



Fiche Technique du Programme Coopératif de Recherche et Développement en Aquaculture (PCRDA)

Numéro 23
Mars 2017



Modélisation prédictive pour l'intoxication par phycotoxine paralysante dans le détroit de Baynes, en Colombie-Britannique



Vue aérienne du détroit de Baynes. (Photo : G. McLellan, Mac's Oysters Ltd.)

● ● ● Résumé

L'intoxication par phycotoxine paralysante (IPP) est une maladie potentiellement mortelle causée par l'ingestion de mollusques contaminés par la toxine paralysante des mollusques provenant du phytoplancton. Ce projet mené dans le cadre du Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture (PCRDA) consistait à élaborer un modèle prédictif afin de déterminer et de prédire le moment et l'emplacement où les proliférations phytoplanctoniques risquaient de se produire. Diverses données environnementales et hydrographiques du détroit de Baynes, en Colombie-Britannique, ont été compilées, puis les relations entre ces facteurs et l'incidence des IPP ont été évaluées au moyen d'analyses statistiques (c.-à-d., corrélations). Les facteurs les plus importants dans la prédiction des taux d'intoxication par phycotoxine paralysante, étaient : le moment de l'année, la salinité et la pluviosité. Plus précisément, on a constaté une corrélation entre le niveau de précipitation dans les trois à quatre jours précédant l'échantillonnage et les taux d'intoxication par phycotoxine paralysante. Les prévisions *a posteriori* du modèle d'intoxication par phycotoxine paralysante¹ étaient justes à 97 %, ce qui en fait un outil précieux pour déterminer, en temps réel, les périodes de risque accru pour la conchyliculture. Les résultats de cette recherche favoriseront l'amélioration de la durabilité globale de l'industrie de l'aquaculture en Colombie-Britannique en facilitant la prise de décisions au sujet de la sélection des sites d'aquaculture, en plus de permettre à l'industrie de l'aquaculture de planifier les récoltes et d'éviter ainsi les coûteux rappels de produits.

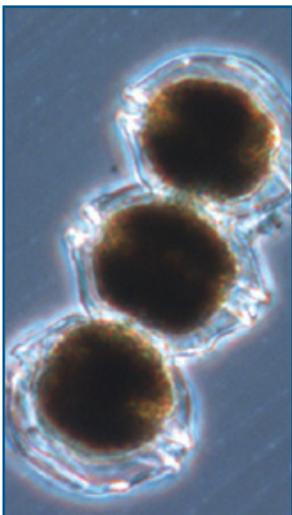
Le Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture (PCRDA) est une initiative concertée du Pêches et Océans Canada (MPO) et de l'industrie de l'aquaculture qui vise à stimuler la recherche et le développement. Les projets de recherche et de développement menés dans le cadre du PCRDA visent l'amélioration du rendement environnemental de l'aquaculture et soutiennent la santé optimale des poissons.

¹ Ces prévisions sont élaborées à l'aide de données environnementales et hydrographiques historiques afin de mettre à l'essai la capacité du modèle à prévoir les événements d'intoxication.

Introduction

L'intoxication par phycotoxine paralysante (IPP) est une maladie potentiellement mortelle causée par l'ingestion de mollusques contaminés par la toxine paralysante des mollusques provenant du phytoplancton dont ils se nourrissent. En Colombie-Britannique, les IPP sont généralement attribuées aux dinoflagellés du genre *Alexandrium* (figure 1) pouvant causer de la toxicité chez les mollusques entre le mois d'avril et la fin de l'automne, selon les conditions environnementales et l'emplacement. Afin de minimiser le risque d'intoxication par phycotoxine paralysante, l'Agence canadienne d'inspection des aliments surveille, chaque semaine, diverses stations le long de la côte de la Colombie-Britannique. Toutefois, jusqu'à maintenant, aucune méthode fiable visant à prédire les épisodes de risque élevé n'a été développée. L'élaboration d'un modèle permettant de déterminer et de prédire le moment auquel les proliférations phytoplanctoniques risquent de se produire procurerait les outils nécessaires à la prise de décisions ainsi qu'à l'amélioration de la salubrité des aliments et de l'efficacité des récoltes.

Ce projet visait l'élaboration d'un modèle prédictif de l'intoxication par phycotoxine paralysante dans le détroit de Baynes, en Colombie-Britannique. Ce projet procurerait un outil pour déterminer, en temps réel, les périodes de risque accru d'intoxication par phycotoxine paralysante.



Alexandrium sp.

Figure 1. En Colombie-Britannique, les toxines responsables de l'intoxication par phycotoxine paralysante (IPP) sont produites par les dinoflagellés du genre *Alexandrium*. (Photo : Microthalassia Consultants Inc.)

Méthodes

Entre 1983 et 2013, on a compilé les données sur les variables environnementales et hydrographiques (caractéristiques physiques de l'océan) se rapportant au détroit de Baynes. Les niveaux correspondants d'intoxication par phycotoxine

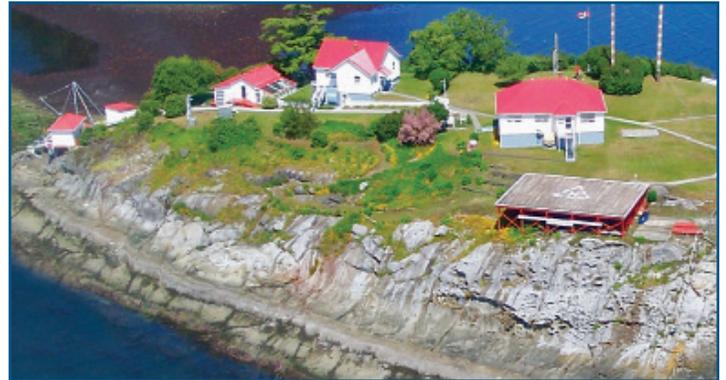


Figure 2. Vue aérienne du phare de l'île Chrome (détroit de Baynes, en Colombie-Britannique), où les mesures de salinité et de température de l'eau ont été recueillies pour le modèle prédictif d'intoxication par phycotoxine paralysante. (Photo : G. McLellan Jr.)

paralysante proviennent des bases de données fournies par Pêches et Océans Canada (1983 – 1997) et l'Agence canadienne d'inspection des aliments (1998 – 2013). Ces niveaux ont été analysés pour leur corrélation aux variables suivantes (consultez le tableau 1 pour des renseignements supplémentaires) : les précipitations, le débit fluvial, la salinité (figure 2), la température de l'eau, la température de l'air, les degrés-jours enregistrés, ainsi que les cycles de marée.

Tableau 1. Liste des sources de données environnementales et hydrographiques recueillies aux fins de tests de corrélation avec les niveaux d'intoxication par phycotoxine paralysante.

Variable	Source
Précipitations	Aéroport de Comox, station A
Débit fluvial	Rivière Puntledge, station n° 08HB006
Salinité	Phare de l'île Chrome
Température de l'air	Aéroport de Comox, station A
Température de l'eau	Phare de l'île Chrome
Degrés-jours enregistrés	Aéroport de Comox, station A
Cycles des marées	Cartes des marées de la Garde côtière canadienne



Conchyliculture sur radeaux à Metcalf Bay, en Colombie-Britannique. (Photo : R. Marshall)

Comme les conditions environnementales et hydrologiques prolongées peuvent avoir une influence sur l'occurrence des intoxications par phycotoxine paralysante, les facteurs ont été examinés de façon cumulative sur des périodes allant d'une journée à 30 jours. En outre, il peut s'écouler plusieurs jours ou semaines avant que survienne la prolifération d'algues après un événement environnemental déclencheur tel un changement dans la température ou une forte pluie. Par conséquent, ce délai a été analysé en modifiant les données environnementales et hydrologiques de 0 à 12 jours par rapport aux taux d'intoxication par phycotoxine paralysante. Ainsi, le niveau d'intoxication a été mis en corrélation avec les précipitations totales le jour de l'échantillonnage, la veille de l'échantillonnage, deux jours avant l'échantillonnage, etc. Les analyses ont été limitées aux mois de mai à septembre, lorsque les températures de l'eau étaient suffisamment élevées pour permettre la prolifération du phytoplancton à l'origine de l'intoxication par phycotoxine paralysante.

Analyse du modèle

Les relations entre les divers facteurs et la contamination par des phycotoxines paralysantes ont été établies au moyen de matrices de corrélation (Pearson et Spearman). D'étroites corrélations ont été identifiées pour certains facteurs ($>0,20$) et un modèle prédictif complet a été déterminé statistiquement par l'utilisation de régressions multiples. On a comparé les valeurs prévues, par rapport aux valeurs réelles, pour l'ensemble des points de données (1983 – 2013) afin de cerner les prédictions erronées (positives ou négatives).

Résultats et discussion

Variables significatives

Les facteurs les plus importants, en ce qui concerne la prédiction des taux d'intoxication par phycotoxine paralysante, étaient : le moment de l'année, la salinité et la pluviosité (tableau 2). Même durant les périodes de l'année où le risque était élevé (température de l'eau plus élevée), la faible salinité n'était pas suffisante à elle seule pour déclencher des niveaux élevés d'intoxication par phycotoxine paralysante dans le détroit de Baynes.

On a établi que les fortes pluies au cours des quatre jours précédant l'échantillonnage, suivies d'une journée de pluie légère, avaient entraîné les niveaux de risque les plus élevés. Plus précisément, on a constaté une corrélation entre la quantité mesurable de pluie tombée dans les trois ou quatre jours précédant l'échantillonnage et les taux d'IPP. Ces résultats ont donc démontré que l'intoxication par phycotoxine paralysante augmentait lorsque la moyenne des précipitations observée au cours des trois ou quatre jours précédant l'échantillonnage était élevée. Cependant, les niveaux d'intoxication par phycotoxine paralysante diminuaient lorsque les précipitations totales le troisième jour précédant l'échantillonnage étaient élevées.

Précision du modèle

Les prédictions du modèle se sont avérées exactes à 97 %, affichant seulement 2 % de faux positifs (c.-à-d., qu'elles prédisaient un événement d'IPP alors que les niveaux réels étaient bas) et 1 % de faux négatifs (c.-à-d., qu'elles ne prédisaient pas d'événement d'IPP alors que les niveaux réels étaient élevés).

Tableau 2.

Modèle prédictif et coefficient de régression pour les niveaux d'intoxication par phycotoxine paralysante dans le détroit de Baynes, en Colombie-Britannique.

Modèle	
$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \sum \beta_i x_i + \epsilon$	
Variable indépendante	Coefficient de régression
β_0 = Ordonnée à l'origine	464.13
X_1 = Pluie cumulative sur 25 jours	0.0127
X_2 = Salinité	-12.66
X_3 = Pluie moyenne sur 2 jours (3 jours avant l'échantillonnage)	11.61
X_4 = Total des précipitations 3 jours avant l'échantillonnage	-7.87
X_5 = Débit moyen de la rivière sur 5 jours	-0.54
$X_i = i$ = Semaine de l'année. Semaine d'échantillonnage = 0, sinon une valeur de 1 est attribuée.	Semaine 1: 3.9, 2: 4.5, 3: 4.5, 4: 4.6, 5: 5.3, 6: 6.74, 7: 6.5, 8: 10.5, 9: -20.4, 10: -30.9; 11: -58.3, 12: 6.2, 13: 8.3, 14: 7.3, 15: -3.5, 16: 2.3, 17: 1.5, 18: 2.5, 19: -4.8, 20: -1.6, 21: -9.1
Valeurs statistiques: $\alpha = 0.05$, $R^2 = 0.91$, $\text{Adj } R^2 = 0.87$, Coefficient de variation = 0.83, Écart quadratique moyen = 37.5	

Recherches futures

Le modèle pourrait être perfectionné davantage en y intégrant la vitesse du vent et l'intensité du soleil (indice UV), ainsi que les données se rapportant aux zones adjacentes au détroit de Baynes. Sur le plan de la gestion, cela serait très utile, car cela permettrait de modéliser des scénarios et d'émettre des prédictions plus réalistes dans un environnement en constante évolution. L'approche utilisée dans ces recherches peut être appliquée à d'autres zones de production de mollusques en Colombie-Britannique et dans les provinces de l'Atlantique, ainsi qu'à d'autres risques associés aux mollusques (p. ex., *Vibrio parahaemolyticus* et *Escherichia coli*).

Conclusion

Les essais préliminaires de ce modèle dans la région du détroit de Baynes s'annoncent prometteurs. Le modèle ne remplace pas la surveillance directe des toxines paralysantes des mollusques, mais procure un outil permettant de déterminer, en temps réel, les périodes de risque accru pour la culture de mollusques. Cet outil pourrait contribuer à faciliter la prise de décision en matière de récolte pour ce qui est des périodes et régions plus à risque.

Ce projet (P-13-02-002) du PCRDA a été réalisé dans le cadre d'une collaboration entre le MPO et Mac's Oysters Ltd. Les scientifiques responsables de ce projet étaient Rob Marshall, Ph. D. (Mac's Oysters Ltd.) et Anya Dunham, Ph. D. (MPO). Anya Dunham peut être jointe à l'adresse suivante : Anya.Dunham@dfo-mpo.gc.ca.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur cette étude et d'autres projets du PCRDA, veuillez visiter <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/rp-pr/acrdp-pcrda/index-fra.html>

Publié par :
Direction générale des sciences de l'aquaculture, de la biotechnologie et santé des animaux aquatiques
Pêches et Océans Canada.
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

©Sa Majesté la reine du chef du Canada, 2017.

MPO/2017-1991
N° de cat. : Fs48-2/23-2017F-PDF
ISSN : 1919-6849 (imprimé)
ISSN : 1919-6857 (en ligne)
ISBN : 978-0-660-23192-1

Se procurer la version anglaise ou d'autres formats à l'adresse suivante : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/acrdp-pcrda/fsheet-technique/index-eng.html>