



Pêches et Océans  
Canada

Fisheries and Oceans  
Canada

Sciences des écosystèmes  
et des océans

Ecosystems and  
Oceans Science

## **Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)**

---

**Compte rendu 2023/041**

**Régions du Québec, de Terre-Neuve-et-Labrador, des Maritimes et du Golfe**

**Compte rendu de l'examen par les pairs zonal de la vingt-cinquième réunion  
annuelle du Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA)**

**Du 27 au 29 mars 2023**

**Réunion virtuelle**

**Président : Peter Galbraith**

**Rapporteur : Aude Boivin-Rioux**

Institut Maurice-Lamontagne  
Pêches et Océans Canada  
850, route de la mer, C.P. 1000  
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

---

## Avant-propos

Le présent compte rendu a pour but de consigner les principales activités et discussions qui ont eu lieu au cours de la réunion. Il peut contenir des recommandations sur les recherches à effectuer, des incertitudes et les justifications des décisions prises pendant la réunion. Le compte rendu peut aussi faire l'état de données, d'analyses ou d'interprétations passées en revue et rejetées pour des raisons scientifiques, en donnant la raison du rejet. Bien que les interprétations et les opinions contenues dans le présent rapport puissent être inexactes ou propres à induire en erreur, elles sont quand même reproduites aussi fidèlement que possible afin de refléter les échanges tenus au cours de la réunion. Ainsi, aucune partie de ce rapport ne doit être considérée en tant que reflet des conclusions de la réunion, à moins d'une indication précise en ce sens. De plus, un examen ultérieur de la question pourrait entraîner des changements aux conclusions, notamment si des renseignements supplémentaires pertinents, non disponibles au moment de la réunion, sont fournis par la suite. Finalement, dans les rares cas où des opinions divergentes sont exprimées officiellement, celles-ci sont également consignées dans les annexes du compte rendu.

### Publié par :

Pêches et Océans Canada  
Secrétariat canadien des avis scientifiques  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>  
[csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du  
ministère des Pêches et des Océans, 2024

ISSN 2292-4264

ISBN 978-0-660-69650-8 N° cat. Fs70-4/2023-041F-PDF

### La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Compte rendu de l'examen par les pairs zonal de la vingt-cinquième réunion annuelle du Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA); du 27 au 29 mars 2023. Secr. can. des avis sci. du MPO. Compte rendu 2023/041.

### Also available in English:

DFO. 2024. *Proceedings of the Zonal Peer Review of the Twenty-fifth Annual Meeting of the Atlantic Zone Monitoring Program (AZMP); March 27-29, 2023.* DFO Can. Sci. Advis. Sec. *Proceed. Ser.* 2023/041.

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE .....	v
INTRODUCTION .....	1
EXAMEN DES CONDITIONS PHYSIQUES ET BIOGÉOCHIMIQUES DANS LA ZONE ATLANTIQUE – SESSION 1 .....	1
CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR – FRÉDÉRIC CYR.....	1
Sommaire de la discussion .....	1
CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR EN 2022 – DAVID BÉLANGER.....	2
Sommaire de la discussion .....	3
CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT – PETER GALBRAITH .....	3
Sommaire de la discussion .....	4
CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT – MARJOLAINE BLAIS .....	4
Sommaire de la discussion .....	4
CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLFE DU MAINE – DAVE HEBERT.....	5
Sommaire de la discussion .....	6
CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLFE DU MAINE – BENOIT CASAULT .....	6
Sommaire de la discussion .....	7
EXAMEN DES CONDITIONS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS L'ATLANTIQUE NORD-OUEST – SESSION 2 .....	8
CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES DANS LA MER DU LABRADOR – IGOR YASHAYAEV .....	8
Sommaire de la discussion .....	9
CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LA MER DU LABRADOR (PMZAO) – MARC RINGUETTE.....	9
Sommaire de la discussion .....	10
CONDITIONS D'ACIDIFICATION ZONALE – FRÉDÉRIC CYR .....	10
Sommaire de la discussion .....	11
CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES BASÉES SUR DES MODÈLES EN 2022 – JOËL CHASSÉ .....	12
Sommaire de la discussion .....	13
AVIS SCIENTIFIQUE DU PMZA – SESSION 3 .....	14
SOMMAIRE DES TABLEAUX DE BORD ZONAUX ET DES CHANGEMENTS APPORTÉS CETTE ANNÉE. EXAMEN ET APPROBATION DES FAITS SAILLANTS DE L'AVIS SCIENTIFIQUE – PETER GALBRAITH.....	14
Température à la surface de la mer .....	14
Transport.....	14

---

Couche intermédiaire froide .....	15
Températures sur le fond .....	15
Stations haute fréquence .....	15
Couleur de l'océan .....	15
Mesures du zooplancton .....	15
Acidification .....	15
Mer du Labrador.....	16
RÉCAPITULATION, PLAN DE TRAVAIL ET DATES DES RÉUNIONS EN 2024.....	16
Calendrier de publication .....	16
RÉFÉRENCES CITÉES .....	17
APPENDIX I – TERMS OF REFERENCE .....	18
ANNEXE II – ORDRE DU JOUR .....	20
ANNEXE II – LISTE DES PARTICIPANTS.....	22

---

## SOMMAIRE

Le Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA) a été mis en œuvre en 1998 dans le but de récolter et d'analyser des données biologiques, chimiques et physiques, afin de :

1. Caractériser et comprendre les causes de la variabilité océanique aux échelles saisonnière, interannuelle et décennale;
2. Fournir des ensembles de données pluridisciplinaires qui permettent d'établir des relations entre les variables biologiques, chimiques et physiques;
3. Fournir des données nécessaires au développement durable des activités océaniques.

Par le passé, les scientifiques du PMZA se sont réunis annuellement pour passer en revue les activités du Programme et évaluer les enjeux relatifs à ses activités, à ses opérations et à la logistique qui requièrent une intervention régionale/zonale ou qui doivent être portés à la connaissance du Comité des directeurs des sciences de l'Atlantique de Pêches et Océans Canada (MPO), ainsi que pour faire la synthèse de l'état de l'océan pour l'ensemble de la zone. En raison de la pandémie de COVID-19, la portée de la réunion de mars 2020 a été réduite à la synthèse zonale et cette pratique a été maintenue depuis. En mars 2023, les scientifiques du PMZA se sont à nouveau réunis par téléconférence du 27 au 29 mars pour examiner les conditions océanographiques qui ont prévalu en 2022 dans la zone et rédiger un résumé sous la forme d'un avis scientifique.

---

## INTRODUCTION

Les chercheurs principaux du PMZA et le personnel chargé de la logistique et de la gestion des données se réunissent généralement une fois par an pour discuter de questions internes, résoudre des problèmes, présenter de nouveaux résultats susceptibles d'alimenter de futurs rapports sur l'état de l'océan, examiner l'état des conditions océaniques qui ont prévalu l'année précédente, et formuler un rapport sur l'état de l'océan. Une téléconférence a eu lieu du 27 au 29 mars 2023. Comme ce fut le cas depuis 2020, la portée de la réunion du printemps fut principalement limitée à la révision de l'état des conditions océaniques qui prévalaient l'année précédente (dans le cas présent, en 2022) et à la rédaction d'un résumé sous forme d'avis scientifique du SCAS.

L'avis scientifique résume les informations présentées dans huit documents, dont chacun détaille les conditions océanographiques physiques ou biochimiques dans l'une des régions de la zone atlantique : plateau néo-écossais et golfe du Maine, golfe du Saint-Laurent, plateaux du Labrador et de Terre-Neuve, ainsi que la mer du Labrador.

Huit exposés portaient sur les documents régionaux soutenant l'avis scientifique. Deux présentations supplémentaires portaient sur l'acidification de l'océan et le travail de modélisation dans la zone. Ensuite, le groupe a revu et modifié l'un après l'autre les faits saillants de l'avis scientifique. La réunion a été ajournée après une brève discussion sur les enjeux à venir.

## EXAMEN DES CONDITIONS PHYSIQUES ET BIOGÉOCHIMIQUES DANS LA ZONE ATLANTIQUE – SESSION 1

### CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR – FRÉDÉRIC CYR

Un sommaire des conditions océanographiques physiques pour la région de Terre-Neuve et Labrador (TNL) en 2022 est présenté. L'indice de glace de mer basé sur la durée de la saison et la superficie maximale était à des valeurs normales. Bien qu'il n'ait pas été possible de calculer la superficie de la couche intermédiaire froide (CIL) en été pour la première fois depuis 1948, les températures saisonnières de la surface et du fond de la mer sur le plateau de TNL ont été respectivement les plus chaudes et les deuxièmes plus chaudes en 2022. Le transport du courant sur le plateau néo-écossais a également été négatif pour la dixième année consécutive. Un problème concernant les données historiques collectées à l'aide de bathythermographes mécaniques a également été présenté et l'ensemble de la série chronologique de la station 27 devra être mise à jour.

### Sommaire de la discussion

- Les données physiques mises à jour de la station 27 ont été demandées pour l'avis – Le présentateur fournira les données dans quelques jours.
- Une question est posée sur la méthode utilisée pour calculer les anomalies verticales de température : Est-ce qu'une méthode similaire est appliquée à la station Rimouski et à la station 27? Le présentateur et le participant ont convenu de discuter plus en profondeur de ce sujet hors ligne.
- Les participants ont demandé des détails sur l'effet miroir constaté dans les profils CTD (conductivité, température, profondeur), en particulier si le problème affectait l'ensemble des

---

données ou seulement les données de la station 27. Le présentateur a précisé que le problème était présent dans l'ensemble du jeu de données. Le problème provient d'un ancien script qui téléchargeait des données à partir d'un dépôt du MPO/MEDS. Les données téléchargées ont omis le signe moins sur la température et les profils apparaissent donc en miroir à  $T=0$  °C, augmentant la température au lieu de diminuer en dessous de 0 °C. Le présentateur passe donc beaucoup de temps à essayer d'identifier les profils affectés et à les corriger.

- Le rafraîchissement observé sur le plateau continental du Labrador et dans la région de Terre-Neuve est lié au rafraîchissement observé sur le plateau du Labrador (Fox *et al.* 2022). Il est proposé que le rafraîchissement sur le plateau du Labrador soit en partie causé par l'affaiblissement de la force de convection dans cette région.
- Afin d'atténuer le problème de l'absence de mesures de la CIL pour 2022, il a été suggéré d'utiliser la relation entre le volume de glace de mer et l'étendue de la CIL. Il a été mentionné que la relation était très claire dans le golfe et qu'un indice pourrait peut-être être dérivé du volume de glace de mer afin de mieux estimer l'étendue de la CIL. Le présentateur a fait remarquer que la rigueur de l'hiver détermine effectivement la formation de la glace de mer ainsi que la formation de la CIL. Le présentateur et le participant ont convenu que des travaux supplémentaires devraient être menés sur ce sujet.
- Des questions ont été soulevées sur le volume d'eau entrant dans le GSL en fonction du mélange des masses d'eau provenant du plateau néo-écossais et du plateau du Labrador (par exemple, l'eau chaude du Gulf Stream par rapport à l'eau froide du courant du Labrador). Le présentateur a convenu qu'il existait un lien entre les rapports de masse d'eau et les eaux qui pénètrent dans le GSL. Il a mentionné que le mélange n'était pas la seule variable importante, mais que le transport des masses d'eau le long des plateaux et la présence des masses d'eau près de l'entrée du GSL étaient également importants. Ils ont renvoyé à Jutras *et al.* (2023) pour plus de détails à ce sujet.

## **CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR EN 2022 – DAVID BÉLANGER**

Les conditions océanographiques chimiques et biologiques dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador sont présentées et interprétées par rapport aux conditions moyennes à long terme (2003-2020 pour les données satellitaires sur la couleur de l'océan et 1999-2020 pour les relevés saisonniers *in situ*). Les observations par satellite ont montré un calendrier variable du début de la floraison printanière, avec des floraisons tardives sur le plateau nord-est de Terre-Neuve, les Grands Bancs centraux (Hibernia) et dans la passe Flamande, et un calendrier de floraison proche de la normale dans d'autres sous-régions. L'ampleur de la floraison a été en grande partie inférieure à la normale, malgré des valeurs record pour le banc Hamilton (sud du Labrador) et le banc Saint-Pierre, tandis que la durée de la floraison a été en grande partie inférieure à la normale dans l'ensemble de la région. Les inventaires de nitrates en profondeur (50-150 m) mesurés au cours des relevés saisonniers étaient supérieurs à la normale dans toute la région, y compris des niveaux records dans la section Bonavista et à la station 27. Les inventaires intégrés de chlorophylle-a (0-100 m) étaient supérieurs à la normale sur le plateau de Terre-Neuve (sections de l'île Seal et Bonavista), et inférieurs à la normale sur les Grands Bancs. L'abondance totale des copépodes et des non-copépodes était généralement proche ou supérieure à la normale dans l'ensemble de la région. L'abondance des petits copépodes *Pseudocalanus* spp. est restée élevée en 2022, poursuivant une tendance amorcée au milieu des années 2010, tandis que celle des gros copépodes *Calanus finmarchicus* était proche ou

---

supérieure à la normale pour une deuxième année consécutive, après six à sept années de faible abondance. L'augmentation de l'abondance du zooplancton au cours des deux ou trois dernières années, en particulier celle de *C. finmarchicus*, a eu un effet positif général sur la biomasse totale de zooplancton dans la région.

### **Sommaire de la discussion**

- La qualité de la présentation a été soulignée, en ce qui concerne le lien très clair entre les tableaux de bord de l'avis scientifique et les conclusions principales présentées dans les diapositives.
- On a demandé plus de détails sur l'ampleur élevée des floraisons aux bancs Saint-Pierre et Hamilton. On a suggéré d'ajouter l'amplitude au tableau de bord de la couleur de l'océan. Le présentateur a expliqué que l'interprétation des données sur la couleur de l'océan dans sa région était difficile, étant donné que les données ne sont pas distribuées normalement et que des courbes de Gauss sont utilisées pour ajuster les données – le présentateur fournira au participant des données des années précédentes afin de regarder d'autres options d'ajustement/d'interprétation. La présentation comprenait tant l'amplitude que la magnitude de la floraison. Le groupe avait jugé que la mesure de l'amplitude était redondante à la mesure de la magnitude il y a quelques années, et l'avait omise de l'avis scientifique. Il a été proposé de réintégrer cette variable au tableau de bord de la couleur de l'océan, car elle est parfois utile. La question de pouvoir décrire avec exactitude les floraisons à partir de la couleur de l'océan moyennée au sein de polygones fixes a également été soulevée en ce qui concerne la mer du Labrador. La taille et la position des boîtes pourrait avoir un impact important sur les mesures des floraisons, en particulier durant les années présentant des anomalies.
- La station 27 n'a pas été visitée en juillet, la période durant laquelle *Calanus Finmarchicus* est habituellement le plus abondant. Aucune visite n'a eu lieu en décembre, la période durant laquelle les petits copépodes sont les plus abondants. Dans ce contexte, les estimations de l'abondance du zooplancton devraient être traitées avec prudence cette année. Le présentateur a mentionné que l'occupation de la station 27 a eu lieu au début de 2022 en raison d'un projet spécial se déroulant près de Seal Island auquel il participait. Le relevé a débuté plus tôt et à un endroit différent que d'habitude. Le présentateur a mentionné que les variables du zooplancton sont habituellement fondées sur les données estivales, plutôt qu'automnales. Le seul relevé de 2022 a été fait à l'automne, ce qui limite la capacité de comparer les données entre les saisons. Un participant a mentionné que les anomalies d'une année à l'autre pourraient refléter des observations saisonnières hors de la normale.

### **CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT – PETER GALBRAITH**

Le débit annuel a été juste au-dessus de la normale dans le fleuve Saint-Laurent et près de la normale pour l'indice RIVSUM II. Le volume maximal saisonnier de la glace de mer tout comme la moyenne de janvier à avril étaient légèrement inférieurs à la normale. Le volume de la couche de mélange hivernale était près de la normale pour les eaux plus froides que -1 °C (11 700 km<sup>2</sup>), mais sous la normale pour les eaux plus froides que 0 °C. La température minimale moyenne de la couche intermédiaire froide (CIL) d'août était la seconde plus élevée de la série chronologique 1985-2022 et l'indice de température minimale moyenne saisonnière était le troisième plus élevé depuis 1981. Sur le plateau madelinien, la superficie du fond recouverte par des eaux plus froides que 1 °C était près de la normale en juin, mais sous la

---

normale en août-septembre. Les températures de surface de la mer enregistrées par satellite (SST) moyennées mensuellement sur l'étendue du golfe étaient les plus élevées de la série (depuis 1981) en août et septembre. La SST moyenne de mai à novembre pour le golfe était la plus élevée de la série chronologique. Les températures des eaux profondes ont augmenté dans l'ensemble du golfe depuis 2009, avec une advection vers l'intérieur à partir du détroit de Cabot. La température moyenne à l'échelle du golfe a atteint de nouveaux records (depuis 1915) de 4,5 °C à 150 m, de 6,3 °C à 200 m, de 6,9 °C à 250 m et de 7,1 °C à 300 m, passant pour la première fois le seuil de 7 °C. La superficie du fond recouverte par des eaux plus chaudes que 6 °C a atteint un niveau record dans l'estuaire, le nord-ouest du golfe et dans le centre du détroit de Cabot et était stable dans le nord-est du golfe.

### **Sommaire de la discussion**

- Un participant voulait en savoir plus sur les effets de la tempête tropicale Fiona et d'autres futures tempêtes automnales sur les mesures de la CIL. À la station à haute fréquence de la vallée Shediac, on a observé un mélange de la colonne d'eau à la suite d'une tempête, mélangeant les eaux de surface plus chaudes jusqu'aux profondeurs de la CIL. Le participant a aussi demandé s'il faudrait des hivers plus froids pour que la CIL se forme dans ces conditions. Le présentateur a mentionné que ce nouveau régime – observé au cours des dernières années – d'hivers très chauds ou de tempêtes très intenses à l'automne, pourrait avoir des conséquences sur les mesures de la CIL pour les étés suivants.

### **CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT – MARJOLAINE BLAIS**

De nouveaux records de saturation en oxygène dissous ont été mesurés à 200 m, 250 m et 300 m dans l'estuaire, et à 200 m dans le détroit de Cabot. Les inventaires de nitrates dans la couche moyenne (50-150 m) étaient inférieurs à la normale dans la partie nord du GSL, près de la normale sur le plateau madelinien et supérieurs à la normale dans le centre du GSL/le détroit de Cabot. Les inventaires annuels de chlorophylle a (0-100 m) étaient supérieurs à la normale dans toutes les régions, à l'exception de la partie nord-est du GSL. Les fortes floraisons automnales dans toutes les régions, à l'exception de la partie nord-est du GSL, expliquent le patron de l'anomalie annuelle. Le début de la floraison printanière dans la partie nord du GSL a été le plus précoce observé depuis 2003. Toutefois, la magnitude et l'amplitude de la floraison printanière étaient généralement inférieures ou proches de la normale. Probablement en relation avec le début précoce de la floraison, le développement précoce de grands *Calanus* a été observé à la station de Rimouski. La biomasse de zooplancton était inférieure à la normale dans toutes les régions, sauf dans sur le plateau madelinien, y compris des minimums records à la station Rimouski et dans l'estuaire/le nord-ouest du GSL, et des maximums records dans la vallée de Shediac. L'abondance de *Calanus hyperboreus* était également très faible en général et expliquait la faible biomasse de zooplancton. *Calanus finmarchicus* présentait généralement des abondances près de la normale, tandis que les abondances de *Pseudocalanus* spp, de copépodes totaux et de non-copépodes étaient normales ou supérieures à la normale. Tous les indices de zooplancton de l'avis présentaient des anomalies négatives dans le nord-est du GSL.

### **Sommaire de la discussion**

- On a demandé d'expliquer plus en détail la force et l'ampleur observées des floraisons automnales de cette année. La présentatrice a fait le lien entre l'intensité des floraisons et le fort mélange causé par la tempête tropicale Fiona.

- 
- La présentatrice a mentionné que *Calanus hyperboreus* était une pression de broutage possible. Un participant a expliqué que *C. hyperboreus* ne pouvait pas faire partie de la pression de broutage, car il était en diapause et dans des eaux profondes pendant l'automne.
  - Un participant a demandé plus de détails au sujet de la dynamique de la floraison printanière, soulignant que la prolifération semblait plutôt précoce en 2022, suivie d'une baisse fin avril avant de reprendre après la crue printanière en juin/juillet. Ces paramètres ont été identifiés comme anormaux pour les floraisons à la station fixe de Rimouski. Les conditions hivernales favorisant la floraison pourraient être liées à la période anormale de floraison printanière de cette année. Les anomalies de la biomasse de phytoplancton pourraient être liées au transport en aval combiné aux conditions qui ont favorisé la rétention de la floraison.

## **CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLFE DU MAINE – DAVE HEBERT**

En 2022, les anomalies de la température annuelle moyenne de l'air par rapport à la climatologie 1991-2020 étaient positives pour tous les sites, avec des anomalies allant de +0,8 °C ( $\pm 1,0$  ÉT) pour Saint John à +1,0 °C ( $\pm 1,5$  ÉT) à Boston. Les anomalies annuelles de la température de surface de la mer mesurée par satellite ont été supérieures à la normale, avec des valeurs atteignant +1,3 °C ( $\pm 2,4$  ÉT) dans toutes les régions. Les deux dernières années ont été les plus chaudes dans toutes les régions, avec 4Vn et 4Vs étant les plus chaudes. Le suivi côtier à long terme à Halifax (Nouvelle-Écosse) a enregistré des anomalies annuelles de la température de surface de la mer de +1,4 °C ( $\pm 2,4$  ÉT), soit la troisième température la plus chaude jamais enregistrée. En 2022, St. Andrews a enregistré une anomalie de +1,4 °C ( $\pm 2,2$  ÉT), soit la température la plus chaude jamais enregistrée.

Dans d'autres sites sélectionnés de la région, les anomalies annuelles de la température de l'eau étaient supérieures à la normale. Le détroit de Cabot, à 200-300 m de profondeur, a connu la plus forte anomalie, +1,8 °C ( $\pm 3,0$  ÉT) ; six des sept dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées. Le bassin d'Émeraude, à 250 m de profondeur, a enregistré la septième anomalie la plus chaude, soit +1,0 °C ( $\pm 1,1$  ÉT); les huit dernières années sur neuf ont été les plus chaudes jamais enregistrées, 2019 ayant atteint un niveau record. Le bassin Georges à 200 m a connu la troisième année la plus chaude, +1,2 °C ( $\pm 1,7$  ÉT), 2018 étant l'année la plus chaude. Les dix dernières années ont été les plus chaudes de la série.

Le relevé écosystémique au chalut réalisé à l'été 2022 a couvert la baie de Fundy, l'est du banc Georges et l'est du plateau néo-écossais jusqu'à l'ouest de l'île de Sable (moitié ouest de la division 4W de l'OPANO). Les anomalies de température près du fond pour 2022 étaient positives dans la plupart des régions échantillonnées. L'anomalie était positive pour les divisions de l'OPANO échantillonnées sur le plateau néo-écossais en 2022 : +2,5 °C ( $\pm 2,5$  ÉT) pour 4W, l'année la plus chaude (bien que seule la moitié ouest ait été échantillonnée) ; et +1,7 °C ( $\pm 1,8$  ÉT) pour 4X. Toutes les régions, y compris 4X, ont montré une augmentation constante de la température à partir de 2010 environ. Le volume de la CIL, défini comme les eaux dont la température est inférieure à 4 °C, a été estimé à partir de données cartographiées objectivement en utilisant les profils CTD sur toute la profondeur dans la région. En 2022, le volume de la CIL n'a pas pu être déterminé, car la région échantillonnée sur le plateau néo-écossais ne présentait pas de température inférieure à 4 °C.

Un indice composite, composé de 20 séries temporelles de température de l'océan de la surface au fond dans toute la région, montre que 2022 était bien au-dessus de la normale, avec 19 des 20 variables présentant 1 ÉT au-dessus de leurs valeurs normales. Parmi celles-ci, 17

---

étaient supérieures à la normale de plus de 2 ÉT, sept de plus de 3 ÉT, quatre de plus de 4 ÉT et deux de plus de 5 ÉT (banc Misaine à 0 m et 50 m). Il est intéressant de noter que le banc Misaine à 0 m était la seule série temporelle inférieure à la normale. Huit des séries ont atteint un niveau record en 2022. Deux autres séries étaient les deuxièmes plus élevées et sept séries étaient les troisièmes plus élevées.

### **Sommaire de la discussion**

- Un participant a posé une question sur le calcul du volume de la CIL sur le plateau néo-écossais, fondé actuellement sur une température de l'eau inférieure à 4 °C, et a suggéré que la présence ou l'absence de la CIL devrait être basée non pas sur un seuil de température spécifique, mais sur la présence d'une augmentation de la température en-dessous de la CIL potentielle. On a aussi suggéré de calculer les anomalies de la CIL pour une aire désignée, ce qui rendrait les résultats plus facilement comparables d'une année à l'autre. Le présentateur a mentionné qu'il était difficile d'estimer la CIL pour cette région, étant donné qu'on n'y procédait pas souvent à des prélèvements d'échantillons aux dates et emplacements où la présence de la CIL était la plus probable.
- On a fait remarquer que le tracé de stratification ne montrait pas de tendance linéaire, mais une fonction en escalier. La tendance est visible durant une période de dix ans dans les années 1990. Le présentateur a mentionné qu'une tendance semblable pour la salinité et la température devait être étudiée à la station à haute-fréquence d'Halifax-2 (HL2) afin de mieux évaluer la situation. Un autre participant a mentionné qu'une tendance semblable était visible à la station à haute fréquence 27. Il a mentionné que les changements observés pourraient être liés à une augmentation de l'apport d'eau douce dans les années 1990. Quelqu'un a mentionné que la fonte des glaces pourrait être la source de cet apport d'eau douce.
- En lien avec le point précédent, un participant a ajouté que cette tendance était également visible dans les données d'enregistrement continu du plancton durant les années 1990. Il a également mentionné la possibilité qu'un changement de régime ait été observé durant cette période, bien que le terme « changement de régime » soit bien lourd de sens selon d'autres participants.
- Il y a eu des commentaires sur les conséquences possibles d'un changement du courant du plateau néo-écossais et la façon dont cela affecterait le mélange des masses d'eau avant leur entrée dans le GSL. Le présentateur a répondu que le Gulf Stream semble se déplacer vers le nord, et se rapprocher du plateau. Cette masse d'eau a tendance à avoir un effet bloquant sur le courant du Labrador, qui a ensuite plus de difficulté à dépasser la Queue des Grands Bancs. La nouvelle position du Gulf Stream pourraient permettre à des eaux plus chaudes et plus salées de se déplacer le long du plateau. Un autre participant a souligné que la position du Gulf Stream faisait encore l'objet d'une étude. D'après ce qu'il en savait, le Gulf Stream semble être poussé vers l'ouest du plateau néo-écossais dans le golfe du Maine. Les travaux de modélisation n'ont pas encore permis d'obtenir correctement les courants du plateau du Labrador ni le volume de transport du Gulf Stream, mais les observations ont tendance à montrer une plus grande influence des eaux du type de celles du Gulf Stream.

### **CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLFE DU MAINE – BENOIT CASALT**

Le présentateur donne un aperçu des conditions océanographiques chimiques et biologiques sur le plateau néo-écossais et dans l'est du golfe du Maine en 2022. Il n'y a pas eu

---

d'échantillonnage en hiver à HL2 et en avril à Prince-5 (P5) en 2022. Il convient donc d'interpréter avec prudence les anomalies pour ces stations, surtout pour les variables affichant une forte saisonnalité (par exemple, les nutriments de surface, l'inventaire *in situ* de la chlorophylle a). L'échantillonnage sur les principales sections a été réussi au printemps et à l'automne 2022, avec l'échantillonnage de toutes les stations du détroit de Cabot, sauf deux au cours du relevé printanier. L'échantillonnage lors des campagnes de chalutage écosystémique d'hiver et d'été a été limité en 2022 en raison de la mise en œuvre d'un nouveau protocole d'échantillonnage (hiver) et de problèmes de disponibilité de navires (été). L'inventaire des nitrates en profondeur était généralement près ou supérieur à la normale dans la région en 2022, à l'exception de P5 où une anomalie négative a été enregistrée pour la huitième année consécutive. L'inventaire des silicates en profondeur en 2022 a suivi un patron spatial similaire à celui des nitrates en profondeur, bien que les anomalies soient restées proches de la normale ou légèrement négatives, à l'exception du détroit de Cabot. L'inventaire des phosphates en profondeur est resté généralement inférieur à la normale dans l'ensemble de la région en 2022. Les anomalies enregistrées en 2021 et 2022 suggèrent une légère augmentation des nutriments en profondeur après une période de cinq ans (2016-2020) d'anomalies généralement négatives dans la majeure partie de la région. L'inventaire de chlorophylle a intégré *in situ* en 2022 était supérieur à la normale à la station HL2, inférieur à la normale à la station P5, et variable spatialement sur les sections centrales avec des anomalies positives sur les sections du détroit de Cabot et du banc Browns, et des anomalies presque neutres ou négatives sur les sections de Louisbourg et d'Halifax. En revanche, la chlorophylle a de surface mesurée par télédétection a montré de fortes anomalies positives dans toute la région en 2022, à l'exception du banc Georges (normale). Les principaux groupes de phytoplancton à la station HL2 ont affiché des abondances proches de la normale (diatomées), légèrement supérieures à la normale (dinoflagellés) et supérieures à la normale (flagellés) en 2022. À la station P5, l'abondance des diatomées est restée inférieure à la normale, poursuivant une tendance qui remonte à 2009. La floraison phytoplanctonique printanière a été plus précoce, plus longue et d'une amplitude plus élevée que la normale sur le centre et l'ouest du plateau néo-écossais et sur le haut-fond Lurher, en raison d'une dynamique inhabituelle de la chlorophylle en surface observée pendant l'hiver. Les mesures estimées de la floraison dans le détroit de Cabot et l'est du plateau néo-écossais sont incertaines en raison de l'absence d'observations de la chlorophylle au cours de la période précédant la floraison printanière. La floraison phytoplanctonique printanière sur le banc Georges a été plus tardive, plus courte et d'une amplitude et d'une ampleur inférieures à la normale. L'abondance de *Calanus finmarchicus* était proche ou inférieure à la normale dans toute la région en 2022. De même, la biomasse du mésozooplancton et l'abondance des copépodes totaux étaient inférieures à la normale dans la majeure partie de la région, à l'exception de la station P5, où les deux indices étaient supérieurs à la normale. L'abondance de *Pseudocalanus* spp. et de l'ensemble des non-copepodes était spatialement variable, *Pseudocalanus* spp. étant proche ou inférieure à la normale dans la partie est de la région, et proche ou supérieure à la normale dans la partie ouest de la région. L'abondance des espèces de copépodes d'eau froide était inférieure à la normale dans l'ensemble de la région, tandis que les copépodes d'eau chaude originaires du large ou du plateau étaient tous deux principalement proches ou supérieurs à la normale dans l'ensemble de la région. Ce patron semble être lié aux conditions plus chaudes que la normale observées dans la région en 2022.

## Sommaire de la discussion

- Un participant a demandé des détails sur les concentrations élevées de chlorophylle observées à la fin de l'hiver et au début du printemps. Le présentateur a répondu qu'il

---

n'avait pas encore eu le temps de revoir les détails des données, mais que la température ou la stratification pourrait expliquer l'événement.

- Un participant voulait en savoir plus sur la chlorophylle intégrée en profondeur à la station à haute fréquence HL2. Le participant a mentionné que la floraison de chlorophylle automnale sous la surface n'est souvent pas repérée par les données satellitaires de la couleur de l'océan et que, à l'inverse, la station HL2 semble ne pas repérer la prolifération automnale de surface qui a été saisie par les satellites. Le présentateur a mentionné que la floraison automnale est souvent assez diluée dans la colonne d'eau, et que la valeur est intégrée sur 100 m, ce qui expliquerait pourquoi aucune grosse augmentation de chlorophylle a n'a été observée à HL2 par rapport aux observations par satellite. Un autre participant a rapidement vérifié et a remarqué que la station HL2 n'avait été visitée que trois fois durant l'automne, ce qui pourrait expliquer pourquoi la floraison ne figurait pas dans les données sur le terrain.
- Un participant a demandé qu'elle était l'influence de la structure de taille du phytoplancton sur la détection de la chlorophylle a par satellite. Il a mentionné que le fait que les flagellés soient plus abondants à l'automne pourrait expliquer le faible signal de chlorophylle. Un autre participant a souligné que les algorithmes des satellites pouvaient être modifiés pour mieux différencier entre les grandes cellules et les petites. Un participant a ajouté que les données de cytométrie de flux de la station HL2 pourraient être utiles pour répondre à la question.

## **EXAMEN DES CONDITIONS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS L'ATLANTIQUE NORD-OUEST – SESSION 2**

### **CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES DANS LA MER DU LABRADOR – IGOR YASHAYAEV**

La mer du Labrador est le bassin subpolaire le plus profond, le plus froid et contient l'eau la plus douce de l'Atlantique Nord. Dans cette région, la convection de haute mer, favorisée par le refroidissement hivernal de la surface, produit les eaux atlantiques de la mer du Labrador (LSW). Ces eaux sont une masse d'eau dense et volumineuse qui s'étend dans tout l'océan, remplissant et ventilant son réservoir de profondeur intermédiaire, et contribuant à la circulation méridienne de retournement de l'Atlantique.

L'apparition récente d'une convection devenant plus profonde de manière récurrente a pour origine le refroidissement hivernal croissant en 2012 qui s'est poursuivi au-delà de 2015, en combinaison avec un refroidissement élevé de la surface entre 1994 et 2023. La convection a atteint son point le plus profond (2 000 m) de la série 1996-2023 en 2018. L'approfondissement convectif durant la période 2016-2018 était dû au préconditionnement de la colonne d'eau par des convections hivernales précédentes. La convection est devenue moins profonde durant les hivers suivants, ce qui a contribué à former les eaux de la mer du Labrador les plus denses et les plus vastes observées depuis le milieu des années 1990. Le changement le plus abrupt en ce qui a trait au mélange hivernal depuis les années 1990 est survenu en 2021. La convection, d'une profondeur de 800 m, soit 800 m de moins qu'en 2020, était à sa plus faible profondeur depuis 2011, de sorte que toute la couche intermédiaire était plus chaude et moins dense que normal. Ces changements de propriétés de la convection et de l'eau de mer étaient associés à un effondrement du vortex polaire au début de l'hiver 2021, qui a affaibli et renversé les vents d'ouest, amenant ainsi de l'air anormalement chaud dans la région. Ces conditions ont réduit le refroidissement de la surface au niveau le plus faible depuis 2010, et ont, en conséquence, inhibé la convection. Le phénomène s'est reproduit durant l'hiver 2023, avec l'effondrement du

---

vortex polaire en janvier-mars, ce qui a limité la convection à une profondeur de 650 m en mars 2023.

Une augmentation des observations de la densité spatiotemporelle des flotteurs Argo et Deep Argo, combinée à de nouvelles méthodes de contrôle de la qualité des données, d'étalonnage et de synthèse, ont fourni une évaluation sur toute la profondeur, exacte et en temps réel sur toute l'année des conditions océanographiques dans l'ensemble de la mer du Labrador.

### **Sommaire de la discussion**

- Un participant a demandé quelle figure devrait être utilisée dans l'avis scientifique, la nouvelle qui contient des tableaux de bord, qui a été présentée aujourd'hui, ou l'ancienne, utilisée habituellement. Le participant et le présentateur ont convenu de discuter des options après la réunion.
- Un participant a fait remarquer que la relation linéaire trouvée par le présentateur entre la perte de chaleur et le refroidissement dans la mer du Labrador n'était pas surprenante et était plutôt logique.

### **CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LA MER DU LABRADOR (PMZAO) – MARC RINGUETTE**

Le Programme de monitoring de la zone Atlantique au large du plateau continental (PMZAO) fournit des observations sur les propriétés chimiques et biologiques et le plancton, dont la variabilité a une incidence sur les écosystèmes et le climat à l'échelle régionale et mondiale. La mission de la mer du Labrador de 2022 a pris place à bord du navire de recherche *Atlantis* entre le 2 et le 27 mai et a permis de faire la maintenance des bouées de l'OSNAP et du banc Hamilton, et l'occupation des deux transects essentiels du programme : le transect océanique 7 ouest (AR7W) et l'extension du transect d'Halifax (XHL). Le trajet complet représentait 2 727 milles marins, et comprenait 92 stations et 232 opérations distinctes. C'était la première mission se déroulant dans les limites de la période normale pour cette série chronologique, le plateau du Labrador et le bassin du Labrador ayant fait l'objet de prélèvements pendant la phase de croissance exponentielle de la floraison, alors que l'échantillonnage du plateau du Groenland a eu lieu au début de la période de floraison printanière.

Le carbone inorganique dissous (CID) a suivi une augmentation linéaire moyenne de 0,86  $\mu\text{mol}$  par kg de CID par année et le pH a suivi une baisse correspondante de 0,003 pH total par année (depuis 1996). Ces deux mesures étaient cohérentes avec le fardeau atmosphérique actuel croissant du dioxyde de carbone anthropique. L'augmentation régulière d'hexafluorure de soufre (3,04 ppt; écart type 0,21) était consistante avec le fardeau atmosphérique général de  $\text{SF}_6$  (voir Advanced Global Atmospheric Gases Experiment). Il n'y a pas eu de déclaration sur le CFC-12 en raison de problèmes avec les instruments. L'analyse des mesures de l'oxygène dissous dans les 50 premiers mètres de la colonne d'eau dérivées des flotteurs Argo montrait des concentrations d'oxygène plus élevées, ce qui peut s'expliquer par les températures généralement plus basses que la moyenne pour le nord de la mer du Labrador.

En utilisant les mesures de couleur de l'océan par satellite pour l'ensemble de la mer du Labrador, 2022 représente la plus grande floraison printanière en intensité au cours des 20 dernières années, se distinguant du reste de la série chronologique. Les mesures de la floraison des boîtes génériques entourant le transect AR7W, toutefois, ne décrivent pas adéquatement la floraison de haute intensité observée dans le nord de la mer du Labrador. Cette intensité de la production primaire est généralement reflétée par des abondances de nutriments plus faibles que la moyenne dans l'océan profond et dans les eaux de surface, à l'exception du plateau du

---

Groenland, où la prolifération printanière avait à peine commencé lors de l'échantillonnage. Les abondances des espèces clés *Calanus finmarchicus* et *C. glacialis* sont demeurées inférieures à la moyenne sur le plateau du Labrador et plus grandes que la moyenne dans le centre de la mer du Labrador et sur le plateau du Groenland, alors que les cousins arctiques plus grands, *C. hyperboreus*, sont devenus plus grands sur le plateau du Labrador et dans la mer du Labrador. Une plus grande abondance d'euphausiacés sur le plateau du Labrador et dans la région centrale rompt avec les abondances plus faibles observées depuis 2016. Les amphipodes des eaux froides de l'Arctique affichent une abondance bien inférieure à la normale, imitant 2019, la dernière année d'échantillonnage printanier dans la mer du Labrador. Les tendances à plus court terme (3-5 ans) sont difficiles à évaluer en raison de l'interruption de l'échantillonnage en 2020 (échantillonnage d'été) et des missions annulées de 2017 et 2021.

## Sommaire de la discussion

- Un participant a demandé si l'année 2022 devrait être incluse dans la série chronologique de la couleur de l'océan, vu que l'imagerie a commencé tard dans l'année et a probablement manqué le début de la floraison printanière – un autre participant a confirmé qu'en effet elle ne devrait pas être incluse.
- On a demandé que le tableau de bord à quatre panneaux du zooplancton qui a été présenté ici soit incluse dans l'avis scientifique cette année.
- Un participant a demandé que tous les présentateurs insèrent un sommaire des conclusions sur chaque diapositive, en soulignant les valeurs extrêmes ou les tendances à long terme, afin qu'il soit plus facile pour l'audience de les interpréter. On a fait remarquer que les stations dans la mer du Labrador étaient très éloignées l'une de l'autre, ce qui compliquait l'interprétation des données.
- Un outil de visualisation de l'Agence spatiale canadienne a été utilisé pour souligner la structure complexe de la surface de la mer dans la mer du Labrador. On a rédigé une note au sujet des problèmes possibles d'interprétation des données en raison de l'utilisation de bouteilles et filets pour faire des prélèvements au lieu d'utiliser les flotteurs Argo ou des données satellitaires.

## CONDITIONS D'ACIDIFICATION ZONALE – FRÉDÉRIC CYR

Les paramètres de la chimie des carbonates comprennent l'alcalinité totale (AT), le carbone inorganique dissous (CID) et le pH. D'autres paramètres tels que les états de saturation du carbonate de calcium par rapport à la calcite et à l'aragonite ( $\Omega_{\text{cal}}$  et  $\Omega_{\text{arg}}$ ) peuvent être dérivés des variables mesurées. Il s'agit de mesures de l'acidification des océans qui indiquent le potentiel de précipitation/dissolution du carbonate. En dessous du seuil de 1, l'environnement est considéré comme sous-saturé en carbonate de calcium et potentiellement corrosif pour les organismes qui construisent des coquilles de carbonate biogène. La valeur  $\Omega$  diminue généralement avec la profondeur, et les eaux profondes des talus ont donc tendance à avoir une valeur  $\Omega$  plus faible que les eaux de fond des plateaux moins profonds. De 2021 à 2022, le pH près du fond du golfe du Saint-Laurent a montré une baisse générale, surtout dans l'estuaire du Saint-Laurent. Sur le plateau de Terre-Neuve, des conditions sous-saturées en ce qui concerne l'aragonite sont survenues dans les grands Bancs et dans le chenal Avalon à l'automne. Sur le plateau néo-écossais, des conditions sous-saturées en ce qui concerne l'aragonite sont survenues à l'automne dans la section de Louisbourg près du Cap Breton.

Les valeurs de pH et de  $\Omega$  les plus faibles ont été observées le long du chenal Laurentien profond, notamment dans l'estuaire du Saint-Laurent où la couche profonde (> 300 m) était sous-saturée en aragonite et en calcite (les valeurs de pH étaient inférieures à 7,6 dans tout

---

l'estuaire, avec un minimum de 7,42) et représente une acidification accrue par rapport aux conditions de 2021. En outre, la saturation en oxygène à de nombreux points d'échantillonnage est bien inférieure à 20 % (et sous 10 % pour la première fois à 8,8 %). Ceux-ci correspondent à de nouveaux records de faible concentration d'oxygène pour l'estuaire maritime du Saint-Laurent.

### **Sommaire de la discussion**

- Il a été proposé de modifier l'échelle de profondeur pour le tracé de saturation et de concentration en oxygène afin de mettre en évidence les couches plus profondes et de minimiser la couche de surface. Le présentateur a mentionné que cette figure n'est habituellement pas présentée dans l'avis scientifique, ce à quoi le participant a répondu que le texte associé au tracé est pratiquement le fait saillant de l'avis scientifique pour l'acidification; en conséquence, il serait pertinent d'inclure la figure.
- Il a été suggéré de comparer l'année 2017 à l'année 2022 pour le graphique de comparaison principal, car l'année 2017 avait une bonne couverture régionale. On a fait remarquer que le fait saillant de l'avis scientifique devrait être centré sur la vue d'ensemble (tendances zonales) plutôt que sur les tendances régionales, et que les détails devraient être inclus dans le corps du texte, vu que l'estuaire n'est pas la seule région touchée par des problèmes d'acidification ou d'oxygénation.
- On a demandé de spécifier quels mois étaient inclus dans le relevé « de printemps ». Le présentateur a répondu que les mois d'avril, mai et juin faisaient partie des données printanières. Le participant a également fait remarquer que les données du relevé de septembre semblaient manquer du graphique et a demandé si les données pouvaient être ajoutées à la version finale de l'avis scientifique. Il a demandé si l'ensemble de données manquant pouvait être inclus dans le prochain document de recherche. Un autre participant a mentionné qu'il était responsable des données sur le plateau néo-écossais, et que les échantillons requis n'avaient pas encore été analysés et ne seraient pas prêts pour cette édition du rapport.
- On a suggéré d'ajuster l'échelle de saturation de l'oxygène pour la région du golfe du Saint-Laurent, afin que les détails pour les régions dont la saturation en oxygène est supérieure à 60 % puissent être visibles.
- Un participant a demandé si la station à haute fréquence HL2 devrait être incluse dans la section des séries chronologiques de l'avis scientifique, mais on a fait remarquer que les données de HL2 n'ont pas encore été analysées.
- On a suggéré de changer les échelles de couleur pour obtenir un plus grand contraste afin d'indiquer les seuils significatifs sur le plan biologique (par exemple la saturation en oxygène convenant aux poissons). Un participant a demandé que la même logique soit appliquée à la figure du pH, bien qu'il soit un peu plus compliqué de définir le seuil.
- Un participant a demandé si le présentateur avait accès aux données CTP pour la région du plateau néo-écossais. Le présentateur a répondu que seules les données de bouteilles étaient disponibles de son côté. Le participant a ajouté qu'il avait des données CTP plus complètes et qu'elles sont actuellement accessibles dans la base de données Biochem. Un autre participant a ajouté que les valeurs de pH étaient dérivées d'autres variables, et non pas analysées avec l'eau des bouteilles. Les deux participants et le présentateur ont convenu d'en discuter après la réunion.

- 
- Il a été mentionné que les eaux profondes ne variaient pas beaucoup d'une saison à l'autre et que les données sur l'eau du fond de diverses saisons pouvaient être utilisées pour combler les données d'automne sur l'eau au fond. Le présentateur a précisé qu'il était possible de faire une figure de la moyenne annuelle, mais que cela ne serait pas forcément intéressant pour les lecteurs, étant donné que les variations saisonnières sont au cœur du corps du texte de l'avis scientifique.
  - Un participant a suggéré de recadrer les cartes à 52°N et de grossir les points de données.
  - Le présentateur a demandé quelle valeur de saturation en oxygène devait être signalée dans l'avis scientifique – la moyenne du fond à 50 m ou la valeur enregistrée individuelle. Un participant a répondu que l'enregistrement individuel devait être présenté. Un autre participant a ajouté qu'il préférerait présenter la saturation en oxygène plutôt que la concentration en oxygène, car c'est plus facile à comprendre pour les lecteurs non spécialistes. Le présentateur a mentionné que les deux valeurs sont généralement présentées dans l'avis scientifique.

## **CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES BASÉES SUR DES MODÈLES EN 2022 – JOËL CHASSÉ**

Collaborateurs: Nicolas Lambert (Golfe), Dave Brickman (Maritimes), Guoqi Han (Pacific), Zeliang Wang (Maritimes), Diane Lavoie (Québec), Olivier Riche (Québec) et Jacqueline Dumas (Québec).

La surveillance des océans est habituellement effectuée pendant des mois et à des endroits précis. Par conséquent, il existe souvent d'importantes lacunes dans les données du système d'observation et les modèles numériques sont utiles pour estimer les données manquantes qui soutiennent les rapports sur l'état de l'océan, la recherche sur les écosystèmes, les évaluations des stocks, la recherche sur les espèces envahissantes, la recherche sur le changement climatique, etc. Ce travail s'appuie sur l'expertise nationale et internationale en matière de modélisation pour fournir une analyse quadridimensionnelle (4D), dans l'espace et le temps, des variables environnementales de l'atmosphère au fond de l'océan au Canada atlantique. Il vise à compléter les rapports basés sur les systèmes d'observation, qui sont traditionnellement effectués dans le cadre du Programme de monitoring de la zone Atlantique du MPO.

On a utilisé la réanalyse de six modèles atmosphériques pour en dériver les conditions atmosphériques au-dessus de l'océan (ERA5, JRA\_55, NCEP1, NCEP2, NARR et NCEP\_CFSv2). Tous les modèles océaniques utilisés dans l'analyse reposent sur le système de modélisation NEMO. Le produit de réanalyse GLORYS (Global Ocean reanalysis and Simulation) est disponible auprès du centre opérationnel de prévision océanique de MERCATOR-Océan. Il s'agit d'un modèle mondial à une résolution de 1/12° qui inclut la glace de mer. Le forçage de surface est dérivé de réanalyses du CEPMMT-atmosphère (Centre européen pour les prévisions météorologique à moyen terme). Les observations assimilées sont les profils *in situ* de la température et de la salinité, la température à la surface de la mer par satellite et les anomalies de trace du niveau de la mer obtenues par altimétrie satellitaire. La période d'analyse s'étend de 1993 à 2022. Le système de réduction d'échelle des glaces de l'océan Atlantique Nord (NAODS) consiste en un modèle au 1/12° de la région de l'Atlantique Nord-Ouest imbriqué dans un modèle au 1/4° de l'Atlantique Nord. Ces modèles couplés sont forcés par les produits du CEPMMT (ERA5), et une simulation rétrospective a été réalisée pour la période de 1980 à 2022. Les résultats du modèle de l'Atlantique Nord de Bedford (BNAM) sont également utilisés dans l'analyse. Le domaine BNAM couvre l'océan Atlantique Nord de 8 à 75° N, 100° O à 30° E, à une résolution de 1/12°. La simulation est guidée par le forçage de surface interannuel pour la période 1990 à 2022, dérivé d'une combinaison de CORE et du

---

forçage de réanalyse NCEP/NCAR. Le système de modélisation inclut le ruissellement des grandes rivières. La configuration CANOPA est également utilisée à deux résolutions horizontales différentes ( $1/12^\circ$  et  $1/24^\circ$ ) couvrant le GSL, le plateau néo-écossais et le golfe du Maine. Les configurations comprennent la couverture de glace, les marées, la dynamique de la surface océanique, les flux de chaleur et de sel et le ruissellement de 78 rivières principales. Trois simulations ont été effectuées à l'aide de CANOPA, dont une simulation à  $1/12^\circ$  pour la période 1948-2021 en utilisant les conditions atmosphériques actualisées obtenues des National Centers for Environmental Predictions (NCEP), une simulation 2006-2021 à  $1/24^\circ$  en utilisant le forçage du Centre météorologique canadien (CMC) et une troisième simulation utilisant NEMO 4.0 à  $1/24^\circ$  sous le forçage ERA5. Au moment de la réunion, la simulation du BGCM n'était pas encore terminée.

Des simulations rétrospectives ont été effectuées (ou obtenues) avec chaque modèle et des moyennes mensuelles ont été produites pour toutes les variables. Nous avons d'abord présenté les variables atmosphériques et leurs anomalies, puis les champs océanographiques et les calculs dérivés. Nous avons suivi la méthode standard du PMZA pour la préparation des anomalies, c'est-à-dire les écarts par rapport à la moyenne à long terme. Dans la mesure du possible, nous avons calculé les « conditions normales » pour la nouvelle période de référence standard de 1991 à 2020. Ces anomalies sont ensuite normalisées par une division par l'écart-type (ET) calculé pour la période de référence standard afin de produire des tableaux de bord dont les valeurs se situent à  $ET \pm 0,5$ . Des séries chronologiques pour les valeurs et les anomalies ont été présentées pour les boîtes « Gilbert » et « OPANO » habituellement utilisées dans les rapports du PMZA.

Les valeurs des anomalies mensuelles moyennes pour plusieurs variables atmosphériques (température de l'air à 2 m, vitesse du vent, etc.), fondées sur les climatologies mensuelles pour la période 1991-2020, calculées à partir des sept réanalyses atmosphériques, ont été présentées. La réanalyse atmosphérique semblait cohérente, entre les modèles, dans la zone d'étude.

Les séries chronologiques des variables océaniques et les anomalies ont été présentées à partir des modèles. Les résultats de « l'ensemble » océanique étaient donc disponibles pour les régions où les domaines du modèle se chevauchent. Pour la présentation, nous nous sommes concentrés sur la température et la salinité à la surface, à 300 m et à proximité du fond et la salinité. Le transport sur plusieurs sections a également été présenté.

Les résultats, parmi les modèles, sont plus cohérents près de la surface et montrent relativement plus de divergences en profondeur. Les anomalies relatives à la climatologie montrent plus de cohérence que les variables entre les modèles. Bien qu'aucun modèle ne convienne bien pour toutes les variables, les résultats semblent indiquer que certains modèles sont décalés. Globalement, l'ensemble de modèles océanique est jugé utile pour la plupart des variables, en particulier pour les périodes temporelles et les régions pour lesquelles il n'y a pas de données observées.

Le travail de modélisation est encore en cours et un document de recherche devrait être disponible au cours de l'année. Les prochaines étapes incluront une mise à jour de la simulation du BGCM, le réglage du BGCM sur l'Atlantique Nord-Ouest (domaine NAODS), la publication de toutes les figures et des données connexes sur le site des données ouvertes du GC, et davantage de discussions avec les clients pour éviter les utilisations aveugles des données.

## **Sommaire de la discussion**

- Un participant a fait le point sur le couplage du modèle biogéochimique avec NEMO. Il prévoit avoir des résultats pour l'avis scientifique de l'année prochaine.

- 
- On a suggéré qu'une courbe correspondant aux observations connues soient ajoutée aux résultats du modèle. Le participant a aussi commenté l'absence de figures présentant les mesures de la CIL. La modélisation des mesures de la CIL pour 2022 pourrait aider à combler les données manquantes pour le relevé estival du plateau néo-écossais. Le présentateur a répondu qu'il avait en effet commencé d'étudier les mesures de la CIL il y a quelques années, mais que cela n'était pas encore terminé. Il espère avoir les résultats pour l'avis scientifique de l'année prochaine.
  - Un participant a commenté l'utilisation des anciennes régions de calcul de la moyenne dans le golfe du Saint-Laurent et a souligné que toutes les analyses (satellite, modèles) devraient utiliser les régions actuelles dans l'approche écosystémique pour dériver les mesures. Le présentateur a répondu qu'il utilise habituellement les quatre boîtes OPANO pour limiter son analyse. Il a ajouté que si les gens ont besoin d'aires plus petites, ils peuvent facilement accéder aux données. Le présentateur et d'autres participants ont convenu de se rencontrer après la réunion pour en discuter plus en détail.
  - Un participant a mentionné que le terme « biochimique » ne devrait pas être utilisé dans notre contexte. Le terme correct serait « biogéochimique ». Il invite toutes les personnes présentes à corriger leur présentation pour l'année prochaine (Note de la présidence : le terme biochimique a été précédemment utilisé pour inférer bio-chimique ou biologique et chimique. Le terme biogéochimique serait limité aux nutriments et semblables. Nous devrions donc plutôt utiliser « chimique et biologique ».)

### **AVIS SCIENTIFIQUE DU PMZA – SESSION 3**

#### **SOMMAIRE DES TABLEAUX DE BORD ZONAUX ET DES CHANGEMENTS APPORTÉS CETTE ANNÉE. EXAMEN ET APPROBATION DES FAITS SAILLANTS DE L'AVIS SCIENTIFIQUE – PETER GALBRAITH**

##### **Température à la surface de la mer**

Un nouveau produit satellitaire (LEO) est utilisé pour la SST. Les extraits sont étalonnés au moyen des données des bouées Viking. Un participant a suggéré que le fait saillant de l'avis scientifique soit moins spécifique quant aux détails régionaux et saisonniers, et soit plutôt axé sur une vue d'ensemble – « SST records dans toute la zone ». Il a ajouté que le fait saillant était très long et pourrait être coupé en phrases plus courtes. Le présentateur a répondu que cette année était exceptionnelle, car toutes les mesures de la SST sont alignées dans toute la zone et sur toutes les saisons, ce qui n'est généralement pas le cas. Un participant a fait remarquer qu'une simplification extrême du fait saillant n'était pas appropriée pour certains clients qui ont besoin d'information sur la variabilité annuelle, régionale et saisonnière. Le fait saillant du sommaire a été corrigé, en apportant la phrase principale suggérée par le premier participant, suivie de détails spatiotemporels. Un participant a également souligné que le terme « zones libres de glace » pourrait ne pas être assez clair pour les lecteurs non spécialistes. Plusieurs participants étaient d'avis de garder le texte tel qu'il avait été rédigé tout d'abord, autant que possible, vu que cette formule a été acceptée les années précédentes.

##### **Transport**

Un participant a suggéré que toutes les contractions soient supprimées dans les faits saillants.

---

## **Couche intermédiaire froide**

Un participant a suggéré de ne pas utiliser le terme « chaud » près du terme « couche intermédiaire froide », car cela pourrait induire les lecteurs en erreur. Un autre participant a suggéré le terme « anormalement chaud » à la place. Il n'y a pas de mesures de la CIL pour le plateau néo-écossais, et les participants ont suggéré de rédiger les faits saillants conformément aux résultats connus jusqu'à présent. Un participant a fait remarquer que la CIL n'était jamais descendue en-dessous de 4 °C dans le plateau néo-écossais en 2022, ce qui en ferait la plus chaude de la série. Le présentateur et les participants ont convenu que si de nouveaux résultats étaient fournis au cours de la semaine à venir (pour le plateau néo-écossais et la station 27), le fait saillant pourrait être changé, avec l'approbation du groupe.

## **Températures sur le fond**

Des discussions ont eu lieu sur le libellé pour que le fait saillant soit accessible aux lecteurs non spécialistes. Les participants ont convenu de griser certaines des mesures qui contiennent peu ou pas d'information dans l'histogramme qui présente les anomalies de l'eau au fond/les mesures de la CIL.

## **Stations haute fréquence**

Les participants ont convenu de griser certaines des valeurs qui contenaient peu ou pas d'information dans l'histogramme. Un participant a mentionné que le graphique de la stratification devait être clarifié au moyen d'une légende détaillée. Un autre participant a mentionné que le profil CTD pour la station de la vallée Shediac du 10 août était disponible et pouvait être ajouté au graphique.

## **Couleur de l'océan**

Des corrections ont été apportées aux noms des zones liées au plateau néo-écossais et au libellé général des faits saillants. Un participant voulait ajouter que les floraisons étaient normales ou plus courtes que la normale dans toute la zone, sauf pour deux régions – le nord-est du golfe du Saint-Laurent et l'ouest du plateau néo-écossais. Les mesures des floraisons records observées pour le plateau néo-écossais ont également été indiquées dans les faits saillants. Un participant a demandé ce qu'il en était de la différence marquée entre les mesures dans deux régions très rapprochées. Un participant a répondu que l'ajustement de la courbe de Gauss pour les données de la couleur de l'océan dans cette région n'était pas idéal et pourrait être à l'origine de ces divergences. Un participant a ajouté que les floraisons dans les régions de la mer du Labrador et du banc Hamilton étaient irrégulières, ce qui pourrait aggraver la question. On a fait remarquer que les deux parties du plateau néo-écossais (ouest et est) devraient être mentionnées dans les faits saillants de l'avis scientifique. Les discussions sur le libellé des faits saillants se sont poursuivies.

## **Mesures du zooplancton**

Un participant a fait remarquer que les anomalies devraient être soulignées dans les faits saillants pour le plateau néo-écossais. Un autre participant a mentionné qu'on pourrait parler du plateau néo-écossais pour le transect de Louisbourg. Il a aussi fait remarquer que les retards d'échantillonnage devraient être mentionnés dans le corps du texte.

## **Acidification**

Les participants ont convenu que le mot « acidification » devrait être utilisé plutôt que le terme « faible pH » pour éviter la confusion. Un participant a fait valoir que le fait saillant sur l'estuaire

---

devrait être sur une ligne distincte afin qu'il se démarque du reste. Un participant a mentionné le fait que les données sur l'acidification d'automne n'étaient généralement pas présentées dans l'avis scientifique mais pourraient se révéler intéressantes.

### **Mer du Labrador**

Les participants ont exprimé le besoin que les mêmes boîtes soient utilisées pour toutes les mesures dans le prochain avis scientifique. Le corps du texte devrait mentionner les détails sur la position ou le choix des boîtes. Des questions ont été posées sur les mesures de la floraison utilisées dans la mer du Labrador – ce point devrait être discuté lors de la prochaine réunion du PMZA. Un participant a mentionné que les faits saillants devraient présenter de l'information sur toutes les figures fournies (par ex. pour les mesures de zooplancton). La diversité de la communauté de zooplancton devrait être décrite en détail dans le corps du texte.

## **RÉCAPITULATION, PLAN DE TRAVAIL ET DATES DES RÉUNIONS EN 2024**

### **Calendrier de publication**

On présente un résumé des documents de recherche récemment publiés et des documents de recherche soumis, mais pas encore publiés. Le président demande aux auteurs l'état des documents de recherche qui devraient être publiés à ce jour, mais qui sont toujours en cours de traitement par le Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS). Le rapport sur les conditions chimiques et biologiques 2021 pour le GSL a été soumis l'hiver dernier dans les deux langues officielles. Les rapports pour Terre-Neuve et le Labrador pour les années 2019-2020 devraient être soumis prochainement. Les rapports 2021 des Maritimes ont été soumis. Le rapport sur les conditions physiques du GSL 2022 a également été soumis et le rapport sur les conditions chimiques et biologiques du GSL 2022 fait actuellement l'objet des dernières modifications avant d'être soumis. Les rapports sur les conditions physiques de la mer du Labrador 2021-2022 devraient être publiés sous la forme d'un article et d'un bref rapport du SCAS. Ils sont prêts à être révisés avant d'être soumis. Les rapports sur les conditions chimiques et biologiques de la mer du Labrador sont actuellement en cours d'élaboration et pourraient être fusionnés et publiés sous la forme d'un rapport technique. Les conditions chimiques et biologiques de la mer du Labrador 2022 devraient être publiées sous la forme d'un rapport technique.

Le président a expliqué aux participants comment ils devraient travailler sur l'ébauche d'avis scientifique disponible en ligne en tant que document collaboratif.

Les participants ont voté et convenu qu'une réunion en présence à Montréal à l'automne/hiver prochain était la meilleure option pour la prochaine réunion du PMZA. Les participants ont exprimé leurs préoccupations concernant l'autorisation de voyager pour l'année fiscale 2023-24.

Les participants ont apprécié le format virtuel avec trois demi-journées pour la partie SCAS de la réunion annuelle du PMZA.

---

## RÉFÉRENCES CITÉES

Fox, A. D., Handmann, P., Schmidt, C., Fraser, N., Rühls, S., Sanchez-Franks, A., Martin, T., Oltmanns, M., Johnson, C., Rath, W., Holliday, N. P., Biastoch, A., Cunningham, S. A., et Yashayaev, I.: Exceptional freshening and cooling in the eastern subpolar North Atlantic caused by reduced Labrador Sea surface heat loss, *Ocean Sci.*, 18, 1507–1533.  
DOI: 10.5194/os-18-1507-2022.

Jutras M, Dufour C, Mucci A, et Talbot L. Remote control of the retroflexion of the Labrador Current. *Research Square*; 2023. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2045201/v1.

---

## APPENDIX I – TERMS OF REFERENCE

### Vingt-cinquième réunion annuelle du Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA)

#### Réunion d'examen zonal par les pairs – Régions du Québec, de Terre-Neuve-et-Labrador, des Maritimes et du Golfe

Du 27 au 29 mars 2023  
Réunion virtuelle

Président : Peter Galbraith

#### Contexte

Le Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA) a été mis en œuvre en 1998 dans le but de récolter et d'analyser des données biologiques, chimiques et physiques, afin de :

1. Caractériser et comprendre les causes de la variabilité océanique aux échelles saisonnière, interannuelle et décennale;
2. Fournir les ensembles de données pluridisciplinaires nécessaires à l'établissement de relations entre les variables biologiques, chimiques et physiques;
3. Fournir les données nécessaires au développement durable des activités océaniques.

La stratégie d'échantillonnage du programme est fondée sur :

1. L'échantillonnage saisonnier et opportuniste le long de sections afin de quantifier la variabilité océanographique dans la région du plateau de l'Atlantique Nord-Ouest canadien;
2. L'échantillonnage temporel à plus haute fréquence à des stations plus accessibles dans des régions représentatives pour observer la dynamique à plus courte échelle de temps;
3. L'utilisation de données provenant des relevés de poissons et de la télédétection pour fournir une couverture spatiale plus vaste et un contexte pour l'interprétation des autres données;
4. L'utilisation de données provenant d'autres programmes de monitoring comme les lignes d'enregistrement continu de plancton (CPR), les mesures du niveau de la mer, les programmes de monitoring à long terme de la température des eaux côtières et des algues toxiques, ou encore les données complémentaires au PMZA provenant d'autres organisations externes, notamment celles sur la glace de mer et les températures de l'air fournies par Environnement et Changement climatique Canada.

#### Objectifs

1. Évaluer les conditions biologiques, chimiques et physiques de l'océan depuis 1999 dans le cadre d'un examen par les pairs des résultats des activités de monitoring dans les quatre régions de l'Atlantique.
2. Synthétiser l'information multidisciplinaire recueillie pendant la durée du programme.

#### Publications prévues

- Avis scientifique
- Documents de recherche
- Compte rendu

---

## **Participation prévue**

- Sciences des écosystèmes et des océans du MPO
- Environnement et Changement climatique Canada
- Partenaires universitaires

## ANNEXE II – ORDRE DU JOUR

**Vingt-cinquième réunion annuelle du Programme de monitoring de la zone Atlantique – du 27 au 29 mars 2023**

**Réunion virtuelle via MS-Teams – Président : Peter Galbraith (QC)**

<b>Examen des conditions physiques et biogéochimiques dans l'Atlantique nord-ouest</b>		
27 mars avant-midi - Session 1 (Rapporteur : Aude Boivin-Rioux)		
8h00 – 8h05 HNE	Peter Galbraith	Mot de bienvenue et introduction
8h05 – 8h25 HNE	Frédéric Cyr	Conditions océanographiques physiques sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador
8h25 – 8h50 HNE	David Bélanger	Conditions chimique et biologiques sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador
<b>8h50 – 9h00</b>	<b>Pause santé</b>	
9h00 – 9h25 HNE	Peter Galbraith	Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent
9h25 – 9h50 HNE	Marjolaine Blais	Conditions chimiques et biologiques dans le golfe du Saint-Laurent
<b>9h50 – 10h00</b>	<b>Pause santé</b>	
10h00 – 10h25 HNE	Benoit Casault	Conditions chimiques et biologiques sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine
10:25 – 10h50 HNE	Dave Hebert	Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine
28 mars avant-midi - Session 2 (Rapporteur : Aude Boivin-Rioux)		
8h00 – 8h50 HNE	Igor Yashayaev	Conditions physiques, chimiques et biologiques dans la mer du Labrador (PMZAO)
<b>8h50 – 9h00</b>	<b>Pause santé</b>	
9h00 – 9h25 HNE	Marc Ringuette	Conditions chimiques et biologiques dans la mer du Labrador (PMZAO)
9h25 – 9h50 HNE	Frédéric Cyr	Conditions d'acidification zonale
<b>9h50 – 10h00</b>	<b>Pause santé</b>	
10h00 – 10h25 HNE	Joël Chassé	Modélisation zonale

---

### AVIS SCIENTIFIQUE PMZA

29 mars avant-midi - Session 3 (Rapporteur : Aude Boivin-Rioux)

8h00 – 8h50 HNE	Peter Galbraith	Résumé des tableaux synoptiques zonaux et des changements apportés cette année  Révision et accord sur les faits saillants de l'avis scientifique
<b>8h50 – 9h00</b>	<b>Pause santé</b>	
9h00 – 9h50 HNE	Révision et accord sur les faits saillants de l'avis scientifique (suite)	
<b>9h50 – 10h00</b>	<b>Pause santé</b>	
10h00 – 11h00 HNE	Peter Galbraith	Récapitulation, plan de travail, dates de la rencontre 2024  Fin

## ANNEXE II – LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Affiliation
Beazley, Lindsay	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Bélanger, David	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Bernier, Renee	MPO, Sciences – Région du Golfe
Blais, Marjolaine	MPO, Sciences – Région du Québec
Boivin-Rioux, Aude	MPO, Sciences – Région du Québec
Bourgault-Brunelle, Corinne	MPO, Centre météorologique canadien – Dorval
Brickman, David	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Cardoso, Diana	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Casault, Benoit	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Chassé, Joël	MPO, Sciences – Région du Golfe
Clay, Stephanie	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Coyne, Jonathan	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Cyr, Frederic	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Devred, Emmanuel	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Dumas, Jacqueline	MPO, Sciences – Région du Québec
Fife, Jack	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Gabriel, Carrie-Ellen	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Galbraith, Peter	MPO, Sciences – Région du Québec
Han, Guoqi	MPO, Sciences – Région du Pacifique
Head, Erica	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Hebert, Dave	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Jamieson, Robyn E.	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Johnson, Catherine	MPO, Sciences – Région des Maritimes

<b>Nom</b>	<b>Affiliation</b>
Kelly, Noreen	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Lambert, Nicolas	MPO, Sciences – Région du Golfe
Lafleur, Caroline	MPO, Sciences – Région du Québec
Lavoie, Dianne	MPO, Sciences – Région du Québec
Layton, Chantelle	MPO, Sciences – Région des Maritimes
LeClainche, Yvonnick	MPO, Centre météorologique canadien – Dorval
Lehoux, Caroline	MPO, Sciences – Région du Québec
Maillet, Gary	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Moore, Andrea M.	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Penney, Jared	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Pepin, Pierre	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Plourde, Stéphane	MPO, Sciences – Région du Québec
Ringuette, Marc	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Starr, Michel	MPO, Sciences – Région du Québec
Tilney, Charles	MPO, Sciences – Région du Québec
Yashayaev, Igor	MPO, Sciences – Région des Maritimes