



# AVIS SCIENTIFIQUE SUR LES PROLIFÉRATIONS D'ALGUES NUISIBLES DANS LES ÉCOSYSTÈMES MARINS DU CANADA : ÉTAT ACTUEL, EFFETS ET CONSÉQUENCES, ET LACUNES DANS LES CONNAISSANCES



Figure 1A. Prolifération d'algues nuisibles dans l'estuaire du Saint-Laurent ayant provoqué une mortalité massive de mammifères marins, de poissons et d'oiseaux de mer en 2008.

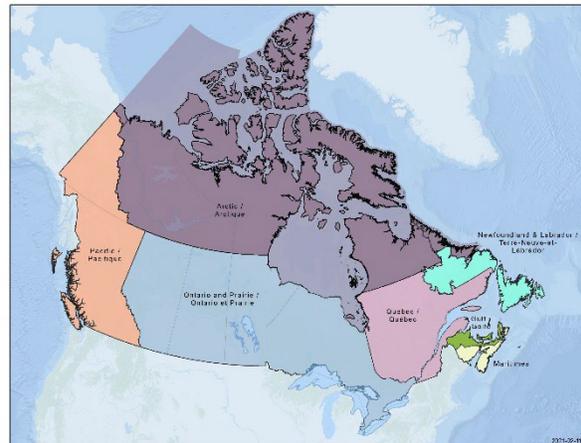


Figure 1B. Régions administratives de Pêches et Océans Canada

## CONTEXTE

L'une des principales responsabilités de Pêches et Océans Canada (MPO) est d'assurer la santé et la productivité des écosystèmes marins en les protégeant des effets négatifs des agents de stress. Les algues nuisibles sont considérées comme d'importants agents de stress pour les écosystèmes, en particulier lorsque les efflorescences sont très abondantes, bien que certaines espèces soient nuisibles même lorsqu'elles sont peu abondantes. L'étendue et les effets des proliférations d'algues nuisibles (PAN) n'ont pas été systématiquement étudiés ces dernières années dans les eaux marines canadiennes, et sont particulièrement mal connus dans la région arctique.

Le Programme sur les agents de stress écosystémiques, lequel relève du Secteur des sciences des écosystèmes et des océans du MPO, a demandé des avis scientifiques sur la portée nationale des PAN et leurs effets dans les eaux marines canadiennes. Les objectifs du présent avis sont les suivants : (1) examiner les PAN et leurs effets dans les eaux marines canadiennes de l'Atlantique, de l'Arctique et du Pacifique, en mettant l'accent sur les tendances des 30 dernières années (1987 à 2017); (2) déterminer les domaines ou les enjeux particulièrement préoccupants ou émergents en ce qui concerne les effets et les conséquences sur les écosystèmes marins canadiens et la façon dont ils peuvent avoir une incidence sur les principales responsabilités du MPO; (3) cerner les principales lacunes en matière de

connaissances qui limitent la capacité du MPO à évaluer ou à éclairer les décisions de gestion concernant les effets et les conséquences de ces PAN; et (4) recommander des mesures pour combler ces lacunes en matière de connaissances.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs du 12 au 14 mars 2019 sur les Proliférations d'algues nuisibles dans les écosystèmes marins du Canada : état actuel, effets et conséquences, et lacunes dans les connaissances. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#) (MPO).

## SOMMAIRE

- Les algues nuisibles (AN) sont des espèces de phytoplancton et, dans une moindre mesure, des espèces d'algues sympagiques, susceptibles de nuire aux organismes, aux réseaux alimentaires, aux écosystèmes et à la santé humaine par la production de phycotoxines, l'action mécanique ou l'hypoxie. C'est pourquoi les proliférations d'algues nuisibles (PAN) sont devenues un agent de stress important pour les écosystèmes marins.
- Les espèces d'AN, les phycotoxines et les PAN dans les trois océans du Canada ont été examinées sur la base de rapports canadiens publiés et non publiés. Une série chronologique de 30 ans de 593 dossiers canadiens (1987 à 2017) provenant de la Harmful Algal Event Database (HAEDAT) a été analysée pour les côtes de l'Atlantique et du Pacifique, et cette analyse a révélé que les PAN récurrentes étaient très répandues. Il n'existe aucun dossier de l'HAEDAT pour l'Arctique.
- À ce jour, 70 espèces d'AN (dont 45 dans l'Arctique), connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci sur les côtes du Canada ou ailleurs, ont été signalées dans les eaux canadiennes.
- Un modèle conceptuel de nœud papillon a été élaboré pour servir de cadre afin de relier les causes aux résultats des PAN. Il intègre trois agents naturels et cinq pressions anthropiques émergentes qui influencent l'occurrence des PAN dans les eaux marines canadiennes, et il a été appliqué pour cerner les lacunes dans les connaissances nationales et régionales qui pourraient limiter la capacité de Pêches et Océans Canada (MPO) à gérer les conséquences des PAN, en particulier celles qui sont liées au mandat du MPO.
- À l'échelle nationale, les principales lacunes en matière de connaissances comprennent une surveillance limitée des AN et une compréhension limitée des effets des pressions anthropiques émergentes particulières qui entraînent des changements dans les espèces d'AN, les phycotoxines et la toxicité des efflorescences. Ces lacunes dans les connaissances empêchent l'élaboration de modèles prédictifs utiles des PAN, ce qui nuit à notre capacité de prévision et d'anticipation ainsi qu'à l'élaboration de stratégies d'atténuation et de prévention.
- Les renseignements concernant le rôle des changements climatiques sur les PAN, y compris les phénomènes extrêmes et l'acidification des océans, ont été définis comme une lacune importante dans les connaissances au Canada. Des lacunes fondamentales existent dans la région arctique, où l'on manque de données de base sur la présence d'AN et de phycotoxines, ainsi que sur leurs effets sur les espèces et les écosystèmes.
- Il est essentiel de comprendre les effets (y compris sublétaux et cumulatifs) des AN et des phycotoxines sur la croissance, la physiologie, la reproduction et le comportement du biote marin pour évaluer les effets sur les réseaux alimentaires, les écosystèmes et la santé humaine, ainsi que les conséquences pour les espèces en péril, les mammifères marins,

l'aquaculture, la santé des pêcheries et des populations de poissons, la santé des écosystèmes, la sécurité et la sûreté alimentaires.

- La surveillance du phytoplancton et des phycotoxines doit se poursuivre et être élargie en élaborant de nouvelles méthodes et en utilisant les capacités et les partenariats nouveaux et existants. C'est particulièrement important pour les régions où l'on manque de données, notamment l'Arctique.

## **RENSEIGNEMENTS DE BASE**

L'une des principales responsabilités du MPO est d'assurer la santé et la productivité des écosystèmes marins en les protégeant des effets négatifs causés par l'humain, les espèces envahissantes et d'autres agents de stress. Les AN sont des espèces de phytoplancton et, dans une moindre mesure, des espèces d'algues sympagiques; c'est-à-dire, associées à la glace de mer, susceptibles de nuire aux organismes, aux réseaux alimentaires, aux écosystèmes et à la santé humaine. Les PAN, souvent appelés « marées rouges », peuvent se produire lorsque les AN atteignent de fortes concentrations dans les efflorescences, bien que de nombreuses espèces puissent également causer des dommages à des niveaux relativement faibles. Les mécanismes de nuisance comprennent la production de phycotoxines, l'action mécanique ou l'hypoxie. En raison de leur grande importance écologique en tant que menaces pour la structure et la fonction de l'écosystème, les AN des eaux canadiennes ont été désignées comme des espèces d'importance écologique et biologique. Les responsabilités du MPO susceptibles d'être touchées par les PAN comprennent les espèces en péril, les mammifères marins, l'aquaculture, la santé des pêcheries et des populations de poissons, la santé des écosystèmes, ainsi que la salubrité et la sécurité alimentaires. Les PAN sont apparues comme d'importants agents de stress pour les pêcheries et les écosystèmes marins, et elles sont répertoriées par le Programme sur les agents de stress écosystémiques du MPO comme un agent de stress prioritaire des écosystèmes pour lequel des études plus approfondies dans les eaux marines canadiennes sont nécessaires. Au même moment, il y a eu une augmentation des activités maritimes côtières, notamment le trafic maritime commercial et de plaisance et le développement côtier lié à l'aquaculture, au pétrole et au gaz, au tourisme et à d'autres industries. L'écosystème marin de l'Arctique, où l'augmentation du trafic maritime et les changements climatiques pourraient influencer sur la prévalence des AN et la probabilité des PAN, est particulièrement préoccupant. L'étendue et les effets des PAN dans les eaux marines canadiennes n'ont pas été systématiquement étudiés ces dernières années et sont mal connus dans l'Arctique. La plupart des rapports au niveau de l'écosystème ont été réalisés accessoirement à d'autres études, ce qui se traduit par une compréhension incomplète des causes, des effets et des conséquences.

Le Programme sur les agents de stress écosystémiques, lequel relève du Secteur des sciences des écosystèmes et des océans du MPO, a demandé des avis scientifiques sur la portée nationale des effets des AN et de leurs répercussions dans les eaux marines canadiennes, y compris le repérage des lacunes en matière de connaissances et des domaines ou enjeux particulièrement préoccupants pour les écosystèmes marins canadiens. Les objectifs du présent avis sont les suivants : (1) examiner les PAN et leurs effets dans les eaux marines canadiennes de l'Atlantique, de l'Arctique et du Pacifique, sur une période de 30 ans, soit de 1987 à 2017; (2) déterminer les domaines d'enjeux particulièrement préoccupants ou émergents en ce qui concerne les effets et les conséquences sur les écosystèmes marins canadiens et la façon dont ils peuvent influencer sur les principales responsabilités du MPO; (3) cerner les principales lacunes en matière de connaissances qui limitent la capacité du MPO à évaluer ou à éclairer les décisions de gestion concernant les effets et les conséquences de ces

PAN; et (4) recommander des mesures pour combler ces lacunes en matière de connaissances.

## ANALYSE

### Algues nuisibles et proliférations des algues nuisibles dans les eaux marines canadiennes

Les PAN et leurs effets dans les eaux marines canadiennes de l'Atlantique, de l'Arctique et du Pacifique ont été examinés. Les données sur les espèces d'AN, les phycotoxines et les PAN dans les trois océans du Canada ont été obtenues à partir de données et de rapports publiés et non publiés. Un examen approfondi des AN et des phycotoxines marines préoccupantes pour le Canada a été présenté lors de la réunion et publié ultérieurement (Bates *et al.* 2020). Une série chronologique de 30 ans de dossiers provenant de la base de données HAEDAT (de l'anglais *Harmful Algae Event Database*) de la Commission océanographique intergouvernementale, du Conseil international pour l'exploration de la mer et de l'Organisation des sciences de la mer pour le Pacifique Nord (COI, CIEM et PICES), qui comprend des données sur les AN (observations d'espèces liées aux PAN ou à la concentration de phycotoxines, lorsqu'elles sont disponibles), des mesures de gestion (fermetures de zones conchylicoles), des mortalités massives ou des phénomènes extrêmes, a été analysée pour les côtes de l'Atlantique et du Pacifique. Cette étude sur les séries chronologiques a été présentée lors de la réunion et publiée ultérieurement dans le cadre de la contribution du Canada au rapport mondial sur l'état des PAN (McKenzie *et al.* 2021). Il n'existe pas de dossier de la HAEDAT pour l'Arctique, car il n'y a jamais eu de programme de surveillance des phycotoxines ou des AN dans cette région.

Les phycotoxines suivantes ont été prises en compte :

1. Phycotoxine amnésique (PA) : acide domoïque (AD), responsable de l'intoxication par phycotoxine amnésique (ASP), produit par 28 des 58 espèces de diatomées du genre *Pseudo-nitzschia*.
2. Phycotoxine paralysante (PP) : toxines du groupe des acides okadaïques (AO), responsables de l'intoxication par phycotoxine paralysante (IPP), produites par certains dinoflagellés du genre *Alexandrium*.
3. Phycotoxine diarrhéique (PD) : toxines du groupe des acides okadaïques (AD), responsables de l'intoxication par phycotoxine diarrhéique (IDM), produites par certains dinoflagellés des genres *Dinophysis* et *Prorocentrum*.

Toutes les données canadiennes relatives aux proliférations (593 dossiers) ont été extraites de la base de données HAEDAT et résumées afin d'examiner la répartition spatiale et temporelle des PAN. Comme les dossiers de la base de données HAEDAT sont principalement basés sur des fermetures de zones de récolte causées par des niveaux de phycotoxines dépassant les normes réglementées pour la PA, la PP et la PD dans les populations de mollusques surveillées, et sur des cas signalés de mortalité massive attribuée aux AN, ils ne représentent pas nécessairement toutes les PAN. Dans le cadre d'un rapport complet sur trois décennies de PAN au Canada (McKenzie *et al.* 2021A), on a utilisé la base de données HAEDAT pour évaluer l'état et les tendances.

À ce jour, 70 espèces d'AN pélagiques et sympagiques (associées à la glace de mer) ont été signalées dans les eaux canadiennes. Sur les côtes canadiennes de l'Atlantique et du Pacifique, 27 AN sont connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci; les 43 autres espèces sont connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci en dehors du Canada ou pour produire des phycotoxines en laboratoire. Dans l'Arctique, parmi les

45 espèces d'AN pélagiques et sympagiques signalées, 16 sont connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci sur les côtes de l'Atlantique ou du Pacifique du Canada, et les 29 autres espèces sont connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci à l'extérieur du Canada ou en laboratoire. Voir McKenzie *et al.* (2021, 2024) pour des tableaux énumérant ces espèces et leur emplacement au Canada, ainsi que pour une description de leur mécanisme d'impact.

Un examen des dossiers canadiens de la base de données HAEDAT de 1987 à 2017, ainsi que d'autres données et publications canadiennes, a montré que les PAN récurrentes ont été largement répandues sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique (figures 2 et 3). Sur la côte atlantique, des proliférations de PP se produisent chaque année dans la baie de Fundy et dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Des événements pluriannuels se sont produits sur le reste de la côte (figure 2A). Les PAN causées par la PP et la PD ont été couramment signalées dans toutes les provinces de l'Atlantique (figure 2B, C). Plusieurs mortalités d'espèces marines causées par les AN ont été signalées dans les eaux côtières de l'Atlantique, notamment des espèces marines sauvages tuées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (2008) et des mortalités de saumons d'élevage en Nouvelle-Écosse (2000) et au Nouveau-Brunswick (2003, 2004) (figure 2D) (McKenzie *et al.* 2024). Des proliférations de PP se sont produites chaque année le long de la côte pacifique, y compris des proliférations pluriannuelles dans le détroit de Georgia (figure 3A). Depuis 1992, des PAN causées par la PA sont survenues dans tout le détroit de Georgia, sur la côte ouest de l'île de Vancouver, sur la côte nord et à Haida Gwaii. Des proliférations de PD ont été couramment signalées le long de la côte pacifique depuis 2011 (figure 3B, C). La mortalité des espèces marines causée par les AN est un phénomène annuel dans la région du Pacifique qui a des répercussions sur le saumon d'élevage, et elle est causée par plusieurs espèces différentes d'AN (figure 3D) (McKenzie *et al.* 2024).

Les données de la base de données HAEDAT ne sont pas disponibles pour l'Arctique canadien et aucune PAN n'y a encore été signalée. Dans les eaux adjacentes à l'Arctique canadien, la PP a été détectée chez des mammifères marins (baleines, phoques, lions de mer, morses et loutres de mer) échantillonnés le long de la côte de l'Alaska et de la pointe orientale de la Russie. Des efflorescences de *Pseudo-nitzschia* ont également été signalées dans les mers de l'Extrême-Orient russe et la présence de faibles niveaux de PA ( $0,3 \mu\text{g DA g}^{-1}$  de tissu) dans les pétoncles a été détectée lors d'une efflorescence de *P. seriata* dans la mer de Beaufort, ce qui semble indiquer que les PAN peuvent également se produire dans l'Arctique canadien.

Des renseignements complémentaires à ce résumé de la base de données HAEDAT pour les côtes canadiennes de l'Atlantique et du Pacifique, ainsi qu'un résumé des AN pour l'Arctique, comprenant des comparaisons décennales détaillées, sont fournis par McKenzie *et al.* (2021, 2024). Les cartes régionales (figures 4 et 5) donnent une image plus complète de la nature étendue des PAN, comme le montrent l'emplacement des efflorescences et la détection des phycotoxines réglementées et non réglementées.

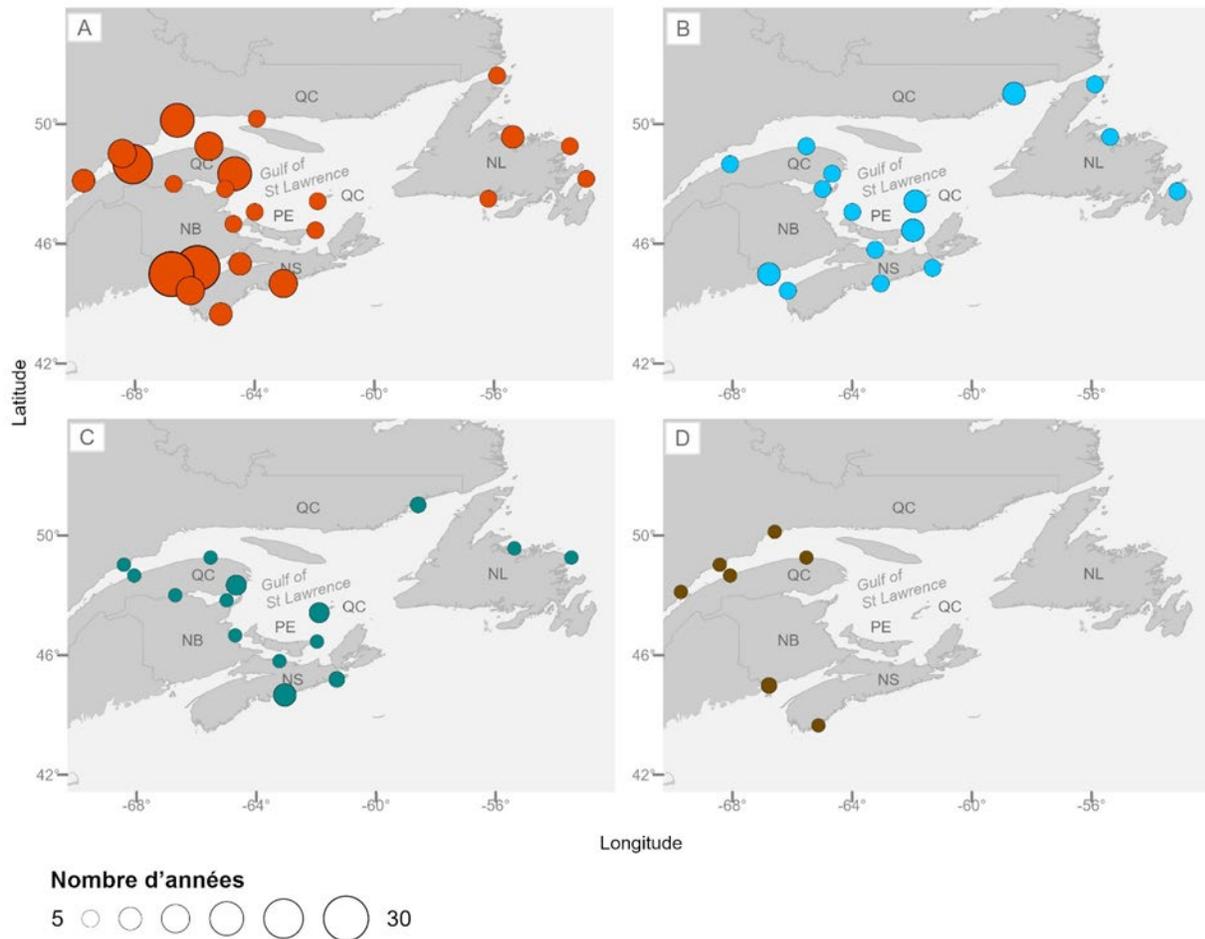


Figure 2. Côte Atlantique. Rapports de la base de données HAEDAT montrant la répartition des proliférations (A) PP (rouge), (B) PA (bleu), (C) PD (vert), et (D) des mortalités massives d'espèces marines (marron), et l'étendue de la réapparition (taille du cercle), pour 30 années de rapports de données (1987 à 2017). Les cercles sont associés à chaque zone de code de grille de la base de données HAEDAT et ne correspondent pas à l'emplacement exact des événements. NB : Nouveau-Brunswick, NL : Terre-Neuve, NS : Nouvelle-Écosse, PE : Île-du-Prince-Édouard, QC : Québec.



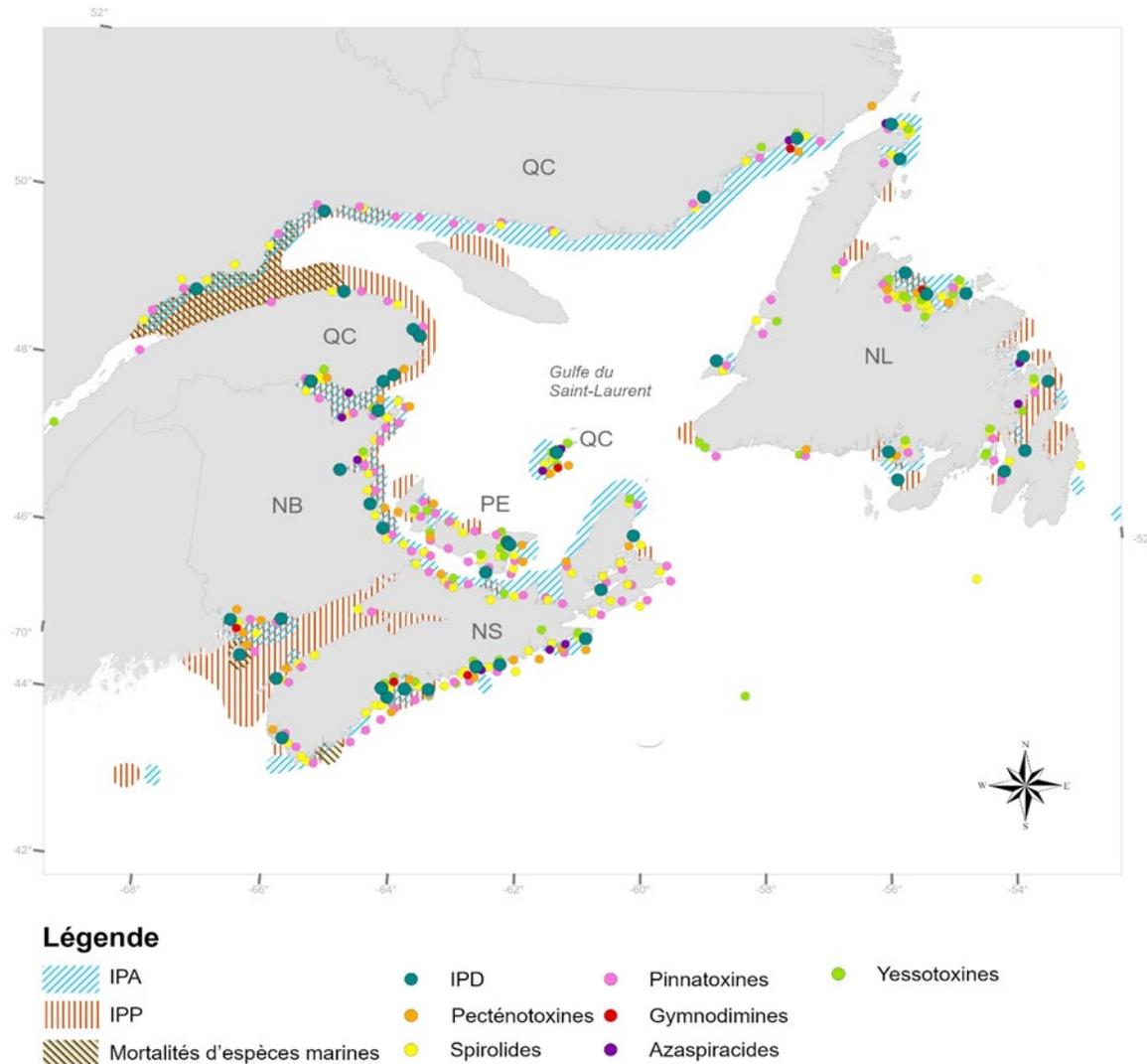


Figure 4. Résumé des détections de toxines d'AN de l'Atlantique. Cette carte indique les emplacements des phycotoxines émergentes d'intérêt mondial : pecténotoxines, spirolides, pinnatoxines, gymnodimines, azaspiracides et yessotoxines. NL : Terre-Neuve-et-Labrador, NS : Nouvelle-Écosse, NB : Nouveau-Brunswick, PE : Île-du-Prince-Édouard, QC : Québec. (McKenzie et al. 2024).

### Résumé de la côte canadienne du Pacifique

La côte pacifique (figure 5) a également connu des événements variés et récurrents dans la région (voir Bates et al. 2020; McKenzie et al. 2024), ce qui, comme dans la région atlantique, met en évidence la mesure dans laquelle des événements futurs pourraient se produire. Des phycotoxines ont été signalées le long de presque toutes les parties de la côte de la Colombie-Britannique, bien que certaines zones éloignées au large de l'île de Vancouver et au nord du continent, ainsi que les eaux du large, soient rarement, voire jamais, échantillonnées. Au moins 53 espèces d'AN ont été détectées sur la côte pacifique, dont 19 sont connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci au Canada. Les autres phycotoxines émergentes (figure 5) comprennent les yessotoxines, les azaspiracides, les spirolides, les pinnatoxines, les

gymnodimines et les pecténotoxines, ces dernières étant les seules à faire l'objet d'une limite réglementaire au Canada. (McKenzie *et al.* 2024).

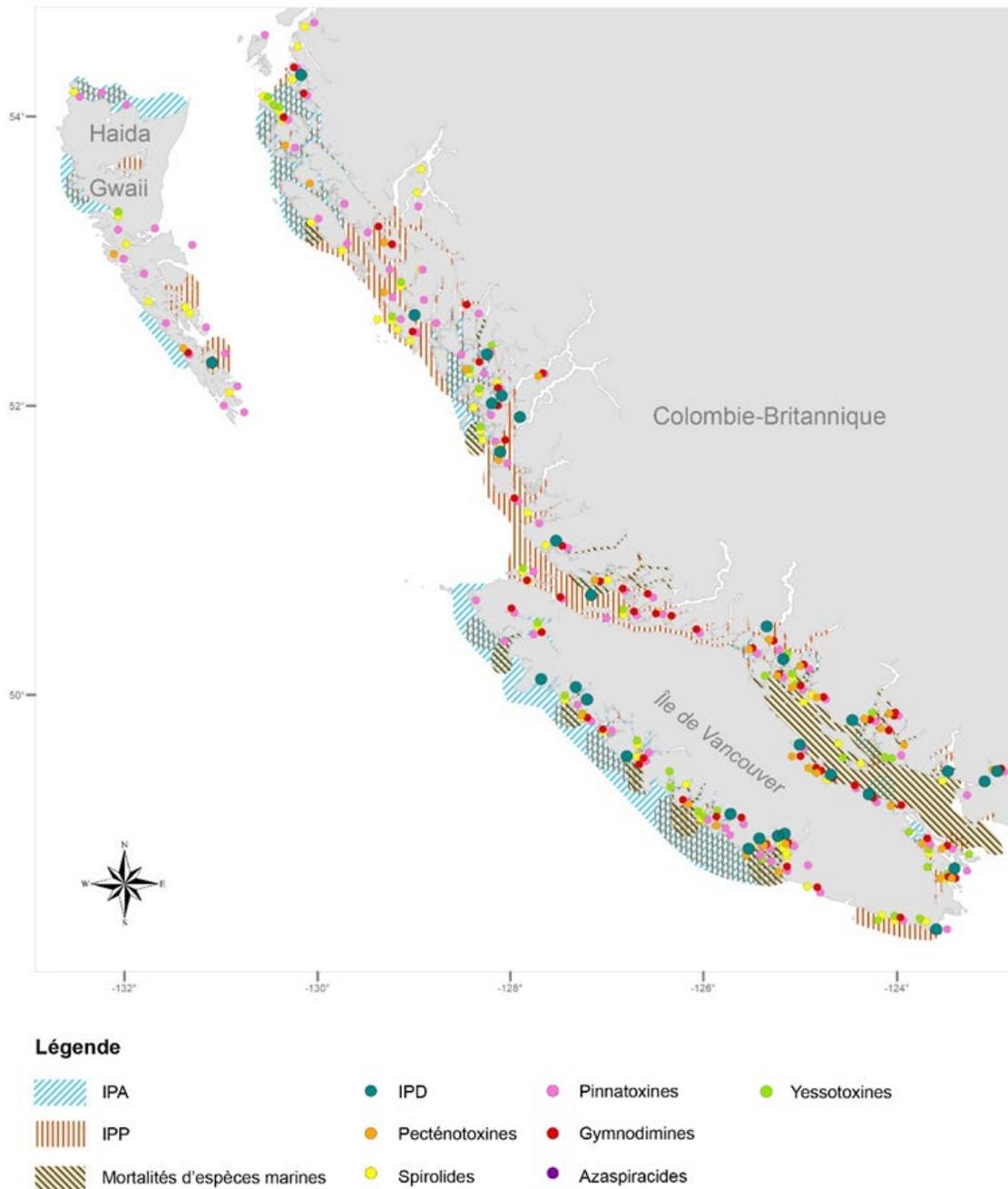
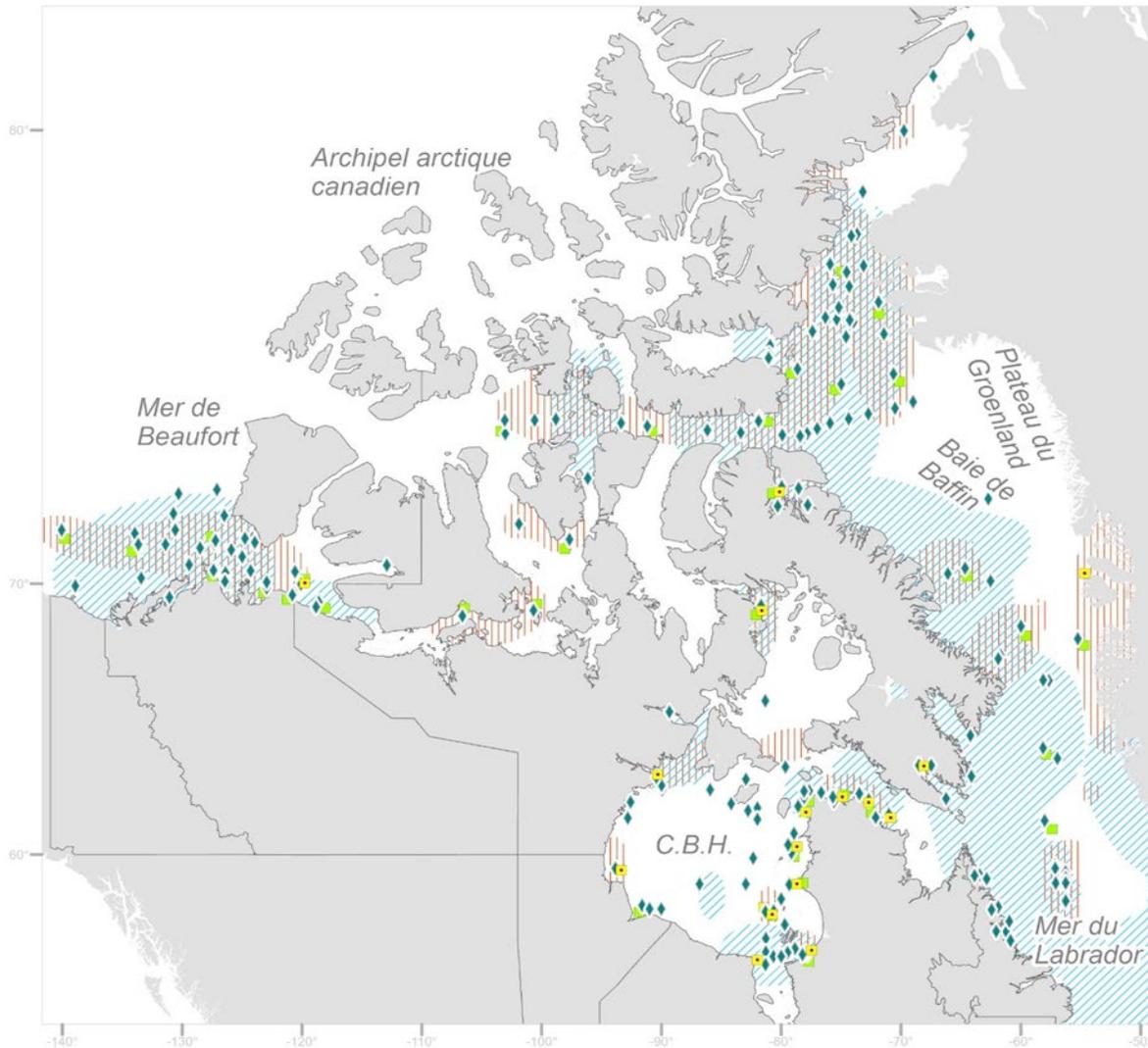


Figure 5. Résumé des détections de toxines d'AN du Pacifique. Cette carte indique également les emplacements des phycotoxines émergentes d'intérêt mondial : pecténotoxines, spirolides, pinnatoxines, gymnodimines, azaspiracides et yessotoxines. BC : Colombie-Britannique. McKenzie *et al.* 2024.

### Résumé de la côte arctique canadienne

Quarante-cinq (45) espèces d'algues nuisibles pélagiques et sympagiques (associées à la glace de mer) ont été recensées dans l'ensemble des régions arctiques et subarctiques du Canada, y compris les sites du complexe de la baie d'Hudson (baie d'Hudson, détroit d'Hudson et bassin Foxe); de l'est de l'Arctique (du sud du détroit de Davis au nord de la baie de Baffin et du détroit de Nares); de l'ouest de l'Arctique (mer de Beaufort); de l'archipel canadien, y compris le golfe d'Amundsen et la baie Franklin; et du bassin Canada (figure 6). Parmi celles-ci, 16 espèces sont connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci sur les côtes de l'Atlantique ou du Pacifique du Canada. Les 29 autres espèces sont connues pour avoir causé des PAN ou être associées à celles-ci en dehors du Canada ou en laboratoire. Les données sur la répartition des espèces ont été compilées à partir d'une revue de la littérature et de divers ensembles de données non publiées afin de relever les espèces de phytoplancton et de glace de mer possiblement toxiques ou nocives présentes dans l'Arctique canadien (voir Bates *et al.* 2020; McKenzie *et al.* 2021, 2024).



### Légende

- Pseudo-nitzschia* spp.
- Alexandrium catenella*
- Alexandrium ostenfeldii*
- Dinophysis* spp. / *Phalacroma rotundatum* / *Prorocentrum lima*
- Gonyaulax spinifera* / *Lingulodinium polyedra* / *Protoceratium reticulatum*

Figure 6. Espèces d'AN possiblement présentes dans l'Arctique et connues pour produire des PA, PP et PD ailleurs dans le monde. D'autres producteurs possibles de phycotoxines sont également inclus : *Gonyaulax spinifera*, *Lingulodinium polyedra* (pour les yessotoxines), *Alexandrium ostenfeldii* (pour les spirolides). McKenzie et al. 2024.

## Agents, pressions, effets et conséquences des PAN

Un modèle conceptuel de nœud papillon a été élaboré comme cadre pour guider la détermination des domaines ou des enjeux particulièrement préoccupants ou émergents en ce qui concerne les effets et les conséquences des PAN sur les écosystèmes marins canadiens et la manière dont ils peuvent influencer sur les responsabilités fondamentales du MPO. Le modèle a été appliqué pour cerner les principales lacunes dans les connaissances qui pourraient limiter la capacité du MPO à évaluer ou à éclairer les décisions de gestion concernant les effets et les conséquences de ces PAN.

### Le modèle conceptuel du nœud papillon

Le modèle conceptuel du nœud papillon (figure 7) relie les causes aux résultats des PAN. Le modèle a été appliqué lors de l'atelier du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS), au cours duquel les participants ont relevé les principales lacunes nationales et régionales en matière de connaissances susceptibles de limiter la capacité du MPO à gérer les conséquences des PAN particulièrement liées à son mandat.

L'analyse de type nœud papillon est un outil d'évaluation et de gestion des risques qui peut être utilisé dans un contexte de gestion des écosystèmes. Il s'agit d'une approche structurée qui organise des données provenant de diverses sources afin de déterminer les lacunes en matière de connaissances ou de gestion et de hiérarchiser les mesures de gestion des risques. Dans sa forme la plus simple, comme celle utilisée dans le présent document, un modèle de nœud papillon est une manière simple et schématique de décrire et d'analyser le cheminement d'un risque, des dangers aux résultats et à l'examen des contrôles. Au centre de ce modèle, le « nœud » du nœud papillon représente un événement indésirable, le PAN. Les « mécanismes d'effet » possibles (phycotoxines, dommages mécaniques et hypoxie) entourant les PAN sont susceptibles d'entraîner l'événement.

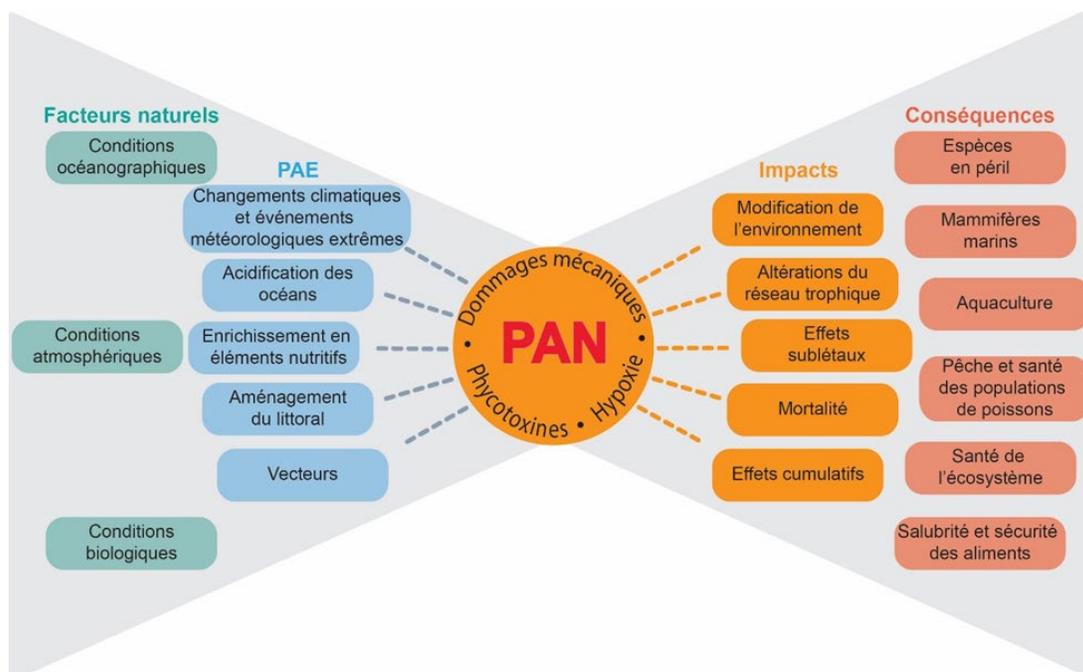


Figure 7. Modèle conceptuel de nœud papillon montrant les causes (agents naturels et pressions anthropiques émergentes [PAE]), à gauche, qui peuvent conduire à des proliférations d'algues nuisibles (PAN). Les résultats (effets et conséquences) d'une PAN sont présentés à droite.

Le cadre conceptuel du modèle de nœud papillon intègre trois facteurs naturels (conditions océanographiques, atmosphériques et biologiques) ainsi que cinq pressions anthropiques émergentes (changement climatique et phénomènes extrêmes, acidification des océans, enrichissement en nutriments, développement côtier et vecteurs [d'introduction ou de propagation]) qui influencent l'occurrence de PAN dans les eaux marines canadiennes. Il a été démontré que ces PAN dans les eaux marines canadiennes entraînent des effets ou des effets possibles (modification de l'environnement, altération du réseau alimentaire, effets sublétaux, mortalité et effets cumulatifs) ainsi que des conséquences relevant des responsabilités du MPO (espèces en péril, mammifères marins, aquaculture, santé des pêcheries et des populations de poissons, santé de l'écosystème, salubrité et sécurité alimentaires). Les mécanismes de ces effets comprennent les phycotoxines, les dommages mécaniques et l'hypoxie.

### **Lacunes dans les connaissances générales**

On connaît mal les facteurs qui contrôlent la dynamique de croissance du phytoplancton, en particulier les conditions environnementales qui déclenchent la formation d'efflorescences d'AN, et ce qui contrôle l'ampleur et la persistance de cette efflorescence. En outre, la capacité à détecter précisément et rapidement les AN au Canada est limitée. Les méthodes traditionnelles d'identification des AN et des phycotoxines sont plus largement disponibles sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique, mais l'Arctique présente encore une lacune importante. De nouvelles méthodes de détection et de surveillance des AN dans les eaux marines canadiennes sont disponibles et pourraient améliorer les programmes de détection précoce et de surveillance dans chacun des trois océans du Canada.

On manque de connaissances pour élaborer des modèles prédictifs des PAN, notamment en ce qui concerne le taux de croissance des PAN dans leur environnement naturel (à la fois aujourd'hui et dans les scénarios climatiques futurs), leur réaction aux processus physiques et le lien entre la germination des kystes et les efflorescences. L'effet des changements climatiques et de l'acidification des océans sur les AN est une question émergente dans le monde entier, y compris dans les eaux canadiennes, où l'on prévoit que les températures (et d'autres conditions) changeront plus rapidement aux latitudes plus élevées que la moyenne mondiale (McKenzie *et al.* 2024). En outre, on connaît mal les conditions environnementales qui déclenchent la production et la libération de phycotoxines, la manière dont elles persistent et s'accumulent éventuellement dans les sédiments, ainsi que leur effet sur les organismes, les réseaux alimentaires et les écosystèmes. Une meilleure compréhension de l'effet des facteurs particuliers est nécessaire pour prévoir les incidences possibles des changements climatiques, pour améliorer notre capacité de prévision et d'anticipation ainsi que pour développer des mesures d'atténuation et des stratégies de prévention.

### **Lacunes dans les connaissances régionales**

Au Canada, les espèces et les effets des AN varient d'une région à l'autre, de sorte que les lacunes en matière de connaissances et les priorités varient d'une région à l'autre. Par exemple, le rôle des changements climatiques et de l'acidification des océans sur les PAN récurrentes a été défini comme une lacune principale dans les connaissances pour les eaux de l'Atlantique, tandis que le rôle des phénomènes extrêmes en tant que moteur des PAN a été cerné à titre de question clé pour les eaux du Pacifique. Plusieurs lacunes dans les connaissances ont été relevées pour l'ensemble des eaux marines canadiennes, mais les principales lacunes se situent dans l'Arctique, où l'on manque de données sur la présence d'AN et de phycotoxines; sur l'étendue et la fréquence des PAN et sur les éventuels effets cumulatifs des phycotoxines dans le réseau alimentaire, y compris sur les espèces capturées.

## Recommandations pour combler les lacunes en matière de connaissances

1. Des recherches sont nécessaires pour combler les lacunes critiques dans les connaissances sur les AN et les pressions anthropiques émergentes qui sont à l'origine des PAN dans les eaux marines canadiennes (le côté gauche du modèle du nœud papillon – les facteurs de l'événement). Il s'agit notamment de la détection et de la répartition des AN, de l'intégration et du prolongement, le cas échéant, de la surveillance des phycotoxines, et d'une meilleure compréhension de la manière dont les pressions anthropiques émergentes modifient la dynamique des PAN (déclenchement et durée de l'efflorescence). Ces données soutiendront l'objectif général de modèles prédictifs plus précis des PAN afin de fournir un système d'alerte précoce à des fins de gestion.
2. Il est essentiel de connaître les espèces d'AN et les phycotoxines présentes afin de prévoir les dommages qui pourraient survenir, les PAN (le nœud central ou l'événement de risque dans le modèle du nœud papillon). Il convient de dresser une liste des ensembles de données à long terme existants et pertinents qui pourraient être exploités pour l'analyse des schémas et des tendances du phytoplancton dans le cadre de la PAN. Une communication accrue avec les partenaires et l'élaboration de procédures normalisées d'exploitation devraient faciliter le transfert de connaissances et de technologies, notamment en ce qui concerne l'établissement de liens entre les données relatives aux AN et aux phycotoxines.
3. Il est nécessaire de comprendre les effets des AN et des phycotoxines (y compris les effets sublétaux et cumulatifs) sur la croissance, la physiologie, la reproduction et le comportement du biote marin afin d'évaluer leur effet sur les réseaux alimentaires et les écosystèmes, ainsi que leurs conséquences sur les espèces en péril, les mammifères marins, l'aquaculture, la santé des pêcheries et des populations de poissons, la santé des écosystèmes et la salubrité et la sécurité alimentaires (le côté droit du modèle du nœud papillon – les effets et les conséquences de l'événement).
4. La surveillance du phytoplancton et des phycotoxines devrait se poursuivre et être étendue où elle s'effectue actuellement, et élargie à d'autres régions préoccupantes, au moyen des capacités et des partenariats existants et nouveaux. Cela est particulièrement important pour les régions où l'on manque de données, notamment l'Arctique. Outre les méthodes traditionnelles d'identification des AN et des phycotoxines, il convient d'envisager de nouvelles méthodes de détection et de surveillance des AN dans les eaux marines canadiennes. Les programmes de surveillance utilisant des méthodologies existantes peuvent contribuer à la vérification sur le terrain des nouvelles technologies.

## Sources d'incertitude

L'ensemble de données de la base de données HAEDAT a été créé en 1987. Il s'agit d'une ressource considérable qui résume une grande quantité de données, dont certaines ne sont plus accessibles. La base de données rend compte de certains changements régionaux et temporels à long terme dans la répartition des PAN. Il faut cependant reconnaître qu'elle a des limites et doit être traitée avec prudence. Par exemple, les données sont lacunaires, les rapports ne sont pas cohérents avant 2000 et la surveillance des phycotoxines par l'ACIA, qui est conçue pour protéger la santé humaine et non pour surveiller les PAN et en étudier les causes et les conséquences, en est tributaire.

Les modèles de nœud papillon élaborés ici sont destinés à servir de point de départ pour relier les facteurs de changement aux effets des PAN. Le niveau d'information varie pour chacun des trois océans du Canada et les prochaines versions bénéficieraient de l'avis d'experts autres que ceux qui ont participé à la réunion du SCAS. Un tel exercice pourrait réduire l'incertitude

concernant les relations clés, ce qui améliorerait les décisions en matière d'atténuation et de gestion.

## CONCLUSION ET AVIS

L'examen des PAN et de leurs effets dans les eaux marines canadiennes de l'Atlantique, de l'Arctique et du Pacifique au cours des 30 dernières années a permis de cerner des domaines et des enjeux qui suscitent de nouvelles préoccupations en ce qui concerne les effets et les conséquences sur les écosystèmes marins canadiens et la manière dont ils peuvent influencer sur les principales responsabilités du MPO. Les lacunes dans les connaissances nationales comprennent, notamment, une détection limitée des AN et des phycotoxines et une incertitude variable quant aux effets des pressions anthropiques émergentes particulières (changements climatiques, acidification des océans, enrichissement en nutriments, développement côtier et vecteurs des AN introduits) sur les conditions océanographiques, atmosphériques et biologiques qui entraînent des changements dans les espèces d'AN, les phycotoxines, le développement et la toxicité des efflorescences. Cela est particulièrement vrai pour l'Arctique, où l'on manque de données sur la présence d'AN et de phycotoxines, sur l'étendue et la fréquence des PAN, et sur les éventuels effets cumulatifs des phycotoxines dans le réseau alimentaire, y compris sur les espèces capturées. Ces lacunes dans les connaissances empêchent l'élaboration de modèles prédictifs utiles des PAN, ce qui nuit à notre capacité de prévision et d'anticipation ainsi qu'à l'élaboration de stratégies d'atténuation et de prévention.

La surveillance du phytoplancton et des phycotoxines, là où elle s'effectue actuellement, doit être poursuivie et élargie, au moyen des capacités et des partenariats nouveaux et existants. L'un des avantages d'un tel réseau de surveillance serait un système d'alerte précoce qui augmenterait la capacité de prédiction des AN en tant que facteurs de stress pour les écosystèmes, ce qui permettrait de prendre des mesures d'atténuation ou de prévention pour garantir des écosystèmes marins sains et productifs.

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Prénom	Affiliation
Cembella	Alan	Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Allemagne
Cowell	Simon	Agence canadienne d'inspection des aliments – Pacifique
Gordon	Elysha	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Gosselin	Michel	Université du Québec à Rimouski
Haigh	Nicky	Programme de surveillance des algues nuisibles, Pacifique
Hennekes	Melissa	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Howland	Kim	Secteurs des Sciences du MPO – Centre et Arctique
Johnson	Stewart	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Levasseur	Maurice	Université Laval
Locke	Andrea	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Longtin	Caroline	Secteur des Sciences du MPO – RCN
Lovejoy	Connie	Université Laval
Maillet	Gary	Secteur des Sciences du MPO – Terre-Neuve-et-Labrador

Nom	Prénom	Affiliation
Martin	Jennifer	Secteur des Sciences du MPO – Maritimes
McCarron	Pearce	Conseil national de recherches, Nouvelle-Écosse
McKenzie	Cynthia	Secteur des Sciences du MPO – Terre-Neuve-et-Labrador
Michaud	Sonia	Secteur des Sciences du MPO – Québec
Nemcek	Nina	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Ouellette	Marc	Secteur des Sciences du MPO – Golfe
Park	Ashley	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Peacock	Misty	Northwest Indigenous Council
Pearce	Chris	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Peña	Angela	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Perry	Ian	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Poulin	Michel	Musée canadien de la nature, Ottawa
Pucko	Monika	Secteurs des Sciences du MPO – Centre et Arctique
Pudota	Jay	MOWI Canada West
Rochon	André	Université du Québec à Rimouski
Ross	Andrew	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Scarratt	Michael	Secteur des Sciences du MPO – Québec
Shartau	Ryan	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Starr	Michel	Secteur des Sciences du MPO – Québec
Tabata	Amy	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Therriault	Tom	Secteur des Sciences du MPO – Pacifique
Trainer	Vera	National Oceanic and Atmospheric Administration
Wells	Terri	Secteur des Sciences du MPO – Terre-Neuve-et-Labrador

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Un examen approfondi des AN et des phycotoxines marines préoccupantes pour le Canada a été présenté lors de la réunion et publié ultérieurement (Bates *et al.* 2020). De même, la série chronologique de 30 ans de dossiers provenant de la base de données HAEDAT (de l'anglais *Harmful Algae Event Database*) de la Commission océanographique intergouvernementale, du Conseil international pour l'exploration de la mer et de l'Organisation des sciences de la mer pour le Pacifique Nord (COI, CIEM et PICES) a été analysée pour les côtes de l'Atlantique et du Pacifique. Cette étude sur les séries chronologiques a été présentée lors de la réunion et publiée ultérieurement dans le cadre de la contribution du Canada au rapport mondial sur l'état des PAN (McKenzie *et al.* 2021).

Bates, S. S., Beach, D. G., Comeau, L. A., Haigh, N., Lewis, N. I., Locke, A., Martin, J. L., McCarron, P., McKenzie, C. H., Michel, C., Miles, C. O., Poulin, M., Quilliam, M. A., Rourke, W. A., Scarratt, M. G., Starr, M., et T. Wells. 2021. [Marine harmful algal blooms and phycotoxins of concern to Canada](#). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3384 : 322 p.

McKenzie, C. H., Bates, S. S., Martin, J. L., Haigh, N., Howland, K., Lewis, N. I., Locke, A., Peña, A., Poulin, M., Rochon, A., Rourke, W. A., Scarratt, M. G., Starr, M., et T. Wells. 2021. [Three decades of Canadian marine harmful algal events: phytoplankton and phycotoxins of concern to human and ecosystem health](#). Harmful Algae 102: 101852.

McKenzie, C.H., Locke, A., Michaud, S., Peña, M.A., Bates, S.S., Martin, J.L., Poulin, M., Comeau, L., Devred, E., Haigh, N., Howland, K., Moore-Gibbons, C., Perry, R.I., Rochon, A., Scarratt, M.G., Starr, M., et Wells, T. 2025. [Proliférations d'algues nuisibles dans les écosystèmes marins canadiens : état actuel, effets, conséquences et lacunes dans les connaissances](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/090. v + 96 p.

## CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région de la capitale nationale  
Pêches et Océans Canada  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Courriel : [DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca](mailto:DFO.CSAS-SCAS.MPO@dfo-mpo.gc.ca)

Adresse Internet : [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/)

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-76301-9 N° cat. Fs70-6/2025-008F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du  
ministère des Pêches et des Océans, 2025

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2025. Avis scientifique sur les proliférations d'algues nuisibles dans les écosystèmes marins du Canada : état actuel, effets et conséquences, et lacunes dans les connaissances. Secr. can. avis sci. du MPO. Avis sci. 2025/008.

*Also available in English :*

*DFO. 2025. Science Advice for Harmful Algal Events in Canadian Marine Ecosystems: Current Status, Impacts, Consequences and Knowledge Gaps. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2025/008.*