



Appareil d'échantillonnage océanographique

État de l'océan en 2003 : Océanographie physique dans le golfe du Saint-Laurent

Renseignements de base

Les conditions physiques du milieu marin influencent la production (croissance, reproduction, survie), et le comportement (distribution, capturabilité) des organismes marins de même que les activités de l'industrie de la pêche. Des changements dans ce milieu peuvent contribuer directement à des fluctuations dans les sources de nourriture (plancton), le rendement des ressources, le potentiel reproducteur, la capturabilité, l'effectif d'une classe d'âge (recrutement) et la biomasse reproductrice, et peut également influencer la perception de la population au sujet de l'état des ressources et l'efficacité et la profitabilité de l'industrie.

L'océanographie physique du milieu marin (principalement la température et la salinité) fait donc l'objet de mesures pendant les missions des navires de recherche dans le cadre du **Programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA)**. Des données additionnelles sur l'hydrographie, la météorologie et la glace de mer sont obtenues de sources variées, travaux de recherche, bâtiments océanographiques occasionnels, bateaux de pêche et télédétection (satellites).

Toutes les données hydrographiques sont mises en forme et archivées dans la base de données du Service de données sur le milieu marin (SDMM) du Canada. Une copie de travail est conservée et peut être consultée dans la base de données sur l'Atlantique nord-ouest à l'Institut océanographique de Bedford.

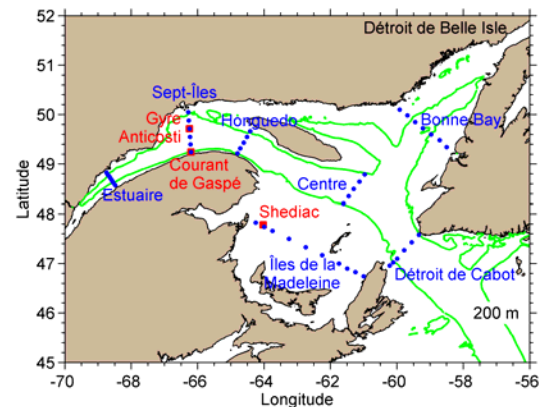


Figure 1. Carte montrant la position des sections océanographiques standard (pointillés bleus) et des stations océanographiques fixes (carrés rouges) dans le golfe du Saint-Laurent.

Sommaire

- En 2003, des températures de l'air plus froides que la normale en hiver ont entraîné une superficie et un volume des glaces de mer supérieurs à la normale dans le golfe du Saint-Laurent. Le très grand volume de glace de mer exporté hors du Golfe via le détroit de Cabot est le plus élevé des 41 dernières années.
- À l'automne, on a observé des températures de surface de la mer et des températures de l'air plus chaudes que la normale. Aux îles de la Madeleine, la température de l'air moyenne annuelle a été de 0,7 °C plus élevée que la normale.
- Le volume des eaux près du point de congélation ($T < -1$ °C) et salées ($S > 32,35$) importées du détroit de Belle Isle au cours de l'hiver est le plus élevé des neuf dernières années. Après quoi, à l'été, l'épaisseur et le volume des eaux dont la température est inférieure à 0 °C et à 1 °C ont augmenté de 300 % et de 40 % respectivement de 2002 à 2003.
- Dans la partie sud du Golfe, il y a eu un spectaculaire accroissement d'un facteur de 25 de la superficie du fond baignée par les eaux dont la température est inférieure

à 0 °C. Dans la partie nord du Golfe, la superficie du fond baignée par ces eaux froides a presque doublé.

- L'indice de température minimale estivale de la CIF a diminué de 0,65 °C par rapport à 2002.
- À Québec, le débit moyen annuel du fleuve Saint-Laurent a été de 13,4 % plus bas que la normale. Ces très faibles valeurs de débit du fleuve au cours des premiers mois de 2003 ont probablement causé les salinités supérieures à la normale en surface et la stratification plus faible que la normale observées aux stations fixes du PMZA.
- Dans la couche profonde de 100 à 200 m, la température était plus froide que la normale, mais la salinité était proche de la normale.
- Dans la couche profonde de 200 à 300 m, la température et la salinité ont été proches de la normale en 2003.

Introduction

Les propriétés physiques des eaux du golfe Saint-Laurent, comme la température, la salinité et la couverture de glace, sont sujettes à des variations d'une saison, d'une année et d'une décennie à l'autre. Ces variations sont attribuées à deux facteurs principaux : (1) les interactions avec l'atmosphère (l'échange de chaleur entre l'eau et l'air, les précipitations, l'évaporation, la formation de glace), et (2) les masses d'eau qui se déplacent entre le Golfe et l'océan Atlantique par les détroits de Cabot et de Belle Isle (figure 1).

Un élément commun de la structure verticale de la température du golfe du Saint-Laurent est la présence d'une couche d'eau d'une température inférieure à 1 °C, communément appelée la couche intermédiaire froide, ou CIF (figure 2). Pendant l'été et les premiers mois de l'automne, cette eau préalablement refroidie en hiver reste piégée entre la couche d'eau réchauffée en surface et la masse d'eau plus chaude près du fond qui provient de la région du talus continental. En général, la CIF est plus épaisse et présente les

températures les plus froides dans le nord-est du Golfe.

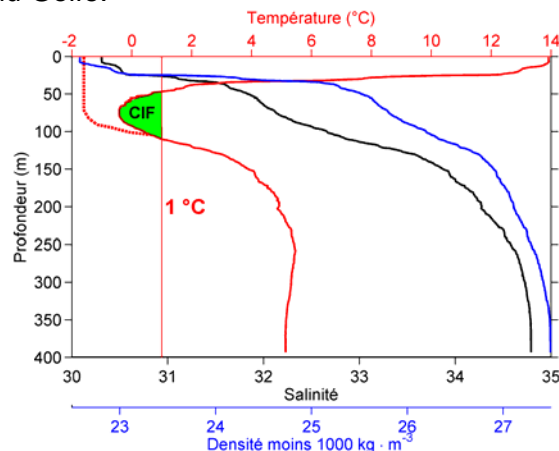


Figure 2. Profils caractéristiques de la température (rouge), de la salinité (noir) et de la densité (bleu) observés pendant l'été dans le golfe du Saint-Laurent. La couche intermédiaire froide (CIF) se définit comme la partie de la colonne d'eau dont la température est plus froide que 1 °C. La ligne rouge pointillée illustre un profil hivernal schématisé avec des températures près du point de congélation dans les 70 premiers mètres.

Tout au long du présent rapport, lorsque les données le permettent, nous comparons les observations de 2003 en météorologie, sur la glace de mer et en océanographie avec les données recueillies pendant la période de référence de 1971 à 2000. Cette pratique est conforme aux méthodes et aux pratiques internationalement adoptées en matière de climatologie.

Température de l'air

Il y a plusieurs stations météorologiques autour du golfe du Saint-Laurent, mais nous ne présentons ici que les températures mensuelles moyennes de l'air aux îles de la Madeleine, situées au centre du Golfe et suffisamment éloignées du continent pour refléter le caractère « marin ». En 2003, les températures mensuelles moyennes de l'air aux îles de la Madeleine ont été d'environ 1 °C plus froides que la normale de février à avril, mais sont devenues de 1 °C à 3 °C plus chaudes que la normale de septembre à décembre (figure 3).

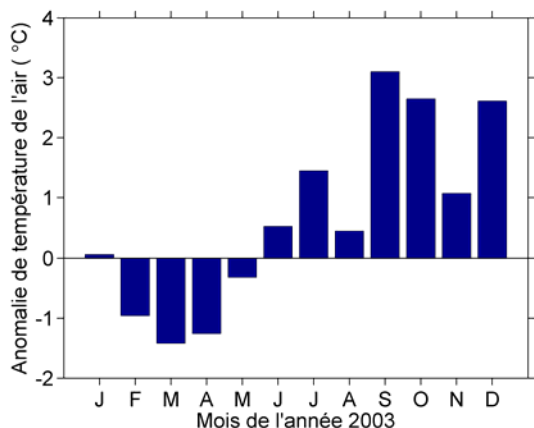


Figure 3. Anomalie de la température mensuelle moyenne de l'air en 2003 aux îles de la Madeleine.

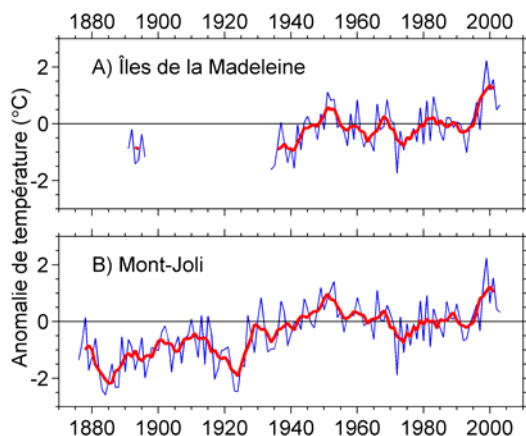


Figure 4. Anomalies annuelles de la température de l'air (ligne bleue mince) et moyennes mobiles sur 5 ans (ligne rouge épaisse) aux îles de la Madeleine et à Mont-Joli.

Les tendances à long terme de la température de l'air sont illustrées à la figure 4. Nous avons ajouté les données provenant de la station de Mont-Joli parce qu'elles couvrent une très longue période et sont de très haute qualité. L'anomalie moyenne de la température de l'air en 2003 était de +0,7 °C aux îles de la Madeleine et de +0,3 °C à Mont-Joli. Aux deux endroits, le changement entre la température de l'air moyenne annuelle de 2002 à 2003 a été inférieur à 0,2 °C. L'anomalie annuelle de température pour 1999 (2,2 °C) a été la plus

élevée jamais observée en 128 années de collecte de données à Mont-Joli.

Glace de mer

La superficie de la couverture de glace a été supérieure à la normale en 2003, principalement en raison des conditions de glace très intenses en mars (figure 5). De manière générale, les dates de première apparition des glaces ont été devancées de 0 à 15 jours tandis que les dernières dates de présence des glaces ont été retardées de 0 à 15 jours par rapport à la normale dans le golfe du Saint-Laurent. La durée des glaces a été plus longue que la normale de 21 jours, ce qui fait que la saison des glaces 2003 se classe au cinquième rang des plus longues saisons observées en 41 ans. L'indice des aires de glaces – jours (figure 6) a été très proche de la moyenne pour la période de 1971 à 2000. Le très grand volume de glace de mer exporté hors du Golfe via le détroit de Cabot en 2003 est le plus élevé des 41 dernières années.

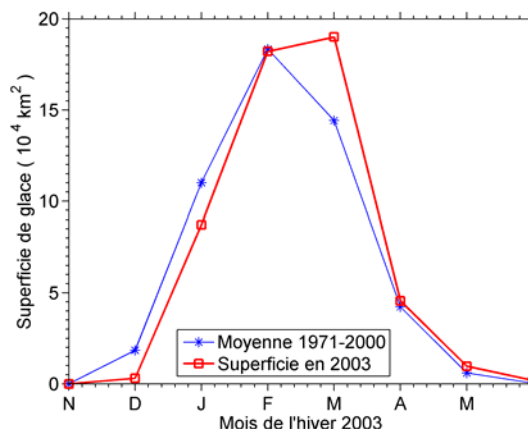


Figure 5. Superficie mensuelle moyenne des glaces dans le golfe du Saint-Laurent pendant l'hiver 2003 (ligne rouge) comparée à la moyenne de 1971 à 2000 (ligne bleue).

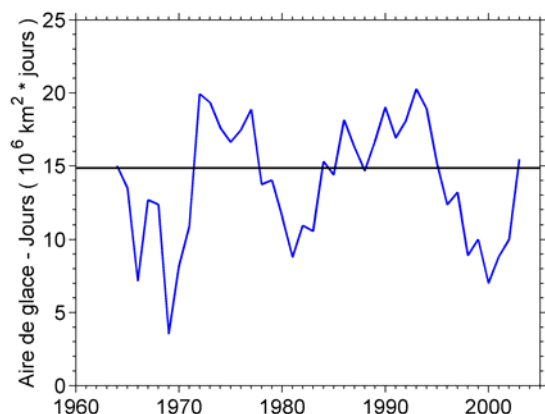


Figure 6. Indice des aires de glace-jours dans le golfe du Saint-Laurent représentant la somme annuelle des superficies des glaces multipliée par le nombre de jours pendant lesquels il y a de la glace.

Débits d'eau douce

Les précipitations sur le bassin hydrographique des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent ont été inférieures à la normale à l'hiver 2003. On a par la suite observé des précipitations légèrement inférieures à la normale au printemps et à l'été 2003, et des précipitations supérieures à la normale à l'automne. Ces conditions se reflètent sur l'indice de débit moyen d'eau douce à Québec (figure 7) qui indique, qu'à l'exception du mois d'août, le ruissellement a été sous la normale pour les dix premiers mois de 2003. La plus grande anomalie négative de ruissellement (de 25 à 33 % sous la normale) a eu lieu entre les mois de mars et mai.

Par rapport à la période de référence de 1971 à 2000, le débit annuel moyen d'eau douce à Québec en 2003 était d'environ $1670 \text{ m}^3/\text{s}$ (13,4 %) sous la normale et se classe au neuvième rang des plus faibles valeurs observées au cours des 49 dernières années (figure 8).

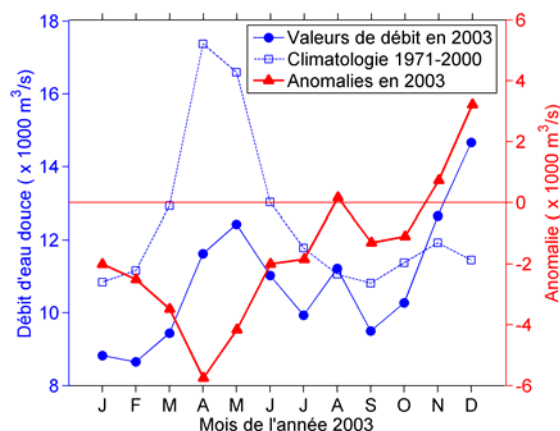


Figure 7. Débit mensuel moyen d'eau douce du fleuve Saint-Laurent à Québec en 2003 (ligne bleue avec cercles pleins) comparé aux données climatologiques de 1971-2000 (ligne bleue pointillée). La ligne rouge (échelle de droite) montre les écarts des valeurs du ruissellement en 2003 par rapport aux données climatologiques.

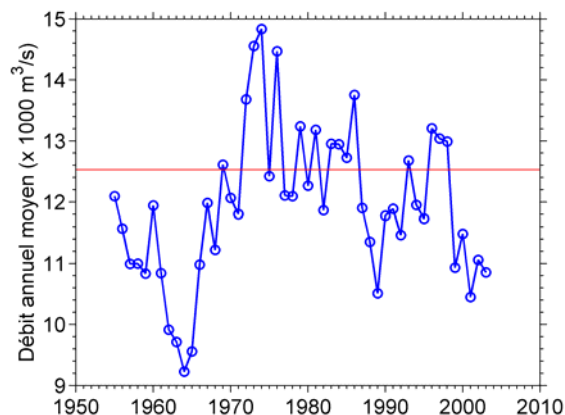


Figure 8. Débits d'eau douce annuels moyens du fleuve Saint-Laurent à Québec (ligne bleue) par rapport à la moyenne climatologique pour la période de 1971 à 2000 (ligne rouge).

Stations fixes du PMZA

Dans le cadre du Programme de monitoring de la zone atlantique, des mesures océanographiques sont recueillies de 10 à 20 fois par année aux stations de la gyre d'Anticosti, du courant de Gaspé et de Shédiac (figure 1). Comme ce programme de monitoring n'a débuté qu'en 1996, nous ne pouvons pas comparer les observations de 2003 à une moyenne climatologique 1971-

2000. Les anomalies de température et de salinité par rapport à la période de référence de 1996 à 2003 sont présentées à la figure 9.

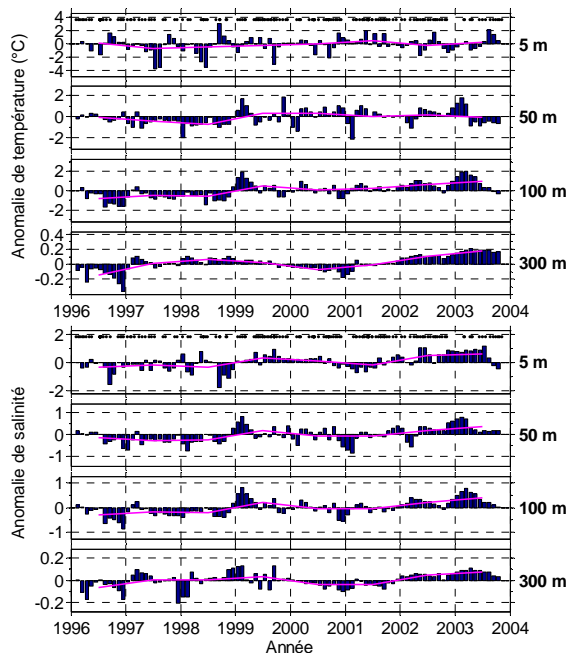


Figure 9. Écarts de température et de salinité par rapport à la moyenne de 1996 à 2003 pour diverses profondeurs à la station de la gyre d'Anticosti. Les barres bleues indiquent les anomalies mensuelles tandis que les lignes magenta montrent les anomalies annuelles. Les points noirs au-dessus du graphique indiquent les dates de collecte de données.

À la station de la gyre d'Anticosti, les températures près de la surface (profondeur de 5 m) étaient légèrement inférieures à la normale au printemps, mais supérieures à la normale des mois d'août à octobre. À une profondeur de 50 m, les températures étaient environ 1 °C plus chaudes que la normale en hiver, mais sont devenues environ 0,5 °C plus froides que la normale au printemps et à l'été 2003. Aux profondeurs de 100 m et 300 m, les températures étaient généralement plus chaudes que la normale en 2003. Pour leur part, les salinités étaient plus élevées que la normale à toutes les profondeurs, à l'exception des mois de septembre et octobre à une profondeur de 5 m. Au printemps, la

stratification en surface (0-25 m) était beaucoup plus faible que la normale.

Couche intermédiaire froide

Les profils verticaux de température et de salinité recueillis de mai à septembre ont été utilisés pour compiler des renseignements sur la CIF, qui se trouve à une profondeur d'environ 30 m à 100 m dans le golfe du Saint-Laurent. La température minimale dans cette couche est sujette à des variations de ± 1 °C sur une échelle de temps décennale (figure 10).

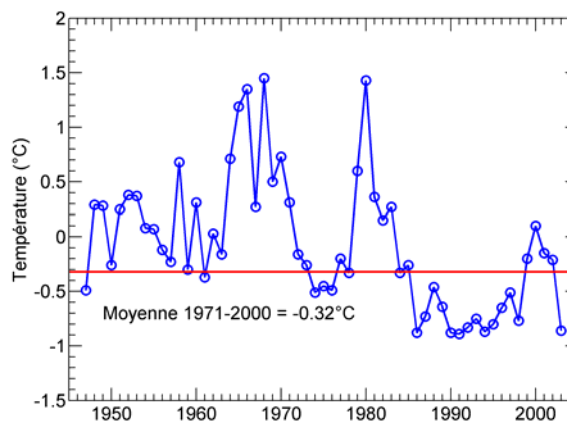


Figure 10. Indice de la température minimale estivale de la CIF dans les zones du golfe du Saint-Laurent plus profondes que 100 m.

Pendant l'hiver 2003, des températures de l'air plus froides que la normale (figure 3), un volume de glaces plus important que la normale (figure 5) et un apport important d'eaux relativement froides et salées du détroit de Belle Isle ont tous fait en sorte que la couche mélangée de surface a été plus épaisse, plus froide et plus salée que la normale pendant le mois de mars. Ces anomalies de température et de salinité ont persisté jusqu'à l'été et l'automne après que le réchauffement printanier eût créé la CIF en réchauffant les 30 premiers mètres environ de la colonne d'eau (figure 2).

En 2003, la température minimale de la CIF a diminué de 0,65 °C par rapport à 2002, ce qui est de 0,54 °C plus froid que la moyenne de

1971 à 2000 et qui la classe au cinquième rang des plus froides températures en 57 ans. De plus, l'épaisseur et le volume de la CIF mesurés au cours du relevé estival d'évaluation des stocks de poissons de fond ont beaucoup augmenté comparativement à 2002, particulièrement pour les eaux dont les températures sont inférieures à 0 °C et inférieures à 1 °C (figure 11).

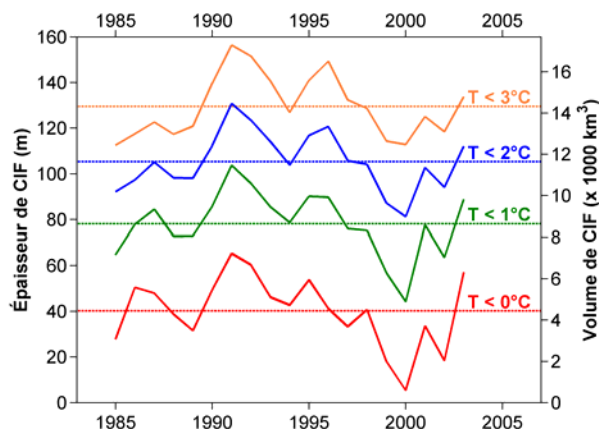


Figure 11. Épaisseur et volume des eaux dont les températures étaient inférieures à 0 °C, 1 °C, 2 °C et 3 °C au cours des relevés d'évaluation des stocks de crevettes et de poissons de fond en août et septembre pour la période 1985 à 2003 dans le golfe du Saint-Laurent.

Températures de fond

Compte tenu de la structure verticale des profils de température dans le golfe du Saint-Laurent au cours de l'été (figure 2), la température éprouvée par les poissons démersaux et les animaux benthiques dépendra de la profondeur locale. Nous nous attendons donc à trouver de chaudes températures au fond (jusqu'à 20 °C) aux endroits où la profondeur est inférieure à 30 m, des températures froides (moins de 3 °C) entre 30 m et 150 m, et des températures plus chaudes à nouveau (3 à 6 °C) à des profondeurs de plus de 150 m, tel que montré à la figure 12 pour le relevé de 2003.

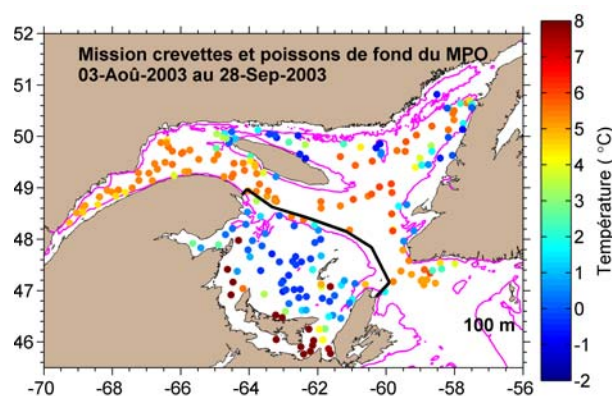


Figure 12. Températures de fond observées au cours du relevé d'évaluation des stocks de crevettes et de poissons de fond en août et septembre 2003. La ligne noire montre la limite entre la partie sud et la partie nord du golfe du Saint-Laurent utilisée pour calculer des séries chronologiques pour les superficies du fond présentant des températures inférieures à 0 °C et inférieures à 1 °C.

Dans le sud du Golfe, une grande partie du fond marin se situe dans la couche intermédiaire froide (figures 2 et 12). En septembre 2003, la superficie du fond dont la température était de moins de 1 °C a augmenté de 32 % par rapport à 2002. Pour ce qui est des eaux dont la température est de moins de 0 °C, qui étaient presque complètement absentes en 2002 (700 km²), elles occupaient 18 000 km² du fond marin en 2003 (figure 13). La superficie du fond occupée par ces eaux froides en 2003 est supérieure à la moyenne pour la période de 1971 à 2000.

Dans le nord du Golfe, la CIF touche au fond principalement sur les versants inclinés des chenaux profonds. En août 2003, la superficie du fond dont la température était inférieure à 0 °C et 1 °C a augmenté de 85 % et de 36 % respectivement comparativement à août 2002 (figure 14). Les superficies du fond occupées par ces eaux froides en 2003 ont été bien supérieures à la moyenne de 1984 à 2003.

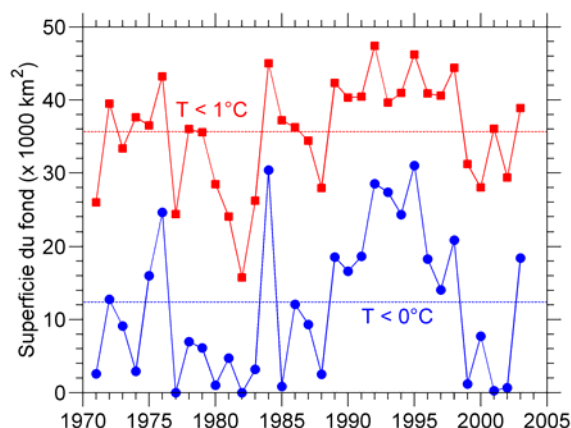


Figure 13. Superficie du fond marin dont la température est inférieure à 0 °C (ligne bleue) et dont la température est inférieure à 1 °C (ligne rouge) en septembre dans la partie sud du golfe du Saint-Laurent. Les lignes horizontales représentent les moyennes pour la période 1971 à 2000.

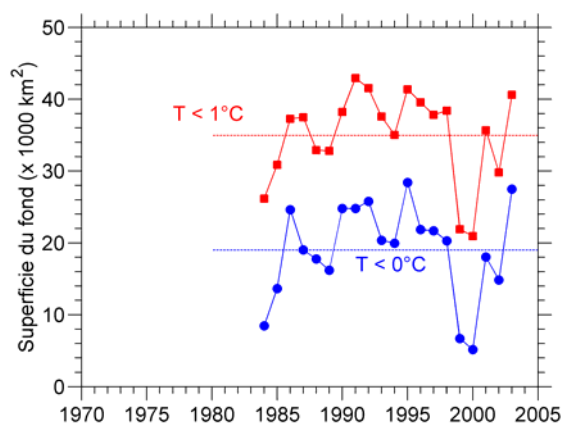


Figure 14. Superficie du fond marin dont la température est inférieure à 0 °C (ligne bleue) et dont la température est inférieure à 1 °C (ligne rouge) en août dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent. Les lignes horizontales représentent les moyennes pour la période de 1984 à 2003.

Salinités et températures moyennes par couches

Les mesures de la température et de la salinité ont été analysées en divisant la colonne d'eau (figure 2) en quatre couches : 1) une couche supérieure chaude (0 à 30 m de profondeur), 2) une couche intermédiaire

froide (30 à 100 m de profondeur), 3) une couche de transition (100 à 200 m de profondeur), et 4) une couche profonde chaude et salée (200 à 300 m de profondeur). Nous avons calculé les températures moyennes de ces couches en prenant le Golfe comme un tout. Nous ne présentons pas les résultats pour la couche de 0 à 30 m de profondeur, car nous n'avons pas encore déterminé de façon assez précise le cycle saisonnier de grande amplitude observé dans cette couche.

En 2003, la température moyenne à l'échelle du Golfe à la mi-juillet pour la couche de 30 à 100 m de profondeur se classe au quatrième rang des plus froides températures observées en 58 ans, soit 0,5 °C plus froide qu'en 2002 et 0,6 °C plus froide que la moyenne climatologique 1971-2000 (figure 15). Dans la couche de 100 à 200 m de profondeur, la température a refroidi de 0,9 °C par rapport à celle de 2002 et se classe au dix-septième rang des plus froides températures des 58 dernières années, soit 0,6 °C plus froide que la moyenne 1971-2000. Finalement, la température de la couche de 200 à 300 m de profondeur en 2003 se positionne au dix-neuvième rang des plus chaudes températures des 58 dernières années, correspondant exactement à la moyenne pour la période de 1971 à 2000.

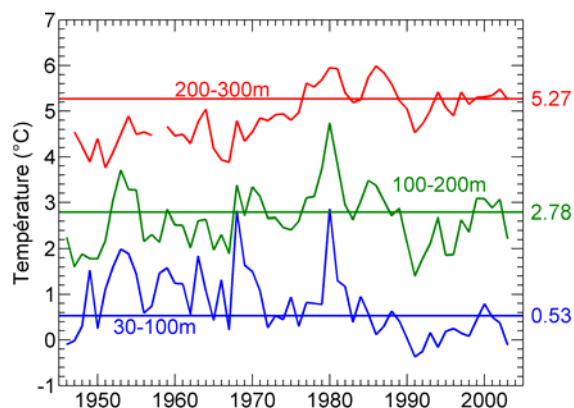


Figure 15. Températures moyennes par couches dans le golfe du Saint-Laurent. Pour la couche de 30 à 100 m de profondeur, les données ont été extrapolées au 15 juillet. Les lignes horizontales montrent les moyennes pour 1971 à 2000.

À l'échelle du Golfe, la salinité moyenne de la couche de 30 à 100 m de profondeur en 2003 occupe la neuvième position des salinités les plus élevées des 58 dernières années, soit 0,05 de plus qu'en 2002 et 0,11 de plus que la moyenne 1971-2000 (figure 16). Dans la couche de 100 à 200 m de profondeur, la salinité a baissé de 0,12 par rapport à 2002 et arrive au vingt-septième rang des salinités les plus basses des 58 dernières années, soit 0,07 plus bas que la moyenne 1971-2000. Finalement, la salinité de la couche de 200 à 300 m de profondeur en 2003 se classe au vingt-et-unième rang des salinités les plus élevées pour les 58 dernières années et elle est très proche de la moyenne pour la période de 1971 à 2000.

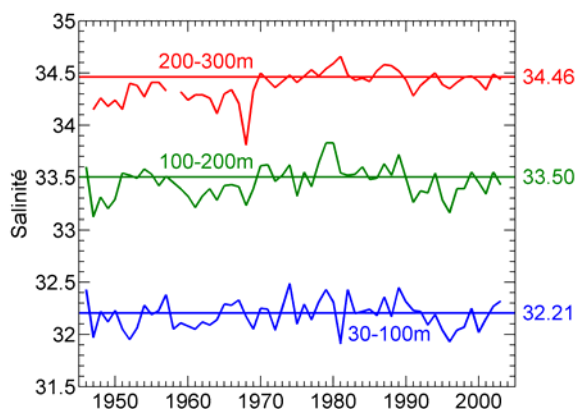


Figure 16. Salinités moyennes par couches dans le golfe du Saint-Laurent. Les lignes horizontales montrent les moyennes pour 1971 à 2000.

Références

- Gilbert, D., P.S. Galbraith, C. Lafleur et B. Pettigrew 2004. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2003. Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2004/061, 63p.
- Gilbert, D. 2004. Température et salinité pendant la mission estivale d'évaluation des stocks de crevette et poissons de fond dans le golfe du Saint-Laurent en

2003. [En ligne : http://www.osl.gc.ca/fr/info/publications/missions-needler/needler2003ctd_fr.html (dernière mise à jour le 2 février 2004).]

Gilbert, D. et B. Pettigrew 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.

Petrie, B., K. Drinkwater, A. Sandström, R. Pettipas, D. Gregory, D. Gilbert et P. Sekhon 1996. Temperature, salinity and sigma-t atlas for the Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.*, **178**: v + 256p.

Pour obtenir de plus amples renseignements

Contactez : Denis Gilbert
 Institut Maurice-Lamontagne
 Pêches et Océans Canada
 C. P. 1000
 Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
 Tél. : (418) 775-0570
 Télécopieur : (418) 775-0546
 Courriel : gilbertd@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Bureau régional des avis scientifiques

Région du Québec
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, Mont-Joli
Québec, Canada
G5H 3Z4

Téléphone : 418-775-0766

Télécopieur : 418-775-0542

Courriel : Bras@dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1707-4487 (imprimé)

© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2004

*An English version is available upon request
at the above address.*



**La présente publication doit être
citée comme suit**

MPO, 2004. État de l'océan en 2003 :
Océanographie physique dans le golfe
du Saint-Laurent. Secr. can. de consult.
sci. du MPO, Rapp. sur l'état des
écosystèmes 2004/002.