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 2021/054

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

Compte rendu de la réunion sur les avis scientifiques zonale de la vingt-troisième réunion annuelle du Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA)

Du 25 au 26 mars 2021
Réunion virtuelle

Président : Peter S. Galbraith
Éditeurs : Jean-Luc Shaw et Peter S. Galbraith

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

Janvier 2022

Canada

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

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2022
ISSN 2292-4264
ISBN 978-0-660-41487-4 N° cat. Fs70-4/2021-054F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2022. Compte rendu de la réunion sur les avis scientifiques zonale de la vingt-troisième réunion annuelle du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA); du 25 au 26 mars 2021. Secr. can. des avis sci. du MPO. Compte rendu 2021/054.

Also available in English:

DFO. 2022. Proceedings of the zonal advisory meeting of the Twenty-third Annual Meeting of the Atlantic Zone Monitoring Program (AZMP); March 25-26, 2021. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2021/054.

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 des discussions : 2

CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES BIOGÉOCHIMIQUES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR – DAVID BÉLANGER 2

Sommaire des discussions : 2

CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES PHYSIQUES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT – PETER GALBRAITH 3

Sommaire des discussions : 3

CONDITIONS BIOGÉOCHIMIQUES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT – MARJOLAINE BLAIS 4

Sommaire des discussions : 5

CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES PHYSIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLDE DU MAINE – DAVE HEBERT 5

Sommaire des discussions : 6

CONDITIONS BIOGÉOCHIMIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLFE DU MAINE – BENOIT CASAULT 7

Sommaire des discussions : 8

EXAMEN DES CONDITIONS PHYSIQUES ET BIOGÉOCHIMIQUES DANS L'ATLANTIQUE NORD-OUEST – SESSION 2 8

CONDITIONS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LA MER DU LABRADOR (PMZAO) – IGOR YASHAYAEV 8

Sommaire des discussions : 9

CONDITIONS BIOGÉOCHIMIQUES DANS LA MER DU LABRADOR (PMZAO) – MARC RINGUETTE 10

Sommaire des discussions : 10

CONDITIONS D'ACIDIFICATION PAR ZONE – OLIVIA GIBB 11

Sommaire des discussions : 11

MODÉLISATION ZONALE – JOËL CHASSÉ 12

Sommaire des discussions : 13

AVIS SCIENTIFIQUE DU PMZA 14

SOMMAIRE DES TABLEAUX DE BORD DE LA ZONE ET DES CHANGEMENTS APPORTÉS CETTE ANNÉE. EXAMEN ET ENTENTE SUR LES PUCES DE L'AVIS SCIENTIFIQUE – PETER GALBRAITH ET PIERRE PÉPIN 14

Changements apportés aux figures : 14

Faits saillants : 15

RÉCAPITULATION, PLAN DE TRAVAIL ET DATES DES RÉUNIONS EN 2022 15

État des documents de recherche : 15
Prochaine réunion : 16
RÉFÉRENCES CITÉES 16
ANNEXE I – CADRE DE RÉFÉRENCE 18
ANNEXE II – ORDRE DU JOUR DE LA RENCONTRE 20
ANNEXE III – LISTE DES PARTICIPANTS 22

SOMMAIRE

Le Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA) a été mis en œuvre en 1998 dans le but de recueillir et d'analyser les données biologiques, chimiques et physiques sur le terrain qui sont nécessaires pour :

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 adéquates pour le développement durable des activités océaniques.

Les scientifiques responsables du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA) se réunissent 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 du ministère des Pêches et des Océans (MPO). L'année 2009 a marqué le 10^{e} anniversaire de l'observation des océans par le PMZA. En mars 2010, les scientifiques du Programme ont entrepris de synthétiser et d'intégrer les conditions océanographiques observées dans la zone atlantique depuis 1999, de définir les tendances ou les changements survenus et d'effectuer une évaluation critique de l'information disponible. En 2014, le Programme de monitorage de la zone Atlantique au large du plateau continental (PMZAO) a commencé à fournir un aperçu des conditions océanographiques dans la mer du Labrador. En 2019, des aspects concernant l'acidification des océans ont été inclus. En 2021, les scientifiques du PMZA se sont réunis les 25 et 26 mars lors d'une téléconférence de portée limitée comparativement aux rencontres des années passées pour examiner les conditions océanographiques qui prévalaient en 2020 dans la zone et les résumer dans 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. Avec les restrictions de voyage imposées en raison de la pandémie de COVID-19, une téléconférence a eu lieu les 25 et 26 mars au lieu de l'habituelle réunion en face à face. Comme ce fut le cas en 2020, la portée de la réunion fut principalement limitée à la révision de l'état des conditions océaniques qui prévalaient en 2020 et à la rédaction d'un résumé sous forme d'avis scientifique. Une session a également inclus des discussions sur la logistique et la gestion des données.

L'avis scientifique résume les informations présentées dans huit documents de recherche, 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 ont été données sur le matériel soutenant les documents de recherche. Deux autres présentations ont été faites sur l'acidification des océans et la modélisation zonale. 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

Rapporteur – Catherine Johnson

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

Co-auteurs: S. Snook, C. Bishop, P.S. Galbraith, N. Chen et G. Han

Un aperçu des conditions océanographiques physiques dans la région de Terre-Neuve et du Labrador en 2020 est présenté. L'indice hivernal d'oscillation de l'Atlantique Nord (NAO), un indicateur clé pour la direction et l'intensité des champs de vents hivernaux au-dessus de l'Atlantique Nord-Ouest, a été positif pour la septième année consécutive (il a été négatif uniquement en 2013 depuis 2012). Bien que cette phase positive du NAO ait entraîné des conditions plus froides que la normale pendant une courte période (2014 à 2017), la plupart des paramètres océaniques sont maintenant revenus à un niveau plus élevé que la normale. Les températures de la surface de la mer étaient au-dessus de la normale depuis 2014 et la glace de mer était au-dessous de la normale pour la première fois depuis 2013. D'après les observations du relevé océanographique estival du PMZA, le volume de la couche intermédiaire froide (CIF, < 0 °C) était inférieur à la normale entre 2018 et 2020. Les températures au fond étaient elles aussi plus élevées que la normale au cours de la même période. L'indice du transport du courant du Labrador le long du talus de Terre-Neuve était normal en 2020 pour la deuxième année consécutive, mais le transport le long du talus néo-écossais était sous la normale (phase en cours depuis 2014). L'indice climatique de Terre-Neuve et du Labrador était normal en 2020 pour une cinquième année de suite.

Sommaire des discussions :

- Un participant remarque que l'indice NAO est depuis 2012 environ dans une phase positive similaire à celle de la période froide des années 1990 et demande pourquoi l'océan réagit différemment. La phase était semblable, mais les hivers n'ont pas été aussi froids, ce qui a réduit le volume d'eau froide générée en hiver, et les étés ont été plus chauds; c'est pourquoi l'océan réagit différemment.

CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES BIOGÉOCHIMIQUES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL DE TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR – DAVID BÉLANGER

Les conditions océanographiques biogéochimiques sur les plateaux continentaux de Terre-Neuve et du Labrador sont présentées et interprétées en fonction des conditions moyennes à long terme (1999 à 2020) dans la région. Les données satellitaires sur la couleur de l'océan indiquent une tendance à des floraisons printanières plus précoces, plus longues et plus productives sur les Grands Bancs depuis 2017 environ, par opposition à des floraisons comparativement tardives, courtes et moins productives sur les plateaux du nord-est de Terre-Neuve et du Labrador au cours de la même période. Les données *in situ* des relevés saisonniers montrent une augmentation des stocks intégrés de nitrates (50 à 150 m) et de chlorophylle-*a* (0 à 100 m) dans la région depuis 2015 et 2017, respectivement, après plusieurs années d'anomalies négatives au début des années 2010. L'abondance et la biomasse du zooplancton ont également affiché des tendances globales à la hausse depuis 2010 environ et sont demeurées le plus souvent supérieures à la normale depuis 2015. Les changements de la structure de la communauté zooplanctonique depuis 2010 approximativement se traduisent par une diminution du nombre des grands copépodes *Calanus finmarchicus*, riches en énergie, et davantage de petits *Pseudocalanus* spp. Toutefois, le ratio élevé des petits et des grands copépodes s'est réduit ces dernières années. De plus, les variations de la saisonnalité de la biomasse zooplanctonique, caractérisées par des signaux plus faibles au printemps et plus forts en été et en automne depuis 2016, suggèrent un changement continu de la composition et de la structure de la taille de la communauté zooplanctonique.

Sommaire des discussions :

- Un participant demande si la biomasse zooplanctonique devrait être déclarée pour la station 27, car elle serait fondée sur des échantillons provenant de trois occupations seulement. Le protocole d'échantillonnage du zooplancton a changé : on prélève des échantillons jumelés à l'aide de filets Bongo. Les mesures de la biomasse sont prises dans la région de Terre-Neuve-et-Labrador, mais l'analyse taxonomique est effectuée par le Centre de référence de l'Atlantique et l'Institut Maurice-Lamontagne, et cette dernière n'est pas encore terminée.
- Un participant demande si le conférencier sait ce qui explique les tendances de la variabilité des nitrates dans les eaux profondes. Les changements des nitrates dans les eaux profondes peuvent être liés à différents régimes de circulation de l'eau, comme l'exportation d'eau de l'Arctique. L'examen du ratio des éléments nutritifs pourrait aider à répondre à cette question.
- Un participant demande quelles espèces sont responsables du changement de la biomasse zooplanctonique en été. L'abondance des copépodes *C. finmarchicus* a augmenté, mais on note aussi un changement dans le moment de leur production. L'augmentation de la biomasse estivale est probablement liée à un changement de la période de production de *C. finmarchicus*, mais aussi de *Calanus hyperboreus*. Les abondances automnales de *Pseudocalanus* et de *Temora longicornis* ont également beaucoup augmenté.

- La structure de la communauté zooplanctonique de la région de Terre-Neuve-et-Labrador semble s'éloigner des conditions observées entre le milieu et la fin des années 2010 mais, sur le plan géographique, la structure de la communauté ressemble encore à la tendance récemment signalée dans l'avis scientifique.

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

Co-auteurs: J. Chassé, J.-L. Shaw, J. Dumas, C. Caverhill, D. Lefaivre, et C. Lafleur

Un aperçu des conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent (GSL) en 2020 est présenté dans le cadre du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA). Les données du PMZA ainsi que de programmes de monitorage régionaux sont analysées et présentées en relation avec des moyennes à long terme. Les débits du fleuve Saint-Laurent et de l'indice RIVSUM II étaient au-dessus de la normale. Le volume de glace saisonnier maximal était sous la normale, mais le volume de la couche mélangée hivernale était près de la normale. La couche intermédiaire froide (CIF) du mois d'août était plus chaude que la normale, mais l'indice saisonnier de la température minimum était près de la normale. Les températures de l'eau à la surface ont atteint un record chaud en juillet; le mélange et les remontées d'eaux froides à la tête du chenal Laurentien et qui maintiennent habituellement les eaux de surface fraîches ont été quelque peu interrompus en juillet. La moyenne de mai à novembre pour tout le golfe a été près de la normale, malgré un maximum saisonnier d'août supérieur à la normale (+ 0,7 °C; + 0,9 ÉT). Les températures de surface dans l'estuaire et le nord-ouest du golfe ont par la suite atteint un record de froid pour la période en septembre, causées par un fort mélange vertical induit par le vent. Ce mélange a aussi réchauffé les eaux du fond sur le plateau madelinien, si bien que la superficie du fond recouvert par des eaux de températures <1 °C en septembre a presque atteint un niveau record faible. Les températures des eaux profondes du golfe sont en augmentation depuis 2009 avec le transport depuis le détroit de Cabot. Globalement, la température moyenne à 150 m de profondeur est moins élevée que le maximum atteint en 2015, mais au-dessus de la normale à 3,7 °C (+ 1,6 ÉT). De nouveaux records (depuis 1915) ont été atteints à 200, 250 et 300 m de 5,7°C (+ 1,2 °C; + 1,9 ÉT), 6,6 °C (+ 1,1 °C; + 2,5 ÉT) et de 6,8°C (+ 1,1 °C; + 2,7 ÉT). La superficie du fond marin recouvert par des températures plus grandes que 6 °C a atteint un niveau record dans le nord-ouest, le nord-est, le centre et le détroit de Cabot, et des habitats de 7–8 °C sont apparus pour la première fois dans le nord-est du golfe.

Sommaire des discussions :

- Un participant demande si le réchauffement de juillet a coïncidé avec une marée de mortes-eaux ou de vives-eaux. L'événement chaud a duré tout le mois de juillet, donc beaucoup plus longtemps que les 14 jours d'une marée de mortes-eaux ou de vives-eaux. Cela donne à penser que le réchauffement n'était pas lié à la dynamique des marées de mortes-eaux ou de vives-eaux. Il est plus probablement lié aux vents, qui étaient particulièrement forts pendant cette période et provenaient inhabituellement du Nord-Est, créant une plongée des eaux sur la rive nord de l'estuaire. Les médias ont rapporté (Gallant, L. 2020) qu'un plongeur a trouvé des eaux de 9 °C à une profondeur de 30 m sur la Côte-Nord pendant cette période. L'hypothèse est que les vents ont poussé les eaux chaudes au-dessus de la zone de mélange et de remontée à la tête du chenal Laurentien, les recouvrant et empêchant l'eau froide d'atteindre la surface.

CONDITIONS BIOGÉOCHIMIQUES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT – MARJOLAINE BLAIS

Co-auteurs: P.S. Galbraith, S. Plourde, L. Devine, C. Lehoux, E. Devred et S. Clay

La conférencière donne un aperçu des conditions océanographiques chimiques et biologiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2020 dans le cadre du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA). Les données du PMZA et des programmes de surveillance régionaux sont analysées et présentées par rapport aux moyennes à long terme dans le contexte d'un important épisode de réchauffement qui a commencé en 2010. En raison de la pandémie de COVID-19, il n'y a pas eu de campagne océanographique au début de l'été dans le golfe du Saint-Laurent et les stations de surveillance à haute fréquence n'ont pas été échantillonnées entre le début du printemps et le mois de juillet. Il convient donc de faire preuve de prudence pour interpréter les anomalies de 2020 des variables affichant une forte saisonnalité (c.-à-d. les concentrations de nutriments et de chlorophylle-*a*, ainsi que la biomasse et les abondances du zooplancton). En outre, de nombreux changements ont été intégrés au rapport de cette année, notamment l'ajout d'ensembles de données de la fin d'été à l'ensemble de données habituel du PMZA pour le golfe du Saint-Laurent (couvrant l'hiver, le début de l'été et l'automne) et l'utilisation d'un algorithme récemment publié (Laliberté *et al.* 2018) pour dériver des estimations de la chlorophylle-*a* à partir de la couleur de l'océan dans les eaux côtières du golfe du Saint-Laurent, ainsi que pour modifier les paramètres permettant de calculer les paramètres de la floraison printanière.

Les niveaux d'oxygène à 300 m sont descendus à leur concentration la plus faible mesurée à ce jour dans l'estuaire et le détroit de Cabot en 2020. Dans l'estuaire, la perte d'oxygène de près de 6 µM (saturation en oxygène d'environ 2 %) en une seule année a été l'une des plus fortes diminutions observées jusqu'à maintenant. Les inventaires d'éléments nutritifs dans la couche de surface (de 0 à 50 m) étaient généralement proches de la normale partout, sauf dans l'estuaire et dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent, où les nitrates et les phosphates étaient légèrement au-dessus de la normale. Les inventaires de nitrates, de phosphates et de silicates dans la couche moyenne étaient tous supérieurs à la normale dans le nord et le centre du golfe du Saint-Laurent, mais généralement proches de la normale dans les régions du sud. À 300 m, on a relevé des anomalies positives des éléments nutritifs dans le détroit de Cabot, ainsi que dans le centre et dans le nord-est du golfe du Saint-Laurent. Les silicates étaient également au-dessus de la normale dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent et dans l'estuaire, mais les concentrations de nitrates et de phosphates s'approchaient de la normale dans ces régions. Depuis 2012, on a observé des anomalies positives des nitrates dans les eaux profondes dans le détroit de Cabot et le centre du golfe du Saint-Laurent, en association avec des intrusions d'eaux chaudes et salées. La chlorophylle-*a* verticalement intégrée (chl-*a*; 0 à 100 m) présentait une forte anomalie positive pendant l'automne dans l'estuaire; la même chose s'est produite dans une moindre mesure dans le centre du golfe du Saint-Laurent. Cette dernière région a été principalement associée à des anomalies positives de la chlorophylle-*a* durant l'automne depuis 2014. Ailleurs, la biomasse du phytoplancton verticalement intégré était proche de la normale, sauf dans le détroit de Cabot où elle était en dessous. En revanche, la biomasse du phytoplancton dérivée des données satellitaires a affiché des anomalies annuelles et automnales négatives dans la plupart des cellules de la couleur de l'océan. Les paramètres de la floraison printanière étaient pour la plupart près de la normale, sauf pour l'amplitude et l'ampleur élevées du bloom dans les cellules du plateau madelinien et du détroit de Cabot.

En 2020, la biomasse du zooplancton était proche de la normale dans presque tout le golfe du Saint-Laurent; elle était inférieure seulement dans la région du centre du golfe du Saint-Laurent et du détroit de Cabot, et à la station de la vallée de Shédiac (où n = 2). L'abondance des grands calanoïdes, de *Calanus finmarchicus* et de *Calanus hyperboreus* suivait la même

tendance, mais l'abondance de *C. hyperboreus* était supérieure à la normale dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent. L'abondance des petits calanoïdes s'approchait de la normale partout, malgré une abondance inférieure à la normale de *Pseudocalanus* spp. sur le plateau madelinien et, dans une moindre mesure, dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent et à la station de Rimouski. L'abondance des copépodes associés aux eaux chaudes et des copépodes associés aux eaux froides avait tendance à être supérieure à la normale dans la plupart des régions. L'absence d'échantillonnage au printemps ne permet pas une caractérisation adéquate de la phénologie de *Calanus finmarchicus* à la station de Rimouski cette année.

Sommaire des discussions :

- On pourrait peut-être estimer l'échantillon hivernal d'éléments nutritifs de Shédiac manquant à partir des échantillons prélevés de chaque côté de la station pendant le relevé de mars dans le golfe du Saint-Laurent, puisque les répartitions des éléments nutritifs dans le sud du golfe sont relativement uniformes à cette période de l'année.
- Un participant demande s'il faut rapporter les propriétés biochimiques à Shédiac lorsqu'il n'y a que deux ou trois occupations de la station. Les participants conviennent que ces données ne doivent pas être rapportées.
- **Mesure à prendre** : Retirer les propriétés biochimiques de Shédiac pour 2020 de l'avis scientifique puisqu'elles ajoutent un bruit qui n'est pas informatif aux séries chronologiques.
- D'après les données probantes présentées dans les présentations biochimiques de Terre-Neuve-et-Labrador et du Québec, il faudrait réévaluer l'énoncé sur la structure de la communauté zooplanctonique dans les faits saillants de l'avis scientifique.
- **Mesure à prendre** : Réévaluer l'énoncé sur la structure de la communauté zooplanctonique dans les faits saillants et le texte de l'avis scientifique.
- Un participant demande quel satellite a été utilisé pour l'estimation par télédétection de la biomasse de la chlorophylle-*a*. Cette année, seul MODIS a été utilisé, afin d'éliminer les biais introduits par l'utilisation de trois satellites différents.
- Un participant demande s'il y a un lien entre la faible concentration d'oxygène au fond et la stratification ou la réduction du mélange, autrement dit si le la réduction du mélange signalée plus tôt à la tête du chenal Laurentien (qui a mené à des eaux de surface exceptionnellement chaudes dans l'estuaire en juillet) a contribué à la faible concentration d'oxygène au fond. Dans le modèle biogéochimique, la suppression du mélange peut contribuer à une réduction des concentrations d'oxygène au fond. Un autre participant fait valoir que le mélange était probablement encore présent à la tête du chenal Laurentien, mais que les eaux de surface refroidies étaient sans doute recouvertes par les eaux chaudes poussées par les vents du nord-est.

CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES PHYSIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLDE DU MAINE – DAVE HEBERT

Co-auteurs: C. Layton, D. Brickman and P.S. Galbraith

En 2020, les anomalies de la température de l'air ont été positives pour tous les sites, avec des anomalies allant de +0,6 °C (ET +0,7) pour Sydney à +1,2 °C (ET +1,8) à Boston. La température à la surface de la mer d'après les satellites était proche de la normale (température moyenne de 1982 à 2010), sauf à l'est du golfe du Maine et dans la baie de Fundy : +0,7 °C (ET +1,3), pour la région 4W : +0,5 °C (ET +0,8) et pour la région 4V : +0,7 °C (ET +1,2).

La température de l'eau à certains endroits et certaines profondeurs variaient de près de la normale à bien au-dessus de la normale. La température entre 200 et 300 m dans le détroit de Cabot a atteint un sommet record de +2,1 °C (ET +6,3), et quatre des cinq dernières années ont été les plus chaudes. Dans le bassin Émeraude, la température à 250 m était la quatrième plus élevée, soit +1,6 °C (ET +1,9), et les six dernières années ont été les plus chaudes, avec un record en 2019. La température à 200 m dans le bassin de Georges était la sixième plus chaude, à +1,1 °C (ET +2,2), l'année 2018 ayant été la plus chaude. Les huit dernières années ont été les plus chaudes.

Les températures au fond en juillet pour les parties du plateau continental des régions 4Vn, 4Vs, 4W et 4X de l'OPANO étaient supérieures aux valeurs moyennes de 1981 à 2010. Les anomalies allaient de +0,9 °C (ET +1,2) dans la division 4X à +1,6 °C (ET +2,1) dans la division 4W, la quatrième année la plus chaude, et +0,9 °C (ET +2,3) dans la division 4 V, la troisième année la plus chaude.

Un composite, composé de 22 séries chronologiques des températures de l'océan de la surface au fond dans la région a montré que 2020 a été la troisième année la plus chaude sur 51 ans (2012 a été la plus chaude, avec 2016, 2017 et 2018 les deuxième, quatrième et cinquième plus chaudes), avec une anomalie normalisée moyenne de +2,0 ET par rapport à la période 1981-2010.

Sommaire des discussions :

- Les données des planeurs ont grandement contribué à combler les observations manquantes.
- **Mesure à prendre** : Il serait intéressant d'ajouter une phrase dans l'avis scientifique pour préciser que l'on utilise les données des planeurs.
- Un participant demande si le conférencier sait pourquoi les eaux de surface deviennent plus fraîches. Le signal de rafraîchissement pourrait provenir du débit sortant du golfe du Saint-Laurent. L'indice RIVSUM plus élevé indique une tendance vers un ruissellement d'eau douce plus important. Le ruissellement d'eau douce est fortement lié à la stratification à la station de Rimouski, mais il n'est pas certain qu'il le soit à la stratification sur le plateau néo-écossais. On pourrait ajouter à l'avis scientifique les tendances à long terme de la stratification dans les séries chronologiques d'Halifax-2 pour clarifier cette question. Bien que la stratification à Halifax-2 soit mentionnée dans le document de recherche sur les propriétés biochimiques dans les Maritimes depuis un certain nombre d'années, elle pourrait également être déclarée dans le document de recherche des propriétés physiques de cette région.
- **Mesure à prendre** : Envisager d'inclure la stratification à Halifax-2 dans le document de recherche sur les propriétés physiques dans les Maritimes et dans l'avis scientifique.
- Un participant demande si la stratification sur le plateau néo-écossais est liée au RIVSUM. Ce point n'a pas encore été examiné. Dans le modèle de circulation, les variations du flux d'eau douce avaient un effet sur le plateau néo-écossais, surtout dans le courant de la Nouvelle-Écosse, et on le ressent aussi loin que dans le golfe du Maine. Les mois de septembre et d'octobre sont les périodes où le débit sortant est le plus important.
- Il n'est pas impossible qu'il y ait des signes de fonte glaciaire dans le signal de l'eau douce sur le plateau néo-écossais. Les dernières mesures de la fonte des glaciers du Groenland augmentent. Mais la stratification et la salinité à la S27 ne semblent pas changer beaucoup.

- Malgré un certain rafraîchissement à la S27, le transport du courant du Labrador sur le talus néo-écossais diminue, ce qui pourrait réduire l'influence en amont de cette source sur le talus et le plateau néo-écossais. Cela peut être dû au transport le long du plateau, et non à la faille de celui-ci.
- Dans un ensemble de modèles, il y a une augmentation de la salinité non seulement à la surface, mais aussi en profondeur. Les eaux profondes et les eaux de surface du plateau néo-écossais sont de plus en plus salées, mais la stratification augmente en raison de la différence de variation de la salinité entre les deux profondeurs. Cette évolution du changement n'apparaît toutefois pas dans les données.

CONDITIONS BIOGÉOCHIMIQUES SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS ET DANS LE GOLFE DU MAINE – BENOIT CASAULT

Le conférencier donne un aperçu des conditions océanographiques chimiques et biologiques sur le plateau néo-écossais et dans l'est du golfe du Maine en 2020 dans le cadre du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA). En raison de la pandémie de COVID-19, le relevé de printemps dans la région des Maritimes a été annulé pour les sections de base du PMZA en 2020. De plus, il n'y a pas eu d'échantillonnage de la mi-mars jusqu'au début du mois de juillet aux stations de surveillance à haute fréquence Halifax-2 (HL2) et Prince-5 (P5). Il convient donc d'interpréter avec prudence les anomalies de 2020, surtout pour les variables affichant une forte saisonnalité. Les anomalies de l'inventaire des nitrates dans les eaux profondes étaient mixtes en 2020, certaines étant proches de la normale ou positives dans les régions du centre et de l'est, et d'autres négatives dans les régions de l'ouest. Des anomalies légèrement positives (section du détroit de Cabot, CSL) et positives (section d'Halifax, HL) ont été causées par des niveaux de nitrate plus élevés que la normale à l'automne 2020 aux stations est de CSL (5 et 6) et aux stations du talus de HL (6 et 7). Un inventaire record de nitrates dans les eaux profondes a été observé sur le banc de Brown (BBL). Les anomalies annuelles de l'inventaire de silicates et de phosphates dans les eaux profondes étaient près de la normale ou négatives dans la région en 2020. L'inventaire intégré de la chlorophylle-*a* était inférieur à la normale aux stations de surveillance à haute fréquence et à la normale dans les sections de base. Les anomalies annuelles prés de zéro dans les sections de base sont le résultat direct de l'absence d'échantillonnage printanier. Le début du bloom phytoplanctonique printanier a commencé plus tard que la normale dans les cellules du plateau néo-écossais (est, centre et ouest du plateau néo-écossais), mais plus tôt pour le détroit de Cabot et le banc de Georges. On a observé un début de floraison tardif record pour le centre du plateau néo-écossais, mais un début précoce record pour le banc de Georges. Les floraisons tardives se sont traduites principalement par un bloom proche de la normale ou plus court, et les floraisons précoces par un bloom proche de la normale ou plus long. Un record de durée a été noté pour le banc de Georges. L'ampleur de la floraison était variable en 2020, avec un creux record pour le centre du plateau néo-écossais. Les anomalies annuelles de l'abondance de *Calanus finmarchicus* ont été mitigées dans la région des Maritimes en 2020. Une abondance record a été observée pour la section d'Halifax, mais elle est probablement biaisée par le fait que l'échantillonnage a eu lieu à un ensemble réduit de stations (3) de la HL, à l'automne 2020 seulement. Les abondances de *Pseudocalanus*, des copépodes et des non-copépodes en 2020 étaient toutes proches ou inférieures aux niveaux normaux dans les régions de l'est et du centre, et proches ou au-dessus des niveaux normaux dans les parties ouest de la région des Maritimes. Des creux records de l'abondance ont été enregistrés pour les *Pseudocalanus* (CSL), les copépodes (HL) et les non-copépodes (HL2), tandis qu'une abondance record a été observée pour les non-copépodes à la P5. La biomasse du zooplancton est demeurée essentiellement près de la normale ou en dessous dans la région des Maritimes en 2020,

malgré un léger changement vers des anomalies positives observé pour les stations HL2 et BBL ces deux dernières années.

Sommaire des discussions :

- Un participant demande quels groupes étaient responsables de la tendance de l'abondance des espèces autres que les copépodes, semblable à la tendance observée à Terre-Neuve-et-Labrador depuis 2012. Le conférencier a des résultats qui répondent à cette question, mais ils font partie d'un autre exposé. Il y a également eu des changements chez les non-copépodes au Québec, et il serait utile d'ajouter ce point dans l'avis scientifique. On note aussi des tendances dans les anomalies de certains groupes de copépodes.
- Dans les Maritimes, le nombre de groupes autres que des copépodes qui se nourrissent de petites particules a augmenté au cours de certaines des dernières années, mais cette tendance n'est pas constante. L'un de ces groupes, les appendiculaires, est le groupe de non-copépodes le plus abondant dans les Maritimes. Ils sont favorisés lorsqu'il y a des blooms phytoplanctoniques en dehors de la période de la floraison printanière.
- L'abondance des appendiculaires a augmenté pendant toute l'année, de janvier à décembre à la station S27, sans aucun lien avec la saisonnalité des floraisons.
- Un participant propose d'ajouter des renseignements sur la communauté des non-copépodes à l'avis scientifique cette année. Cette proposition est rejetée parce qu'elle nécessite un examen plus attentif et, de plus, Terre-Neuve-et-Labrador ne serait pas en mesure de contribuer cette année.
- On peut aussi constater un changement dans la structure de la communauté du phytoplancton dans les données de HPLC, lequel est continu et fort. On pourrait ajouter ce point à l'avis scientifique pour accroître la sensibilisation, au moins pour les régions qui ont les données.
- Plutôt que d'avoir un tableau d'anomalies ou un indicateur pour les paramètres des communautés auxiliaires, nous devrions être prudents et réfléchir soigneusement à la façon de procéder.
- **Mesure à prendre** : L'élaboration de paramètres des communautés ou d'autres rapports pourrait faire l'objet d'une réunion à mi-année.

EXAMEN DES CONDITIONS PHYSIQUES ET BIOGÉOCHIMIQUES DANS L'ATLANTIQUE NORD-OUEST – SESSION 2

Rapporteuse – Marjolaine Blais

CONDITIONS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LA MER DU LABRADOR (PMZAO) – IGOR YASHAYAEV

Dans la mer du Labrador, un mélange vertical intense induit par de fortes pertes de chaleur à la surface en hiver entraîne la formation d'une masse d'eau dense caractéristique, l'eau de la mer du Labrador, qui se répand par la suite dans l'océan, ventilant ses couches profondes et contribuant essentiellement à la circulation globale de retournement. L'événement le plus remarquable de toute l'histoire des observations océanographiques dans l'Atlantique Nord a été la production d'un volume record d'eau de la mer du Labrador froide, dense, profonde et saturée en gaz entre la fin des années 1980 et le milieu des années 1990. Durant la vingtaine d'années qui a suivi ce développement bien documenté de la masse d'eau, la force du

refroidissement hivernal a diminué sensiblement, tandis que la mer, surtout à mi-profondeur, se réchauffait progressivement et gagnait en eaux plus salines et moins denses.

Depuis l'hiver 2014, un an avant que la mer du Labrador subisse la plus forte perte de chaleur en plus de deux décennies, et jusqu'à l'hiver 2018, la convection hivernale s'est progressivement accentuée de 1 600 à 2 000 m, pour devenir la plus profonde depuis l'hiver 1994.

À l'hiver 2020, la convection de la mer du Labrador a atteint une profondeur de 1 600 m, voire plus, dépassant les profondeurs observées il y a un an. L'enfoncement du mélange convectif et le léger refroidissement de la couche mixte profonde sont principalement attribués à l'augmentation de l'indice d'oscillation de l'Atlantique Nord et au refroidissement net cumulatif de la surface résultant de l'hiver précédent. Cependant, même si l'indice NAO était relativement élevé, les profondeurs de convection étaient nettement moins profondes que les profondeurs indiquées entre 2015 et 2018.

Comme l'année précédente, en 2020, la couche supérieure de 15 à 100 m du centre de la mer du Labrador avait une température supérieure à la normale et une salinité à peu près normale. La couche intermédiaire, de 200 à 2 000 m, a atteint son état le plus chaud depuis 1972 en 2011, puis a commencé à se refroidir. Le rafraîchissement de la couche intermédiaire qui a suivi a été le résultat direct d'une convection de plus en plus profonde persistante pendant les hivers de 2012 à 2018. Le réchauffement des couches supérieure et intermédiaire de la mer du Labrador en 2019 et 2020 concorde avec la réduction de la perte de chaleur et la convection moins profonde pendant l'hiver 2019.

En ce qui concerne la variabilité interdécennale, la mer du Labrador a récemment achevé un cycle de refroidissement de sept ans (2012 à 2018) qui ressemble aux tendances au rafraîchissement observées de 1987 à 1994 et à la fin des années 1950. Chacun de ces épisodes de refroidissement peut être lié au renforcement de la convection hivernale et à la production de grands volumes d'eau de la mer du Labrador au cours des mêmes périodes, tandis que les tendances au réchauffement de la subsurface étaient associées à l'accumulation d'eaux de l'Atlantique relativement chaudes et salines dans le réservoir profond de la mer du Labrador.

En combinant les données océanographiques de toutes les occupations du transect hydrographique Atlantic Repeat 7-West (AR7W) effectuées par le MPO et des instituts internationaux, on a constitué un ensemble de sections annuelles des propriétés des eaux de mer pour toute la période d'observation, de 1990 à 2020. On a calculé la moyenne des collections de sections composites annuelles à grille spatiale du transect AR7W pour obtenir des normales climatiques complètes sur 30 ans pour les principales propriétés de l'eau de mer (ou variables océanographiques), y compris la température, la salinité, la densité, l'oxygène dissous, les silicates, les phosphates et les nitrates. Le taux de variation (pente de tendance) de 1990 à 2020 et les anomalies annuelles, pentadales et décennales par rapport aux normales climatiques ont été calculés pour ces variables à chaque point du transect AR7W.

Sommaire des discussions :

- Il serait intéressant de présenter une série chronologique de la profondeur de convection et les délégués décident de l'intégrer au principal tableau d'anomalies des propriétés physiques de la mer du Labrador cette année.
- Un participant pose une question sur la mention du flux thermique latéral, se demandant si on parlait plutôt du flux vertical. Le présentateur voulait vraiment parler des flux latéraux, car il les calcule par opposition aux flux verticaux.

- Les participants discutent de la façon dont les profils sont corrigés au moyen de l'apprentissage automatique. Une partie de cette correction par apprentissage automatique est effectuée à l'aide de l'écart historique connu de certains paramètres du profil dans le temps.

CONDITIONS BIOGÉOCHIMIQUES DANS LA MER DU LABRADOR (PMZAO) – MARC RINGUETTE

Co-auteurs: E. Devred, K. Azetsu-Scott, C.-E. Gabrielle, S. Clay et E. Head

En 2020, le transect AR7W, divisé en trois régions, soit la mer du Labrador (LS), la mer centrale du Labrador (CLS) et le plateau du Groenland (GS), a été échantillonné à la fin du mois de juillet et au début du mois d'août. Il s'agit de l'année où l'enregistrement est le plus tardif depuis 1995, environ deux mois plus tard que la date habituelle de la mission, ce qui rend la variabilité interannuelle difficile à distinguer du cycle saisonnier. À la suite des recommandations de l'an dernier, nous avons divisé notre série chronologique en deux sous-ensembles vers le 19 juin, les missions ayant lieu avant cette date représentant les conditions printanières et les missions menées après cette date correspondant aux conditions estivales. La couleur de l'océan obtenue par télédétection fournit des mesures toute l'année de la couche superficielle de l'océan, mais elle est altérée par la couverture nuageuse. Les floraisons de phytoplancton enregistrées par les satellites ont commencé tardivement et ont été plus courtes que la normale dans toutes les régions, poursuivant ainsi une tendance amorcée au début des années 2010. Elles avaient une grande amplitude, avec une production supérieure à la moyenne dans les régions de la LS et de la CLS, mais pas dans la région du GS. La concentration de carbone inorganique dissous (CID) et le pH recueillis dans la zone intermédiaire (de 150 à 500 m, non touchée par les activités biologiques à la surface) ont poursuivi leur tendance monotone respective, avec une augmentation de la CID et une diminution du pH qui ont commencé au milieu des années 1990. Les mesures in situ en surface de la température, des concentrations d'éléments nutritifs, de la concentration de chlorophylle-*a* et du zooplancton étaient représentatives des conditions estivales, car les mesures ont été prises bien au-delà de la floraison printanière. Toutefois, comparativement aux données de l'été précédent, en 2020, les températures à la surface (0 à 100 m) étaient supérieures à la moyenne dans les régions de la CLS et du GS et légèrement inférieures à la moyenne dans la région de la LS. Tous les éléments nutritifs de la couche de surface et en profondeur étaient inférieurs à leur moyenne saisonnière, conformément aux caractéristiques de la réduction des éléments nutritifs après la floraison par les producteurs primaires. La concentration de chlorophylle-*a* intégrée était en dessous de la moyenne saisonnière de référence dans les régions de la CLS et de la LS, et au-dessus dans la région du GS. Au moment de la réunion annuelle du PMZA (les 25 et 26 mars), les données sur le mésozooplancton n'étaient pas toutes traitées en raison des limites d'accès aux laboratoires dans le cadre des restrictions liées à la COVID-19.

Sommaire des discussions :

- Les participants discutent de la façon dont il sera possible de présenter les indices biochimiques de la mer du Labrador pour cette année, étant donné que l'échantillonnage a eu lieu tardivement en 2020. On pourrait présenter deux tableaux d'anomalies différents, l'un comprenant les années où les observations ont été faites au printemps ou au début de l'été, et l'autre incluant les années où les observations ont été faites plus tard dans l'été.
- Un participant demande si la saisonnalité du pH serait influencée par l'échantillonnage tardif de cette année. Toutefois, comme la région du Labrador ne fait état que du pH dans les eaux profondes, elle ne devrait pas vraiment être influencée par le moment tardif.

- On demande des précisions sur la signification écologique des indices du SF6 et du CFC. Ils sont utilisés comme traceurs de masse d'eau.
- On souligne un problème dans le calcul des anomalies de la température puisque presque toute la série chronologique présente des anomalies négatives. Le chiffre a été corrigé.

CONDITIONS D'ACIDIFICATION PAR ZONE – OLIVIA GIBB

Co-auteurs : F. Cyr, K. Azetsu-Scott, J. Chassé, P.S. Galbraith, G. Maillet, P. Pepin, S. Punshon et M. Starr

Dans la zone de l'Atlantique, la variabilité spatiale et temporelle des paramètres du carbonate, qui sont des mesures de l'acidification des océans, reflète les changements des paramètres physiques (température, salinité) et biologiques (photosynthèse du plancton et respiration). Depuis l'automne 2014, le PMZA a inclus la collecte de paramètres du carbonate dans les relevés saisonniers et à deux stations à haute résolution. Ces paramètres comprennent l'alcalinité totale (AT), le carbone inorganique dissous (CID) et la pCO_2, qui permet de calculer le pH et les états de saturation en carbonate par rapport à la calcite et à l'aragonite (Ω_{cal} et Ω_{arg}). Nous avons réuni et analysé la variation spatiotemporelle des paramètres physiques (température, salinité, saturation en oxygène), biogéochimiques (éléments nutritifs) et du carbonate.

Les paramètres du carbonate suggèrent la présence de trois régimes océanographiques dans la zone Atlantique. Les valeurs les plus élevées de Ω_{arg} et du pH sont associées aux eaux chaudes et salines de la surface du plateau continental. Les valeurs inférieures de Ω_{arg} et du pH, ainsi que l'AT et le CID réduits, caractérisent les eaux froides influencées par le courant du Labrador ou dans la couche intermédiaire froide. Les zones les plus profondes du golfe du Saint-Laurent plus chaud sont sous-saturées en aragonite (Ω_{arg} <1) et présentent les valeurs de pH les plus faibles dans la zone Atlantique. Compte tenu de leur ventilation restreinte, ces eaux sont hypoxiques et ont accumulé du CID en raison de la décomposition de matières organiques. La sous-saturation se produit également dans les eaux du fond du sud-est du plateau néo-écossais et du sud du plateau de Terre-Neuve, en particulier pendant l'automne en raison de la reminéralisation des blooms planctoniques, de même que dans les eaux de surface de l'estuaire du Saint-Laurent en raison des valeurs faibles de l'AT (faible salinité) et du CID.

Ces analyses présentent les paramètres de référence du carbonate nécessaires pour évaluer les variations futures de la chimie du carbonate dues à l'augmentation du réchauffement et du CO_2 atmosphérique évalués dans les modèles biogéochimiques régionaux. L'ensemble de données assemblé et les résultats seront bientôt soumis pour publication, ainsi que les méthodes d'échantillonnage, d'analyse et de calcul.

Sommaire des discussions :

- Une première discussion vise à décider les produits graphiques à intégrer à l'avis scientifique pour remplacer la carte à points de couleurs différentes présentée dans les versions précédentes de l'avis scientifique. Deux propositions sont formulées : 1) présenter les anomalies moyennes du transect ou 2) présenter une série chronologique de la fraction de chaque transect qui est devenue sous-saturée. Il est décidé que ce point fera partie des discussions qui auront lieu au cours d'une réunion mi-année (ainsi que des discussions sur l'inclusion des données sur l'oxygène et les communautés de phytoplancton dans les avis scientifiques).
- On souligne ensuite que toutes les régions ne mesurent pas les mêmes variables de l'acidification. La plupart des régions mesurent le CID et l'alcalinité totale (AT), mais la

mesure du pH n'a pas été effectuée de façon uniforme au fil des ans et entre les régions. Lorsque le pH n'est pas disponible, il est mesuré à partir du CID et de l'AT. L'un des problèmes liés à la mesure du pH est qu'on ne peut obtenir une valeur de pH qu'à 25 °C et qu'on ne peut pas la calculer rétrospectivement à la température in situ.

MODÉLISATION ZONALE – JOËL CHASSÉ

Co-auteurs : J. Chassé, N. Lambert, D. Brickman, G. Han et Z. Wang

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 très utiles pour estimer les données manquantes à l'appui du PMZA, des rapports sur l'état de l'océan, des études sur les pêches, des études sur la connectivité des stocks, de la recherche sur les espèces envahissantes, de la modélisation biochimique, des changements climatiques, etc. Ce travail fournit des renseignements environnementaux fondés sur des modèles pour compléter les systèmes d'observation des océans dans l'est du Canada. Des informations atmosphériques pertinentes issues des nouvelles réanalyses sont également présentées pour la zone d'étude couverte par le PMZA.

On a utilisé la réanalyse de sept modèles atmosphériques pour en dériver les conditions atmosphériques au-dessus de l'océan (ERA_Interim /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. 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 du niveau de la mer le long de trajectoire obtenues à partir de l'altimétrie satellitaire. La période d'analyse s'étend de 1993 à 2020. 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. Les modèles sont imposés par les produits de réanalyse intérimaire (ERI) du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme. Une simulation rétrospective a été effectuée pour la période de 1980 à 2020. 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 2020, dérivé d'une combinaison de CORE et du forçage de réanalyse NCEP/NCAR. Le système de modélisation inclut le ruissellement des grands fleuves. La configuration du modèle CANOPA repose également sur le modèle NEMO-OPA et comprend la couverture de glace, les marées, la quantité de mouvement à la surface de l'océan, la chaleur et les flux de sel. Deux versions de la configuration de la modélisation sont utilisées (résolution horizontale de 1/12° et de 1/24°) pour le golfe du Saint-Laurent, le plateau néo-écossais et le golfe du Maine. Le modèle CANOPA inclut également le ruissellement de 78 rivières principales. Plusieurs simulations ont été effectuées à l'aide du modèle CANOPA, dont une simulation pour la période de 1948 à 2020 à l'aide des conditions atmosphériques mises à jour obtenues auprès des National Centers for Environmental Predictions (NCEP) et une simulation de 2006 à 2020 réalisée à l'aide du forçage du Centre météorologique canadien (CMC).

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 d'anomalies dont les valeurs se situent à ET ±0,5. Des séries chronologiques pour les valeurs et les anomalies ont été présentées pour les cellules « 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 au fond. Le transport sur plusieurs sections a également été présenté.

Le travail de modélisation est encore en cours et un document de référence devrait être disponible dans l'année. Les résultats du modèle seront utiles pour les périodes et les domaines pour lesquels il n'y a pas de données observées. Des séries chronologiques aussi longues sont également nécessaires pour la recherche sur les écosystèmes et seront disponibles sur demande.

Sommaire des discussions :

- En réponse à la question d'un participant, le présentateur ajoute que les conditions limites ouvertes de tous les modèles étaient précisées par le modèle global GLORYS.
- Les participants discutent brièvement de l'inclusion des données du modèle biochimique dans le document de recherche sur la modélisation. Il semble y avoir eu un peu de confusion quant à savoir s'il y aurait un rapport de modélisation annuel cette année. Les données biochimiques ne seront donc pas incluses dans la première édition du rapport de modélisation, mais devraient l'être dans les versions futures.
- Étant donné que ces données sont sur le point de faire partie de l'avis scientifique, on suggère qu'il pourrait y avoir un vaste examen externe de l'avis scientifique sur le PMZA, non seulement pour les nouveaux produits à inclure (modèles), mais aussi pour les indices dont nous faisons rapport depuis des années.
- Plusieurs modèles ont été inclus dans les résultats présentés, et on discute de la nécessité de faire rapport sur tous ces modèles au lieu de peut-être choisir le bon modèle pour chaque région. On pourrait présenter la moyenne de tous les modèles, ainsi que la variabilité entre les modèles, peut-être sous forme d'anomalies. Il vaut la peine de mentionner que toutes les figures sont produits avec tous les modèles, afin de pouvoir les fournir pour répondre à des besoins particuliers. On propose également de comparer les modèles aux données sur le terrain pour les valider, ce que font déjà habituellement les différents modélisateurs. Nous devons également garder à l'esprit que les modèles ne sont pas statiques dans le temps et qu'ils continuent de s'améliorer; c'est aussi pourquoi il est intéressant de les examiner tous.

- Pour améliorer les modèles, on pourrait examiner les tendances spatiales les moins bien et les mieux représentées par les modèles. De plus, il serait intéressant de voir d'où vient le signal de la salinité.
- Le but de l'intégration des résultats du modèle à l'avis scientifique serait de compléter les données de terrain lorsqu'elles comportent des lacunes, saisonnières ou régionales.
- Les participants discutent de l'élaboration d'un modèle pancanadien (qui comprendrait un module biogéochimique) par des employés du MPO et d'Environnement Canada et des universitaires. On envisage également d'ajouter un module biogéochimique au modèle de l'Atlantique Nord (NAODS), dirigé par Guoqi Han et Joël Chassé. La réalisation et l'échéancier de ces initiatives dépendront de la disponibilité du financement (en attente des résultats de la récente demande de financement concurrentiel du MPO pour le NAODS). Les résultats biogéochimiques dans le domaine CANOPA devraient toutefois être disponibles pour être inclus dans le rapport de modélisation l'année prochaine.

AVIS SCIENTIFIQUE DU PMZA

Rapporteur – Jean-Luc Shaw

SOMMAIRE DES TABLEAUX DE BORD DE LA ZONE ET DES CHANGEMENTS APPORTÉS CETTE ANNÉE. EXAMEN ET ENTENTE SUR LES PUCES DE L'AVIS SCIENTIFIQUE – PETER GALBRAITH ET PIERRE PÉPIN

Changements apportés aux figures :

- Les changements apportés aux figures depuis l'avis scientifique de l'an dernier sont examinés en premier. L'aperçu et les cartes de la SST ont été modifiés pour inclure les nouvelles superficies moyennes utilisées dans le golfe du Saint-Laurent. La carte de la couleur de l'océan a été modifiée pour montrer les nouveaux polygones moyens dans le golfe du Saint-Laurent, choisis de manière à exclure les zones terrestres et côtières. Un participant remarque que la cellule du chenal d'Avalon manquait sur la carte. La cellule du chenal d'Avalon sera ajoutée, ainsi que la carte élargie vers le nord pour inclure les cellules de la mer du Labrador.
- Le tableau des anomalies de la SST a été modifié pour refléter les nouvelles cellules de la SST. Une région était appelée « plateau madelinien » dans certaines analyses et « sud du golfe » dans d'autres. Il est décidé de n'utiliser que le nom « sud du golfe ». Le principal tableau d'anomalies de l'océanographie physique a également été modifié pour refléter les nouvelles cellules de la SST. De plus, dans le tableau des anomalies principal, le volume saisonnier moyen de glace de mer a été remplacé par un nouvel indice publié de la glace de mer (Cyr et Galbraith 2021), la température au fond dans le golfe a été modifiée pour utiliser les nouvelles superficies moyennes de l'approche écosystémique, et la température à 300 m dans le détroit de Cabot a été ajoutée.
- Les graphiques empilés des anomalies ont été modifiés pour refléter les cellules fractionnées du golfe du Saint-Laurent, mais cela ne change pas la somme cumulée des anomalies parce qu'elles sont pondérées par superficie. Le nouvel indice de la glace de mer apparaît dans les graphiques de l'indice de la glace de mer et de la couche intermédiaire froide, tout comme la série chronologique modifiée sur la température au fond du golfe.
- Un participant demande comment gérer le changement des périodes climatologiques de 1981-2010 à 1991-2020. Les données qui semblent normales cette année ne l'étaient peut-

être pas l'an dernier. Par le passé, on l'a fait en rédigeant un paragraphe dans l'avis scientifique qui traite généralement des effets de la modification de la période de référence, plutôt que de discuter des effets sur chaque indice individuellement.

Faits saillants :

- Tableau des anomalies de la température de la surface de la mer – Le seuil de couverture de 15 % pour inclure une cellule a été ramené à 7 % et à 10 % pour les cellules mensuelles et hebdomadaires, selon les travaux présentés dans Galbraith *et al.* (2021). Les participants étudient la possibilité d'inclure des explications sur les conditions dans les puces de l'avis scientifique. Ils concluent qu'elles devraient être exclues. Les puces visent à fournir une vue d'ensemble des conditions et devraient donc être brèves et factuelles.
- Tableau des anomalies des principales propriétés physiques – On ajoute dans le fait saillant que la température de la surface de la mer de Terre-Neuve-et-Labrador était supérieure à la normale pour la première fois depuis 2014. Le record de la couche intermédiaire froide dans la baie White est omis de ce fait saillant puisqu'il est le résultat d'une interpolation plutôt que d'un échantillonnage in situ normal. On ajoute que l'indice de la glace de mer était inférieur à la normale pour la première fois depuis 2013.
- Stations à haute fréquence – Les participants discutent de la possibilité d'insister sur le fait que la stratification sur le plateau néo-écossais était la plus faible depuis 2011, mais la rejettent.
- Tableau des anomalies des propriétés biochimiques – La vallée de Shédiac est retirée de ces figures puisque la station n'a été visitée que trois fois.
- Tableau des anomalies de la couleur de l'océan – Les séries chronologiques de la couleur de l'océan sont souvent difficiles à interpréter en raison de leur grande variabilité.
- Tableau des anomalies du zooplancton – Aucune discussion.
- Acidification – Reformulation du texte.
- Propriétés physiques de la mer du Labrador – Certaines explications des conditions sont supprimées pour raccourcir le fait saillant conformément aux discussions sur le fait saillant du tableau des anomalies de la température de la surface de la mer.
- Propriétés biochimiques de la mer du Labrador – Reformulation du texte.

RÉCAPITULATION, PLAN DE TRAVAIL ET DATES DES RÉUNIONS EN 2022

État des documents de recherche :

Le responsable du document de recherche sur la modélisation doit encore décider s'il est possible ou non de préparer un document publiable pour l'année en cours. Le document de recherche sur les propriétés biochimiques de Terre-Neuve pour 2018 a été soumis et traduit, mais le document de recherche de 2019 n'est pas encore terminé. On pourrait combiner les documents de recherche de 2019 et de 2020, mais cela est compliqué par le changement de climatologie de référence entre les deux années. Le document de recherche sur les propriétés physiques de la région des Maritimes pour 2020 a été soumis, traduit et approuvé il y a cinq mois, mais n'a pas encore été publié. Les documents de recherche sur les propriétés physiques de la mer du Labrador pour 2018 et 2019 ont été soumis. Un document de recherche sur les propriétés biochimiques de la mer du Labrador, combinant 2019 et 2020, sera produit. Le président rappelle que les documents de recherche sont disponibles sur le site Web du SIOOC

peu après leur approbation par le président, même s'ils ne sont pas officiellement publiés par le SCCS.

Comme la rédaction des documents de recherche prend beaucoup de temps et que les longs délais de publication sont frustrants, un participant demande s'il est nécessaire de publier un document de recherche chaque année. Les documents de recherche sont importants parce qu'ils constituent la base scientifique des avis scientifiques, mais les publications primaires pourraient servir à cette fin. D'autres solutions sont proposées, comme la publication d'un document de recherche tous les deux ans ou la production d'un document annuel de recherche par zone, dirigé par un chercheur principal différent chaque année. Aucun consensus ne se dégage en faveur de l'une ou l'autre de ces solutions de rechange.

Prochaine réunion :

Le président propose de diviser la prochaine réunion annuelle du PMZA en une réunion virtuelle à la fin de l'exercice financier qui examinera les documents de recherche et rédigera l'avis scientifique, et une réunion en personne à mi-année pour les ateliers scientifiques, les réunions sur la logistique et la gestion des données, et une discussion des questions internes. On pourrait aussi ajouter une troisième journée facultative à la réunion de mi-année pour des ateliers sur les questions émergentes. Il est difficile de modifier les dates de la réunion de mars, car de nombreux participants ont planifié le travail sur le terrain avant et après les dates habituelles. L'un des problèmes que pose la tenue de la réunion de mi-année en septembre, c'est que le relevé d'automne dans les Maritimes bloquerait les responsables de la logistique. Il pourrait être plus pratique de tenir la réunion sur la logistique en mars pendant la réunion du SCCS pour le choix des dates, ce qui offre l'avantage supplémentaire de mettre certaines mesures à prendre à l'ordre du jour au début de l'année. Un participant demande si le président envisage d'inviter des gestionnaires de haut niveau à l'une ou l'autre de ces réunions. Le président répond que les deux ont des avantages. La réunion de mars est « plus vendeuse » parce qu'elle est très axée sur le client, mais la réunion en personne est plus efficace pour nouer des relations personnelles. Une autre possibilité serait de tenir une réunion plus courte avec les principaux membres du PMZA et la RCN. Cela permettrait une meilleure discussion des questions soulevées par les responsables de la logistique que si ces gestionnaires participent à la réunion du SCCS ou à la réunion scientifique. Pour l'année à venir, les participants s'entendent pour dire qu'il est probable que la réunion en personne prévue en septembre soit annulée en raison des contraintes de déplacement et de distanciation sociale liées à la COVID-19 et qu'il serait plus sécuritaire de planifier une réunion en personne ou virtuelle en mars 2022.

RÉFÉRENCES CITÉES

Cyr, F. et Galbraith, P.S. 2021. A climate index for the Newfoundland and Labrador shelf. Earth Syst. Sci. Data, 13, 1807-1828.

Gallant, L. 2020 Jul 19. Des eaux exceptionnellement chaudes dans le Saint-Laurent. Radio-Canada

Galbraith, P. S., Larouche, P., et Caverhill. C. 2021. A sea-surface temperature homogenization blend for the Northwest Atlantic. Can. J. Remote Sensing. DOI: 10.1080/07038992.2021.1924645.

Laliberté J, Larouche P, Devred E, et Craig S. 2018. Chlorophyll-a Concentration Retrieval in the Optically Complex Waters of the St. Lawrence Estuary and Gulf Using Principal Component Analysis. Remote Sensing. 10(2):265.

Mitchell, M.R., G. Harrison, K. Pauley, A. Gagné, G. Maillet, et P. Strain. 2002. Atlantic Zonal Monitoring Program Sampling Protocol. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 223: iv + 23 pp.

Pepin, P., Petrie, B., Therriault, J.-C., Narayanan, S., Harrison, G., Chassé, J., Colbourne, E., Gilbert, D., Gregory, D., Harvey, M., Maillet, G., Mitchel, M., et Starr, M. 2005. The Atlantic Zone Monitoring Program (AZMP): Review of 1998-2003. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 242: v + 87 p.

Therriault, J.-C., Petrie, B., Pepin, P., Gagnon, J., Gregory, D., Helbig, J., Herman, A., Lefaivre, D., Mitchell, M., Pelchat, B., Runge, J., et Sameoto, D. 1998. Proposal for a northwest Atlantic zonal monitoring program. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 194: vü+57 p.

ANNEXE I – CADRE DE RÉFÉRENCE

Vingt-troisième réunion annuelle du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA)

Réunion sur les avis scientifiques zonal – régions du Québec, de Terre-Neuve-et-Labrador, des Maritimes et du Golfe

Du 25 au 26 mars 2021
Réunion virtuelle

Président : Peter Galbraith

Contexte

Le Programme de monitorage 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 :

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

La stratégie d'échantillonnage du programme est fondée sur :

- 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;
- 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;
- 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;
- L'utilisation de données provenant d'autres programmes de monitorage comme les lignes d'enregistrement continu de plancton de thermosalinographes, les mesures du niveau de la mer, les programmes de monitorage 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

- 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 monitorage dans les quatre régions de l'Atlantique.
- Synthétiser l'information multidisciplinaire recueillie pendant la durée du programme.

Publications prévues

- Un avis scientifique
- Des documents de recherche
- Un compte rendu

Participation prévue

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

ANNEXE II – ORDRE DU JOUR DE LA RENCONTRE

Vingt-troisième réunion annuelle du Programme de monitorage de la zone Atlantique – du 25 au 26 mars 2021

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

Examen des conditions physiques et biogéochimiques dans l'Atlantique nord-ouest		
25 mars avant-midi - Session 1 (Rapporteur : Catherine Johnson)		
8h30 – 8h40 HNE	Peter Galbraith	Mot de bienvenue et introduction
8h40 – 9h00 HNE	Frédéric Cyr	Conditions océanographiques physiques sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador
9h00 – 9h20 HNE	David Bélanger	Conditions biogéochimiques sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador
9h20 – 9h40 HNE	Peter Galbraith	Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent
9h40 – 9h50	**Pause santé**	
9h50 – 10h10 HNE	Marjolaine Blais	Conditions biogéochimiques dans le golfe du Saint-Laurent
10h10 – 10h30 HNE	Dave Hebert	Conditions océanographiques physiques et météorologiques sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine
10h30 – 10h50 HNE	Benoit Casault	Conditions biogéochimiques sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine

25 mars en après-midi - Session 2 (Rapporteur : Marjolaine Blais)		
12h30 – 12h50 HNE	Igor Yashayaev	Conditions phyisques, chimiques et biologiques dans la mer du Labrador (PMZAO)
12h50 – 13h10 HNE	Marc Ringuette	Conditions biogéochimiques dans la mer du Labrador (PMZAO)
13h10 – 13h50 HNE	Olivia Gibb	Conditions d'acidification zonale (30 min + 10 min pour les questions)
13h50 – 14h00	**Pause santé**	
14h00 – 14h40 HNE	Joël Chassé	Modélisation zonale

AVIS SCIENTIFIQUE PMZA		
26 mars en après-midi (Rapporteur : Jean-Luc Shaw)		
12h30 – 13h50 HNE	Peter Galbraith, Pierre Pepin	Résumé des tableaux synoptiques zonaux et des changements apportés cette année Révision et accord sur les faits saillants de l'avis scientifique
13h50 – 14h00	**Pause santé**	
14h00 – 14h50 HNE	-	Révision et accord sur les faits saillants de l'avis scientifique (suite)
14h50 – 15h00 HNE	Peter Galbraith	Récapitulation, plan de travail, dates de la rencontre 2022 Fin

ANNEXE III – LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Affiliation
Allain, Renée	MPO, Sciences – Région du Golfe
Beazly, Lindsay	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Bélanger, David	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Bishop, Charlie	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Blais, Marjolaine	MPO, Sciences – Région du Québec
Boivin, Brian	MPO, Sciences – Région du Québec
Brickman, David	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Bujold, Luc	MPO, Sciences – Région de la Capitale nationale
Cardoso, Diana	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Casault, Benoit	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Caverhill, Carla	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Chassé, Joël	MPO, Sciences – Région du Golfe
Clay, Stephanie	MPO, Sciences – Région des Maritimes
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
Gaboury, Isabelle	MPO, Sciences – Région de la Capitale nationale
Gabriel, Carrie-Ellen	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Galbraith, Peter	MPO, Sciences – Région du Québec
Gibb, Olivia	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Greenan, Blair	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Hebert, Dave	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Johnson, Catherine	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Lambert, Nicolas	MPO, Sciences – Région du Golfe

Nom	Affiliation
Lavoie, Diane	MPO, Sciences – Région du Québec
Layton, Chantelle	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Lehoux, Caroline	MPO, Sciences – Région du Québec
Lewis, Sara	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Maillet, Gary	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Ma, Zhimin	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Michaud, Sonia	MPO, Sciences – Région du Québec
Niven, Sherry	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Pepin, Pierre	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Plourde, Stéphane	MPO, Sciences – Région du Québec
Proudfoot, Maddison	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Riche, Olivier	MPO, Sciences – Région du Québec
Ringuette, Marc	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Shaw, Jean-Luc	MPO, Sciences – Région du Québec
Snook, Stephen	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
St-Pierre, Félix	MPO, Sciences – Région du Québec
Starr, Michel	MPO, Sciences – Région du Québec
Sun, Krista	MPO, Sciences – Région de la Capitale nationale
Tran, Anh	MPO, Sciences – Région de la Capitale nationale
Villeneuve, François	MPO, Sciences – Région du Québec
Wan, Di	MPO, Sciences – Région du Pacifique
Yashayaev, Igor	MPO, Sciences – Région des Maritimes