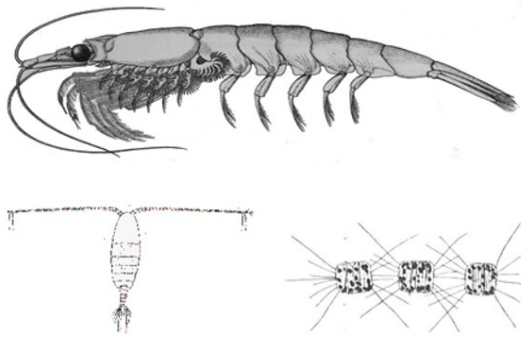




## CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES DANS LA ZONE ATLANTIQUE EN 2022



*Taxons clés du réseau trophique pélagique : euphausiacés (dans le haut), phytoplancton (dans le coin inférieur droit) et copépodes (dans le coin inférieur gauche). Images : Pêches et Océans Canada*

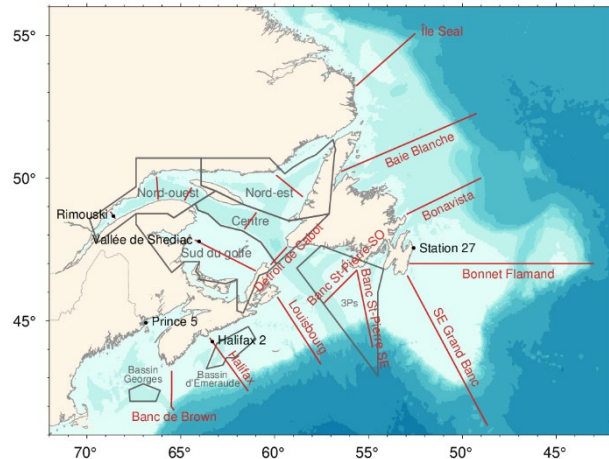


Figure 1. Stations d'échantillonnage à haute fréquence (noir), sections sélectionnées du Programme de monitoring de la zone atlantique (rouge) et aires de moyenne (gris).

### Contexte :

Mis en œuvre en 1998, le Programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA) vise à accroître la capacité de Pêches et Océans Canada à comprendre, à décrire et à prévoir l'état de l'écosystème marin, de même qu'à quantifier les changements observés quant aux propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan.

Une description des profils saisonniers de la répartition du phytoplancton (végétaux microscopiques) et du zooplancton (animaux microscopiques) fournit des renseignements importants sur les organismes qui constituent la base du réseau trophique marin. Or, pour appliquer une approche écosystémique à l'égard de l'évaluation des stocks et de la gestion des ressources marines, il est essentiel de comprendre les cycles de production du plancton et leur variabilité interannuelle.

Le présent avis scientifique découle de la réunion par les pairs zonale du 27 au 29 mars 2023, vingt-cinquième réunion annuelle du Programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

## SOMMAIRE

- Les moyennes mensuelles et saisonnières de la température de la surface de la mer ont été normales à supérieures à la normale dans les zones libres de glace, avec la seule exception d'un mois dans l'estuaire. Plusieurs records mensuels et saisonniers ont été établis. L'indice zonal moyenné spatialement était le plus élevé de la série.
- Le transport du courant du Labrador était au-dessus de la normale au talus du plateau de Terre-Neuve-et-Labrador. Le transport le long du talus du plateau néo-écossais était près de la normale et n'a pas été au-dessus de la normale depuis 2011.
- Les conditions hivernales de glace de mer étaient sous la normale dans le golfe du Saint-Laurent et près de la normale sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador ainsi que dans le nord de la mer du Labrador.
- Le flux de chaleur de surface hivernal dans le centre de la mer du Labrador était le plus élevé depuis 2015, tandis que la profondeur de convection de 1 600 m qui en a résulté était près de la normale.
- Les conditions de la couche intermédiaire froide (CIF) estivale étaient plus chaudes que la normale et d'étendues limitées dans le golfe du Saint-Laurent. Son volume en août-septembre était le second plus faible de la série. Par contre, aucune métrique de la CIF n'est disponible pour le reste de la zone.
- Les températures sur le fond marin étaient grandement supérieures à la normale dans toute la zone, incluant des records de séries dans le nord du golfe du Saint-Laurent ainsi qu'au large du sud de Terre-Neuve (3Ps) et sur le plateau néo-écossais. L'indice sommaire zonal des températures de fond influencées par la CIF était le troisième plus élevé de la série. L'indice sommaire zonal des températures de fond sous la CIF était le plus élevé de la série temporelle.
- Aux stations d'échantillonnage à haute fréquence, les températures moyennes saisonnières 0–50 m et près du fond étaient tous supérieures à la normale, y compris un record de la température près du fond à la station Rimouski. La stratification était la plus élevée de la série à la Station 27 au large de St. John's.
- Les inventaires profonds de nitrate étaient supérieurs à la normale au large de Terre-Neuve, dans le centre du golfe du Saint-Laurent et le détroit de Cabot, inférieurs à la normale dans le nord du golfe du Saint-Laurent et à la station vallée de Shediac, et légèrement supérieurs à la normale ou à la normale dans le sud du golfe du Saint-Laurent et sur le plateau néo-écossais, à l'exception de la baie de Fundy.
- Les inventaires de surface de chlorophylle étaient très variables dans toute la zone atlantique. Des inventaires supérieurs à la normale se sont produits sur le plateau de Terre-Neuve, dans la majeure partie du golfe du Saint-Laurent, y compris le détroit de Cabot, et dans le centre et l'ouest du plateau néo-écossais. Des inventaires inférieurs à la normale se sont produits sur les Grands Bancs et le bonnet flamand, à vallée de Shediac et dans la baie de Fundy.
- Le début de la floraison printanière du phytoplancton a été normal à tardif dans la majorité de la zone atlantique, à l'exception du nord du golfe du Saint-Laurent et du centre et de l'ouest du plateau néo-écossais, où les plus hâtives de série ont été observées.

- La magnitude de la floraison était généralement sous la normale dans toute la zone atlantique, mais a atteint des records sur le banc Hamilton, le banc Saint-Pierre et le centre du plateau néo-écossais.
- La durée de la floraison été principalement plus courte que la normale, à l'exception de valeurs plus longues que la normale dans le nord du golfe du Saint-Laurent et l'ouest du plateau néo-écossais.
- L'est du plateau néo-écossais a affiché sa floraison la plus tardive, sa magnitude la plus faible et sa durée la plus courte jamais enregistrées.
- L'abondance des copépodes était généralement supérieure à la normale sur le plateau de Terre-Neuve, le nord-ouest du golfe, à vallée de Shediac et la baie de Fundy, et normale ou inférieure à la normale dans le reste de la zone atlantique.
- L'abondance des non-copépodes était près de la normale sur la majeure partie du plateau de Terre-Neuve, dans l'est du plateau néo-écossais et dans la baie de Fundy, et supérieure à la normale au large du Labrador, dans le sud des Grands Bancs et dans la majeure partie du golfe du Saint-Laurent.
- L'abondance de *Calanus finmarchicus* était inférieure à la normale sur le plateau néo-écossais avec un minimum record sur la ligne Halifax, généralement normale dans le reste de la zone atlantique et supérieure à la normale à la station 27.
- L'abondance de *Pseudocalanus* spp. était principalement supérieure à la normale sur le plateau de Terre-Neuve, le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent, à vallée de Shediac et dans la baie de Fundy, inférieure à la normale dans l'est et le centre du golfe du Saint-Laurent et principalement normale sur le plateau néo-écossais.
- La biomasse de zooplancton était principalement près de la normale sur le plateau de Terre-Neuve, supérieure à la normale dans le sud du golfe du Saint-Laurent et dans la baie de Fundy, et inférieure à la normale dans le reste du golfe du Saint-Laurent et la majeure partie du plateau néo-écossais, atteignant un minimum record dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent et sur la section de Louisbourg.
- La concentration d'oxygène dissous a généralement diminué dans les eaux profondes du golfe du Saint-Laurent et a atteint un niveau record dans l'estuaire.
- Les eaux de fond à certaines stations sur les Grands Bancs, dans le chenal d'Avalon et près du Cap-Breton étaient sous-saturées en aragonite à l'automne.
- Les eaux de fond de l'estuaire du Saint-Laurent ont également atteint un nouveau record minimum de pH (conditions plus acides).
- Le centre de la mer du Labrador a affiché une abondance record élevé de *Pseudocalanus* spp. et un record minimum d'abondance d'amphipodes.

## RENSEIGNEMENTS DE BASE

Mis en œuvre en 1998 (Therriault *et al.* 1998), le PMZA vise à accroître la capacité de Pêches et Océans Canada à comprendre, à décrire et à prévoir l'état de l'écosystème marin, de même qu'à quantifier les changements observés quant aux propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan. L'un des éléments essentiels du PMZA est l'évaluation annuelle des propriétés océanographiques physiques ainsi que de la répartition et de la variabilité des concentrations des sels nutritifs, du phytoplancton et du zooplancton.

Une description de la répartition spatio-temporelle des sels nutritifs dissous dans l'eau de mer (nitrates, silicates, phosphates) et de la concentration d'oxygène fournit des renseignements importants sur les mouvements des masses d'eau ainsi que sur la période et l'ampleur des cycles de production biologique, et sur les lieux où ils se manifestent. Une description de la répartition du phytoplancton et du zooplancton apporte quant à elle des renseignements importants sur les organismes qui forment la base du réseau trophique marin. Il est essentiel de comprendre les cycles de production du plancton pour appliquer une approche écosystémique à l'égard de l'évaluation des stocks et de la gestion des pêches.

L'information sur l'état de l'écosystème marin fournie par le PMZA est dérivée de données recueillies à partir d'un réseau de points d'échantillonnage (stations d'échantillonnage à haute fréquence, transects traversant le plateau continental, stations faites lors de relevés écosystémiques) dans chaque région (Québec, Maritimes, Golfe, Terre-Neuve-et-Labrador), qui sont échantillonnées à une fréquence allant d'à toutes les semaines jusqu'à une fois l'an (Figure 1). Les paramètres échantillonnés visent à fournir des renseignements de base sur la variabilité naturelle des propriétés physiques, chimiques et biologiques du plateau continental de l'Atlantique nord-ouest. Les relevés au chalut (écosystémiques) et l'échantillonnage sur des transects du plateau continental donnent des renseignements géographiques régionaux détaillés, dont la portée saisonnière est toutefois limitée. Des stations visitées régulièrement et qui sont placées dans des points stratégiques servent à compléter l'échantillonnage à grande échelle, en donnant des renseignements plus détaillés sur les changements temporels (saisonniers) observés quant aux propriétés de l'écosystème pélagique. De plus, 4 missions de planeurs comprenant 4 515 profils de température, de salinité, d'oxygène, de rétrodiffusion optique, de chlorophylle et de fluorescence CDOM ont été effectuées sur la ligne Halifax. Pour la ligne de Bonavista, une mission a recueilli 1 056 profils. Cette mission planeur disposait également d'un capteur Minifluo qui mesure les matières organiques dissoutes fluorescentes (FDOM) telles que les acides aminés et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les bouées océanographiques Viking de la zone ont recueilli 795 profils verticaux.

Cette évaluation annuelle des conditions océanographiques de la zone atlantique inclut les observations de la mer du Labrador fournies par le Programme de monitoring de la zone atlantique au large du plateau continental (PMZAO) depuis le rapport sur les conditions de 2015, et inclut l'acidification de l'océan depuis celui sur les conditions de 2018.

Les conditions environnementales sont généralement exprimées comme des anomalies, à savoir, les écarts de leur moyenne à long terme. Les conditions moyennes ou normales à long terme sont calculées lorsque possible pour la période de référence de 1991–2020 pour les paramètres physiques, et pour 1999–2020 pour les paramètres biochimiques. En outre, parce que ces séries ont différentes unités ( $^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{km}^3$ ,  $\text{km}^2$ , etc.), chaque série temporelle d'anomalies est normalisée en divisant par l'écart-type, qui est également calculé en utilisant les données de la période de référence, si possible. Cela permet une comparaison plus directe des différentes séries. Les données manquantes sont représentées par les cellules grises, les valeurs au sein de  $\pm 0,5$  écart-type de la moyenne pour les données physiques et  $\pm 1/3$  écart-type de la moyenne pour les données biochimiques sont considérées comme près de la normale et illustrées avec des cellules blanches, et les conditions correspondant à plus chaudes que la normale (des températures plus élevées, la réduction des volumes de glace ou des superficies et volumes d'eau froide) par des cellules rouges, avec des rouges plus intenses pour des conditions de plus en plus chaudes ou des inventaires plus élevés que la normale pour les variables biogéochimiques. De même, le bleu représente des conditions plus froides que la normale ou des inventaires plus bas que la normale pour les variables biogéochimiques. Des conditions supérieures à la normale en apports d'eau douce, de salinité ou de stratification sont

illustrées en rouge, mais ne correspondent pas nécessairement à des conditions plus chaudes que la normale. Si l'on décrit souvent l'environnement en termes d'anomalies relatives à la période climatologique, il reste important de s'intéresser aux tendances à long terme. Nous parlons aussi souvent en termes d'enregistrements de rang et de record de série, ce qui aide à broser un tableau plus large.

## ÉVALUATION

### Conditions océanographiques physiques

Voici un résumé des conditions océanographiques physiques observées au cours de l'année 2022 en ce qui concerne les eaux océaniques de l'est du Canada (Figures 1 et 2), telles que détaillées dans trois documents de recherches rédigés dans le cadre du PMZA (p. ex. Galbraith *et al.* 2023 pour les conditions en 2022, Cyr *et al.* 2022 pour les conditions en 2021 et Hebert *et al.* 2021 pour des conditions en 2020). Les autres conditions en 2022 seront publiées sous forme de rapports techniques.

#### L'oscillation nord-atlantique

L'indice d'oscillation nord-atlantique (ONA) est basé sur la différence de pression atmosphérique au niveau de la mer entre la haute pression sous-équatoriale et la basse pression subpolaire de l'océan Atlantique. Nous utilisons ici la moyenne de décembre à mars de l'indice mensuel retrouvé sur le site de la National Oceanic and Atmospheric Association ([NOAA](#)). Il quantifie le forçage atmosphérique hivernal dominant sur l'océan Atlantique Nord qui affecte les vents, la température de l'air, les précipitations et les propriétés hydrographiques sur le littoral de l'est du Canada, soit directement ou par advection. Les forts vents du nord-ouest, les températures froides de l'air et de la mer et les forts couverts de glace dans la mer du Labrador sont généralement associés à un indice ONA positif élevé, avec des effets opposés négatifs. La valeur minimale enregistrée a été atteinte en 2010 à -1,5, ce qui coïncidait avec des conditions plus chaudes que la normale. En 2021, l'indice ONA d'hiver était de + 1,0 et redevenait positif après une brève interruption en 2021. Cette récente séquence positive n'a cependant pas coïncidé avec des conditions hivernales aussi froides que lors de la précédente séquence positive de la fin des années 1980/début des années 1990.

#### Cycle annuel de température

La température varie verticalement à travers les saisons dans la zone atlantique (Figure 3). La structure de la température d'été (T) dans la zone atlantique se compose de trois couches distinctes : la couche de surface chaude estivale, la couche intermédiaire froide (CIF) et la couche d'eau plus profonde. Pendant l'automne et l'hiver, la couche de surface s'approfondit et se refroidit principalement à cause du mélange du vent avant la formation de la glace, mais aussi en partie à cause du refroidissement, du ruissellement réduit et du rejet de sel là où la glace se forme. La couche hivernale de surface s'étend jusqu'à une profondeur moyenne d'environ 50 m sur le plateau néo-écossais, 75 m dans le golfe du Saint-Laurent (GSL) en mars et peut s'étendre jusqu'au fond (> 150 m) sur les plateaux du Labrador et de Terre-Neuve. La température de la couche mélangée hivernale s'approche du point de congélation dans les deux dernières régions. Au printemps, le réchauffement de surface, les eaux de fonte des glaces et les eaux de ruissellement continentales conduisent à une salinité plus faible et à une température plus élevée, en dessous desquelles les eaux froides de l'hiver précédent sont partiellement isolées de l'atmosphère. Cette couche persiste jusqu'à l'hiver suivant, se réchauffant et s'approfondissant progressivement durant l'été. La CIF est en majeure partie formée localement en hiver dans des régions séparées autour de la zone atlantique. Par

exemple, le minimum de température de la couche mélangée hivernale se produit à peu près au même moment en mars, tant sur le plateau néo-écossais que dans le GSL, atteignant des températures minimales différentes; une indication de formation locale plutôt que de l'advection d'une région à l'autre. Cependant, un transport a lieu plus tard dans l'année, du plateau du Labrador au golfe et au plateau de Terre-Neuve et du golfe vers l'estuaire du Saint-Laurent et vers le plateau néo-écossais. Le minimum de température dans les parties sud du plateau de Terre-Neuve (p. ex., à la station 27) peut se produire bien après l'hiver; par exemple, en 2021, il a été observé en juin-juillet. Les eaux profondes sont définies ici comme étant celles situées au-dessous de la CIF qui n'ont que de faibles cycles saisonniers.

### Températures de surface de la mer

Le produit satellitaire de température de surface de la mer utilisé lors des deux derniers rapports combine les données de Pathfinder version 5.3 (1982–2021), de l'Institut Maurice-Lamontagne (1985–2013) et de l'Institut Océanographique de Bedford (1997–2021). Les données de l'IOB ont cessé d'être produites en juin 2022 et ont été remplacées par le produit "super-assemblé" GHR SST NOAA/STAR L3S-LEO-Daily (résolution de 0,0 degré pour 2007 à aujourd'hui ; NOAA/STAR 2021). Nous téléchargeons les composites jour et nuit pour chaque jour et créons un composite quotidien comme la moyenne des deux valeurs si elles sont disponibles pour un pixel, ou en utilisant la valeur disponible du pixel jour ou nuit moins ou plus la moitié de la variation diurne moyenne dans la zone atlantique (0,22 °C). Les valeurs quotidiennes des pixels ont ensuite été calibrées par rapport à la plage quotidienne d'observations à quatre stations de thermographes hauturiers ainsi que toutes les bouées océanographiques Viking (6 691 jours d'observations) par régression linéaire par rapport aux valeurs composites quotidiennes NOAA/LEO aux pixels correspondants et utilisées comme étalonnage ( $SST = 1,01 \text{ LEO} - 0,41$ ). Cet étalonnage refroidit les valeurs composites quotidiennes NOAA/LEO de 0,41 °C à 0 °C et de 0,19 °C à 20 °C. Ce nouveau produit modifie légèrement les résultats précédemment publiés ; par exemple, l'année dernière avait été signalée comme la troisième plus chaude de la série chronologique pour la zone, mais aurait été classée la plus chaude en utilisant ce produit.

Des composites mensuels sont calculés à partir de la moyenne des anomalies journalières à laquelle les moyennes climatologiques mensuelles sont ajoutées (Galbraith *et al.* 2021). Les figures 4 et 5 montrent les composites de température mensuels et les anomalies, et les figures 6 et 7 montrent les valeurs moyennes par région, mensuellement et pour la saison libre de glace.

Moyennée sur des périodes sans glace aussi courte que de juin à novembre sur le plateau du Labrador, de mai à novembre dans le GSL, et jusqu'à l'ensemble de l'année sur le plateau néo-écossais, la température de l'air a été identifiée comme un bon substitut de la température de la surface de la mer et ainsi la tendance au réchauffement observée dans la température de l'air depuis les années 1870, soit environ 1 °C par siècle, devrait également s'être produite dans les eaux de surface du Canada atlantique (Galbraith *et al.* 2021).

En 2022, les températures mensuelles moyennes à la surface étaient généralement normales à supérieures à la normale dans les zones libres de glace. Sur les 147 moyennes mensuelles régionales rapportées dans la figure 6, une seule était inférieure à la normale : l'estuaire en juin. Les 132 autres étaient au-dessus de la normale, y compris 33 records de séries, les plus répandus spatialement en septembre sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador, le golfe du Saint-Laurent et l'est du plateau néo-écossais. Les températures de surface de la mer moyennes au cours des mois libre de glace (Figure 7) étaient supérieures à la normale dans

toute la zone, avec des records de séries établis dans dix régions partant du plateau néo-écossais, au golfe du Saint-Laurent et toutes les régions du plateau de Terre-Neuve.

### Couche Intermédiaire Froide

Pour le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador, les indices de la CIF montrés dans la figure 7 sont les sections transversales des eaux avec  $T < 0$  °C en été le long des sections du PMZA Île Seal, White Bay, Bonavista et bonnet flamand (Cyr *et al.* 2022). Pour le golfe, le volume d'eau ayant  $T < 1$  °C observé en août-septembre est utilisé (Galbraith *et al.* 2022). Puisque la CIF atteint le fond du plateau madelinien dans le sud du golfe, la superficie du fond occupée par des eaux plus froides que 1 °C lors du relevé de septembre est aussi utilisée comme indice de la CIF (Galbraith *et al.* 2022). Pour le plateau néo-écossais, le volume avec  $T < 4$  °C observé en juillet est utilisé (Hebert *et al.* 2021). Les indices de la CIF rapportés ici sont pris à peu près au même moment dans leurs cycles annuels respectifs, mais pas simultanément entre eux.

Le volume de la CIF du golfe du Saint-Laurent était à un niveau record minimum en 2021, ce correspondant à des conditions de chaleur record. Le volume à l'été 2022, bien que presque deux fois plus important, était le deuxième plus bas de la série. En 2021, la métrique de la CIF du plateau de Terre-Neuve-et-Labrador dérivée à partir des quatre sections du PMZA était à son 3<sup>e</sup> niveau le plus bas jamais enregistré. Malheureusement, il n'y a pas de mesures estivales en 2022 le long de ces sections. Cependant, en utilisant les paramètres de la CIF dérivés de la Station 27, la CIF sur le plateau de Terre-Neuve semble être demeurée plus chaude que la normale en 2022, mais pas aussi chaude qu'en 2021 (non illustré).

Sur le plateau néo-écossais, les relevés n'ont pas couvert la zone de l'est où la CIF est généralement plus prédominante. Pour la partie ouest du plateau néo-écossais couverte par le relevé, aucune eau plus froide que le seuil de 4 °C habituellement utilisé pour délimiter la CIF n'a été trouvée.

### Glace de mer

Comme la CIF et le couvert de glace de mer sont tous deux formés en hiver, il n'est pas surprenant que les indices pour les deux soient bien corrélés entre eux et avec la température de l'air en hiver, et qu'ils démontrent la nature advective des propriétés sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador. Le volume moyen saisonnier de glace de mer sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador est corrélé avec la superficie de la CIF plus au sud le long du transect Bonavista (1981–2020,  $R^2 = 0,70$ ) tandis que les paramètres décrivant la glace sur le plateau de Terre-Neuve sont corrélés avec la température de décembre à mars plus au nord à Cartwright (1981-2021,  $R^2 = 0,64-0,80$ ; Cyr *et al.* 2022). Dans le golfe du Saint-Laurent, la corrélation entre la température de l'air de décembre à mars moyennée sur plusieurs stations météorologiques côtières et le volume maximal annuel de glace atteint  $R^2 = 0,73$  (1969–2021). La température de l'air est également bien corrélée à la superficie et à la durée du couvert de glace de mer ( $R^2 = 0,80-0,83$ ; Galbraith *et al.* 2022). La sensibilité du couvert de glace du golfe du Saint-Laurent aux changements climatiques peut par conséquent être estimée en utilisant les changements de température de l'air et de glace de mer qui indiquent des pertes de 18 km<sup>3</sup>, de 31 000 km<sup>2</sup> et de 14 jours pour chaque augmentation de 1 °C de la température de l'air en hiver (Galbraith *et al.* 2022).

L'état de la glace de mer sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador est fourni par un indice qui englobe la durée et la superficie maximale saisonnière dans trois régions : le nord et le sud du plateau du Labrador et le plateau de Terre-Neuve (Cyr et Galbraith 2021).

Depuis 2010, les conditions de glace sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador, le golfe du Saint-Laurent et le plateau néo-écossais ont généralement été plus faibles que la normale (à

l'exception d'un rebond de 2014 à 2017 sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador lorsque de fortes conditions de glace de mer ont été observées) et ont atteint un niveau record dans le golfe du Saint-Laurent en 2021 et l'indice le plus faible sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador en 2011 (Figure 7). Au cours de la période de treize ans entre 2010 et 2022, le volume moyen saisonnier de la glace de mer dans le golfe avait neuf des treize valeurs les plus basses de la série, tandis que le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador avait cinq des treize indices les plus bas (dont 2020 et 2021). En 2022, l'indice de glace de mer de Terre-Neuve-et-Labrador était près de la normale (- 0,1 ÉT). Le volume de glace de mer moyen saisonnier dans le golfe du Saint-Laurent était sous la normale (15 km<sup>3</sup>; - 0,7 ÉT) et le volume de glace exporté sur le plateau néo-écossais était juste sous la normale (3 km<sup>3</sup>; -0,5 ÉT).

### **Températures des eaux profondes et sur le fond**

Les changements interdécennaux de température, de salinité et d'oxygène dissous dans les eaux profondes du GSL, du plateau néo-écossais et du golfe du Maine sont liés à la proportion variable de leurs sources d'eau : les eaux du courant du Labrador qui sont froides, de faible salinité et riches en oxygène dissous, et les eaux du talus qui sont plus chaudes, plus salées et moins riches en oxygène dissous. La couche d'eau sous 150 m de profondeur du GSL, situé sous la CIF, provient de l'entrée du chenal Laurentien et circule vers les têtes des chenaux Laurentien, Anticosti et Esquiman en environ trois à quatre ans à 300 m après avoir passé le détroit de Cabot, avec un échange limité avec les eaux moins profondes. Les parties les plus profondes du plateau néo-écossais et du golfe du Maine sont également reliées au talus par des canaux profonds. Les variations du transport océanique vers l'ouest des eaux de la région de Terre-Neuve ont un effet important sur les masses d'eau des bassins profonds du plateau néo-écossais, avec une augmentation du transport dans le col flamand associée à des températures et salinités sous la normale sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine. Les bassins profonds tels que le bassin d'Émeraude subissent une très grande variabilité interannuelle et interdécennale de la température de l'eau sur le fond associée à des événements de renouvellement profond. Des changements plus réguliers associés à la circulation sont observés dans la température de l'eau sur le fond dans le centre et l'est du plateau néo-écossais (Divisions 4W et 4Vs de l'OPANO, respectivement). La bathymétrie dans ces zones est répartie de manière assez uniforme de 30 m à 170 m, avec 4Vs qui comprend des profondeurs atteignant 400–450 m de profondeur dans le chenal Laurentien. Ces deux zones sont donc affectées par les eaux de la CIF ainsi que par les eaux plus profondes.

En 2022, les températures sur le fond étaient fortement au-dessus de la normale dans toute la zone, y compris un record de série de la température sur les fonds de plus de 200 m de profondeur dans le nord du golfe en août, un record de série dans 3Ps au printemps au sud de Terre-Neuve, ainsi que dans 4W et 4X sur le plateau néo-écossais (Figure 7). Il y a eu de nouveaux records centenaires de haute température pour le GSL à 150, 200, 250 et 300 m qui se reflètent dans la température moyenne du fond du nord du golfe à plus de 200 m. Le réchauffement récent des eaux profondes du GSL a débuté par une anomalie chaude observée pour la première fois dans le détroit de Cabot en 2010 et qui s'est propagée vers les têtes des chenaux, soutenues par des apports d'eau chaude ultérieurs.

### **Ruissellement et stratification**

Le ruissellement d'eau douce dans le golfe du Saint-Laurent, particulièrement dans l'estuaire du Saint-Laurent, influe fortement sur la circulation, la salinité et la stratification (et donc les températures de la couche de surface) dans le golfe et sur le plateau néo-écossais. Le débit est basé sur une estimation du débit quotidien à Québec qui est ensuite décalé de trois semaines pour tenir compte du temps de transit vers l'estuaire, combiné avec une sortie de modèle



hydrologique de bassin versant des rivières qui s'écoulent dans l'estuaire. Le total se nomme le RivSum II (Galbraith *et al.* 2022). La variabilité interannuelle de la stratification saisonnière (mai-octobre, 0–50 m) à la station Rimouski dans l'estuaire est fortement corrélée au ruissellement saisonnier moyen du fleuve Saint-Laurent (1991–2022;  $R^2 = 0,59$ ; Figure 8). Le ruissellement annuel moyen de 2022 était près de la normale à  $17\,900\text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (+ 0,3 ÉT).

La stratification sur le plateau néo-écossais était sous la normale en 2022 (- 0,8 ÉT). Depuis 1948, il y a eu une augmentation de la stratification moyenne sur le plateau néo-écossais, entraînant une variation de la différence de densité entre 0 et 50 m de  $0,38\text{ kg m}^{-3}$  sur 50 ans (Figure 8). Ce changement dans la stratification moyenne est dû principalement à une diminution de la densité de surface, composée de manière égale de réchauffement et de baisse de la salinité. La stratification était près de la normale à la station de Rimouski (+ 0,4 ÉT), concordant avec le débit du fleuve Saint-Laurent et de l'estuaire (RIVSUM II, Figure 8).

### Conditions aux stations d'échantillonnage à haute fréquence

Aux sites d'échantillonnage à haute fréquence, les températures moyennes saisonnières au fond et celles moyennées de 0-50 m étaient toutes supérieures à la normale (sauf pour la température de 0-50 m à la station vallée de Shediac, mais cette station a été sous-échantillonnée en 2022), y compris un record de série de la température au fond à la station Rimouski (Figure 9). La stratification était à un niveau record à la Station 27.

### Indice de transport du courant du Labrador

L'indice de transport annuel moyen du courant du Labrador montre que le transport sur le talus de Terre-Neuve-et-Labrador est généralement en opposition de phase par rapport à celui du talus néo-écossais (Figure 7). Le transport était le plus fort au début des années 1990 et le plus faible au milieu des années 2000 sur le talus de Terre-Neuve-et-Labrador, et le contraire sur le talus néo-écossais. L'indice de transport est positivement et négativement corrélé avec l'indice hivernal de l'ONA sur le talus de Terre-Neuve-et-Labrador et sur le talus néo-écossais, respectivement. Le transport du courant du Labrador était au-dessus de la normale sur le talus de Terre-Neuve-et-Labrador (+ 1,2 ÉT) et le transport des eaux du talus a été faible à près de la normale sur le talus néo-écossais depuis 2011 (- 0,2 ÉT en 2022).

### Sommaire

Les eaux océaniques de surface de la zone atlantique pendant les mois sans glace ont plus ou moins suivi les tendances de réchauffement dues au changement climatique observées dans l'atmosphère. Les moyennes saisonnières de températures à la surface de la mer de 2022 étaient supérieures à la normale dans toute la zone, avec des records établis dans dix régions. Les récents hivers plus chauds ont également entraîné une diminution du couvert de glace de mer et une diminution/réchauffement des couches intermédiaires froides. La période de 2010 à 2021 a été caractérisée par des records minimums en 2012 pour les volumes de la CIF du golfe du Saint-Laurent et du plateau néo-écossais, ce qui représente des conditions chaudes records. Au cours de la dernière décennie, les volumes de glace sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador, le golfe du Saint-Laurent et le plateau néo-écossais ont généralement été inférieurs à la normale et ont atteint un niveau record minimum dans le golfe du Saint-Laurent en 2021 et sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador en 2011.

Les températures des eaux profondes sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent sont grandement influencées par une proportion croissante de l'eau du Gulf Stream par rapport à l'eau du Labrador. Alors que le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador était caractérisé par des températures normales à au-dessus de la normale au début et à la fin de la période 2010–2020 avec des températures sous la normale en 2014–2017, presque toutes les

anomalies étaient supérieures à la normale sur le plateau néo-écossais et dans le nord du golfe du Saint-Laurent pendant cette période. Des records de série ont été enregistrés dans toutes les régions de la zone pendant cette période.

La figure 10 montre quatre séries temporelles d'indices composites annuels construites comme la moyenne des anomalies montrées précédemment, représentant l'état des différentes composantes du système, chaque contribution de série chronologique étant représentée par des barres empilées. Les composants décrivent les températures de surface et de fond de la mer, ainsi que la couche intermédiaire froide et le volume de glace de mer qui sont tous deux formés en hiver. Deux indices de température de fond regroupent les zones avec des eaux plus froides affectées par les conditions de la CIF et des eaux qui sont plus profondes que la CIF. Ces quatre indices composites mesurent l'état global du système climatique avec des valeurs positives représentant des conditions chaudes et négatives représentant des conditions froides (par exemple, moins de glace de mer et les superficies et volumes moindres de la CIF sont traduits en anomalies positives). Les indices cumulés donnent également une idée du degré de cohérence entre les différentes mesures des conditions environnementales et les différentes régions de la zone. Les anomalies de température de surface sont pondérées selon leur superficie (par contre pas selon le nombre de mois qui entre dans chacune des moyennes), et chacun des quatre indices est pondéré pour les valeurs manquantes. En moyenne sur la zone, les conditions en 2022 étaient les plus élevées pour les températures de surface, les troisièmes plus chaudes pour les anomalies de la CIF et de la glace de mer (par contre, plusieurs composantes manquent à cet indicateur pour 2022) ainsi que pour les températures au fond influencées par la CIF. Les températures des fonds plus profonds que la CIF (les eaux plus chaudes) sont à un record maximum de série. Un total de 45 indices répertoriés dans les figures 7 et 9 décrivent les conditions océaniques liées à la température dans la zone en 2022 (SST; glace; superficie, volumes et minimum de température de la CIF d'été; température au fond; température moyenne de 0 à 50 m). Parmi ceux-ci, aucun n'a présenté des conditions plus froides que la normale, 2 étaient dans les valeurs normales ( $\pm 0,5$  ÉT) et 43 étaient au-dessus de la normale, incluant 16 records de séries. Ceci indique la poursuite de conditions océanographiques plus chaudes que la normale en 2022 dans une grande partie de la zone atlantique.

## Environnement biogéochimique

Les niveaux trophiques inférieurs sont les composantes des réseaux trophiques marins qui transfèrent l'énergie solaire vers les animaux du niveau trophique supérieur comme les mollusques et crustacés (p. ex. crabes, homards, pétoncles et moules), les poissons (p. ex. capelan, morue, hareng et flétan), les mammifères marins. (p. ex. les phoques et les baleines), reptiles (tortues luths et caouannes) et les oiseaux de mer. Les organismes du niveau trophique inférieur comprennent le phytoplancton et le zooplancton. Le phytoplancton est une plante microscopique qui forme la base du réseau trophique aquatique et occupe une position similaire à celle des plantes terrestres sur le réseau trophique terrestre. Le zooplancton est formé d'une grande variété de petits animaux de 0,2 à 20 mm de longueur qui dérivent avec les courants océaniques. Il y a une grande variation dans la taille du phytoplancton, de grandes diatomées aux petits flagellés, chaque taxon remplissant une fonction écologique différente. Le phytoplancton est la principale source de nourriture du zooplancton, qui constitue le lien critique entre le phytoplancton et les organismes plus gros. Il existe de nombreux types d'animaux dans la communauté du zooplancton, tels que les copépodes, les filtreurs gélatineux et les prédateurs, ainsi que les stades larvaires éphémères des invertébrés benthiques. Comme pour le phytoplancton, il existe un grand éventail de tailles dans le zooplancton. Les petits stades et les petites espèces sont les proies principales des jeunes stades de poissons et les copépodes

plus gros sont consommés principalement par les poissons juvéniles et adultes qui se nourrissent près de la surface.

La productivité des écosystèmes marins dépend de la photosynthèse, de la synthèse de la matière organique issue du dioxyde de carbone et des sels nutritifs dissous par le phytoplancton. La lumière fournit l'énergie nécessaire à la transformation des éléments inorganiques en matière organique. Le taux de croissance du phytoplancton dépend de la disponibilité de la lumière et des sels nutritifs sous forme d'azote (nitrates, nitrites et ammonium), de phosphore (phosphate) et de silice (silicate), ce dernier étant essentiel pour la production de diatomées. Au printemps, le phytoplancton subit une explosion en abondance connue sous le nom de floraison printanière. La floraison printanière se produit principalement dans les eaux proches de la surface. À l'automne, une floraison secondaire, moins intense que la floraison printanière, contribue également au fonctionnement de l'écosystème marin. Dans ce rapport, nous donnerons un compte rendu de la quantité de sels nutritifs disponibles pour le phytoplancton, la biomasse globale du phytoplancton et les caractéristiques importantes de la floraison printanière, ainsi que l'abondance de taxa clés de zooplancton d'après les données disponibles de 1999 à aujourd'hui.

Les indices des inventaires de nitrates, des inventaires d'abondance de phytoplancton, les caractéristiques de la floraison printanière du phytoplancton provenant des observations satellites, et l'abondance du zooplancton sur le plateau de Terre-Neuve (Maillet *et al.* 2022), dans le golfe du Saint-Laurent (Blais *et al.* 2021) et sur le plateau néo-écossais (Casault *et al.* 2023) sont résumés en séries chronologiques de valeurs annuelles sous forme matricielle dans les figures 11 à 14. Les anomalies sont calculées en utilisant une référence climatologique 1999–2020 pour les paramètres biogéochimiques dérivés des observations *in situ* lors des relevés océanographiques saisonniers, et 2003-2020 pour les paramètres de floraison printanière dérivés des observations satellitaires de la couleur de l'eau.

Bien que les séries chronologiques relativement courtes des variables biogéochimiques du programme tendent à mettre en évidence le degré élevé de variabilité interannuelle de l'information plutôt que les tendances à long terme apparentes pour l'environnement physique, il y a eu des changements distincts pour plusieurs variables au cours des dernières années. Il y a aussi un certain degré de synchronie dans les modèles de variation des variables biogéochimiques individuelles dans les régions adjacentes, et le signe des anomalies tend à persister pendant plusieurs années, bien que dans certains cas, il puisse y avoir une variabilité considérable entre les sites à l'intérieur d'une région.

### Sels nutritifs

Dans les eaux du plateau continental, le nitrate, la forme dominante d'azote, est généralement le nutriment limitant pour la croissance du phytoplancton. La quantité de nitrate contenue dans les eaux au-dessous de la couche de mélange de surface à des profondeurs de 50 à 150 m est appelée « inventaire des nitrates en eau profonde ». Généralement, cet inventaire n'est pas grandement influencé par la croissance du phytoplancton, il fournit donc un bon indicateur des ressources qui peuvent être mélangées dans la colonne d'eau pendant l'hiver ou l'été et l'automne par les remontées d'eau et le mélange et ainsi devenir disponibles pour la croissance du phytoplancton. Les inventaires de nitrates et l'abondance relative des autres sels nutritifs dépendent principalement de l'origine des eaux constituant les eaux profondes des plateaux continentaux, qui peuvent varier d'une année à l'autre. Les inventaires profonds de nitrates (50 à 150 m) en 2022 étaient très variables dans la zone atlantique, avec des inventaires élevés sur le bonnet flamand, dans le nord-est et le centre du golfe du Saint-Laurent et sur le centre et l'est du plateau néo-écossais, y compris un record élevé sur la ligne Halifax (Figure 11). Les

inventaires profonds de nitrate plus élevés dans le centre et l'est du plateau néo-écossais sont un renversement des conditions principalement faibles observées sur le plateau néo-écossais depuis 2016.

Les inventaires profonds de nitrates profonds (50 à 150 m) en 2022 étaient très variables dans la zone atlantique, avec des inventaires élevés sur le plateau de Terre-Neuve, les Grands Bancs et la majeure partie du plateau néo-écossais, et de faibles inventaires dans la majeure partie du golfe du Saint-Laurent où un inventaire élevé de nitrate n'a été mesuré que dans le centre du golfe (Figure 11). Alors que la section Bonavista, la Station 27 et le détroit de Cabot ont affiché des inventaires profonds de nitrates à des niveaux record maximum en 2022, le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent ainsi que les stations Rimouski et de la vallée de Shediac avaient des inventaires record minimum. Les inventaires profonds de nitrates étaient supérieurs à la normale pour une deuxième année consécutive sur le plateau néo-écossais, un renversement par rapport aux faibles valeurs observées depuis 2016.

### Phytoplancton

Les inventaires de chlorophylle dans la couche de surface (entre 0 et 100 m) représentent la biomasse du phytoplancton. Ils démontrent un degré élevé de variabilité d'une année à l'autre (Figure 11) et une partie de cette variation est due au programme d'échantillonnage qui est relativement fixe dans le temps dans toute la zone alors que le cycle de production du phytoplancton peut varier annuellement en fonction des conditions environnementales.

Les inventaires annuels de chlorophylle *a* en 2022 étaient généralement supérieurs à la normale sur le plateau de Terre-Neuve, mais inférieurs à la normale sur les Grands Bancs et le bonnet flamand. Les inventaires de chlorophylle *a* supérieurs à la normale dans la majeure partie du golfe du Saint-Laurent démontrent un patron similaire à la période 2018-2021. Les anomalies sont très variables sur le plateau néo-écossais avec des anomalies positives au détroit de Cabot, à la station Halifax 2 et sur le banc Browns, et des anomalies négatives sur l'ouest du plateau néo-écossais et dans la baie de Fundy. En raison de la dépendance du phytoplancton à la disponibilité des nutriments, la variation des stocks de nutriments semble être associée aux tendances générales de la biomasse phytoplanctonique à l'échelle régionale. Bien que les inventaires de nutriments fournissent un certain seuil pour limiter la dynamique de production saisonnière dans toute la zone, des facteurs supplémentaires sont susceptibles d'influencer la dynamique locale des nutriments et du phytoplancton et l'équilibre de ces facteurs est susceptible de différer lorsqu'ils sont considérés à la très grande échelle spatiale du golfe du Maine jusqu'au sud du Labrador, qui comprend des milieux estuariens à océaniques.

Les caractéristiques de la floraison (début, durée et magnitude) fournissent des informations importantes sur les variations régionales de la productivité des écosystèmes et sont liées à la productivité des organismes qui dépendent des niveaux trophiques inférieurs. L'ampleur de la floraison printanière (la production totale) dépend en partie de la quantité de sels nutritifs qui est mélangée dans les eaux de surface au cours de l'hiver. Les caractéristiques de la floraison printanière du phytoplancton sont dérivées des observations composites journalières de la concentration de chlorophylle *a* à la surface de l'océan (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer [MODIS] 2003-2022; Figure 12). Le début de la floraison phytoplanctonique printanière a été très variable dans toute la zone atlantique. Dans les secteurs les plus au nord (centre de la mer du Labrador et sud du plateau du Labrador), elle s'est produite plus tôt que la normale alors qu'elle a été généralement plus tardive que la normale sur le nord-est du plateau de Terre-Neuve et sur les Grands Bancs. Le golfe du Saint-Laurent a également montré un gradient latitudinal similaire avec le début de la floraison le plus hâtif de série dans le nord du golfe et normal ou légèrement tardif sur le plateau madelinien et dans le détroit de Cabot. La

floraison printanière a été tardive dans l'est du plateau néo-écossais et sur le banc Georges, et particulièrement précoce dans le centre et l'ouest du plateau néo-écossais pour une deuxième année consécutive. La magnitude de la floraison était généralement inférieure à la normale ou près de la normale dans toute la zone, à l'exception de quelques fortes anomalies positives dans l'ouest et le centre du plateau néo-écossais, les bancs Saint-Pierre et Hamilton, ces trois derniers endroits atteignant des records. La durée de la floraison était plus courte que la normale dans le centre de la mer du Labrador et sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador, mais variable dans le golfe du Saint-Laurent et sur le plateau néo-écossais, avec des floraisons plus longues que la normale dans le nord du golfe, le centre et l'ouest du plateau néo-écossais et sur les bancs Georges, et près ou plus courte que la normale ailleurs. Il y avait une relation claire entre le début et la durée de l'efflorescence dans le golfe et sur le plateau néo-écossais, l'apparition hâtive entraînant des efflorescences plus longues et vice versa.

### Zooplancton

La structure de la communauté de zooplancton est fortement influencée par la profondeur, la température et la saison, et la complexité de la communauté diffère considérablement entre les trois biorégions de l'Atlantique nord-ouest. Malgré sa complexité et sa diversité dans différentes parties de la zone, quatre indices d'abondance fournissent de bons indicateurs de l'état de la communauté zooplanctonique. Les indices d'abondance du zooplancton démontrent un haut degré de cohérence à grande échelle spatiale dans leur signal à travers différentes parties de la zone atlantique. Les copépodes sont de loin le groupe le plus abondant, mais les organismes non copépodes contribuent également de manière significative à l'abondance totale du zooplancton. Deux taxons de copépodes servent à représenter différents groupes ayant des cycles de vie similaires : *Calanus finmarchicus* et *Pseudocalanus* spp. *Calanus finmarchicus* est un grand copépode omniprésent qui développe de grandes réserves d'énergie à des stades de développement ultérieurs et est donc une source riche de nourriture pour les poissons pélagiques et une espèce dominante par la biomasse dans une grande partie de la région. *Pseudocalanus* spp. sont de petits copépodes répandus dans toute la région Atlantique qui ont des réserves énergétiques beaucoup plus faibles que celles de *C. finmarchicus*, mais leurs caractéristiques biologiques sont généralement représentatives de petits taxons de la communauté des copépodes. Nous rapportons aussi sur la biomasse (poids sec) du zooplancton dans la fraction des tailles de 0,2 à 10 mm qui est généralement dominée par les copépodes.

Les forts changements dans la communauté de zooplancton observé en 2014–2018 caractérisée par une plus faible abondance du gros copépode *Calanus finmarchicus* riche en énergie et une plus grande abondance de petits copépodes et de non-copépodes, a modéré en 2019–2022 avec des augmentations de *Calanus finmarchicus* et des déclinés de *Pseudocalanus*, spp. bien que l'abondance globale des taxons de petits copépodes et des non-copépodes soit demeurée élevée (Figure 13). En 2022, l'abondance des copépodes était principalement supérieure à la normale sur le plateau de Terre-Neuve et sur les Grands Bancs et dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent, et normale ou inférieure à la normale dans le reste du golfe du Saint-Laurent et sur la majeure partie du plateau néo-écossais. Les abondances de non-copépodes étaient majoritairement normales ou supérieures à la normale sur l'ensemble de la zone, incluant un record à la station de Rimouski. L'abondance de *Calanus finmarchicus* était variable sur le plateau de Terre-Neuve, près de la normale sur les Grands Bancs et dans le golfe du Saint-Laurent, et inférieure à la normale sur le plateau néo-écossais, y compris une valeur record sur la ligne d'Halifax. L'abondance de *Pseudocalanus* spp. était généralement supérieure à la normale sur le plateau de Terre-Neuve et près de la normale sur le plateau néo-écossais. Dans le golfe du Saint-Laurent, l'abondance de *Pseudocalanus* spp. était variable

avec des niveaux supérieurs à la normale dans l'estuaire (station Rimouski), dans le nord-ouest du golfe et à vallée de Shediac et inférieurs à la normale dans l'est et le centre du golfe.

La biomasse de zooplancton était généralement normale sur le plateau de Terre-Neuve, mais généralement inférieure à la normale dans le reste de la zone, y compris des records minimums à la station Rimouski, dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent et dans l'ouest du plateau néo-écossais (Figure 14). Dans le golfe du Saint-Laurent, la faible biomasse du zooplancton est en grande partie attribuable aux faibles abondances de *Calanus hyperboreus* (non illustré). La période 2015-2017 a été marquée par une très faible biomasse de zooplancton dans la majeure partie de la zone atlantique et suivie de petites augmentations les années suivantes. La biomasse de zooplancton en 2022 représente un retour aux conditions de 2015-2017. Dans l'ensemble, les changements récents dans la structure de la communauté zooplanctonique continuent d'indiquer que des changements importants dans le flux d'énergie entre les niveaux trophiques inférieurs de l'écosystème marin dans les eaux du Canada atlantique ont lieu, mais les conséquences sur les niveaux trophiques supérieurs sont inconnues.

### Acidification des océans

Des paramètres d'acidification des océans sont mesurés dans le cadre du PMZA depuis l'automne 2014. Outre le pH, les états de saturation en carbonates de calcite et d'aragonite ( $\Omega_{\text{cal}}$  et  $\Omega_{\text{arg}}$ ) sont des mesures de l'acidification de l'océan qui indiquent le potentiel de précipitation/dissolution du carbonate. En dessous du seuil de 1, l'environnement est considéré comme sous-saturé et potentiellement corrosif pour les organismes qui construisent des coquilles de carbonate biogénique. L'état de saturation en carbonates diminue généralement avec la profondeur. Ainsi, les eaux profondes des talus ont tendance à avoir un  $\Omega$  plus faible que les eaux de fond des plateaux moins profonds. De 2020 à 2022, le pH près du fond dans le golfe du Saint-Laurent a montré une baisse générale, en particulier dans l'estuaire du Saint-Laurent (Figure 15). Sur le plateau de Terre-Neuve, les eaux de fond à certaines stations sur les Grands Bancs et dans le chenal d'Avalon étaient sous-saturées en aragonite à l'automne (non illustré). De même, certaines stations le long de la section Louisbourg près du Cap-Breton sur le plateau néo-écossais étaient également sous-saturées en aragonite à l'automne. Pour le reste des plateaux de Terre-Neuve-et-Labrador et néo-écossais, les valeurs de pH au fond variaient de 7,8 à plus de 8 et démontraient une variabilité spatiale considérable.

La plupart des eaux au fond du golfe du Saint-Laurent, y compris du sud du golfe moins profond, étaient sous-saturées en aragonite (Figure 15). Les valeurs de pH et de  $\Omega$  les plus faibles ont été observées le long du chenal Laurentien profond, particulièrement 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), établissant un nouveau record minimum. De plus, la saturation en oxygène à de nombreux sites d'échantillonnage est bien inférieure à 20 % (même moins de 10 % à certaines stations; Figure 15, panneau du bas) et a généralement diminué par rapport à 2021. Celles-ci correspondent à de nouveaux records de faible concentration d'oxygène pour l'estuaire maritime du Saint-Laurent, atteignant 8,9 % (0,6 mL/L) à la station Rimouski durant l'été.

À la surface, le pH et le  $\Omega_{\text{arg}}$  (non illustré) sont généralement plus bas sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador et dans le golfe (particulièrement dans l'estuaire) que sur le plateau néo-écossais, principalement à cause de la température et/ou la salinité plus faible.

### Environnement de la mer du Labrador

Le Programme de monitoring de la zone atlantique au large du plateau continental (PMZAO) fournit des observations sur la variabilité du climat océanique et de la structure des

communautés planctoniques affectant les écosystèmes de la mer du Labrador au large du Canada atlantique et les systèmes climatiques à l'échelle régionale et mondiale. L'échantillonnage *in situ*, à partir de navires, fournit également des moyens d'étalonnage, de mesure de qualité contrôlée et de vérification au sol de l'instrumentation de télédétection. En 2022, l'occupation de la ligne Atlantic Repeat 7-West (AR7W) s'est produite entre le 2 et le 27 mai à bord du R/V Atlantis. Les derniers rapports publiés sont Yashayaev et al. 2022 concernant les conditions météorologiques, l'état de la glace de mer et les conditions océanographiques physiques, et Ringuette et al. 2022 concernant les conditions océanographiques optiques, chimiques et biologiques.

Les évaluations des conditions océanographiques physiques dans la mer du Labrador, les facteurs déterminant l'état de sa colonne d'eau et les rôles des processus régionaux et des tendances des propriétés des masses d'eau dans l'Atlantique Nord et les climats planétaires sont basés sur les profils de température et salinité obtenus avec les flotteurs Argo standard, profonds et biologiques, les observations satellitaires de la glace de mer et les données de réanalyse atmosphérique. La contribution des observations basées sur les navires aux évaluations des anomalies saisonnières, annuelles et décennales des principales variables océanographiques a considérablement diminué depuis l'arrivée du programme Argo dans la mer du Labrador en 2002, avec les mesures de l'état de l'océan de 2017 et 2021 présentées dans les figures 16 et 17 entièrement basées sur les observations des flotteurs Argo, car il n'y avait pas d'observations basées sur des navires disponibles pour ces années.

L'effondrement du vortex polaire au début de l'hiver 2021 a conduit à des conditions hivernales chaudes interrompant la connexion hivernale cette année-là, qui était d'environ 800 m moins profonde qu'en 2020 (Figures 7, 16 et 17), la moins profonde depuis 2011 et la troisième moins profonde en au moins 33 ans. En 2022, cependant, le vortex polaire étant anormalement fort, l'indice NAO élevé et les vents d'ouest forts, les conditions hivernales ont changé à l'opposé. La température de l'air en hiver était inférieure à la normale, et la perte de chaleur en surface était bien supérieure à la normale et la plus élevée depuis 2015, ce qui a entraîné une convection hivernale de la mer du Labrador atteignant 1 600 m (ce qui était à peu près le même qu'en 2020 et deux fois plus profond qu'en 2021), et l'océan profond est devenu plus froid et plus dense que l'année précédente (Figures 16 et 17). La superficie et l'étendue annuelles de la glace de mer ont considérablement augmenté par rapport aux conditions de 2021 (Figure 7). La superficie et l'étendue de glace de mer du détroit de Davis au sud de la mer du Labrador sont passées d'un minimum de 11 à 12 ans observé en 2021 à un maximum de 4 à 8 ans en 2022, selon la région.

En utilisant les mesures de couleur de l'océan pour l'ensemble de la mer du Labrador (contour en pointillés sur la Figure 2), 2022 représente la plus grande floraison printanière en intensité depuis 2002 (Figure 12), surpassant légèrement 2015. Ces 2 années peuvent être qualifiées d'aberrantes, étant bien au-dessus des années moyennes. Le début de la saison de production de 2022 à la mi-mars se produit également plus tôt que la normale. Cette production primaire intense se traduit par des inventaires d'abondances de nutriments inférieurs à la normale dans l'océan profond et dans les eaux de surface, à l'exception du plateau du Groenland, où la floraison printanière ne commençait qu'au moment de l'échantillonnage. L'abondance de *Calanus finmarchicus*, l'une des espèces clés de l'écosystème de la mer du Labrador, demeure inférieure à la moyenne sur le plateau du Labrador, supérieure à la moyenne dans le centre de la mer du Labrador et sur le plateau du Groenland. Une plus grande abondance d'euphausiacés sur le plateau du Labrador et dans la région centrale rompt avec les tendances à la baisse 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.

### Sources d'incertitude

Dans l'Atlantique nord-ouest, les patrons spatiaux et saisonniers des variables océanographiques physiques, chimiques et biologiques surveillées dans le cadre du PMZA sont demeurés relativement constants depuis le lancement du programme. Bien qu'il y ait des variations saisonnières relatives à la répartition des masses d'eau, des plantes et des animaux, ces variations affichent des patrons généralement prévisibles. Toutefois, il existe une incertitude considérable à l'égard des estimations de l'abondance générale du phytoplancton et du zooplancton. Cette incertitude est causée en partie par le cycle de vie de la flore et la faune, leur répartition éparse dans un espace donné et la portée limitée du programme de surveillance au sein de la région concernée.

Les variables océanographiques physiques (température, salinité) et chimiques (sels nutritifs, oxygène dissous) sont échantillonnées de façon adéquate puisqu'elles présentent des propriétés plutôt conservatrices qui sont peu susceptibles de montrer des changements précipités sur le plan spatial ou temporel. De plus, la mesure de ces variables est effectuée selon un bon degré de précision. La seule exception s'applique aux eaux de surface, où les changements rapides survenant dans l'abondance du phytoplancton peuvent causer rapidement l'appauvrissement des sels nutritifs, surtout lors de la floraison printanière. La variabilité saisonnière et à plus long terme des conditions physiques de la mer du Labrador présentées dans les figures 7, 16 et 17 est résolue de manière suffisante et précise avec les observations de profilage des flotteurs Argo.

La plus grande source d'incertitude découle de nos estimations de biomasses. L'abondance et la biomasse du phytoplancton peuvent changer rapidement sur des échelles temporelles s'étendant de quelques jours à plusieurs semaines. Puisque notre échantillonnage est limité en temps, est parfois interrompu en raison des intempéries ou limité par la non-disponibilité des navires, ce qui se produit souvent au cours de l'échantillonnage à nos stations à haute fréquence en hiver, il est possible que le phytoplancton et d'autres variables importantes ne soient pas échantillonnés de façon adéquate. De plus, les variations relatives à la date de la floraison printanière du phytoplancton dans l'ensemble de la zone en relation avec les dates des relevés océanographiques effectués au printemps peuvent limiter notre capacité à déterminer, d'une année à l'autre, les variations liées à la biomasse maximale du phytoplancton. En revanche, nous sommes davantage en mesure de décrire, d'une année à l'autre, les variations relatives à l'abondance des espèces dominantes de zooplancton puisque leur cycle saisonnier se déroule selon des échelles temporelles s'étendant de quelques semaines à plusieurs mois en raison de la longue durée de génération par rapport au phytoplancton. Cependant, la répartition spatiale du zooplancton varie davantage. Bien que l'on arrive à évaluer correctement les variations interannuelles de l'abondance des groupes dominants tels les copépodes, on ne peut actuellement estimer avec confiance les variations de l'abondance d'espèces rares, éparses ou éphémères. L'annulation de relevés en 2020 (Covid) et 2021 a entraîné une incertitude accrue dans de nombreux indices océanographiques et peut modifier notre évaluation des changements interannuels des conditions océaniques, en particulier des variables biogéochimiques.

Dans plusieurs secteurs, l'occupation des stations d'échantillonnage à haute fréquence est particulièrement limitée durant l'hiver et au début du printemps, c'est pourquoi il nous arrive de



ne pas être témoins d'événements majeurs du cycle saisonnier (p. ex., le début de la floraison printanière du phytoplancton).

## CONCLUSION

Alors qu'un changement vers des conditions océaniques plus chaudes s'est produit avant la mise en œuvre du PMZA, la période depuis 2010 a connu un réchauffement supplémentaire avec des températures de surface de la mer atteignant des valeurs record dans toute la zone à l'été 2022. Le volume moyen de glace de mer en hiver était inférieur à la normale dans le golfe du Saint-Laurent et les conditions de glace de mer étaient près de la normale sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador. Les conditions estivales de la couche intermédiaire froides étaient les deuxièmes plus chaudes et les plus minces dans le golfe du Saint-Laurent, mais les mesures ne sont pas disponibles pour les autres régions. Les températures au fond ont été considérablement au-dessus de la normale dans toute la zone, y compris des records dans le nord du golfe du Saint-Laurent, au large du sud de Terre-Neuve et sur le plateau néo-écossais.

Les patrons de variation des paramètres biogéochimiques semblent dominés par des fluctuations à court terme, compte tenu de la série chronologique de vingt-trois ans initiée en 1999. Cependant, il existe des évidences de changements pluriannuels au cours des dernières années. L'état actuel de l'environnement biogéochimique montre une certaine structuration spatiale à travers la zone atlantique. Dans l'ensemble, il semble y avoir eu des changements dans la productivité des niveaux trophiques inférieurs au cours des dernières années. Après une période de déclin général des stocks de nutriments et de chlorophylle et de la biomasse globale du zooplancton qui indiquait un potentiel de production de l'écosystème plus faible (2015-2017), les mesures des nutriments et du phytoplancton étaient plus mitigées en 2022, malgré des records de températures élevées. Cependant, après quelques années de modération dans le changement de la structure de la communauté du zooplancton, passant de grands copépodes riches en lipides à de plus petits copépodes et à d'autres taxons, les indices de zooplancton en 2022 étaient très similaires à la période de faible potentiel de production de 2015-2017.

Dans la mer du Labrador, la convection hivernale a été modérément profonde, atteignant la profondeur de 1 600 m, après la convection peu profonde de l'année précédente. La superficie de glace de mer du détroit de Davis au sud de la mer du Labrador est passée d'un minimum de 11 à 12 ans observé en 2021 à un maximum de 4 à 8 ans en 2022, selon la région.

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Affiliation
Bélanger, David	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Beazley, Lindsay	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Bernier, Renée	MPO, Sciences – Région du Golfe
Blais, Marjolaine	MPO, Sciences – Région du Québec
Boivin-Rioux, Aude	MPO, Sciences – Région du Québec
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
Cogswell, Andrew	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
Fife, Jack	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Gabriel, Carrie-Ellen	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Galbraith, Peter	MPO, Sciences – Région du Québec
Head, Erica	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Hebert, Dave	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Jamieson, Robyn	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Kelly, Noreen	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Lambert, Nicolas	MPO, Sciences – Région du Golfe
Layton, Chantelle	MPO, Sciences – Région des Maritimes
Lehoux, Caroline	MPO, Sciences – Région du Québec
Maillet, Gary	MPO, Sciences – Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Moore, Andrea	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

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion par les pairs zonale du 27 au 29 mars 2023, vingt-cinquième réunion annuelle du Programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

Blais, M., Galbraith, P.S., Plourde, S., Devred, E., Clay, S., Lehoux, C. and Devine, L. 2021. [Les conditions océanographiques chimiques et biologiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/060. iv + 70 p.

Casault, B., Johnson, C., Devred, E., Head, E., et Beazley, L. 2023. [Conditions océanographiques optiques, chimiques et biologiques sur le plateau néo-écossais et dans l'est du golfe du Maine en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/016. vi + 79 p. Cyr, F. et Galbraith, P.S. 2021. [A climate index for the Newfoundland and Labrador shelf](#). Earth Syst. Sci. Data, 13, 1807-1828. 2021.

Cyr, F., Snook, S., Bishop, C., Galbraith, P.S., Chen, N. et Han, G. 2022. [Conditions océanographiques physiques sur le plateau continental de Terre-Neuve-et-Labrador en 2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/040. iv + 51 p.

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.

Galbraith, P.S., Chassé, J., Shaw, J.-L., Dumas, J., Lefavre, D. and Bourassa, M.-N. 2023. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence during 2022. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 354 : v + 88 p.

Hebert, D., Layton, C., Brickman, D. et Galbraith, P.S. 2021. [Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine en 2020](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/070. iv + 58 p

Maillet, G., Bélanger, D., Doyle, G., Robar, A., Rastin, S., Ramsay, D. et Pepin, P. 2022. [Conditions océanographiques optiques, chimiques et biologiques sur le plateau continental de Terre-Neuve-et-Labrador en 2018](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/075. ix + 56 p.

NOAA/STAR. 2021. [GHR SST NOAA/STAR ACSPO v2.80 0.02 degree L3S Dataset from Afternoon LEO Satellites \(GDS v2\)](#). Ver. v2.80. PO.DAAC, CA, USA.

Ringuette, M., Devred, E., Azetsu-Scott, K., Head, E., Punshon, S., Casault, B., et Clay, S. 2022. [Conditions océanographiques optiques, chimiques, et biologiques dans la mer du Labrador entre 2014 et 2018](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/021. v + 40 p.

Therriault, J.-C., Petrie, B., Pepin, P., Gagnon, J., Gregory, D., Helbig, J., Herman, A., Lefavre, D., Mitchell, M., Pelchat, B., Runge, J., and Sameoto, D. 1998. [Proposition pour un programme zonal de monitoring de la région nord-ouest de l'Atlantique](#). Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 194: vii+57p.

Yashayaev, I., Peterson, I., et Wang, Z. 2022. [Conditions météorologiques, état de la glace de mer et conditions océanographiques dans la mer du Labrador en 2020](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/039. v + 68 p.

ANNEXE – FIGURES

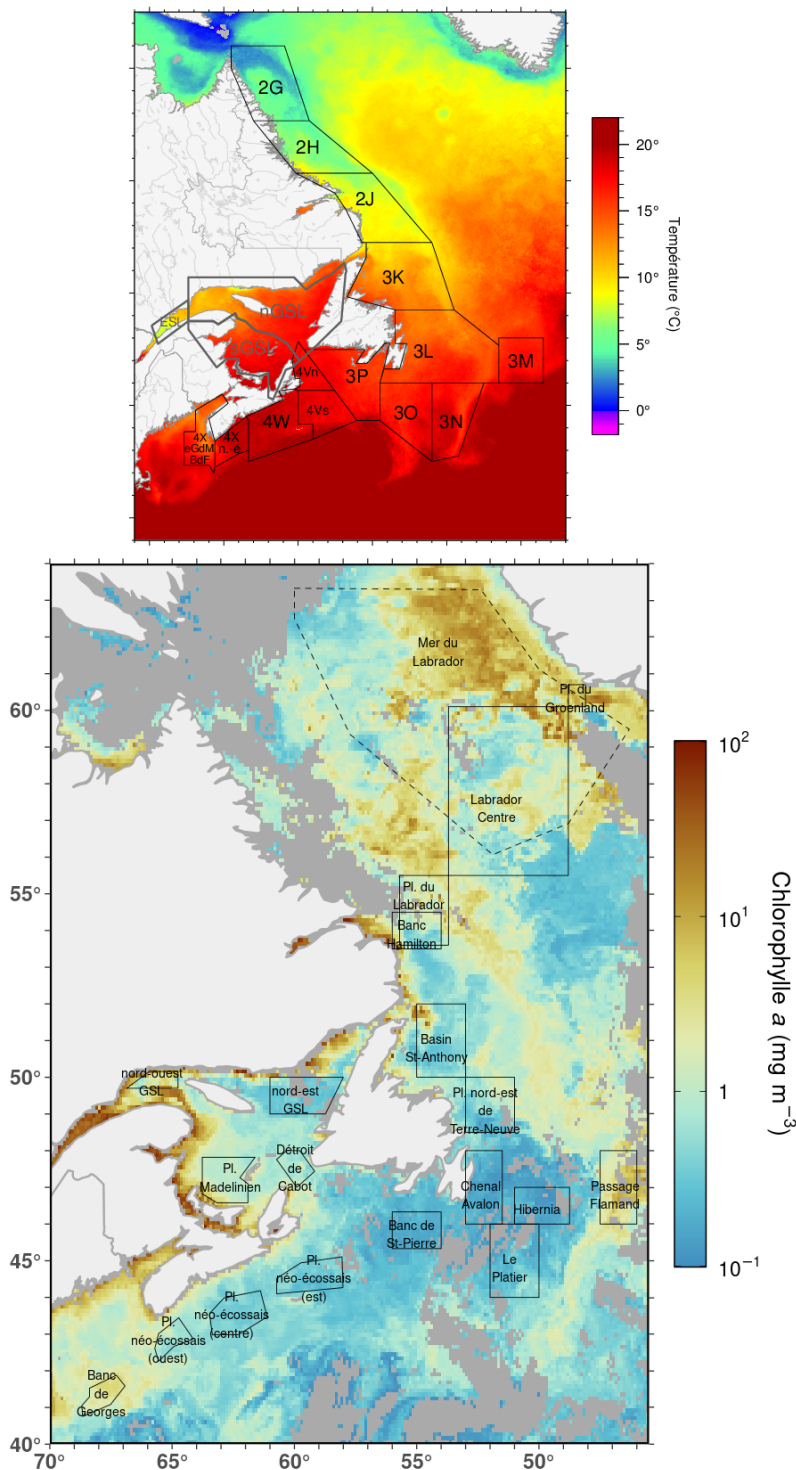


Figure 2. Régions utilisées pour les moyennes de température (haut) et de couleur de l'eau (bas). Les Divisions de l'OPANO ont été coupées au talus continental. Les acronymes GSL et ESL sont le golfe du Saint-Laurent et l'estuaire du Saint-Laurent respectivement. Le champ de température est celui de septembre 2022 tandis que la concentration de chlorophylle a est pour les jours de l'année 145 à 152

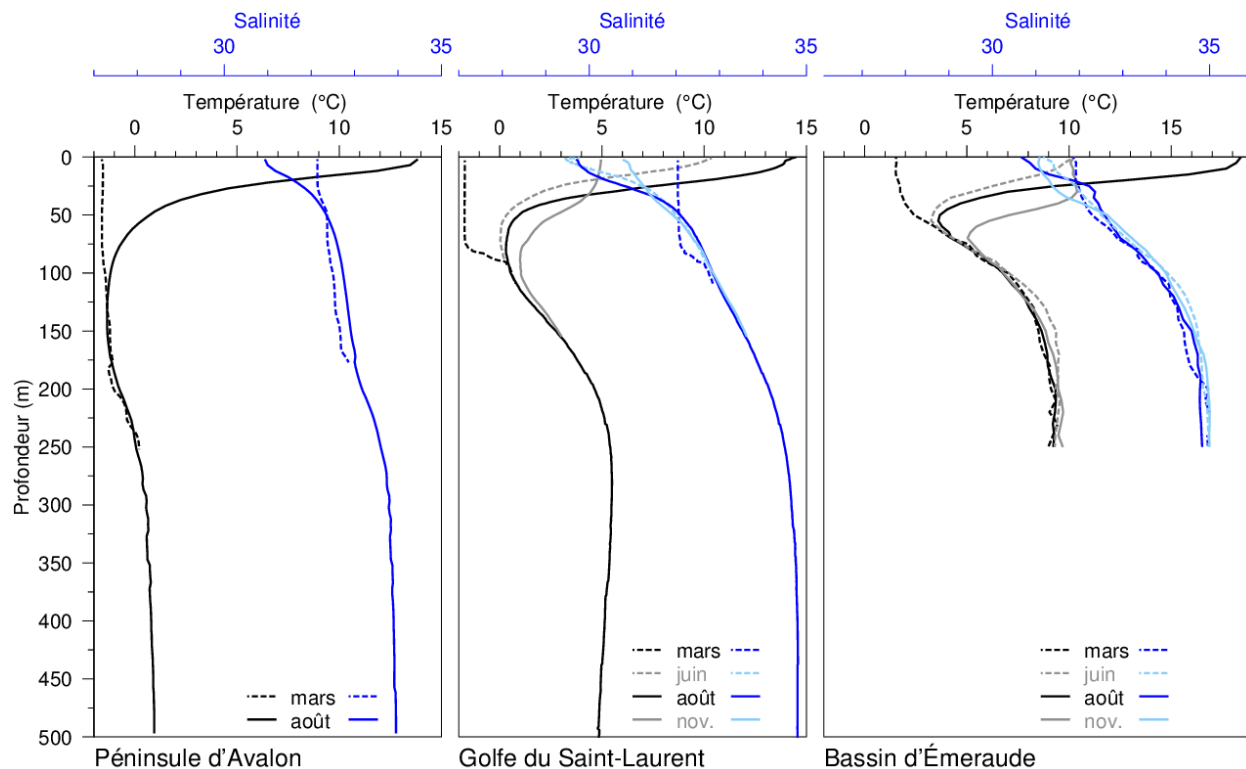


Figure 3. Progression saisonnière typique du profil de profondeur de la température et de la salinité observée dans trois régions représentatives de la zone. La région de la péninsule d'Avalon est délimitée par 45–50 °N et 50–55 °O et sont montrées ici les moyennes des profils de mars et août entre 2015 et 2017, calculées respectivement à partir de 5 et 302 profils. Les profils du golfe du Saint-Laurent sont des moyennes d'observations en juin, août et novembre 2007 dans le nord du golfe, tandis que le profil de mars montre un seul profil de température hivernale (mars 2008) avec des températures près du point de congélation dans les 75 premiers mètres. Les profils du bassin d'Émeraude sont des moyennes climatologiques mensuelles pour la période 1981–2010.

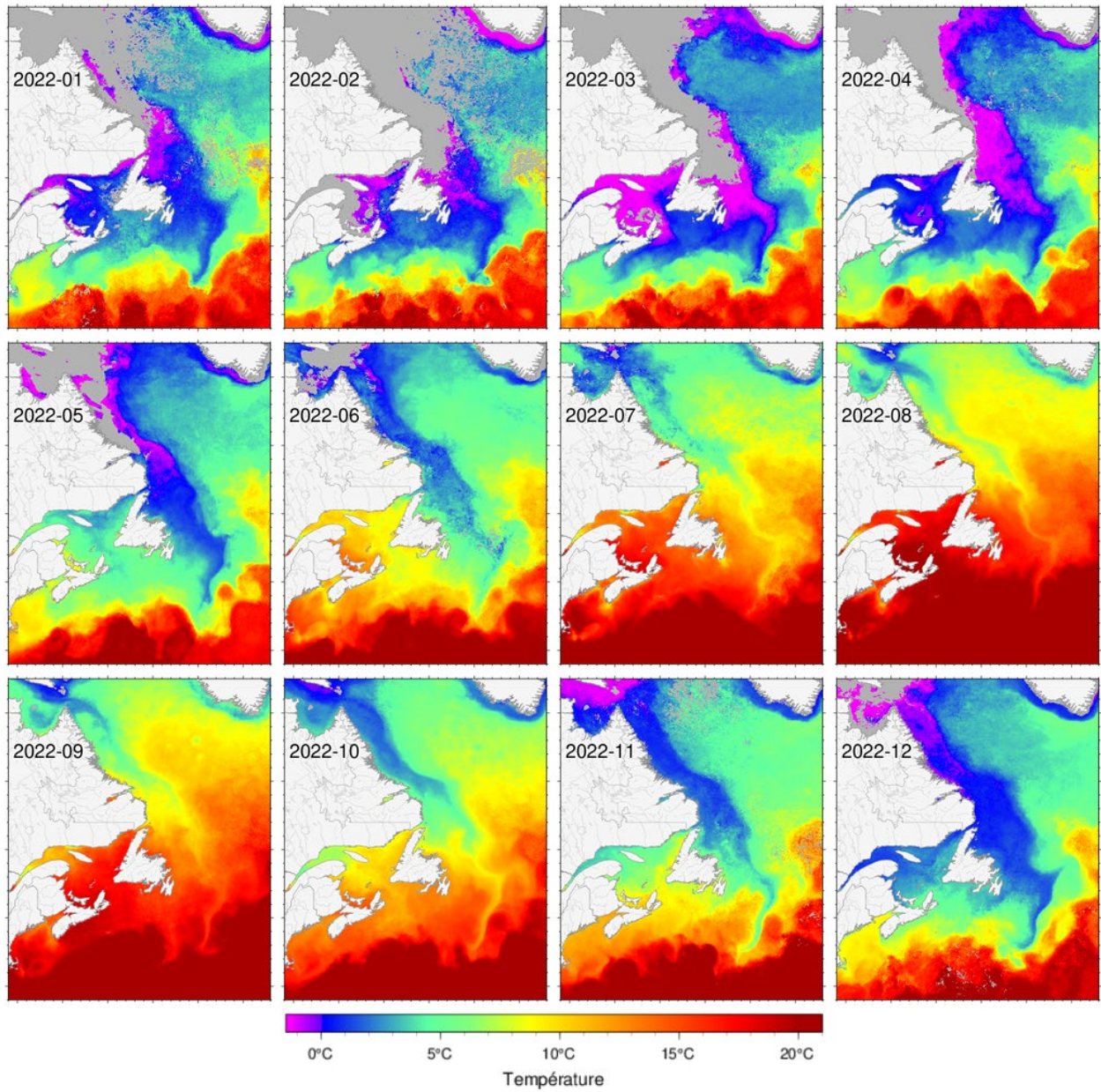


Figure 4. Température de la surface de la mer moyennée par mois de 2022 dans la zone atlantique.

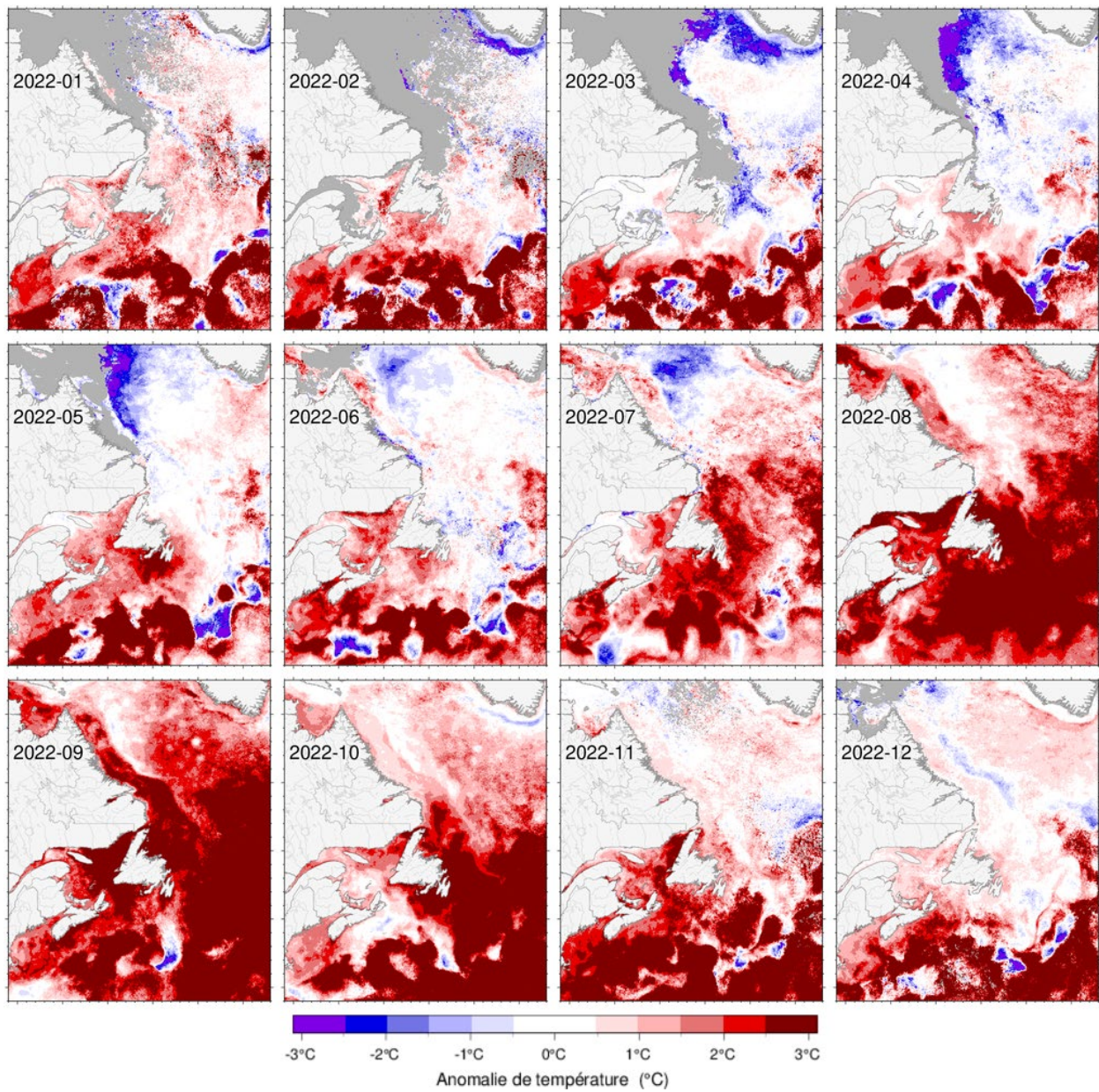


Figure 5. Anomalies mensuelles de température de la surface de la mer en 2022 dans la zone atlantique. Les anomalies de température sont basées sur une climatologie de 1985–2010 et non la climatologie de 1991–2020 utilisée partout ailleurs dans ce document.

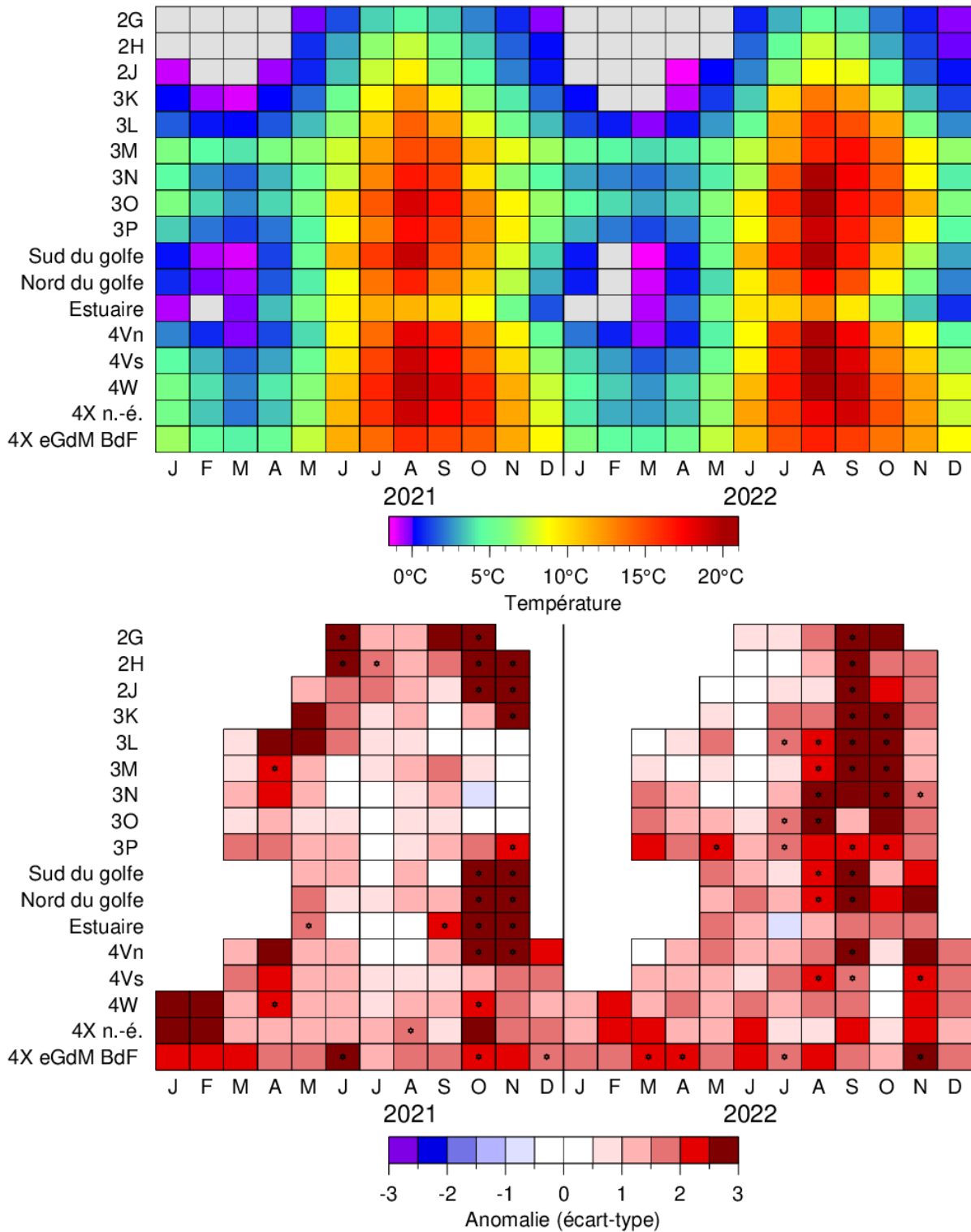


Figure 6. Températures (haut) et anomalies (bas) de la surface de la mer en 2021–22 moyennées mensuellement sur les 17 régions identifiées à la figure 2. Les régions et mois pour lesquels la température moyenne était à un niveau record sont identifiés par une étoile. Les cases grises n'ont pas de données suffisantes pour rapporter une anomalie mensuelle moyenne (<7 %).



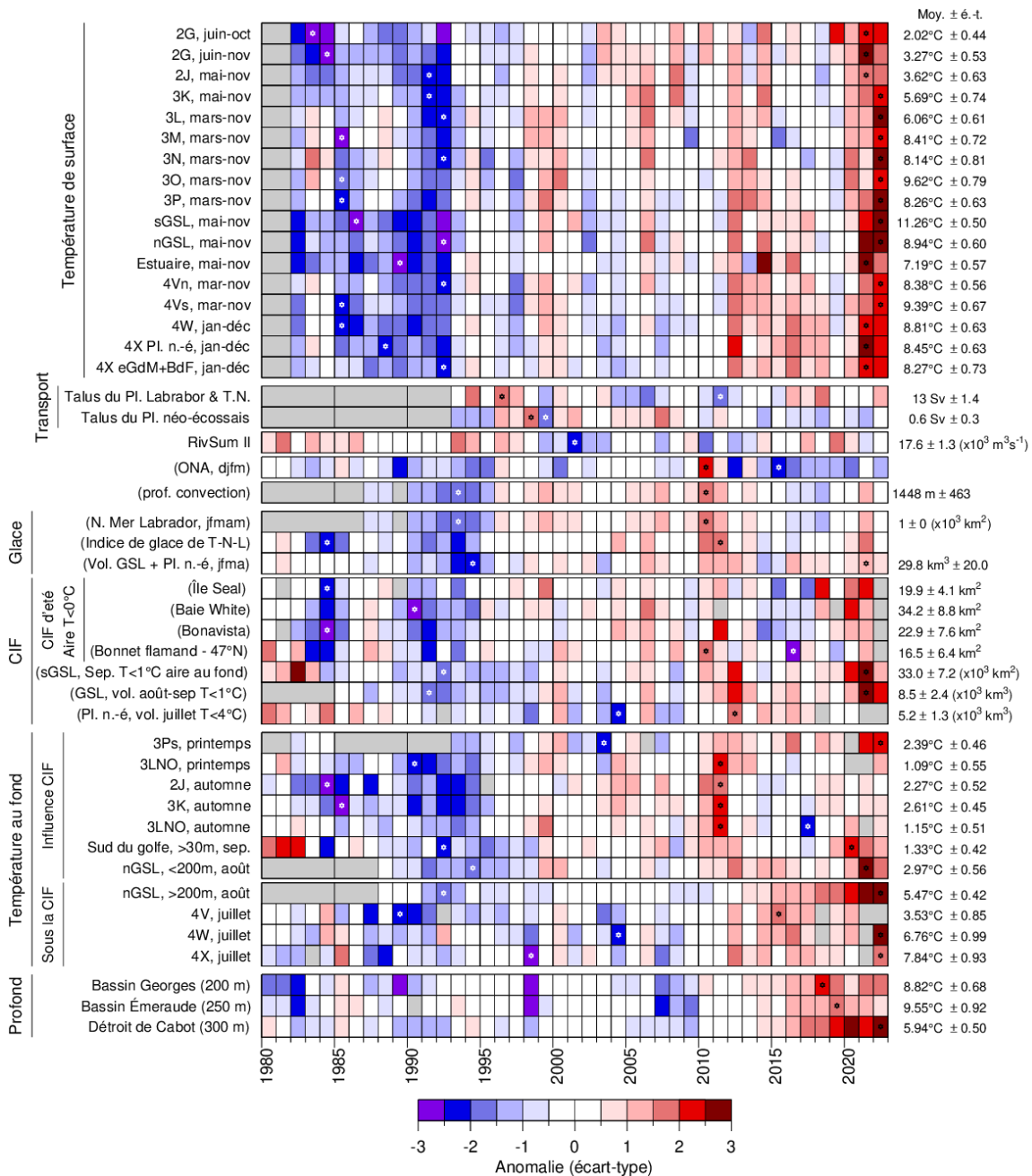


Figure 7. Série temporelle (de 1980 à 2022) des variables océanographiques. Une cellule grise indique une donnée manquante, une cellule blanche une valeur entre 0,5 écart-type de la moyenne à long terme calculée, lorsque possible, sur les données de 1991 à 2020. Les cellules rouges indiquent des conditions plus élevées que la normale, les cellules bleues plus basses que la normale. Les variables dont les noms apparaissent entre parenthèses ont un code de couleur inversé, où le rouge signifie une valeur basse qui correspond à des conditions chaudes. Les teintes plus fortes correspondent aux plus grandes anomalies. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles lorsqu'ils surviennent durant la période affichée. Les moyennes et écarts-types sont présentés à droite de la figure. (RivSum II est le débit d'eau douce combinée s'écoulant dans l'estuaire du Saint-Laurent, oscillation nord-atlantique [ONA], golfe du Saint-Laurent [GSL], plateau néo-écossais [Pl. n.-é.], sud du golfe du Saint-Laurent [sGSL], nord du golfe du Saint-Laurent [nGSL], couche intermédiaire froide [CIF]).

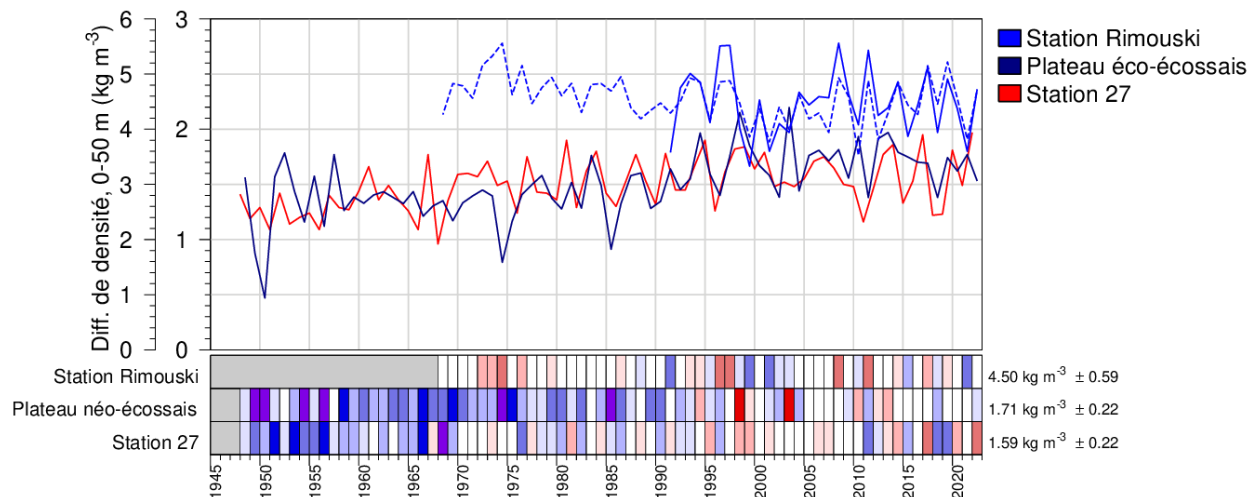


Figure 8. Tendances de la stratification dans le sud du plateau de Terre-Neuve-et-Labrador (moyenne mai-novembre à la station 27), sur le plateau néo-écossais et dans l'estuaire du Saint-Laurent (moyenne mai-octobre à la station Rimouski). L'axe interne est pour la Station 27 et le plateau néo-écossais, tandis que l'axe externe est pour la station Rimouski. La ligne pointillée pour la station de Rimouski est une approximation basée sur le débit d'eau douce de mai à octobre. Les trois lignes du bas montrent des anomalies normalisées basées sur les climatologies 1991–2020. Les cellules grises indiquent des données manquantes, les cellules blanches indiquent des conditions près de la normale à l'intérieur de 0,5 écart-type de la moyenne climatologique, les cellules rouges indiquent des conditions plus élevées que la normale et les cellules bleues sous la normale. Les teintes plus fortes correspondent à de plus grandes anomalies.

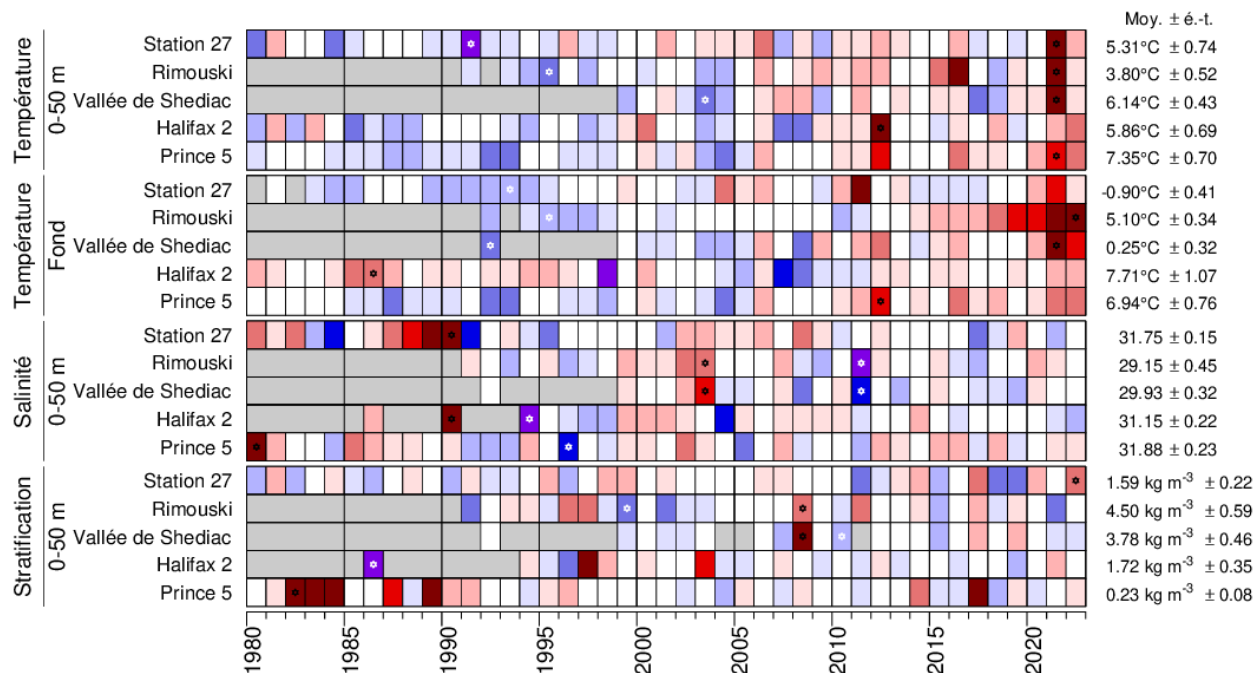


Figure 9. Séries temporelles (de 1980 à 2022) des variables océanographiques aux stations à haute fréquence d'échantillonnage du PMZA. Les moyennes sont annuelles à Halifax 2 et Prince 5, de mai à novembre à la Station 27 et de mai à octobre à la station Rimouski. Une cellule grise indique une donnée manquante, une cellule blanche une valeur à l'intérieur de 0,5 écart-type de la moyenne à long terme calculée, lorsque possible, sur les données de 1991 à 2020. Pour la température moyenne sur la profondeur aux stations fixes, les cellules rouges indiquent des conditions plus chaudes que la normale, les cellules bleues plus froides que la normale. Les teintes plus fortes correspondent aux plus grandes anomalies. Pour la salinité et la stratification, le rouge correspond aux conditions au-dessus de la normale. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles lorsqu'ils surviennent durant la période affichée. Les moyennes et écarts-types climatologiques sont présentés à droite de la figure. La palette est telle qu'aux figures 6 et 7.

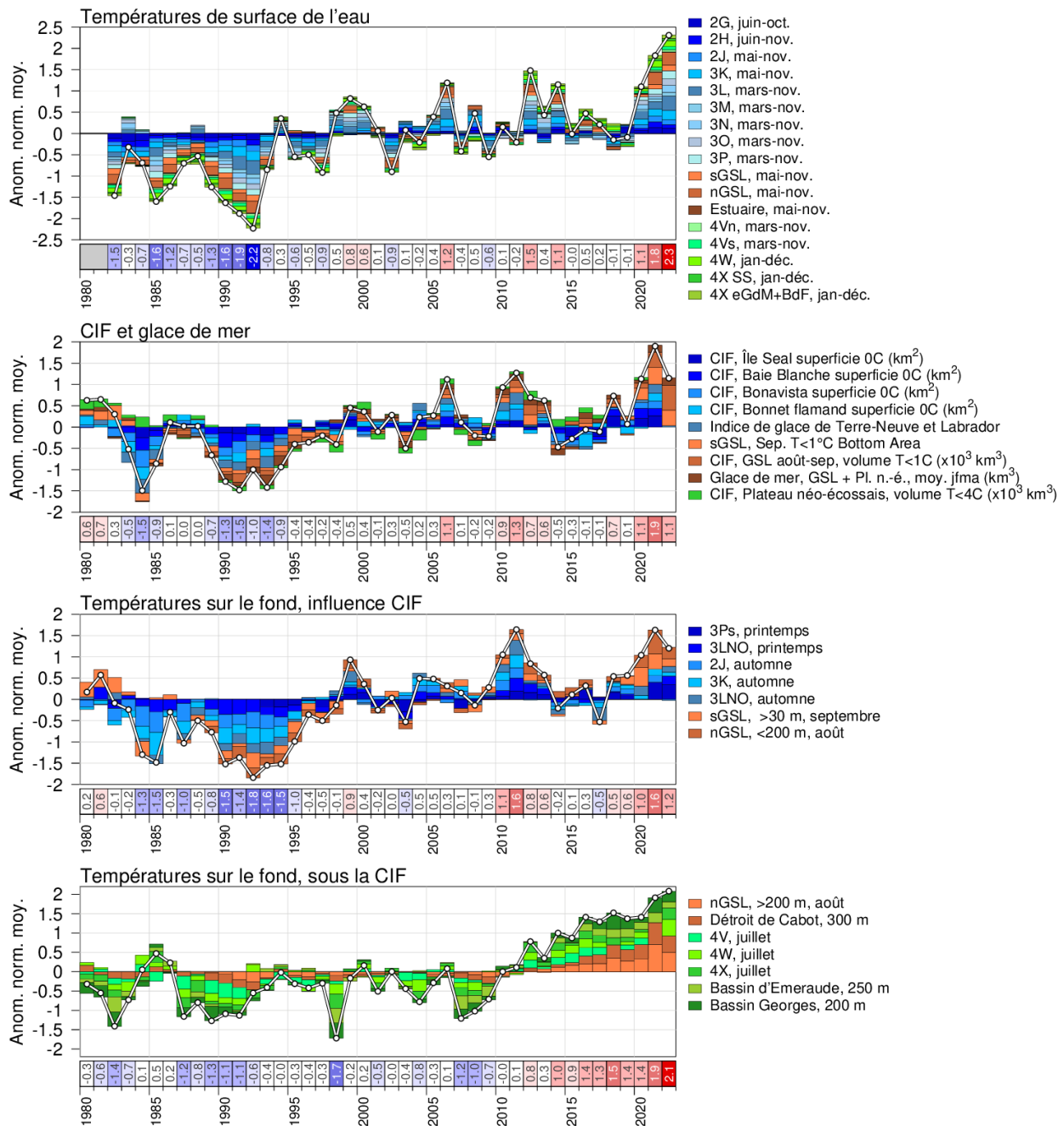


Figure 10. Indices climatiques composites (lignes blanches et symboles blancs) calculés par la moyenne des anomalies normalisées provenant de différentes parties de l'environnement (les boîtes empilées au-dessus de l'abscisse sont des anomalies positives tandis que celles sous l'abscisse sont négatives). Le panneau du haut montre la moyenne des anomalies de température de surface de l'eau pondérées par leurs superficies, le second la moyenne des anomalies de couches intermédiaires froides et de glace de mer (des anomalies positives représentent ici des conditions chaudes), et les panneaux du bas la moyenne des anomalies de température sur le fond d'influence de la CIF et, plus profondes, sous la CIF.

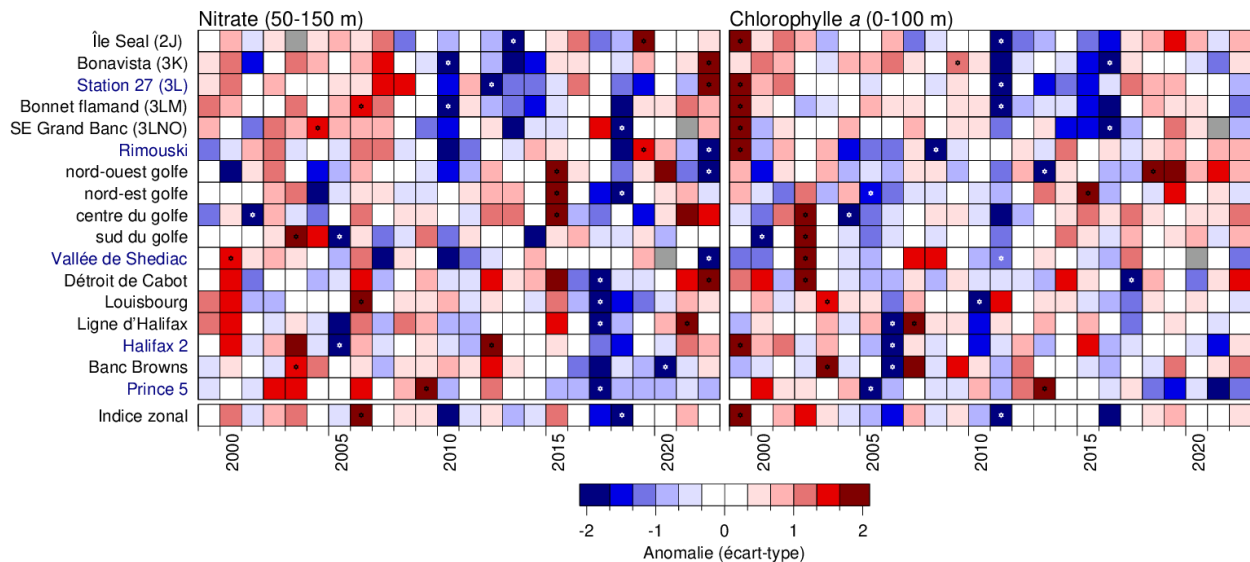


Figure 11. Séries temporelles (de 1999 à 2022) des inventaires de nitrates dans la couche profonde (50–150 m) et de l’abondance du phytoplancton en surface (concentration moyenne de chlorophylle a entre 0 et 100 m) sur les transects (en rouge à la Figure 1) et stations à haute fréquence (en noir à la Figure 1). Les valeurs de chlorophylle sont log transformées. Une cellule grise indique une donnée manquante. Notez le changement de la palette de couleur : une cellule blanche indique une valeur entre 1/3 écart-type de la moyenne à long terme calculée sur les données de 1999 à 2020. Les cellules rouges indiquent des conditions plus élevées que la normale, bleues sous la normale. Les teintes plus fortes correspondent à de plus grandes anomalies. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles. L’indice zonal est créé comme la moyenne de toutes les anomalies normalisées, puis ce résultat est ensuite normalisé à nouveau.

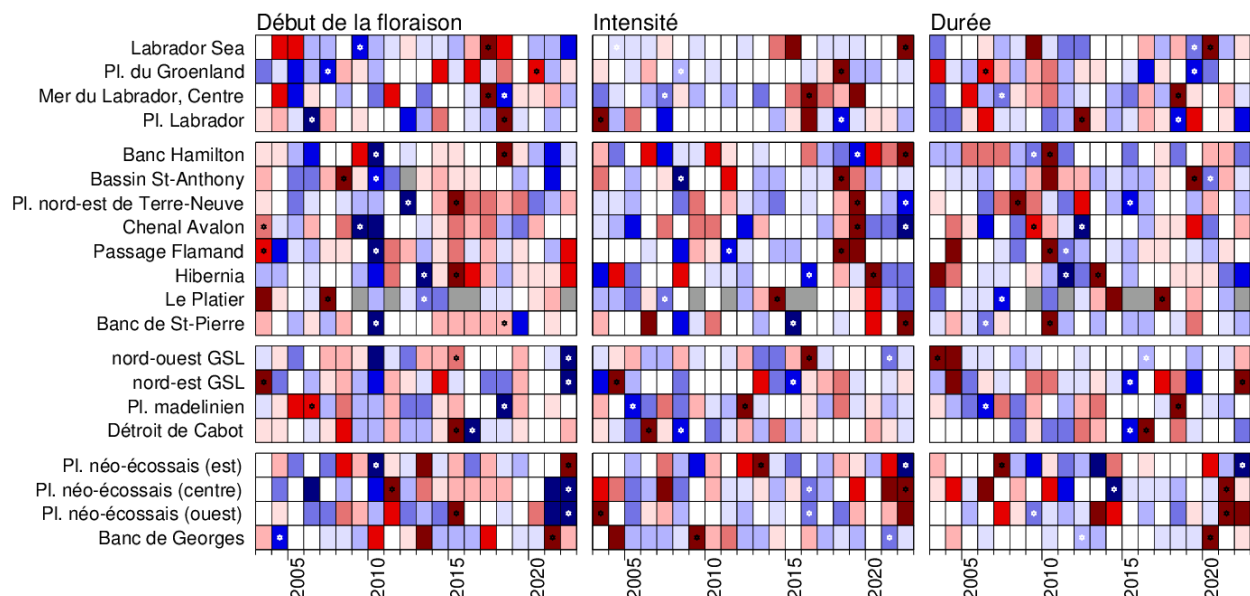


Figure 12. Séries temporelles (de 2003 à 2022) d’anomalies de paramètres de la floraison phytoplanktonique (début, intensité et durée). Données de MODIS. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles. Voir la figure 2 pour les définitions des régions. La palette est telle qu’à la figure 11.

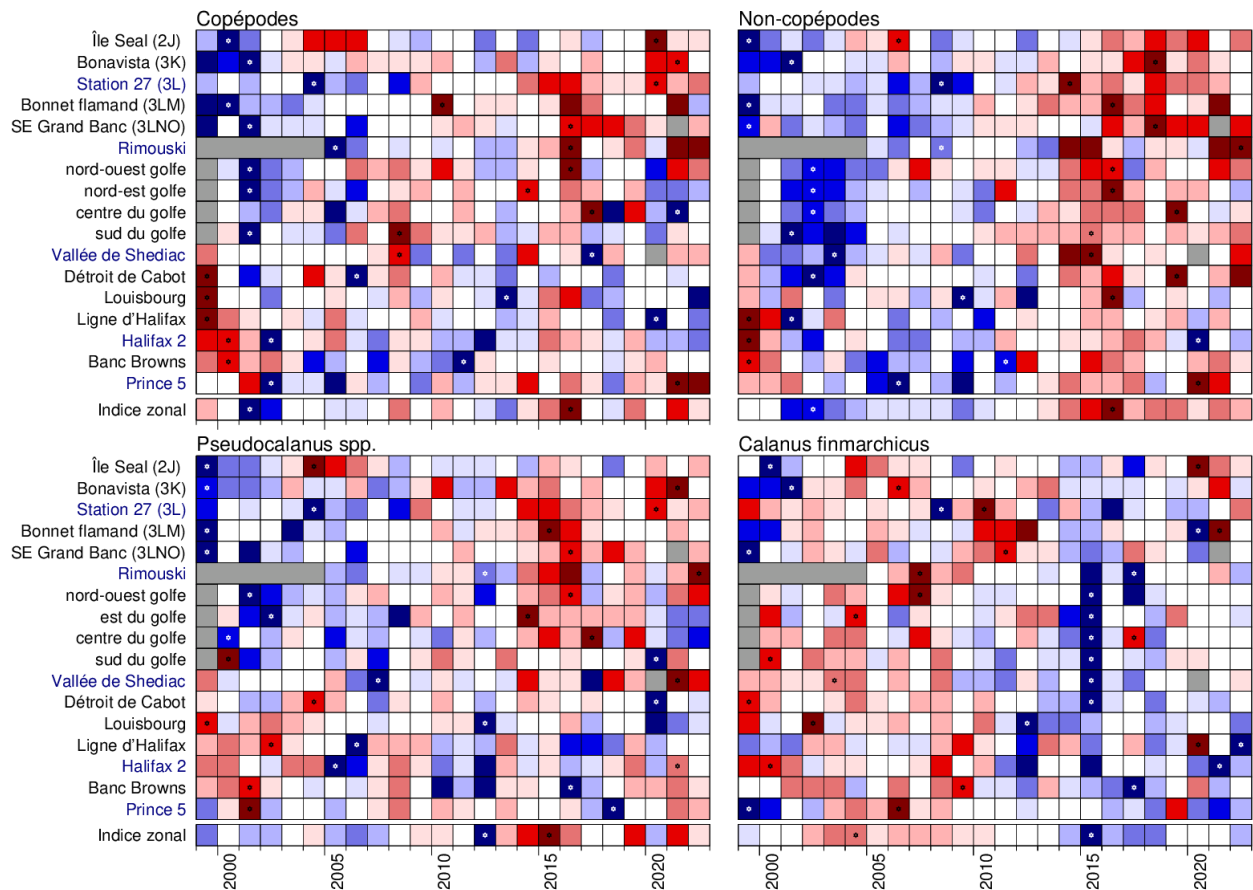


Figure 13. Séries temporelles log-transformées des copépodes, *Calanus finmarchicus*, *Pseudocalanus spp.* et des zooplanctons autres que les copépodes 1999–2022. Une cellule grise indique une donnée manquante, une cellule blanche une valeur entre 1/3 écart-type de la moyenne à long terme calculée sur les données de 1999 à 2020. Les cellules rouges indiquent des conditions plus élevées que la normale, les cellules bleues sous la normale. Les teintes plus fortes correspondent à de plus grandes anomalies. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles. L'indice zonal est créé comme la moyenne de toutes les anomalies normalisées, puis ce résultat est ensuite normalisé à nouveau.

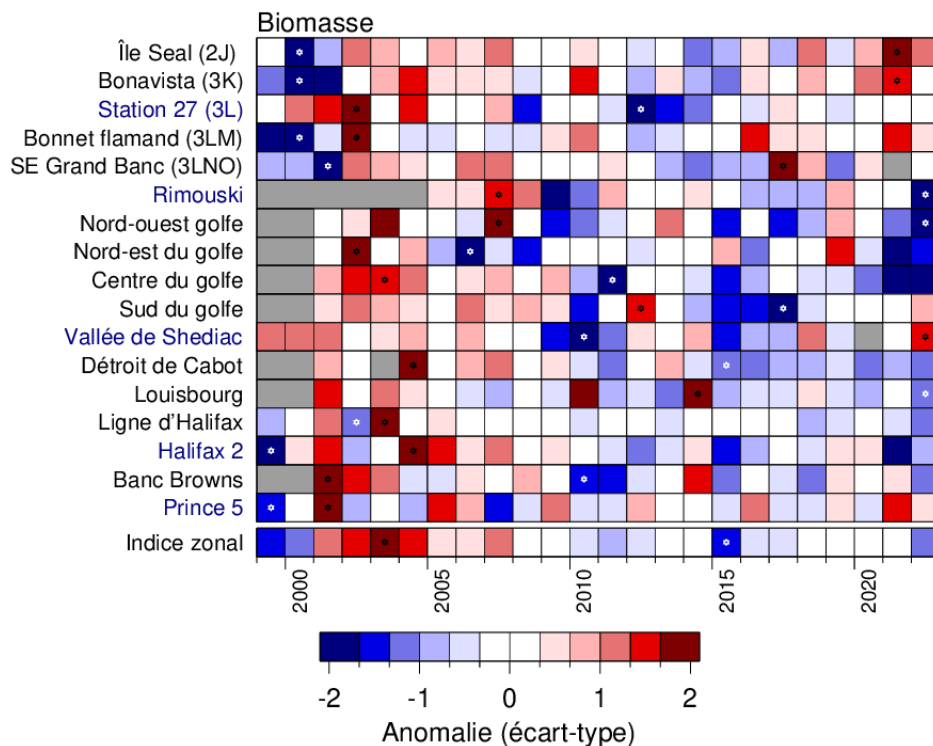


Figure 14. Séries temporelles de la biomasse du zooplancton (poids sec, log-transformé), 1999 à 2022. La biomasse est mesurée sur la fraction des tailles de 0,2 à 10 mm et est habituellement dominée par les copépodes. Une cellule grise indique des données manquantes, une cellule blanche une valeur entre 1/3 écart-type de la moyenne à long terme calculée sur les données de 1999 à 2020; une cellule rouge indique des stocks supérieurs à la normale, une cellule bleue inférieure à la normale. Des couleurs plus intenses indiquent des anomalies plus importantes. Les minimums et maximums de la série sont indiqués par une étoile. La rangée la plus basse est la moyenne (anomalie pour toutes les sections et stations fixes pour une année donnée). L'indice zonal est créé comme la moyenne de toutes les anomalies normalisées, puis ce résultat est ensuite normalisé à nouveau.

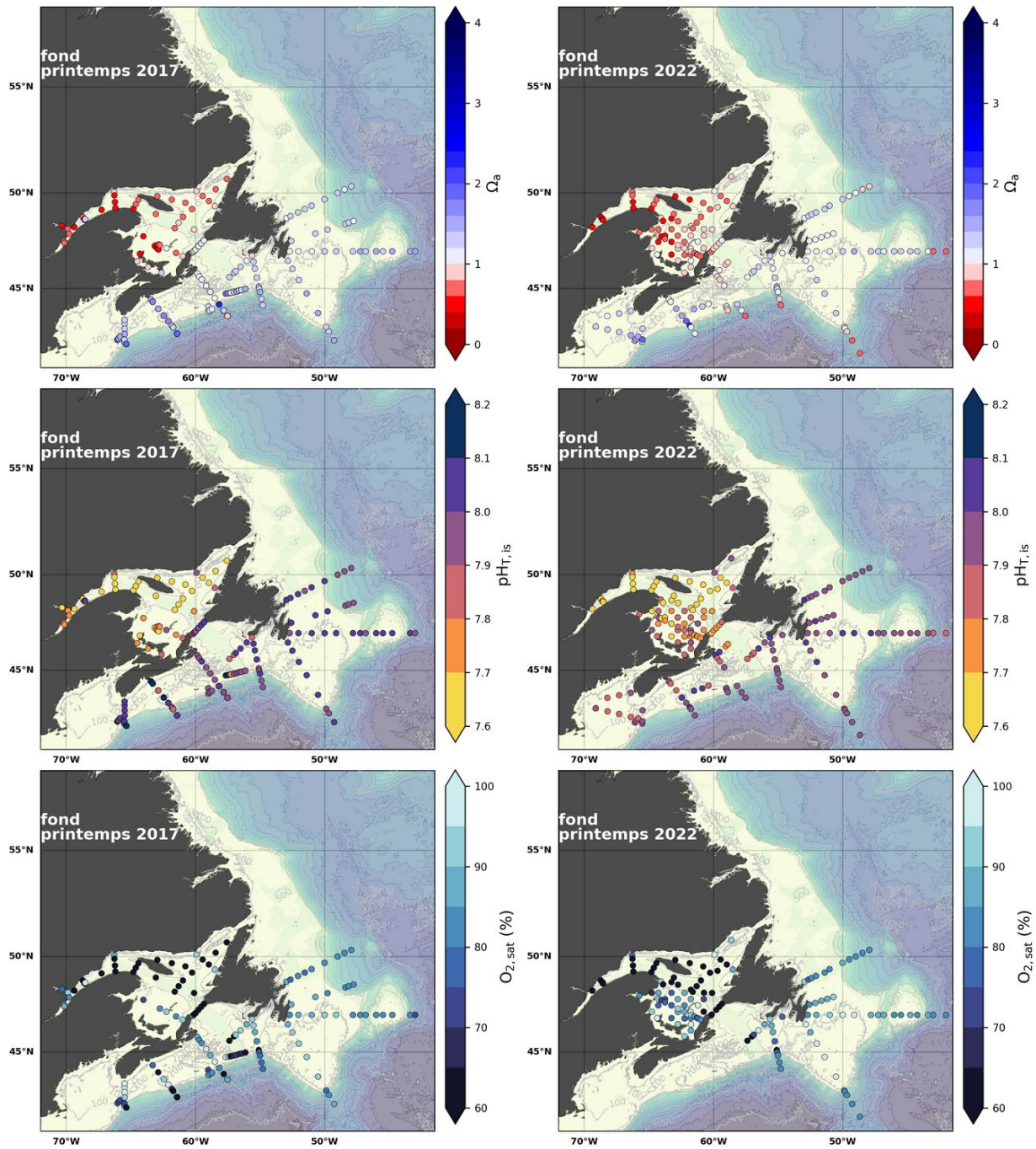


Figure 15. Conditions d'acidification près du fond de l'océan au printemps 2017 (gauche) et 2022 (droite) pour le golfe du Saint-Laurent, le plateau néo-écossais et le plateau de Terre-Neuve : état de saturation en aragonite (haut), pH in situ à l'échelle totale (au centre) et saturation en oxygène dissous (bas). Les conditions sous-saturées relatives à l'aragonite ainsi que les teneurs en oxygène hypoxique sont tracées en couleurs rouges.



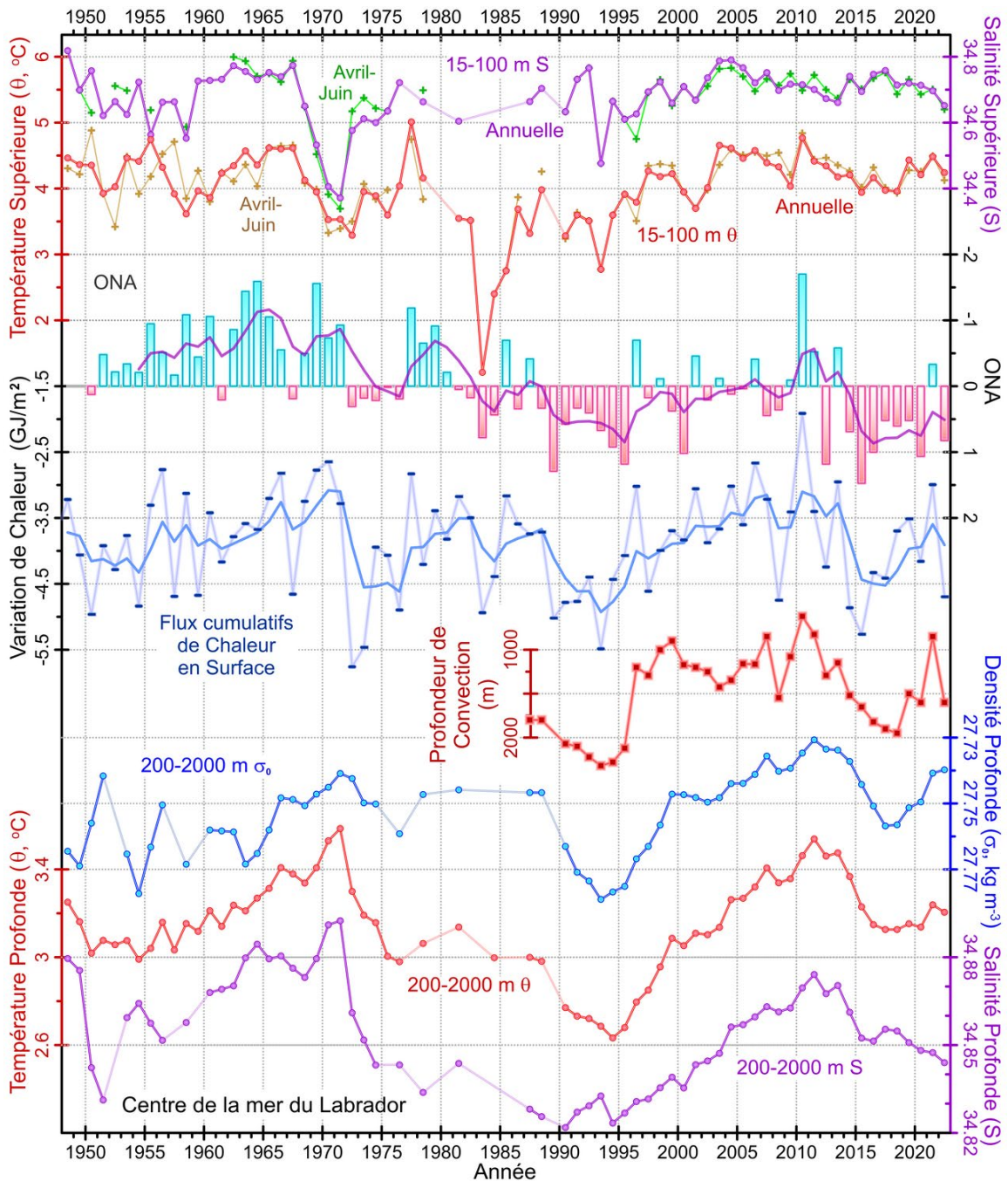


Figure 16. Principaux indices climatiques pour la mer centrale du Labrador depuis 1948. Moyenne annuelle et printanière de la salinité (S) et de la température ( $\theta$ ) moyenne sur la plage de profondeur de 15 à 100 m; l'indice de l'ONA hivernale normalisé (graphique à barres, échelle verticale inversée); le flux de chaleur de surface cumulé basé sur une analyse du NCEP calculée pour le centre de la mer du Labrador au cours de saisons de refroidissement annuelles définies individuellement (bleu); profondeur de convection; densité moyenne annuelle de l'eau de mer ( $\sigma_0$ ),  $\theta$  et S moyennes sur la plage de profondeur de 200 à 2000 m dans le centre de la mer du Labrador. Les lignes pleines recouvrent les graphiques ONA et de flux thermique indiquent des séries filtrées à cinq points arrière.

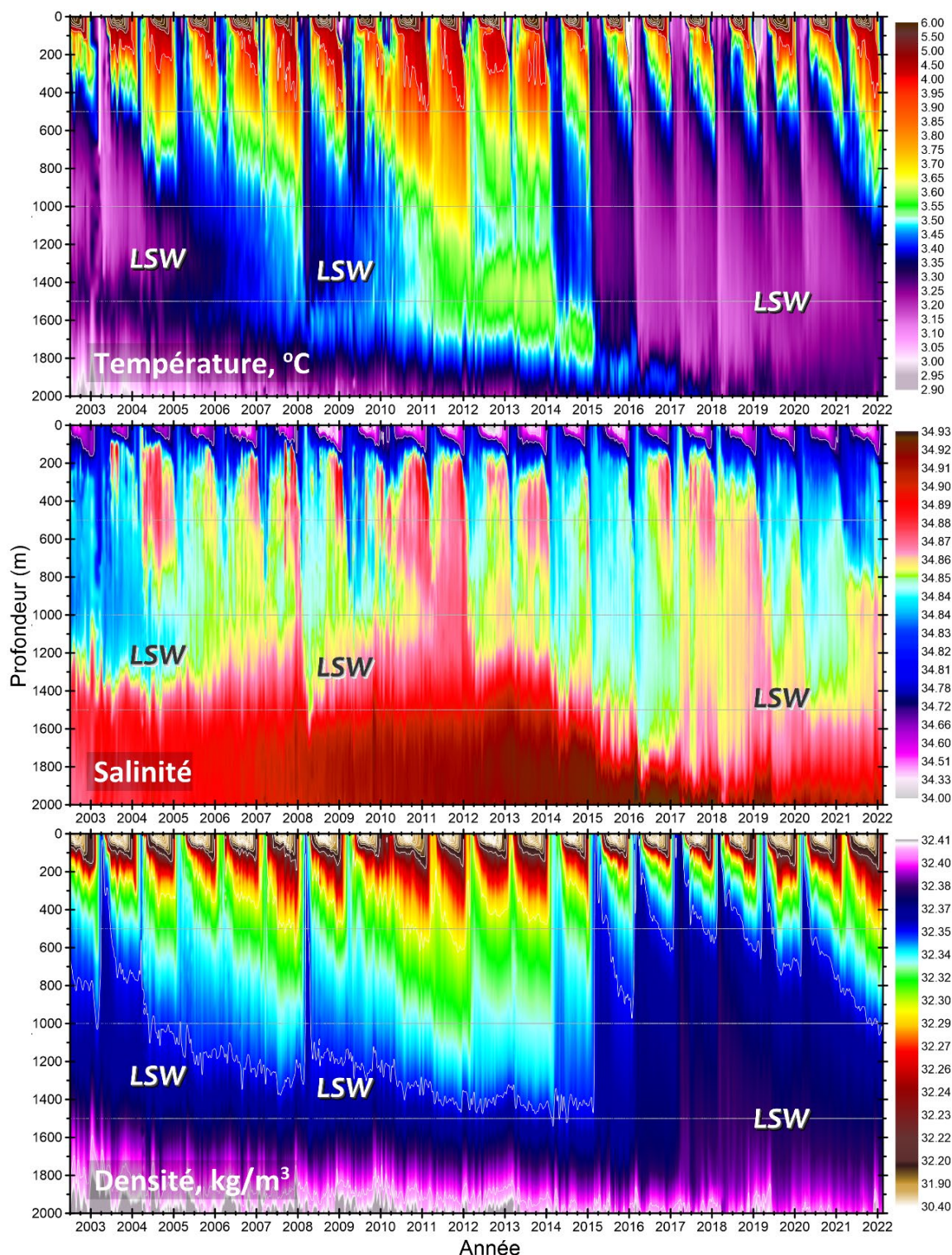


Figure 17. La température (panneau supérieur), la salinité (panneau central) et la densité (relative à 1000 dbar, panneau inférieur) dans la région centrale de la mer du Labrador entre 0 et 2000 m entre 2002 et 2022, d'après des observations en mer et par flotteurs Argo qui ont subi des contrôles de qualité, puis moyennées avec des fenêtres de 10 jours qui se chevauchent, espacées de 5 jours. LSW indique l'eau de mer du Labrador avec en indice les classes d'âge respectives

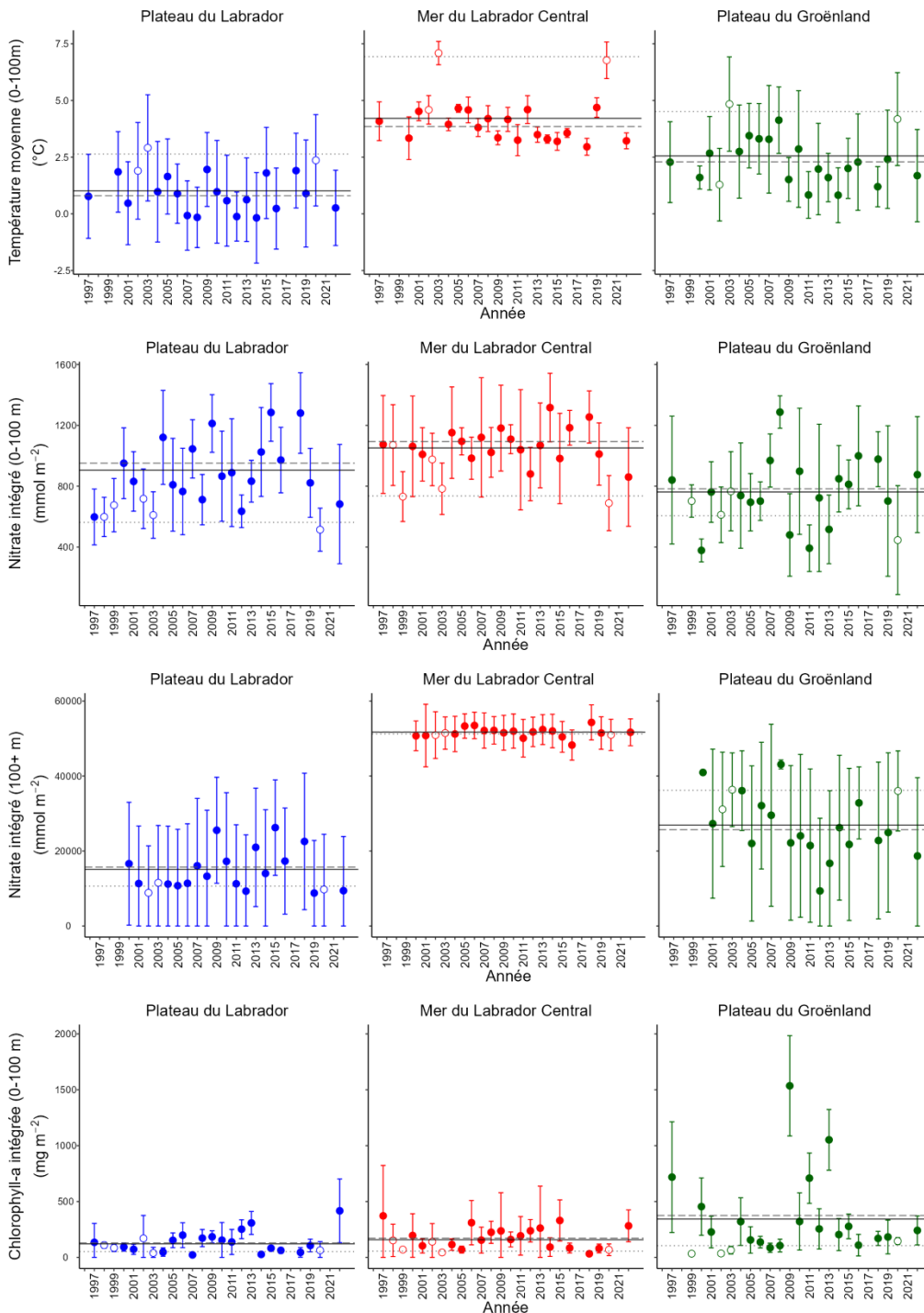


Figure 18. Mer du Labrador: moyennes de 0 à 100 m d'observations à partir des données des stations océanographiques. Les panneaux de haut en bas montrent la température moyenne de 0 à 100 m (°C), le nitrate intégré pour les 100 m supérieurs, le nitrate intégré sous 100 (mmol m<sup>-2</sup>) et la chlorophylle a intégrée de 0 à 100 m (mg m<sup>-2</sup>). De gauche à droite, les panneaux sont divisés en 3 régions avec le plateau du Labrador en bleu, le centre de la mer du Labrador en rouge et le plateau du Groenland en vert. Les symboles ouverts correspondent aux relevés tardifs (après le 19 juin). La période de référence va de 1999 à 2020 et la ligne pleine représente la moyenne de toutes les années, la ligne en trait discontinu correspond à la moyenne estivale et la ligne en pointillé correspond à la période du printemps.

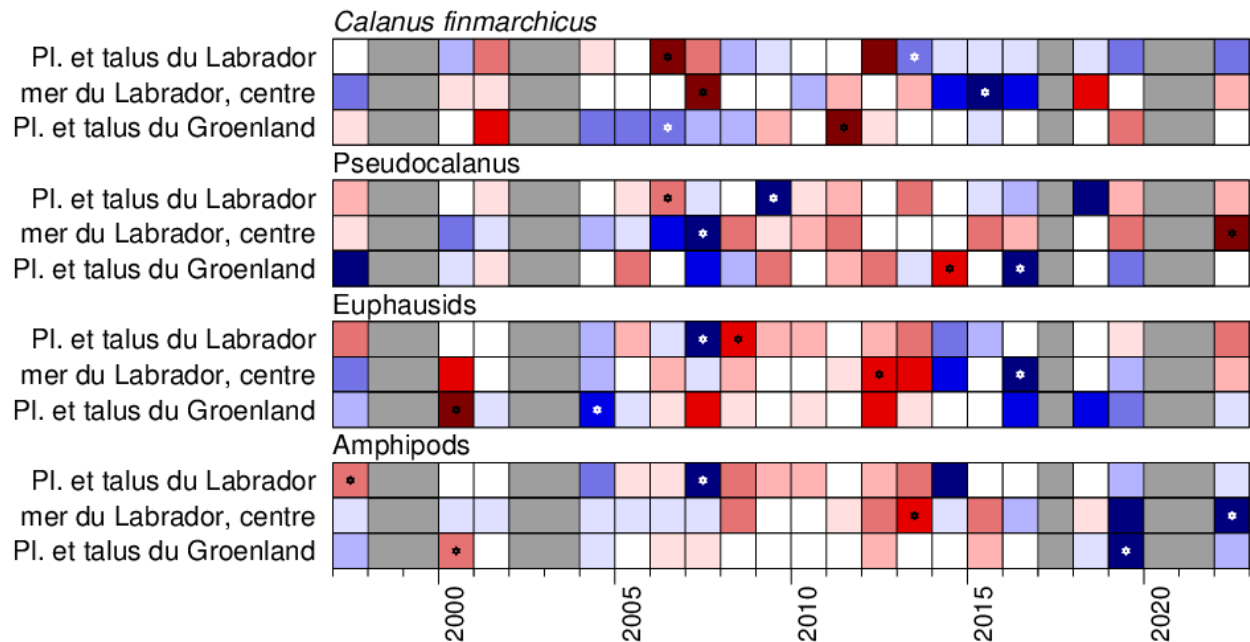


Figure 19. Anomalies annuelles normalisées pour la région de la mer du Labrador. La température et la chlorophylle sont des moyennes 0–100 m à partir des données de stations océanographiques. Les paramètres phytoplanctoniques (début de la floraison, l'ampleur et la durée) proviennent de la télédétection. Les données de zooplancton représentent des anomalies des estimations d'abondance recueillies en mai / juin le long de la ligne AR7W entre 1995 et 2018. La palette de couleur est telle qu'à la figure 11.

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région du Québec  
Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice-Lamontagne  
C.P. 1000  
Mont-Joli (Québec)  
Canada G5H 3Z4

Courriel : [bras@dfo-mpo.gc.ca](mailto:bras@dfo-mpo.gc.ca)

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

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-48646-8 N° cat. Fs70-6/2023-019F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du  
ministère des Pêches et des Océans, 2023



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2023. Conditions océanographiques dans la zone atlantique en 2022. Secr. can. des avis  
sci. du MPO. Avis sci. 2023. 2023/019.

*Also available in English:*

*DFO. 2023. Oceanographic Conditions in the Atlantic Zone in 2022. DFO Can. Sci. Advis. Sec.  
Sci. Advis. Rep. 2023/019.*