



Pêches et Océans  
Canada

Fisheries and Oceans  
Canada

Sciences des écosystèmes  
et des océans

Ecosystems and  
Oceans Science

## Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

---

Document de recherche 2018/050

Région du Québec

### Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2017

P.S. Galbraith<sup>1</sup>, J. Chassé<sup>2</sup>, C. Caverhill<sup>3</sup>, P. Nicot<sup>4</sup>, D. Gilbert<sup>1</sup>, D. Lefavre<sup>1</sup>, C. Lafleur<sup>1</sup>

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

(2) Pêches et Océans Canada, Région du Golfe,  
Centre des Pêches du Golfe,  
C.P. 5030, Moncton, Nouveau-Brunswick, E1C 9B6

(3) Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes,  
Bedford Institute of Oceanography,  
P.O. Box 1006, Dartmouth, Nova Scotia, B2Y 4A2

(4) Institut des sciences de la mer de Rimouski  
Université du Québec à Rimouski,  
310 allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1

---

## Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

### Publié par :

Pêches et Océans Canada  
Secrétariat canadien de consultation scientifique  
200, rue Kent  
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018  
ISSN 2292-4272

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

Galbraith, P.S., Chassé, J., Caverhill, C., Nicot, P., Gilbert, D., Lefavre, D. et Lafleur, C. 2018. Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2017. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2018/050. v + 82 p.

### **Also available in English :**

*Galbraith, P.S., Chassé, J., Caverhill, C., Nicot, P., Gilbert, D., Lefavre, D. and Lafleur, C. 2018. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence during 2017. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/050. v + 79 p.*

---

---

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ .....	IV
INTRODUCTION .....	1
TEMPÉRATURE DE L'AIR .....	2
PRÉCIPITATIONS ET RUISSELLEMENT .....	3
COUCHE DE SURFACE .....	4
TEMPÉRATURE À LA SURFACE DE LA MER .....	4
GLACE DE MER.....	6
MASSÉS D'EAU HIVERNALES.....	8
COUCHE INTERMÉDIAIRE FROIDE .....	9
PRÉVISION TIRÉE DU RELEVÉ DE MARS.....	9
CIF EN AOÛT-SEPTEMBRE .....	9
CONDITIONS DE LA CIF EN NOVEMBRE DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT .....	10
INDICE SAISONNIER MOYEN DE LA CIF .....	11
RELEVÉ DE JUIN SUR LE PLATEAU MADELINIEN.....	11
TEMPÉRATURES DE L'EAU AU FOND SUR LE PLATEAU MADELINIEN.....	12
EAUX PROFONDES (> 150 M) .....	12
TEMPÉRATURES DE L'EAU SUR LE FOND EN AOÛT ET SEPTEMBRE .....	13
MOYENNES MENSUELLES DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ.....	13
STRUCTURE DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE SAISONNIÈRE ET RÉGIONALE .....	14
COURANTS ET TRANSPORTS .....	15
STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE À HAUTE FRÉQUENCE DU PMZA.....	16
APERÇU POUR 2018.....	17
RÉSUMÉ .....	17
CONCLUSIONS PRINCIPALES .....	18
REMERCIEMENTS .....	19
RÉFÉRENCES .....	20
FIGURES.....	23

---

## RÉSUMÉ

Le présent document donne un aperçu des conditions d'océanographie physique qui ont prévalu dans le golfe du Saint-Laurent en 2017 et est un produit du Programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA). Les données du PMZA ainsi que de programmes de monitoring 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 à leurs niveaux es plus élevés depuis 1974. La température de l'air au-dessus de la normale en janvier 2017 a causé un retard sur l'emprise du couvert de glace, ainsi que le sixième plus faible volume de glace saisonnier maximal depuis 1969, mais le volume de la couche mélangée hivernale était près de la normale. La couche intermédiaire froide (CIF) du mois d'août était chaude (+ 0,8 É.T.) et mince (- 0,6 É.T. pour le volume des eaux sous 1 °C), mais l'indice saisonnier de la température minimum était près de la normale. Les températures de l'eau à la surface de étaient généralement près ou au-dessus de la normale de mai à novembre, conduisant à une moyenne de mai à novembre qui a été au-dessus de la normale (+ 0,6 °C, + 0,9 É.T.). Le réchauffement estival est produit plus tôt que la normale (- 0,7 semaine) et le refroidissement d'automne plus tard que la normale (+1,7 semaine). Les températures des eaux profondes du golfe ont depuis quelques années été en augmentation avec le transport depuis le détroit de Cabot. Globalement, les températures à 150 m et à 200 m de profondeur ont baissées depuis leurs maximums atteints en 2015, demeurant au-dessus de la normale (2,7 °C, + 0,5 É.T. et 5,0 °C, + 1,4 É.T.), ont baissé légèrement at 250 m (6,0 °C, + 2,7 É.T.) du record établi en 2016, mais ont atteints un nouveau record à 300 m (6,3 °C, + 5,0 É.T.). La superficie du fond marin recouvert par des températures plus grandes que 6 °C a diminué dans le chenal d'Anticosti et le chenal Esquiman, mais a augmenté beaucoup dans le centre du golfe et dans le nord-ouest du golfe

---

## INTRODUCTION

Le présent document est consacré à l'examen des conditions océanographiques physiques et du forçage atmosphérique dans le golfe du Saint-Laurent en 2017 (Figure 1). Il complète ainsi les examens semblables des conditions environnementales sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador, du plateau néo-écossais et du golfe du Maine réalisés par Pêches et Océans Canada (MPO) dans le cadre du Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA; voir les renseignements de base sur le programme dans Therriault *et al.* 1998 et des exemples d'examens antérieurs effectués dans d'autres régions du PMZA dans Colbourne *et al.* 2016 et dans Hebert *et al.* 2016). Le dernier rapport détaillé sur les conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent porte sur l'année 2016 (Galbraith *et al.* 2017). Spécifiquement, ce rapport décrit la température de l'air, le ruissellement, le volume de la glace de mer, la température de l'eau et la salinité à la surface, les conditions des masses d'eau en hiver (volume de la couche de mélange près du point de congélation, volume de l'eau dense qui a pénétré dans le golfe depuis le détroit de Belle Isle), la couche intermédiaire froide (CIF) en été, ainsi que la température, la salinité et l'oxygène dissous dans les couches plus profondes. Certaines de ces variables sont présentées sous la forme de moyennes spatiales pour les différentes régions du golfe (Figure 2). Les données utilisées pour préparer le rapport proviennent du PMZA, d'autres relevés du MPO et d'autres sources. Les variables environnementales sont généralement exprimées en tant qu'anomalies, c.-à-d. d'écarts par rapport à leur moyenne à long terme. La moyenne à long terme, ou conditions normales, est calculée pour la période de référence standard 1981-2010 autant que possible. De plus, ces séries utilisant des unités différentes ( $^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{m}^3$ ,  $\text{m}^2$ , etc.), on normalise chaque série chronologique d'anomalies en la divisant par son écart-type (ÉT), également calculé pour la référence standard si possible. Cela permet d'établir des comparaisons plus directes entre les différentes séries. Les données manquantes sont représentées par des cellules grises dans les tableaux, les valeurs comprises entre  $\pm 0,5$  ÉT par des cellules blanches et les conditions correspondant à des chaleurs supérieures de plus de  $0,5$  ÉT à la normale (températures plus élevées, volumes de glace réduits, volumes ou zones d'eau froide réduits) par des cellules rouges, le rouge devenant plus intense pour indiquer des conditions de plus en plus chaudes. De même, le bleu représente des conditions plus froides que la normale. Un apport d'eau douce plus important que la normale apparaît en rouge, mais ne correspond pas nécessairement à des conditions plus chaudes que la normale. Des valeurs de stratification supérieures à la normale sont indiquées en bleu parce qu'elles sont habituellement causées par une salinité inférieure dans la couche supérieure.

Dans le golfe du Saint-Laurent, la colonne d'eau se compose de trois couches distinctes en été : la couche de surface, la couche intermédiaire froide (CIF) et la couche profonde (Figure 3). C'est généralement entre le début et la mi-août que les températures à la surface atteignent leurs valeurs maximales (Galbraith *et al.* 2012). Elles refroidissent peu à peu ensuite et le mélange causé par le vent pendant l'automne produit progressivement une couche de mélange plus profonde et plus froide, qui finit par englober la CIF. Pendant l'hiver, la couche de surface s'épaissit en partie en raison des pertes de flottabilité (refroidissement et diminution du ruissellement) et du rejet de saumure associé à la formation de glace de mer, mais surtout en raison du mélange induit par le vent avant la formation de glace (Galbraith 2006). La couche hivernale de surface atteint une profondeur moyenne de 75 m, mais peut dépasser 150 m à certains endroits, comme dans la cuvette de Mécatina, où les eaux froides ( $-1,8$  à  $0$   $^{\circ}\text{C}$ ) en provenance du plateau du Labrador entrant par le détroit de Belle Isle, peuvent s'étendre de la surface jusqu'au fond à des profondeurs au-delà de 200 m (Galbraith 2006). Au printemps, le réchauffement de la surface, les eaux de la fonte de la glace de mer et le ruissellement continental produisent une couche de surface de salinité plus basse et de température plus

---

élevée. Sous cette couche de surface, les eaux froides de l'hiver précédent sont partiellement isolées de l'atmosphère et forment la CIF estivale. Cette couche persistera jusqu'à l'hiver suivant, se réchauffant et devenant plus profonde graduellement pendant l'été (Gilbert et Pettigrew 1997; Cyr *et al.* 2011) et plus rapidement en automne avec l'intensification du mélange vertical.

Ce rapport examine ces trois couches tour à tour, mais commence par un examen de la température de l'air et du ruissellement, qui sont des facteurs importants concernant la formation de la couche de surface. La glace de mer hivernale et les conditions océanographiques en hiver sont également décrites, puisqu'elles contribuent à la formation de la CIF estivale, qui est présentée ensuite. Les eaux plus profondes, essentiellement isolées des échanges avec la surface, sont présentées en dernier, de même qu'un résumé des principaux relevés océanographiques.

## TEMPÉRATURE DE L'AIR

Les données sur la température de l'air sont la deuxième génération des données homogénéisées sur la température de l'air à la surface, tirées des Données climatiques canadiennes ajustées et homogénéisées, qui tient compte des différences dues au changement d'emplacement des stations, des modifications des pratiques d'observation et de l'automatisation (Vincent *et al.* 2012). Les anomalies de la température mensuelle de l'air sont illustrées sur la Figure 4 pour plusieurs stations autour du golfe pour 2016 et 2017, ainsi que la moyenne des anomalies de toutes les stations.

La Figure 5 représente les anomalies de la température moyenne de l'air annuelle, hivernale (décembre à mars) et d'avril à novembre, moyennées sur toutes les stations disponibles illustrées sur la Figure 4, depuis 1873. Des records de températures élevées annuelles et hivernales ont été atteints en 2010 ainsi qu'en 2012 pour la période d'avril à novembre. Galbraith *et al.* (2012) ont estimé que la température moyenne de l'air d'avril à novembre dans le golfe tirée des Archives nationales d'information et de données climatologiques (ANIDC) d'Environnement Canada est un bon indicateur indirect de la température de la surface de la mer de mai à novembre dans le golfe (excluant l'estuaire) et ont dégagé pour celle-ci une tendance au réchauffement de 0,9 °C par siècle entre 1873 et 2011; la même tendance s'observe ici pour ces stations dans les Données climatiques canadiennes ajustées et homogénéisées entre 1873 et 2017 (Figure 5). Il existe une forte corrélation ( $R^2=0,67$ ) entre les températures de l'air de décembre à mars tirées des Archives nationales d'information et de données climatologiques, les propriétés de la glace de mer et les volumes de la couche de mélange hivernale (Galbraith *et al.* 2010). Galbraith *et al.* (2013) ont trouvé des corrélations légèrement plus fortes ( $R^2=0,72$ ) avec la glace de mer en utilisant les moyennes des Données climatiques canadiennes ajustées et homogénéisées de décembre à février, possiblement parce que la température en mars n'est plus pertinente lorsque la couverture de glace de mer est réduite, puisque cette réduction s'est produite beaucoup plus tôt, en février.

Des records mensuels ont été établis à quatre stations en octobre 2017, ce qui a contribué à l'anomalie moyenne pour le golfe la plus chaude pour ce mois depuis 1913 (+ 2,5 °C, + 2,3 ÉT). Dans l'ensemble, les températures de l'air en hiver étaient au-dessus de la normale en janvier et février, mais inférieures à la normale en mars. Les mois suivants ont été caractérisés par des températures près de la normale, sauf en septembre et octobre, ce qui a donné des moyennes saisonnières près de la normale en hiver et au printemps et légèrement supérieures à la normale en été et en automne. Moyennée sur toutes les stations, la moyenne de la température de l'air de décembre à mars était près de la normale (+ 0,4 °C, + 0,3 ÉT), tout comme la

---

moyenne annuelle (+ 0,4 °C, + 0,5 ÉT), tandis que la moyenne d'avril à novembre était juste au-dessus de la normale (+ 0,4 °C, + 0,6 ÉT).

## PRÉCIPITATIONS ET RUISSELLEMENT

Les données sur le ruissellement du Saint-Laurent sont mises à jour chaque mois (Figure 6, courbe du bas) à l'aide de la méthode du niveau d'eau de Bourgault et Koutitonsky (1999). Elles peuvent être consultées sur le site Web de l'[Observatoire global du Saint-Laurent](#). Un modèle de bassin versant hydrologique a été utilisé pour estimer le ruissellement mensuel depuis 1948 pour toutes les autres grandes rivières qui se jettent dans le golfe du Saint-Laurent, dont les embouchures sont indiquées sur la Figure 7. Les données sur les précipitations (réanalyses NCEP, intervalles de six heures) utilisées comme intrants au modèle ont été obtenues du *Climate Diagnostics Center* de la NOAA-CIRES (Boulder, Colorado, États-Unis; Kalnay *et al.* 1996). Elles ont été interpolées sur une grille d'une résolution de  $\frac{1}{4}^{\circ}$  et le cheminement de l'eau jusqu'à l'embouchure de chaque fleuve a été déterminé à l'aide d'un algorithme simple décrit ici. Lorsque les températures de l'air étaient inférieures au point de congélation, l'eau s'accumulait sous forme de neige dans le bassin hydrologique, avant de fondre au fur et à mesure du réchauffement des températures. La régulation de l'eau est modélisée pour trois rivières qui se jettent dans l'estuaire (Saguenay, Manicouagan, Outardes) et dont le ruissellement annuel est redistribué selon la climatologie des ruissellements régulés réels pendant les 12 mois suivants. Les ruissellements ont été additionnés pour chaque région représentée et la climatologie a été établie pour la période 1981-2010. Les eaux qui se jettent dans l'estuaire (région 1, figure 7) ont été ajoutées au ruissellement du Saint-Laurent mesuré à Québec pour produire l'indice RIVSUM II, mais aucun retard dû à l'advection n'a été pris en compte (Figure 6, courbe du haut). En 2017, la crue printanière combinée d'avril et de mai était la plus forte depuis 1974 tant pour le Saint-Laurent que pour l'indice RIVSUM II, mais ce dernier était uniquement le résultat de l'important ruissellement du Saint-Laurent.

Les anomalies mensuelles des sommes de ruissellements régionaux pour 2016 et 2017 sont illustrées sur la Figure 8. Le ruissellement des rivières autres que le Saint-Laurent apporte environ  $5\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$  dans l'estuaire, l'équivalent de 40 % du Saint-Laurent, et celui des autres affluents situés au bord du golfe représente un volume additionnel de  $3\,900\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$  d'eau douce dans le système. La régulation du débit des rivières a un fort impact sur les contributions relatives des sources. Par exemple, en mai 2015, le ruissellement supérieur à la moyenne dans l'estuaire (résultat des fortes précipitations de 2014 et de la régulation des rivières) était presque aussi important que celui du Saint-Laurent qui, lui, était inférieur à la normale (Galbraith *et al.* 2017). La simulation hydrologique de 2017 montre que les rivières des régions 1 à 5 ont eu un comportement semblable, avec un ruissellement généralement supérieur à la normale en juin, mais aucune n'a affiché la forte crue d'avril-mai du Saint-Laurent. Les séries chronologiques à long terme, additionnées par grands bassins, sont représentées sur la Figure 9. Les patrons généraux à long terme de ruissellement dans les grands bassins étaient semblables à celui du Saint-Laurent, mais la variabilité inter-annuelle est faible dans les bassins du Nord-est et du plateau madelinien. Le ruissellement moyen dans l'estuaire était près de la normale à - 0,2 ÉT. Le ruissellement moyen annuel du Saint-Laurent, mesuré à Québec, et l'indice RIVSUM II affichent tous les deux une tendance générale à la baisse à partir de la mi-décennie 1970 jusqu'à à 2001, une tendance à la hausse entre 2001 et 2011 et étaient à leur niveau le plus élevé depuis 1974 en 2017 (Figure 9), avec respectivement  $14\,300\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$  (+ 2,7 ÉT) et  $19\,200\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$  (+ 2,1 ÉT). Le pic de ruissellement mensuel en mai était le plus élevé depuis 1974 pour le Saint-Laurent (+ 3,8 ÉT) et pour le RIVSUM II (+ 3,4 ÉT), malgré une contribution quasi normale des rivières de l'estuaire, et sa phénologie était normale (Figure 6). La crue d'automne était supérieure à la normale (+ 1,2 ÉT). Le ruissellement moyen

---

du Saint-Laurent pour avril-mai, représentant le gros de la crue printanière, était le plus important de la série chronologique (+ 3,6 ÉT depuis 1948). Nous verrons une grande incidence sur la stratification plus loin dans ce document.

## COUCHE DE SURFACE

Les conditions de la couche de surface du golfe sont mesurées selon plusieurs méthodes complémentaires. Le réseau de thermosalinographes (Galbraith *et al.* 2002) se compose de capteurs de température-salinité (SBE-21; Sea-Bird Electronics Inc., Bellevue, WA) installés à bord de différents navires, d'abord sur le navire commercial *Cicero*, d'Oceanex Inc., en 1999 (retiré en 2006), puis sur le *Cabot* de 2006 à l'automne 2013. Le *Connaigra* d'Oceanex a été équipé d'un thermosalinographe au début de 2015.

La deuxième source de données est le réseau de thermographes (Pettigrew *et al.* 2016), composé d'un certain nombre de stations munies d'instruments amarrés qui enregistrent la température de l'eau toutes les 30 minutes. La plupart des instruments sont installés sur des bouées de la Garde côtière qui sont déployées durant la saison libre de glace, mais quelques stations sont mesurées durant toute l'année. En général, les données sont disponibles uniquement une fois que les instruments ont été récupérés, sauf pour les bouées océanographiques qui transmettent les données en temps réel. Ces données ne sont pas encore disponibles pour 2017 en raison du départ à la retraite de Bernard Pettigrew; l'inclusion de ces données dans ce rapport annuel devrait reprendre l'an prochain.

La troisième source de données est des composites de la température de la surface de la mer (SST), d'une résolution de 1 km, produite à l'aide des images par satellite de détection à radiomètre avancé à très haute résolution (AVHRR) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) et de l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT), obtenues auprès de l'installation de traitement de la température de la surface de la mer de l'Institut Maurice-Lamontagne (voir les détails dans Galbraith et Larouche 2011 et dans Galbraith *et al.* 2012). Ces données sont disponibles pour la période 1985-2013. Depuis 2014, les composites AVHRR d'une résolution de 1,5 km fournies par le groupe de télédétection opérationnelle de l'Institut océanographique de Bedford (IOB) complètent l'ensemble de données. Les climatologies mensuelles pour la période 1998-2012 communes aux deux produits ont été comparées au niveau du pixel de 1,5 km aux fins d'étalonnage croisé. Le produit de l'IOB est ajusté à la climatologie de l'IML selon  $SST_{IML} = 0,9794 \cdot SST_{BIO} - 0,13$  (ajustement de - 0,13 °C à 0 °C; de 0,54 °C à 20 °C). Cela s'explique en partie par le fait que le produit de l'IML utilise toutes les images de la SST disponibles tandis que celui de l'IOB se limite aux passes satellitaires de jour, ce qui introduit un léger biais diurne.

## TEMPÉRATURE À LA SURFACE DE LA MER

Le cycle de mai à novembre des moyennes hebdomadaires de la température de la surface de la mer dans le golfe du Saint-Laurent est illustré sur la Figure 10. Galbraith *et al.* (2012) ont montré que les cycles annuels des climatologies de la température de l'air moyennée sur le golfe ainsi que de la SST se correspondent fort bien, la SST affichant un retard d'un demi-mois par rapport à la température de l'air. C'est en moyenne durant la seconde semaine du mois d'août que les températures maximales de la surface de la mer sont atteintes, mais la date peut varier de quelques semaines d'une année sur l'autre. La température maximale en surface est en moyenne de 15,6 °C dans le golfe durant la seconde semaine du mois d'août (1985-2010), mais il existe des différences spatiales : les températures sur le plateau madelinien, avec une moyenne de 18,1 °C, sont les plus chaudes du golfe, tandis que les plus froides se rencontrent

---

à la tête de l'estuaire du Saint-Laurent (7,0 °C) et dans les zones de remontée d'eau le long de la côte Nord.

La Figure 11 montre un cycle annuel moyen de la température de l'eau à une profondeur de 8 m le long du corridor de navigation entre Montréal et St. John's, d'après les données des thermosalinographes recueillies de 2000 à 2017. La moyenne des données a été calculée pour chaque jour de l'année à des intervalles de 0,1 degré de longitude afin de créer un composite climatologique le long du corridor. La caractéristique la plus frappante est la zone située à la tête du chenal Laurentien (longitude 69,5 O), où un puissant mélange vertical conduit à des températures de surface de l'eau froides en été (environ 5 à 6 °C, parfois moins) et des températures hivernales toujours bien au-dessus du point de congélation (voir également la Figure 10). Le cycle climatologique montre la progression vers les conditions hivernales, atteignant d'abord des températures près du point de congélation dans l'estuaire et progressant ensuite vers l'est pour atteindre généralement le détroit de Cabot à la fin de l'hiver (mais pas plus loin).

Les données des thermosalinographes indiquent que les températures près du point de congélation dans la couche de surface sont apparues plus tard que d'habitude en hiver (Figure 11), ce qui rejoint les températures de l'air supérieures à la normale en janvier dans le golfe (Figure 4).

Les températures moyennes mensuelles de la surface de la mer tirées des images AVHRR sont présentées sous la forme de cartes (Figure 12), de cartes des anomalies de température (Figure 13), de moyennes spatiales exprimées en tant qu'anomalies (Figure 14) ou de températures moyennes pour les deux dernières années (Figure 15) et depuis 1985 (Figs. 16 et 17). Les moyennes mensuelles des températures pour tout le golfe étaient soit près de la normale ou supérieure à celle-ci de mai à novembre 2017, ce qui se traduit par une moyenne de mai à novembre au-dessus de la normale (+ 0,6 °C, + 0,9 ÉT). Un minimum record a été enregistré en juin dans la cuvette de Mécatina (3,5 °C, inférieure à la normale de 2,2 °C à - 2,1 ÉT). Soulignons l'absence d'anomalie mensuelle négative de mai à novembre dans les régions du centre du golfe, du détroit de Cabot et du plateau madelinien. Les données de thermosalinographe montrent également que les conditions de la couche de surface étaient au-dessus de la normale en septembre (Figure 11).

Les climatologies et séries chronologiques mensuelles de la température de la surface de la mer ont aussi été extraites pour des régions plus précises du golfe. Le plateau madelinien, en excluant le détroit de Northumberland, est divisé en une zone Ouest et une zone Est, comme on le voit sur la Figure 18. La SST moyenne mensuelle du plateau madelinien dans son ensemble (région 8) est reproduite sur la Figure 19, de même que les moyennes des zones Ouest et Est. Les climatologies diffèrent d'environ 0,5 à 1 °C entre les régions Ouest et Est. Les températures étaient de normales à au-dessus de la normale de mai à novembre et toujours au-dessus de la normale dans la zone Est de juin à novembre.

Le nombre de semaines dans l'année où la température hebdomadaire moyenne est supérieure à 10 °C pour chaque pixel (Figure 20) intègre les conditions estivales de la température de la surface de la mer dans une seule carte affichant la longueur de la saison chaude. Le nombre moyen de semaines où la température hebdomadaire moyenne est supérieure à 10 °C est illustré pour chaque région sous la forme d'une série chronologique sur la Figure 21. La saison chaude a été plus longue que la normale dans toutes les régions, à l'exception de l'estuaire. En moyenne dans le golfe, elle a été plus longue de 1,8 semaine que la normale (+ 1,1 ÉT).

Pour examiner les tendances saisonnières de la température de l'air, on commence par afficher la SST moyenne hebdomadaire tirée des données AVHRR dans le golfe pour toutes les années entre 1985 et 2017 (Figure 22), les années étant représentées sur l'axe des abscisses et les

---

semaines de l'année sur celui des ordonnées (voir la description complète dans Galbraith et Larouche 2013). Des isothermes indiquent la première et la dernière occurrence des moyennes de température de 12 °C pendant ces années. Ces températures sont considérées comme représentatives des transitions printanières (et automnales) vers les températures estivales habituelles (et à partir de celles-ci). Bien que les températures choisies soient arbitraires, les résultats qui suivent ne sont pas particulièrement sensibles à la température exacte retenue, car la couche de mélange en surface tend à se réchauffer et à se refroidir de manière linéaire au printemps et à l'automne (par exemple, Figure 10). Un seuil de 10 °C est aussi utilisé pour le démontrer. Entre 1985 et 2017, le golfe a connu un début plus hâtif de l'été et un refroidissement plus tardif de l'automne, avec des tendances de - 0,5 et + 0,6 semaine par décennie, respectivement (intervalles de confiance de  $\pm 0,4$  semaine par décennie, donc statistiquement différent de zéro). En 2017, le début de l'été à 12 °C était près de la normale, mais celui du refroidissement automnal a été retardé de 1,6 semaine par rapport à la normale. La variabilité interannuelle du moment de l'année où le seuil de 12 °C est atteint est corrélée avec la température moyenne de l'air en juin-juillet pour le début de l'été (1,1 semaine plus tôt par augmentation de 1 °C;  $R^2=0,60$ ) et avec la température moyenne de l'air en septembre pour l'automne (0,8 semaine plus tard par augmentation de 1 °C;  $R^2=0,48$ ). Ces températures moyennes de l'air, illustrées sur la Figure 22, peuvent servir d'indicateurs indirects avant 1985. Il s'ensuit que la saison chaude dans le golfe du Saint-Laurent durera environ deux semaines de plus pour chaque augmentation de 1 °C liée aux changements climatiques.

## GLACE DE MER

Le volume de glace est estimé à partir de trois produits sur le couvert de glace du Service canadien des glaces (SCG), que nous avons convertis sur une grille pour analyse. Il s'agit des cartes hebdomadaires, formatées en Système d'information géographique (SIG), couvrant la période 1969-2017 et quotidiennes pour la période 2009-2017, transposées sur une grille à intervalles de latitude de 0,01 ° et de longitude de 0,015 ° (résolution de 1 km environ). Le troisième produit du SCG est journalier à une résolution de 5 km pour la période 1998-2008. Certaines des analyses décrites ci-après ont été effectuées à l'aide des seules données hebdomadaires dans un souci d'uniformité à long terme, mais pour d'autres, les données quotidiennes ont été utilisées lorsqu'elles étaient disponibles en filtrant les résultats par une moyenne mobile sur trois jours afin d'améliorer la comparaison aux résultats calculés à partir des données hebdomadaires.

Plusieurs produits ont été calculés pour décrire la variabilité inter-annuelle du couvert de glace : des cartes indiquant la date de première et de dernière occurrence ainsi que la durée du couvert (Figure 23) et des moyennes régionales (Figure 24); la répartition de l'épaisseur de la glace pendant la semaine où le volume était maximal (Figure 25, panneaux supérieurs) et l'épaisseur maximale atteinte pendant la saison (Figure 25, panneaux inférieurs); l'évolution quotidienne du volume de glace de mer estimé par rapport à la climatologie et aux extrêmes historiques (Figure 26); les estimées des volumes saisonniers maximaux de glace dans le golfe et sur le plateau néo-écossais (Figure 27); la série chronologique du volume et de la superficie de glace maximaux atteints à chaque saison (à l'exclusion de la nouvelle glace fine), de la durée de la saison de glace et des anomalies de la température de l'air de décembre à mars (Figure 28).

L'ampleur du couvert de glace tend à décroître depuis 1990, avec des rebonds en 2003 et 2014 (Figure 28). La corrélation entre le volume annuel maximal de glace (y compris la couverture présente sur le plateau néo-écossais) et la température de l'air de décembre à février moyennée sur cinq stations de l'ouest du golfe (Sept-Îles, Mont-Joli, Gaspé, Charlottetown et les Îles-de-la-Madeleine) explique 72 % de la variance de la série chronologique de 1969–2012

---

(Galbraith *et al.* 2013). La Figure 28 illustre une comparaison semblable à partir du volume de la glace et de l'anomalie de la température de l'air de décembre à mars tirée des Données climatiques canadiennes ajustées et homogénéisées de la Figure 5 donnant également  $R^2=0,72$ . La corrélation entre la température de l'air et les paramètres de durée de la saison et de superficie de la glace sont aussi très fortes ( $R^2=0,77-0,78$ ). Les coefficients de corrélation sont légèrement plus élevés lorsqu'on utilise les températures de l'air de janvier à février, peut-être parce que les températures de l'air en mars n'ont pas d'effet sur le couvert de glace qui a déjà pratiquement disparu à ce moment-là lors des hivers très doux. Il est possible d'estimer la sensibilité du couvert de glace aux changements climatiques à l'aide des covariations entre la température de l'air hivernale et les paramètres de la glace de mer, qui indiquent des pertes de 17 km<sup>3</sup>, 31 000 km<sup>2</sup> et 14 jours de saison de glace de mer par degré Celsius d'augmentation de la température de l'air hivernale.

Habituellement, la glace se forme d'abord dans l'estuaire du Saint-Laurent et dans les eaux peu profondes le long du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard et de la Basse-Côte-Nord, et fond en dernier dans le nord-est du golfe, où la saison de glace a tendance à durer le plus longtemps, à l'exception des baies peu profondes ailleurs (Figure 23a). Au large, la glace de mer se forme généralement dans les parties septentrionales du golfe et dérive vers les Îles-de-la-Madeleine et le détroit de Cabot pendant la saison de glace.

En 2017, le couvert de glace de mer s'est formé plus tard que la normale (Figure 23, Figure 24) et son volume est demeuré près des minimaux historiques jusqu'au début du mois de février (Figure 26). Le volume saisonnier maximal de la glace (seulement 23 km<sup>3</sup>) a été atteint la semaine du 13 mars (Figure 25). Bien que le volume maximal de glace de mer soit généralement observé tôt les années où il n'y a pas beaucoup de glace de mer (Figure 26), le faible maximum saisonnier a quand même été atteint à une période de l'année quasi normale, soit à la mi-mars, probablement en raison des températures de l'air qui étaient inférieures à la normale en mars (- 1,5 °C, - 0,7 ÉT). Le volume saisonnier maximal de glace était nettement inférieur à la normale (- 1,5 ÉT) et était le sixième plus bas de la série chronologique qui a commencé en 1969 (Figure 27). La durée et la superficie étaient aussi inférieures à la normale (- 0,9 ÉT et - 1,2 ÉT respectivement). La courte durée était surtout associée au retard de la première occurrence de glace (Figure 24). Ces conditions de glace sont plus faibles que les conditions auxquelles on aurait pu s'attendre avec les températures de l'air hivernales qui étaient quasi normales (+ 0,4 °C, + 0,3 ÉT). Six des huit volumes maximaux de glace les plus bas de la série chronologique ont été enregistrés au cours des huit dernières années (Figure 28). Il n'y a pratiquement pas eu de transport de glace du golfe du Saint-Laurent vers le plateau néo-écossais en 2017 (Figure 25, Figure 27). Le couvert de glace avait presque entièrement disparu après la mi-mai avant que l'advection tardive en provenance du détroit de Belle Isle ne provoque un rare second maximum, et, vers le 1<sup>er</sup> juin le volume estimé dépassait les observations historiques (Figure 26). Les apports étaient composés de glace de première année très épaisse (> 120 cm) et de traces de glace de deuxième année. Bien qu'inhabituelle, la présence de glace de mer en juin dans cette zone avait été récemment observée en 2014 et était assez courante pendant les conditions de glace importante des années 1990, mais cependant pas en telle quantité; la glace de mer était encore présente dans la région en juillet en 1991.

La première occurrence de la glace de mer était tardive et la dernière était généralement près de la normale, sauf en ce qui concerne la présence tardive, déjà évoquée, de la glace de mer de la cuvette de Mécatina qui s'est répandue dans le chenal Esquiman. Cela a donné des durées diverses, allant de très inférieures à la normale dans le nord-ouest du golfe et le détroit de Cabot, à supérieures à la normale (de plus de cinq semaines) dans la cuvette de Mécatina (Figure 23, Figure 24).

---

## MASSES D'EAU HIVERNALES

Un relevé hivernal des eaux du golfe du Saint-Laurent (généralement 0-200 m) est réalisé au début du mois de mars depuis 1996, habituellement à partir d'un hélicoptère de la Garde côtière canadienne, mais à bord de navires de la Garde côtière canadienne en 2016 et 2017. Le relevé, les méthodes d'échantillonnage et des résultats d'analyse du volume d'eau froide dans le golfe, ainsi que l'estimé du volume d'eau introduit dans le golfe par le détroit de Belle Isle pendant l'hiver sont décrits dans Galbraith (2006) et dans Galbraith *et al.* (2006). La Figure 29 et la Figure 30 représentent des champs d'interpolations des conditions en 2017 et climatologiques de la température près de la surface, de l'écart de température au point de congélation, de l'épaisseur de la couche froide et de la couche en contact avec le fond, ainsi que de l'épaisseur de l'intrusion d'eau en provenance du plateau du Labrador.

En général, en mars, la couche de mélange de surface est très proche (en deçà de 0,1 °C) du point de congélation dans la plupart des régions du golfe, mais l'épaisseur de la couche de surface varie. C'est donc le volume d'eau froide, plus que la température, qui change entre les hivers doux et rudes. L'hiver 2010 a été une exception : pour la première fois depuis le début du relevé hivernal, la couche de mélange était en moyenne de 1 °C au-dessus du point de congélation. Pendant un hiver typique, les eaux de surface dont la température est comprise entre ~ 0 °C et - 1 °C ne se trouvent que du côté nord-est du détroit de Cabot, pénétrant dans le golfe. Une partie de ces eaux chaudes a vraisemblablement pénétré dans le golfe pendant l'hiver pour se diriger vers le nord le long de la côte Ouest de Terre-Neuve, mais il se peut aussi que les eaux locales ne se soient tout simplement pas refroidies jusqu'au point de congélation. En mars 2017, les conditions étaient chaudes dans le triangle délimité approximativement par Gros Morne (T.-N.-L.), au large de la Pointe Heath sur Anticosti et Port aux Basques (T.-N.-L.) (Figure 29), ce qui correspond à l'absence de glace de mer dans cette partie du golfe dans le couvert de glace maximal observé (Figure 25).

Les eaux proches du point de congélation, d'une salinité aux alentours de 32, sont responsables de la formation (locale) de la CIF puisque c'est à peu près la salinité au minimum de température pendant l'été. Elles sont codées en vert-bleu dans le panneau sur la salinité de la Figure 29 et se trouvent généralement au nord et à l'est de l'île d'Anticosti. Les salinités en surface étaient légèrement inférieures à la climatologie dans cette partie du golfe pendant l'hiver de 2017.

Les eaux proches du point de congélation d'une salinité > 32,35 (de couleur violet sur la figure) sont considérées comme trop salines pour avoir été formées à partir des eaux provenant de l'intérieur du golfe (Galbraith 2006) et ont sans doute été advectées du plateau du Labrador par le détroit de Belle Isle. Elles étaient présentes en surface uniquement à l'extrémité nord-est de la cuvette de Mécatina en mars 2017 (Figure 29). Le critère température-salinité pour identifier les masses d'eau tiré de Galbraith (2006) a servi à déterminer l'étendue de l'intrusion des eaux du plateau du Labrador qui n'ont affiché aucun signe de mélange avec les eaux chaudes et salines profondes du golfe. Ces eaux occupaient une épaisse couche en subsurface dans toute la cuvette de Mécatina en mars 2017 (panneau supérieur droit de la Figure 30). L'historique récent du volume des intrusions d'eau du plateau du Labrador est illustré sur la Figure 31, ainsi que la fraction du volume total d'eau froide dans le golfe qu'il représente. Ce volume était pratiquement normal en mars 2017, à 1 500 km<sup>3</sup> (+ 0,1 ÉT), et constituait 12 % (- 0,1 ÉT) de l'eau froide (T < -1 °C) dans le golfe.

La profondeur de la couche de mélange froide est habituellement de 75 m dans le golfe et est généralement délimitée par l'isotherme de -1 °C, car la couche de mélange est normalement proche du point de congélation et les eaux plus profondes sont beaucoup plus chaudes

---

(Galbraith 2006). En mars 2010 et 2011, une bonne partie de la couche de mélange était à une température supérieure à  $-1\text{ °C}$ , c'est pourquoi le critère de  $T < 0\text{ °C}$  a également été introduit (voir les panneaux centraux de la Figure 30). La couche de surface froide résulte de la formation locale et des eaux froides advectées du plateau du Labrador et peut être composée d'une seule masse d'eau ou de couches dont la salinité croît avec la profondeur. Cette couche atteint le fond dans de nombreuses régions du golfe, mais n'atteint pas toujours les parties les plus profondes du plateau madelinien ou de la cuvette de Mécatina selon les années (voir les panneaux inférieurs de la Figure 30). La variabilité interannuelle des volumes hivernaux d'eau dont la température est inférieure à  $0$  et  $1\text{ °C}$  est illustrée sur la Figure 32.

L'intégration de la couche d'eau froide sur la superficie du golfe (à l'exclusion de l'estuaire et du détroit de Belle Isle) donne un volume d'eau froide ( $< -1\text{ °C}$ ) de  $12\,200\text{ km}^3$  en 2017, soit  $0,2\text{ ÉT}$  au-dessus de la moyenne 1996–2017. La série chronologique du volume hivernal des eaux froides ( $< -1\text{ °C}$ ) dans le golfe est représentée sur la Figure 33. Le volume de la couche de mélange augmente à  $15\,300\text{ km}^3$  lorsque l'on tient compte des températures de l'eau  $< 0\text{ °C}$ , soit  $0,5\text{ ÉT}$  au-dessus de la moyenne 1996–2017. Ce dernier volume d'eau froide correspond à  $46\%$  du volume d'eau total du golfe ( $33\,500\text{ km}^3$ , en excluant l'estuaire).

## **COUCHE INTERMÉDIAIRE FROIDE**

### **PRÉVISION TIRÉE DU RELEVÉ DE MARS**

L'indice de la température minimale de la CIF en été (Gilbert et Pettigrew 1997) est fortement corrélé au volume d'eau froide ( $< -1\text{ °C}$ ) dans le golfe (à l'exclusion de l'estuaire) mesuré le mois de mars précédent, alors que la couche de mélange est en grande partie proche du point de congélation (Galbraith 2006; relation actualisée dans le panneau droit de la Figure 32 du présent document). Cela est un résultat attendu dû au fait que la CIF est le restant de la couche de surface froide hivernale. Une mesure du volume d'eau froide présent en mars est par conséquent un outil précieux pour prévoir les conditions à venir de la CIF pendant l'été. En 2017, la couche de mélange hivernale n'était pas proche du point de congélation dans tout le golfe. L'épaisseur totale et le volume de la couche à moins de  $-1\text{ °C}$  étaient quasi normaux à  $+0,2\text{ ÉT}$ . C'est pourquoi nous avons prévu une couche intermédiaire froide plus froide à l'été 2017 qu'en 2016, avec un indice de Gilbert et Pettigrew (1997) d'environ  $-0,2\text{ °C}$  par rapport à  $-0,1\text{ °C}$  en 2016 (Galbraith *et al.* 2017).

### **CIF EN AOÛT-SEPTEMBRE**

La température minimale, l'épaisseur et le volume de la CIF pour  $T < 0\text{ °C}$  et  $< 1\text{ °C}$  ont été estimés à l'aide des profils de température obtenus de toutes les sources pour août et septembre. La plupart des données sont tirées des relevés plurispécifiques de septembre pour le plateau madelinien et d'août pour le reste du golfe. Des interpolations spatiales de la température du golfe ont été réalisées à l'aide de tous les profils de température disponibles par palier de  $1\text{ m}$  de profondeur. Le champ interpolé est alors contraint entre les valeurs minimales et maximales observées dans chaque région du golfe à cette profondeur pour empêcher des extrapolations irréalistes (Figure 2). L'épaisseur de la CIF à chaque point de grille est simplement la somme des plages de profondeurs en dessous du seuil de température. La température minimale de la CIF est aussi seulement définie pour les points de grille où la température augmente d'au moins  $0,5\text{ °C}$  à des profondeurs supérieures à celle du minimum, ou si la température minimale au point de la grille est inférieure à la moyenne spatiale de la CIF du golfe.

---

La Figure 33 montre le champs interpolé de l'épaisseur de la CIF  $< 1\text{ °C}$  et  $< 0\text{ °C}$  et la température minimale de la CIF pour août-septembre 2017 ainsi que les données climatologiques correspondantes pour 1985-2010 (1994-2010 pour la cuvette de Mécatina). L'épaisseur de la CIF pour  $T < 0\text{ °C}$  et  $T < 1\text{ °C}$  a augmenté par rapport à 2016, avec des conditions semblables à celles de 2009 (non représentées). Des cartes semblables ont été produites pour toutes les années en remontant jusqu'en 1971 (bien qu'il manque les données pour certaines années dans certaines régions), ce qui a permis de calculer les volumes pour chaque région chaque année, ainsi que les climatologies illustrées dans les panneaux gauches de la Figure 33. En 2017, la masse d'eau de la CIF était d'une épaisseur plus fine et d'une température plus chaude que les climatologies de 1985-2010, à l'exception du nord-est du golfe.

Les séries chronologiques des volumes régionaux de la CIF en août-septembre sont représentées sur la Figure 34 (pour  $< 0\text{ °C}$  et  $< 1\text{ °C}$ ). Les volumes de la CIF ont augmenté dans la plupart des régions en 2017 par rapport à 2016. La Figure 35 montre le volume total d'eau de la CIF ( $< 0\text{ °C}$  et  $< 1\text{ °C}$ ) et la moyenne de la température minimale de la CIF tirée des grilles interpolées d'août et septembre (voir par exemple la Figure 33). La moyenne spatiale de la température minimale de la CIF et le volume représentés sur la Figure 35 excluent les données de la cuvette de Mécatina, dont les masses d'eau sont très différentes de celles du reste du golfe; elles sont influencées par les apports en provenance du détroit de Belle Isle et par conséquent ne sont pas représentatives du climat dans le reste du golfe. Le volume de la CIF tel que défini par  $T < 1\text{ °C}$  a considérablement augmenté par rapport aux conditions de 2016 (passant de  $-1,9\text{ ÉT}$  à  $-0,6\text{ ÉT}$ ), mais est demeuré plus faible (chaud) que la moyenne. Le volume délimité par  $0\text{ °C}$  a également augmenté, de  $-1,2$  à  $-0,6\text{ ÉT}$  par rapport aux moyennes climatologiques.

Les séries chronologiques des moyennes régionales de la température minimale de la CIF sont illustrées sur la Figure 36. Dans toutes les régions, à nouveau à l'exception du nord-est du golfe, est survenue une baisse de la température minimale par rapport à 2016. La température minimale moyenne de 2017 (à l'exclusion de la cuvette de Mécatina, du détroit de Belle Isle et du plateau madelinien) était de  $0,1\text{ °C}$  ( $+0,8\text{ ÉT}$ ), soit une diminution de  $0,2\text{ °C}$  par rapport à 2016, et est représentée sur la Figure 35 (panneau du bas, ligne verte). La différence moyenne entre cet indice de la CIF et celui de Gilbert et Pettigrew (1997) (décrit ci-après) est de  $0,27\text{ °C}$  en raison du réchauffement entre la mi-juin et le relevé d'août. Cet indice correspond à un indice de Gilbert et Pettigrew (1997) de  $-0,2\text{ °C}$  après arrondissement à la décimale la plus près. Les propriétés d'ensemble de masse d'eau de la CIF en 2017 sont semblables aux observations de 2009.

## **CONDITIONS DE LA CIF EN NOVEMBRE DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT**

Le relevé de novembre réalisé par le PMZA fournit une grille d'échantillonnage à haute résolution de profils de température et salinité dans l'estuaire du Saint-Laurent depuis 2006, mais les mesures sont plus rares certaines années. Cela permet d'obtenir un plus grand détail du champ de la température minimale de la CIF dans l'estuaire (Figure 37). Les données révèlent aussi le réchauffement (Figure 34) et l'amincissement (Figure 36) de la CIF dans le temps depuis le relevé d'août. La CIF était plus froide en novembre 2017 qu'en 2016, mais à nouveau aucune n'était inférieure à  $0\text{ °C}$ . La Figure 36 montre que l'augmentation plutôt rapide de la température minimale de la CIF entre août et novembre est relativement constante d'une année sur l'autre, malgré les différences entre la température en août.

---

## INDICE SAISONNIER MOYEN DE LA CIF

L'indice de la CIF de Gilbert et Pettigrew (1997) est défini comme la moyenne des températures minimales de la CIF observées entre le 1<sup>er</sup> mai et le 30 septembre de chaque année, ajustée au 15 juillet à l'aide d'un taux de réchauffement propre à chaque région. Il a été actualisé à l'aide de tous les profils de la température disponibles dans le golfe entre mai et septembre, depuis 1947 inclusivement (ligne noire du panneau du bas de la Figure 35). Comme prévu, la température minimale de la CIF interpolée au 15 juillet est presque toujours plus froide que l'estimation fondée sur les données d'août et de septembre sans correction temporelle. En effet, la CIF s'érode pendant l'été et son centre se réchauffe au fil du temps.

Cet indice de la CIF pour l'été 2017 était de - 0,30 °C, près de la normal à + 0,3 ÉT. La baisse de 0,20 °C par rapport à l'indice de la CIF pour l'été 2016 est cohérente avec la diminution du volume de la CIF entre août 2016 et 2017 discutée précédemment et avec la réduction de 0,2 °C de la moyenne spatiale de la température minimale en août. Les conditions hivernales chaudes de 2010 à 2012 ont produit des indices de la CIF encore nettement inférieurs au niveau record observé dans les années 1960 et 1980. Il faudra réexaminer les températures minimales de la CIF précédentes afin de confirmer qu'elles ont été calculées à partir de données ayant une résolution verticale suffisante pour résoudre correctement la température centrale minimale. Il est également de plus en plus évident que la couche de mélange hivernale n'est pas le seul facteur qui détermine les conditions de la CIF en été et que des mécanismes ayant un effet cumulé sur plusieurs années sont nécessaires pour expliquer les autocorrélations observées d'une année sur l'autre. Par exemple, elles pourraient être liées aux températures en dessous de la CIF qui, lors des années chaudes, peuvent créer un gradient de température plus élevé produisant des flux de chaleur plus importants et des taux de réchauffement plus rapides de la CIF en été.

Pour résumer, la Figure 38 illustre les séries chronologiques des conditions hivernales et estivales de la CIF (les températures au fond en juin et septembre également reliées à la CIF sont décrites ci-après) et met en évidence les fortes corrélations qui existent entre ces différentes séries chronologiques. En 2017, les conditions de la CIF étaient de près des normales à plus chaudes que la normale.

## RELEVÉ DE JUIN SUR LE PLATEAU MADELINIEN

Un relevé est effectué depuis longtemps sur le plateau madelinien en juin pour guider l'évaluation des stocks de maquereau et a depuis été fusionné avec le relevé de juin du PMZA. Il fournit une bonne couverture des conditions de la température qui sont grandement influencées par la couche intermédiaire froide qui atteint le fond sur à peu près la moitié de la superficie à cette époque de l'année.

Les eaux près de la surface se réchauffent rapidement en juin, à mi-chemin entre le minimum hivernal et le maximum annuel au début du mois d'août. Cela peut introduire un biais si les dates du relevé ne sont pas les mêmes chaque année. Pour en tenir compte, le réchauffement saisonnier observé à la station de surveillance du PMZA de la vallée de Shediac a été évalué. Une régression linéaire a été faite de la température par rapport au temps, pour chaque mètre de la colonne d'eau et pour chaque année entre mai et juillet. Une inspection visuelle a montré que le taux de réchauffement dépendant de la profondeur était relativement constant pour toutes les années et une moyenne a été calculée pour chaque profondeur. Le réchauffement est maximal en surface à 18 °C par 100 jours et, malgré quelques incertitudes entre 30 et 55 m, diminue presque proportionnellement à la profondeur jusqu'à 2 °C par 100 jours à 40 m, puis diminue encore linéairement jusqu'à 1 °C par 100 jours à 82 m (Galbraith et Grégoire 2015).

---

Tous les profils de température pris en juin pour une année donnée sont ensuite considérés à des intervalles de profondeur de 1 m (ou on les interpole si la résolution est trop grossière), et ajustés en fonction de la date d'échantillonnage afin de les ramener au 15 juin d'après le taux de réchauffement dépendant de la profondeur ci-haut. Une interpolation spatiale est alors faite pour estimer la température à chaque couche de profondeur de 1 m sur une grille de 2 km de résolution. La Figure 39 illustre les températures et les anomalies à des profondeurs de 20, 30 et 50 m. La Figure 40 présente les moyennes spatiales sur les grilles à 0, 10, 20, 30, 50 et 75 m pour toutes les années où une interpolation a été possible, ainsi que les moyennes de la SST en juin depuis 1985, pour l'ouest et l'est du plateau madelinien (Figure 18). En moyenne, les températures étaient de près de la normale à supérieures à la normale, sauf à 10 m dans la zone Ouest (Figure 39 et Figure 40).

## **TEMPÉRATURES DE L'EAU AU FOND SUR LE PLATEAU MADELINIEN**

La température au fond est également estimée à chaque point des grilles construites à partir du relevé de juin en relevant la température interpolée au niveau de profondeur correspondant à une grille bathymétrique fournie par le Service hydrographique du Canada sur laquelle quelques corrections ont été appliquées (Dutil *et al.* 2012). La méthode est entièrement décrite dans Tamdrari *et al.* (2012). Une climatologie a été préparée en calculant la moyenne de toutes les grilles de température disponibles entre 1981 et 2010 ainsi que les grilles d'anomalie pour chaque année. La climatologie de la température au fond en juin et les champs de température et d'anomalie reconstruits pour 2017 sont représentés sur la Figure 41. La même méthode a été appliquée avec les données de température disponibles pour août et septembre, incluant du coup les relevés plurispécifiques pour le nord du golfe en août et pour le plateau madelinien en septembre. Ces résultats sont également présentés sur la Figure 41. Même si, sur le plan de la climatologie, la plupart des températures sur le fond sont encore inférieures à 0 °C en juin, soit un restant de la couche de mélange hivernale qui atteignait le fond, la majorité de la zone se réchauffe jusqu'à moins de 1 °C en août-septembre. Les anomalies de température dans les eaux côtières peu profondes sont comprises entre < - 2,5 °C et > + 2,5°C, mais elles ont tendance à être moins marquées dans les eaux plus profondes.

Les séries chronologiques de la superficie du fond recouverte par des eaux à divers intervalles de température ont été estimées à partir des données interpolées pour les relevés de juin et le relevé plurispécifique de septembre sur le plateau madelinien (Figure 42). Les séries chronologiques des superficies du plateau madelinien couvertes par de l'eau à moins de 0, 1, 2 et 3 °C en juin et septembre sont également représentées sur la Figure 38 dans le cadre du résumé sur la CIF. Une partie du fond du plateau madelinien était recouverte d'eau dont les températures étaient < - 1 °C en juin 2017, contrairement aux conditions plus chaudes observées en juin 2016, et par de l'eau dont les températures étaient < 0 °C en août-septembre; ce sont des conditions près de la normale qui sont néanmoins plus froides que pendant la période récente 2010-2013. La superficie recouverte par des températures < 1 °C en septembre avait atteint en 2012 un creux (conditions chaudes) qui n'avait pas été enregistré depuis 1982, mais est revenue pratiquement à la normale en 2014 et 2015, puis à nouveau en 2017. À des seuils de température plus élevés, les superficies dont la température est < 2 °C et < 3 °C étaient en dessous de la normale en juin, mais au-dessus en septembre 2017 (Figure 38).

## **EAUX PROFONDES (> 150 M)**

La couche d'eau plus profonde (> 150 m) sous la CIF tire son origine de l'entrée du chenal Laurentien sur le plateau continental et circule vers les têtes des chenaux Laurentien, Anticosti et Esquiman sans beaucoup d'échange avec les couches supérieures. La couche entre 150 et 540 m est caractérisée par des températures allant de 1 à > 7 °C et des salinités entre 32,5 et

---

35 (sauf dans la cuvette de Mécatina, où les eaux près du point de congélation peuvent remplir le bassin jusqu'à 235 m en hiver et persistent généralement pendant tout l'été). Les changements de température, de salinité et d'oxygène dissous des eaux profondes entrant dans le golfe au plateau continental, observés d'une décennie à l'autre, sont liés à la proportion variable de l'eau du courant du Labrador, froide, peu salée et à haute teneur en oxygène dissous, et de l'eau du talus, chaude-salée et peu oxygénée (McLellan 1957; Lauzier et Trites 1958; Gilbert *et al.* 2005). Ces eaux se déplacent de l'embouchure du chenal Laurentien à l'estuaire en trois à quatre ans approximativement (Gilbert 2004), s'appauvrissant en oxygène dissous sous l'effet de la respiration *in situ* et de l'oxydation des matières organiques à mesure qu'elles transitent vers les têtes des chenaux. C'est donc dans les eaux profondes à la tête du chenal Laurentien, dans l'estuaire, que se trouvent les niveaux les plus bas d'oxygène dissous (saturation de 20 % environ ces dernières années).

## **TEMPÉRATURES DE L'EAU SUR LE FOND EN AOÛT ET SEPTEMBRE**

La même méthode que celle utilisée pour calculer la température de l'eau sur le fond sur le plateau madelinien a été appliquée à l'ensemble du golfe en combinant toutes les données disponibles pour août et septembre, incluant du coup les relevés plurispécifiques pour le nord du golfe en août et pour le plateau madelinien en septembre, dans une seule carte (Figure 43). Toutes les températures au fond dans les eaux profondes du golfe étaient au-dessus de la normale, et supérieures à 6 °C dans de grandes superficies des chenaux Anticosti et Esquiman, se répandant dans le nord-ouest du golfe sur les côtés du chenal Laurentien.

Les séries chronologiques de la superficie du fond recouverte par des eaux à divers intervalles de température ont également été estimées pour les autres régions du golfe à partir des données des profils de la température d'août-septembre (Figure 44 et Figure 45). La température des eaux sur le fond était inférieure à 0 °C dans de nombreuses zones, et à - 1 °C dans la cuvette de Mécatina. Les figures font aussi apparaître une compression de la zone d'habitat sur le fond dans la fourchette de températures de 5-6 °C en 1992, compensée par un habitat plus vaste des eaux plus froides à 4-5 °C. L'année 2012 a marqué le début du retour à des températures > 6 °C sur le fond marin. En 2015, cette tendance avait entraîné une forte réduction de l'habitat à 5-6 °C dans les chenaux Anticosti et Esquiman, cette fois remplacé par un habitat à 6-7 °C. La zone à 6-7 °C a légèrement rétréci dans ces chenaux en 2017, mais elle a fortement progressé dans le centre et le nord-ouest du golfe.

Les eaux chaudes sur le fond du chenal Laurentien et ailleurs sont associées au maximum profond de température qui apparaît dans les profils de température de ces zones (par exemple, Figure 3). La progression interannuelle récente vers les conditions actuelles du maximum profond de température est représentée sur la Figure 46. Des températures supérieures à 7 °C ont été enregistrées depuis 2012 dans le golfe près du détroit de Cabot. La moyenne pour le golfe et les moyennes spatiales régionales sont illustrées sur la Figure 47 pour la température et sur la Figure 48 pour la salinité. La moyenne pour le golfe du maximum profond de température était à un niveau record de série en 2017, à 6,28 °C, mais la moyenne régionale pour le chenal Anticosti était inférieure au record atteint en 2015.

## **MOYENNES MENSUELLES DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ**

Les moyennes mensuelles de température et de salinité ont été calculées pour différentes profondeurs à l'aide d'une méthode utilisée par P etrie *et al.* (1996) et des régions géographiques représentées sur la Figure 2. Selon cette méthode, on commence par calculer, pour chaque année, la moyenne de toutes les données disponibles obtenues le même mois dans une région et proches de chaque fourchette de profondeurs. On calcule ensuite les climatologies mensuelles à partir de toutes les années disponibles et leur écart-type. Ce

---

processus en deux étapes réduit le biais qui se produit lorsque le nombre de profils sont différents d'une année à l'autre. Ces moyennes mensuelles sont par la suite utilisés pour calculer des séries de moyennes annuelles régionales qui sont présentées sur les Figure 47 (température) et Figure 48 (salinité) pour 200 et 300 m. Les observations à 300 m, en particulier, illustrent les anomalies de température advectées vers l'amont dans le chenal à partir du détroit de Cabot vers le nord-ouest du golfe en deux à trois ans, ce qui correspond aux conclusions de Gilbert (2004). Les moyennes régionales sont pondérées dans une moyenne pour l'ensemble du golfe en fonction de la superficie de chaque région à la profondeur considérée. Ces moyennes pour l'ensemble du golfe sont illustrées pour 150, 200 et 300 m sur les Figure 48 à 50. Les tendances linéaires de la température et de la salinité à 300 m, de 2,2 °C et 0,3 par siècle, respectivement, sont illustrées sur la Figure 49 (voir aussi d'autres tendances à long terme dans Galbraith *et al.* 2013).

En 2017, les salinités moyennes pour l'ensemble du golfe ont diminué à toutes les profondeurs de moins de 300 m représentées sur les Figure 48 et 49 par rapport aux niveaux de 2016, pour devenir inférieures à la moyenne à 150 et 200 m et près de la normale à 250 m. La température a diminué par rapport aux records de 2015 à 150 et 200 m, demeurant au-dessus de la normale (2,7 °C, + 0,5 ÉT et 5,0 °C, + 1,4 ÉT), elle a légèrement diminué à 250 m (6,0 °C, + 2,7 ÉT) par rapport au record de 2016, mais a établi un nouveau record à 300 m (6,3 °C, + 5,0 ÉT). À 300 m, la température a augmenté pour atteindre un record régional dans toutes les régions profondes du golfe : estuaire (5,5 °C, + 2,5 ÉT), nord-ouest du golfe (5,9 °C, + 3,7 ÉT), centre du golfe (6,4 °C, + 4,6 ÉT) et détroit de Cabot (6,7 °C, + 4,4 ÉT).

Les anomalies chaudes observées depuis 2010 dans le détroit de Cabot remontent progressivement le chenal vers l'estuaire, mais les eaux qui ont suivi dans le golfe sont aussi restées très chaudes et leur température a même augmenté, au point où la température moyenne du golfe pourrait continuer à monter (Figure 46). Il est possible que des eaux encore plus chaudes pénètrent dans le golfe, comme le montrent une température moyenne de 9,2 °C enregistrée à l'embouchure du chenal Laurentien à 200 m en 2016 (Figure 47), un record depuis le début de la série en 1914, et le record de 7,6 °C à 300 m observé en 2015.

## **STRUCTURE DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE SAISONNIÈRE ET RÉGIONALE**

Les moyennes régionales, tirées des profils recueillis pendant le relevé de mars effectué en hélicoptère, les relevés du PMZA et d'évaluation du maquereau, le relevé plurispécifique d'août (relevé de septembre pour le plateau madelinien) et le relevé du PMZA d'octobre-novembre, sont illustrées sur les Figure 50 à 53 afin de montrer la progression saisonnière de la structure verticale de la température. Toutes les autres données archivées pour ces mois ont également été utilisées. L'échelle de température a été ajustée pour mettre en évidence les caractéristiques de la CIF et des eaux profondes; l'affichage de la variabilité de la température en surface convient mieux à d'autres outils tels que la télédétection et les thermographes. Les conditions discrètes moyennes par couche de profondeur sont résumées pour les mois du relevé du PMZA de 2016 et 2017 sur la Figure 54 pour la température et sur la Figure 55 pour la salinité et la stratification sur les 50 premiers mètres. Pour chaque relevé, les anomalies ont été calculées par rapport aux climatologies mensuelles de la température et de la salinité de chaque région pour la période 1981-2010, apparaissant en gris en tant que valeur moyenne  $\pm 0,5$  ÉT sur les Figure 50 à 53.

Il faut interpréter les profils de mars avec prudence. En fait, le moyennage régional des profils hivernaux ne fonctionne pas très bien dans le nord-est du golfe (régions 3 et 4) en raison de la présence de masses d'eau très différentes, comme l'intrusion froide venant du plateau du Labrador et les eaux profondes plus salées et plus chaudes du chenal Anticosti et Esquiman.

---

Par exemple, les brusques changements de température près du fond de la cuvette de Mécatina en 2016 provenaient du profil le plus profond utilisé qui contenait des eaux profondes plus froides. Les points saillants des températures de l'eau en mars illustrés sur la Figure 50 comprennent la couche de mélange hivernale déjà traitée, avec les épaisseurs près de la normale pour  $T < -1$  °C et supérieures à la normale pour  $T < 0$  °C. La thermocline était beaucoup moins profonde que d'habitude dans le chenal Esquiman, et en particulier dans l'estuaire. Les eaux des parties les plus profondes de la cuvette de Mécatina étaient proches du point de congélation, dénotant un renouvellement d'intrusion venant du plateau du Labrador. Les masses d'eau profondes dans la cuvette de Mécatina sont demeurées froides jusqu'en novembre.

Les températures en juin et août 2017 étaient caractérisées par des conditions de la CIF généralement près de la normale pour l'épaisseur. Les températures de l'eau profonde étaient au-dessus de la normale dans toutes les régions le long du chenal Laurentien, en hausse dans la plupart d'entre elles par rapport aux conditions de 2016 à plus de 250 m de profondeur. Les températures à la profondeur du maximum de température (200 à > 250 m) sont restées supérieures à la normale dans le chenal Esquiman et le centre du golfe, dépassant 6 °C en profondeur, probablement du fait de l'advection produite par le récent record enregistré dans le détroit de Cabot. Les températures dépassaient 7 °C aux alentours de 250 m dans le détroit de Cabot à l'automne.

## COURANTS ET TRANSPORTS

Les courants et les transports sont tirés d'un modèle numérique du golfe du Saint-Laurent, du plateau néo-écossais et du golfe du Maine. Il s'agit d'un modèle pronostique, c.-à-d. qu'il permet l'évolution des champs de température et de salinité. Sa résolution spatiale est de  $1/12$  ° avec 46 niveaux de profondeur sur la verticale. Le forçage atmosphérique provient du modèle atmosphérique environnemental global multi-échelle du Centre météorologique canadien. Le ruissellement est obtenu à partir des données d'observation et du modèle hydrologique, tel que décrit dans la section de ce document consacrée au ruissellement. Une simulation a été exécutée pour 2006-2017 de laquelle les transports ont été calculés. Rappelons que les résultats présentés ci-après ne sont pas des mesures, mais des simulations et que des améliorations apportées au modèle pourraient entraîner des modifications aux valeurs des transports.

Les Figs. 56–58 montrent les courants saisonniers moyens en fonction de la profondeur pour 0–20 m, 20–100 m et de 100 m au fond pour 2017. Les courants sont les plus forts dans la couche de mélange de surface, généralement 0-20 m, sauf les mois d'hiver, où les moyennes des tranches 20-100 m et de 100 m au fond sont presque aussi élevées (noter l'échelle différente pour cette profondeur). Ils sont également les plus forts le long des pentes des chenaux profonds. La gyre d'Anticosti est toujours présente, mais est plus forte pendant les mois d'hiver, lorsqu'elle s'étend jusque dans les courants moyens de la couche la plus profonde.

Les transports mensuels moyennés au travers de sept sections du golfe du Saint-Laurent sont représentés sur la Figure 59 pour les sections avec une certaine circulation estuarienne et sur la Figure 60 pour celles où seuls des transports nets sont pertinents. Sur la Figure 59, le transport net intègre à la fois la circulation vers l'amont et vers l'aval et, par exemple, correspond au ruissellement dans la section de Pointe-des-Monts. Le transport sortant intègre tous les courants se dirigeant vers l'océan, tandis que le rapport estuarien correspond au courant sortant divisé par les transports nets. Il convient de souligner que la seule section où la circulation estuarienne est dominante est celle de Pointe-des-Monts. Le transport net à

---

Honguedo est en moyenne 15 fois plus élevé, composé surtout de la circulation autour de l'île d'Anticosti observée d'abord dans la section Jacques-Cartier. De même, le transport net dans le détroit de Cabot est essentiellement compensé par les apports du détroit de Belle Isle, et un rapport estuarien pourrait être une description trompeuse. Dans les sections qui se trouvent sous l'influence estuarienne directe du Saint-Laurent (comme celle de Pointe-des-Monts), les transports réagissent plus directement aux changements intervenant dans le ruissellement alors que dans d'autres (détroit de Cabot, banc Bradelle par exemple), ils réagissent différemment, probablement en raison de la redistribution de la circulation dans le golfe du Saint-Laurent en fonction de la variation du ruissellement. Le rapport de la circulation estuarienne est déterminé par les intensités de mélange dans l'estuaire et est fortement influencé par la stratification. En moyenne, il est le plus élevé pendant les mois d'hiver et le plus bas durant la crue printanière. En fait, il est suffisamment réduit au printemps pour que le transport climatologique vers l'extérieur à Pointe-des-Monts atteigne sa valeur minimale en juin, même si c'est le mois qui correspond au troisième transport net le plus élevé de l'année, c.-à-d. que l'estuaire se stratifie suffisamment pour que le ruissellement tende à glisser au-dessus des eaux salées plus denses. En 2017, la crue exceptionnelle du mois d'avril s'est traduite par une diminution de la circulation estuarienne modélisée et par conséquent du transport vers l'extérieur.

### **STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE À HAUTE FRÉQUENCE DU PMZA**

L'Institut Maurice-Lamontagne a débuté un échantillonnage en 1991 à une station au large de Rimouski (48° 40' N 68° 35' O, profondeur de 320 m; Plourde *et al.* 2009), généralement au rythme d'une fois par semaine l'été, moins souvent au printemps et à l'automne et presque jamais en hiver (Figure 61). En 2013, après plusieurs analyses qui ont révélé de bonnes corrélations et correspondances entre les stations du PMZA du Courant de Gaspé et de la Gyre d'Anticosti et la station Rimouski, il a été décidé d'abandonner les efforts d'échantillonnage à ces stations difficiles sur le plan logistique et d'intégrer officiellement la station de Rimouski dans le PMZA, ainsi que d'y commencer l'échantillonnage hivernal lorsque des possibilités se présentaient. L'Institut océanographique de Bedford échantillonne régulièrement la station du PMZA de la vallée de Shediac (47° 46,8' N, 64° 01,8' O, profondeur de 84 m) et la Région du Golfe du MPO et l'Institut Maurice-Lamontagne le font à l'occasion pendant leurs relevés à l'échelle de l'ensemble du golfe (Figure 61). Cette station a été échantillonnée irrégulièrement depuis 1947, presque chaque année depuis 1957 et plus régulièrement pendant les mois d'été depuis 1999, lorsque le PMZA a débuté. Cependant, les observations étaient essentiellement limitées à la température et à la salinité avant 1999.

En 2017, les bouées océanographiques équipées d'un profileur automatique de la température et de la salinité ont effectué 866 profils sur toute la profondeur à la station de la vallée de Shediac entre le 16 juin et le 27 octobre, et 1 208 profils jusqu'à généralement 200 m de profondeur à la station Rimouski entre le 25 avril et le 13 novembre.

Les isothermes et isohalines, les moyennes mensuelles de température et de salinité, la stratification, de même que la température centrale et l'épaisseur de la CIF à < 1 °C pour 2013-2017 sont illustrées sur la Figure 62 pour la station Rimouski et sur la Figure 63 pour celle de la vallée de Shediac. Les climatologies des tableaux sont calculées à partir des données de la période 1991-2010 pour la station Rimouski et de 1981-2016 pour la vallée de Shediac (la période est plus longue pour la vallée de Shediac en raison de la rareté des données avant 1999). Les données fournies par la bouée à la station Rimouski sont utilisées dans le calcul des moyennes illustrées dans les tableaux jusqu'à 200 m, mais pas pour l'affichage des isothermes et isohalines.

---

À la station Rimouski, le changement graduel des eaux froides et peu salées à 200-300 m présentes en 2010 aux eaux plus chaudes et plus salées, advectées du détroit de Cabot, a mené aux anomalies chaudes dès mai 2013 et aux records de la série de température (5,64 °C) observés en décembre 2017. Des salinités inférieures à la normale près de la surface ont été enregistrées entre mars et juin 2017, notamment la deuxième moyenne mensuelle la plus basse en mai 2017 (après mai 1996), ce qui a donné la deuxième stratification moyenne mensuelle la plus élevée, coïncidant avec la crue printanière record.

Des salinités inférieures à la normale près de la surface ont été enregistrées entre juin et août à la station de la vallée de Shediac (Figure 63), en particulier un record de série en juin 2017 pour la salinité basse et la stratification élevée.

La Figure 64 illustre la variabilité inter-annuelle de certaines moyennes par couche de mai à octobre pour les deux stations. La stratification était supérieure à la normale aux deux stations, mais sans établir de record. La température près du fond n'a pas battu de record à la station Rimouski bien que le record mensuel apparaisse pour l'année.

### APERÇU POUR 2018

Les températures de l'air étaient près de la normale dans le golfe de novembre 2017 à février 2018. Tel était le cadre du relevé de mars 2018, qui donne un aperçu des conditions de la CIF prévues pour le restant de l'année. La Figure 65 montre la température, la salinité et l'épaisseur de la couche de mélange en surface (à  $T < -1$  °C et  $T < 0$  °C), ainsi que l'épaisseur et l'étendue de la couche froide et saline qui a pénétré dans le golfe depuis le plateau du Labrador. Une partie beaucoup plus petite de la couche de mélange hivernale était chaude (au-dessus de - 1 °C) qu'en mars 2017. Pourtant, peut-être partiellement compensé par un apport très faible d'eau à salinité élevée en provenance du plateau du Labrador dans le golfe, le volume de la couche de mélange en surface d'une température inférieure à - 1 °C n'était que légèrement plus important qu'en 2017. La prévision pour la couche intermédiaire froide est donc qu'elle sera légèrement plus froide à l'été 2018 qu'en 2017, avec un indice de Gilbert et Pettigrew (1997) d'environ - 0,28 °C contre - 0,2 °C en 2017.

En ce qui concerne les eaux profondes, des records de température ont été enregistrés dans le détroit de Cabot depuis 2012 et les eaux du golfe à une profondeur de 300 m étaient en moyenne en 2017 à un niveau jamais vu en plus de 100 ans. Bien que le relevé effectué par hélicoptère en mars ne réalise que rarement des échantillons à plus de 230 m de profondeur, des températures supérieures à 7 °C ont été mesurées à trois stations dans le détroit de Cabot, atteignant 7,6 °C à l'intérieur du golfe. Cela signifie que les conditions plus chaudes que la normale se maintiendront en profondeur.

### RÉSUMÉ

La Figure 66 résume les températures moyennes de la SST, de la CIF en été et des eaux profondes. Pour la SST de mai à novembre, on utilise un indicateur indirect avant 1985 à l'aide de l'anomalie de la température de l'air d'avril à novembre moyennée sur toutes les stations de la Figure 4 sauf les deux de l'estuaire, semblable à l'indice décrit dans Galbraith *et al.* (2012). Pour la SST d'août, l'indicateur indirect repose sur les températures de l'air en juillet et en août. Bien que les SST de mai à novembre et d'août sont bien corrélées ( $R^2=0,57$  pour les données AVHRR de 1985-2017), les SST atteintes en août 2012 et 2014 étaient des anomalies très élevées par rapport aux moyennes de mai à novembre, mais l'inverse s'est produit en 2006. Les phénologies estivales et automnales de la SST sont tirées de la Figure 22 (seuil de 12 °C) et des indicateurs indirects de la température de l'air ont été utilisés avant 1985.

---

La Figure 66 ne montre aucun changement de la SST moyenne de mai à novembre par rapport à 2016 (10,2 °C et + 0,9 ÉT), une légère baisse de la température minimale de la CIF et de la température des eaux profondes à 200 m, une diminution plus prononcée de la température à 150 m, mais une augmentation à un nouveau record de température élevée pour la série à 300 m (6,3 °C, + 5,0 ÉT). Le minimum de température de la CIF était près de la normale (+ 0,3 ÉT), ce qui est cohérent avec des températures de l'air normales en hiver (+ 0,4 °C, + 0,3 ÉT).

Un autre récapitulatif de la température du golfe du Saint-Laurent sur une période plus courte (depuis 1971) permet d'inclure davantage d'ensembles de données et trois ensembles de quatre séries chronologiques sont choisis pour représenter les conditions de la couche de surface, de la couche intermédiaire et de la couche profonde (Figure 67). Ici, la glace de mer est groupée en tant que caractéristique intermédiaire puisque tous ces paramètres sont associées à la formation hivernale. La Figure 67 indique les sommes de ces trois ensembles d'anomalies représentant l'état de différentes parties du système, et elle est reproduite sur la Figure 68, où la contribution de chaque série chronologique apparaît sous la forme de barres empilées (Petrie *et al.* 2007). Ces indices composites mesurent l'état général du système climatique, les valeurs positives représentant les conditions d'eau chaude et les valeurs négatives les conditions d'eau froide. Le graphique illustre également le degré de corrélation entre les diverses mesures de l'environnement. En 2017, l'indice de la couche de surface était au-dessus de la normale, à + 1,0 ÉT, celui de la couche intermédiaire était près de la normale à + 0,3 ÉT et celui de la couche profonde affichait une légère baisse à son troisième niveau le plus élevé après le record de 2015 et la valeur enregistrée en 2016.

## CONCLUSIONS PRINCIPALES

- Le ruissellement annuel moyen du Saint-Laurent en 2017, soit mesuré à Québec ou pour le RIVSUMM II, était le plus élevé enregistré depuis 1974 (14 300 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, + 2,7 ÉT et 19 200 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, + 2,1 ÉT, respectivement). La crue printanière du Saint-Laurent en avril-mai était la plus importante de la série chronologique (+ 3,6 ÉT depuis 1948).
- Le volume (12 200 km<sup>3</sup>) de la couche de mélange froide de surface hivernale (< - 1 °C) était près de la normale (+ 0,2 ÉT par rapport à la climatologie de 1996-2017). Le volume d'eau pénétrant du plateau du Labrador dans la cuvette de Mécatina était près de la normale en mars 2017 (+ 0,1 ÉT), représentant 12 % (- 0,1 ÉT) de l'eau froide présente dans le golfe.
- Le volume maximal de glace de mer était le sixième le moins important depuis 1969, à 23 km<sup>3</sup> (- 1,5 ÉT). Six des huit volumes les plus bas de la série chronologique ont été enregistrés au cours des huit dernières années.
- En août, la couche intermédiaire froide (CIF) s'est révélée plus chaude (+ 0,8 ÉT) et légèrement plus mince (- 0,6 ÉT pour le volume dont la température était inférieure à 1 °C) que la normale. L'indice de température minimale de Gilbert et Pettigrew, qui inclut des données sur une saison plus longue, était près de la normale (- 0,3 °C, + 0,3 ÉT). Ce résultat légèrement différent sur le plan de l'anomalie provient des différentes années incluses dans la climatologie; les températures observées en août et dans l'indice saisonnier de Gilbert et Pettigrew correspondent lorsqu'on les ajuste en fonction du réchauffement entre la mi-juillet et la mi-août.
- Les moments du début de l'été et du refroidissement après la saison sont intervenus respectivement un peu plus tôt (- 0,6 ÉT, - 0,7 semaine) et plus tard (+ 1,4 ÉT, +1,7 semaine) que la normale.

- 
- Les températures de l'eau près de la surface étaient près de la normale ou supérieures à la normale de mai à novembre 2017, ce qui donne une moyenne au-dessus de la normale pour mai à novembre (+ 0,6 °C, + 0,9 ÉT).
  - Les températures de l'eau en profondeur ont augmenté dans l'ensemble dans le golfe avec l'advection vers l'intérieur provenant du détroit de Cabot. La température a diminué par rapport aux records de 2015 à 150 et 200 m, demeurant au-dessus de la normale (2,7 °C, + 0,5 ÉT et 5,0 °C, + 1,4 ÉT), elle a légèrement diminué à 250 m (6,0 °C, + 2,7 ÉT) par rapport au record de 2016, mais a établi un nouveau record à 300 m (6,3 °C, + 5,0 ÉT). À 300 m, la température a augmenté pour atteindre un record régional dans toutes les régions profondes du golfe : estuaire (5,5 °C, + 2,5 ÉT), nord-ouest du golfe (5,9 °C, + 3,7 ÉT), centre du golfe (6,4 °C, + 4,6 ÉT) et détroit de Cabot (6,7 °C, + 4,4 ÉT).
  - La superficie du fond couverte par des eaux à plus de 6 °C a diminué en 2017 dans le chenal d'Anticosti et le chenal Esquiman, demeurant malgré tout importante, mais elle a augmenté de façon marquée dans le centre et le nord-ouest du golfe.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes chargées de l'acquisition des données CTP pendant les relevés que nous avons utilisées pour préparer le présent rapport :

- Station Rimouski : Roger Pigeon, Félix St-Pierre, Michel Rousseau, Rémi Desmarais, Anthony Ouellet, Steve Desrosiers, Jean-Denis Thibeault, Hubert Lapointe-Lavoie.
- Station vallée de Shediac : Roger Pigeon, Félix St-Pierre, Kevin Pauley, Tom Hurlbut.
- Relevé de mars : Peter Galbraith, Rémi Desmarais, Caroline Lafleur, Yves Gagnon, Félix St-Pierre, David Leblanc; les officiers et l'équipage du NGCC *Earl Grey*.
- Transects de juin du PMZA : Félix St-Pierre, Yves Gagnon, Michel Rousseau, Marie-Lyne Dubé, François Villeneuve, Isabelle St-Pierre, Rémi Desmarais, Marie-Noëlle Bourassa, Jean-Denis Thibeault, Steve Desrosiers, Roger Pigeon, Anthony Ouellet; les officiers et l'équipage du NGCC *Teleost*.
- Relevé plurispécifique d'août : Caroline Lafleur, Jean-Denis Thibeault, Félix St-Pierre, Anthony Ouellet, Roger Pigeon, Michel Rousseau, Rémi Desmarais; les officiers et l'équipage du NGCC *Teleost*.
- Relevé d'octobre-novembre du PMZA : Félix St-Pierre, Michel Rousseau, François Villeneuve, David Leblanc, Roger Pigeon, Rémi Desmarais, Anthony Ouellet, Isabelle St-Pierre, Brian Boivin, Marie-Noëlle Bourassa; les officiers et l'équipage du *Coriolis II*.
- Relevé plurispécifique de septembre : Luc Savoie, qui a fourni les données CTP.
- Relevé dans le détroit de Northumberland : Scientifiques en chef Mark Hanson et Joël Chassé.
- Gestion des données : Laure Devine, Caroline Lafleur, Isabelle St-Pierre, Brian Boivin.

Maintenance des instruments de mesure : Roger Pigeon, Félix St-Pierre, Michel Rousseau, Sylvain Chartrand.

Nous remercions également les autres sources suivantes qui nous ont fourni des données :

- Température de l'air : Environnement Canada.
- Glace de mer : Service canadien des glaces, Environnement Canada. Traitement des fichiers géo-référencés : Paul Nicot.
- Ruissellement à Québec : Denis Lefavre.

- Ruissellement tiré de la modélisation hydrologique : Joël Chassé et Diane Lavoie.
- Télédétection de la SST tirée des données historiques AVHRR (IML) : Pierre Larouche, Bernard Pettigrew.
- Télédétection de la SST tirée des données historiques AVHRR (IOB) : Carla Caverhill.

Toutes les figures ont été produites à l'aide du logiciel libre Gri (Kelley et Galbraith 2000).

Nous remercions également David Hébert et Frédéric Cyr, qui ont révisé le manuscrit et fourni des commentaires précieux.

## RÉFÉRENCES

- Benoît, H.P., Savenkoff, C., Ouellet, P., Galbraith, P.S., Chassé, J., Fréchet, A. 2012. Impacts of fishing and climate-driven changes in exploited marine populations and communities with implications for management, *in* State-of-the-Ocean Report for the Gulf of St. Lawrence Integrated Management (GOSLIM) Area, H.P. Benoît, J.A. Gagné, C. Savenkoff, P. Ouellet and M.-N. Bourassa, Eds. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2986: viii + 73 pp.
- Bourgault, D., Koutitonsky, V.G. 1999. Real-time monitoring of the freshwater discharge at the head of the St. Lawrence Estuary. *Atmos.-Ocean*, 37 (2): 203-220.
- Colbourne, E., Holden, J., Senciall, D., Bailey, W., Snook, S. Higdon, J. 2016. [Physical Oceanographic Conditions on the Newfoundland and Labrador Shelf during 2015](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/079. v +40 p.
- Cyr, F., Bourgault, D., Galbraith, P.S. 2011. Interior versus boundary mixing of a cold intermediate layer. *J. Geophys. Res. (Oceans)*, 116, C12029. DOI: 10.1029/2011JC007359.
- Dutil, J.-D., Proulx, S., Galbraith, P.S., Chassé, J., Lambert, N., Laurian, C. 2012. Coastal and epipelagic habitats of the estuary and Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3009: ix + 87 p.
- Galbraith, P.S. 2006. Winter water masses in the Gulf of St. Lawrence. *J. Geophys. Res.*, 111, C06022. DOI: 10.1029/2005JC003159.
- Galbraith, P.S., Grégoire, F. 2015. [Habitat thermique du maquereau bleu; profondeur de l'isotherme de 8 °C dans le sud du golfe du Saint-Laurent entre 1960 et 2014](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2014/116. v + 13 p.
- Galbraith, P.S., Larouche, P. 2011. Sea-surface temperature in Hudson Bay and Hudson Strait in relation to air temperature and ice cover breakup, 1985-2009. *J. Mar. Syst.*, 87, 66-78.
- Galbraith, P.S., Larouche, P. 2013. Trends and variability in eastern Canada sea-surface temperatures. Ch. 1 (p. 1-18) *In* Aspects of climate change in the Northwest Atlantic off Canada [Loder, J.W., G. Han, P.S. Galbraith, J. Chassé and A. van der Baaren (Eds.)]. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3045: x + 190 p.
- Galbraith, P.S., Saucier, F.J., Michaud, N., Lefavre, D., Corriveau, R., Roy, F., Pigeon, R., Cantin, S. 2002. Shipborne monitoring of near-surface temperature and salinity in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. *Atlantic Zone Monitoring Program Bulletin*, Dept. of Fisheries and Oceans Canada. No. 2: 26-30.
- Galbraith, P.S., Desmarais, R., Pigeon, R., Cantin, S. 2006. Ten years of monitoring winter water masses in the Gulf of St. Lawrence by helicopter. *Atlantic Zone Monitoring Program Bulletin*, Dept. of Fisheries and Oceans Canada. No. 5: 32-35.

- 
- Galbraith, P.S., Larouche, P., Gilbert, D., Chassé, J., Petrie, B. 2010. Trends in sea-surface and CIL temperatures in the Gulf of St. Lawrence in relation to air temperature. *Atlantic Zone Monitoring Program Bulletin*, 9: 20-23.
- Galbraith P.S., Larouche, P., Chassé, J., Petrie, B. 2012. Sea-surface temperature in relation to air temperature in the Gulf of St. Lawrence: interdecadal variability and long term trends. *Deep-Sea Res. II*, V77-80, 10-20.
- Galbraith. P.S., Hebert, D., Colbourne, E., Pettipas, R. 2013. Trends and variability in eastern Canada sub-surface ocean temperatures and implications for sea ice. Ch.5 *In Aspects of climate change in the Northwest Atlantic off Canada* [Loder, J.W., G. Han, P.S. Galbraith, J. Chassé and A. van der Baaren (Eds.)]. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3045: x + 192 p.
- Galbraith, P.S., Chassé, J., Caverhill, C., Nicot, P., Gilbert, D., Pettigrew, B., Lefavre, D., Brickman, D., Devine, L., Lafleur, C. 2017. [Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2016](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/044. vi + 91 p.
- Gilbert, D. 2004. Propagation of temperature signals from the northwest Atlantic continental shelf edge into the Laurentian Channel. *ICES CM*, 2004/N:7, 12 pp.
- Gilbert, D., Pettigrew, B. 1997. Interannual variability (1948-1994) of the CIL core temperature in the Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54 (Suppl. 1): 57-67.
- Gilbert, D., Sundby, B., Gobeil, C., Mucci, A., Tremblay, G.-H. 2005. A seventy-two-year record of diminishing deep-water oxygen in the St. Lawrence estuary: The northwest Atlantic connection. *Limnol. Oceanogr.*, 50(5): 1654-1666.
- Hammill, M.O., Galbraith, P.S. 2012. Changes in seasonal sea-ice cover and its effect on marine mammals, in *State-of-the-Ocean Report for the Gulf of St. Lawrence Integrated Management (GOSLIM) Area*, H. P. Benoît, J. A. Gagné, C. Savenkoff, P. Ouellet and M.-N. Bourassa, Eds. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2986: viii + 73 pp.
- Hebert, D., Pettipas, R., Brickman, D., Dever, M. 2016. [Meteorological, sea ice and physical oceanographic conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine during 2015](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/083. v + 49 p.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Jenne, R., Josephé, D. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 77, 437-470.
- Kelley, D.E., Galbraith, P.S. 2000. Gri: A language for scientific illustration, *Linux J.*, 75, 92-101.
- Lauzier, L.M., Trites, R.W. 1958. The deep waters of the Laurentian Channel. *J. Fish. Res. Board Can.* 15: 1247-1257.
- McLellan, H.J. 1957. On the distinctness and origin of the slope water off the Scotian Shelf and its easterly flow south of the Grand Banks. *J. Fish. Res. Board Can.* 14: 213-239.
- Petrie, B., Drinkwater, K., Sandström, A., Pettipas, R., Gregory, D., Gilbert, D., Sekhon, P. 1996. Temperature, salinity and sigma-t atlas for the Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.*, 178: v + 256 pp.
- Petrie, B., Pettipas, R.G., Petrie, W.M. 2007. [An overview of meteorological, sea ice and sea surface temperature conditions off eastern Canada during 2006](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/022.
- Pettigrew, B., Gilbert, D., Desmarais R. 2016. Thermograph network in the Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.* 311: vi + 77 p.
-

- 
- Plourde, S., Joly, P., St-Amand, L., Starr, M. 2009. La station de monitoring de Rimouski : plus de 400 visites et 18 ans de monitoring et de recherche. Bulletin du Programme de monitoring de la zone Atlantique, Pêches et Océans Canada. N° 8: 51-55.
- Tamdrari, H., Castonguay, M., Brêthes, J.-C., Galbraith, P.S., Duplisea, D.E. 2012. The dispersal pattern and behaviour of cod in the northern Gulf of St. Lawrence: results from tagging experiments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 69: 112-121.
- Therriault, J.-C., Petrie, B., Pépin, P., Gagnon, J., Gregory, D., Helbig, J., Herman, A., Lefavre, D., Mitchell, M., Pelchat, B., Runge, J., Sameoto, D. 1998. Proposal for a Northwest Atlantic zonal monitoring program. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.*, 194: vii + 57 pp.
- Vincent, L.A., Wang, X.L., Milewska, E.J., Wan, H., Yang, F., Swail, V. 2012. A second generation of homogenized Canadian monthly surface air temperature for climate trend analysis. *J. Geophys. Res.* 117, D18110. DOI: 10.1029/2012JD017859.

## FIGURES

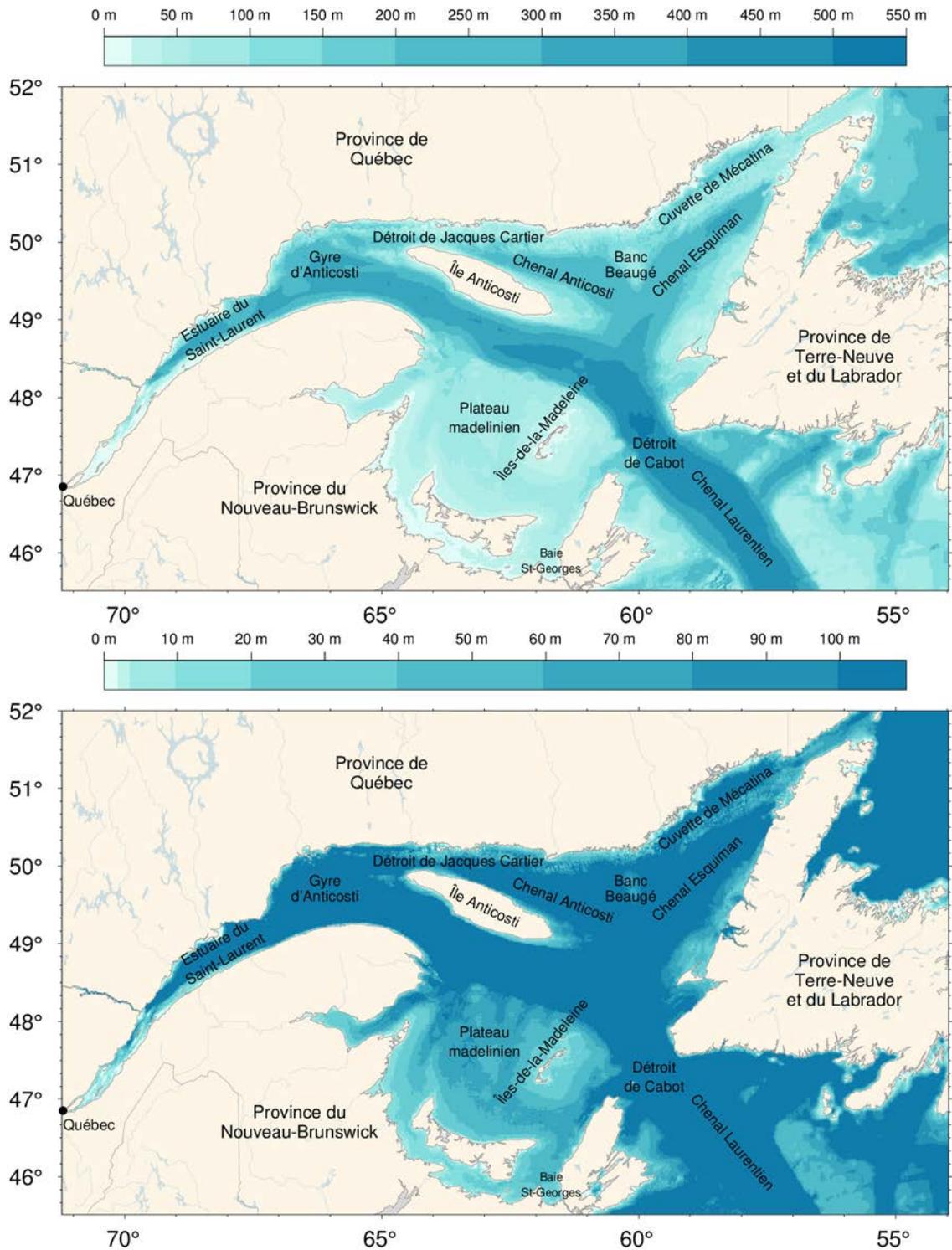


Figure 1. Golfe du Saint-Laurent. Les lieux mentionnés dans le texte sont indiqués. Les ensembles de données bathymétriques utilisés proviennent du Service hydrographique du Canada à l'ouest de la longitude 56°47' O (quelques corrections ont été apportées à la baie des Chaleurs et au Plateau madelinien), et de TOPEX à l'est. Le panneau inférieur montre la bathymétrie de 0 à 100 m en détail.

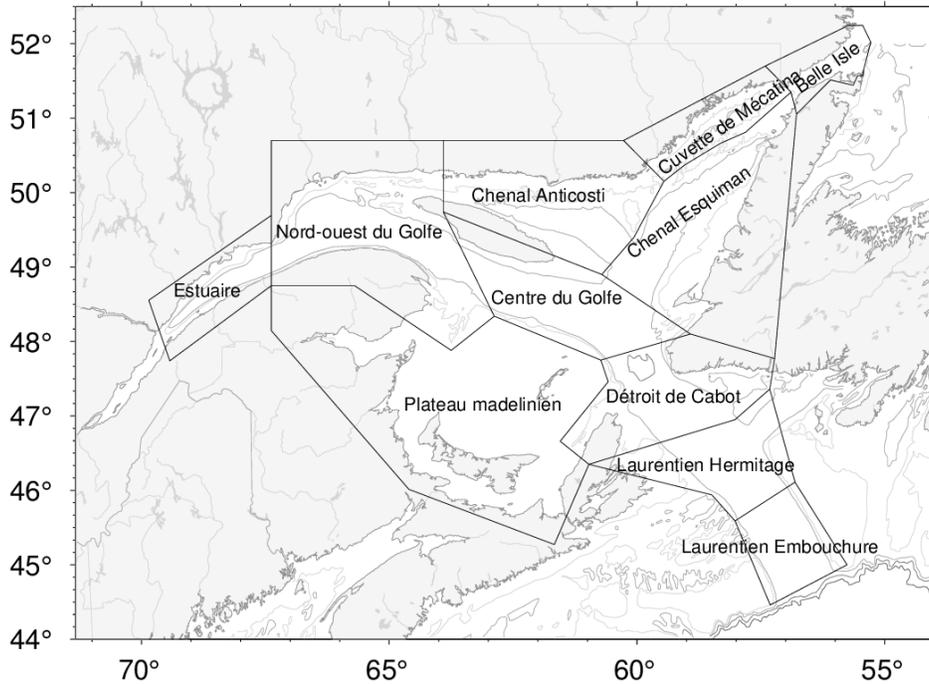


Figure 2. Golfe du Saint-Laurent divisé en régions océanographiques.

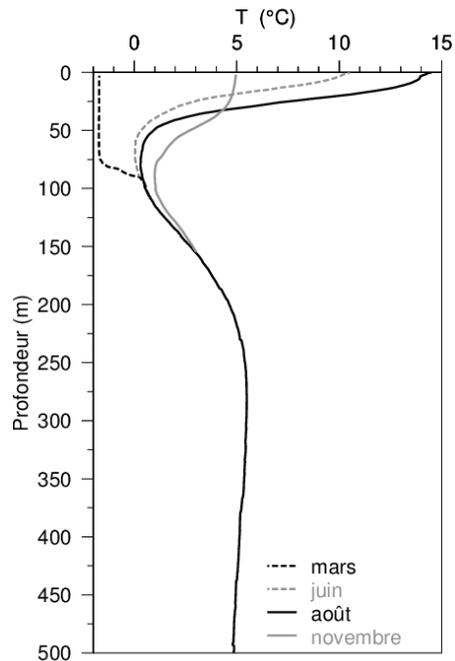


Figure 3. Progression saisonnière typique du profil de profondeur de la température observé dans le golfe du Saint-Laurent. Les profils sont des moyennes d'observations faites en août, en juin et en novembre 2007 dans le nord du golfe. La ligne pointillée sur la gauche indique un seul profil de la température hivernal (mars 2008), avec des températures près du point de congélation dans les 75 premiers mètres. La couche intermédiaire froide (CIF) est définie comme la portion de la colonne d'eau dont la température est inférieure à 1°C, mais certains auteurs utilisent un seuil de température différent. Figure tirée de Galbraith et al. (2012).

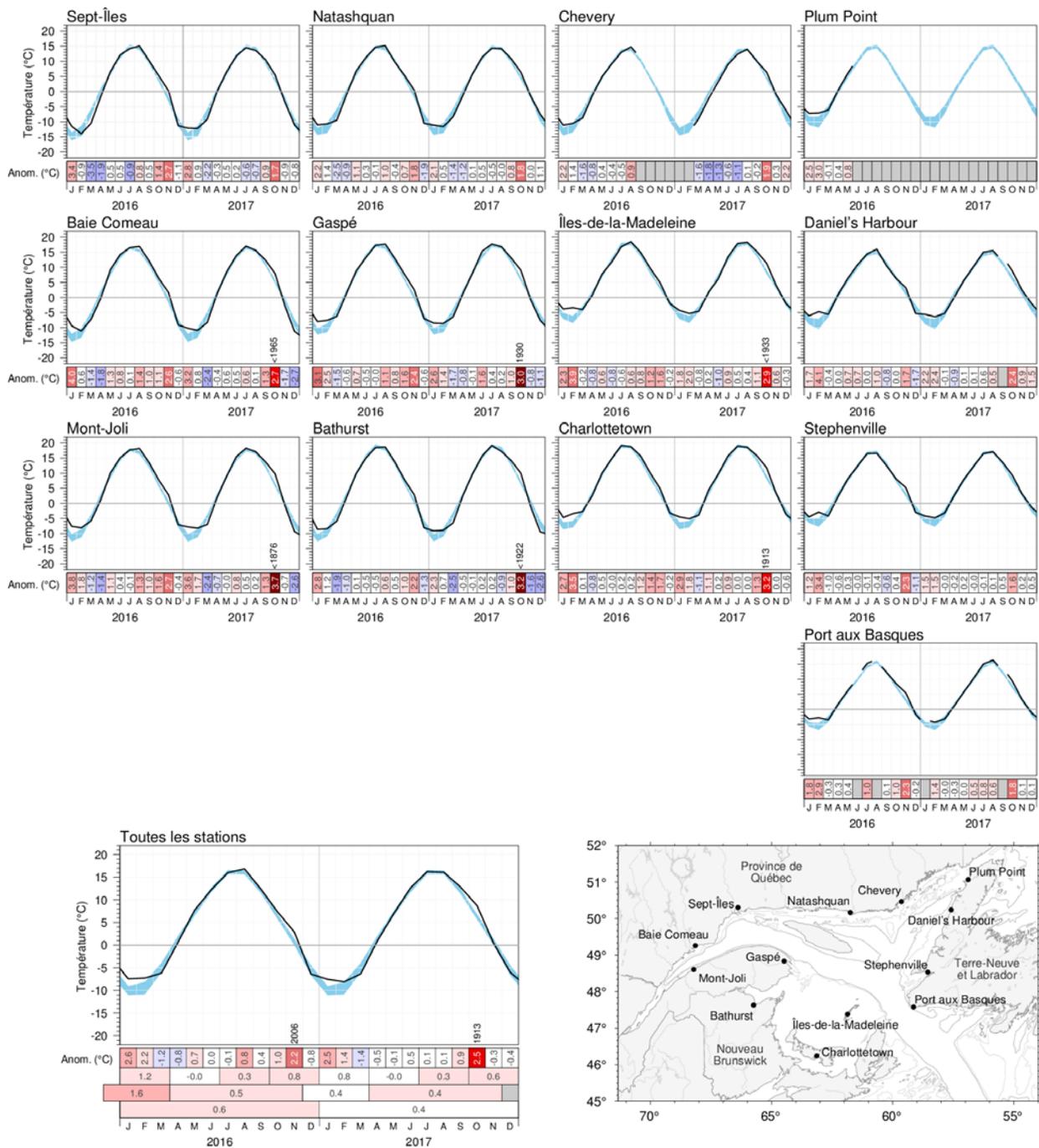


Figure 4. Températures de l'air mensuelles et anomalies pour 2016 et 2017 à certaines stations autour du golfe, et moyenne pour toutes les stations. La zone bleue représente la moyenne mensuelle climatologique pour 1981-2010  $\pm 0,5$  ÉT. Les mois pour lesquels les données sont manquantes pour quatre jours ou plus sont omis. Les tableaux du bas sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées mensuelles d'après les climatologies de 1981-2010 pour chaque mois, mais les nombres sont les anomalies mensuelles, en °C. Pour les anomalies de plus de 2 ÉT par rapport à la normale, l'année précédente où une anomalie plus importante a été enregistrée est indiquée. Les anomalies saisonnières, de décembre à mars, d'avril à novembre et annuelles sont incluses pour le panneau affichant la moyenne pour toutes les stations.

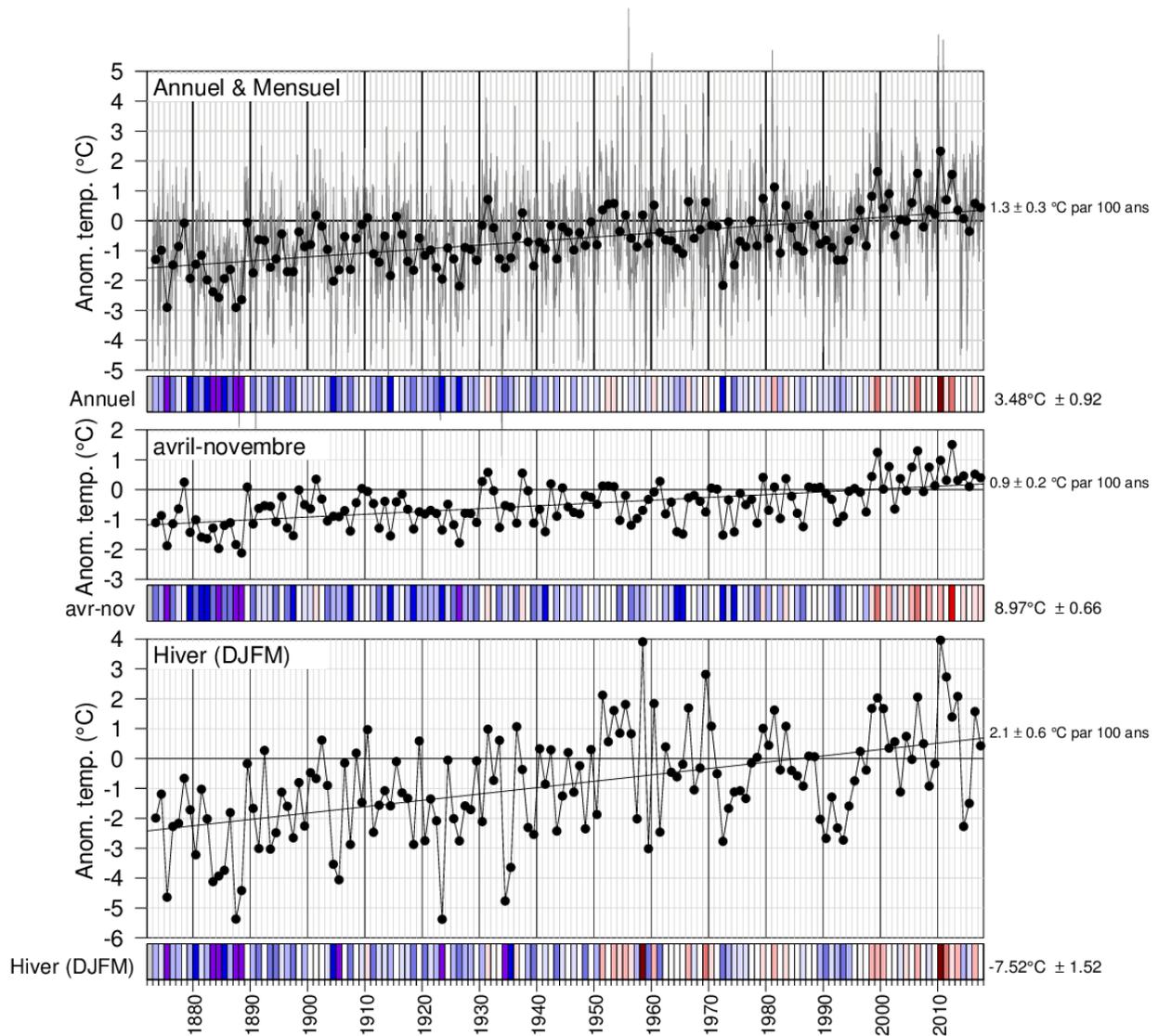


Figure 5. Anomalies de la température de l'air moyenne annuelle, d'avril à novembre et de décembre à mars, moyennées pour les stations autour du golfe comme pour la Figure 4. Les tableaux du bas sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées d'après la climatologie de 1981-2010. Les tendances sont indiquées, plus et moins leurs intervalles de confiance à 95 %. Les anomalies de la température de l'air d'avril à novembre ont tendance à être fortement corrélées avec celles de la température à la surface de la mer de mai à novembre (Galbraith et al. 2012; Galbraith et Larouche 2013), tandis que les anomalies de la température de l'air en hiver sont fortement corrélées avec les paramètres du couvert de glace de mer et avec le volume de la couche de mélange hivernale (Galbraith et al. 2010; Galbraith et al. 2013).

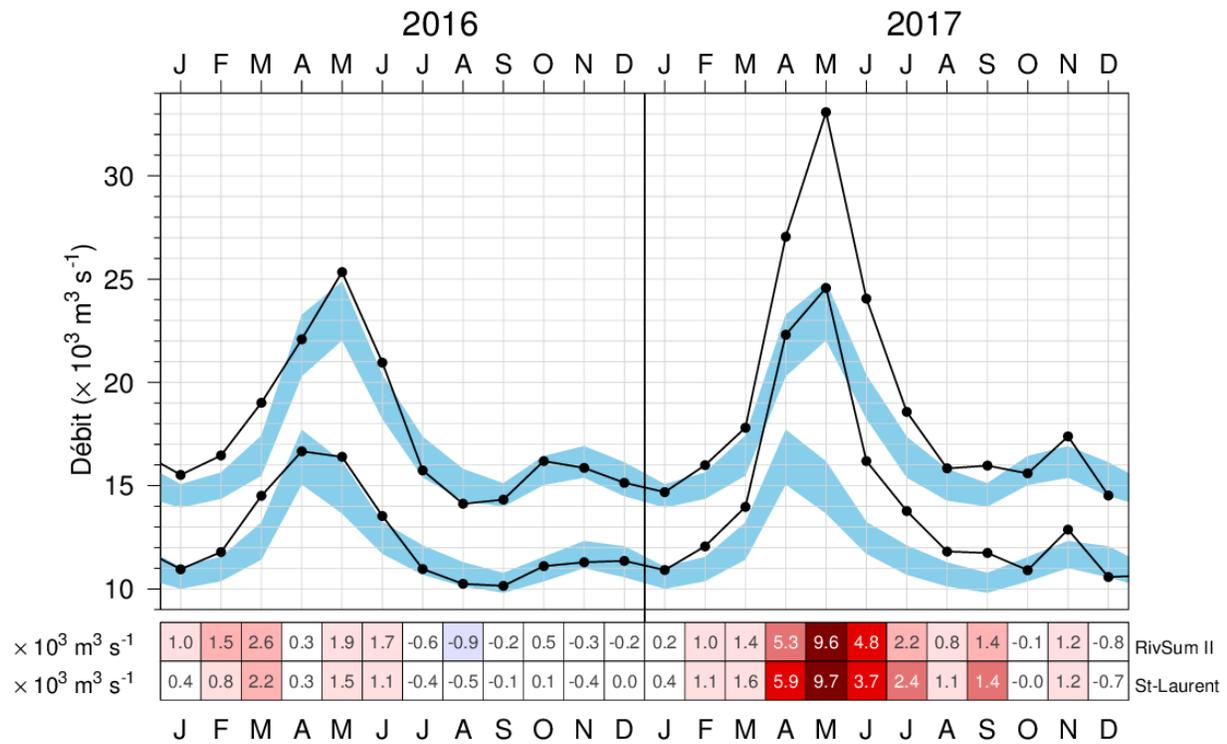


Figure 6. Débit moyen mensuel d'eau douce du Saint-Laurent à Québec (courbe du bas) et sa somme avec celui des rivières qui se jettent dans l'estuaire du Saint-Laurent (RIVSUM II, courbe du haut). La moyenne climatologique de 1981-2010 ( $\pm 0,5$  ÉT) est représentée (ombrage bleu). Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies mensuelles normalisées pour chaque mois de l'année, mais les chiffres sont les anomalies mensuelles réelles, en  $10^3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

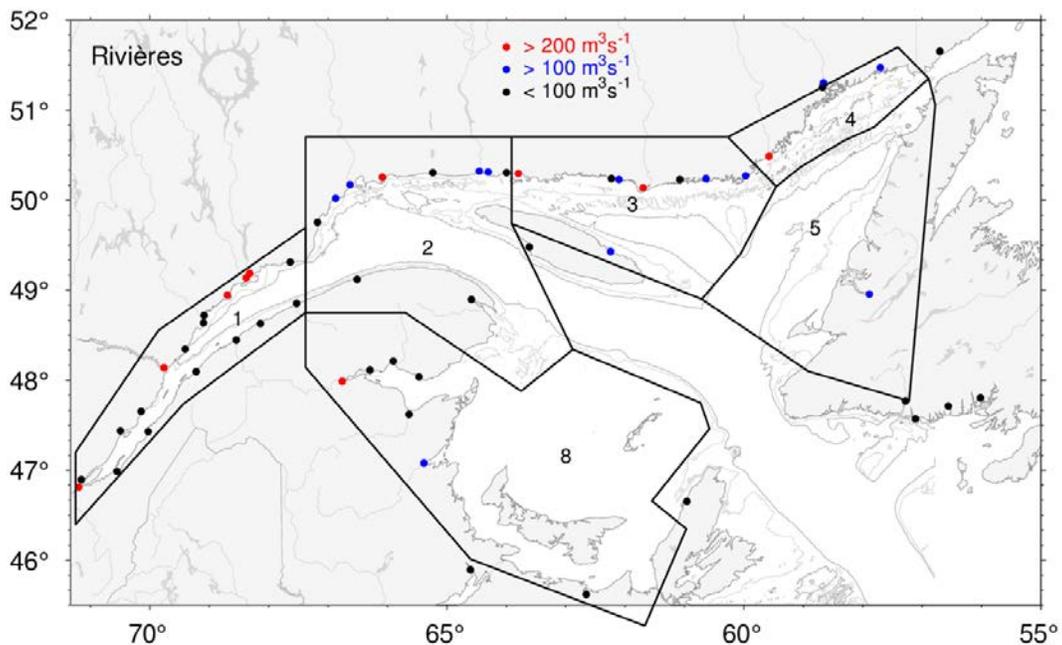


Figure 7. Emplacements de l'embouchure des rivières utilisées pour calculer les sommes régionales du ruissellement de la Figure 8. Les points rouges et bleus indiquent les rivières dont le ruissellement moyen climatologique est supérieur à  $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  et compris entre  $100$  et  $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , respectivement.

Fleuve St-Laurent	10955	11785	14505	16662	16393	13536	10959	10244	10149	11100	11290	11359	10912	12065	13970	22310	24574	16193	13774	11812	1740	10908	12874	10573	11994 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
1 - Estuaire	4569	4675	4508	5425	8950	7421	4780	3876	4173	5091	4568	3780	3777	3925	3837	4741	8511	7863	4802	4021	4228	4684	4510	3946	4978 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
2 - Nord-ouest du Golfe	76	116	112	674	2295	3550	1491	651	817	1103	825	191	35	95	104	455	2297	4505	1869	1084	1114	956	864	262	1129 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
3 - Chenal Anticosti	206	355	268	859	2489	4155	1642	743	640	967	886	308	125	144	188	618	2615	4937	2359	1245	978	891	1381	675	1234 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
4 - Cuvette de Mécatina	62	147	135	435	1361	2518	964	337	207	464	379	93	32	62	84	206	1096	2671	1621	670	517	476	774	357	738 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
5 - Chenal Esquiman	101	176	142	294	467	213	13	26	107	216	179	155	131	75	72	181	388	570	210	77	35	46	202	213	162 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
8 - Plateau madelinien	505	549	494	1258	1841	484	21	35	133	420	434	364	322	282	364	1286	2472	1188	194	104	265	393	987	687	617 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
	2016												2017												

Figure 8. Anomalies mensuelles du ruissellement du Saint-Laurent et sommes de toutes les autres grandes rivières qui se jettent dans différentes régions du golfe pour 2016 et 2017. Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées mensuelles d'après les climatologies de 1981-2010 pour chaque mois, mais les nombres sont les ruissellements mensuels moyens, en m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Les nombres indiqués sur le côté droit sont les moyennes climatologiques annuelles. La régulation du ruissellement est simulée pour trois rivières qui se jettent dans l'estuaire (Saguenay, Manicouagan, Outardes).

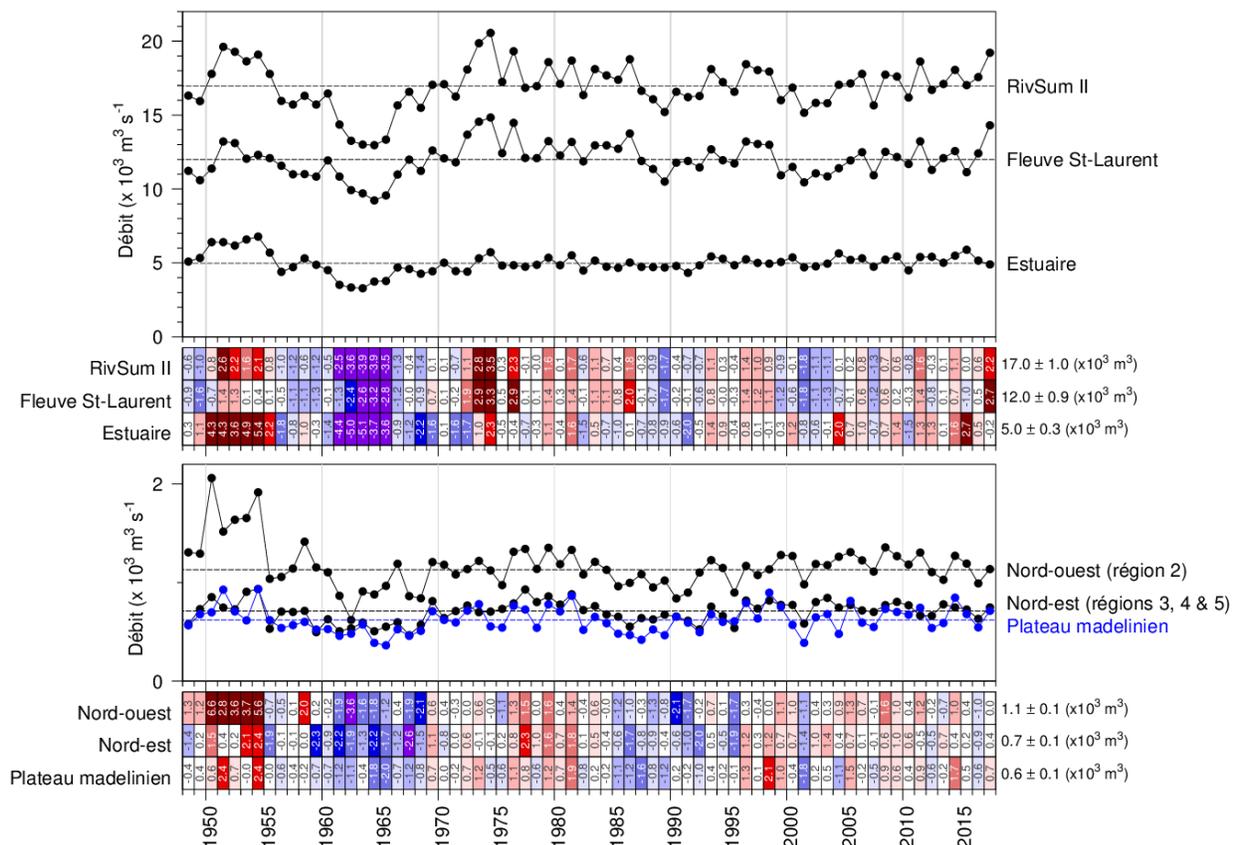


Figure 9. Débit moyen annuel d'eau douce du Saint-Laurent à Québec et somme de toutes les rivières qui se jettent dans les régions de l'estuaire et du golfe (RivSum II). La moyenne climatologique de 1981-2010 est indiquée par les lignes horizontales et sur la droite des tableaux. Les nombres indiqués dans les tableaux sont les anomalies normalisées.

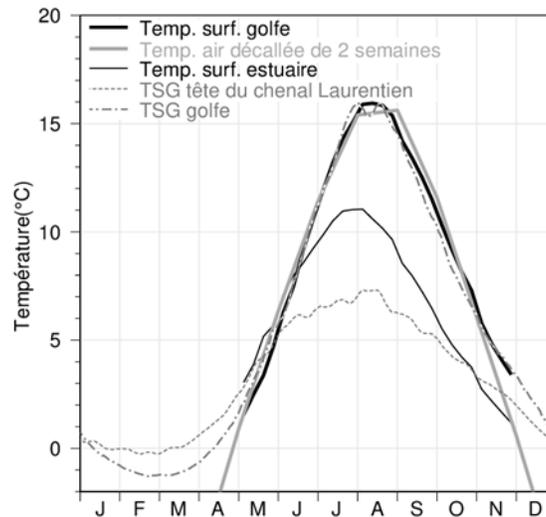


Figure 10. Cycle saisonnier climatologique de la température de surface de la mer dans le golfe du Saint-Laurent. Les moyennes hebdomadaires de la température de 1985 à 2010, tirées des données AVHRR, sont représentées de mai à novembre (mois où les eaux sont libres de glace) pour le golfe (ligne noire épaisse) et l'estuaire maritime du Saint-Laurent, plus froid (ligne noire fine), défini comme la zone située à l'ouest de la section de Pointe-des-Monts et à l'est de 69° 30' O environ. Les moyennes des données des thermosalinographes de 2000 à 2010 sont indiquées pour la tête du chenal Laurentien (à 69° 30'O, ligne grise pointillée) et pour la moyenne des eaux du golfe le long de la principale route de navigation entre les sections de Pointe-des-Monts et du détroit de Cabot (ligne grise de points et de tirets). La température de l'air mensuelle, moyennée sur huit stations dans le golfe de Saint-Laurent, est représentée décalée de deux semaines (ligne grise épaisse; les mois d'hiver ne sont pas représentés). Figure tirée de Galbraith et al. (2012).

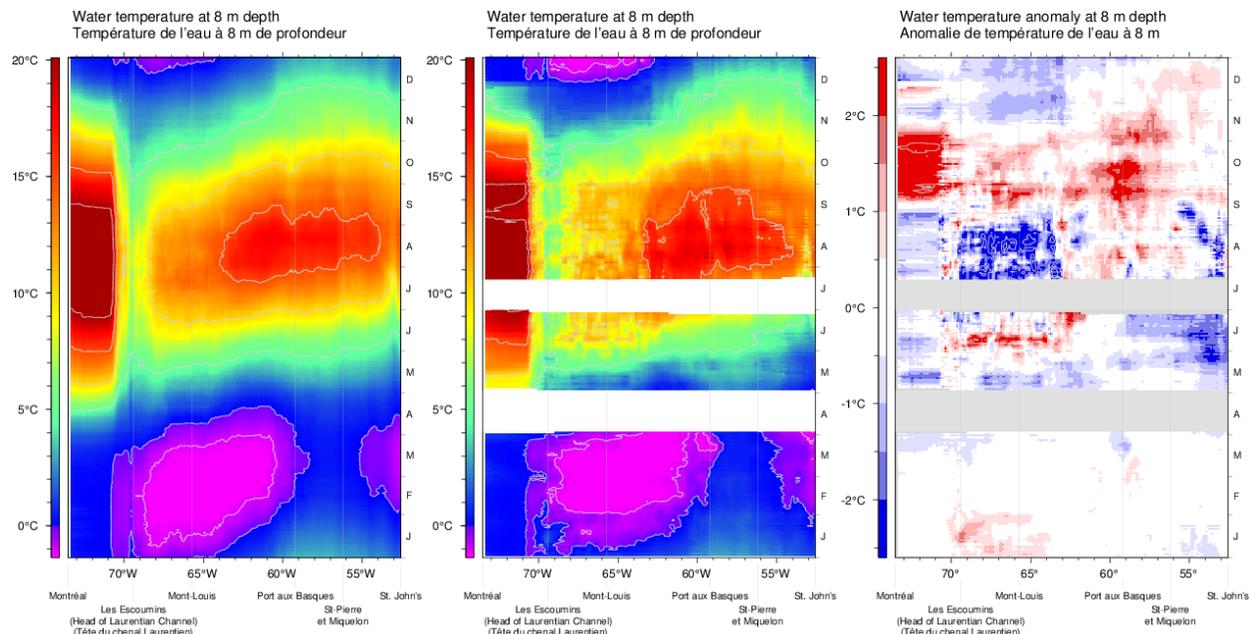


Figure 11. Données des thermosalinographes à une profondeur de 8 m le long du corridor de navigation entre Montréal et St.John's : cycle annuel moyen composite de la température de l'eau de 2000 à 2017 (panneau de gauche), cycle annuel composite de la température de l'eau en 2017 (panneau du milieu) et anomalie de la température de l'eau en 2017 par rapport au composite pour 2000-2017 (panneau de droite).

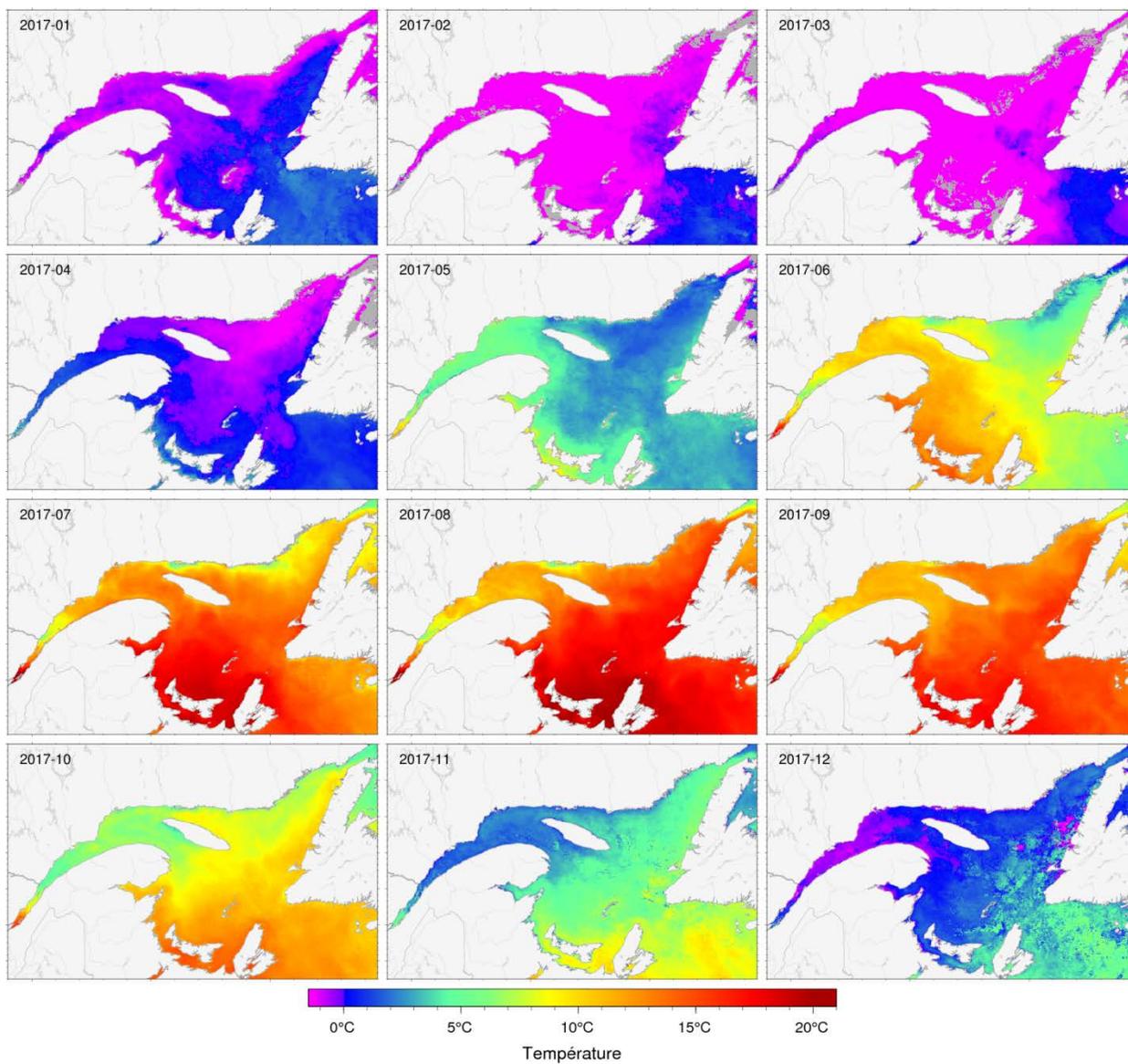


Figure 12. Moyennes mensuelles de la température de surface de la mer en 2017 telles qu'observées avec les données de télédétection AVHRR. Les zones grises indiquent les zones pour lesquelles les données manquent en raison du couvert de glace ou de nuages.

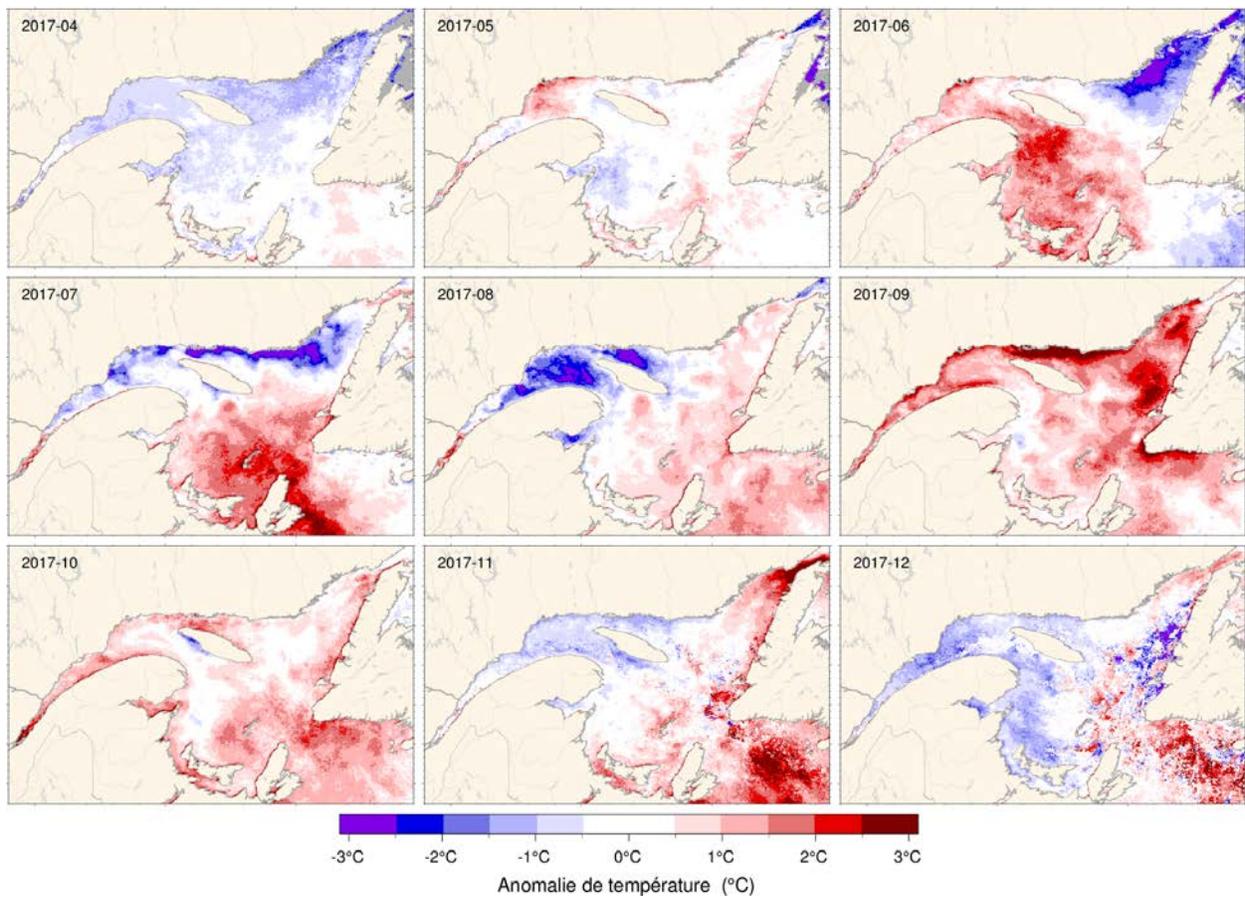


Figure 13. Anomalies de la température de surface de la mer pour avril à décembre 2017 d'après les climatologies mensuelles calculées pour la période 1985-2010, observées avec les données de télédétection AVHRR.

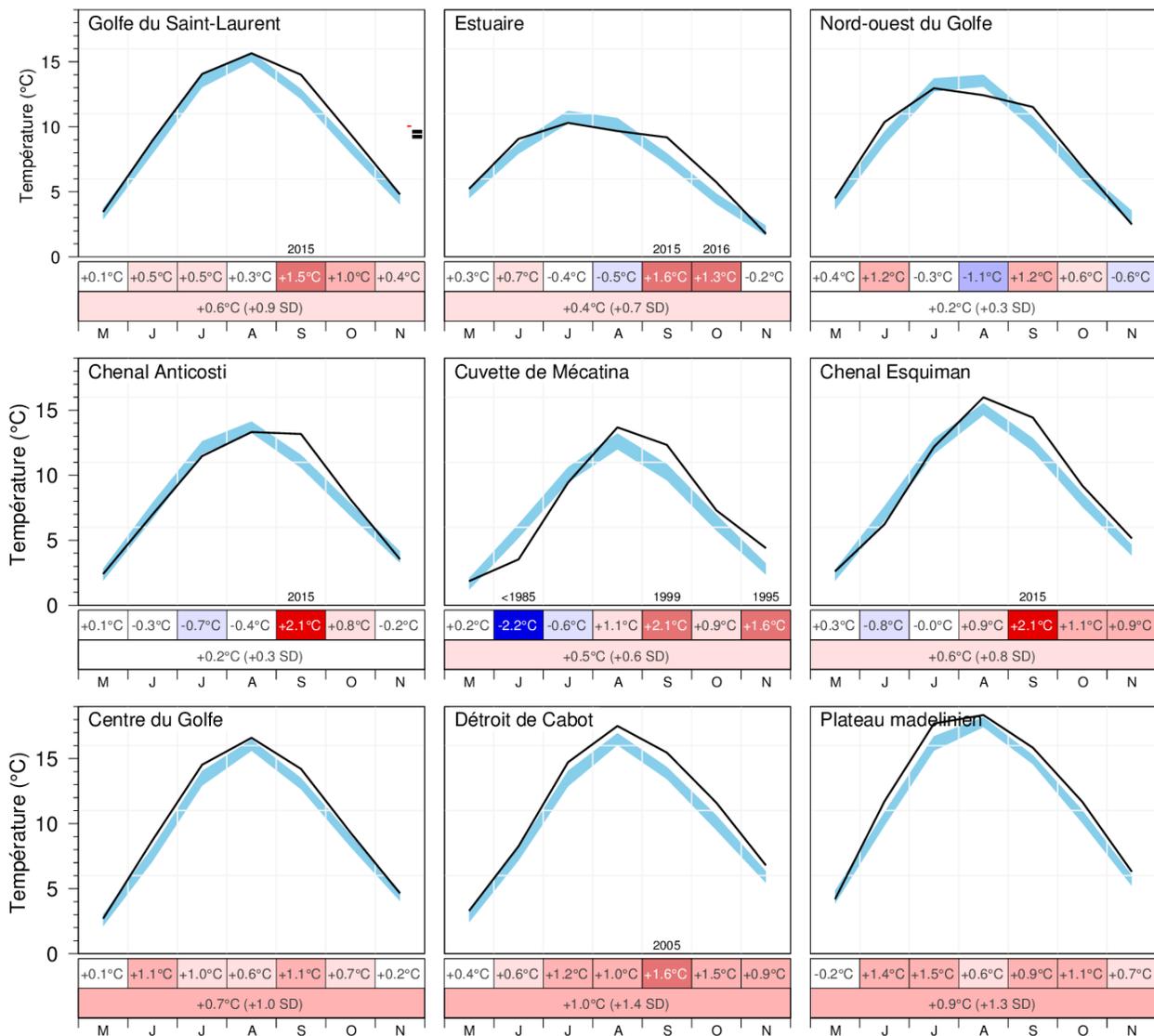
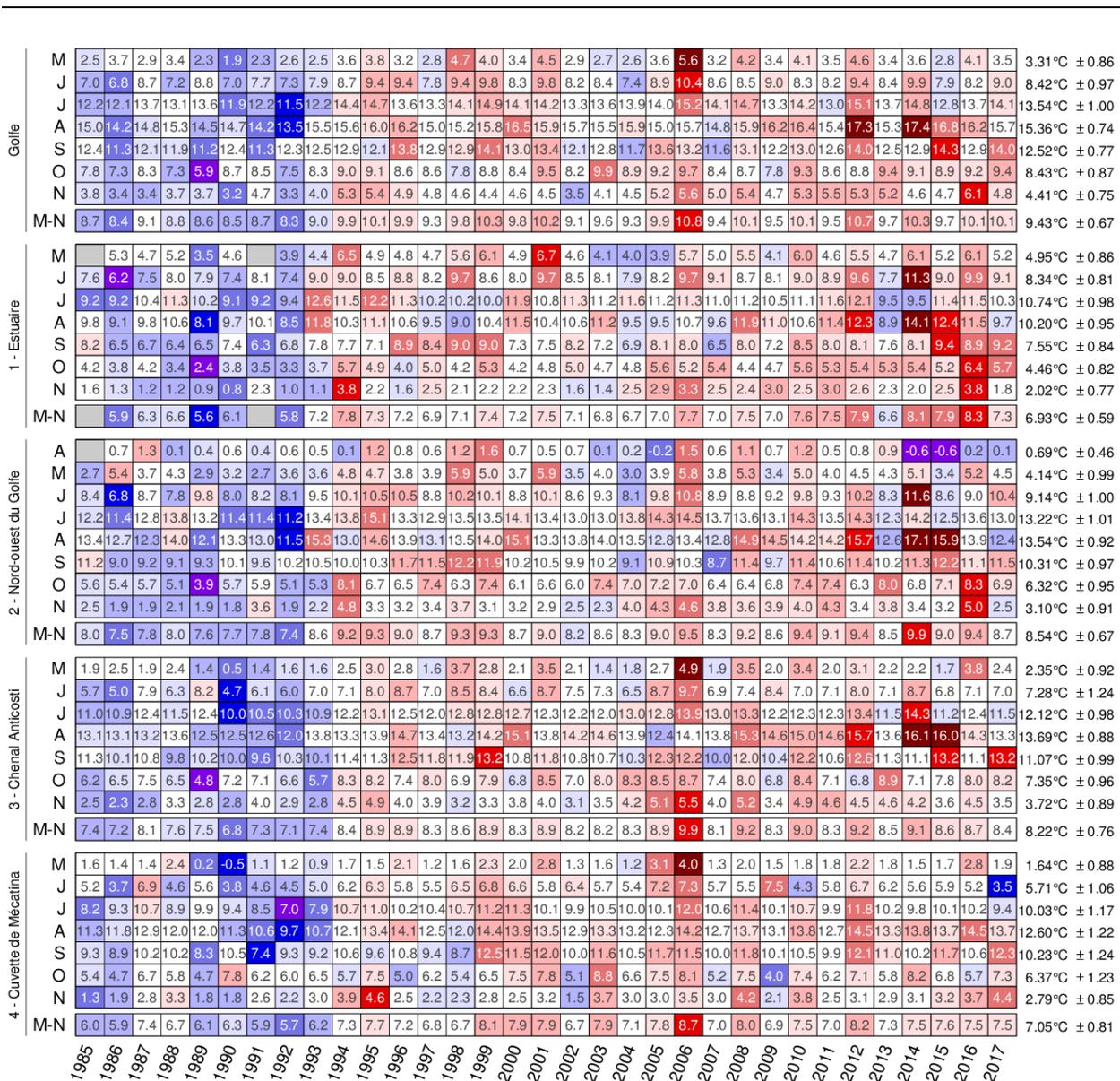


Figure 14. Moyennes mensuelles de mai à novembre de la SST tirée des données AVHRR pour le golfe et pour les huit régions du golfe. La zone bleue représente la moyenne mensuelle climatologique pour 1981-2010  $\pm 0,5$  ET. Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées d'après les climatologies de 1985-2010 pour chaque mois ou pour la période de mai à novembre (ligne du bas), mais les nombres sont les anomalies de la température moyenne mensuelle.

GSL		4.1	8.2	13.7	16.2	12.9	9.2	6.1							3.5	9.0	14.1	15.7	14.0	9.4	4.8
1 - Estuaire		6.1	9.9	11.5	11.5	8.9	6.4	3.8							5.2	9.1	10.3	9.7	9.2	5.7	1.8
2 - Nord-ouest du Golfe	0.2	5.2	9.0	13.6	13.9	11.1	8.3	5.0					0.1	4.5	10.4	13.0	12.4	11.5	6.9	2.5	
3 - Chenal Anticosti		3.8	7.1	12.4	14.3	11.1	8.0	4.5						2.4	7.0	11.5	13.3	13.2	8.2	3.5	
4 - Cuvette de Mécatina		2.8	5.2	10.2	14.5	10.6	5.7	3.7						1.9	3.5	9.4	13.7	12.3	7.3	4.4	
5 - Chenal Esquiman		3.0	7.0	12.3	16.6	12.0	8.1	6.0						2.6	6.2	12.2	16.0	14.4	9.2	5.2	
6 - Centre du Golfe		3.2	7.3	13.1	16.8	12.8	9.1	5.8						2.7	8.7	14.5	16.6	14.2	9.3	4.7	
7 - Détroit de Cabot		3.2	7.8	13.9	17.6	13.6	10.2	8.1						3.3	8.3	14.7	17.5	15.5	11.6	6.8	
8 - Plateau madelinien		4.8	9.7	16.2	18.4	15.8	11.4	7.6						4.2	11.7	17.7	18.4	15.8	11.7	6.3	
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
		2016									2017										

Figure 15. Anomalies mensuelles de mai à novembre de la SST tirée des données AVHRR, moyennées pour le golfe et pour les huit régions du golfe en 2016 et 2017 (les résultats pour avril sont également indiqués pour le nord-ouest du golfe). Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées mensuelles d'après les climatologies de 1985-2010 pour chaque mois, mais les nombres sont les températures moyennes mensuelles.



		1985																					1986																					1987																					1988																					1989																					1990																					1991																					1992																					1993																					1994																					1995																					1996																					1997																					1998																					1999																					2000																					2001																					2002																					2003																					2004																					2005																					2006																					2007																					2008																					2009																					2010																					2011																					2012																					2013																					2014																					2015																					2016																					2017																				
5 - Chenal Esquiman	M	2.0	2.4	2.1	2.8	0.8	0.9	1.5	1.5	1.5	2.6	2.7	2.3	1.6	3.0	3.0	2.6	3.3	1.7	1.8	1.8	3.2	4.6	2.4	3.1	1.9	3.1	2.4	3.6	2.6	2.7	1.8	3.0	2.6	2.31°C ± 0.84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	5.8	5.4	7.6	6.1	7.2	5.0	5.8	5.7	6.3	6.5	8.1	7.5	6.4	8.6	8.5	7.0	8.8	7.0	7.3	5.8	8.0	9.1	7.8	7.4	8.1	6.6	6.7	7.7	7.1	8.2	6.7	7.0	6.2	7.06°C ± 1.13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	11.1	11.7	13.1	10.8	12.8	10.6	10.8	10.0	9.8	12.1	12.9	12.0	12.0	13.1	14.4	12.4	12.8	12.1	12.3	12.9	12.3	14.5	13.1	13.7	12.1	12.4	11.5	14.5	12.4	13.8	11.3	12.3	12.2	12.22°C ± 1.18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	A	14.6	14.3	15.1	15.0	14.3	13.9	13.6	12.8	13.8	15.4	15.4	16.1	14.6	14.7	15.4	16.6	15.7	15.5	15.3	16.2	14.7	16.0	14.9	15.9	16.0	16.2	15.2	17.0	15.2	16.8	16.0	16.6	16.0	15.08°C ± 0.92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	S	11.7	10.9	12.5	12.5	10.6	12.5	10.5	11.8	11.8	12.9	11.4	13.7	12.1	11.4	14.1	13.8	13.3	11.5	13.4	12.0	13.5	13.5	11.8	13.2	12.0	12.6	12.5	14.8	12.1	12.7	14.8	12.0	14.4	12.35°C ± 1.01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	O	7.9	6.8	8.3	7.3	5.7	8.5	7.5	7.4	8.2	8.6	8.8	7.7	7.6	7.2	9.1	8.7	9.2	7.0	10.5	8.2	8.2	10.0	8.0	8.6	6.5	9.0	7.1	8.6	8.8	8.8	8.4	8.1	9.2	8.10°C ± 1.05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
N	3.1	3.6	3.7	4.1	3.4	2.9	4.9	3.0	3.9	5.0	5.9	4.7	4.1	4.7	4.3	4.1	4.0	2.7	4.4	4.3	4.7	5.3	4.5	5.4	3.9	5.4	3.9	5.4	5.1	4.6	4.3	6.0	5.2	4.23°C ± 0.82																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
M-N	8.0	7.9	8.9	8.4	7.8	7.8	7.8	7.5	7.9	9.0	9.3	9.2	8.3	8.9	9.8	9.3	9.6	8.2	9.3	8.7	9.2	10.4	8.9	9.6	8.6	9.3	8.4	10.2	9.0	9.7	9.1	9.3	9.4	8.76°C ± 0.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6 - Centre du Golfe	M	1.8	3.1	2.5	2.5	1.6	1.1	1.8	1.7	2.0	2.2	3.4	2.2	2.1	3.8	2.9	2.7	3.6	1.8	1.8	1.9	3.1	5.2	2.6	3.7	2.4	3.3	2.7	4.0	2.7	2.8	1.5	3.2	2.7	2.57°C ± 0.90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	6.2	6.3	8.7	6.3	8.5	6.0	6.8	6.8	7.1	7.3	9.3	8.5	7.2	8.7	9.0	7.2	9.4	7.2	7.4	6.3	8.2	9.8	7.7	7.7	7.9	7.5	7.5	8.9	7.4	9.1	6.7	7.3	8.7	7.66°C ± 1.07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	12.5	12.1	14.0	12.8	13.9	11.2	12.0	11.8	11.7	13.9	14.7	13.7	13.3	14.3	15.3	13.9	14.4	13.0	12.7	14.0	14.0	15.6	14.0	14.8	13.5	13.9	12.4	15.6	13.4	15.4	11.8	13.1	14.5	13.49°C ± 1.13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	A	16.0	15.0	15.0	16.3	15.5	14.9	14.4	14.2	15.9	16.3	16.6	17.0	15.9	16.0	16.1	17.4	16.7	16.2	15.8	17.0	15.8	16.6	15.4	16.8	16.9	17.3	15.8	18.1	15.7	17.7	17.1	16.8	16.6	16.03°C ± 0.85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	S	13.1	12.3	13.0	12.8	11.0	12.7	12.1	13.0	13.0	13.6	12.5	14.6	13.6	13.5	14.6	13.9	13.7	12.2	13.6	11.9	13.6	14.3	11.8	13.2	13.0	13.6	13.5	15.2	12.5	13.0	14.3	12.8	14.2	13.08°C ± 0.87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	O	7.8	8.0	8.6	7.5	5.9	8.9	8.8	7.9	8.7	9.3	9.2	9.1	8.8	7.9	8.7	8.6	9.3	8.5	10.0	9.2	8.9	10.3	8.5	8.8	7.9	9.8	9.2	9.0	9.7	9.3	8.7	9.1	9.3	8.67°C ± 0.89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
N	3.8	3.4	3.4	3.7	3.8	3.1	4.7	3.5	4.2	4.6	5.5	5.0	5.0	4.6	4.4	4.8	4.2	3.7	3.9	4.6	5.0	6.0	5.0	5.5	4.9	5.5	6.2	5.7	5.5	4.7	4.7	5.8	4.7	4.44°C ± 0.76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
M-N	8.7	8.6	9.3	8.8	8.6	8.3	8.7	8.4	8.9	9.6	10.2	10.0	9.4	9.8	10.1	9.8	10.2	9.0	9.3	9.3	9.8	11.1	9.3	10.1	9.5	10.1	9.6	10.9	9.6	10.3	9.3	9.7	10.1	9.42°C ± 0.69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7 - Déroit de Cabot	M	1.9	3.3	2.5	3.2	1.7	1.1	1.7	2.1	2.2	3.0	3.3	2.7	2.1	4.2	3.7	3.6	3.7	2.4	2.3	2.3	3.7	5.3	2.8	3.2	3.3	3.5	3.8	5.0	3.3	3.5	2.6	3.2	3.3	2.88°C ± 0.91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	6.3	6.7	7.7	6.5	7.7	6.4	6.3	6.4	6.8	8.1	8.4	8.5	6.8	8.8	9.6	8.1	8.9	7.6	7.6	6.6	8.2	9.5	8.3	7.8	8.2	7.2	7.1	9.3	8.3	9.2	6.9	7.8	8.3	7.67°C ± 1.09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	11.7	11.9	14.0	12.6	13.6	11.9	12.1	11.2	11.5	14.8	13.9	13.5	13.1	14.5	15.6	14.3	14.5	13.1	13.4	13.6	13.6	15.3	13.8	14.9	13.7	14.2	12.1	15.7	14.7	14.5	12.5	13.9	14.7	13.47°C ± 1.20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	A	15.9	15.2	16.5	15.9	16.1	15.7	14.9	14.6	16.2	17.6	16.9	17.5	15.9	17.1	17.6	17.8	17.3	17.0	16.2	17.5	16.1	16.5	15.5	16.3	17.2	17.8	15.6	18.5	17.3	18.9	17.2	17.6	17.5	16.50°C ± 0.92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	S	13.5	12.8	14.3	13.3	12.2	14.2	12.2	14.5	14.3	14.8	13.1	14.8	14.0	14.2	15.6	14.3	15.0	13.1	13.5	12.6	15.5	14.4	12.9	14.2	13.4	14.4	14.3	15.2	14.6	14.5	15.4	13.6	15.5	13.89°C ± 0.93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	O	9.1	8.9	10.0	9.2	7.0	10.7	10.6	8.8	11.7	10.6	10.9	10.5	9.7	9.6	10.2	9.7	11.9	8.8	12.0	9.9	10.8	11.5	9.2	9.9	9.5	11.1	10.0	10.6	10.2	11.4	10.7	10.2	11.6	10.07°C ± 1.14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
N	5.7	5.4	4.4	5.4	5.1	4.3	5.5	4.5	6.0	6.2	7.0	6.6	7.0	6.9	5.8	6.6	6.1	4.1	5.4	6.3	6.3	7.0	6.0	7.0	6.0	6.9	7.0	7.3	6.2	6.0	5.8	8.1	6.8	5.90°C ± 0.89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
M-N	9.2	9.2	9.9	9.4	9.1	9.2	9.0	8.9	9.8	10.7	10.5	10.6	9.8	10.7	11.2	10.6	11.1	9.4	10.1	9.8	10.6	11.4	9.8	10.5	10.2	10.7	10.0	11.7	10.7	11.1	10.1	10.6	11.1	10.05°C ± 0.73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8 - Plateau madeïlien	M	3.6	4.4	3.8	3.9	3.9	2.7	3.6	3.5	3.0	4.4	4.7	4.1	3.7	6.2	5.2	4.4	5.3	4.3	3.7	3.7	4.1	7.0	4.6	5.3	5.3	5.2	4.9	6.0	4.2	4.3	4.0	4.8	4.2	4.36°C ± 0.97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	8.2	9.2	10.6	8.6	10.6	9.7	10.5	9.5	9.3	11.1	11.3	11.6	9.3	10.9	12.1	10.5	11.9	10.0	10.4	9.4	10.0	12.6	10.4	10.7	10.7	10.5	9.7	11.3	10.6	11.4	9.8	9.7	11.7	10.37°C ± 1.05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	J	14.5	14.2	16.1	15.9	15.9	14.7	15.5	14.2	14.7	18.1	17.6	15.9	15.9	16.6	18.0	16.5	17.1	15.8	16.6	16.0	16.5	17.6	16.6	17.4	15.4	17.0	15.3	17.2	17.1	17.2	15.7	16.2	17.7	16.17°C ± 1.12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	A	17.4	15.9	17.2	17.7	17.2	17.8	16.8	16.4	18.1	18.5	18.5	18.8	17.7	17.9	18.1	18.2	18.9	18.1	17.3	18.6	18.2	17.9	17.1	17.1	18.5	18.7	17.4	19.6	17.9	18.5	18.9	18.4	18.4	17.80°C ± 0.75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	S	14.6	13.4	14.1	14.3	14.0	15.1	14.2	15.0	15.5	15.3	14.5	16.0	15.1	15.2	15.9	15.4	16.1	14.8	15.2	14.2	16.2	15.4	14.3	14.9	14.8	14.8	14.8	16.0	14.5	15.1	16.3	15.8	15.8	14.92°C ± 0.70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	O	10.0	9.3	10.2	8.8	7.8	11.3	11.3	9.5	10.9	10.2	11.1	11.1	10.4	9.6	10.1	10.5	12.0	11.2	11.9	11.0	11.1	11.5	11.1	11.0	10.6	9.9	10.9	10.8	11.1	11.5	11.1	11.0	11.4	11.7	10.54°C ± 0.99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
N	5.3	4.4	4.3	4.6	5.4	4.5	6.0	4.4	5.4	6.4	6.5	6.7	6.1	5.5	5.7	6.0	5.8	4.8	5.2	4.9	6.2	6.3	6.8	6.5	6.2	6.3	7.4	6.6	6.7	5.3	6.2	7.6	6.3	5.62°C ± 0.79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
M-N	10.5	10.1	10.9	10.6	10.7	10.8	11.1	10.4	11.0	12.0	12.0	12.0	11.2	11.7	12.2	11.6	12.5	11.3	11.5	11.1	11.9	12.6	11.5	11.8	11.6	11.9	11.5	12.5	11.8	11.8	11.7	12.0	12.3	11.40°C ± 0.66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Figure 17. Anomalies mensuelles de mai à novembre de la SST tirée des données AVHRR, moyennées pour les quatre autres régions du golfe. Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées mensuelles d'après les climatologies de 1985-2010 pour chaque mois, mais les nombres sont les températures moyennes mensuelles, en °C. La moyenne pour 1985-2010 et l'écart-type sont indiqués pour chaque mois à droite du tableau. La moyenne de mai à novembre est également indiquée.

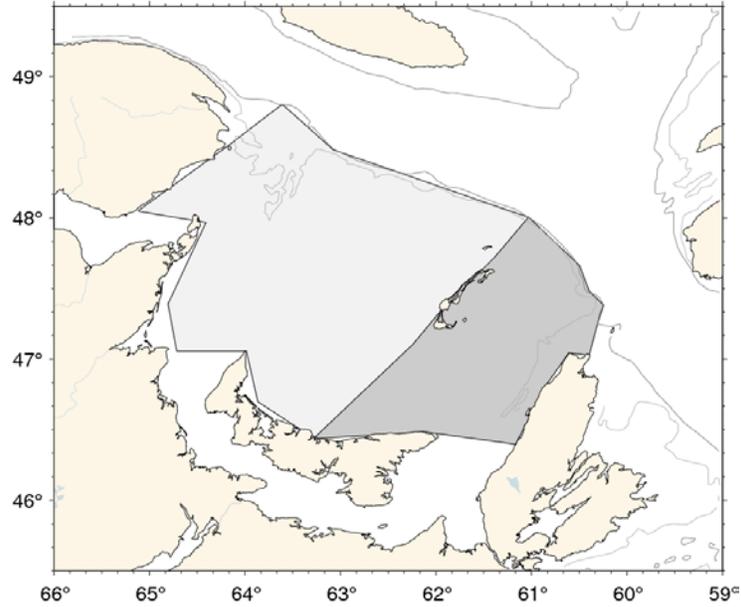


Figure 18. Zones définies comme l'ouest et l'est du plateau madelinien.

																										Mean ± S.D.									
Plateau madelinien	M	3.6	4.4	3.8	3.9	3.9	2.7	3.6	3.5	3.0	4.4	4.7	4.1	3.7	6.2	5.2	4.4	5.3	4.3	3.7	3.7	4.1	7.0	4.6	5.3	5.3	5.2	4.9	6.0	4.2	4.3	4.0	4.8	4.2	4.36°C ± 0.97
	J	8.2	9.2	10.6	8.6	10.6	9.7	10.5	9.5	9.3	11.1	11.3	11.6	9.3	10.9	12.1	10.5	11.9	10.0	10.4	9.4	10.0	12.6	10.4	10.7	10.7	10.5	9.7	11.3	10.6	11.4	9.8	9.7	11.7	10.37°C ± 1.05
	J	14.5	14.2	16.1	15.9	15.9	14.7	15.5	14.2	14.7	18.1	17.6	15.9	15.9	16.6	18.0	16.5	17.1	15.8	16.6	16.0	16.5	17.6	16.6	17.4	15.4	17.0	15.3	17.2	17.1	17.2	15.7	16.2	17.7	16.17°C ± 1.12
	A	17.4	15.9	17.2	17.7	17.2	17.8	16.8	16.4	18.1	18.5	18.5	18.8	17.7	17.9	18.1	18.2	18.9	18.1	17.3	18.6	18.2	17.9	17.1	17.1	18.5	18.7	17.4	19.6	17.9	18.5	18.9	18.4	18.4	17.80°C ± 0.75
	S	14.6	13.4	14.1	14.3	14.0	15.1	14.2	15.0	15.5	15.3	14.5	16.0	15.1	15.2	15.9	15.4	16.1	14.8	15.2	14.2	16.2	15.4	14.3	14.9	14.8	14.8	14.8	16.0	14.5	15.1	16.3	15.8	15.8	14.92°C ± 0.70
	O	10.0	9.3	10.2	8.8	7.8	11.3	11.3	9.5	10.9	10.2	11.1	11.1	10.4	9.6	10.1	10.5	12.0	11.2	11.9	11.0	11.7	11.5	11.0	10.6	9.9	10.9	10.8	11.1	11.5	11.1	11.0	11.4	11.7	10.54°C ± 0.99
N	5.3	4.4	4.3	4.6	5.4	4.5	6.0	4.4	5.4	6.4	6.5	6.7	6.1	5.5	5.7	6.0	5.8	4.8	5.2	4.9	6.2	6.3	6.8	6.5	6.2	6.3	7.4	6.6	6.7	5.3	6.2	7.6	6.3	5.62°C ± 0.79	
Est du Pl. madelinien	M	2.4	3.5	2.6	3.0	2.8	1.7	2.2	2.3	2.1	3.7	3.5	3.2	2.6	5.2	3.9	3.6	4.2	3.2	2.9	2.6	3.5	6.2	3.3	4.0	4.2	4.2	4.5	5.1	3.5	3.5	2.7	3.6	3.8	3.33°C ± 0.99
	J	7.1	8.3	9.8	7.3	9.2	8.1	8.6	8.1	7.7	9.8	10.0	10.5	8.0	10.2	11.1	9.3	10.8	9.0	9.0	8.2	8.9	11.5	9.5	9.7	9.6	9.2	8.4	10.7	9.6	10.1	8.1	8.7	10.5	9.17°C ± 1.13
	J	13.5	13.6	15.7	15.1	15.3	14.1	14.7	13.4	13.4	17.6	16.7	15.1	15.3	16.2	18.1	16.1	16.7	15.4	15.8	15.4	15.6	17.7	15.7	17.2	14.7	16.4	14.0	17.1	16.8	16.5	14.7	15.5	17.5	15.56°C ± 1.32
	A	17.7	16.1	17.6	17.4	17.4	17.4	16.6	16.4	17.6	19.2	18.6	19.2	17.6	18.3	18.6	18.5	19.2	18.4	17.6	19.0	18.2	18.0	16.9	17.2	18.7	19.2	17.5	19.8	18.4	19.2	18.4	18.9	18.9	17.95°C ± 0.90
	S	14.6	13.7	14.9	14.6	14.2	15.0	14.2	15.5	15.9	16.0	14.4	16.1	15.3	14.9	16.3	16.0	16.5	15.0	15.4	14.1	16.7	15.5	14.2	15.2	15.0	14.8	15.3	16.3	14.6	14.8	16.2	15.9	16.4	15.14°C ± 0.79
	O	10.2	9.8	10.7	9.7	8.2	11.2	12.1	9.9	12.4	10.5	11.2	11.7	10.8	9.6	10.4	10.7	12.5	11.1	12.3	11.5	12.3	11.7	11.1	11.2	10.0	11.6	10.8	11.3	11.7	11.0	11.1	11.3	12.1	10.94°C ± 1.04
N	6.2	4.9	4.4	5.3	5.9	4.3	6.1	4.6	6.0	6.3	6.8	7.4	6.8	5.9	5.9	6.9	6.0	5.2	5.5	5.1	6.2	6.3	7.2	7.1	6.4	6.9	8.0	7.2	6.9	5.3	6.0	8.1	6.7	5.99°C ± 0.86	
Ouest du Pl. madelinien	M	3.2	4.0	3.6	3.1	3.4	2.2	3.0	2.9	2.8	3.5	4.3	3.3	3.3	5.8	4.6	3.8	4.7	3.8	3.1	3.3	3.6	6.5	4.0	5.1	4.6	4.5	3.8	5.5	3.6	3.7	3.5	4.4	3.5	3.85°C ± 0.96
	J	8.0	8.6	10.6	8.0	10.5	9.1	10.0	9.4	8.8	10.4	11.1	11.2	9.0	10.6	11.6	9.8	11.7	9.6	9.8	8.8	9.6	11.9	9.8	10.1	10.2	9.8	9.4	10.8	9.8	10.9	9.6	8.9	11.4	9.92°C ± 1.06
	J	14.4	13.9	15.8	15.6	15.7	13.8	14.5	13.8	14.1	17.4	17.6	15.4	15.5	16.3	17.5	16.3	16.7	15.3	16.0	15.8	16.3	17.2	16.3	16.9	15.0	16.4	15.0	16.9	16.2	16.9	15.1	15.5	17.1	15.75°C ± 1.15
	A	17.1	15.4	16.5	17.6	16.7	16.9	16.0	15.6	17.9	17.7	18.1	18.2	17.3	17.3	17.4	18.0	18.3	17.4	16.7	17.9	17.9	17.6	16.4	16.9	18.0	18.3	17.1	19.3	17.1	17.8	18.5	17.8	17.5	17.27°C ± 0.82
	S	13.9	12.7	13.3	13.7	12.8	14.4	13.4	13.9	14.7	14.4	13.8	15.5	14.8	14.8	15.0	14.6	15.3	13.7	14.3	13.2	15.6	14.7	13.1	14.3	14.0	14.2	14.0	15.6	13.5	14.2	15.3	14.7	14.8	14.16°C ± 0.79
	O	9.3	8.4	9.4	7.8	6.8	10.5	10.2	8.6	9.7	9.3	10.3	10.4	9.8	9.0	9.3	9.8	10.9	10.4	11.2	10.2	10.6	10.6	9.8	9.7	9.2	10.1	10.0	10.3	10.5	10.0	10.0	10.4	10.3	9.66°C ± 0.99
N	4.8	3.9	3.6	3.7	4.5	4.1	5.4	3.9	4.7	6.0	5.8	6.2	5.5	5.0	5.0	5.3	5.0	4.4	4.4	4.6	5.8	5.8	6.1	5.9	5.8	5.6	6.8	5.9	6.1	4.4	5.6	6.7	5.3	5.03°C ± 0.81	
		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	

Figure 19. Anomalies mensuelles de mai à novembre de la SST tirée des données AVHRR, moyennées pour le plateau madelinien (région 8 du golfe) et pour les sous-régions Est et Ouest du plateau madelinien (Figure 18). Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées mensuelles d'après les climatologies de 1985-2010 pour chaque mois, mais les nombres sont les températures moyennes mensuelles, en °C. La moyenne pour 1985-2010 et l'écart-type sont indiqués pour chaque mois à droite du tableau.

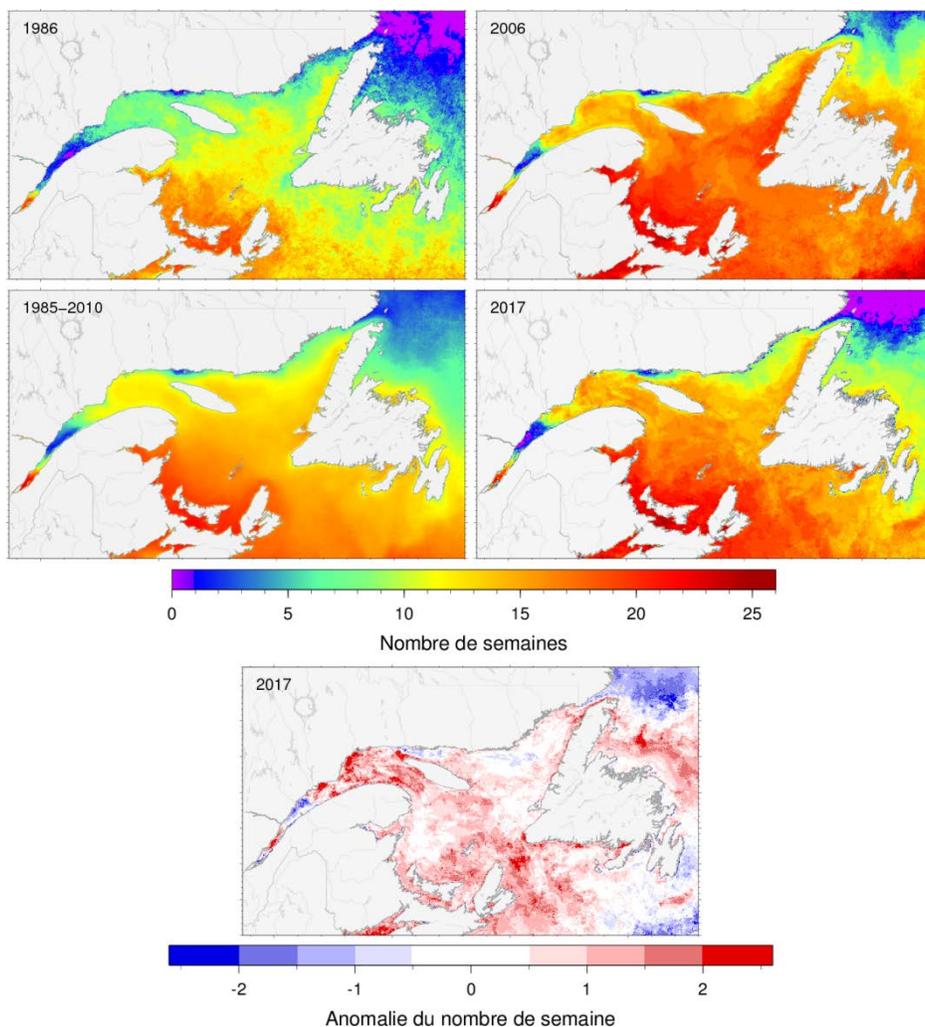


Figure 20. Nombre annuel de semaines pendant lesquelles la température hebdomadaire moyenne à la surface est supérieure à 10 °C. (Haut) Les années avec le moins de semaines (1986, en haut à gauche) et le plus de semaines (2006, en haut à droite) sont illustrés, ainsi que la moyenne climatologique de 1985-2010 (en bas à gauche) et le graphique pour 2017. (Bas) Anomalie pour 2017 par rapport à la climatologie de 1985-2010, exprimée en nombre de semaines.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
Golfe de St-Laurent	11.4	10.4	13.0	11.0	12.1	12.0	11.8	10.8	12.4	14.0	14.9	14.8	13.7	14.4	16.2	14.1	15.6	12.7	14.8	13.1	14.2	16.3	13.8	14.4	14.2	14.2	13.7	15.8	14.0	15.0	14.3	13.9	15.3			
1 - Estuaire	4.9	3.5	5.1	6.6	5.4	5.5	5.0	5.2	10.1	6.9	7.4	8.1	7.6	7.9	8.2	8.0	7.8	8.1	6.9	5.8	6.7	9.1	6.6	8.7	6.3	8.8	9.1	10.3	4.4	10.0	9.3	9.8	7.2			
2 - Nord-ouest du Golfe	11.0	6.0	9.0	9.2	10.7	10.0	9.6	9.4	13.0	12.6	13.6	15.0	12.6	14.6	15.1	12.3	13.1	11.1	12.6	10.5	12.7	13.8	11.6	13.0	11.9	13.9	13.0	14.6	11.5	13.9	14.1	12.3	14.2			
3 - Chenal Anticosti	9.5	8.8	11.5	8.9	11.4	7.3	7.7	8.9	9.4	11.4	12.6	13.4	12.0	13.0	15.2	11.3	12.9	11.3	11.9	10.8	13.0	14.6	10.7	11.9	12.7	12.5	10.9	13.2	12.9	12.2	13.0	11.8	12.4			
4 - Cuvette de Mécatina	4.6	5.4	9.0	6.7	5.9	7.7	2.9	2.8	4.2	8.3	7.8	7.8	8.8	8.4	12.5	11.6	10.7	8.0	11.8	9.5	9.7	11.7	8.6	10.2	9.9	9.1	8.3	12.0	10.9	8.7	10.2	9.0	9.9			
5 - Chenal Esquiman	9.9	9.4	13.0	10.8	10.9	10.9	8.9	8.2	9.2	12.9	13.1	11.9	12.4	12.6	15.6	13.6	14.5	10.1	15.3	11.8	12.6	16.8	13.1	13.3	13.3	12.6	11.7	15.2	12.7	13.7	12.8	12.4	13.4			
6 - Centre du Golfe	12.3	10.9	14.2	11.3	12.4	12.2	12.6	11.8	12.8	14.6	15.5	15.4	13.9	14.2	16.7	14.2	16.1	12.4	15.3	13.3	13.8	17.2	13.1	13.9	14.9	13.9	13.5	16.2	14.3	14.9	13.4	13.9	15.5			
7 - Détroit de Cabot	11.6	11.1	15.0	11.8	12.6	14.4	13.6	11.3	14.1	16.1	16.9	16.1	14.6	15.6	17.3	15.4	18.1	12.5	16.2	14.0	15.6	17.4	15.4	15.4	15.8	15.0	14.6	17.4	15.0	16.8	14.5	15.2	17.1			
8 - Plateau madelinien	14.8	14.5	16.6	14.1	15.5	16.3	17.6	15.1	16.1	17.5	18.8	18.2	16.8	17.4	18.6	17.6	19.8	17.4	18.1	17.8	17.9	19.5	18.7	18.2	17.7	17.6	17.7	19.0	17.9	18.4	17.3	17.3	19.3			

Figure 21. Nombre annuel de semaines pendant lesquelles la température hebdomadaire moyenne à la surface est supérieure à 10 °C, moyenné pour tout le golfe et chaque région du golfe. Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées d'après la série chronologique de 1985-2010, mais les nombres sont le nombre moyen de semaines pendant lesquelles la température est supérieure à 10 °C chaque année.

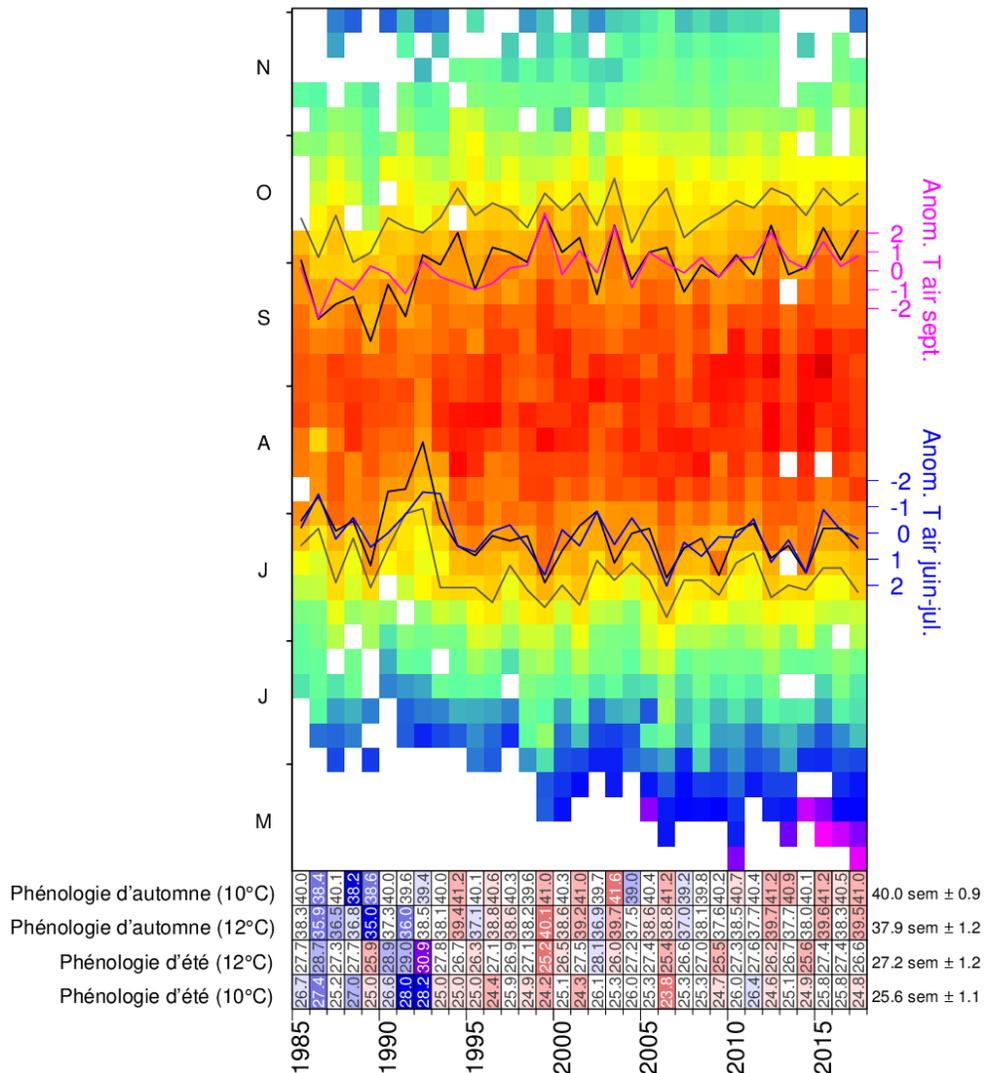


Figure 22. Matrice de la SST hebdomadaire moyenne (1985-2017) pour le golfe du Saint-Laurent. Les lignes noires représentent la première et la dernière occurrence de l'isotherme de 12 °C et les indicateurs indirects tirés de la température moyenne de l'air en juin-juillet (bleu) ainsi qu'en septembre (magenta) sont également indiqués (axes à droite). Les lignes grises représentent la première et la dernière occurrence de l'isotherme de 10 °C. Les tableaux sont codés par couleurs en fonction des anomalies normalisées d'après la série chronologique de 1985-2010, mais les nombres indiquent le nombre de semaines pendant lesquelles le seuil a été dépassé. Actualisé à partir de Galbraith et Larouche 2013.

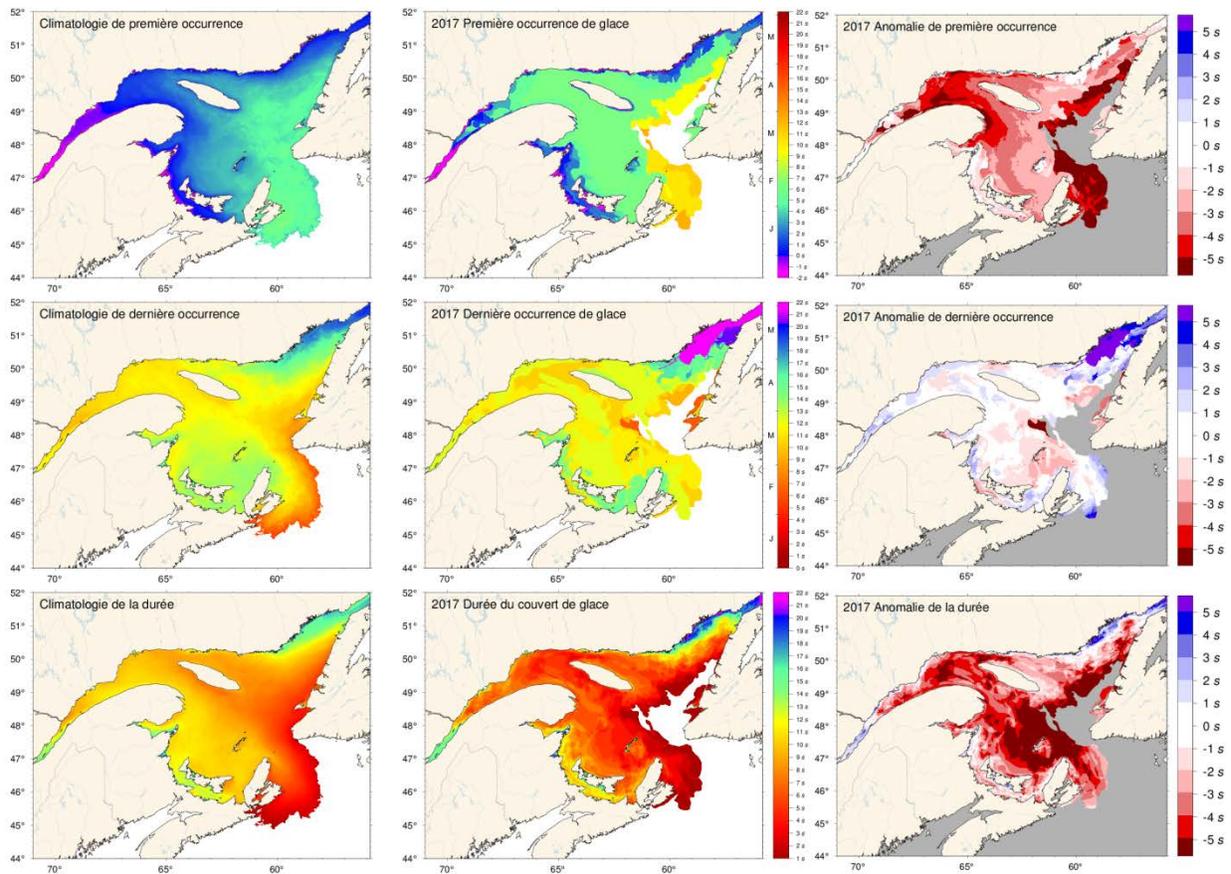


Figure 23. Première apparition et dernière apparition de glace, et durée de la saison des glaces selon les données hebdomadaires. Les climatologies de 1981-2010 sont indiquées (gauche), de même que les valeurs de 2017 (milieu) et les anomalies (droite). La première apparition et la dernière occurrence sont définies comme la première carte et la dernière carte sur lesquelles une quantité de glace est signalée pour chaque pixel et sont indiquées comme un jour de l'année. La durée des glaces est la somme du nombre de semaines où chaque pixel indique un couvert de glace. Les climatologies sont indiquées pour les pixels où la glace de mer est présente au moins 15 années sur 30 et par conséquent, indiquent aussi la zone pour laquelle il existe une probabilité de 50 % que de la glace de mer soit présente à un moment donné durant l'année.



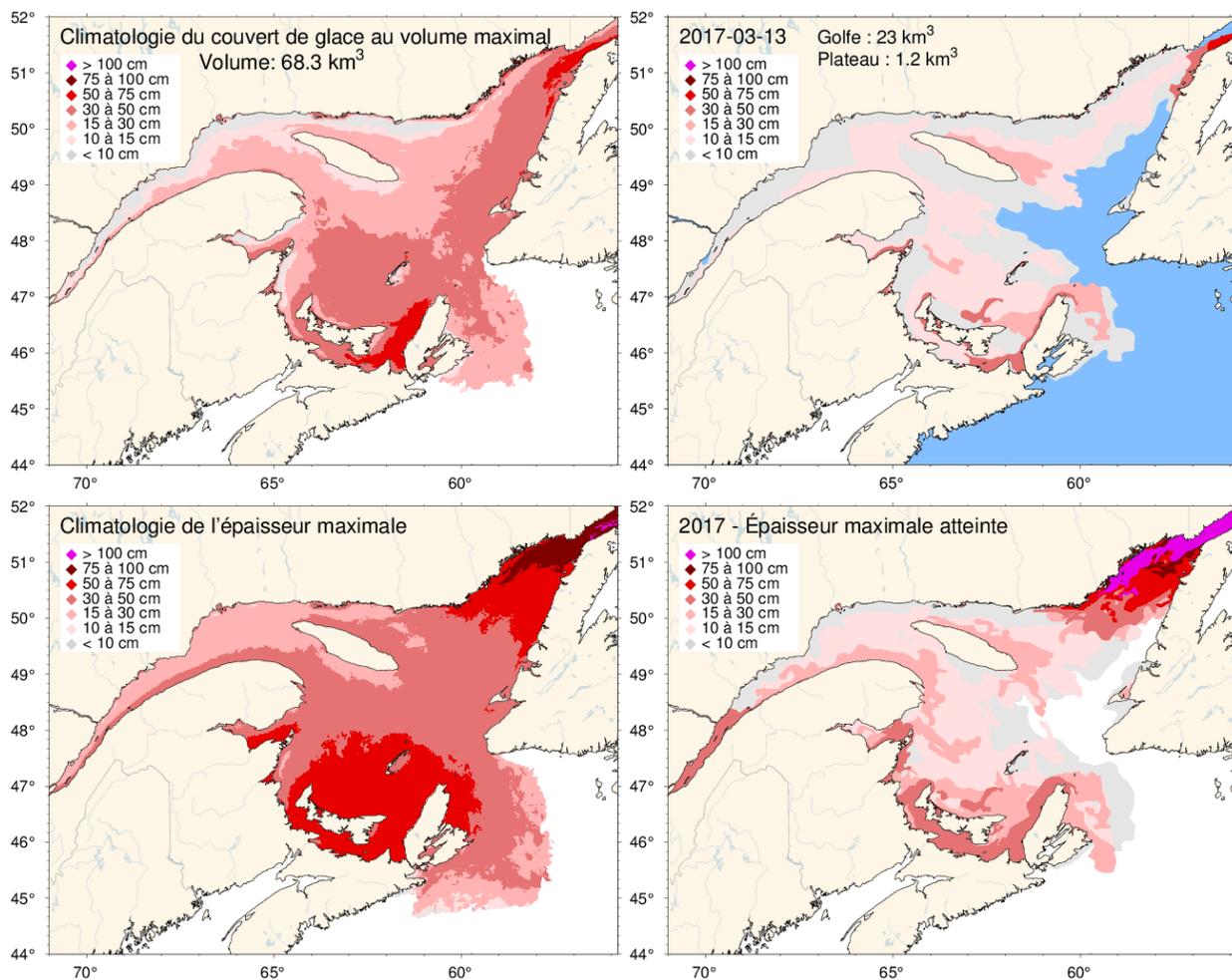


Figure 25. Carte de glace où l'épaisseur moyenne était maximal en 2017, y compris la partie couvrant le plateau néo-écossais (panneau supérieur droit) et de même pour la climatologie de 1981-2010 du maximum hebdomadaire (panneau supérieur gauche). Noter que ces cartes représentent la répartition de l'épaisseur de la glace pendant la semaine considérée et non le maximum observé à un emplacement donné pendant l'année. Cette information est donnée dans les panneaux inférieurs, qui illustrent la climatologie de 1981-2010 et la répartition en 2017 de la glace la plus épaisse enregistrée pendant la saison dans un emplacement quelconque.

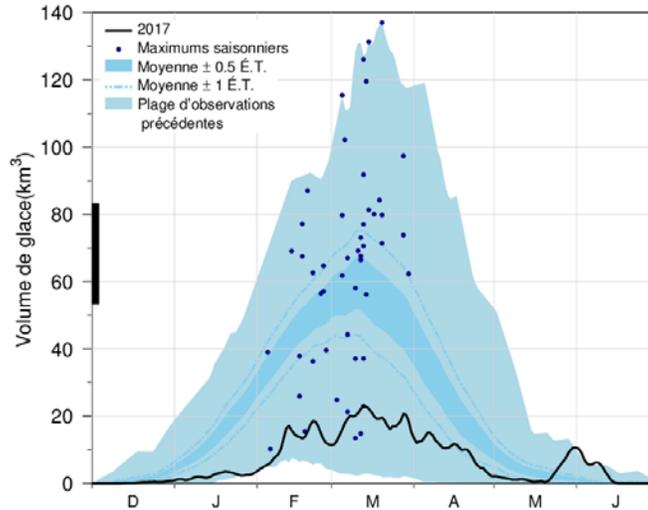


Figure 26. Série chronologique du volume de glace quotidien moyen en 2016-2017 pour le golfe du Saint-Laurent et le plateau néo-écossais (ligne noire), le volume moyen climatologique de 1981-2010 plus et moins 0,5 et 1 É.T. (zone en bleu foncé et ligne pointillée), les plages minimales et maximales des observations de 1969 à 2017 (bleu clair) ainsi que la date et le volume des maximums saisonniers de 1969 à 2017 (points bleus). La ligne noire épaisse sur la gauche indique le volume moyen plus et moins 0,5 É.T. du volume annuel maximal de glace, qui est supérieur au pic de la répartition du volume quotidien de glace.

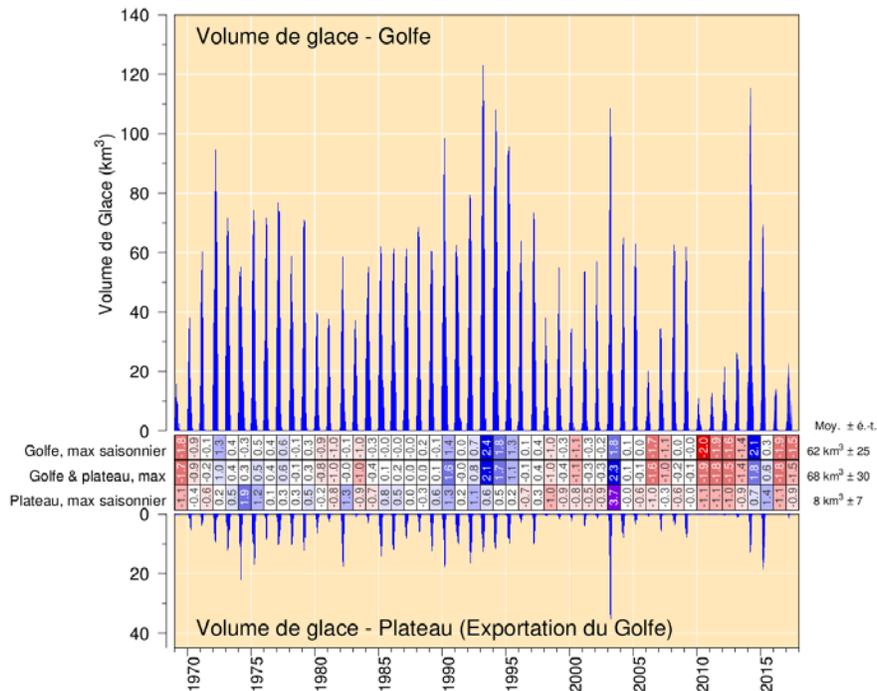


Figure 27. Estimé du volume hebdomadaire maximal de glace dans le golfe du Saint-Laurent (panneau du haut) et sur le plateau néo-écossais au large du détroit de Cabot, défini par son passage le plus étroit (panneau du bas). Les tableaux donnent les anomalies normalisées chiffrées des volumes maximaux annuels pour le golfe, le golfe et le plateau combinés et le plateau seul, à partir des données hebdomadaires sur la glace. La moyenne et l'écart-type sont indiqués à droite des tableaux à l'aide de la climatologie de 1981-2010.

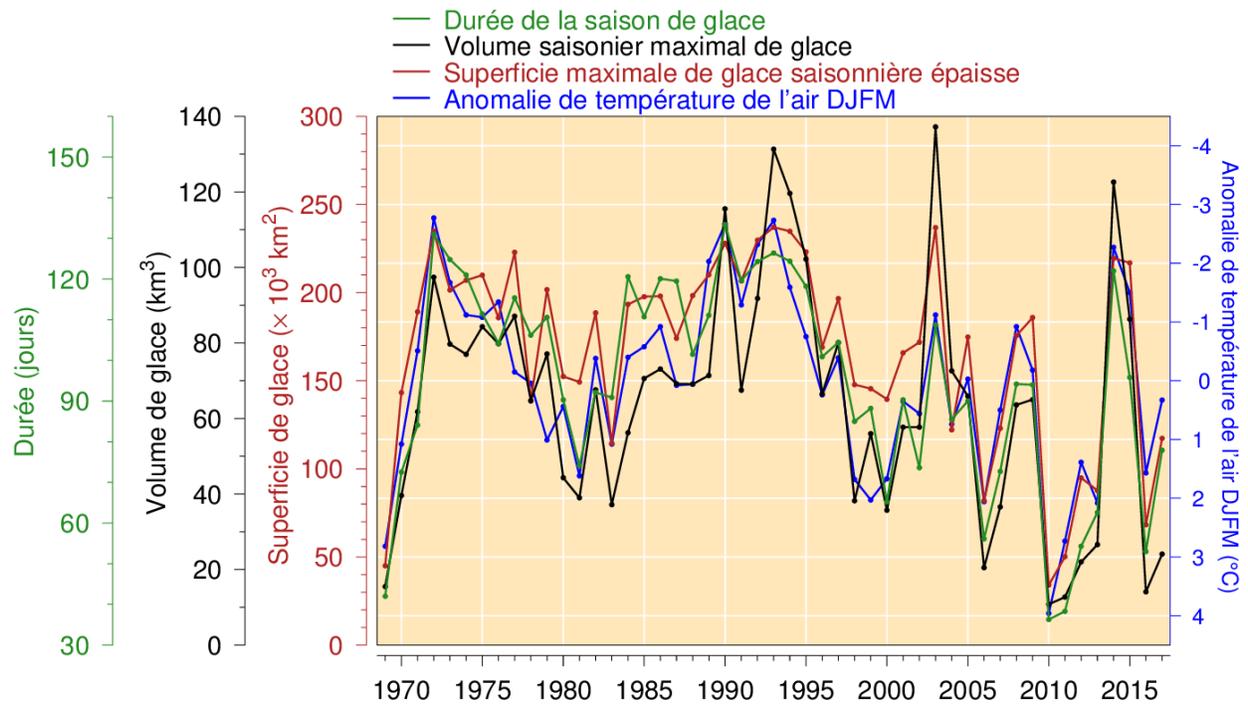


Figure 28. Volume et superficie saisonniers maximaux de glace, y compris la partie sur le plateau néo-écossais (mais excluant la glace de moins de 15 cm d'épaisseur), durée de la saison de glace et anomalie de la température de l'air de décembre à mars (figure adaptée de Hammill et Galbraith 2012, mais ici sans exclure les petits floes et en ajoutant les données de février et mars aux anomalies de la température de l'air). Tous les produits sur la glace de mer sont tirés des données hebdomadaires. Les relations linéaires indiquent des pertes de 17 km<sup>3</sup>, 31 000 km<sup>2</sup> et 14 jours de la saison des glaces pour chaque augmentation de 1 °C de la température de l'air en hiver ( $R^2$  de 0,72, 0,78 et 0,77 respectivement).

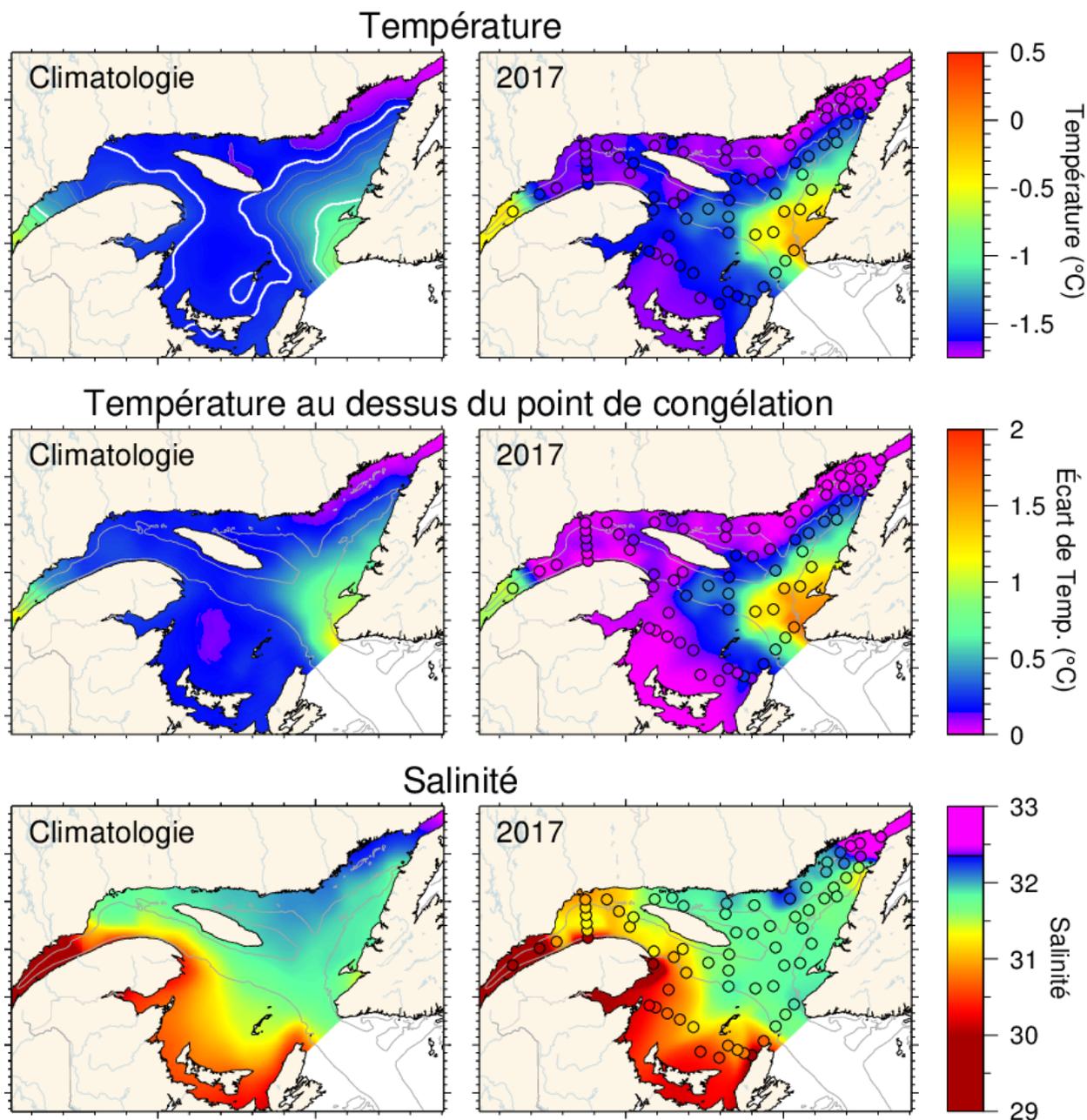


Figure 29. Caractéristiques de la couche de surface hivernale, d'après le relevé de mars 2017, par rapport aux moyennes climatologiques : température de l'eau en surface (panneau du haut), différence de température entre la température de l'eau en surface et le point de congélation (panneau du milieu) et salinité (panneau du bas). Les symboles sont colorés en fonction de la valeur observée à la station, selon la même palette de couleurs que l'image de l'interpolation. On constate une bonne correspondance entre l'interpolation et les observations à la station lorsque les couleurs de la station se fondent dans l'arrière-plan. Les symboles noirs indiquent des données manquantes ou mauvaises. Les climatologies représentent 1996 à 2017 pour la salinité, mais excluent 2010 en tant qu'extrême pour la température et la température au-dessus du point de congélation.

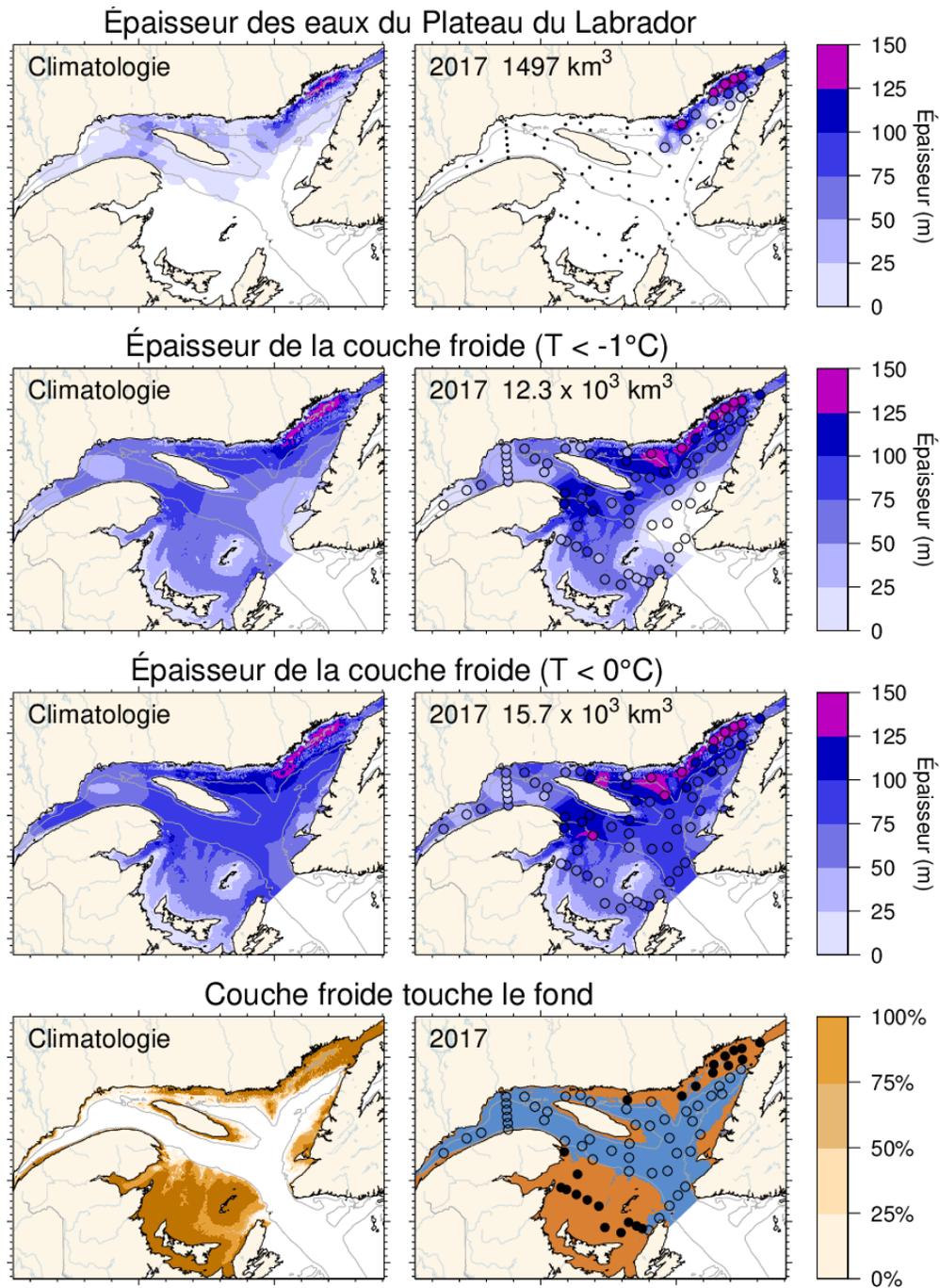


Figure 30. Comparaison des caractéristiques de la couche de surface hivernale tirées du relevé de mars 2017 aux moyennes climatologiques : estimations de l'épaisseur de l'intrusion d'eau du plateau du Labrador (panneaux du haut), épaisseur de la couche froide ( $T < -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (panneaux du milieu) et cartes indiquant les endroits où la couche froide atteint le fond ( $T < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (en brun; panneaux du bas). Les symboles sont colorés selon les valeurs observées comme sur la Figure 29. Dans les panneaux du bas, les stations où la couche froide a atteint le fond sont indiqués par des cercles pleins et celles où elle n'a pas atteint le fond, par des cercles ouverts. Les volumes intégrés sont indiqués pour les six premiers panneaux (y compris une approximation pour l'estuaire, mais à l'exclusion du détroit de Belle Isle). Les climatologies sont tirées des données de 1997-2017 pour l'intrusion d'eau du plateau du Labrador, de 1996-2017 pour la couche froide ( $T < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), mais ne comprennent pas 2010 pour  $T < -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

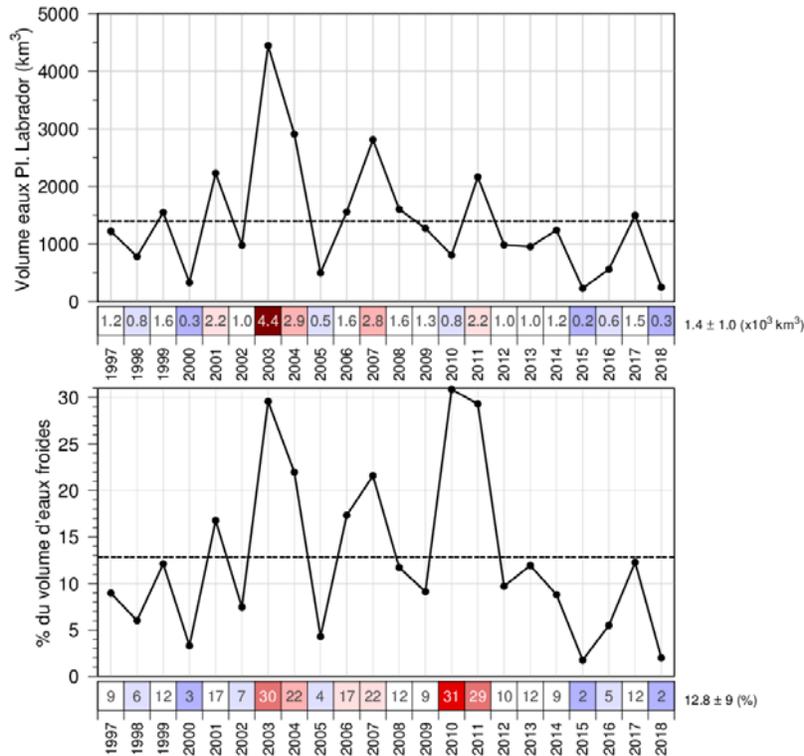


Figure 31. Volume estimé de l'eau froide et saline du plateau du Labrador qui pénétré dans le golfe pendant l'hiver en traversant le détroit de Belle Isle. Le panneau du bas indique le volume en pourcentage du volume total d'eau froide ( $< -1$  °C). Les nombres dans les cases sont les valeurs réelles, codées par couleurs selon leur climatologie de 1997-2017. La couverture de la cuvette de Mécatina n'était pas suffisante en 1996 pour fournir une estimation du volume.

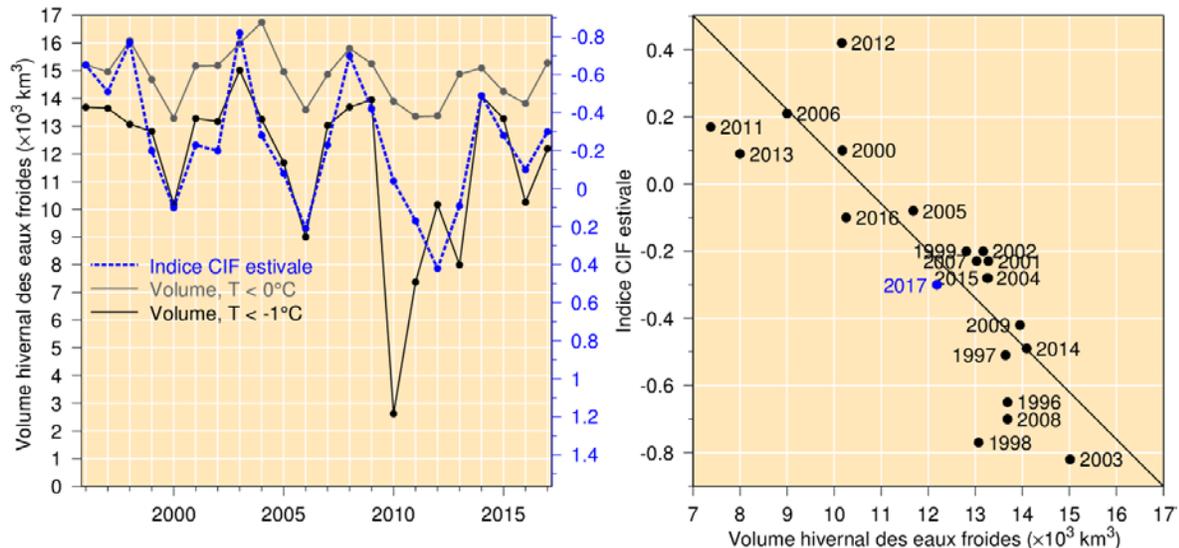


Figure 32. Panneau de gauche : Série chronologique du volume de la couche froide ( $T < -1$  °C et  $T < 0$  °C) de surface hivernale (à l'exclusion de l'estuaire et du détroit de Belle Isle) (lignes noires et grises) et indice de la CIF estivale (ligne pointillée bleue). Panneau de droite : Relation entre l'indice de la CIF estivale et le volume d'eau froide en hiver avec  $T < -1$  °C (régression pour les paires de données de 1996-2017, à l'exclusion de 1998 [voir Galbraith 2006] et des hivers doux de 2010 et 2011). Noter que l'échelle de la CIF dans le panneau de gauche est inversée.

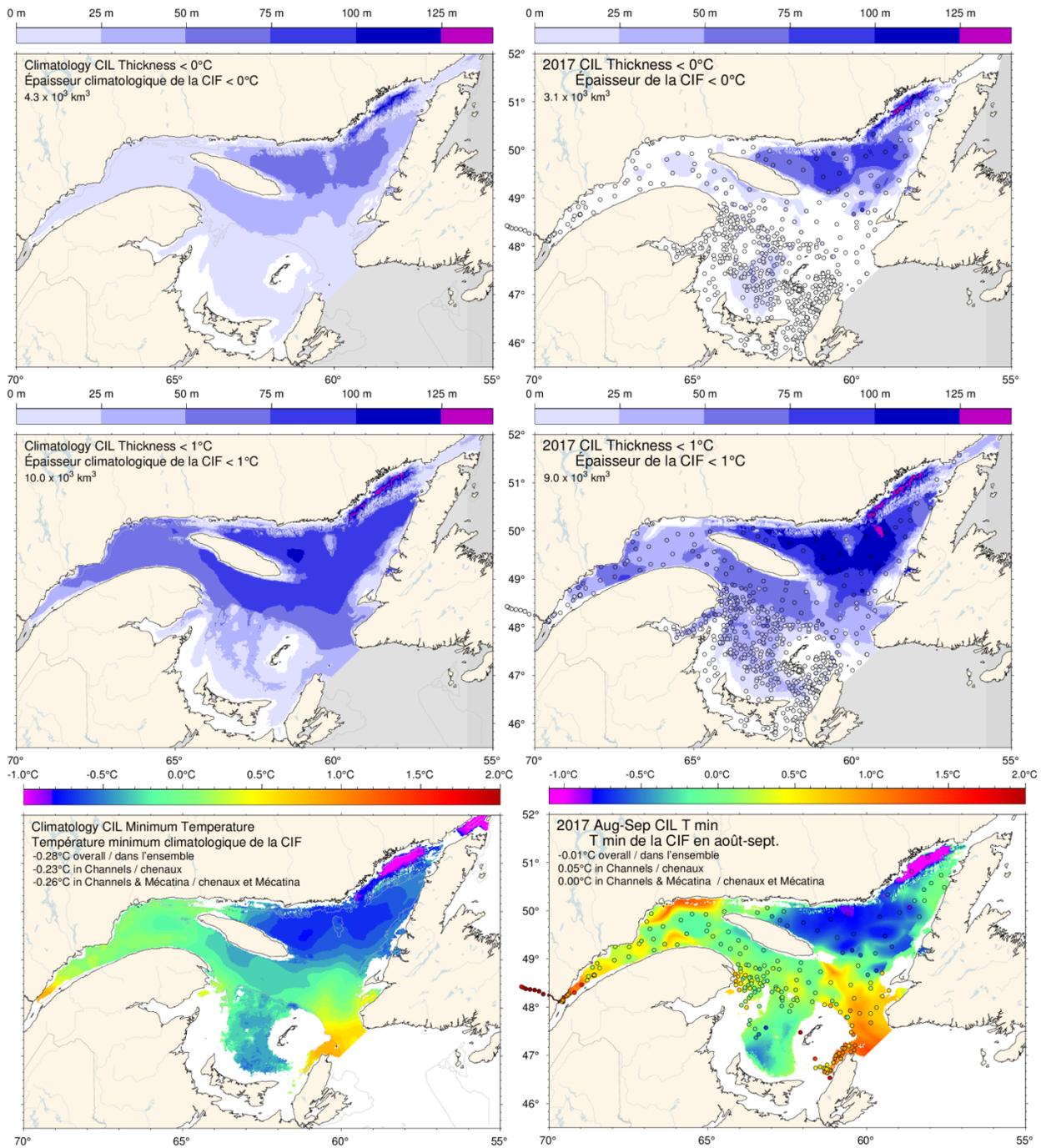


Figure 33. Épaisseur de la couche intermédiaire froide ( $T < 0^\circ\text{C}$ , panneaux du haut;  $T < 1^\circ\text{C}$ , panneaux du milieu) et température minimale (panneaux du bas) en août et septembre 2017 (à droite) et climatologie de 1985-2010 (à gauche). Les symboles des stations sont codés par couleurs selon l'épaisseur de la CIF et la température minimale. Les nombres dans les panneaux du haut et du milieu sont les volumes intégrés de la CIF et les températures mensuelles moyennes dans les panneaux du bas.

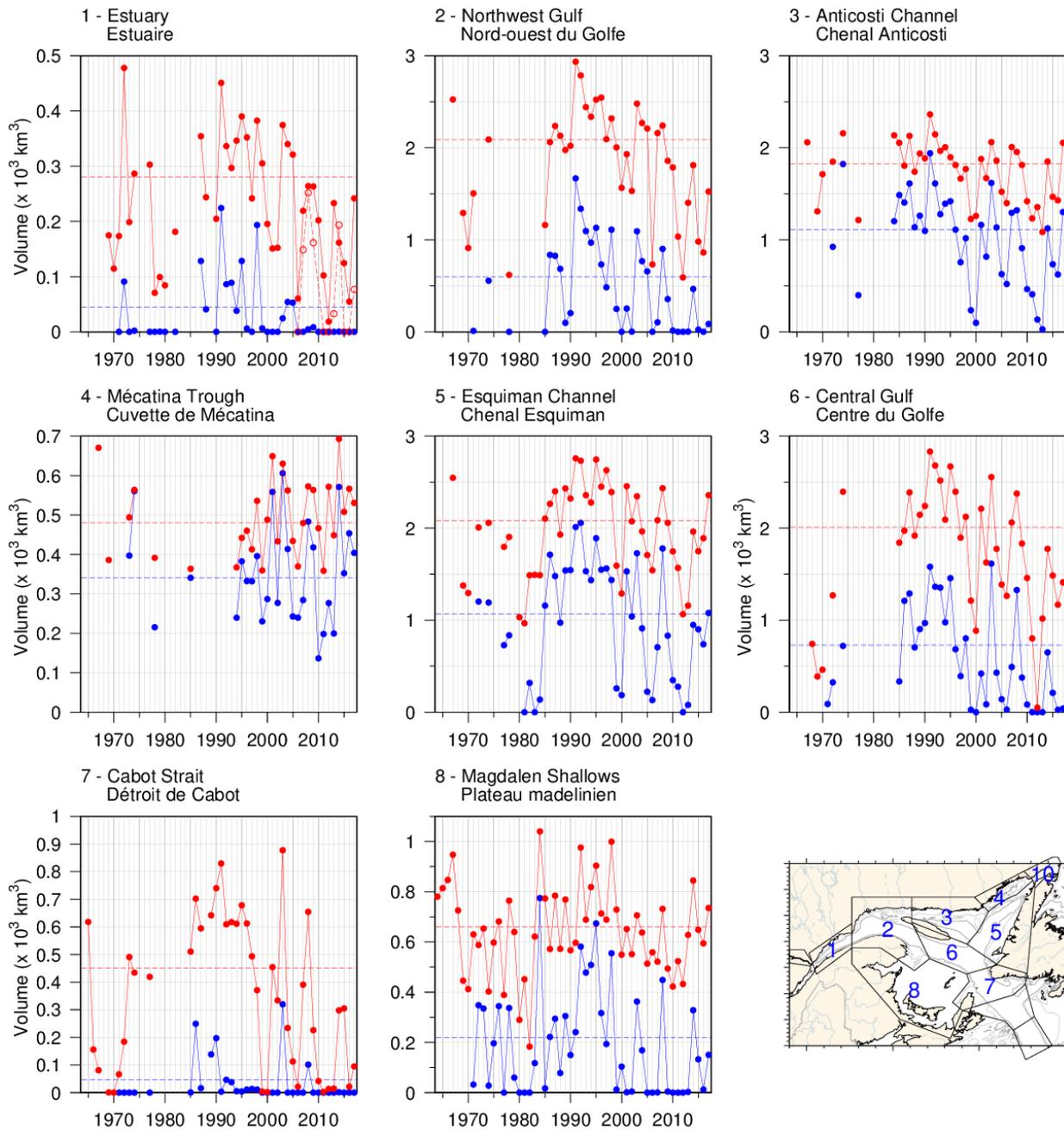


Figure 34. Volume de la CIF d'une température inférieure à 0 °C (en bleu) et à 1 °C (en rouge) en août et septembre (essentiellement la région 8 en septembre). Le volume de la CIF d'une température inférieure à 1 °C en novembre pour les années pour lesquelles il est connu depuis 2006 est également indiqué pour l'estuaire du Saint-Laurent (ligne pointillée).

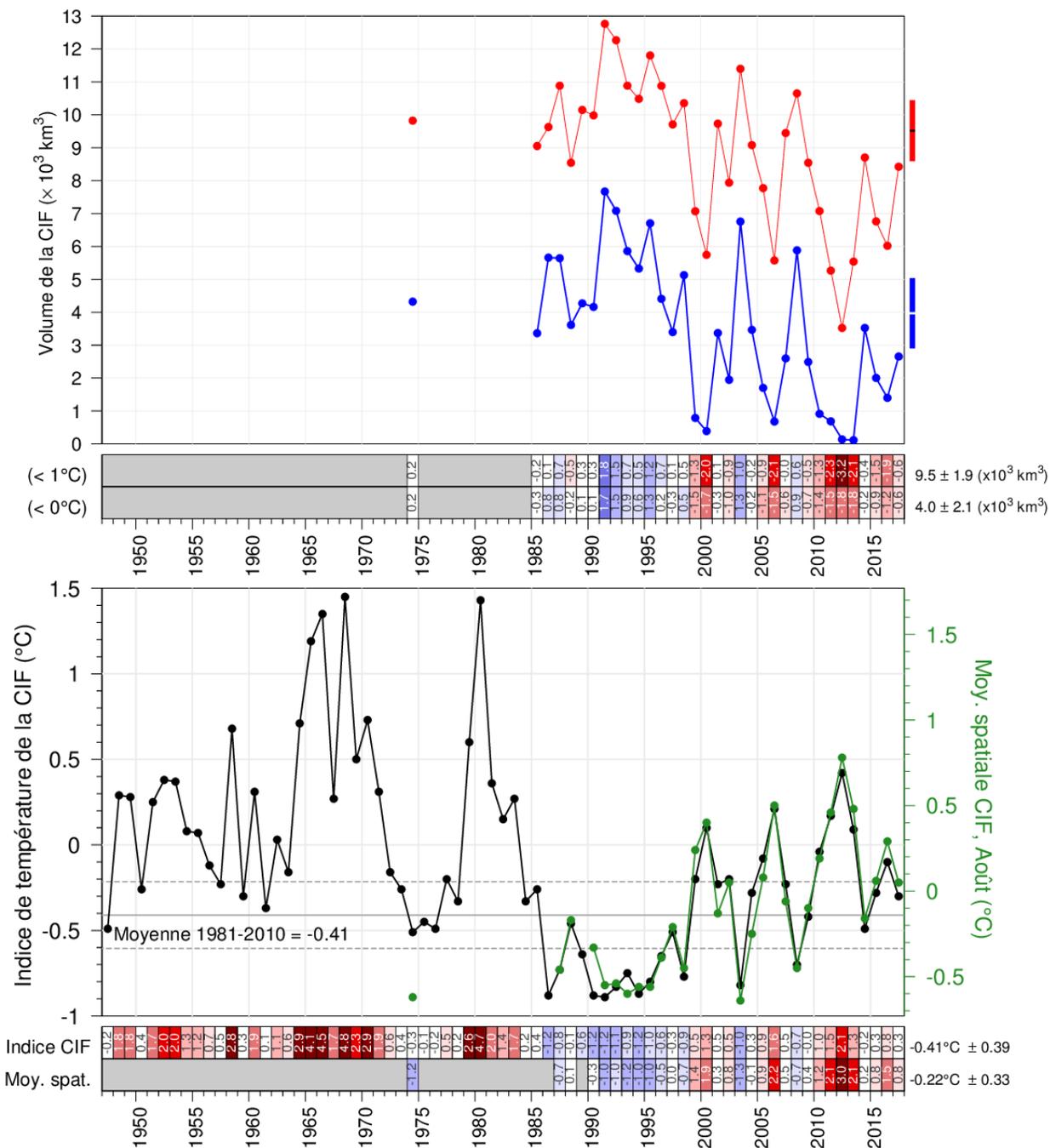


Figure 35. Volume de la CIF (panneau du haut) délimité par 0 °C (en bleu) et 1 °C (en rouge) et indice de la température minimale (panneau du bas) dans le golfe du Saint-Laurent. Les volumes sont l'intégrale de chacune des grilles annuelles de l'épaisseur interpolée, comme celles illustrées sur les panneaux du haut de la Figure 33, à l'exclusion de la cuvette de Mécatina et du détroit de Belle Isle. Les rectangles à droite indiquent la moyenne  $\pm 0,5$  ÉT. Dans le panneau inférieur, la ligne noire est l'indice actualisé de Gilbert et Pettigrew (1997), interpolé au 15 juillet (les lignes pointillées représentant la moyenne  $\pm 0,5$  ÉT) et la ligne verte est la moyenne spatiale de chacune des grilles annuelles interpolées, comme celles illustrées sur les deux panneaux du bas sur la Figure 33, à l'exclusion de la cuvette de Mécatina, du détroit de Belle Isle et du plateau madelinien. Les nombres dans les cases sont les anomalies normalisées par rapport aux climatologies de 1980-2010 calculées à l'aide de toutes les années pour lesquelles les données étaient disponibles.

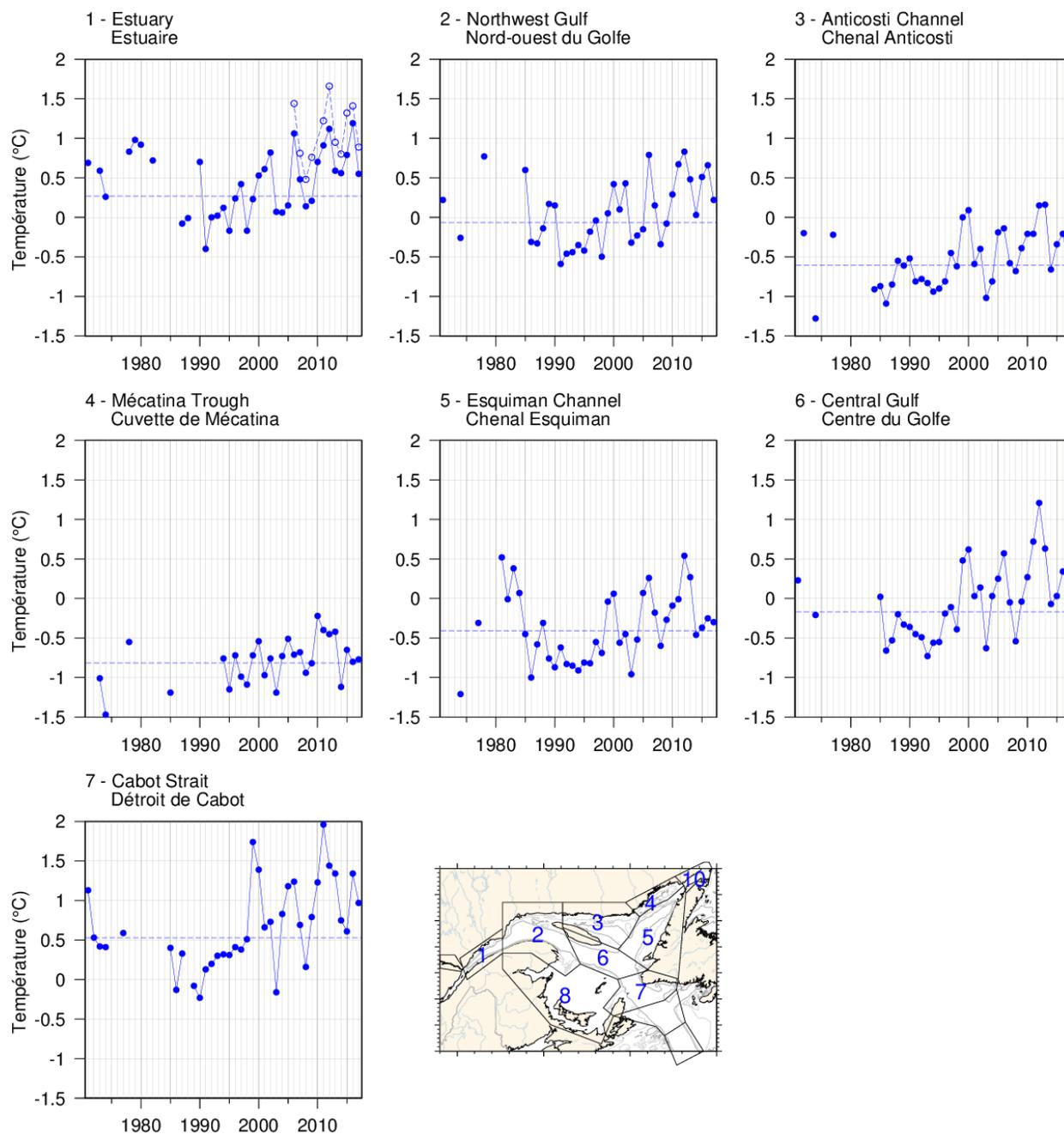


Figure 36. Minimum de température de la CIF, moyenné spatialement pour les sept régions où la température minimale de la CIF peut être clairement déterminée. La moyenne spatiale du minimum de température de la CIF en novembre pour les années pour lesquelles il est connu depuis 2006 est également indiquée pour l'estuaire du Saint-Laurent (ligne pointillée).

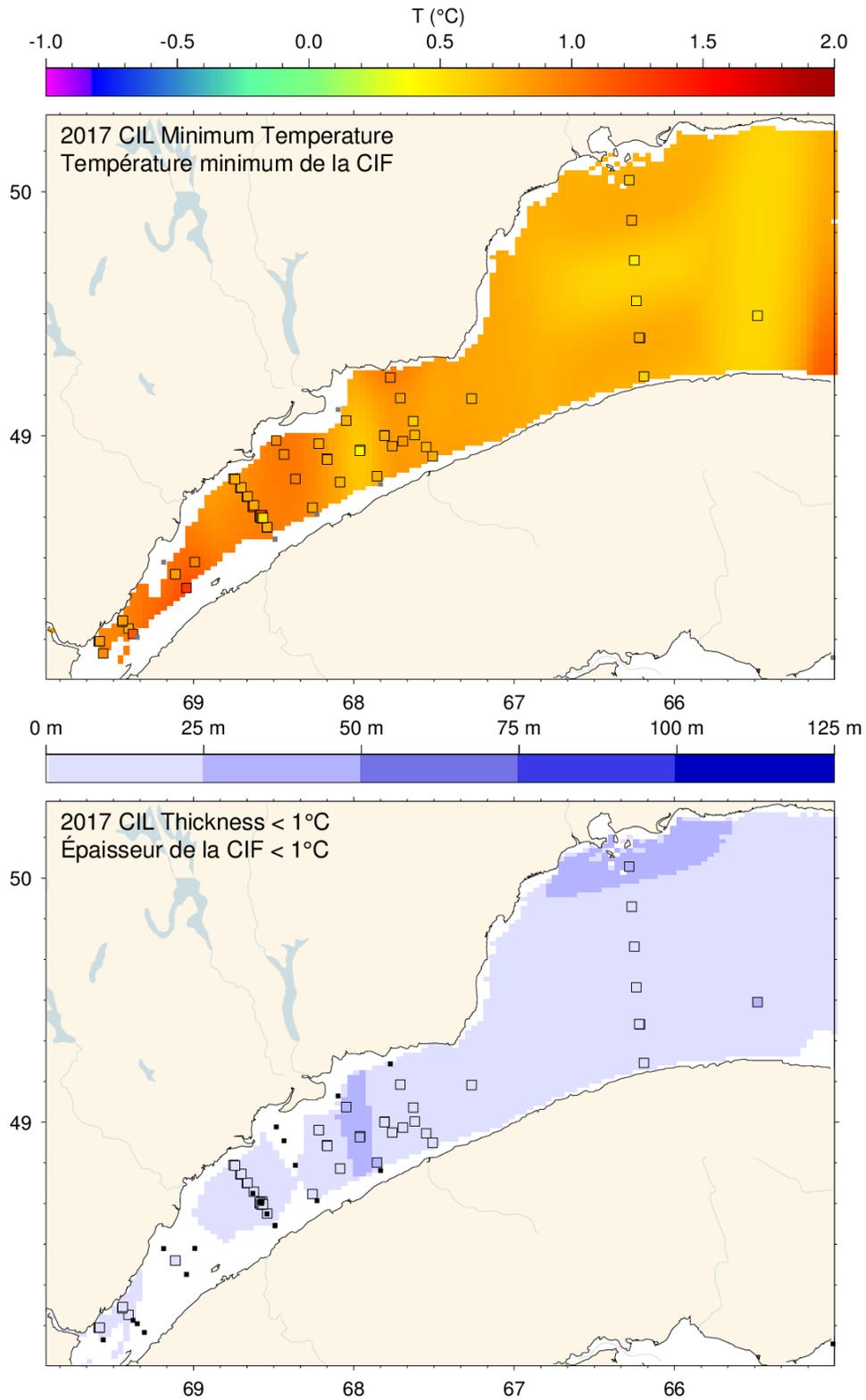


Figure 37. Température minimale ( $T < 1^\circ\text{C}$ ) et épaisseur de la couche intermédiaire froide en novembre 2017 dans l'estuaire du Saint-Laurent.

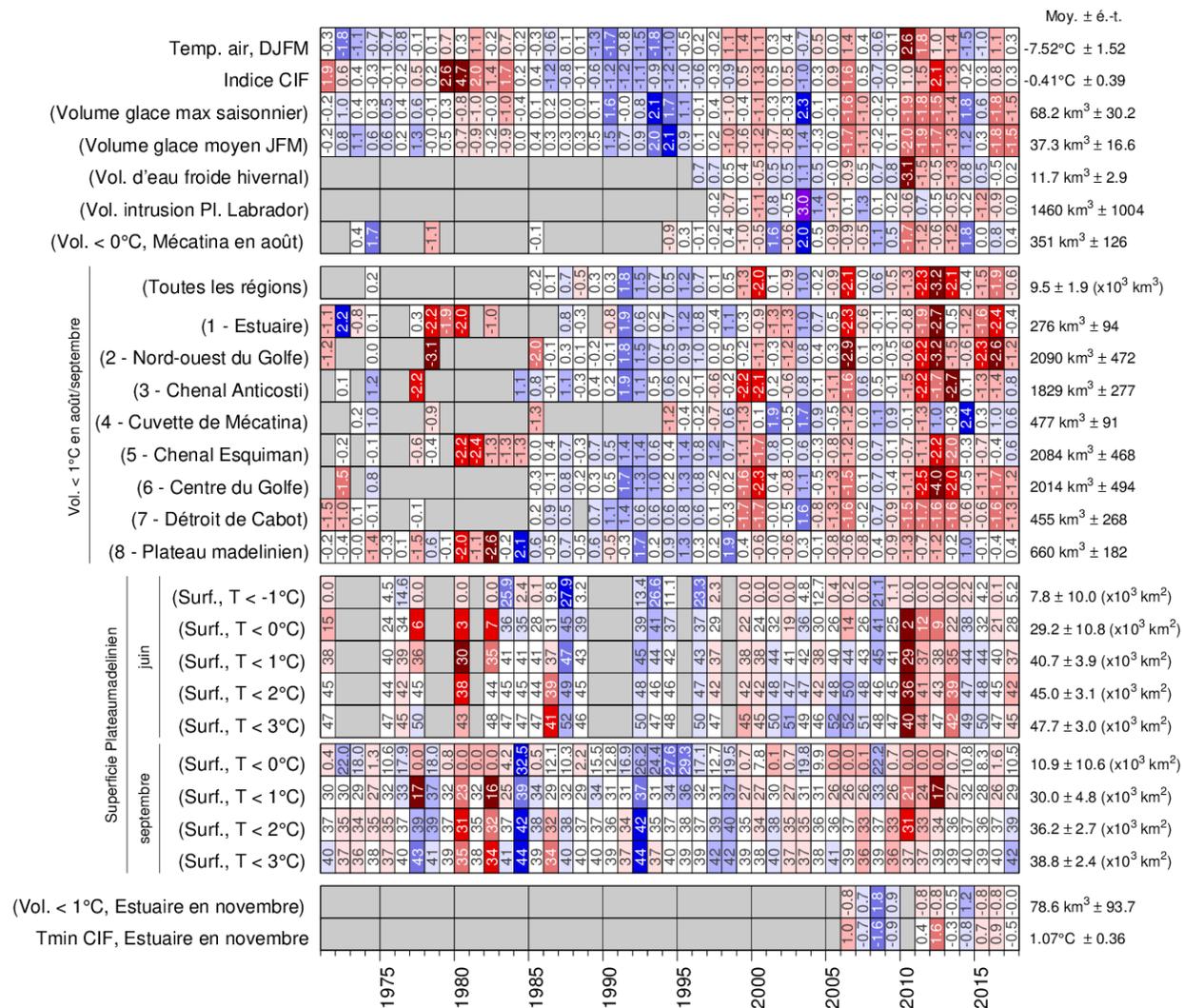


Figure 38. Propriétés hivernales et de la CIF estivale. Le bloc du haut représente les séries chronologiques pour la température de l'air de décembre-janvier-février-mars (Figure 5), l'indice de la CIF de Gilbert et Pettigrew (1997), le volume annuel maximal de glace de mer (golfe + plateau néo-écossais), le volume moyen de glace de mer en décembre-janvier-février, le volume de la couche froide (< -1 °C) en hiver (mars), le volume de l'intrusion d'eau du plateau du Labrador dans le golfe observée en mars et le volume en août-septembre de l'eau froide (< 0 °C) observée dans la cuvette de Mécatina. Le code de couleurs des étiquettes entre parenthèses est inversé (bleu pour les valeurs élevées). Le deuxième bloc indique les séries chronologiques pour les volumes de la CIF en août-septembre (< 1 °C) pour les huit régions et pour l'ensemble du golfe lorsque les données étaient disponibles. Le troisième bloc représente les séries chronologiques pour les superficies du fond du plateau madelinien couvertes par des eaux d'une température inférieure à 0, 1, 2 et 3 °C durant le relevé de juin et de septembre. Le dernier bloc indique le volume de la CIF (< 1 °C) et la température minimale moyenne de la CIF pendant le relevé de novembre dans l'estuaire. Les nombres dans les cellules expriment les anomalies en unités de l'écart-type, sauf pour les zones du fond, où elles sont exprimées en unités de surface ( $\times 10^3 \text{ km}^2$ ) (à cause de l'occurrence de zéros).

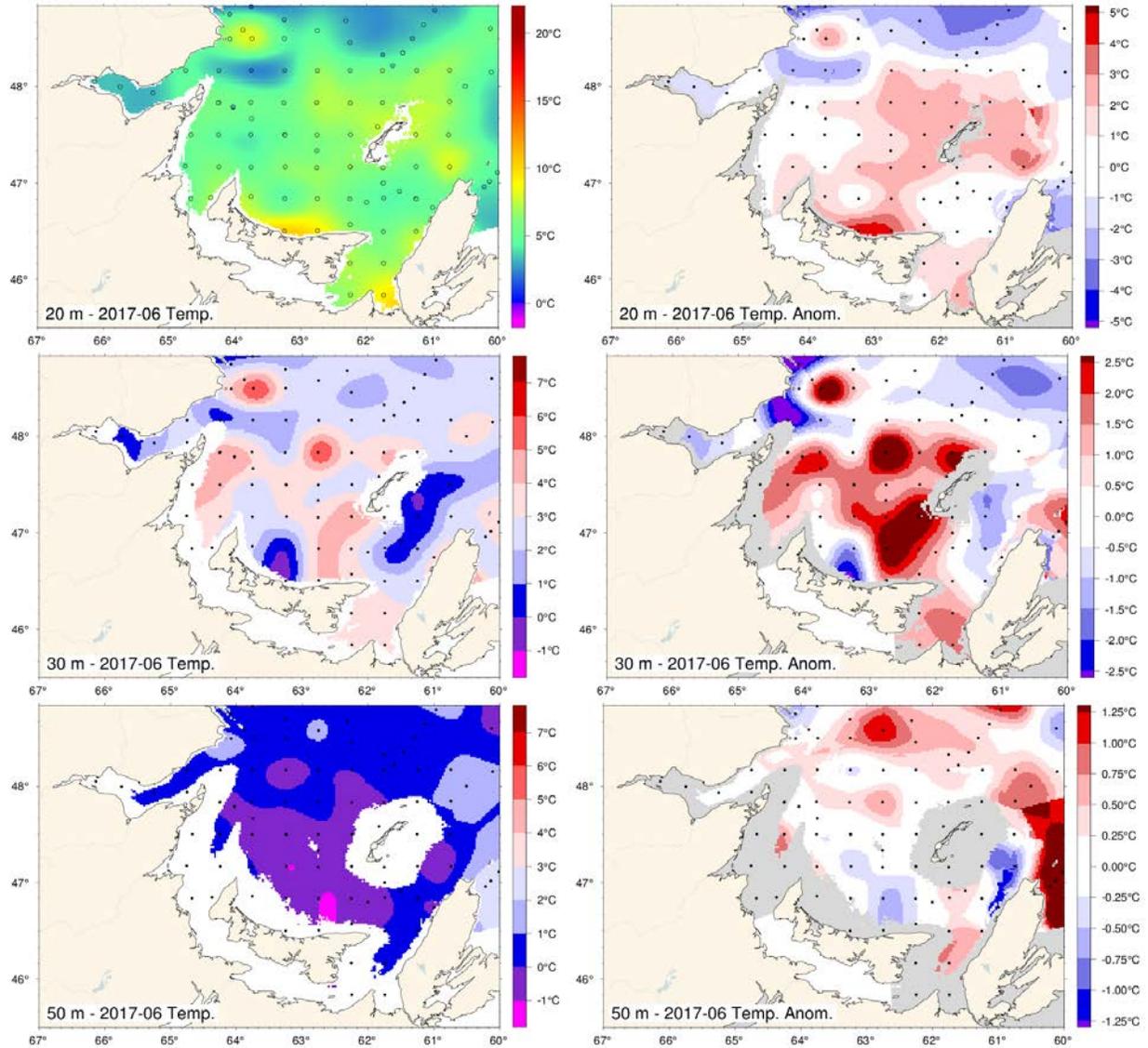
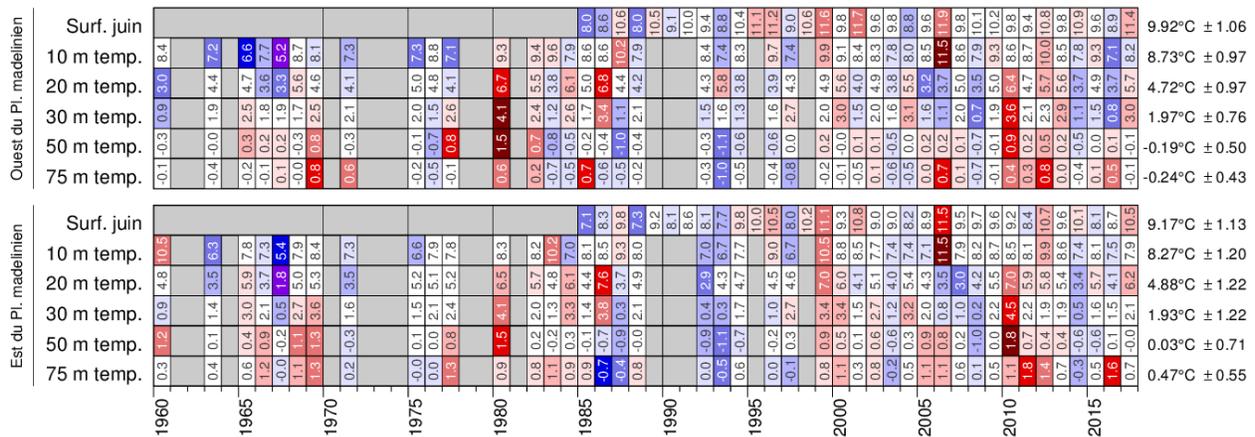


Figure 39. Champs interpolés de température par couches de profondeur, et leurs anomalies, sur le plateau madelinien à 10, 20 et 50 m. Les anomalies sont calculées par rapport aux climatologies de 1971 à 2010 pour toutes les années pour lesquelles les données étaient disponibles (apparaissant sur la Figure 40).



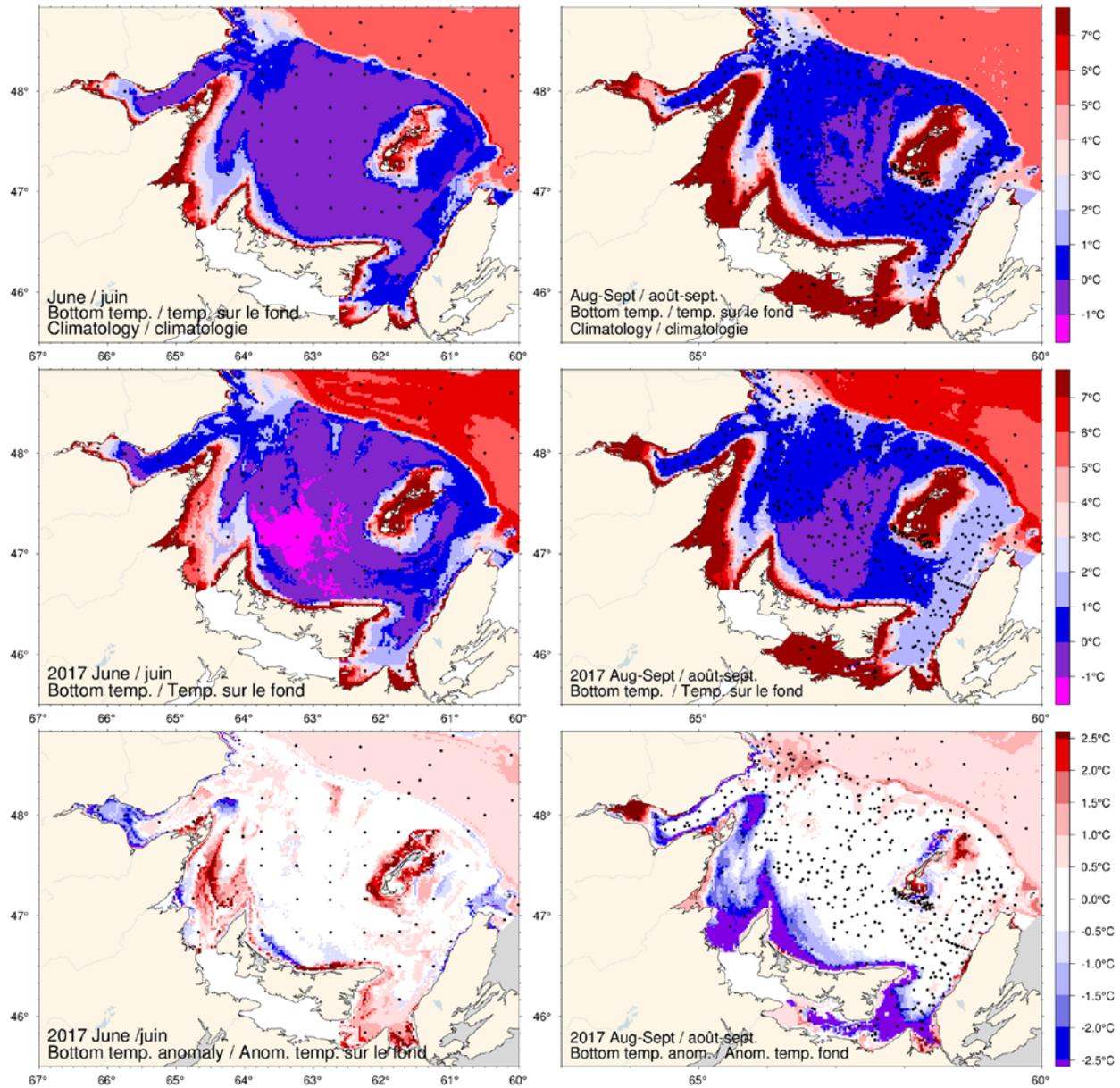


Figure 41. Haut : Climatologie de la température au fond en juin (à gauche) et en août-septembre (à droite); milieu : observations en 2017; bas : anomalies.

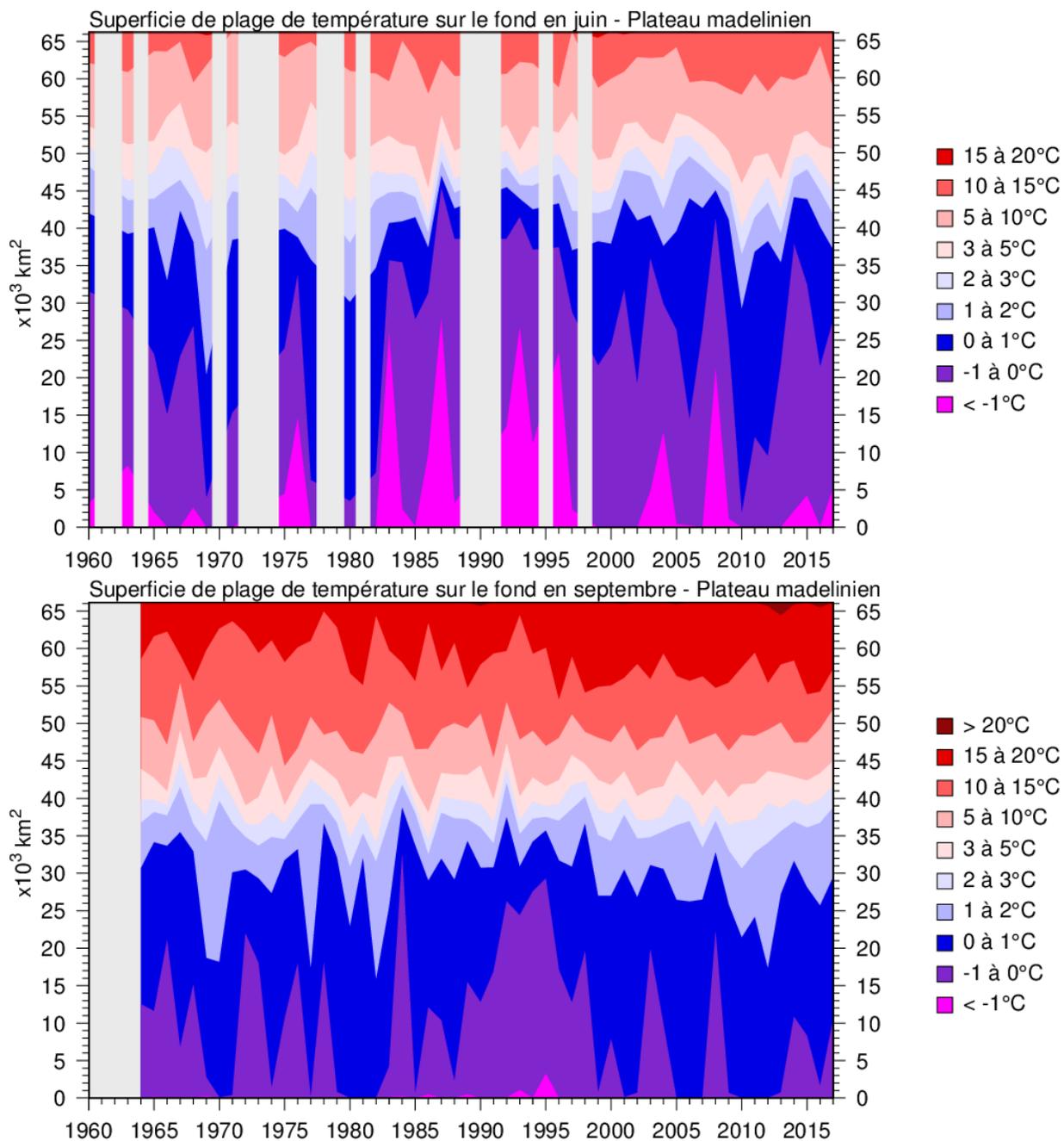


Figure 42. Série chronologique des superficies du fond recouvertes par différentes plages de températures en juin (haut) et en août-septembre (bas) pour le plateau madelinien (région 8). Pour le panneau du bas, les données sont surtout celles de septembre.

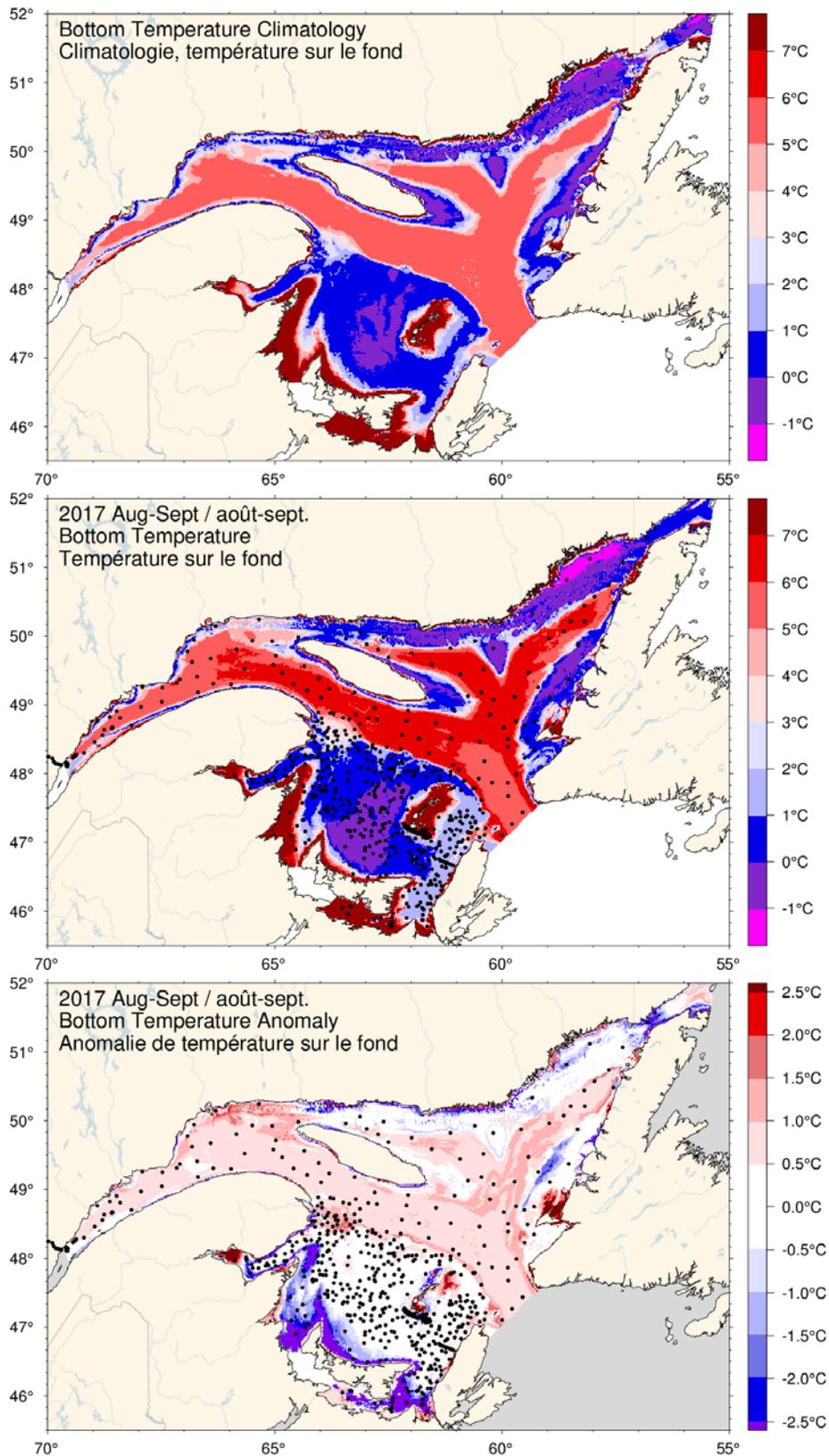


Figure 43. Climatologie de la température au fond en août-septembre (haut), observations en 2017 (milieu) et anomalies (bas).

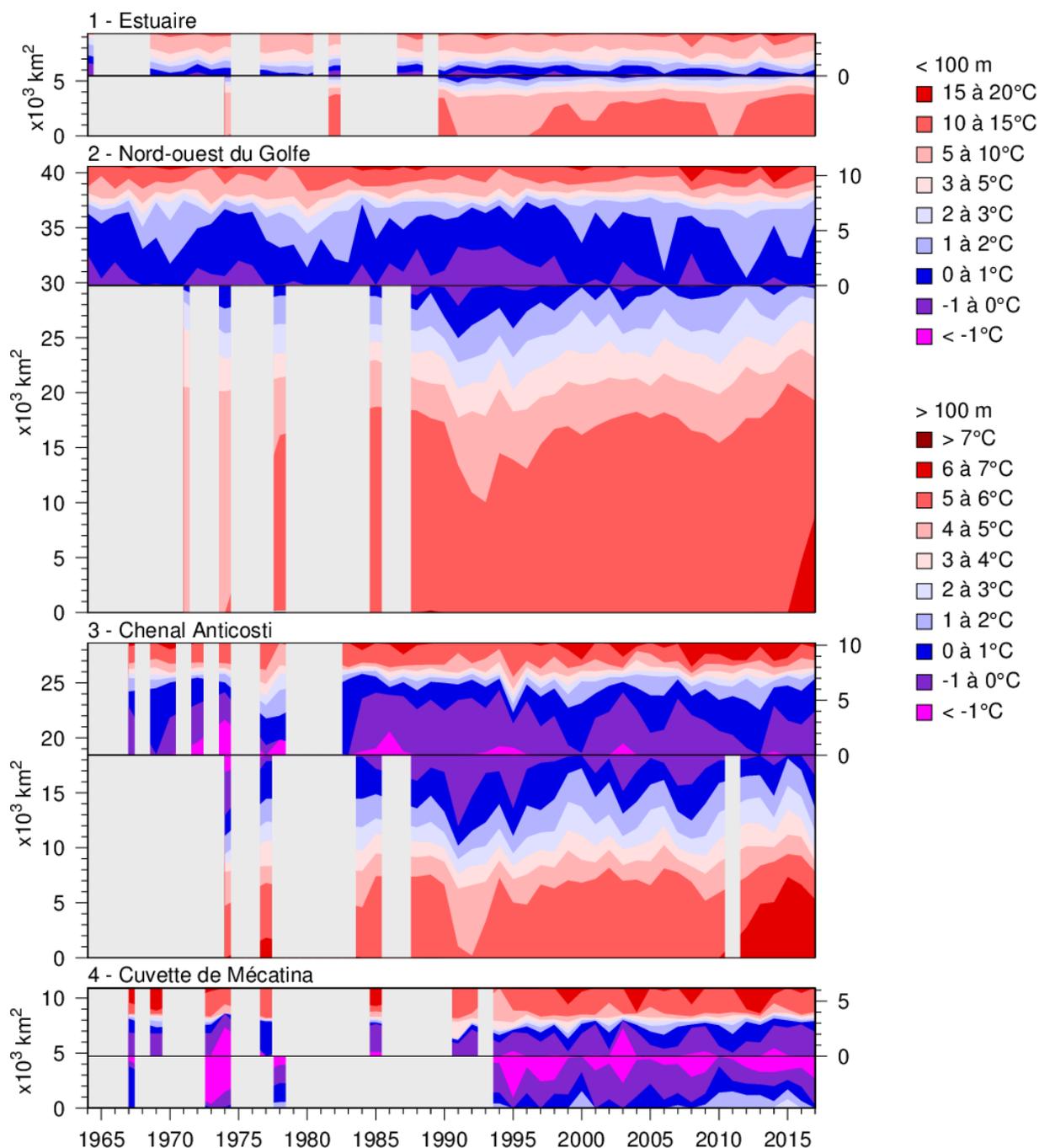


Figure 44. Série chronologique des superficies du fond recouvertes par différentes plages de températures en août-septembre pour les régions 1 à 4. Dans les panneaux, la ligne horizontale noire sépare les superficies peu profondes (< 100 m) et profondes (> 100 m) afin de distinguer les eaux plus chaudes au-dessus et en dessous de la CIF. Les superficies peu profondes sont illustrées en haut à l'aide de l'échelle à la droite et les eaux plus chaudes sont représentées en commençant par le haut. Les superficies profondes sont indiquées sous la ligne horizontale et les eaux plus chaudes commencent en bas. Les superficies de la CIF au-dessus et en dessous de 100 m se rejoignent près de la ligne horizontale.

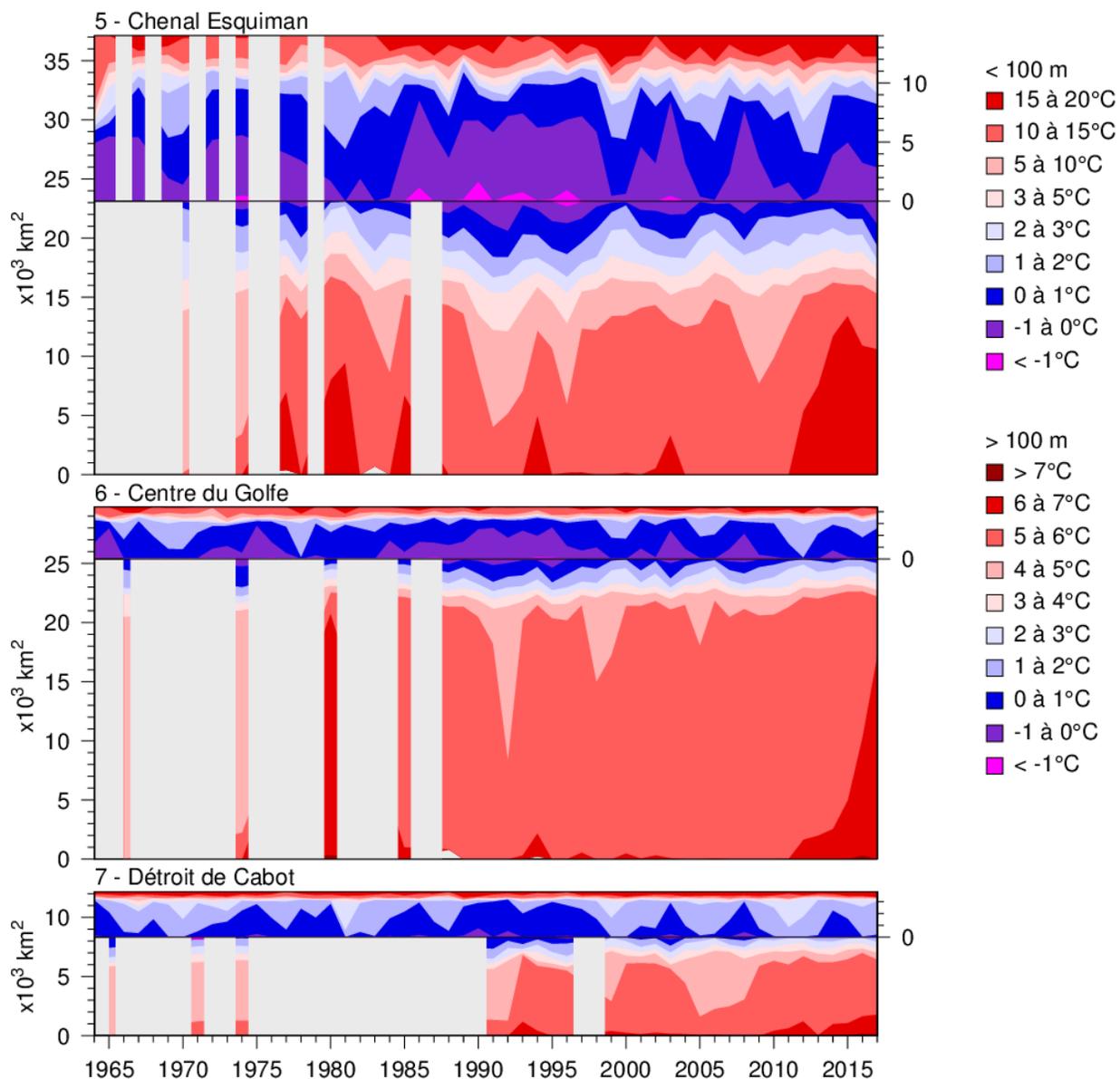


Figure 45. Série chronologique des superficies du fond recouvertes par différentes plages de températures en août-septembre pour les régions 5 à 7. Dans les panneaux, les superficies peu profondes (< 100 m) et profondes (> 100 m) sont séparées afin de distinguer les eaux plus chaudes au-dessus et en dessous de la CIF. Voir la légende de la Figure 44.

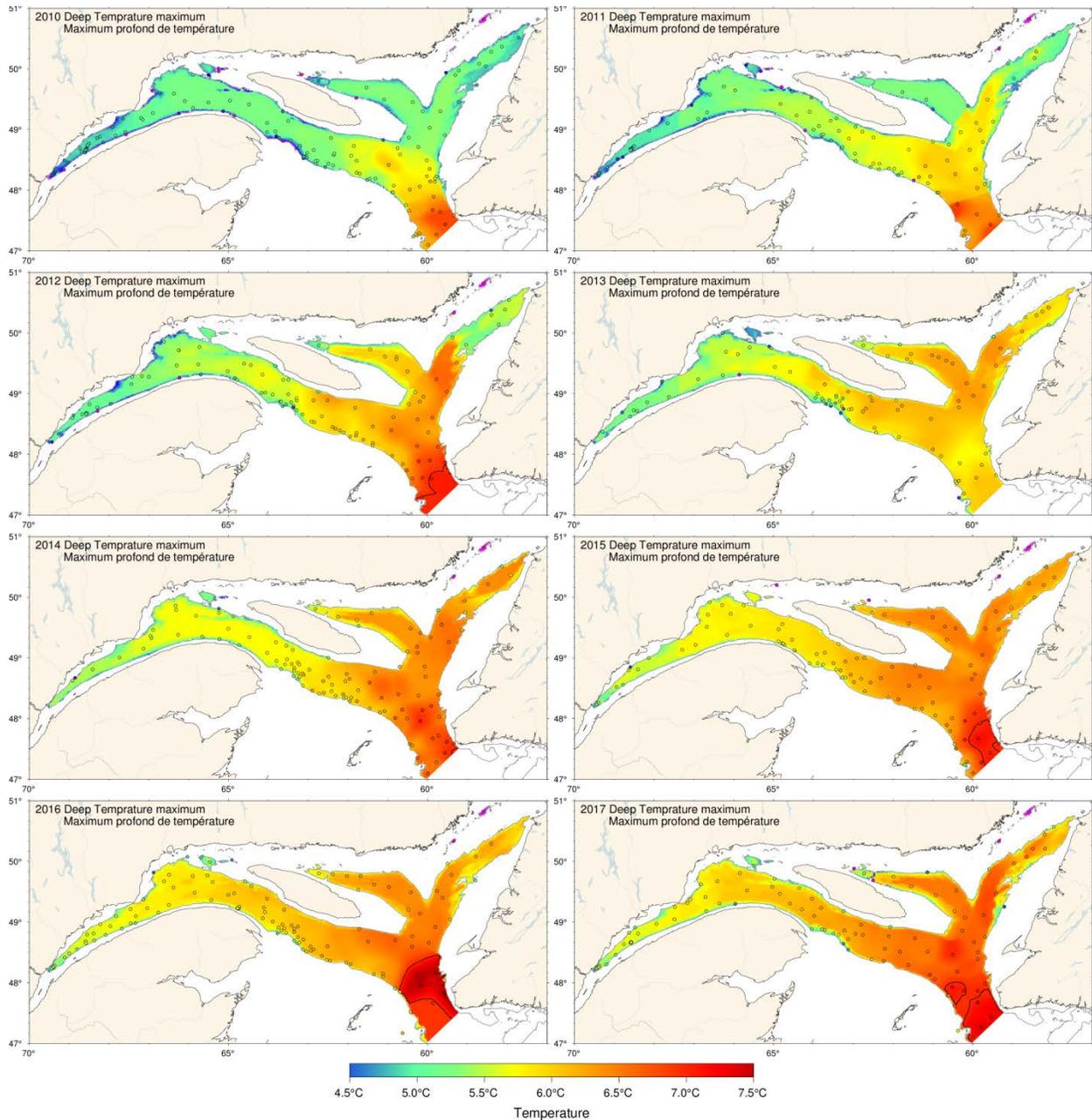


Figure 46. Carte du maximum profond de température généralement observé entre 200 et 300 m, 2010-2017. Les cartes ont été interpolées à partir des données d'août-septembre disponibles pour chaque année. Pour 2012, 2013 et 2017, les profils réalisés dans le détroit de Cabot pendant le relevé d'automne ont été utilisés pour combler les lacunes de l'échantillonnage d'août.

	Température 300 m		Température Maximale		Température 200 m		T moyenne Golfe		Moy. ± é.-t.	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
1975	Estuaire	5.04	5.29	5.29	4.89	4.56	4.26	4.73	4.24	± 0.92
	Nord-ouest du Golfe	6.29	6.10	5.12	5.01	4.73	4.32	4.91	4.23	± 0.63
	Chenal Anticosti	5.39	5.32	5.47	5.16	4.76	4.40	4.86	4.14	± 0.39
	Chenal Esquiman	4.61	5.84	5.11	5.10	4.80	4.88	4.97	4.97	± 0.20
	Centre du Golfe	6.91	5.83	5.43	5.19	4.86	4.39	5.10	4.80	± 0.83
	Détroit de Cabot	6.18	6.60	5.61	5.08	4.93	4.49	4.76	4.12	± 0.65
1980	Estuaire	5.96	6.10	5.60	5.20	5.05	5.14	5.44	5.06	± 0.23
	Nord-ouest du Golfe	6.36	6.28	5.96	5.88	5.41	5.36	5.73	5.60	± 0.13
	Chenal Anticosti	6.11	5.85	5.68	5.67	5.56	5.27	5.66	5.67	± 0.24
	Chenal Esquiman	5.45	5.09	5.44	5.15	5.30	5.35	5.16	4.25	± 0.49
	Centre du Golfe	6.00	6.17	5.43	5.37	5.26	5.12	5.33	5.23	± 0.52
	Détroit de Cabot	7.41	6.78	6.10	5.73	5.30	5.36	5.76	5.69	± 0.27
1985	Estuaire	6.60	6.62	6.08	5.90	5.36	5.33	5.67	5.63	± 0.22
	Nord-ouest du Golfe	5.42	5.95	5.60	5.76	5.60	4.91	5.65	5.65	± 0.42
	Chenal Anticosti	5.37	5.86	5.61	5.68	5.62	5.23	5.65	5.65	± 0.42
	Chenal Esquiman	5.43	5.77	5.52	5.56	5.51	5.26	5.33	5.61	± 0.22
	Centre du Golfe	5.47	5.40	5.22	5.25	1.84	6.49	5.37	5.11	± 0.22
	Détroit de Cabot	6.41	6.01	5.91	5.45	4.96	4.52	5.11	4.72	± 0.38
1990	Estuaire	5.51	6.16	5.10	5.94	5.19	4.52	5.32	5.05	± 0.21
	Nord-ouest du Golfe	6.13	5.78	5.81	5.93	1.94	7.2	5.45	5.48	± 0.23
	Chenal Anticosti	6.24	5.96	5.66	5.50	1.54	7.0	5.37	5.13	± 0.69
	Chenal Esquiman	5.80	5.92	5.79	5.76	2.84	8.85	5.57	5.55	± 0.42
	Centre du Golfe	5.62	5.48	5.42	5.39	5.32	4.86	5.35	5.35	± 0.28
	Détroit de Cabot	6.12	5.80	5.74	5.47	5.31	5.09	5.47	5.40	± 0.32
2000	Estuaire	6.19	5.97	5.73	5.58	5.22	4.93	5.45	5.45	± 0.29
	Nord-ouest du Golfe	5.48	5.95	5.75	5.65	5.30	4.91	5.53	5.52	± 0.25
	Chenal Anticosti	6.54	6.09	5.85	5.67	5.39	5.06	5.59	5.60	± 0.57
	Chenal Esquiman	6.47	5.92	5.91	5.72	4.7	5.20	5.65	5.57	± 0.62
	Centre du Golfe	6.32	6.67	6.33	5.75	4.7	6.11	5.45	5.40	± 0.29
	Détroit de Cabot	5.93	5.56	5.64	5.52	4.7	5.13	5.50	5.50	± 0.33
2005	Estuaire	5.33	5.61	5.65	5.54	4.25	5.12	5.57	5.55	± 0.42
	Nord-ouest du Golfe	5.21	5.39	5.46	5.58	4.1	5.17	5.41	5.41	± 0.25
	Chenal Anticosti	5.48	5.54	5.46	5.46	3.65	5.06	5.28	5.15	± 0.50
	Chenal Esquiman	6.78	5.53	5.34	5.15	2.55	5.02	5.31	5.32	± 0.45
	Centre du Golfe	6.38	6.18	5.84	5.34	5.12	4.73	5.54	5.51	± 0.28
	Détroit de Cabot	6.46	5.96	5.99	5.64	5.24	4.82	5.45	5.45	± 0.27
2010	Estuaire	6.70	6.25	6.17	5.87	5.44	4.96	5.75	5.84	± 0.34
	Nord-ouest du Golfe	6.50	6.05	6.39	5.99	5.54	5.11	5.77	5.83	± 0.05
	Chenal Anticosti	7.40	6.60	6.19	5.96	5.65	5.24	5.87	6.06	± 0.89
	Chenal Esquiman	7.63	6.78	6.17	6.13	5.82	5.46	6.02	6.19	± 0.60
	Centre du Golfe	7.45	6.75	6.57	6.31	5.88	5.53	6.18	6.26	± 0.11
	Détroit de Cabot	7.54	7.26	6.72	6.41	5.94	5.53	6.27	6.28	± 0.53
2015	Estuaire	5.93	5.29	4.89	4.56	4.26	4.60	4.82	4.82	± 0.23
	Nord-ouest du Golfe	6.29	6.10	5.12	5.01	4.73	4.32	4.91	4.23	± 0.17
	Chenal Anticosti	5.39	5.32	5.47	5.16	4.76	4.40	4.86	4.14	± 0.19
	Chenal Esquiman	4.61	5.84	5.11	5.10	4.80	4.88	4.97	4.28	± 0.25
	Centre du Golfe	6.91	5.83	5.43	5.19	4.86	4.39	5.10	4.80	± 0.36
	Détroit de Cabot	6.18	6.60	5.61	5.08	4.93	4.49	4.76	4.12	± 0.65
1981-2010	Estuaire	5.93	5.32	4.88	4.35	4.33	4.23	4.00	3.63	± 0.36
	Nord-ouest du Golfe	7.56	6.33	4.86	4.49	4.62	4.02	3.82	2.87	± 0.38
	Chenal Anticosti	4.90	4.51	4.56	4.41	4.04	4.21	3.90	3.55	± 0.54
	Chenal Esquiman	7.33	5.94	4.88	4.33	4.31	3.89	4.30	3.66	± 0.58
	Centre du Golfe	6.38	5.10	3.88	3.07	3.93	3.84	3.63	3.37	± 0.52
	Détroit de Cabot	6.99	6.40	4.83	4.01	4.89	3.53	3.91	3.55	± 0.65
1981-2010	Estuaire	8.24	7.54	5.87	5.14	5.27	4.50	2.79	2.79	± 0.91
	Nord-ouest du Golfe	6.79	5.84	4.61	4.34	4.40	4.23	4.40	4.23	± 0.36
	Chenal Anticosti	7.44	6.87	6.06	5.79	4.61	5.30	4.74	4.39	± 0.38
	Chenal Esquiman	6.58	6.18	5.76	5.38	5.66	4.87	4.81	4.39	± 0.54
	Centre du Golfe	6.29	6.36	5.94	5.34	4.40	4.65	4.33	4.70	± 0.58
	Détroit de Cabot	6.26	5.45	4.55	4.02	4.53	3.85	4.7	4.31	± 0.52
1981-2010	Estuaire	7.16	6.59	5.20	4.63	4.77	4.32	4.5	4.31	± 0.58
	Nord-ouest du Golfe	6.92	6.54	5.47	5.11	5.22	4.74	4.66	4.42	± 0.58
	Chenal Anticosti	6.94	6.48	5.34	5.21	5.00	4.74	4.42	4.42	± 0.65
	Chenal Esquiman	6.26	5.98	5.24	4.99	4.40	4.48	4.48	4.39	± 0.65
	Centre du Golfe	6.34	5.63	5.09	4.71	5.04	4.66	4.74	4.29	± 0.65
	Détroit de Cabot	4.45	5.35	4.96	4.77	5.16	4.81	4.64	4.07	± 0.65
1981-2010	Estuaire	5.95	5.13	4.13	4.29	4.31	4.40	3.95	3.83	± 0.65
	Nord-ouest du Golfe	4.83	4.12	3.23	3.39	2.93	1.83	6.63	1.3	± 0.65
	Chenal Anticosti	7.54	6.44	5.07	4.18	3.85	4.63	3.26	3.26	± 0.65
	Chenal Esquiman	5.12	6.05	4.99	4.60	4.83	4.39	3.97	3.54	± 0.65
	Centre du Golfe	6.24	5.34	4.13	3.89	4.03	3.86	3.93	3.50	± 0.65
	Détroit de Cabot	5.78	4.56	4.15	3.85	3.83	3.43	3.13	3.34	± 0.65
1981-2010	Estuaire	7.23	6.70	5.38	4.84	4.74	4.30	4.23	3.83	± 0.65
	Nord-ouest du Golfe	6.41	5.68	4.67	4.39	4.51	3.80	4.16	3.84	± 0.65
	Chenal Anticosti	6.75	6.43	5.64	4.83	4.73	4.49	4.62	4.02	± 0.65
	Chenal Esquiman	7.19	5.96	5.16	4.65	4.81	4.61	4.11	3.97	± 0.65
	Centre du Golfe	6.25	5.85	5.16	4.77	4.69	4.14	4.52	4.03	± 0.65
	Détroit de Cabot	7.83	6.59	5.56	4.66	4.27	4.80	4.94	4.02	± 0.65
1981-2010	Estuaire	5.49	5.03	4.85	4.68	4.94	4.27	4.41	4.07	± 0.65
	Nord-ouest du Golfe	4.46	5.46	4.82	4.46	4.39	4.29	4.13	3.80	± 0.65
	Chenal Anticosti	5.88	6.03	5.36	4.44	4.43	3.85	4.30	4.05	± 0.65
	Chenal Esquiman	5.84	5.92	4.73	4.33	4.61	4.46	4.64	4.28	± 0.65
	Centre du Golfe	6.62	5.40	4.73	4.32	4.17	3.60	4.03	3.98	± 0.65
	Détroit de Cabot	8.01	6.49	4.96	4.30	4.11	3.65	4.13	3.86	± 0.65
1981-2010	Estuaire	7.28	6.83	5.54	4.66	4.23	3.94	3.94	3.56	± 0.65
	Nord-ouest du Golfe	8.45	7.18	6.36	5.41	5.00	4.27	4.10	3.88	± 0.65
	Chenal Anticosti	8.22	5.89	4.53	3.23	3.09	2.57	4.91	4.04	± 0.65
	Chenal Esquiman	8.52	7.89	6.23	5.76	6.83	1.85	4.91	4.16	± 0.65
	Centre du Golfe	8.68	7.61	6.15	5.77	5.81	5.61	5.22	4.70	± 0.65
	Détroit de Cabot	9.18	7.04	6.56	5.46	4.88	4.88	5.15	4.60	± 0.65
1981-2010	Estuaire	8.69	7.29	5.84	5.31	5.10	4.14	4.32	4.56	± 0.65
	Nord-ouest du Golfe	6.31	6.31	5.61	5.51	5.51	5.51	5.51	5.51	± 0.65
	Chenal Anticosti	5.21	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77	± 0.65
	Chenal Esquiman	5.37	5.31	4.98	4.90	5.17	5.01	5.01	5.01	± 0.65
	Centre du Golfe	6.45	5.53	5.13	5.12	5.08	4.74	4.74	4.74	± 0.65
	Détroit de Cabot	6.82	6.14	5.94	5.74	5.37	4.96	4.96	4.96	± 0.65
1981-2010	Estuaire	6.09	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05	± 0.65
	Nord-ouest du Golfe	6.68	6.25	6.34	6.09	5.99	5.93	5.93	5.93	± 0.65
	Chenal Anticosti	7.40	6.60	6.19	5.96	5.65	5.24	5.24	5.24	± 0.65
	Chenal Esquiman	7.63	6.78	6.17	6.13	5.82	5.46	5.46	5.46	± 0.65
	Centre du Golfe	7.45	6.75	6.57	6.31	5.88	5.53	5.53	5.53	± 0.65
	Détroit de Cabot	7.54	7.26	6.72	6.41	5.94	5.53	5.53	5.53	± 0.65

Figure 47. Température de la couche profonde. Les moyennes de température dans le golfe sont représentées pour 150, 200, 250 et 300 m, ainsi que les moyennes du maximum profond de température généralement observé entre 200 et 300 m dans le golfe. Les moyennes régionales sont indiquées pour 200 et 300 m, ainsi que la température du maximum profond. Les nombres indiqués à droite sont les moyennes climatologiques et les écarts-types pour 1981-2010. Les nombres qui figurent dans les cellules sont les températures moyennes. Le code de couleurs correspond à l'anomalie de température par rapport à la climatologie de 1981-2010 de chaque région et profondur.

		S moyenne Golfe				Salinité 200 m												Salinité 300 m						Moy. ± é.t.
		150 m	200 m	250 m	300 m	Estuaire	Nord-ouest du Golfe	Chenal Anticosti	Cuvette de Mécatina	Chenal Esquiman	Centre du Golfe	Détroit de Cabot	Laurentien Hermitage	Laurentien Embouchure	Estuaire	Nord-ouest du Golfe	Centre du Golfe	Détroit de Cabot	Laurentien Hermitage	Laurentien Embouchure				
1975		1.3	0.6	0.6	1.1	0.1	0.8	0.4	1.1	-0.8	1.5	1.6	0.8	0.8	-1.7	-1.6	-0.4	2.2	0.5	0.1	0.0			
1980		-2.3	-1.7	-1.4	0.1	0.4	-0.4	0.3	0.2	0.2	1.4	0.2	1.8	-2.4	0.7	1.8	1.2	0.6	0.2	1.8	1.3	0.0		
1985		1.7	2.3	-1.4	-0.6	-0.8	-2.0	-0.5	-0.2	-2.2	0.7	0.8	2.1	1.0	-0.4	1.3	0.1	0.8	-0.8	-1.9	1.6	0.1		
1990		0.6	0.9	0.6	0.7	0.7	0.8	2.1	1.0	-0.4	1.3	0.1	0.8	0.8	0.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
1995		-3.0	-2.1	-2.5	-0.5	1.4	0.8	0.9	-0.5	2.1	1.0	1.6	-1.6	1.2	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		
2000		-0.9	-0.1	0.4	1.9	1.0	1.6	-1.6	1.2	1.2	1.7	1.4	0.7	0.3	1.5	1.5	1.4	0.5	1.5	1.4	0.5	1.5		
2005		-0.8	-0.5	-0.5	0.6	1.5	-0.2	0.7	1.4	0.7	0.6	1.7	1.4	1.3	0.8	0.4	1.6	2.6	0.8	0.4	1.6	2.6		
2010		1.7	1.8	1.5	1.0	0.4	0.5	-1.9	1.8	1.7	1.4	1.1	0.4	0.5	-1.5	-1.4	-0.2	0.4	-0.1	-0.4	-1.8	-0.4		
2015		-0.6	-0.5	0.1	0.4	0.1	0.3	0.4	1.4	0.6	-0.1	2.1	1.9	-0.9	-0.8	-2.1	-2.0	-1.2	-0.8	-1.7	-1.5	-1.3		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	0.1	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		0.2	0.1	0.5	0.6																			

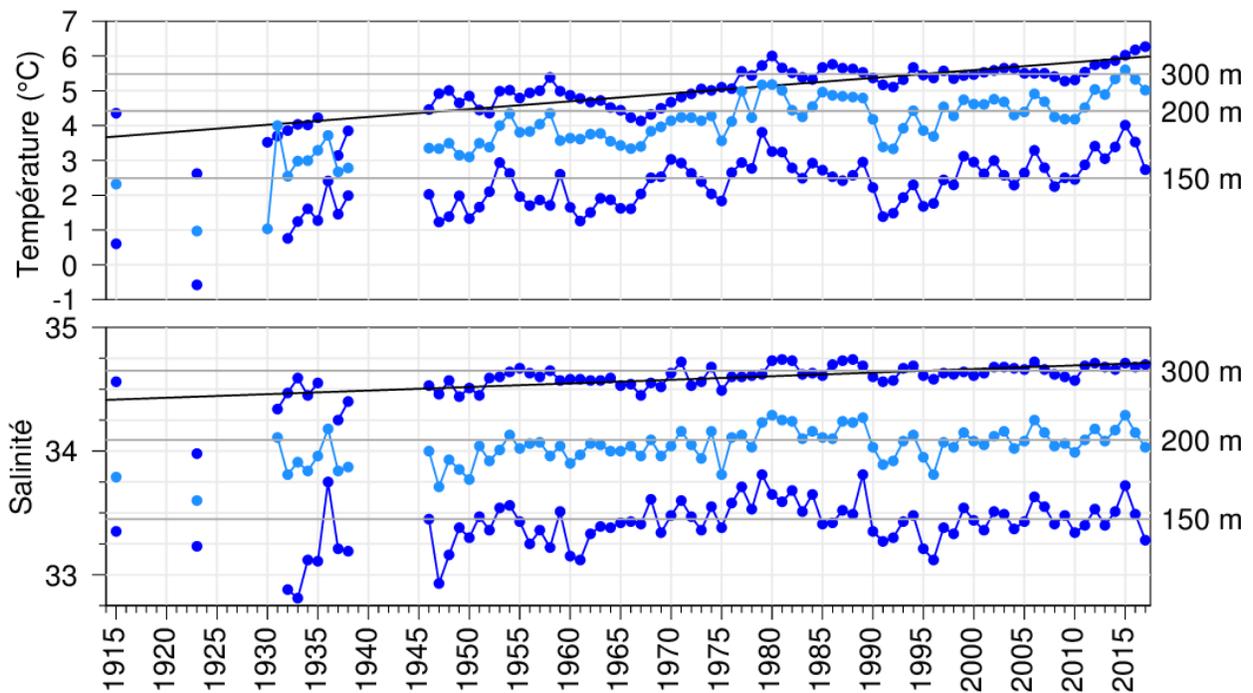


Figure 49. Série chronologique de la température et de la salinité moyennée par couche de profondeur pour le golfe du Saint-Laurent. Les panneaux de température et de salinité représentent les moyennes annuelles à 150, 200 et 300 m et les lignes horizontales sont les moyennes de 1981-2010. Les lignes obliques indiquent les régressions, de 2,2 °C et 0,3 respectivement par siècle, de la température et de la salinité à 300 m.

## March/mars 2017

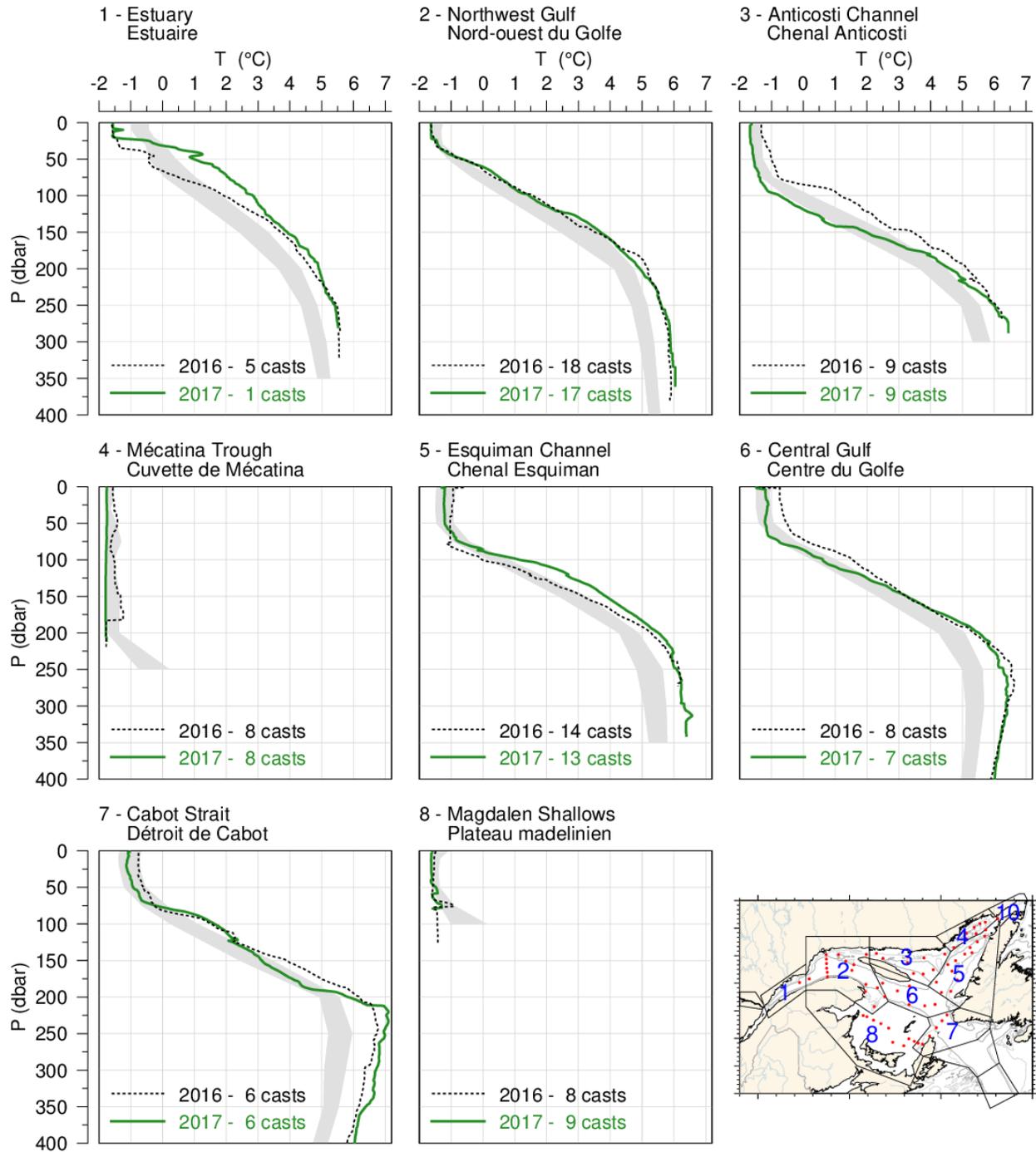


Figure 50. Profils moyens de la température observés dans chaque région du golfe pendant le relevé de mars 2017. La zone ombrée représente la moyenne mensuelle climatologique de 1981-2010 (mais surtout 1996-2010)  $\pm 0,5$  ÉT. Les profils moyens de 2016 sont également indiqués aux fins de comparaison.

## June/juin 2017

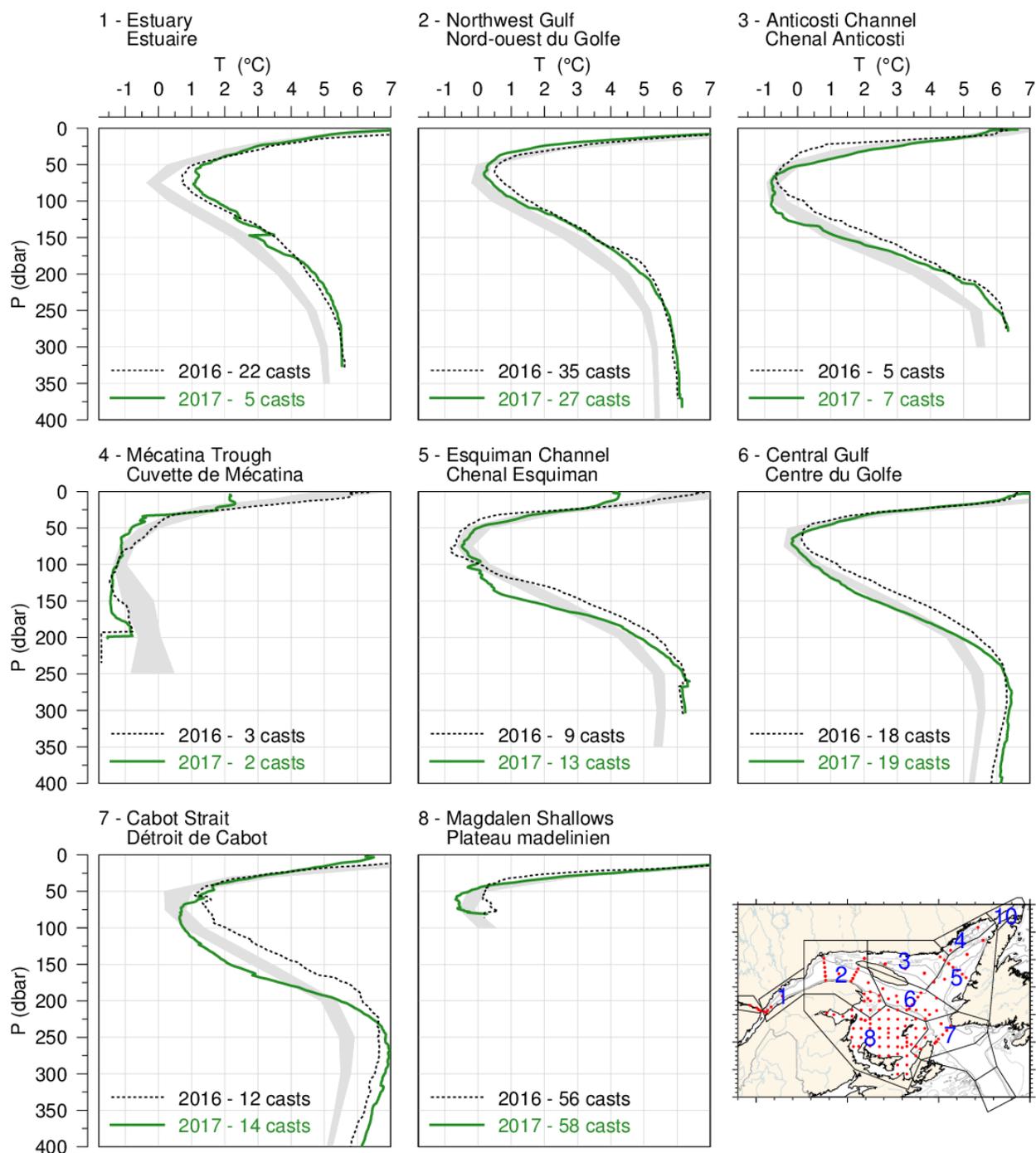


Figure 51. Profils moyens de la température observés dans chaque région du golfe en juin 2017. La zone ombrée représente la moyenne mensuelle climatologique de 1981-2010  $\pm$  0,5 ÉT. Les profils moyens de 2016 sont également indiqués aux fins de comparaison.

## August-September 2017

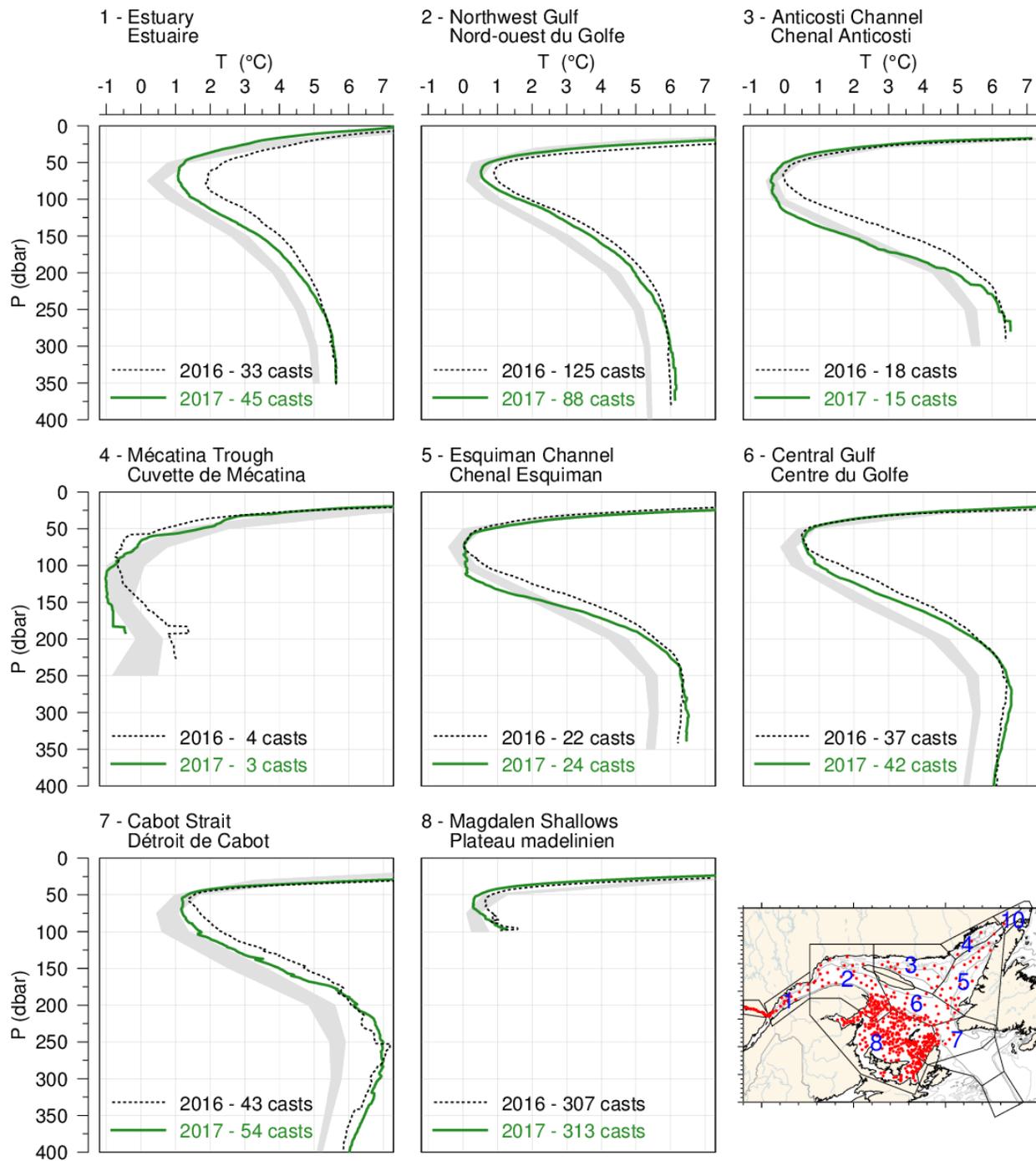


Figure 52. Profils moyen de la température observés dans chaque région du golfe en août et septembre 2017. La zone ombrée représente la moyenne mensuelle climatologique de 1981-2010  $\pm$  0,5 ÉT pour août pour les régions 1 à 7 et pour septembre pour la région 8. Les profils moyens de 2016 sont également indiqués aux fins de comparaison.

## November 2017

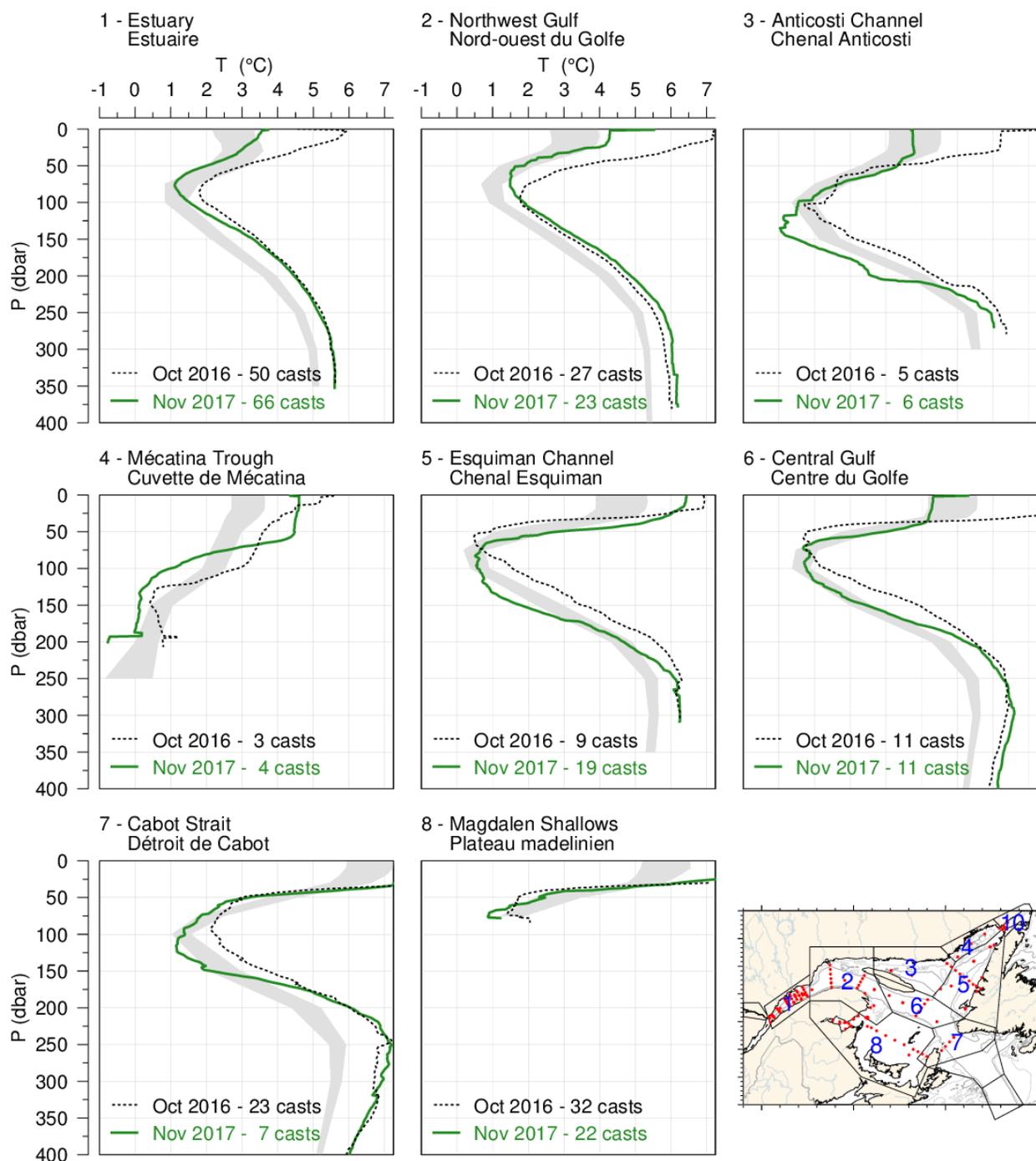


Figure 53. Profils moyens de la température observés dans chaque région du golfe pendant le relevé de novembre 2017 du PMZA. La zone ombrée représente la moyenne mensuelle climatologique de 1981-2010  $\pm 0,5$  ÉT. Les profils moyens de 2016 sont également indiqués aux fins de comparaison.

1 - Estuary / Estuaire								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Août	Oct	Mar	Juin	Août	Nov
0 m	-1.58	8.3	9.3	5.9	-1.20	7.2	7.3	3.4
10 m	-1.58	6.7	6.7	5.8	-1.17	5.0	5.4	3.4
20 m	-1.51	4.5	5.1	5.2	-0.87	3.6	3.4	3.2
30 m	-1.38	3.4	4.0	4.5	-0.02	2.3	2.4	3.0
50 m	-0.42	1.7	2.3	3.1	0.8	1.1	1.0	2.0
75 m	0.5	0.8	1.7	1.9	1.7	0.9	1.1	1.1
100 m	1.9	1.5	2.5	1.9	2.5	1.7	1.7	1.5
150 m	3.7	3.6	4.1	3.5	3.9	3.5	3.6	3.2
200 m	4.67	4.58	4.87	4.55	4.85	4.54	4.63	4.46
250 m	5.48	5.24	5.32	5.26	5.31	5.20	5.24	5.16
300 m	5.59	5.54	5.55	5.51	5.51	5.51	5.57	5.54
350 m		5.59	5.62	5.61		5.53	5.65	5.59

2 - Northwest Gulf / Nord-ouest du Golfe								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Août	Oct	Mar	Juin	Août	Nov
0 m	-1.62	8.9	15.3	7.2	-1.63	8.9	14.2	3.1
10 m	-1.62	6.6	13.5	7.3	-1.64	6.2	11.6	3.1
20 m	-1.55	3.8	8.8	6.6	-1.63	2.8	6.8	3.0
30 m	-1.48	2.3	5.0	5.9	-1.59	1.4	3.2	2.3
50 m	-0.68	0.6	1.1	3.4	-0.54	0.3	0.7	1.7
75 m	0.4	0.8	1.0	1.9	0.6	0.4	0.7	1.5
100 m	1.5	1.5	1.9	1.8	1.4	1.1	1.6	1.9
150 m	3.3	3.5	4.1	3.3	3.8	3.5	3.8	3.5
200 m	5.17	5.17	5.24	4.65	4.96	4.92	4.99	4.88
250 m	5.58	5.63	5.79	5.53	5.62	5.69	5.71	5.79
300 m	5.84	5.88	5.92	5.83	5.89	5.93	5.98	6.04
350 m	5.87	5.95	5.95	5.91	5.95	6.01	6.09	6.06
400 m	5.88		6.01	6.02		6.15		6.19

3 - Anticosti Channel / Chenal Anticosti								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Août	Oct	Mar	Juin	Août	Nov
0 m	-1.32	6.3	13.6	6.2	-1.66	5.8	13.0	3.8
10 m	-1.32	5.6	11.8	6.2	-1.67	5.4	11.8	3.8
20 m	-1.28	1.7	6.0	6.2	-1.67	3.6	4.8	3.8
30 m	-1.17	0.3	2.5	6.0	-1.63	2.1	2.0	3.8
50 m	-1.00	-0.4	0.3	3.6	-1.56	0.2	0.0	3.3
75 m	-0.76	-0.6	-0.0	2.3	-1.38	-0.8	-0.4	1.7
100 m	1.2	0.2	0.7	1.9	-0.74	-0.8	-0.2	0.9
150 m	2.9	2.4	3.5	2.2	1.4	1.3	1.9	0.5
200 m	5.00	4.61	5.53	4.39	4.61	4.63	4.68	2.63
250 m	6.04	6.16	6.22	6.16	6.00	6.04	6.19	5.93

4 - Mécatina Trough / Cuvette de Mécatina								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Août	Oct	Mar	Juin	Août	Nov
0 m	-1.56	5.8	14.6	5.2	-1.75	2.2	14.2	4.7
10 m	-1.56	5.3	13.5	5.2	-1.76	2.1	13.4	4.7
20 m	-1.53	2.9	8.3	4.5	-1.76	2.0	6.8	4.7
30 m	-1.52	0.7	3.3	4.1	-1.75	0.7	3.7	4.6
50 m	-1.42	-0.2	0.6	3.6	-1.74	-0.8	1.7	4.5
75 m	-1.62	-0.8	-0.5	3.4	-1.76	-1.1	-0.1	2.5
100 m	-1.54	-1.2	-0.7	2.9	-1.78	-1.2	-0.8	1.0
150 m	-1.41	-1.2	0.1	0.5	-1.79	-1.4	-0.9	0.1
200 m	-1.77	-0.78	1.45	0.82	-1.78	-0.80	-0.46	0.15

5 - Esquiman Channel / Chenal Esquiman								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Août	Oct	Mar	Juin	Août	Nov
0 m	-0.98	6.6	16.6	6.9	-1.20	4.3	16.1	5.8
10 m	-0.94	5.6	15.4	6.9	-1.21	4.2	15.5	5.8
20 m	-0.93	4.0	8.1	6.5	-1.22	3.5	9.9	5.7
30 m	-0.98	1.0	3.5	5.0	-1.22	1.9	4.7	5.5
50 m	-1.03	-0.4	0.5	0.9	-1.20	-0.0	0.8	2.9
75 m	-1.02	-0.8	0.0	0.7	-0.76	-0.5	0.0	0.7
100 m	-0.02	0.1	0.7	1.6	1.2	-0.1	0.1	0.6
150 m	3.1	3.2	3.6	3.5	3.9	1.5	2.3	1.8
200 m	5.28	5.39	5.57	5.58	5.51	4.85	5.35	4.68
250 m	6.16	6.23	6.35	6.29	6.03	6.14	6.35	6.11
300 m		6.16	6.34	6.25	6.22	6.24	6.47	6.25

6 - Central Gulf / Centre du Golfe								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Août	Oct	Mar	Juin	Août	Nov
0 m	-0.74	6.6	17.1	7.9	-1.19	6.6	17.4	4.3
10 m	-0.74	6.4	16.6	7.9	-1.19	6.2	15.6	4.3
20 m	-0.73	4.6	10.8	7.9	-1.13	4.5	7.3	4.3
30 m	-0.67	2.2	4.0	6.9	-1.14	2.3	3.4	4.2
50 m	-0.53	0.2	0.6	0.9	-1.20	0.6	0.8	3.0
75 m	0.1	0.2	0.6	0.8	-0.77	-0.1	0.6	0.8
100 m	1.5	1.2	1.5	1.4	0.6	0.4	1.0	0.8
150 m	3.2	3.5	4.0	3.8	3.3	2.3	3.3	2.5
200 m	5.17	5.44	5.70	5.31	5.52	4.91	5.61	5.26
250 m	6.56	6.24	6.41	6.22	6.17	6.24	6.53	6.28
300 m	6.41	6.27	6.41	6.24	6.38	6.37	6.56	6.54
350 m	6.20	6.05	6.16	6.08	6.16	6.24	6.28	6.30
400 m	5.89	5.85	6.06	5.92	6.04	6.06	6.04	6.13
450 m	5.77	5.72	5.86	5.80	5.98	6.00	5.97	5.91

7 - Cabot Strait / Déroit de Cabot								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Août	Nov	Mar	Juin	Août	Nov
0 m	-0.75	7.6	17.1	9.5	-1.08	6.5	19.6	7.9
10 m	-0.76	7.2	15.9	9.4	-1.09	5.7	19.5	7.9
20 m	-0.76	4.5	4.8	9.3	-1.14	4.3	16.3	7.6
30 m	-0.73	2.7	2.4	8.7	-1.08	2.9	5.5	7.3
50 m	-0.58	1.2	1.4	4.6	-0.92	1.5	1.1	3.2
75 m	-0.25	1.5	1.6	3.5	-0.21	0.7	1.2	2.0
100 m	1.5	2.0	2.0	2.5	1.7	0.8	1.8	1.4
150 m	3.9	4.3	4.2	3.9	3.1	2.2	4.0	2.2
200 m	6.19	6.14	6.09	6.29	5.99	5.47	6.66	6.05
250 m	6.74	6.66	6.76	7.16	6.99	6.84	6.88	7.18
300 m	6.36	6.51	6.62	6.81	6.68	6.82	6.83	6.92
350 m	6.17	6.21	6.34	6.62	6.39	6.44	6.44	6.46
400 m	5.80	5.80	5.85	5.93	6.03	6.12	6.04	6.01
450 m	5.64	5.73	5.77	5.80	5.93	5.94	5.89	5.88
500 m	5.65	5.71	5.75	5.80	5.93	5.92	5.88	

8 - Magdalen Shallows / Plateau madelinien								
	2016				2017			
	Mar	Juin	Sep	Oct	Mar	Juin	Sep	Nov
0 m	-1.50	8.2	16.1	12.7	-1.62	9.7	16.3	6.1
10 m	-1.53	7.8	15.9	12.6	-1.63	8.1	16.1	6.1
20 m	-1.53	4.8	13.1	11.7	-1.62	5.7	11.0	6.2
30 m	-1.54	1.6	5.6	7.3	-1.62	2.8	4.6	5.5
50 m	-1.57	0.2	0.8	1.5	-1.48	-0.3	0.8	2.3
75 m	-0.93	0.4	0.7	1.6	-1.41	-0.5	0.5	0.9
100 m	-1.43		1.4				1.1	

Figure 54. Récapitulatif de la température mensuelle moyenne des couches par profondeur pour les mois durant lesquels les huit relevés océanographiques ont été réalisés à l'échelle du golfe en 2016 et 2017. Le code de couleurs correspond à l'anomalie de température par rapport à la climatologie mensuelle de 1981-2010 de chaque région.

1 - Estuaire / Estuaire									2 - Northwest Gulf / Nord-ouest du Golfe										
Strat.	2016				2017					Strat.	2016				2017				
	Mar	Juin	août	Oct	Mar	Juin	août	Nov	Mar		Juin	août	Nov	Mar	Juin	août	Nov		
0 m	1.30	5.5	3.7	2.9	2.97	5.4	3.4	3.8	0.30	3.5	4.7	2.0	0.55	4.8	4.8	1.2			
10 m	29.7	24.9	27.9	28.0	27.8	24.8	28.3	27.0	31.4	28.4	28.3	29.6	31.0	26.6	27.8	30.2			
20 m	29.7	26.2	28.8	28.4	28.3	26.7	29.2	28.0	31.4	29.2	28.8	29.8	31.0	28.2	28.4	30.4			
30 m	29.8	28.1	29.8	29.3	29.4	27.8	30.2	29.4	31.5	30.4	29.8	30.2	31.1	29.8	29.7	30.7			
50 m	30.0	29.6	30.6	30.1	30.7	29.1	30.9	30.5	31.5	31.1	30.7	30.6	31.2	30.7	30.7	31.1			
75 m	31.3	31.0	31.7	31.3	31.5	31.0	31.9	31.6	31.8	31.9	31.8	31.6	31.7	31.6	31.7	31.6			
100 m	32.2	32.0	32.5	32.1	32.6	32.1	32.4	32.2	32.2	32.3	32.4	32.2	32.2	32.2	32.3	32.1			
150 m	32.8	32.7	33.1	32.7	33.0	32.7	32.8	32.6	32.7	32.7	32.9	32.6	32.6	32.6	32.8	32.7			
200 m	33.7	33.6	33.8	33.5	33.7	33.5	33.6	33.4	33.4	33.5	33.8	33.4	33.6	33.5	33.6	33.5			
250 m	34.06	34.04	34.16	34.01	34.10	33.98	34.02	33.94	34.18	34.20	34.23	34.00	34.09	34.09	34.10	34.06			
300 m	34.44	34.33	34.36	34.32	34.31	34.28	34.29	34.26	34.42	34.46	34.53	34.39	34.43	34.45	34.45	34.47			
350 m	34.48	34.48	34.47	34.44	34.41	34.42	34.45	34.43	34.63	34.63	34.65	34.59	34.61	34.63	34.63	34.66			
400 m		34.50	34.50	34.49		34.44	34.48	34.46	34.71	34.72	34.73	34.66	34.66	34.73	34.75	34.73			
									34.81		34.77	34.73		34.82		34.84			

3 - Anticosti Channel / Chenal Anticosti									4 - Mécatina Trough / Cuvette de Mécatina										
Strat.	2016				2017					Strat.	2016				2017				
	Mar	Juin	août	Oct	Mar	Juin	août	Nov	Mar		Juin	août	Nov	Mar	Juin	août	Nov		
0 m	0.06	1.6	3.2	0.9	0.01	1.4	2.9	0.2	0.17	1.1	3.0	0.4	0.18	0.9	3.0	0.1			
10 m	31.9	30.7	30.2	30.8	31.9	30.5	30.3	31.2	32.0	31.2	30.5	31.2	32.2	31.0	30.1	31.1			
20 m	31.9	31.2	30.5	30.9	31.9	30.7	30.5	31.2	32.0	31.3	30.6	31.2	32.3	31.0	30.5	31.1			
30 m	31.9	31.8	31.2	31.0	31.9	31.2	31.3	31.2	32.0	31.6	31.0	31.4	32.3	31.1	31.2	31.1			
50 m	31.9	31.9	31.7	31.1	31.9	31.5	31.6	31.2	32.0	31.8	31.5	31.5	32.3	31.5	31.4	31.1			
75 m	31.9	32.0	32.0	31.5	31.9	31.8	32.0	31.4	32.2	32.0	31.9	31.6	32.4	32.0	31.7	31.1			
100 m	32.0	32.2	32.3	31.9	32.0	32.2	32.3	31.9	32.3	32.2	32.2	31.7	32.6	32.2	32.1	31.7			
150 m	32.6	32.5	32.6	32.1	32.2	32.4	32.5	32.1	32.3	32.4	32.4	31.8	32.7	32.4	32.3	32.1			
200 m	33.3	33.1	33.5	33.1	32.8	33.0	33.1	32.8	32.6	32.6	32.7	32.5	32.7	32.7	32.6	32.4			
250 m	34.02	33.90	34.21	33.81	33.85	33.90	33.94	33.35	32.70	32.73	32.98	32.72	32.66	32.80	32.77	32.62			
300 m	34.41	34.50	34.56	34.49	34.37	34.45	34.52	34.41											

5 - Esquiman Channel / Chenal Esquiman									6 - Central Gulf / Centre du Golfe										
Strat.	2016				2017					Strat.	2016				2017				
	Mar	Juin	août	Oct	Mar	Juin	août	Nov	Mar		Juin	août	Nov	Mar	Juin	août	Nov		
0 m	0.10	1.2	3.4	1.3	0.03	0.8	3.4	0.9	0.06	1.3	4.0	1.6	0.08	1.3	4.7	0.6			
10 m	31.7	31.2	30.6	31.1	31.8	31.3	30.3	30.8	31.7	30.8	29.8	30.8	31.6	30.6	28.9	30.8			
20 m	31.7	31.4	30.8	31.1	31.8	31.4	30.4	30.8	31.7	30.9	30.0	30.8	31.6	30.8	29.5	30.8			
30 m	31.8	31.7	31.3	31.2	31.8	31.5	30.9	30.9	31.7	31.1	30.6	30.8	31.7	31.1	30.7	30.9			
50 m	31.8	31.8	31.7	31.4	31.8	31.6	31.4	31.0	31.7	31.5	31.2	31.0	31.7	31.3	31.3	31.0			
75 m	31.8	32.0	31.9	32.1	31.8	31.9	31.8	31.6	31.8	31.8	31.8	32.0	31.7	31.6	31.8	31.4			
100 m	31.9	32.2	32.2	32.4	32.1	32.2	32.2	32.2	32.0	32.1	32.2	32.3	31.9	32.0	32.2	32.3			
150 m	32.3	32.5	32.5	32.7	32.7	32.5	32.5	32.5	32.6	32.6	32.7	32.7	32.3	32.3	32.5	32.6			
200 m	33.3	33.4	33.5	33.4	33.5	33.1	33.2	33.0	33.4	33.5	33.6	33.5	33.3	33.1	33.4	33.2			
250 m	34.08	34.14	34.19	34.21	34.13	33.93	34.11	33.89	34.03	34.17	34.25	34.11	34.14	33.94	34.19	34.07			
300 m	34.48	34.52	34.58	34.56	34.39	34.48	34.53	34.45	34.53	34.55	34.60	34.52	34.51	34.48	34.61	34.53			
		34.50	34.66	34.52	34.54	34.54	34.65	34.52	34.71	34.73	34.76	34.69	34.73	34.72	34.80	34.77			
									34.82	34.82	34.82	34.82	34.82	34.84	34.89	34.89			
									34.87	34.87	34.89	34.84	34.87	34.90	34.93	34.92			
									34.89	34.91	34.91	34.90	34.92	34.93	34.94	34.97			

7 - Cabot Strait / Détroit de Cabot									8 - Magdalen Shallows / Plateau madeïlinien										
Strat.	2016				2017					Strat.	2016				2017				
	Mar	Juin	août	Nov	Mar	Juin	août	Nov	Mar		Juin	Sep	Oct	Mar	Juin	Sep	Nov		
0 m	0.15	1.6	3.4	1.6	0.28	1.4	6.3	2.1	0.08	2.2	4.4	3.1	0.12	3.4	5.1	1.9			
10 m	31.2	30.2	30.9	30.4	31.1	30.4	27.5	29.5	30.9	29.5	28.6	29.4	30.7	28.1	27.8	29.2			
20 m	31.2	30.4	31.0	30.4	31.1	30.7	27.6	29.5	30.9	29.7	28.7	29.5	30.7	28.6	27.9	29.3			
30 m	31.2	30.9	31.5	30.5	31.1	31.0	28.1	29.9	30.9	30.1	29.2	29.9	30.7	29.4	28.9	29.5			
50 m	31.3	31.1	31.9	30.7	31.2	31.2	30.8	30.2	31.0	30.8	30.3	30.4	30.8	30.3	30.2	29.9			
75 m	31.4	31.4	32.1	31.6	31.4	31.6	31.7	31.5	31.0	31.3	31.5	31.6	30.9	31.1	31.5	31.1			
100 m	31.5	32.1	32.4	32.2	31.8	32.0	32.2	32.2	31.2	32.1	32.1	32.2	31.0	31.6	32.0	31.9			
150 m	32.5	32.7	32.7	32.5	32.6	32.3	32.6	32.6	31.2	32.1	32.6				32.4				
200 m	33.6	33.7	33.6	33.4	33.3	32.9	33.6	33.1											
250 m	34.36	34.32	34.31	34.19	34.24	34.07	34.41	34.20											
300 m	34.61	34.62	34.64	34.62	34.70	34.61	34.68	34.70											
350 m	34.77	34.77	34.84	34.77	34.79	34.79	34.83	34.88											
400 m	34.82	34.86	34.88	34.91	34.88	34.87	34.92	34.94											
450 m	34.87	34.90	34.90	34.91	34.91	34.93	34.95	34.95											
500 m	34.88	34.91	34.92	34.91	34.93	34.95	34.96	34.98											
	34.88	34.92	34.92	34.91	34.93	34.95	34.97												

Figure 55. Récapitulatif de la stratification et de la salinité mensuelles moyennes des couches par profondeur pour les mois durant lesquels les huit relevés océanographiques ont été réalisés à l'échelle du golfe en 2016 et 2017. La stratification est définie comme la différence de densité entre 50 m et la surface et son code de couleurs est inversé (bleu pour une anomalie positive).

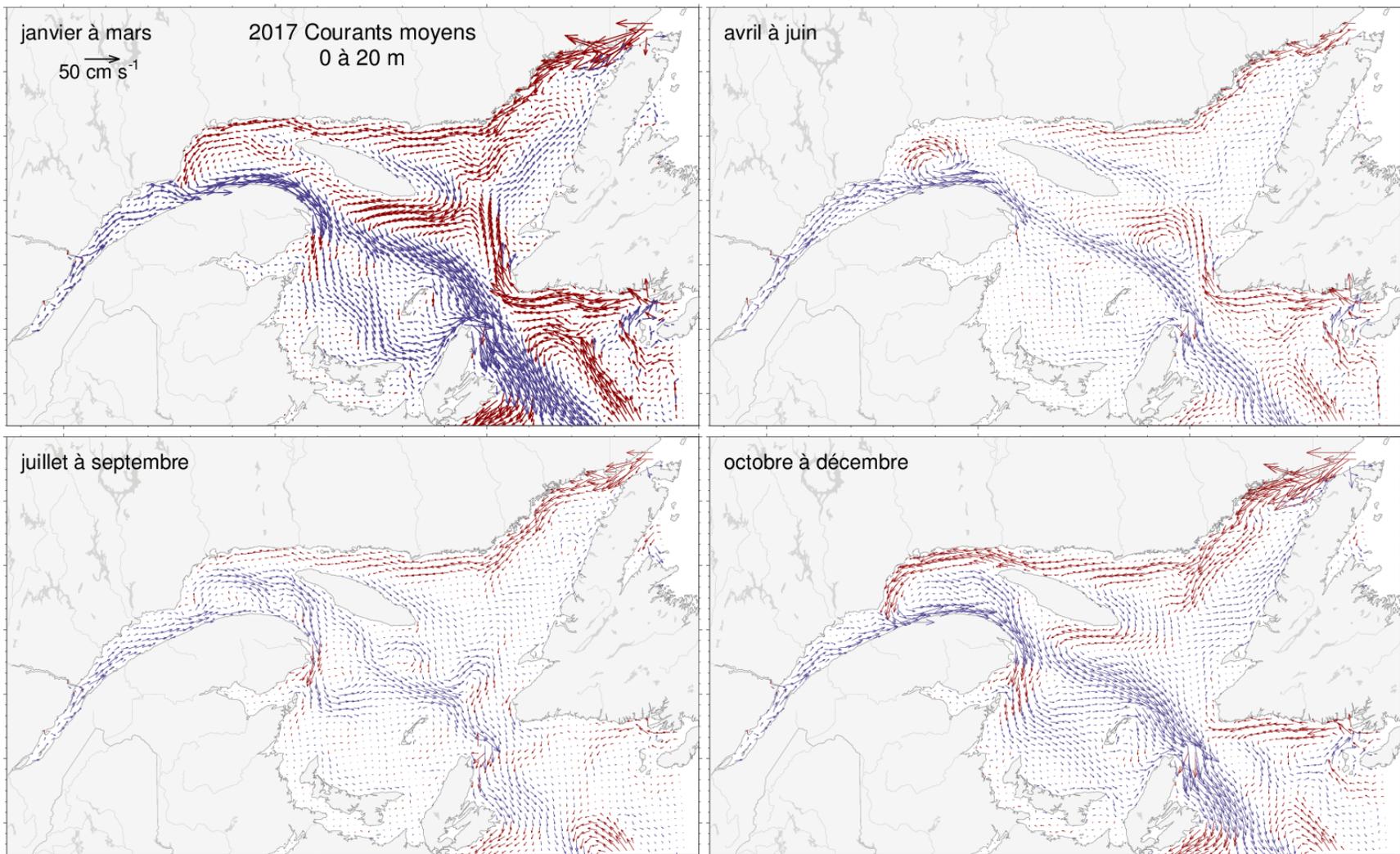


Figure 56. Courants moyennés de 0 à 20 m pour chaque période de trois mois en 2017. Les vecteurs tracés en bleu vont vers l'est et ceux qui sont tracés en rouge vers l'ouest.

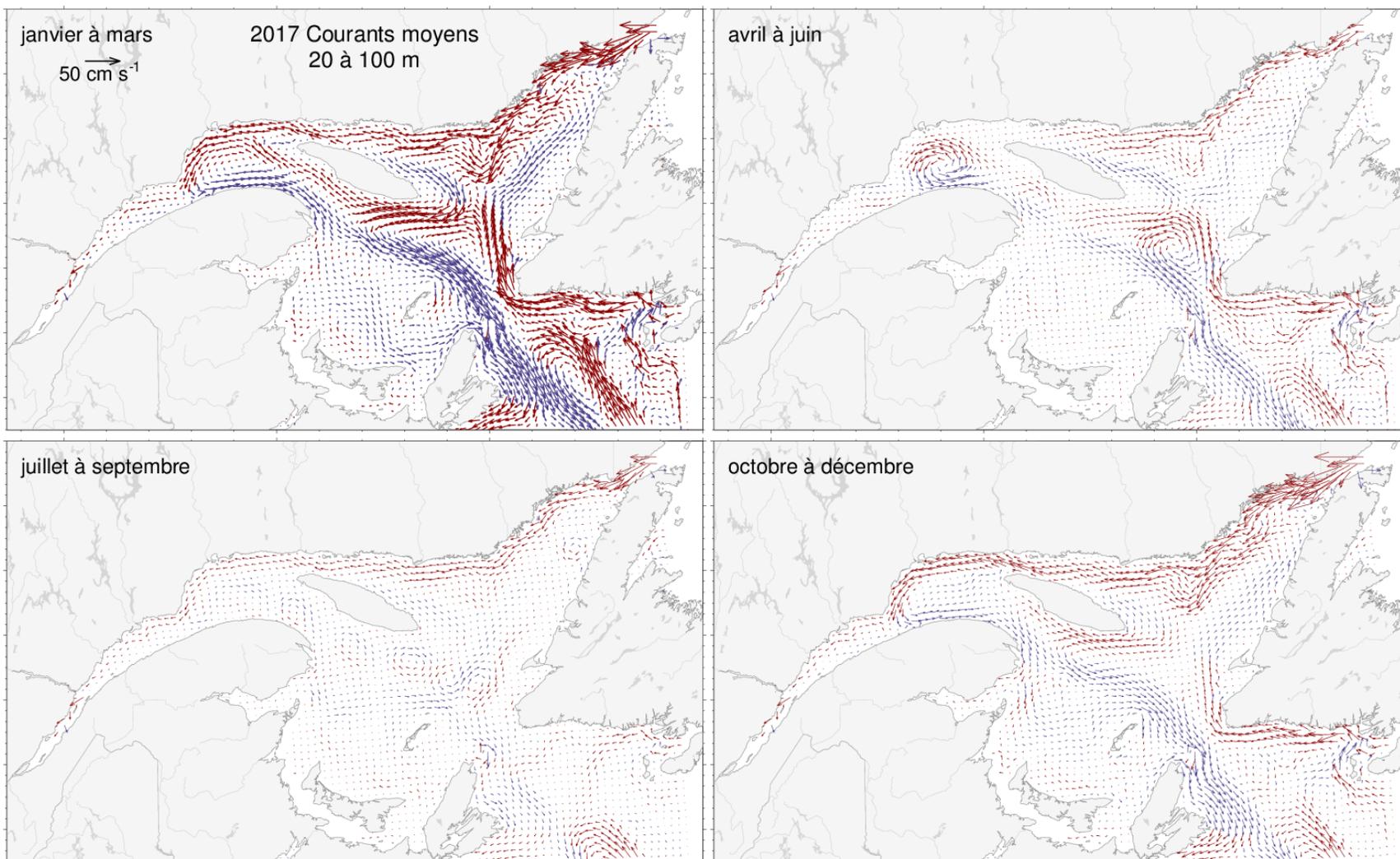


Figure 57. Courants moyennés de 20 à 100 m pour chaque période de trois mois en 2017. Les vecteurs tracés en bleu vont vers l'est et ceux qui sont tracés en rouge vers l'ouest.

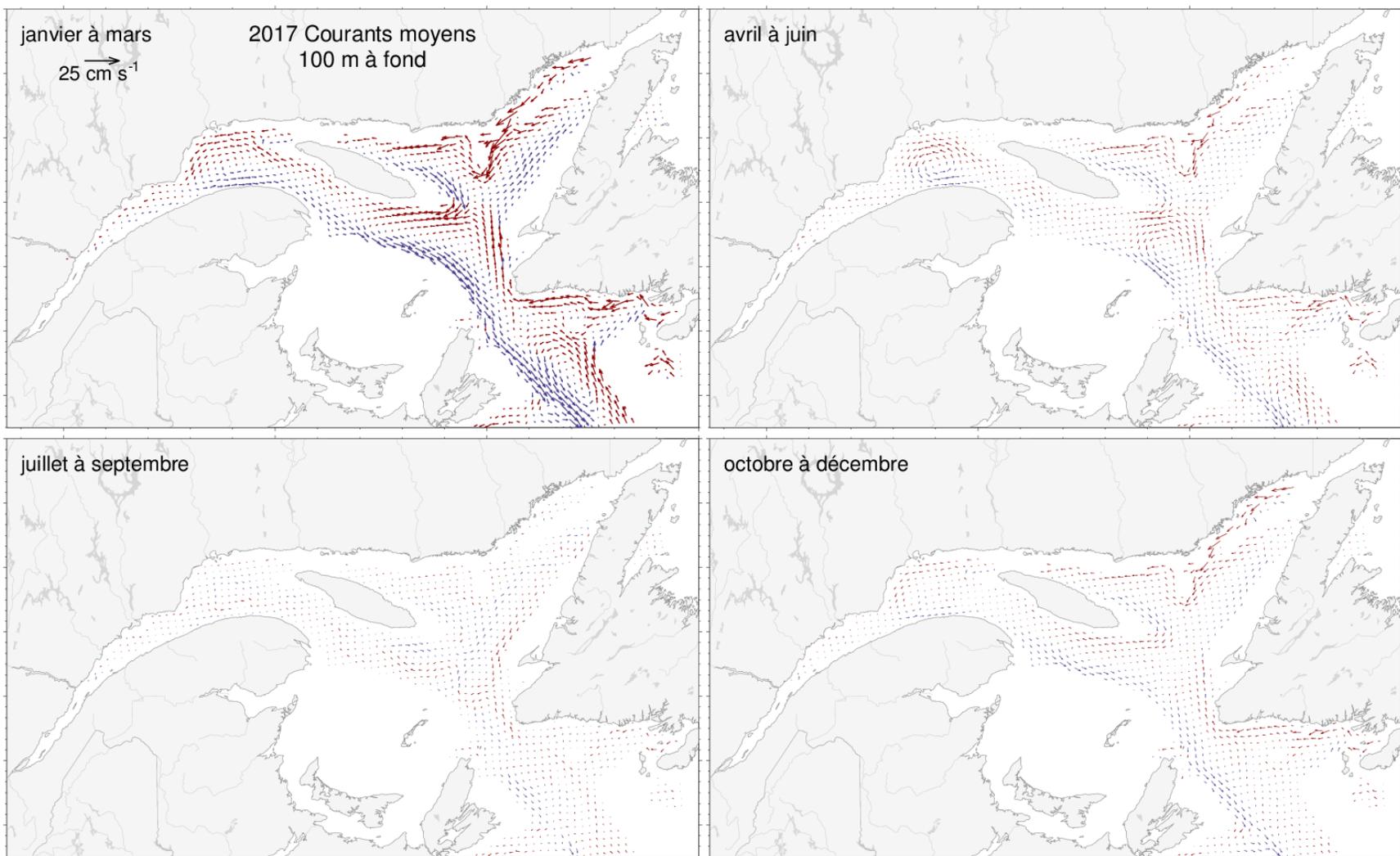
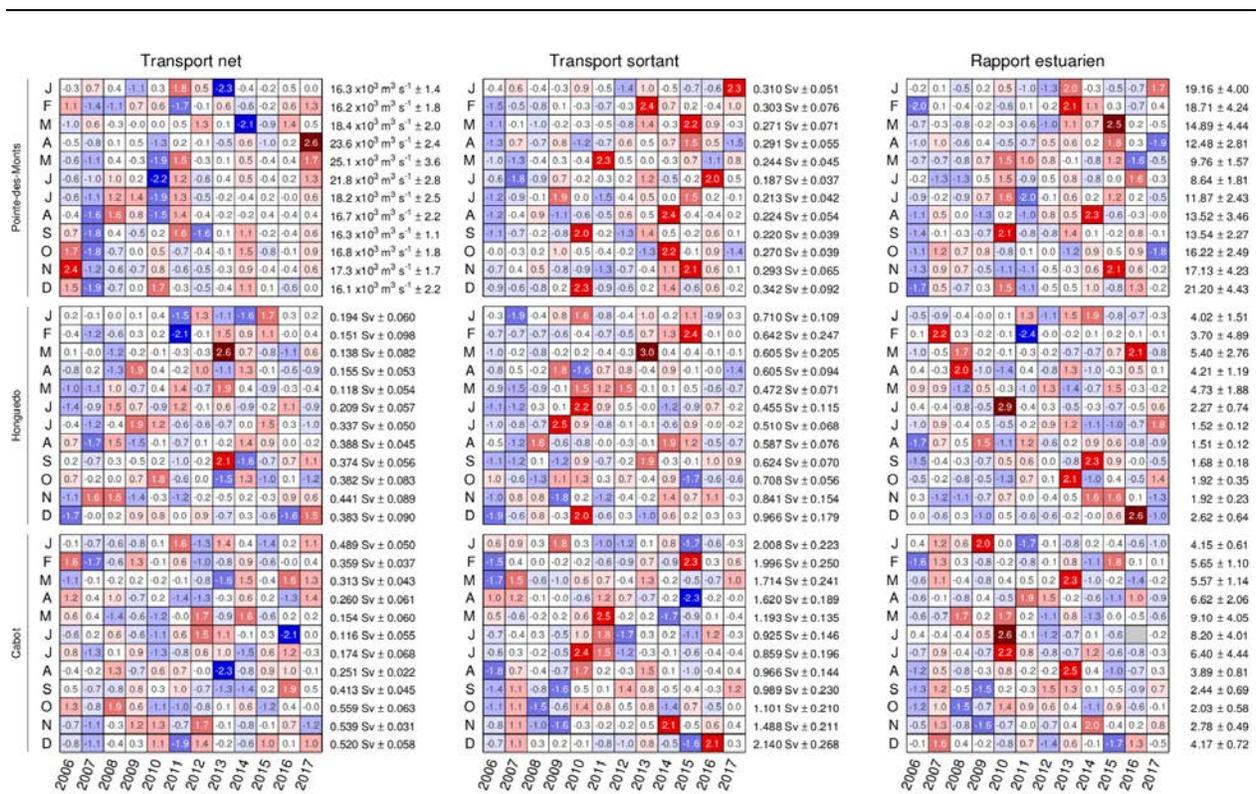


Figure 58. Courants moyennés de 100 m jusqu'au fond pour chaque période de trois mois en 2017. Les vecteurs tracés en bleu vont vers l'est et ceux qui sont tracés en rouge vers l'ouest.



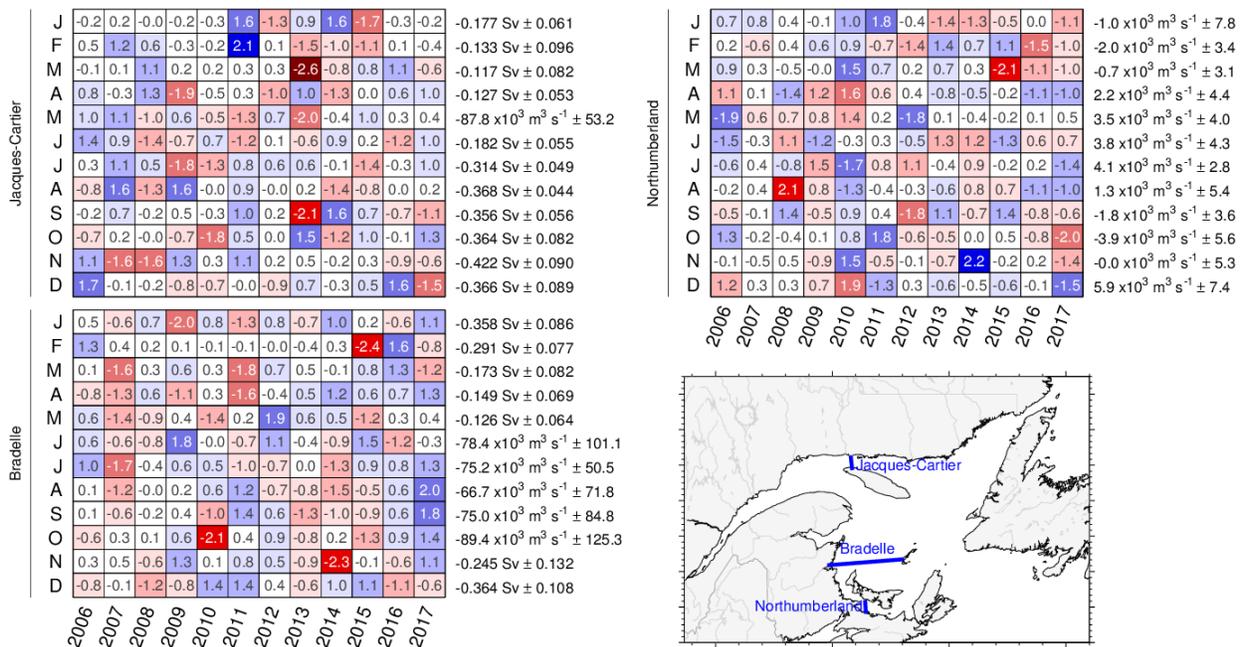


Figure 60. Transports mensuels moyennés modélisés sur des sections du golfe du Saint-Laurent depuis 2006. Les nombres indiqués à droite sont les moyennes et les écarts-types pour 2006-2017, avec les valeurs positives vers l'est et le nord. Les nombres qui figurent dans les cellules sont les anomalies normalisées. Les couleurs indiquent l'ampleur de l'anomalie (par exemple, les anomalies négatives sont encore indiquées en rouge lorsque le transport moyen est négatif dans la section).

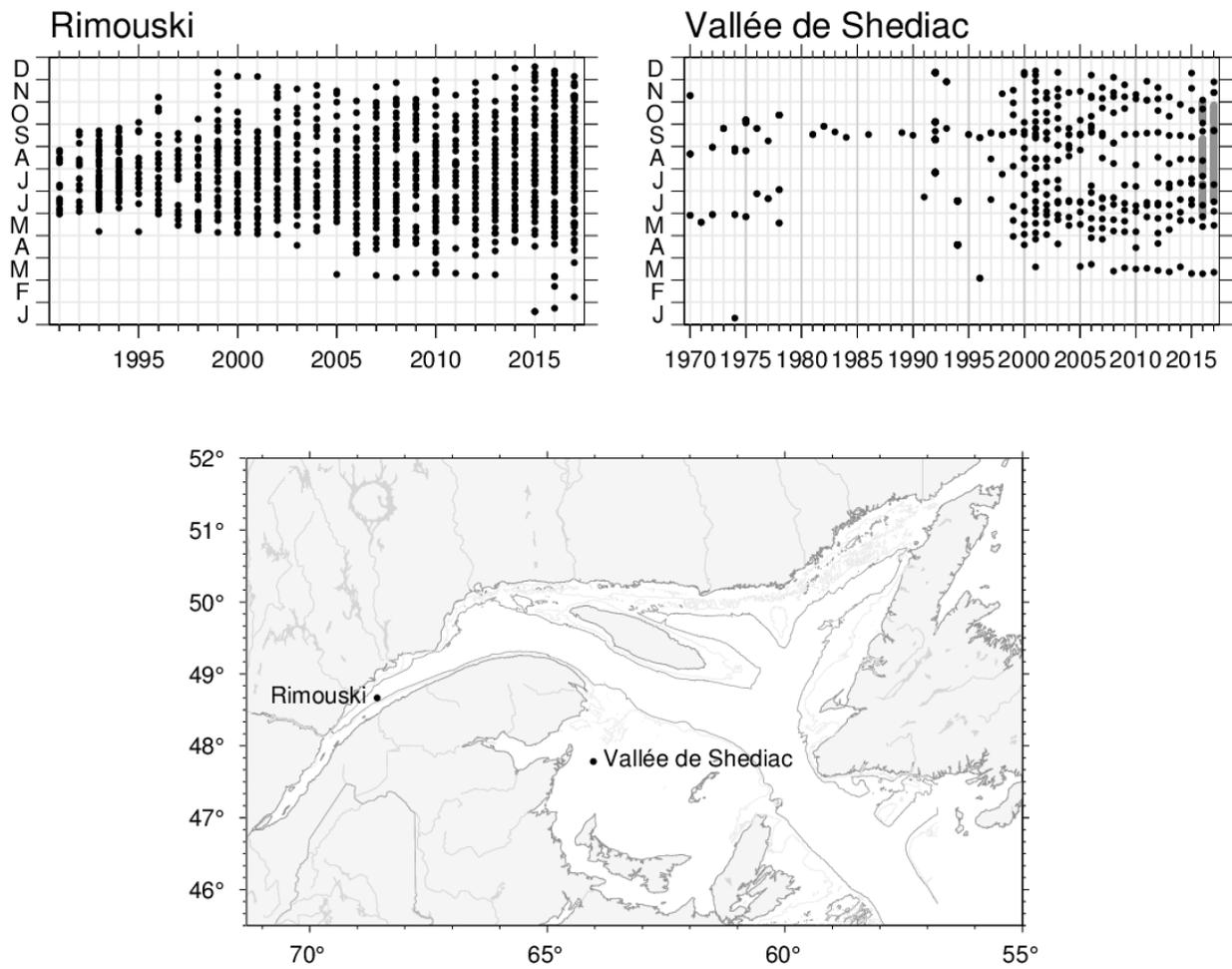


Figure 61. Fréquence d'échantillonnage et emplacement des stations du PMZA de Rimouski et de la vallée de Shediac. La superposition en gris en 2017 à la vallée de Shediac représente les 866 profils de température et de salinité réalisés par une bouée océanographique automatique.







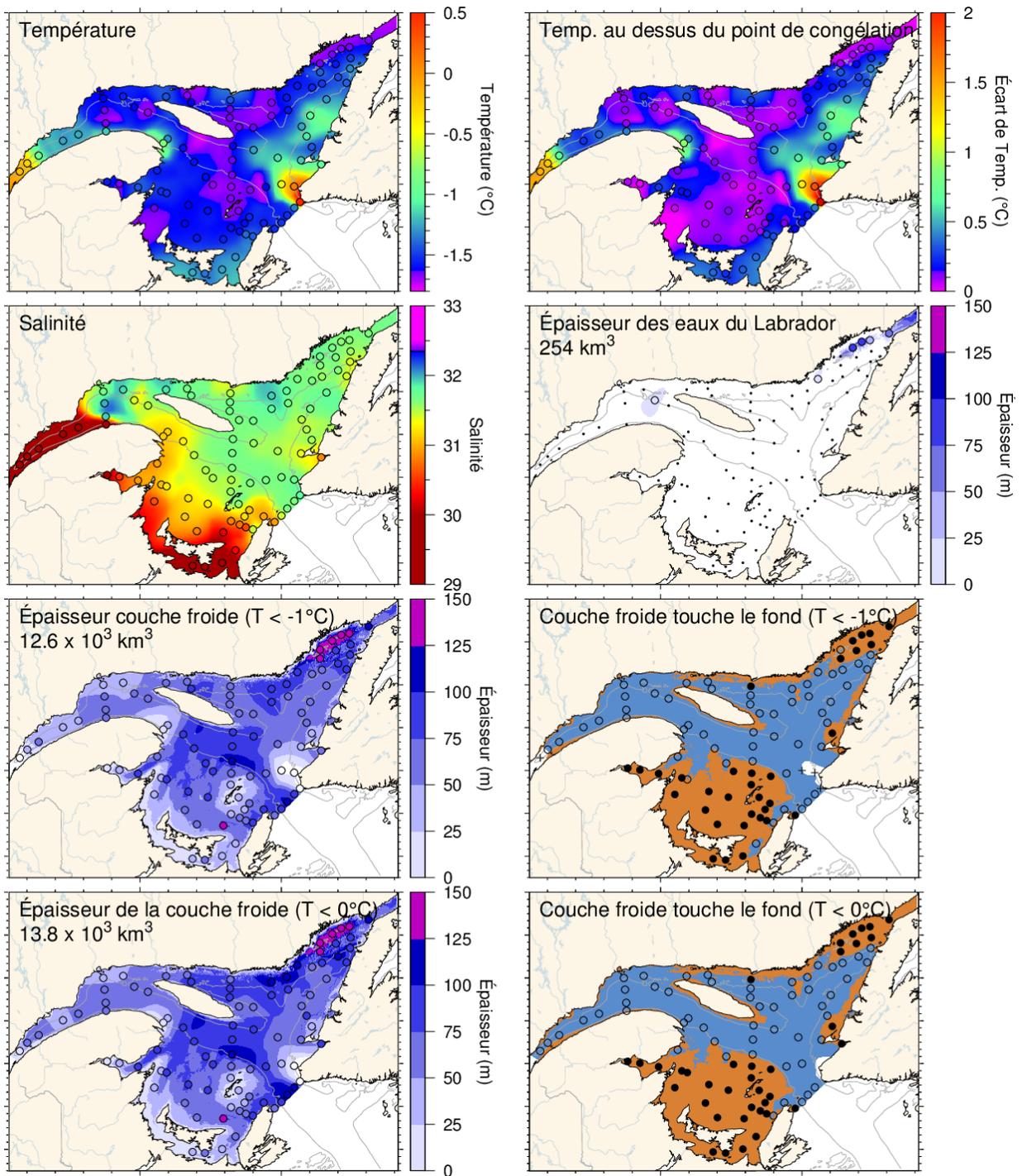


Figure 65. Caractéristiques de la couche froide de surface en mars 2018 : température de la couche de surface (en haut à gauche), différence de température avec le point de congélation (en haut à droite), salinité (deuxième ligne à gauche), estimation de l'épaisseur de l'intrusion d'eau du plateau du Labrador (deuxième ligne à droite) et épaisseurs de la couche froide ( $T < -1^{\circ}\text{C}$  et  $T < 0^{\circ}\text{C}$ ) et où elle touche le fond. Les symboles sont colorés en fonction de la valeur observée à la station, selon la même palette de couleurs que l'image de l'interpolation. On constate une bonne correspondance entre l'interpolation et les observations à la station lorsque les couleurs de la station se fondent dans l'arrière-plan.

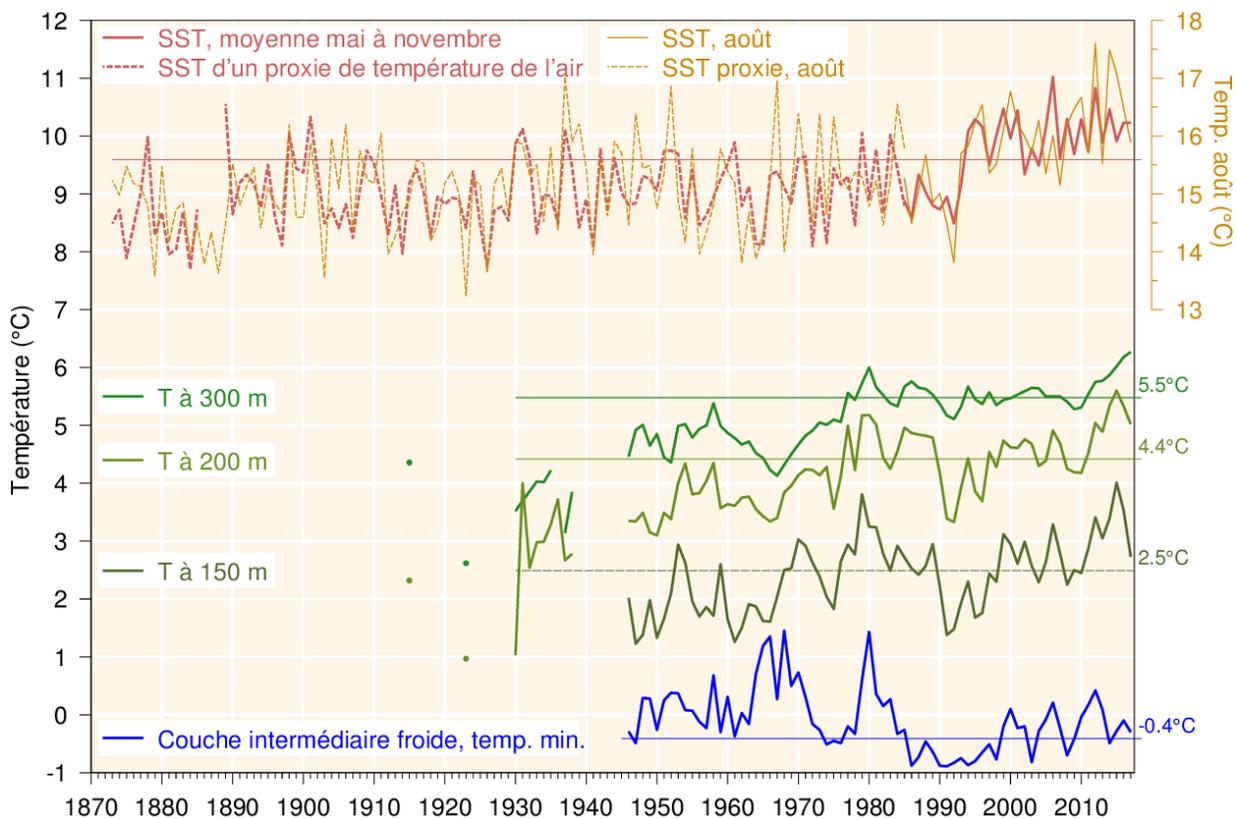


Figure 66. Températures de l'eau dans le golfe du Saint-Laurent. SST de mai à novembre moyennée sur l'ensemble du golfe, en excluant l'estuaire (1985-2017, ligne rouge), complétée par un indicateur indirect tiré de la température de l'air d'avril à novembre (1873-1984, ligne pointillée rouge; moyenne de toutes les stations des Données climatiques canadiennes ajustées et homogénéisées indiquées sur la Figure 4, sauf les stations de l'estuaire de Baie-Comeau et de Mont-Joli). La SST d'août est représentée à l'aide de l'échelle de température décalée de 6 °C; son indicateur indirect est tiré de la température moyenne de l'air en juillet et en août. Température moyennée par couche pour le golfe du Saint-Laurent à 150, 200 et 300 m (lignes vertes). Indice de la température minimale de la couche intermédiaire froide dans le golfe du Saint-Laurent (ligne bleue). L'indicateur indirect de la température de l'air de la SST et semblable à celui de Galbraith et al. (2012). Les moyennes climatologiques tirées de la période 1981-2010 sont indiquées par les lignes fines dont la valeur moyenne est notée à droite. Figure adaptée de Benoît et al. (2012).

	1971	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Moy. ± é.t.
Surface	Temp. de surface, août	-0.7	-0.1	0.0	1.0	-1.0	0.0	1.9	-0.1	-0.7	15.61°C ± 0.75
	Temp. de surface, moyenne mai-nov (Temp. surf., moment du début de l'été)	-4.8	-0.6	0.4	-2.3	-1.5	0.9	-0.6	-1.0	-0.5	9.61°C ± 0.66
	Temp. surf., moment de la fin de l'été	5.1	-0.8	0.8	-2.2	-1.3	1.6	0.0	-0.9	-0.3	27.2 w ± 1.2
	Somme des anomalies normalisées	-1.2	-0.2	0.0	-0.7	-0.4	1.2	-0.2	0.0	-0.7	37.9 w ± 1.2
		-2.5	-1.2	0.1	-0.5	-0.7	2.5	-1.2	0.1	-0.5	
Intermédiaire	(Glace, volume maximal)	1.0	-1.0	0.0	1.9	-0.1	-0.9	-0.2	0.1	0.6	62.3 km <sup>3</sup> ± 25.5
	GSL, indice CIF estival (sGSL, surface avec T<1°C en sept.)	0.8	0.6	-0.1	0.4	0.4	-0.1	-0.7	-0.6	-0.3	-0.41°C ± 0.39
	Temp. au fond, Plateau madelinien, sept.	0.5	1.4	0.4	-0.1	0.5	-1.3	-0.1	0.7	-0.2	30.0 ± 4.8 (x10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )
	Somme des anomalies normalisées	2.2	-0.5	-2.7	0.5	0.6	2.7	1.8	1.4	0.2	5.10°C ± 0.49
		1.3	-0.5	0.4	2.6	0.3	3.8	1.6	-3.3	4.7	
Profonds	150 m, température moyenne	5.8	-4.1	-2.2	-0.4	0.9	-5.3	-3.6	-1.6	-0.4	2.49°C ± 0.48
	200 m, température moyenne	-5.2	-2.7	-1.7	-0.6	-0.2	-4.5	-2.9	-1.3	-0.3	4.42°C ± 0.44
	250 m, température moyenne	-7.6	-2.4	-1.9	-2.0	-1.4	-5.0	-2.6	-2.1	-0.7	5.32°C ± 0.27
	300 m, température moyenne	4.1	0.5	-1.3	1.3	0.9	-7.4	-1.6	-1.0	-1.7	5.48°C ± 0.16
	Somme des anomalies normalisées	1.0	-0.2	-1.0	-0.4	0.6	7.4	1.6	-1.0	-1.7	

Figure 67. Indicateurs de la couche de surface, de la couche intermédiaire (et de glace de mer) et de la couche profonde utilisés dans l'indice climatique composite (Figure 68).

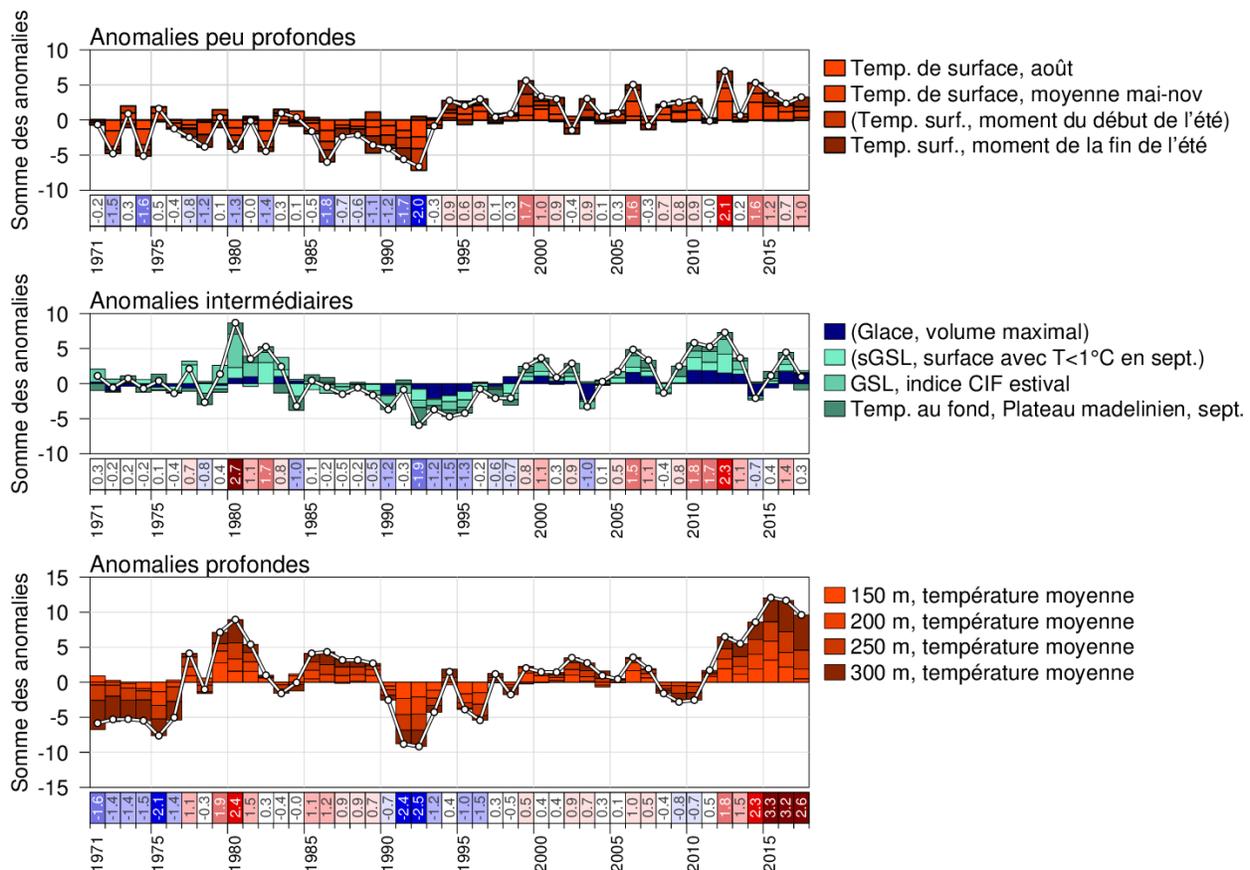


Figure 68. Indices climatiques composites (lignes et points blancs) calculés en additionnant diverses anomalies normalisées de différentes parties de l'environnement (les cellules colorées empilées au-dessus des abscisses sont les anomalies positives et les anomalies négatives en dessous des abscisses). Le panneau du haut est la somme des anomalies représentant les anomalies de température en eaux peu profondes, le panneau du milieu la somme des anomalies de température à une profondeur intermédiaire et de glace de mer (toutes liées à la formation en hiver) et le panneau du bas la somme des anomalies de température en profondeur.