et quantification des toxines, mesures de la toxicité globale), les caractéristiques méthodologiques (détection, linéarité, répétabilité) et les caractéristiques pratiques (facilité d'emploi, coût, nombre d'échantillon/unité de temps). Ainsi, selon ces critères, l'analyse des phycotoxines diarrhéiques se fera par essai biologique sur souris, par chromatographie liquide, par un test de cytotoxicité ou par un bio-essai d'inhibition d'une phosphatase. Ces deux dernières techniques ont été mises au point par des équipes françaises. Des kits ELISA sont actuellement en cours de validation. Dans le même ordre d'idées, les phycotoxines paralysantes sont dosées, soit par essai biologique sur souris, soit par chromatographie liquide. Un kit ELISA développé pour la saxitoxine a été testé sans grand succès. Une méthode de dosage de l'acide domoïque est en cours d'étude ; cette phycotoxine n'a jamais été signalée en France, mais *Pseudonitzschia* est un genre répandu sur le littoral français. D'autre part, la détection de toxines atypiques est un problème d'actualité en France. Ces différentes méthodes et leurs applications seront développées au cours de cet exposé.

(1) **CNEVA** (Centre national d'études vétérinaires et alimentaires), 43, rue de Dantzig, 75015 Paris, France

**Abstract**

Since 1983, sporadic toxic algal bloom have been observed almost every year along french coasts. Due to possible effects of such phenomena upon public health and shellfish management, french authorities therefore decided to set up shellfish monitoring networks with special attention given to phycotoxin uptake and accumulation. In the same time, research programmes were developed within different Institutes (IFREMER, CNEVA, CNRS, Universities) under the sponsorship of the National Program on Harmful Algal Blooms (PNEAT). Several laboratories involved in the PNEAT have thus experimented, compared, optimized and/or improved different methods for the detection of marine phycotoxins. Analytical technics are chosen according to several criteria, namely those required by the end worked for (toxins identification and quantification, overall toxicity measurement) the level of liability (detection, linearity, reproducibility) and the general procedure (easy to use, low coat, increased amount of samples per time unit). As a consequence and according to these criteria, diarrhoeic toxins detection will be performed by either bioassay (mouse test) or liquid chromatography, or cytotoxicity test or phosphatase inhibition assay. These two last technics have been perfected by several French teams and ELISA kit validation is in progress. Similarly, paralytic shellfish toxins are detected by either AOAC mouse-test or by liquid chromatography. The saxitoxin ELISA kit has been tried without any satisfying results. A French team is going on with efforts to perfect an ELISA assay for GTX2/3. As to domoic acid, a detection method is under study. This phycotoxin has never been observed in France so far, but *Pseudonitzschia* genus is well distributed and quite common along French coasts. Last but not least, atypical toxin detection in France is a recent but hot topic which needs increasing attention.

(2) **IFREMER/DEL/Nantes**, B.P. 1105, 44311 Nantes, Cedex 03, France

(3) **Université de Caen**, Esplanade de la Paix, 14032, France

**Thème III:**

**Parasitologie et pathologie**

**Topic III:**

**Parasitology and pathology**

**AGENTS PATHOGÈNES DE L'HUÎTRE CREUSE PACIFIQUE  
*CRASSOSTREA GIGAS***

Susan M. Bower  
Ministère des Pêches et des Océans  
Station de biologie du Pacifique, Nanaimo (C.-B.) Canada V9R 5K6

**RÉSUMÉ**

L'huître creuse pacifique (*Crassostrea gigas*) semble être assez résistante à plusieurs parasites pathogènes d'autres espèces d'huîtres à valeur commerciale importante. Le protozoaire de type microcellule *Mikrocytos mackini* (de 2 à 4  $\mu\text{m}$  environ de diamètre) est responsable de la maladie de Denman chez cette espèce et, certaines années, il peut provoquer, au printemps, une mortalité de près de 30 % chez les stocks exploitables de certaines plages de la Colombie-Britannique. Des expériences en laboratoire et sur le terrain ont révélé que d'autres espèces commerciales importantes (huître creuse américaine, *Crassostrea virginica*; huître plate européenne, *Ostrea edulis*; huître plate pacifique *Ostrea conchaphila*) étaient plus vulnérables à l'infection et que leur mortalité était plus élevée que chez l'huître creuse pacifique, qui est l'hôte habituel. Toutefois, il a été établi que des huîtres contaminées doivent être exposées à des températures plus basses ( $< 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) pendant environ trois mois pour permettre à la maladie de Denman de se développer, ce qui explique sa présence saisonnière dans les eaux. L'élaboration de techniques de diagnostic spécifiques et sensibles est en bonne voie. Des anticorps monoclonaux IgG1 dirigés contre *M. mackini* ont été produits, mais la mise au point d'un nouveau test sérologique attend la collaboration d'une partie intéressée. On a effectué une amplification par la polymérase de la région de l'espaceur transcrit interne de l'ARN ribosomique au moyen d'amorces dans les régions intactes (extrémité 3' de la région 18S et extrémité 5' de la région 28S) et on a commencé le séquençage du fragment amplifié. La séquence nucléotidique ainsi obtenue servira au développement d'une sonde de diagnostic grâce à la collaboration de chercheurs de l'État de Washington. En plus de *M. mackini*, l'actinomycète du genre *Nocardia*, qui infecte les huîtres creuses pacifiques le long de la côte pacifique de l'Amérique du Nord et du Japon, peut causer l'apparition de pustules vertes et entraîner la mort des huîtres infectées, après une exposition prolongée à des températures estivales élevées ( $> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Dans l'État de Washington, on a signalé que la contamination des huîtres plates était due à la transmission de cet agent pathogène par des huîtres creuses infectées cultivées à proximité. Dernièrement, selon des pathologistes spécialistes des coquillages, *Haplosporidium nelsoni*, haplosporidie présente sous forme relativement bénigne chez les huîtres creuses pacifiques de la Californie, du Japon et de la Corée (et avec des déclarations non confirmées dans l'État de Washington et en France) serait responsable de la maladie de la glande digestive (MSX) qui décime les stocks d'huîtres américaines dans la baie du Delaware, sur la côte Est des États-Unis. Il semblerait que cet agent pathogène y aurait été introduit accidentellement par des huîtres creuses pacifiques importées sans autorisation dans les années 50. Il est clair, d'après ce qui précède, qu'il faut être très prudent lorsque l'on transplante des huîtres creuses pacifiques.

## **PATHOGENS OF THE PACIFIC OYSTER, CRASSOSTREA GIGAS**

Susan M. Bower  
Department of Fisheries and Oceans  
Pacific Biological Station, Nanaimo, B.C., Canada V9R 5K6.

### **SUMMARY**

The Pacific oyster (Crassostrea gigas) appears to be fairly resistant to several parasites that are pathogenic for other commercially important species of oysters. The protozoan "microcell" Mikrocytos mackini (about 2 to 4  $\mu\text{m}$  in diameter) causes Denman Island disease in Pacific oysters and may account for mortalities approaching 30% among harvestable stocks on some beaches in British Columbia during the spring of certain years. Laboratory and field experiments revealed that other commercially important species (eastern oysters (Crassostrea virginica), flat oysters (Ostrea edulis), and Olympia oysters (Ostrea conchaphila)) were more susceptible to infection and had more mortalities than the usual host, Pacific oysters. However, we have determined that infected oysters require exposure to cool temperatures ( $< 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) for about three months in order for Denman Island disease to develop, thereby explaining its seasonal occurrence in the field. The development of specific and sensitive diagnostic techniques are in progress. Monoclonal IgG1 antibodies specific for M. mackini have been produced but further development of a serological assay awaits collaboration with an interested party. PCR amplification of the ITS (internal transcribed spacer) region of ribosomal RNA using primers in conserved regions (3' end of the 18S and 5' end of the 28S regions) was conducted and sequencing of the amplified fragment was initiated. The resulting nucleotide sequence will be used in the development of a diagnostic probe via collaboration with scientists in Washington State. In addition to M. mackini, the actinomycete bacteria Nocardia sp., which occurs in Pacific oysters along the Pacific coast of North America and in Japan, can cause conspicuous green pustules and mortalities among infected Pacific oysters following prolonged exposure to warm summer temperatures ( $> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). In Washington State, flat oysters have been reported to acquire this pathogen from infected Pacific oysters that were being cultured nearby. Recently, shellfish pathologists proposed that the haplosporidian protozoa which occurs in a relatively benign form in Pacific oysters from California, Japan and Korea (and with unconfirmed reports in Washington State and France) is Haplosporidium nelsoni the cause of MSX that is devastating eastern oyster stocks in Delaware Bay on the east coast of the United States. It is speculated that this pathogen was accidentally introduced into Delaware Bay via unauthorized importations of Pacific oysters during the 1950s. The above examples clearly indicate that extreme caution is necessary when transplanting the Pacific oyster.

## VIROLOGIE DES BIVALVES

Sharon McGladdery  
Pêches et Océans Canada  
Centre des pêches du Golfe, Moncton (N.-B.), Canada E1C 9B6

Viviane Boulo et Éric Miahle, IFREMER, Université de Montpellier II (France)

### RÉSUMÉ

L'ampleur des problèmes dus aux virus des coquillages est bien documentée; toutefois la dépendance à l'égard de l'histopathologie et de la microscopie électronique (ME) pour identifier les agents responsables a limité la capacité de les étudier et de les maîtriser. Ces méthodes sont, par la force des choses, limitées aux infections suffisamment graves pour produire des concentrations d'agents pathogènes décelables au microscope électronique. Étant donné que la précision des recherches sur les maladies et leur contrôle exige le dépistage d'infections peu graves ou asymptomatiques, il est évident qu'il faut élaborer de nouvelles techniques pour les coquillages marins.

Les techniques courantes appliquées pour la recherche des virus des vertébrés et des invertébrés terrestres, comme la culture cellulaire, ne s'appliquent pas aux virus d'invertébrés marins. Les progrès récents dans le domaine de la virologie génétique et moléculaire, cependant, ont augmenté considérablement la gamme des hôtes utilisés pour certaines techniques (par exemple, diagnostic par immunofluorescence, l'amplification à la polymérase et le clonage des plasmides). Dans le cadre du présent projet, on utilise un modèle viral pour étudier l'applicabilité potentielle de ces nouvelles techniques au domaine de la pathologie des mollusques marins.

Le virus choisit est responsable de «l'hypertrophie gamétocytaire virale» chez l'huître creuse américaine *Crassostrea virginica* (Gmelin) (Farley, 1978, 1985). Il n'est pas considéré comme un agent pathogène important sur le plan commercial; mais son ubiquité est assez grande : il est présent chez les huîtres mâles, femelles et immatures, et sa répllication dans les cellules reproductrices provoque une hypertrophie cellulaire facilement décelable. Un accroissement du rôle des installations ostréicoles a soulevé des préoccupations relatives à la capacité de ce virus d'affecter la fécondité ou de devenir un agent pathogène important dans des conditions de reproduction artificielle.

#### Projets de coopération future

Dès que l'ADN viral sera extrait, les laboratoires de Montpellier et de Saint-Christol-Lez-Ales seront avisés, et on enverra des échantillons pour l'exécution de différentes études (analyse moléculaire, répllication par amplification à la polymérase et études sur le clonage). Les sondes nucléotidiques de diagnostic ou les anticorps produits à partir de ce matériel peuvent être testées sur des échantillons de tissus d'huîtres, au Canada ou en France. Le potentiel génétique (en comparaison des virus connus du genre *Papilloma*) du matériel viral de l'huître peut être évalué à ce moment-là.

## BIVALVE VIROLOGY

Sharon McGladdery  
Department of Fisheries and Oceans  
Gulf Fisheries Centre, Moncton, N.B., Canada E1C 9B6

Viviane Boulo and Eric Miahle, IFREMER, University of Montpellier II, France

### SUMMARY

Despite the well-documented significance of the shellfish virus problems, the capability to study and control the causative agents has been limited by reliance on histopathology and electron microscopy (EM). These methods are, by necessity, limited to infections heavy enough to provide detectable concentrations at the EM level. Since accurate disease research and control requires detection of low or asymptomatic levels of infection, new techniques clearly need to be developed for marine shellfish.

Techniques routinely applied to vertebrate and terrestrial invertebrate viruses, such as cell-culture, are not applicable to marine invertebrate viruses. Recent progress in the field of genetic and molecular virology, however, has greatly expanded the host-range of specific techniques (e.g., immunofluorescent diagnostics, polymerase chain reactions (PCR) and plasmid cloning). The present project uses a virus model to test the potential applicability of these new techniques to marine molluscan pathology.

The virus chosen is causes "Viral Gametocytic Hypertrophy" (VGH) in American oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin) (Farley 1978, 1985). Although not considered a commercially significant pathogen, this virus is relatively ubiquitous, occurring in male, female and immature oysters and its replication in the germinal cells causes easily detected cell hypertrophy. Increased development of hatchery-controlled, oyster production has raised concern about the potential of this virus to affect fecundity or develop into a significant pathogen under artificial spawning conditions.

#### Plans for future cooperation:

When the viral DNA is extracted, the laboratories at Montpellier and Saint-Christol-Lez-Ales will be informed and samples sent, as requested for molecular analysis, PCR replication and clonage investigations. Any diagnostic nucleic acid probes or antibodies developed using this material can be tested on oyster tissue specimens either in Canada or France. The genetic potential (compared with known *Papilloma* viruses) of the oyster viral material will be evaluated at that time.

## LA MORTALITÉ ESTIVALE DE LA MOULE BLEUE (*MYTILUS EDULIS*) EN ÉLEVAGE AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE (QUÉBEC)

Bruno Myrand

Direction de la recherche scientifique et technique  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
Îles-de-la-Madeleine (Québec)

### RÉSUMÉ

Les premiers essais d'implantation de la mytiliculture aux Îles-de-la-Madeleine datent de 1973 et l'observation de la première manifestation de mortalité estivale remonte à 1975. Depuis, on observe assez régulièrement une mortalité importante au coeur de l'été. Certaines années, jusqu'à 80% des individus en élevage en suspension peuvent ainsi être éliminés. La mortalité estivale n'avait habituellement été observée qu'aux dépens d'individus de 2 ans mais depuis 1989, nous avons pu observer et quantifier ce phénomène chez les individus de 1 an. On imagine facilement l'impact d'un tel phénomène sur la jeune industrie mytilicole des Îles. Ce problème de mortalité estivale des moules d'élevage n'est pas unique à l'archipel madelinot puisqu'il est relativement fréquent en Amérique du Nord. Beaucoup d'efforts furent donc déployés au cours des dernières années, particulièrement dans les Maritimes et au Québec pour mieux comprendre ce phénomène. De notre côté, nous cherchions aussi à offrir une solution aux mytiliculteurs confrontés à ce problème. À l'aide de travaux impliquant le transfert de plusieurs stocks locaux vers différents sites, nous avons pu identifier et caractériser un stock particulièrement résistant. Ainsi, 82% de ces individus étaient toujours vivants après deux ans comparativement à moins de 22% pour les trois autres stocks expérimentaux. Depuis, toutes les études menées sur ce stock ont confirmé sa grande résistance. De surcroît, il offre toujours les meilleures performances et ce, peu importe les paramètres examinés. En utilisant le naissain provenant de ce stock, les mytiliculteurs ont donc accès à une solution simple et efficace. Des examens histologiques sur des moules prélevées au cours de plusieurs saisons n'ont pas permis de relier la mortalité estivale à une quelconque pathologie. Le fait qu'un stock offre systématiquement une meilleure performance à tous les sites tandis que les autres stocks placés dans les mêmes conditions sont sévèrement touchés incite à penser que ce phénomène est lié à une composante génétique plutôt qu'à une composante environnementale. De fait, rien n'indique que les lagunes des Îles-de-la-Madeleine offrent des conditions difficiles pour les moules en élevage: les conditions y sont assez stables ou évoluent de façon régulière. De plus, il n'y a pas de problèmes de pollution. Nous croyons plutôt que la fragilité d'un stock soit assimilable à un "coût de la reproduction". Ceci reste toutefois à documenter clairement.

**SUMMER MORTALITY OF CULTURED BLUE MUSSELS (*MYTILUS EDULIS*)  
IN THE MAGDALEN ISLANDS, QUEBEC**

Bruno Myrand  
Scientific and Technical Research Branch  
Quebec Department of Fisheries, Agriculture and Food  
Magdalen Islands, Quebec

**SUMMARY**

The first attempts at cultivating mussels in the Magdalen Islands date back to 1973, and summer mortality of cultured mussels was first reported in 1975. Since then, heavy mortalities have been observed in mid-summer fairly consistently, with losses of up to 80% of the mussels grown in suspended culture. Whereas in the past summer mortality did not generally occur until the second year, since 1989 this phenomenon has been observed and quantified in one-year-old mussels. It is easy to imagine the impact this could have on the young mussel industry of the Magdalen Islands. The problem of summer mortality in cultured mussels is not peculiar to the Magdalen Islands, but is fairly common in North America. Over the past few years, particularly in the Maritimes and Quebec, considerable effort has been devoted to gaining a better understanding of this phenomenon. We too have been striving to devise a solution for mussel producers who encounter this problem. Through research involving the transfer of several local stocks to various sites, we have successfully identified and characterized a highly resistant stock. In fact, 82% of these mussels survived past their second year, compared with less than 22% for the other three experimental stocks. All subsequent studies on this stock have confirmed its strong resistance. Furthermore, it consistently exhibits the best all-round performance. Using spat from this stock therefore represents a simple and effective solution for mussel farmers. In histological analyses of mussels conducted over several summers, we were unable to link the observed summer mortality to any specific disease. However, the fact that a given stock systematically performs better on all sites, while other stocks exposed to the same environmental conditions are severely affected, suggests that the problem has a genetic, rather than environmental, basis. Moreover, the Magdalen Islands lagoons exhibit no deficiencies for mussel culture: conditions there are quite stable or subject to normal cycles. Furthermore, there are no pollution problems. In our view, the fragility of local mussel stocks could be regarded as a "reproductive cost"; however, this needs to be documented clearly.

**APERÇU DES EFFETS DES RAYONS UV-B SUR  
LES LARVES D'INVERTÉBRÉS MARINS PÉLAGIQUES**

Howard I. Browman  
Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli (Québec) Canada G5H 3Z4

**RÉSUMÉ**

Une augmentation du rayonnement ultraviolet-B (UV-B : 280-320 nm) à la surface de la terre a été liée à l'appauvrissement de la couche d'ozone. Il s'agit d'un phénomène planétaire, qui ne se limite pas au fameux trou de la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique. Même si ce phénomène n'est pas largement admis, des quantités d'UV-B biologiquement actives pénètrent par endroits dans la colonne d'eau jusqu'à une profondeur de 3 à 5 m. Même dans des régions côtières très productives, des doses d'UV-B, susceptibles d'être dangereuses pour certains organismes aquatiques, peuvent pénétrer jusqu'à des profondeurs de 1 à 3 m.

Un nombre croissant d'études montrent que le rayonnement UV-B actuel et prévu peut être nocif pour des organismes aquatiques et peut réduire la productivité des écosystèmes marins. Une réduction de la productivité induite par les UV-B a été signalée dans le cas du phytoplancton, des hétérotrophes et du zooplancton, les niveaux intermédiaires clés des chaînes alimentaires. Des études analogues sur les oeufs et les larves de poissons, bien que rares et en grande partie dépassées, révèlent qu'une exposition à des UV-B relativement peu intenses provoque une mortalité plus élevée qui peut entraîner un recrutement plus faible dans les populations adultes d'espèces de grande valeur commerciale (il peut aussi y avoir des effets sublétaux préoccupant les aquaculteurs). De plus, on a laissé entendre dernièrement que la baisse mondiale spectaculaire de populations d'amphibiens (nombre et diversité) peut être le résultat d'une vulnérabilité différentielle des premiers stades de leur cycle biologique au rayonnement UV-B. Selon les connaissances actuelles, le rayonnement UV-B peut avoir un effet négatif sur le stade pélagique, au début du cycle biologique des larves d'invertébrés aquatiques dans des milieux naturels. Ces effets peuvent être aggravés dans les milieux de culture lorsque les premiers stades de développement s'effectuent en eau peu profonde.

**AN OVERVIEW OF THE EFFECTS OF UV-B RADIATION ON MARINE  
PELAGIC INVERTEBRATE LARVAE**

Howard I. Browman

Department of Fisheries and Oceans

Maurice Lamontagne Institute, Mont-Joli, Quebec Canada G5H 3Z4

**SUMMARY**

Increasing levels of solar ultraviolet-B radiation (UV-B: 280 - 320 nm) incident at the earth's surface have been linked to ozone layer depletion. This is a worldwide phenomenon, not limited to the now famous "ozone hole" over the Antarctic. Although not widely recognized, biologically relevant levels of UV-B penetrate some water columns to depth of 3 - 5 m. Even in highly-productive coastal regions, UV-B can penetrate to depths of 1 - 3 m at levels that are potentially damaging to some aquatic organisms.

A growing number of studies indicate that current and predicted future levels of UV-B radiation may be harmful to aquatic organisms and may reduce the productivity of marine ecosystems. Such UV-B-induced reductions in productivity have been reported for phytoplankton, heterotrophs and zooplankton, the key intermediary levels of marine food chains. Analogous studies on fish eggs and larvae, although rare and mostly outdated, indicate that exposure to relatively low levels of UV-B results in higher mortality that may lead to poorer recruitment to the adult populations of commercially important species (there may also be sub-lethal effects of concern to aquaculturists. Further, it has recently been suggested that the dramatic worldwide decline in amphibian populations (numbers and diversity) may be the result of the differential susceptibility of their early life history stages to UV-B. Current knowledge indicates that UV-B radiation may have a negative impact on the pelagic early life history stages of aquatic invertebrate larvae in natural settings. Such effects may be exacerbated in aquacultural settings in which early life stages are forced to remain in shallow water.

**Le réseau de pathologie des mollusques REPAMO**  
**Molluscs bivalves control network REPAMO**

**H. Grizel, G. Tige, A. G. Martin, T. Renault et Y. Pichot(1)**

**Résumé**

Antérieurement à l'application de la Directive CEE 91/67, IFREMER et précédemment l'ISTPM avaient mis en place un premier mini-réseau de contrôle de la santé des coquillages. Celui-ci se composait de deux équipes basées à La Trinité sur Mer et à Sète. Depuis 1994, afin de répondre aux besoins de la Directive précédente mais également pour mieux suivre l'évolution du cheptel, un réseau de pathologie des mollusques (REPAMO) a été créé à IFREMER. Il est composé de trois équipes (La Trinité sur Mer, La Tremblade et Palavas) ayant chacune sous sa responsabilité une aire géographique couvrant plusieurs zones du plan de contrôle français pour les coquillages. Chaque laboratoire a pour mandat: 1) de procéder à l'analyse des huîtres plates des différentes zones afin de pouvoir agréer ou pas celle-ci; 2) d'étudier les mortalités anormales survenant sur les coquillages et d'en rechercher l'étiologie; 3) de réaliser annuellement des analyses histologiques sur des échantillons des espèces majeures de mollusques cultivés ou pêchés sur le littoral français; 4) de contrôler les cheptels transférés depuis d'autres pays de la CEE ou importés depuis des pays tiers; et 5) d'émettre des avis auprès des administrations concernées sur la situation zoosanitaire et sur les mesures prophylactiques à prendre. Les avis sont centralisés et sous la responsabilité d'une personne. Pour effectuer ces tâches, un plan d'échantillonnage est défini chaque année, un effort de contrôle pouvant être réalisé plus particulièrement sur une espèce ou un pays. Les techniques de diagnostic sont généralement l'histologie (frottis et coupes) dans l'attente, notamment pour les maladies obligatoirement contrôlables, d'avoir d'autres méthodes réellement efficaces et sûres. Ainsi chaque année, plus de 10 000 individus sont analysés pour répondre aux objectifs de REPAMO.

**Abstract**

Before the application of the E.U. Directive n° 91/67, IFREMER and ISTPM have previously created a control network on the health of the bivalves. Since 1994, in order to answer to the E.U. Directive and to check the health of the bivalves of commercial interest, IFREMER have built a net of control named REPAMO. REPAMO is composed of three teams based in La Trinité/Mer, La Tremblade and Palavas. Each one is in charge of a defined geographical area covering one or more zones proposed to the DGVI in Bruxelles. Each laboratory has to: 1) analyse, following the E.U. rules, flat oysters reared in the different zones; 2) study the abnormal mortalities of bivalves and try to find the etiology; 3) check annually the health of the main reared bivalves; 4) check the health of the imported bivalves from others E.U. countries or from third countries; and 5) give advise to the administration. To do this, each year we define an adapted sampling plan based on the peculiarity of each geographical area. The technics used are mainly histology and cytology. Each year, more than 10 000 bivalves are analysed by REPAMO. The data are compiled in an adapted software corresponding to the need of the net.

(1) **IFREMER**, B.P. 133, 17390 La Tremblade, France

**Virus apparentés aux herpès associés à des mortalités de larves et de naissains d'huîtres japonaises, *Crassostrea gigas***  
**Herpes-like viruses associated with mortalities among hatchery reared larvae of pacific oysters, *Crassostrea gigas***

R. M. le Deuff(1), T. Renault, N. Cochenec, B. Chollet et P. Maffart

**Résumé**

Un virus apparenté aux herpès et associé à des mortalités de larves d'huîtres japonaise, *Crassostrea gigas*, en éclosérie, a été observé pour la première fois en France pendant l'été 1991. Depuis, nous avons observé des mortalités sporadiques au cours des été 1992, 1993 et 1994, associées à la présence d'un virus similaire dans les larves provenant de plusieurs écloséries françaises. Le début des mortalités larvaires très précoce pour ces lots, indique que la contamination des larves a lieu très tôt après la ponte et pourrait même être verticale. Des mortalités sporadiques ont également été observées en été 1993 et 1994, parmi plusieurs lots de naissains de *C. gigas* âgés de 3 à 10 mois. L'examen en microscopie électronique à transmission a révélé la présence de particules virales de type herpès dans ces lots de naissains. Les particules virales observées chez les larves et le naissain sont très similaires du point de vue de leur taille et de leur forme, ainsi que leur tropisme cellulaire, principalement dirigé contre des cellules de type fibroblastique. Des températures élevées et de fortes densités d'élevage semblent accroître la sensibilité des larves et du naissain à ces infections virales. Ces facteurs sont supposés être responsables de l'activation de stades latents du virus. La transmission expérimentale du virus à des larves de *C. gigas* axéniques a été réalisée. Les suspensions de virus inoculées sont obtenues à partir de larves virosées fraîches ou décongelées (-20°C) qui sont broyées en eau de mer et filtrées sur 0,2 µm. Les larves présentent des lésions caractéristiques au niveau du velum 48 h post-infection (p.i.) et les mortalités atteignent 10% six jours p.i., indiquant que le virus se dissémine rapidement. Des contrôles de ces échantillons ont été réalisés en microscopie électronique à transmission, et ont révélé la présence de particules virales identiques dans les larves axéniques inoculées.

**Abstract**

Herpes-like virus associated with mortalities among hatchery reared larvae of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, was observed for the first time in France during the summer 1991. Since this first report, we noted sporadic outbreaks of disease during the following summer 1992, 1993 and 1994, in relation with the presence of similar virus found in larvae of several French hatcheries. The mortalities started quite early on these batches, indicating that contamination of larvae occurred soon after the spawn and may result from a vertical transmission from parents. Sporadic mortalities were also reported during the summer 1993 and 1994, among several batches of 3-10 month old spat of *C. gigas*. Examination by transmission electron microscope revealed the presence of herpes-like virus particles in these affected oysters. The viruses observed in diseased larvae and spat were very similar considering their size, shape and their tissular and cellular tropism, mostly towards fibroblast-like cells. Elevated temperatures and crowding seem to increase the susceptibility of both larvae and spat oysters to these herpes-like viral infections. They may be considered as activators of latent carrier states. The experimental transmission of the virus to axenic *C. gigas* larvae was achieved. The viral suspensions inoculated to these larvae were obtained as follows: fresh or thawed (-20°C) diseased larvae were milled in sea water and filtered to 0.2µm. Axenic larvae exhibited characteristic lesions of the velum 48h post-infection (p.i.) and mortalities reached 100% on the sixth day p.i., indicating that the virus spread quite quickly. Control of these samples by TEM revealed the same viral particles in inoculated axenic larvae.

(1) IFREMER/DRV/La Tremblade, B.P. 133, 17390 La Tremblade, France

***Bonamia ostreae*, parasite de l'huître plate, *Ostrea edulis*,  
n'infecte pas l'huître japonaise, *Crassostrea gigas*  
*Bonamia ostreae*, parasite of the european flat oyster, *Ostrea edulis*,  
does not infect the Japanese oyster, *Crassostrea gigas***

F. Berthe<sup>(1)</sup>, T. Renault, H. Grizel et N. Cochenec

**Résumé**

Différentes expériences ont été réalisées afin d'étudier le statut de non-porteur de l'huître japonaise dans la transmission de la bonamiose. Ces essais ont également apporté des informations complémentaires concernant l'absence de détection de *Bonamia ostreae* lors des analyses réalisées en histologie depuis 15 ans, sur des tissus fixés de *Crassostrea gigas* provenant des côtes françaises. Des huîtres plates, *Ostrea edulis*, infectées expérimentalement par le parasite *Bonamia ostreae* et des huîtres japonaises, *Crassostrea gigas*, saines, ont été élevées dans le même bac pendant six mois. Après examen des frottis de coeur et de branchies réalisés à partir des huîtres mortes, et des coupes histologiques réalisées à partir des huîtres survivantes, la présence de *Bonamia ostreae* n'a pas été détectée chez les huîtres japonaises. De plus, des huîtres japonaises inoculées avec du parasite purifié, ont été placées dans des bacs en présence d'huîtres plates saines. Aucun parasite n'a été trouvé dans ces animaux des deux espèces après six mois d'élevage. Ces résultats suggèrent que le parasite *Bonamia ostreae* infestant l'huître plate, n'est pas transmis à des huîtres japonaises voisines, alors que dans les mêmes conditions, l'infection d'huîtres plates peut être obtenue par proximité avec des huîtres plates infectées. De plus, la reproduction expérimentale de la bonamiose chez l'huître japonaise ne semble pas possible par injection intracardiaque de parasites purifiés. Ceci peut expliquer que la transmission à des huîtres plates saines n'est pas observée après six mois de contact avec des huîtres japonaises inoculées. En conclusion, selon ces résultats, l'huître japonaise, *Crassostrea gigas*, ne devrait être considérée ni comme une espèce sensible à *Bonamia ostreae*, ni comme une espèce porteuse de ce parasite. Ces résultats confirment les précédentes observations réalisées lors des suivis épidémiologiques, les résultats concernant l'infection expérimentale *in vivo* et l'étude comparative *in vitro* du comportement des hémocytes d'*Ostrea edulis* et de *Crassostrea gigas*.

**Abstract**

To study the non carrier status of the Japanese oysters in bonamiosis transmission and in order to obtain complementary information about the absence of *Bonamia ostreae* detection on all the histological slides of *Crassostrea gigas* fixed tissues, observed during 15 years along French coasts, different experiments were performed. Thus, European flat oysters, *Ostrea edulis*, experimentally infected by the parasite *Bonamia ostreae* and healthy Japanese oysters, *Crassostrea gigas*, were cultivated in the same tank for a six month period. After examination of dead animal heart and gill smears or survival oyster histological sections, no presence of *Bonamia ostreae* was detected in the Japanese oysters. Moreover, Pacific oysters inoculated with purified parasites were held in tanks with healthy European flat oysters. No parasite was found among animals of both species after six months. The present findings suggest that the parasite *Bonamia ostreae* infecting European flat oysters does not infect neighbour Japanese oysters. In the same conditions, infections of healthy flat oysters can be obtained by proximity with infected flat oysters. Moreover, the experimental reproduction of bonamiosis among Pacific oysters seems impossible by intracardiac inoculation of purified parasites and thus, the transmission to healthy flat oysters is not observed after a six month contact with inoculated Pacific oysters. In conclusion, with these data, the Japanese oysters, *Crassostrea gigas*, should not be considered as a *Bonamia ostreae* susceptible species neither as a carrier for this parasite. Indeed, these results confirm the previous observations obtained by epidemiological surveys, the reports about *in vivo* experimental infections and the fine comparative *in vitro* study between the parasite *Bonamia ostreae* and the hemocytes of *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*.

(1) IFREMER/DRV/La Tremblade, B.P. 133, 17390 La Tremblade, France

**Les travaux de la DRIM sur les activités anti-infectieuses des moules et des huîtres**  
**DRIM investigations on anti infectious activities in mussels and oysters**

**P. Roch(1), E. Bachere, F. Hubert, W. van der Knaap, A. Morvan et T. Noël**

**Résumé**

En complément des recherches menées en immunologie des crevettes et en transformation génétique des cellules et embryons de bivalves, la DRIM s'intéresse aux mécanismes anti infectieux naturels des moules et des huîtres ainsi qu'à l'activité de peptides hétérologues. La fraction acellulaire de l'hémolymphe des moules *Mytilus galloprovincialis* contient naturellement une activité cytotoxique. Toutes les hématies de vertébrés sont lysées, avec cependant des différences dans leur sensibilité, ce qui est probablement le reflet de différences dans les compositions membranaires. Une lignée de cellules tumorales de souris ainsi que le protozoaire parasite des huîtres, *Bonamia ostreae*, sont également tués. Des injections de solution saline ou de bactéries induisent une augmentation de l'activité. Le support moléculaire de l'activité cytotoxique a été identifié par 2 étapes de chromatographie, en échangeur d'anion suivie de tamisage moléculaire, suggérant que la forme active possède une structure multimérique complexe. La lyse des hématies dépend de la dose et nécessite la fixation des molécules sur la membrane cellulaire. Observées en microscopie électronique après coloration négative, les membranes lysées apparaissent couvertes de points sombres entourés d'un anneau clair. Ces structures ressemblent aux images obtenues avec les perforines ou le système du complément. Des images similaires ont également été décrites chez les annélides et les échinodermes et, dans tous les cas, des complexes moléculaires multimériques sont responsables de la lyse.

Chez les deux espèces d'huîtres, *Ostrea edulis* et *Crassostrea gigas*, des lysats d'hémocytes et des plasmas d'hémolymphe ont été testés pour leur activité anti bactérienne dirigée contre diverses bactéries marines. Parmi les animaux sauvages, une faible proportion présente une activité soit bactéricide, soit bactériostatique, soit les deux. Ces deux types d'activité ont des spectres bactériens différents. Une induction a été obtenue à la suite de stress physiques (émersion combinée avec des chocs mécaniques) ou de l'injection d'une solution saline ou d'une suspension bactérienne. Pratiquement toutes les huîtres possèdent alors une activité. Bien que présente également dans le plasma des moules, l'activité anti bactérienne n'y est pas associée à l'activité cytotoxique.

Une activité anti microbienne due à des peptides hétérologues a été démontrée vis-à-vis de plusieurs pathogènes de bivalves (*B. ostreae* et *Perkinsus marinus*) et de bactéries de la famille des *Vibrionaceae*. La tachyplésine, peptide de 17 acides aminés isolée des hémocytes de la Limule, est le plus toxique contre *B. ostreae* mais n'a pas d'effet sur la viabilité des hémocytes des bivalves ni sur leur capacité de phagocytose.

**Abstract**

In complement to immune investigations performed in shrimps and genetic transformation assays performed in bivalve cells and embryos, the DRIM lab focused on mussel and oyster anti infectious mechanisms, both naturally occurring and mediated by heterologous peptides. Cell-free hemolymph of mussel *Mytilus galloprovincialis* possess naturally occurring cytotoxic activity. All the vertebrate erythrocytes tested were lysed, with different sensitivities probably reflecting differences in cell membrane compositions. Mouse tumour cell line and *Bonamia ostreae*, a protozoan parasite of oysters, were also killed. Injection of both saline and bacteria was followed by an increment of activity. Molecular basis of the activity was investigated using a two step chromatography, anion exchange followed by gel filtration, suggesting a complex multimeric structure at least of the active form. Erythrocyte lysis was dose dependent and mediated by the binding of active molecules to the target cell membrane. Observed in electron microscopy with negative staining, membranes of lysed erythrocytes appeared covered with clear ring shape structures surrounding a dark spot and resembling images obtained with vertebrate perforins and complement system. Such images are known in annelids and echinoderms and in all cases multimeric complexes are responsible of the lysis.

In the two oyster species, *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*, lysates of hemocytes and hemolymph plasma were assayed for anti bacterial activity against an array of marine bacteria. Of naive animals, a low proportion showed either bactericidal or bacteriostatic activity, or both. These two activities have different spectra of target species specificity. Induction was achieved by physical stress (demersion combined with applying mechanical shocks) and the injection of saline solutions or bacterial suspensions. Such treatments resulted in the induction of anti bacterial activities in virtually all the negative oyster specimens. Although present in crude mussel plasma, anti bacterial activity was not found associated with cytotoxic dialysed plasma.

Antimicrobial activity of heterologous peptides was demonstrated against several bivalve pathogens, *Bonamia ostreae* and *Perkinsus marinus*, and bacteria belonging to *Vibrionaceae*. Tachyplésine, a 17-residue peptide isolated from horseshoe crab hemocytes, was the most toxic against *B. ostreae* and did not impair the bivalve hemocyte viability nor their phagocytic capabilities.

(1) Laboratoire défense et résistance chez les invertébrés marins (DRIM), Laboratoire mixte IFREMER/CNRS/ Université de Montpellier II, Université de Montpellier II, Case courrier 80, 2 place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cédex 05, France

**Liste et coordonnées des participants**

**Delegates listing and addresses**

**Liste des participants (délégation française)**

Cédric Bacher  
IFREMER  
DRV/Nantes  
B.P. 1105  
44311 Nantes  
Cedex 03 France  
Tél.: 40.37.41.86  
Fax: 40.37.40.75  
e.mail: cbacher@ifremer.fr

Michèle Bardouil  
IFREMER  
DEL/Nantes  
B.P. 1105  
44311 Nantes  
Cedex 03 France  
Tél.: 40.37.41.29  
Fax: 40.37.40.73  
e.mail: mbardou@ifremer.fr

Brigitte Berland  
Centre d'océanologie de  
Marseille  
Station marine d'Endoume,  
UA 41-OSU  
Rue Batterie des Lions  
13007 Marseille, France  
Tél.: 91.04.16.38  
Fax: 91.04.16.35  
e.mail: berland@com.univ-mrs.fr

Franck Berthe  
IFREMER  
DRV/La Tremblade  
B.P. 133  
17390 La Tremblade  
France  
Tél.: 46.36.98.43  
Fax: 46.36.37.51  
e.mail: fberthe@ifremer.fr

Philippe Gouletquer  
IFREMER  
DRV/La Tremblade  
B.P. 133  
17390 La Tremblade  
France  
Tél.: 46.36.18.41  
Fax: 46.36.18.47  
e.mail: pgoulet@ifremer.fr

Henri Grizel  
IFREMER  
DRV/La Tremblade  
B.P. 133  
17390 La Tremblade  
France  
Tél.: 46.36.98.36  
Fax: 46.36.37.51  
e.mail: hgrizel@ifremer.fr

Maurice Heral  
IFREMER  
DRV/CREMA/L'Houmeau  
B.P. 5  
17137 L'Houmeau  
France  
Tél.: 46.50.92.17  
Fax: 46.50.91.60  
e.mail: mheral@ifremer.fr

Patrick Lassus  
IFREMER  
DEL/Nantes  
B.P. 1105  
44311 Nantes  
Cedex 03 France  
Tél.: 40.37.41.30  
Fax: 40.37.40.73  
e.mail: plassus@ifremer.fr

Claire Le Baut  
IFREMER  
DEL/Nantes  
B.P. 1105  
44311 Nantes  
Cedex 03 France  
Tél.: 40.37.41.27  
Fax: 40.37.40.73  
e.mail: clebaut@ifremer.fr

Rose-Marie le Deuff  
IFREMER  
DRV/La Tremblade  
B.P. 133  
17390 La Tremblade  
France  
Tél.: 46.36.98.41  
Fax: 46.36.37.51  
e.mail: rledeuff@ifremer.fr

Martial Ledoux  
CNEVA  
(Centre national d'études  
vétérinaires et alimentaires)  
43, rue de Dantzig  
75015 Paris, France  
Tél.: 45.31.14.80 ext. 4181  
Fax: 45.31.29.94  
e.mail:

Pierre Masselin  
IFREMER  
DEL/Nantes  
B.P. 1105  
44311 Nantes  
Cedex 03 France  
Tél.: 40.37.41.28  
Fax: 40.37.40.73  
e.mail: pmasseli@ifremer.fr

Joseph Mazurié  
IFREMER  
DRV/La Trinité-sur-Mer  
12, rue des Résistants  
56470 La Trinité sur Mer  
France  
Tél.: 97.30.25.97  
Fax: 97.30.25.76  
e.mail: jmazurie@ifremer.fr

Jean Prou  
IFREMER  
DRV/CREMA/L'Houmeau  
B.P. 5  
17137 L'Houmeau  
France  
Tél.: 46.50.94.40  
Fax: 46.50.91.60  
e.mail: jprou@ifremer.fr

Philippe Roch  
IFREMER/DRIM  
Université de Montpellier II,  
2, place Eugène Bataillon, C.C. 80  
34095 Montpellier  
Cedex 05 France  
Tél.: 67.14.46.25  
Fax: 67.14.46.22  
e.mail: proch@ifremer.fr

Liste des participants (délégation canadienne)

Dr. Jean Boulva, Directeur \*  
Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice Lamontagne  
C.P. 1000  
Mont-Joli, Québec  
Canada G5H 3Z4  
Tél.: (418) 775-0555  
Fax: (418) 775-0542

Dr. Howard I. Browman  
Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice Lamontagne  
C.P. 1000  
Mont-Joli, Québec  
Canada G5H 3Z4  
Tél.: (418) 775-0677  
Fax: (418) 775-0542

Dr. Bernard F. Long  
INRS-Océanologie  
310, allée des Ursulines  
Rimouski, Québec  
Canada G5L 3A1  
Tél.: (418) 724-1651  
Fax: (418) 723-7234

Dr. David Prior, Directeur \*  
Ressources naturelles Canada  
Centre géoscientifique de l'atlantique  
Promenade Challenger, C.P. 1006  
Dartmouth, Nouvelle Ecosse  
Canada B2Y 4A2  
Tél.: (902) 426-3448  
Fax: (902) 426-1466

Dr. Allan Cembella  
Institute for Marine Biosciences  
National Research Council  
1411 Oxford Street  
Halifax, Nouvelle Ecosse  
Canada B3H 3Z1  
Tél.: (902) 426-4735  
Fax: (902) 426-8278

Dr. Sharon McGladdery  
Pêches et Océans Canada  
Centre des pêches du Golfe  
C.P. 5030  
Moncton, Nouveau Brunswick  
Canada E1C 9B6  
Tél.: (506) 851-2018  
Fax: (506) 851-2620

Marianne Alunno-Bruscia  
Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice Lamontagne  
C.P. 1000  
Mont-Joli, Québec  
Canada G5H 3Z4  
Tél.: (418) 775-0625  
Fax: (418) 775-0542

Dr. Marcel Fréchette  
Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice Lamontagne  
C.P. 1000  
Mont-Joli, Québec  
Canada G5H 3Z4  
Tél.: (418) 775-0625  
Fax: (418) 775-0542

Bruno Myrand  
MAPAQ  
Îles-de-la-Madeleine  
190, rue Principale, C.P. 658  
Cap-aux-Meules, Québec  
Canada G0B 1B0  
Tél.: (418) 986-4795  
Fax: (418) 986-6573

Dr. J. A. Boutillier  
Pêches et Océans Canada  
Station de biologie du Pacifique  
Chemin Hammond Bay  
Nanaimo, Colombie Britannique  
Canada V9R 5K6  
Tél.: (604) 756-7048  
Fax: (604) 756-7053

Dr. Thomas Landry  
Pêches et Océans Canada  
Centre des pêches du Golfe  
C.P. 5030  
Moncton, Nouveau Brunswick  
Canada E1C 9B6  
Tél.: (506) 851-6219  
Fax: (506) 851-2620

Dr. John C. Smith  
Pêches et Océans Canada  
Centre des pêches du Golfe  
C.P. 5030  
Moncton, Nouveau Brunswick  
Canada E1C 9B6  
Tél.: (506) 851-3827  
Fax: (506) 851-2620

Dr. Susan M. Bower  
Pêches et Océans Canada  
Station de biologie du Pacifique  
Chemin Hammond Bay  
Nanaimo, Colombie Britannique  
Canada V9R 5K6  
Tél.: (604) 756-7077  
Fax: (604) 756-7053

Dr. René E. Lavoie  
Pêches et Océans Canada  
Institut océanographique de  
Bedford  
C.P. 1006  
Dartmouth, Nouvelle Ecosse  
Canada B2Y 4A2  
Tél.: (902) 426-2147  
Fax: (902) 426-7827

Dr. D. J. Wildish  
Pêches et Océans Canada  
Station de biologie de St. Andrews  
St. Andrews, Nouveau Brunswick  
Canada E0G 2X0  
Tél.: (506) 529-8854 ext. 5894  
Fax: (506) 529-5862

\* Membre du Comité-mixte