

AZMP OBJECTIVES

The specific objectives of the AZMP are to collect and analyze biological, chemical and physical field data that are necessary (1) to characterize and understand the causes of oceanic variability at the seasonal, interannual and decadal scales, (2) to provide multidisciplinary data sets that can be used to establish relationships among the biological, chemical and physical variables and (3) to provide adequate data to support the sound development of oceans activities.

GENERAL APPROACH OF AZMP

The general approach of the AZMP is based on the following principles: (1) each Atlantic region (Gulf, Laurentian, Maritimes and Newfoundland) is responsible for the delivery of a part of the Zonal Program, (2) minimal new sampling should be initiated since the program builds on existing field and monitoring efforts (fish surveys, remote sensing, toxic algae, LTTM, etc.), (3) each region must follow standard protocols, (4) whenever possible, the program makes use of new technologies and methodologies to improve the efficiency of the sampling program and the quality of data sets, and (5) continuous evaluation of the program (protocols, data analysis, products, etc.) is made with revision and modification as needed.

SAMPLING STRATEGY

The sampling strategy adopted by the AZMP is based on (1) seasonal and opportunistic sampling along **Sections** to quantify the variability of the biological, chemical and physical environment for the Canadian NW Atlantic shelf Region, (2) higher-frequency temporal sampling at more accessible **Fixed Sites** to monitor the shorter time scale dynamics in representative areas, (3) use of **fish survey data** and of **remote sensing** to provide broader spatial coverage and context to interpret ocean data, and (4) use of **data from other existing moni-**

OBJECTIFS DU PMZA

Les objectifs spécifiques du PMZA sont de récolter et d'analyser les données biologiques, chimiques et physiques sur le terrain qui sont requises (1) pour caractériser et comprendre les causes de la variabilité océanique aux échelles saisonnières, interannuelles et décadales, (2) pour fournir les ensembles de données pluridisciplinaires qui sont nécessaires pour établir des relations entre les variables biologiques, chimiques et physiques et (3) pour fournir les données pour le développement durable des activités océaniques.

APPROCHE GÉNÉRALE DU PMZA

L'approche générale du PMZA est basée sur les principes suivants : (1) chaque région atlantique (Golfe, Laurentienne, Maritimes et Terre-Neuve) est responsable pour la livraison d'une partie du programme zonal, (2) le programme doit impliquer un minimum de nouvel échantillonnage puisqu'il est fondé sur des programmes de terrain et de monitoring déjà existants (évaluation de stocks, télédétection, algues toxiques, LTTM, etc.), (3) chaque région doit respecter des protocoles standards, (4) lorsque possible, le programme utilise de nouvelles technologies et méthodologies pour améliorer l'efficacité de l'échantillonnage et la qualité des jeux de données, et (5) il y a évaluation continue du programme (protocoles, analyses de données, livrables, etc.) et des révisions et modifications sont apportées au besoin.

STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

La stratégie d'échantillonnage adoptée par la PMZA se fonde sur (1) l'échantillonnage saisonnier et opportuniste le long de **Transects** afin de quantifier la variabilité biologique, chimique et physique de l'environnement pour la région NO Atlantique du plateau continental, (2) l'échantillonnage à plus haute fréquence à des **stations fixes** plus accessibles pour monitorer la dynamique à plus fine échelle de temps dans des régions représentatives, (3) l'utilisation des données provenant des missions **d'évaluation de stocks** et de la

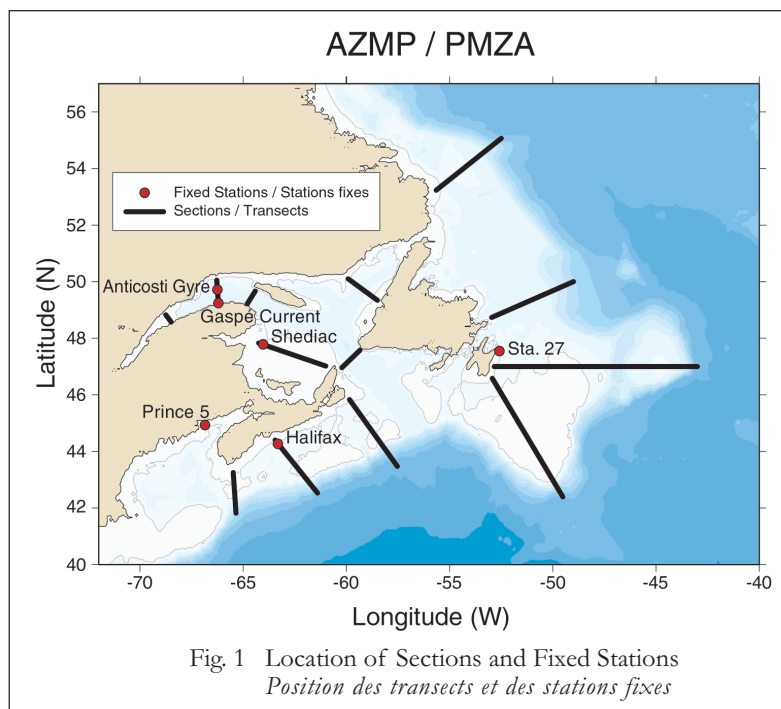


Fig. 1 Location of Sections and Fixed Stations
Position des transects et des stations fixes

toring programs such as CPR (Continuous Plankton Recorder) lines, Sea Level Network, nearshore Long Term Temperature Monitoring, Toxic Algae monitoring, etc., or **from other external organizations** (winds, runoff, etc.) to complement AZMP data.

One key element of the AZMP is oceanographic sampling at **fixed stations** and along **transects**. The fixed stations are occupied about every two weeks, conditions permitting, and the sections are run from 1 to 3 times during the year. The location of the regular sections and the fixed stations are shown in Figure 1. Temperature, salinity, fluorescence, oxygen, nitrates, silicates, and phosphates are measured, and phytoplankton and zooplankton samples are collected. Common protocols are used.

• Fixed Stations

Figure 2 shows the evolution of temperature and salinity from fixed Sta. 27 on the Newfoundland Shelf off St. John's throughout 2000. Seasonal warming and the cold deep layer are characteristic features of the Grand Banks. To the north of this site on the deeper Northeast Newfoundland Shelf, the cold layer is called the CIL (Cold Intermediate Layer) because there is an underlying warmer layer. The CIL shows strong variability in area and tem-

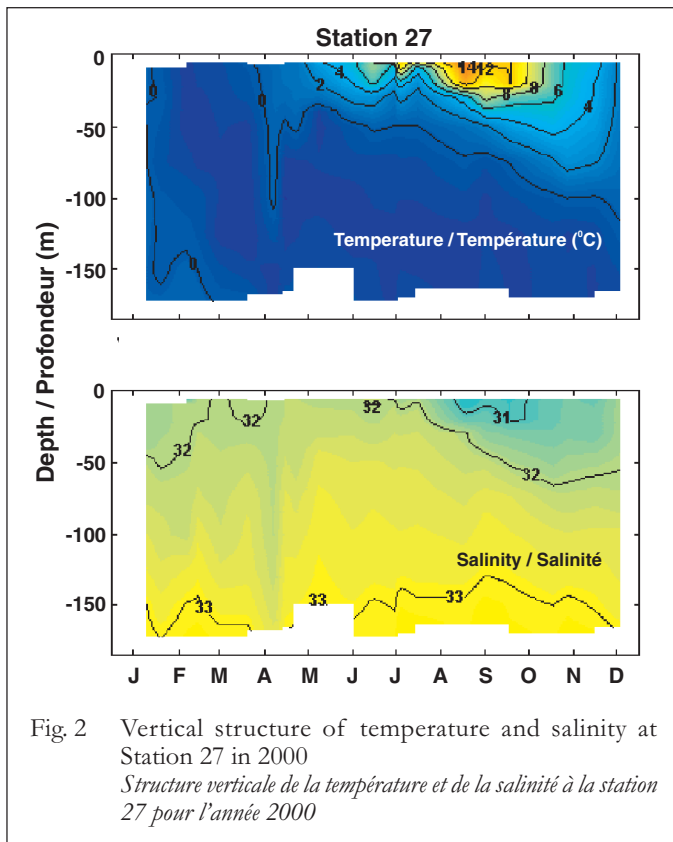


Fig. 2 Vertical structure of temperature and salinity at Station 27 in 2000
Structure verticale de la température et de la salinité à la station 27 pour l'année 2000

perature during the year and interannually. Its properties are an important climate signal for the Newfoundland region and are often used in fisheries studies. The freshen-

télé-détection pour fournir une couverture spatiale plus vaste et le contexte pour l'interprétation des données océaniques et (4) l'utilisation de **données provenant d'autres programmes de monitoring existants** comme les transects CPR (Continuous Plankton Recorder), les réseaux côtiers de niveau d'eau et de température (LTTM), le monitoring des algues toxiques, etc., ou **d'autres organismes externes** (vents, débits d'eau douce, etc.) pour compléter les données du PMZA.

Un élément clé du PMZA est l'échantillonnage océanographique à des **stations fixes** et le long des **transects**. Les stations fixes sont occupées à environ toutes les deux semaines, dépendant des conditions, et les sections sont échantillonnées de 1 à 3 fois durant l'année. La localisation des transects et des stations fixes est illustrée à la figure 1. L'échantillonnage régulier comprend des mesures de température, salinité, fluorescence, oxygène, nitrates, silicates, et phosphates, ainsi que la collecte d'échantillons de phytoplancton et de zooplancton. Ces mesures sont effectuées suivant un protocole bien établi.

• Stations fixes

La figure 2 montre, pour l'année 2000, l'évolution de la température et de la salinité à la Station 27 située sur le plateau en face de Saint-Jean, Terre-Neuve. Le réchauffement saisonnier et la couche profonde froide sont caractéristiques de la région des Grands Bancs. Au nord de cette station, dans la région nord-ouest plus profonde du plateau Terre-Neuvien, la couche froide est appelée CIF (Couche Intermédiaire Froide) parce qu'il existe à cet endroit une couche profonde plus chaude. La CIF montre une forte variabilité annuelle et interannuelle de la température et de la zone couverte dans cette région. Ces propriétés sont d'importants signaux climatiques pour la région de Terre-Neuve et sont souvent utilisées dans les études sur les pêcheries. La diminution de salinité des eaux de surface vers la fin de l'été et au début de l'automne est causée par l'arrivée des masses d'eau provenant des débits d'eau douce printaniers et de la fonte des glaces des côtes du Labrador. La diminution de salinité dans les eaux profondes (voir l'isohaline 33) est attribuable à l'arrivée d'eaux douces provenant principalement de la baie d'Hudson au cours de l'année précédente. La station 27 a été échantillonnée 27 fois en 2000 et les données ont été interpolées pour construire la figure 2. Il a cependant été difficile de maintenir la fréquence d'échantillonnage aux deux semaines. La température, la disponibilité du navire et d'autres obligations du personnel du PMZA contribuent à la nature parfois erratique de l'échantillonnage.

• Transects

Un autre élément majeur du PMZA est l'occupation de transects où sont échantillonnées des variables hydrographiques comme le phytoplancton, le zooplancton et les sels nutritifs. Par exemple, la figure 3 illustre la répartition des concentrations en nitrates le

ing of near-surface waters in the late summer and early fall is caused by the arrival of the spring runoff and ice melt from the Labrador Shelf. The deep freshening (see the 33 isohaline) is attributed to the arrival of fresher waters originating primarily from Hudson Bay in the previous year. Station 27 was sampled 23 times during 2000 and the data interpolated to construct this contour plot. It is often difficult to maintain nominal two week intervals between observations. Weather, ice, vessel availability and other commitments of AZMP personnel contribute to the sometimes erratic nature of the sampling.

• Sections

Another major element of the AZMP is the occupation of transects where hydrographic variables, phytoplankton, zooplankton and nutrients are sampled. For example, the transect shown in Figure 3 features nitrate concentrations from the Halifax Section during 1999.

Nitrate, phosphate and silicate concentrations are built up during the winter in the near-surface layer. In the late winter and early spring, the magnitude of the phytoplankton bloom is determined by this nutrient pool. The nitrate has already been stripped from the near-surface layer over the Scotian Shelf in the April transect (Fig. 3). A deep pool of nutrients remains over the inner shelf and continental slope. This pool can supply the upper layer with limited amounts of nitrate through upwelling and vertical mixing and continues to generate episodically new production during the summer.

The response at the fixed stations to the nutrient supply, changing sunlight and other factors regulating primary production is seen in the contoured chlorophyll time series of Figure 4. At the Prince 5 station, phytoplankton growth begins sharply in mid-May. The high chlorophyll concentrations extend nearly to the bottom, a consequence of the strong vertical mixing at this site located at the mouth of the Bay of Fundy. The biomass remains relatively high throughout the summer. The delay of the spring bloom at Prince 5 relative to the other sites may be caused by decreased light availability early in the season because of increased turbidity in the water and strong vertical mixing.

At Station 2 off Halifax the spring bloom occurs earlier than at Prince 5 and is confined to a reduced depth range near the surface. Vertical mixing is not as strong as it is in the Bay of Fundy. A minor bloom occurs in the fall as well, triggered by nutrient replenishment of surface waters.

The Shediac Valley sampling in the southern Gulf of St.

long du transect de Halifax en avril 1999.

Les concentrations en nitrates, phosphates et silicates augmentent significativement durant l'hiver dans la couche de surface. À la fin de l'hiver et au début du printemps, l'intensité de la floraison de phytoplancton est directement déterminée par le niveau de cette accumulation. En avril, les nitrates sont déjà épuisés dans la couche de surface du plateau Néo-Écossais (Fig. 3). Cependant des concentrations élevées de sels nutritifs demeurent dans la couche profonde du bassin intérieur et au-dessus du plateau continental. Ce « pool » de nitrates peut alimenter la couche de surface lors d'événements de remontées d'eaux profondes ou de mélange vertical, et continuer à générer de façon épisodique de la production nouvelle durant l'été.

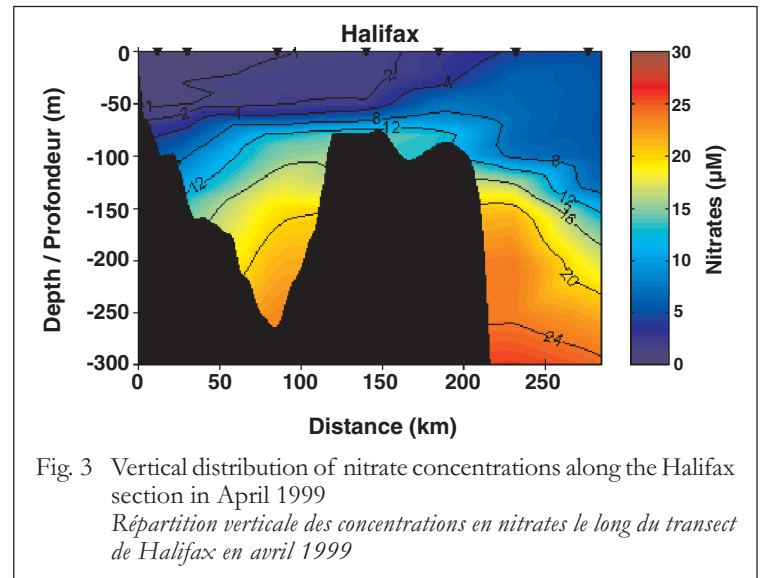


Fig. 3 Vertical distribution of nitrate concentrations along the Halifax section in April 1999
Répartition verticale des concentrations en nitrates le long du transect de Halifax en avril 1999

La réponse aux enrichissements en sels nutritifs, aux changements de la lumière disponible et aux autres facteurs régulant la production primaire est illustrée à la figure 4 qui montre les variations de chlorophylle à trois stations fixes. À la station Prince 5, la croissance du phytoplancton débute brusquement vers la mi-mai. Les fortes concentrations de chlorophylle s'étendent pratiquement jusqu'au fond, une conséquence du mélange vertical intense à cette station située à l'embouchure de la baie de Fundy. La biomasse demeure relativement élevée tout au long de l'été. Le décalage de la floraison printanière à la station Prince 5 relativement aux autres stations peut être attribuable à une plus faible disponibilité de la lumière en début de saison en raison d'une augmentation de la turbidité dans la colonne d'eau dû au mélange vertical plus intense.

À la station 2, en face de Halifax, la floraison printanière se produit plus tôt qu'à la Station Prince 5 et est confinée à une couche réduite de la colonne d'eau près de la surface. Le mélange vertical n'y est pas aussi fort que dans la baie de Fundy. Une floraison mineure se produit également à l'automne, déclenchée par un enrichissement des eaux de surface en sels nutritifs.

Lawrence is limited by ice cover in spring. During the winter, ships are not available to make observations. However, the chlorophyll concentrations seen in 2000 indicate that the spring bloom was at least partially captured.

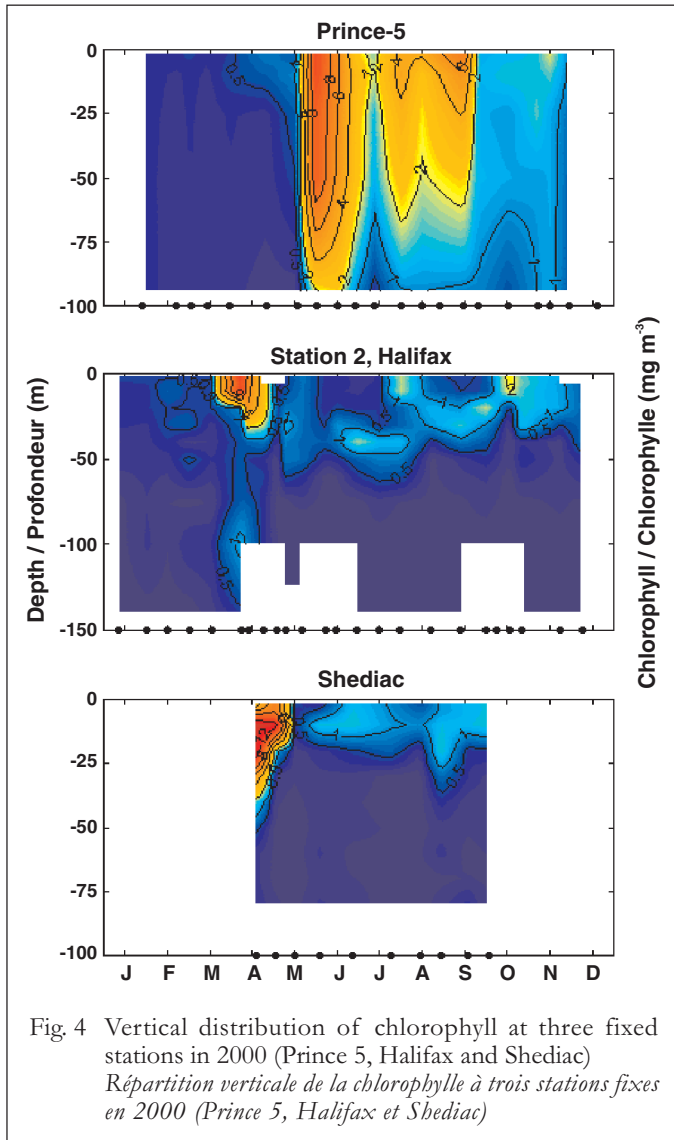


Fig. 4 Vertical distribution of chlorophyll at three fixed stations in 2000 (Prince 5, Halifax and Shediac)
Répartition verticale de la chlorophylle à trois stations fixes en 2000 (Prince 5, Halifax et Shediac)

The variability of chlorophyll at the Gaspé Current fixed station, in the St. Lawrence Estuary region, is more complex (Fig. 5). A weak spring bloom is first observed, followed by a strong subsurface peaks in early summer and a weaker phytoplankton peak in autumn. This station is under the direct influence of the strong spring freshwater runoff from the Estuary. The consequence is that the main peak of phytoplankton does not appear at this station before the beginning of the summer. The fall peak is also important at this station and its extension is felt much deeper in the water column due to more intense wind storms in the fall that increase mixing in the water column at this time of the year.

Station 27, on the other hand, features a classic spring

L'échantillonnage de la station Shediac dans la partie sud du Golfe du Saint-Laurent est limitée par la couverture de glace au printemps. Durant l'hiver les navires ne sont pas disponibles pour effectuer des observations. Cependant, les concentrations en chlorophylle observées en 2000 indiquent que la floraison printanière aurait été au moins partiellement capturée.

Le patron de variation de la chlorophylle à la station fixe du courant de Gaspé dans l'estuaire du Saint-Laurent (Fig. 5) est plus complexe. On y remarque une faible floraison de phytoplancton au printemps, suivie d'un fort pic en début d'été et d'une floraison un peu plus faible à l'automne. Cette station est sous l'influence directe des forts débits d'eau douce printaniers du fleuve, ce qui a pour conséquence de retarder jusqu'au début de l'été l'apparition du pic principal de phytoplancton. La floraison automnale est également importante à cette station et s'étend jusqu'à de plus grandes profondeurs suivant les tempêtes d'automne qui augmentent significativement le mélange dans la colonne d'eau à cette époque de l'année.

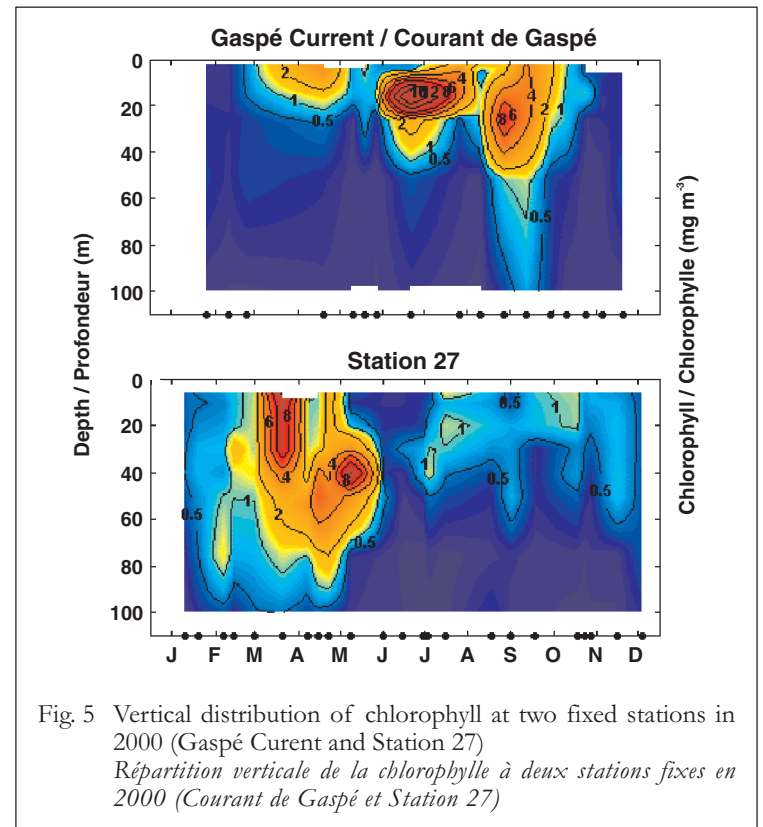


Fig. 5 Vertical distribution of chlorophyll at two fixed stations in 2000 (Gaspé Current and Station 27)
Répartition verticale de la chlorophylle à deux stations fixes en 2000 (Courant de Gaspé et Station 27)

Pour sa part la station 27 montre un patron plus classique de floraison printanière, avec un fort pic de chlorophylle débutant en début d'avril, une durée limitée de cette floraison et des concentrations en chlorophylle importantes jusqu'à près de 40 m de profondeur (Fig. 5). Un pic de chlorophylle intense sous la surface est par la suite observé vers la mi-mai centré autour de 40 mètres. La station 27, localisée dans la branche plus côtière du courant du Labrador, peut également être influencée par l'advection de chlorophylle provenant de ce courant.

bloom, with a sharp onset in early April, limited duration, and chlorophyll concentrations well-mixed down to nearly 40 m. An intense, subsurface chlorophyll peak is also seen in mid-May centered at 40 m. Station 27, located in the inshore branch of the Labrador Current, could also be affected by advection of chlorophyll.

Phytoplankton are the primary food source for the next link in the marine foodweb, the zooplankton. The abundance of zooplankton varies geographically and seasonally and its growth cycle is thought to be critical for the survival of larval finfish and invertebrates. Total zooplankton biomass varied by almost two orders of magnitude along six sections sampled in June and November in the Lower Estuary and the open Gulf of St. Lawrence (Fig. 6). Biomass increased as a function of depth with highest levels in the Laurentian Channel and lowest levels in the NE Gulf and on the Magdalen Shallows. Seasonally, zooplankton biomass was generally higher in fall than in spring in the Estuary and central Gulf, but higher in spring in the Southern Gulf and NE Gulf. In the spring and early summer, zooplankton reside, feed and reproduce in the upper water column (< 100 m) but pre-adults and adults of many species migrate to the deep basins in late summer and fall where they remain inactive (diapause) until ascending the next spring to start the growth cycle again.

• Broad Scale Fish Surveys

Biological, chemical and physical data are collected on the ground fish surveys for example in February (Georges Bank), March (Eastern Scotian Shelf), July (Scotian Shelf–Gulf of Maine) and September (southern Gulf of St. Law-

Le phytoplancton est la nourriture primaire pour le zooplancton, le niveau supérieur dans la chaîne trophique. L'abondance du zooplancton varie dans l'espace et le temps et son cycle de croissance est considéré comme critique pour la survie de nombreuses espèces de poissons et d'invertébrés. La biomasse totale du zooplancton varie de presque deux ordres de grandeur le long des six transects échantillonnés en juin et novembre dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (Fig. 6). La biomasse augmente en fonction de la profondeur, avec les plus hautes valeurs observées dans le Chenal Laurentien et les plus basses dans la partie nord-est

du Golfe et sur le plateau Madelinien. La biomasse zooplanctonique était généralement plus forte en automne qu'au printemps dans l'Estuaire et dans la partie centrale du Golfe, mais plus forte au printemps dans la partie sud et nord-est du Golfe. Au printemps et en début d'été, le zooplancton réside, se nourrit et se reproduit dans la couche supérieure de la colonne d'eau (< 100 m), mais les jeunes stades et les adultes de plusieurs espèces migrent dans les bassins profonds à la fin de l'été et à l'automne où ils demeurent plus ou moins actifs (diapause) jusqu'au printemps suivant où ils

remonteront alors plus haut dans la colonne d'eau pour recommencer leur cycle de vie.

• Missions d'évaluation de stocks de poisson

Des données biologiques, chimiques et physiques sont également recueillies lors des missions d'évaluation de stocks de poisson de fond comme par exemple en février (Banc Georges), mars (partie est du plateau Néo-Écossais), juillet (plateau Néo-Écossais – Golfe du Maine) et septembre (sud du Golfe du Saint-Laurent). Lors de ces missions, des échantillons pour les sels nutritifs et la chlorophylle sont recueillis en surface et au fond et un profil de CTD est effectué à toutes les stations. Un trait de filet pour le zooplancton est également effectué à un nombre plus restreint de stations.

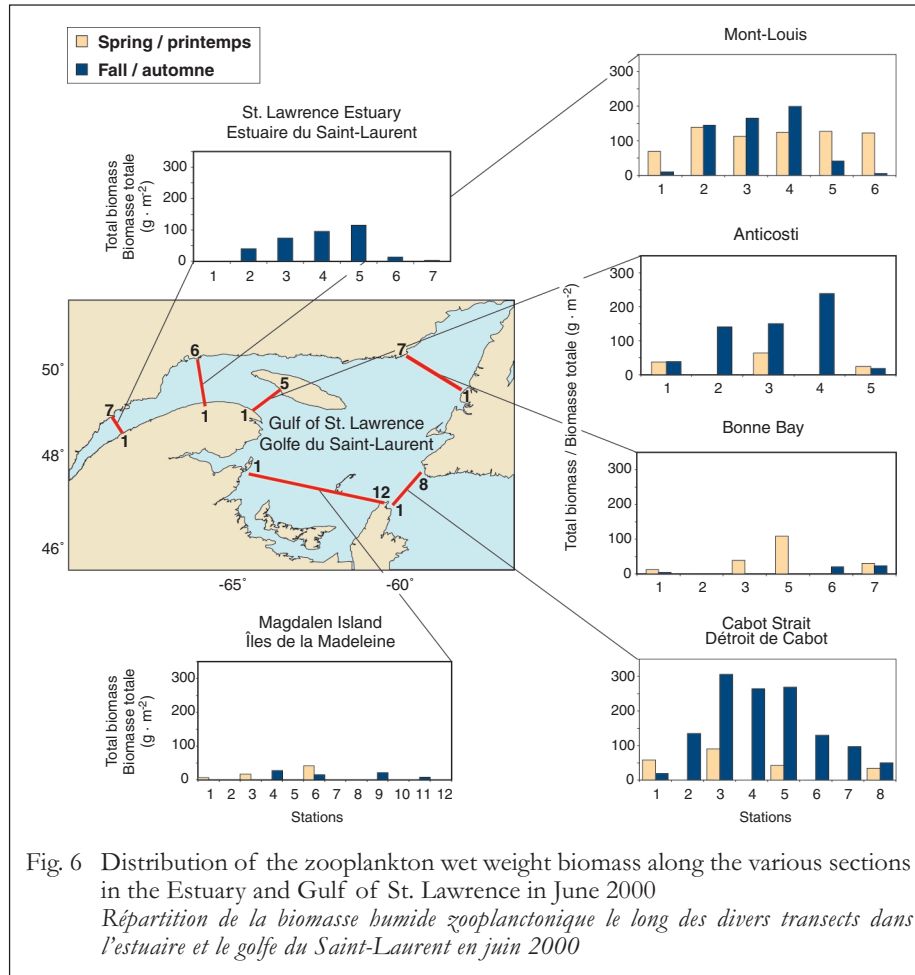


Fig. 6 Distribution of the zooplankton wet weight biomass along the various sections in the Estuary and Gulf of St. Lawrence in June 2000
Répartition de la biomasse humide zooplanctonique le long des divers transects dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en juin 2000

rence). During these surveys, surface and bottom nutrients, chlorophyll and CTD data are collected at all stations. Net tows for zooplankton are made at a small subset of stations.

Surface chlorophyll from the southern Gulf of St. Lawrence September groundfish survey for 1999 and 2000 shows a number of interesting features (Fig. 7). The concentrations are notably high for this time of year. This had been detected in satellite images of ocean colour, but had been suspect. The survey thus provides a vital ground-truth component for the remotely sensed data. The spatial variability is also a prominent feature of the southern Gulf. This of course has implications for the fixed station data, namely, over what area of the Gulf are the observations at Shediac Valley representative? The use of the results from these surveys illustrates clearly the effectiveness of the cooperative effort within DFO, between the marine fish surveys and the AZMP.

One of the major aims of the AZMP is to detect changes in the ocean properties and ultimately to consider the consequences of these variations on fisheries distributions, ocean climate and other related issues. In its brief existence, the AZMP surveys have encountered major changes in the physical environment. In 1998, the proportion of Labrador Slope water that was found in the continental slope and shelf region off Nova Scotia was the largest that it had been since the mid-1960s. Changes in the physical environment can have, for example, profound consequences on the distribution of fish species. In the Scotian Shelf region, a number of species are at the northern or southern limits of their range. Accompanying the hydrographic variation was a marked change in the deeper nutrient and dissolved oxygen concentrations.

The bottom nitrate distributions from 1998 and 1999 il-

La chlorophylle de surface observée dans la région sud du golfe du Saint-Laurent lors des missions d'évaluation de septembre 1999 et 2000 montre plusieurs phénomènes intéressants (Fig. 7). Les concentrations sont remarquablement élevées pour ce temps de l'année. Ce phénomène a été détecté au moyen d'images satellites de la couleur de l'océan, mais avait été déclaré suspect. Les missions d'évaluation fournissent donc des mesures de vérification de terrain qui sont vitales pour valider les données satellitaires. La variabilité spatiale est également une caractéristique prédominante de la région sud du Golfe, ce qui a naturellement des implications pour les données provenant des

stations fixes, notamment en ce qui concerne la représentativité des observations de la station de Shédiac. L'utilisation des résultats des missions d'évaluation illustre bien l'efficacité de l'effort de collaboration à l'intérieur du MPO, entre les missions d'évaluation et le PMZA.

L'un des objectifs principaux du PMZA est de détecter les changements des propriétés océaniques et, ultimement, de considérer les conséquences de ces variations sur la répartition des stocks de poisson, sur le climat océanique et sur d'autres problèmes reliés. Au cours de sa brève existence, les missions du PMZA ont mis à jour des changements majeurs dans l'environnement physique. En 1998, la proportion de la masse d'eau provenant de la pente continentale du Labrador qui était observée le long de la pente continentale et du

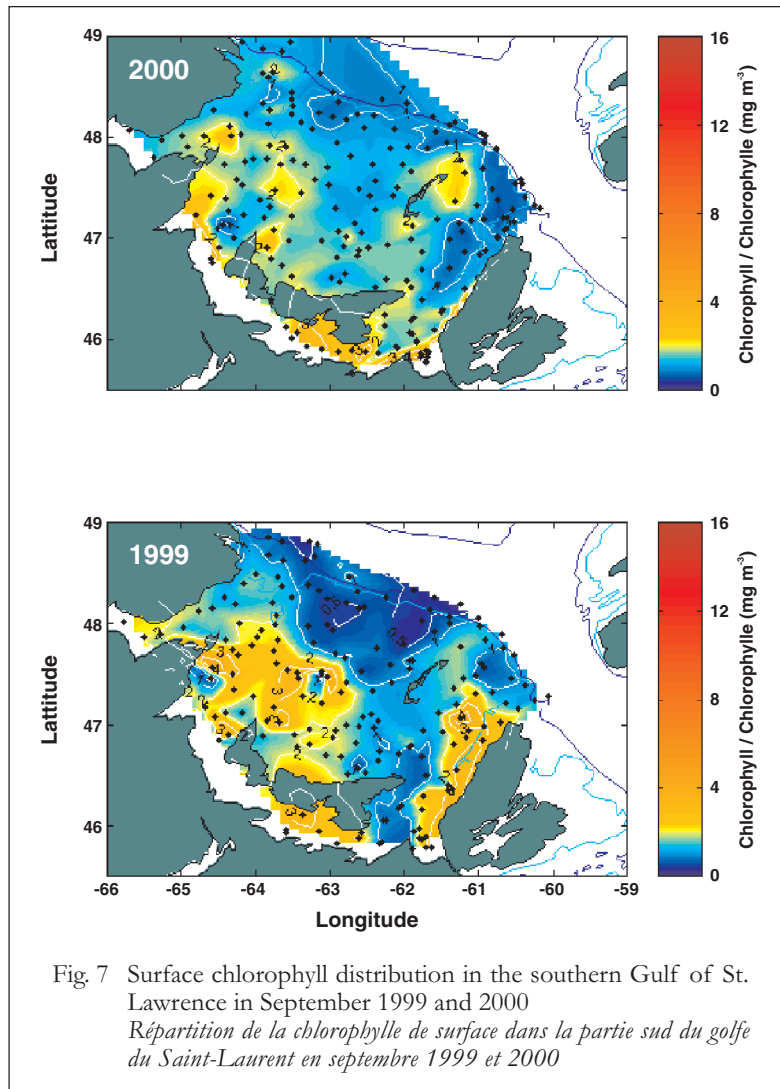


Fig. 7 Surface chlorophyll distribution in the southern Gulf of St. Lawrence in September 1999 and 2000
Répartition de la chlorophylle de surface dans la partie sud du golfe du Saint-Laurent en septembre 1999 et 2000

plateau Néo-Écossais était plus grande qu'elle ne l'a jamais été depuis le milieu des années 1960. Ces changements dans l'environnement physique peuvent avoir des conséquences profondes, par exemple, sur la répartition des espèces de poisson. Dans la région du plateau Néo-Écossais, plusieurs espèces sont à leur limite nord ou sud de leur distribution géographique. Un changement marqué dans les concentrations profondes des sels nutritifs et de l'oxygène dissous accompagne ces variations hydrographiques.

La répartition des nitrates au fond en 1998 et 1999 illustre ce

illustrate this point (Fig. 8). In 1998, when Labrador Slope water dominated, nitrate concentrations were low relative to 1999 when Warm Slope Water had returned. Oxygen concentrations and percent saturations, on the other hand, were higher in 1998 than in 1999. These conditions were similar to those observed in the mid-1960s; however, the earlier event lasted longer than the more recent one. The consequences of these changes on phytoplankton and zooplankton distribution, abundance and community structure are yet to be determined.

• Remote sensing data

The SeaWiFS satellite provides data that can be converted to an estimate of near-surface chlorophyll concentrations. This dataset gives the broad spatial and temporal coverage that is not possible with in situ sampling. At the Bedford Institute of Oceanography (BIO), the Biological Oceanography Group maintains a satellite receiver

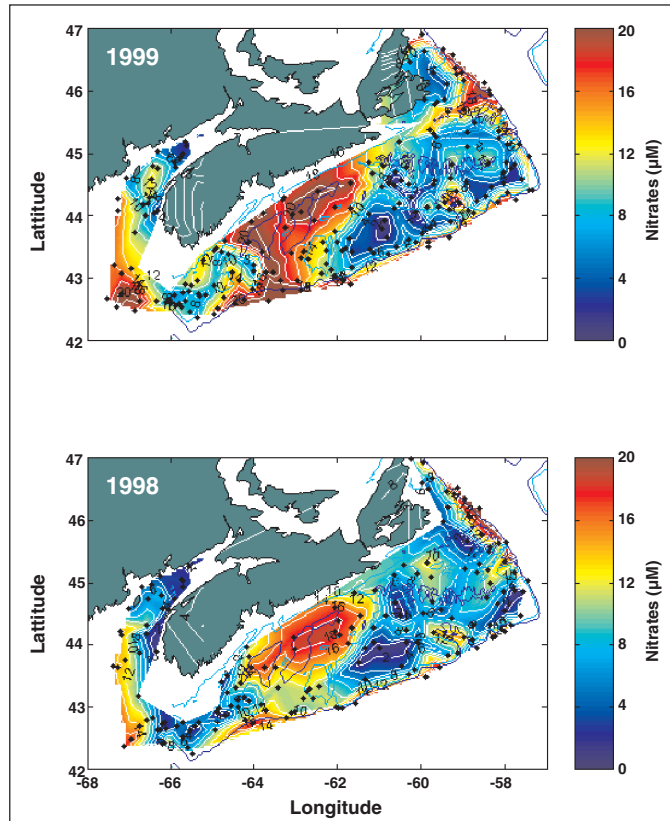


Fig. 8 Bottom nitrate distribution on the Scotian Shelf in 1998 and 1999
Répartition des nitrates au fond sur le plateau Néo-Écossais en 1998 et 1999

point (Fig. 8). En 1998, quand la masse d'eau de la pente continentale du Labrador était dominante, les concentrations en nitrates étaient basses relativement à 1999 quand les eaux chaudes de la pente continentale sont retournées. Les concentrations d'oxygène dissous et leur pourcentage de saturation, d'autre part, étaient plus hautes en 1998 qu'en 1999. Ces conditions étaient similaires à celles observées dans le milieu des années 1960. Cependant, ce dernier phénomène a eu une durée plus longue que l'événement récent. Les conséquences de ces changements sur la répartition, l'abondance et la structure de communauté du phytoplancton et du zooplancton restent encore à déterminer.

• Données satellitaires

Le satellite SeaWiFS fournit des données qui peuvent être converties pour estimer les concentrations de chlorophylle en surface. Ce type de données fournit une large couverture spatiale et temporelle qu'il n'est pas possible d'atteindre avec un échantillonnage in situ. À l'Institut d'Océanographie de Bedford (IOB), le groupe d'océanographie biologique possède une station de réception qui permet d'acquérir et de traiter ces données satellitaires. De plus un site web contenant des images brutes et composite de chlorophylle, de production primaire et de température de surface y est accessible et fournit des données à la communauté scientifique et le public en général.

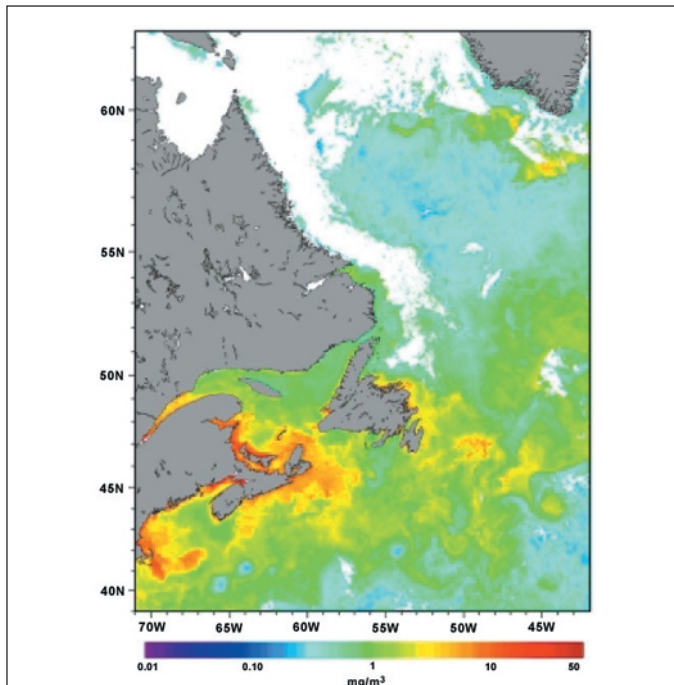


Fig. 9 Composite chlorophyll image (SeaWiFS) for the period 1-15 April 2000
Image composite de la concentration en chlorophylle (SeaWiFS) pour la période du 1-15 avril 2000

Les images SeaWiFS de concentrations en chlorophylle pour avril 2000 montrent le développement d'une floraison printanière dans la région sud du golfe du Saint-Laurent et sur le plateau Néo-Écossais (Fig. 9). Cette floraison est aussi apparente dans la région plus côtière du plateau continental, dans une partie de la baie de Fundy et au dessus du Banc Georges. La mission PMZA du printemps sur le plateau continental a eu lieu à la mi-avril 2000, en même temps que le satellite détectait cette floraison. De fortes concentrations en chlorophylle ont été observées dans le détroit de Cabot et sur le transect de Louisbourg durant cette mission. Le pic de chlorophylle atteignait environ 15 mg m^{-3} le long des deux transects. Sur la section de Halifax, les concentrations étaient plus faibles et confinées à la partie côtière du transect. Ces observations in situ fournissent donc des valeurs de validation terrain pour les données satellites. Dans ce contexte,

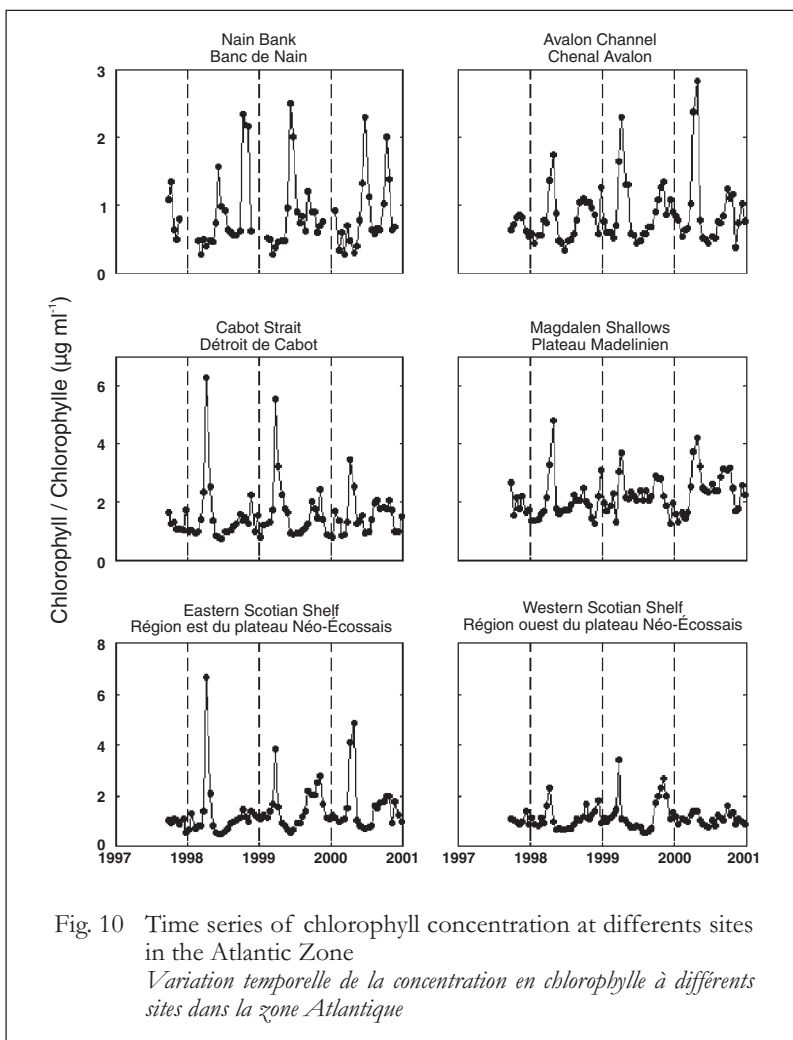
ing station to acquire and process the data. In addition, a website of both raw and semi-monthly composite images of chlorophyll, primary production and sea surface temperature provides these data to the scientific community and the general public.

The early April 2000 SeaWiFS image of chlorophyll concentration shows the spring bloom underway in the southern Gulf of St. Lawrence and on the eastern Scotian Shelf (Fig. 9). The bloom is also evident in the inshore area of the shelf, parts of the Bay of Fundy and over Georges Bank. The spring AZMP cruise on the Scotian Shelf took place in mid-April of 2000, at the same time the satellite was detecting the bloom. High chlorophyll concentrations were observed in the Cabot Strait and the Louisbourg Section. Near-surface chlorophyll concentrations peaked at about 15 mg m^{-3} along both sections. On the Halifax Section concentrations were lower and confined to the inner half of the shelf. These in situ observations provided some ground truth for the satellite data. The fixed stations, the other occupations of the sections, and the broad scale sampling cruises contribute to the verification of the SeaWiFS observations.

In addition to the composite NW Atlantic maps of SeaWiFS observations, the AZMP extracts chlorophyll values for 24 sites through the Canadian Atlantic region. Time series of semi-monthly statistics developed for each region beginning in September, 1997 allow the AZMP to examine quantitatively the inter-regional similarities and differences over the east coast. Six series that cover the entire region (Fig. 10) show similarities and differences (e.g., the co-occurrence of blooms in some years), temporal offsets or even the absence of blooms in others. The magnitude of chlorophyll also varies substantially throughout the Atlantic zone.

In addition to the composite NW Atlantic maps of SeaWiFS observations, the AZMP extracts chlorophyll values for 24 sites through the Canadian Atlantic region. Time series of semi-monthly statistics developed for each region beginning in September, 1997 allow the AZMP to examine quantitatively the inter-regional similarities and differences over the east coast. Six series that cover the entire region (Fig. 10) show similarities and differences (e.g., the co-occurrence of blooms in some years), temporal offsets or even the absence of blooms in others. The magnitude of chlorophyll also varies substantially throughout the Atlantic zone.

les données des stations fixes, celles des stations occupées le long des transects, et celles des missions d'évaluation de stocks de poisson contribuent toutes à la validation des observations SeaWiFS.



En plus des cartes composites des observations SeaWiFS pour le nord-est de l'Atlantique, le PMZA extrait des valeurs de chlorophylle pour 24 sites de la région Atlantique Canadienne. Des séries temporelles de statistiques semi-mensuelles développées pour chaque région depuis septembre 1997 permettent au PMZA l'examen quantitatif des similarités et différences inter-régionales sur la côte est Atlantique. Six séries de données couvrant toute la région (Fig. 10) indiquent les similarités et différences dans toute la région couverte, comme par exemple dans l'apparition de la floraison pour certaines années et dans le « timing » de la floraison ou même dans l'absence de floraison pour d'autres années. L'abondance relative de la chlorophylle varie

aussi de façon significative dans toute la zone Atlantique.

• Température de surface de la mer

Des données de température de surface à haute résolution (~1 km) sont aussi archivées comme sous-produit du projet SeaWiFS, ainsi qu'à l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) qui assume le rôle d'archive centrale pour la zone Atlantique. Il existe également une autre base de données de produits (JPL MCSST) qui présente des données depuis 1981 et qui est archivée à BIO. Cette base de données est maintenue comme un ensemble de données accessible au public avec des outils pour l'extraction et l'analyse des données. Des images mensuelles de la température de surface et des anomalies de température sont aussi disponibles.

L'image composite SeaWiFS de la température de BIO (Fig. 11A) indique pour la fin février, la présence de glace le long de la côte nord du Golfe, au large de Gaspé et sur le plateau Madelinien. Un peu de glace est également transporté sur le plateau Néo-Écossais en passant par le détroit de Cabot. Le

• Sea Surface Temperature

High resolution (~1 km) sea surface temperature (SST) data are also archived as part of the SeaWiFS project, and by IML as the central archive for the Atlantic zone. There is also another remote temperature dataset (JPL MCSST) that extends back to 1981 and that has been archived at BIO. This set is maintained as a publicly accessible data-base along with tools for data retrieval and analysis. Monthly images of SST and SST anomaly are also available.

The SeaWiFS composite image from the BIO archive (Fig. 11A) shows, in late February, the presence of ice along the north shore the Gulf, off Gaspé, and in the Magdalen Shallows. Some ice is being carried out onto the Scotian Shelf at Cabot Strait. The Nova Scotia Current is clearly visible as the cold stream along the coast. Ice is also visible on the Labrador and NE Newfoundland Shelf. Some appears to be entering the Gulf and moving along the north shore. Both the inshore and offshore branches of the Labrador Current are visible as cold water streams in Avalon Channel and on the outer edge of Grand Bank. The white areas over most of the Labrador Sea are caused by cloud cover not ice. The colder water over the Labrador Shelf and its extension along the edge of the Grand Bank are evident in the October 2000 SST image (Fig. 11B). The Grand

Bank itself still remains relatively warm. In October, cooling has taken place in the Estuary, the Gaspé region and the NW Gulf of St. Lawrence but the NE Gulf and the

courant Néo-Écossais apparaît clairement comme une bande froide le long de la côte. La glace est aussi visible sur le plateau du Labrador et dans la région nord-est de la côte de Terre-Neuve. Il semble qu'un peu de cette glace entre dans le Golfe le long de

la côte nord. Les deux branches côtières et hauturières du courant du Labrador apparaissent comme un courant froid dans le chenal Avalon et sur la partie plus hauturière des Grands Bancs. Les régions blanches au-dessus de la plus grande partie de la mer du Labrador sont attribuables à la présence de nuages et non à la glace. La présence d'eaux plus froides le long de la côte du Labrador et leur extension le long de la bordure des Grands Bancs sont nettement visibles sur l'image composite de température d'octobre 2000 (Fig. 11B). Les eaux des Grands Bancs eux-mêmes demeurent relativement chaudes. En octobre, un refroidissement a eu lieu dans l'Estuaire, la région de Gaspé et le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent, mais le nord-est du Golfe et le plateau Madelinien sont demeurés plus chauds. La température de surface est assez uniforme au-dessus du plateau Néo-Écossais et dans le golfe du Maine. La figure 12 provenant des archives centrales de l'IML montre les températures de surface dans l'est Canadien au début d'août 2001, au moment où celles-ci sont les plus chaudes. Même à cette période de l'année, on observe des eaux très froides

en surface le long des côtes du Labrador, ce qui suggère une advection d'eaux plus froides provenant du détroit d'Hudson. Par ailleurs, la présence d'eaux relativement plus froides dans

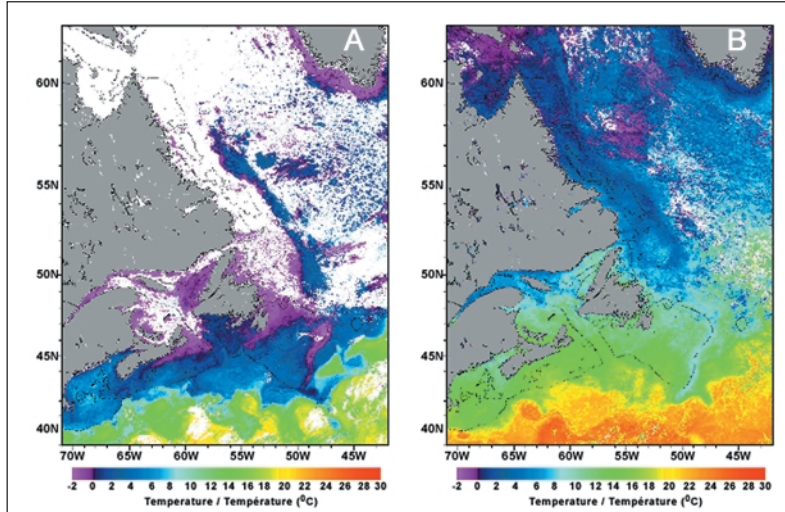


Fig. 11 SeaWiFS composite image of temperature distribution for the periods 16-29 February (A) and 1-15 October 2000 (B)
Image satellitaires composite SeaWiFS de la répartition de la température pour les périodes du 16-29 février (A) et du 1-15 octobre 2000 (B)

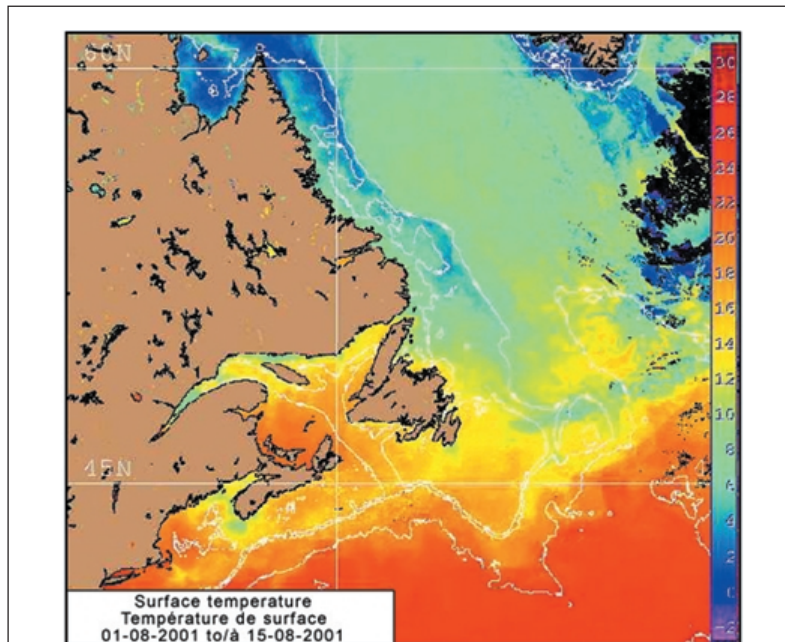


Fig. 12 Composite image of surface temperature distribution for the period 01-15 August 2001
Image composite de la répartition de la température de surface pour la période 01-15 août 2001

Magdalen Shallows remain warm. The SST is quite uniform over the Scotian Shelf and into the Gulf of Maine. Figure 12 has been extracted from the central archives at MLI and shows the surface temperature of the eastern Canadian waters, in August when they are the warmest. Even at this time of the year, we still observe very cold surface temperatures along the Labrador shelf suggesting an advection of colder waters originating from Hudson Strait. On the other hand, the relatively colder waters observed in the Estuary and along the north coast in the Gulf of St. Lawrence are indicative of upwelling processes in these regions.

• Continuous Plankton Recorder

Continuous plankton recorder (CPR) data consist of counts of large phytoplankton and zooplankton species, and a “greenness” index (as an indicator of chlorophyll) on lines across the world’s oceans. The data are collected monthly and processed by SAHFOS, the Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science, from ships-of-opportunity, frequently container vessels, using a towed net. The net collects samples at approximately 7 m depth.

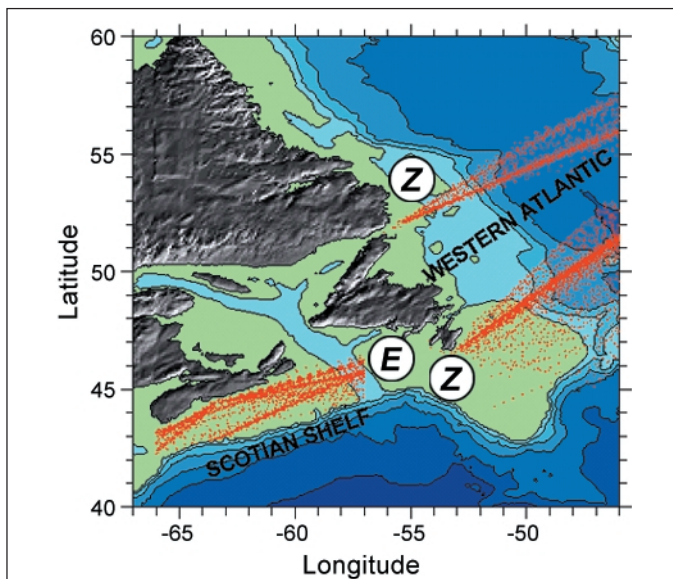


Fig. 13 Location of the CPR lines in the NW Atlantic region
Localisation des transects CPR dans la région nord-ouest de l'Atlantique

DFO acquires the data from SAHFOS for two lines: the Z line from Iceland to St. John’s and the E line from St. John’s to the United States coast (Fig. 13). At times, the Z line ran from Iceland to the Strait of Belle Isle. The former has run from 1957-1986 and from 1991 to present; the latter from 1961-1976 and from 1991-present. The CPR data provide the longest record of changes in plankton abundance and distribution in the Northwest Atlantic.

l’Estuaire et le long de la côte nord du golfe du Saint-Laurent indiquent la présence de processus de remontées d’eaux profondes dans ces régions.

• Transects CPR (“Continuous Plankton Recorder”)

Les données des transects CPR consistent en des décomptes des plus grosses espèces de phytoplancton et de zooplancton, et en un index de couleur verte (comme indicateur de chlorophylle) obtenus le long de transects dans tous les océans du monde. Les données sont recueillies mensuellement à partir de missions d’opportunité sur différents navires (fréquemment des navires transportant des conteneurs) et traitées par SAHFOS (Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science). Un véhicule équipé d’un filet et traîné à l’arrière du navire est utilisé pour effectuer l’échantillonnage à une profondeur d’environ 7 m.

Le MPO acquiert les données de SAHFOS pour deux transects: la ligne Z de l’Islande jusqu’à Saint-Jean de Terre-Neuve, et la ligne E de Saint-Jean jusqu’à la côte des États-Unis (Fig. 13). À une certaine période, la ligne Z consistait en un transect entre l’Islande et le Détroit de Belle-Iles. La ligne Z a été effectuée de 1957 à 1986 et ensuite de 1991 jusqu’à présent, tandis que la ligne E l’a été de 1961 à 1976 et ensuite de 1991 jusqu’à présent. Les données CPR fournissent la plus longue série d’abondance et de distribution du zooplancton pour la région nord-ouest de l’Atlantique.

La localisation des stations CPR pour le nord-ouest Atlantique est illustrée sur la figure 13. Chaque point représente un touage

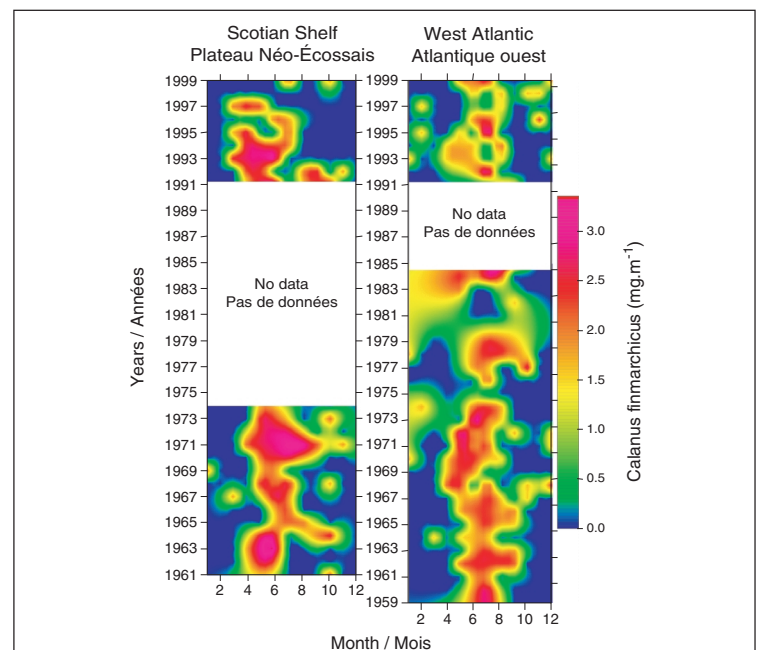


Fig. 14 Time series of abundance of young stages of *Calanus finmarchicus* on the Scotian Shelf and the Western Atlantic
Série temporelle de l’abondance des jeunes stades de Calanus finmarchicus sur le plateau Néo-Écossais et dans la région ouest de l’Atlantique

The locations of CPR stations for the western North Atlantic are shown in Figure 13. Each point represents a 10 nautical mile tow of the CPR recorder. From these individual data points, the variations of phytoplankton and zooplankton abundance can be assessed.

As an example, the time series of abundance of young stages of the zooplankton copepod *Calanus finmarchicus* from the CPR data are shown in Figure 14. The abundance was significantly lower from 1995 to 1999 than it was in the 1960s and 1970s on both the Scotian Shelf and in the area between Iceland and Newfoundland.

• Other Directions

The AZMP has a large data gathering component that has a strong emphasis on biological variables. In addition to sampling within the program, data of opportunity are incorporated on a regular basis. Analyses are underway to try to reduce the volume of data to more compact, broad scale environmental indices. Initial attempts to model the primary production are also starting. The link to the fisheries is being established through collaboration with fisheries biologists. New monitoring technology is being tested in concert with other programs to acquire the necessary data with reduced personnel involvement.

MANAGEMENT AND COORDINATION

A *Management & Coordination Committee* has been created to ensure the coordination and integration of monitoring activities at the regional and zonal levels. Among other responsibilities, this committee must continuously reassess the monitoring program and develop efficient relationships with clients (e.g., FOC). To coordinate the logistics within and between regions, a *Logistics sub-committee* was formed. One particular responsibility of this committee is to develop standard protocols. Finally, a critical component of the AZMP is the *Data Analysis sub-committee* which ensures the successful development and delivery of meaningful results and products to the clients.

ARCHIVE AND DISSEMINATION

MEDS (Marine Environmental Data Service) is the focal point for the archiving and dissemination of data and information relevant to AZMP through a centralized World Wide Web server linked to regional databases. Access to this web site is possible using the following electronic address: http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_e.html

de 10 milles nautiques de l'enregistreur CPR. Les variations d'abondance du phytoplancton et du zooplancton sont estimées à partir de ces points individuels.

Comme exemple, la série de données sur l'abondance des jeunes stades du copepode *Calanus finmarchicus* tirée des données CPR est montrée sur la figure 14. L'abondance était significativement plus faible de 1995 à 1999 qu'elle l'était durant les années 1960 et 1970 autant sur le plateau Néo-Écossais que dans la région hauturière entre l'Islande et Terre-Neuve.

• Autres directions

Le PMZA a aussi une large composante d'acquisition de données qui s'intéresse d'avantage aux variables biologiques. En plus de l'échantillonnage à l'intérieur du programme même, des données d'opportunité sont incorporées sur une base régulière. Des analyses sont en cours pour essayer de réduire le volume des données en des indices environnementaux ayant un caractère plus compact et général. Des essais initiaux pour modéliser la production primaire ont aussi débuté. Le lien avec les pêcheries est établi à travers la collaboration de biologistes des pêches. De nouvelles technologies de monitoring sont également testées de concert avec d'autres programmes dans le but d'acquérir les données nécessaires avec une implication plus réduite du personnel.

GESTION ET COORDINATION

Un *Comité de gestion et de coordination* a été créé pour assurer la coordination et l'intégration des activités de monitoring aux niveaux régional et zonal. Parmi ses autres responsabilités, ce comité doit continuellement réexaminer le programme de monitoring et développer des relations efficaces avec ses clients (e.g., FOC). Pour coordonner la logistique à l'intérieur et entre les régions, un *Sous-comité de logistique* a été formé. Une responsabilité particulière de ce comité est de développer des protocoles standards. Finalement, une composante critique du PMZA est le *Sous-comité d'analyse* qui doit assurer le développement du programme et la livraison de résultats et de produits utiles pour les clients.

ARCHIVAGE ET DISSÉMINATION

SDMM (Service des données sur le milieu marin) est le point focal pour l'archivage et la dissémination des données et de l'information appropriée du PMZA au moyen d'un site web centralisé qui est relié aux différents serveurs régionaux. On peut accéder ce site web en utilisant l'adresse électronique suivante : http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_f.html

PHYSICAL CONDITIONS

Ken Drinkwater

Warm atmospheric conditions tended to dominate throughout eastern Canadian waters during 2000, although temperatures were slightly lower than in 1999. The large-scale atmospheric circulation in winter intensified in 2000 resulting in a high North Atlantic Oscillation (NAO) index. Air temperatures over coastal areas were generally warm compared to their long-term mean, but decreased relative to the record setting values of 1999. The warm air temperatures contributed to a generally light ice year with late to normal arrival times, an early departure and shorter ice duration than usual. Figure 1 shows that 2000 is the third consecutive year with warmer surface temperatures. As a consequence, 2000 marks the third year of relatively light ice cover throughout eastern Canada although there was slightly more ice in 2000 than in 1999.

Annual averages of the sea surface temperature were the second highest in the past 20 years, second only to the 1999 values. Subsurface ocean temperatures, including near bottom values, over much of the Labrador Shelf, northern Newfoundland Shelf and the Grand Banks remained relatively warm but cooled slightly compared to 1999. Slightly more water with temperatures below 0°C was observed off Newfoundland in 2000 than in 1999 and was the most in the last 6 years. The amount was generally near to or slightly above the long-term mean. Off northern Newfoundland and on the Grand Bank, the water was slightly fresher than usual. Near-bottom temperatures on St. Pierre Bank continued above normal for the second year in succession after almost 15 years of very cold temperatures.

In the Gulf of St. Lawrence, temperatures of the mid-depth waters, known as the cold intermediate layer (CIL) because they lie between warmer surface and deeper layers, rose significantly compared to 1999 and rose above normal for the first time since the mid-1980s. Deeper waters in the Gulf of St. Lawrence also showed a slight warming

CONDITIONS PHYSIQUES

Ken Drinkwater

En 2000, des conditions atmosphériques chaudes ont été observées un peu partout dans les eaux de l'est canadien. Ces conditions étaient cependant un peu moins chaudes qu'en 1999. La circulation atmosphérique globale en hiver s'étant intensifiée, il en est résulté un index élevé de l'Oscillation Nord Atlantique (ONA). Quoiqu'un peu moins élevées que les valeurs records de 1999, les températures de l'air au-dessus des régions côtières étaient plus chaudes en 2000 comparées à leur moyenne à long terme. La figure 1 montre bien que l'année 2000 représente la troisième année consécutive avec des températures plus chaudes observées dans les eaux de surface. En conséquence, une faible couverture de glace qui a débuté plus tardivement et qui a duré moins longtemps qu'à l'habitude a été observée. Pour une troisième année de suite, la couverture de glace en 2000 a été relativement faible sur toute la côte est du Canada, quoiqu'un peu plus élevée qu'en 1999.

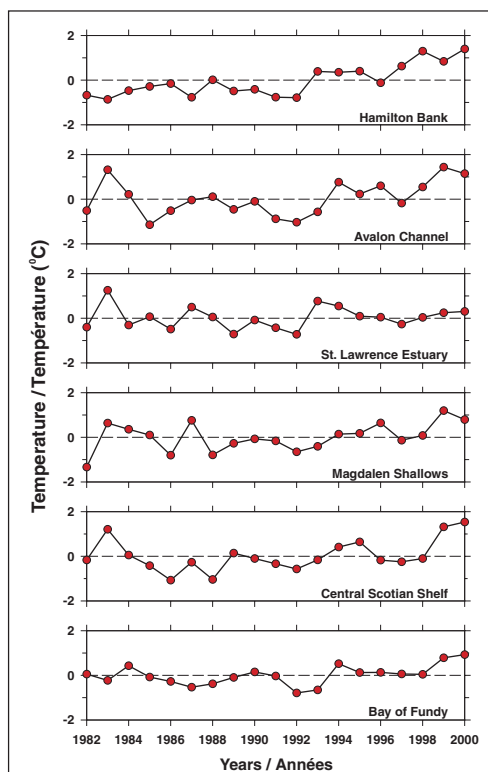


Fig. 1 Annual surface temperature anomalies at different locations on the Atlantic Coast

Anomalies annuelles de la température de surface à différents endroits le long de la côte Atlantique

températures sous-zéro plus grand qu'en 1999 a aussi été observé au large de Terre-Neuve. Se situant près ou légèrement supérieur à la moyenne à long terme, c'est le plus grand volume d'eaux froides observées en 6 ans. Au large de la région nord de Terre-Neuve et sur les Grands Bancs, la masse d'eau était légèrement moins salée qu'à l'habitude. Les températures près du fond sur le Banc Saint-Pierre sont demeurées au-dessus de la normale pour la seconde année consécutive, après presque 15 ans de températures très froides.

Dans le golfe du Saint-Laurent, les températures de la couche médiane, connues sous le nom de couche intermédiaire froide

compared to 1999. On the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine, warm waters also prevailed. In the northeastern region of the Scotian Shelf, the warming continued an increasing trend that began in the mid-1990s, but it was only the second year of above-normal temperatures. In the deep basins of the Shelf and in the Gulf of Maine, warm conditions have dominated over most of the past 30 years, although a short-lived cold event was observed in 1997-1998. The generally warm conditions are attributed to the presence of Warm Slope Waters (temperatures $>8^{\circ}\text{C}$) offshore, which penetrate onto the shelves through gullies and channels. The Slope Waters lie between the continental shelf and the Gulf Stream.

Salinities on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine tended to increase in 2000 contrasting with the generally fresh conditions in most areas over the previous several years. Strong near surface stratification over the Scotian Shelf has been observed throughout the 1990s and continued in 2000 but weakened compared to 1999. The thermal boundaries at the Shelf/Slope Water front and the north wall of the Gulf Stream were located well seaward of their mean locations in 2000. Note that the warm conditions in 2000, especially off Labrador and New-foundland during a high NAO year, are atypical. The reason was related to an unusual northwestward extension of the Azores High into eastern Canada and the southern Labrador Sea that brought warm air masses into the region.

CHEMICAL AND BIOLOGICAL CONDITIONS

Pierre Pepin

Throughout the Eastern Canadian Waters, the overall chemical and biological oceanographic conditions in 2000 were generally similar to those observed in 1999.

Near surface nutrient concentrations showed similar seasonal patterns at all fixed stations. Spring-time nutrient concentrations in the upper water column were similar in 1999 and 2000 whereas concentrations in the fall of 2000 were generally lower than in 1999.

Near bottom nutrient concentrations showed a greater degree of regional variation. On the Newfoundland Shelf and in the Southern Gulf of St. Lawrence, bottom concen-

(CIF) parce qu'elles reposent entre les eaux de surface et du fond qui sont plus chaudes, ont augmenté significativement comparé à 1999 et se sont situées au-dessus des températures normales pour la première fois depuis le milieu des années 1980. Les eaux profondes du Golfe montrent également un léger réchauffement comparé à 1999. Sur la région nord-est du plateau Néo-Écossais et dans le golfe du Maine, des conditions chaudes ont aussi été observées. Dans la région nord-est du plateau Néo-Écossais, le patron de réchauffement qui a débuté vers le milieu des années 1990 s'est accentué et, pour la deuxième année de suite, des températures au dessus de la normale ont été observées. Dans le bassin profond du plateau continental et dans le golfe du Maine, les conditions chaudes ont dominé au cours des 30 dernières années, quoiqu'une courte période de refroidissement ait été observée en 1997-1998. Ces conditions généralement chaudes sont attribuables aux eaux plus chaudes de la pente continentale (températures $> 8^{\circ}\text{C}$) du large, qui pénètrent sur le plateau continental par des canaux et des tranchées. Les eaux de la pente continentale se situent entre le plateau continental et le Golfe Stream.

Les salinités sur le plateau Néo-Écossais et dans le golfe du Maine montrent une augmentation en 2000, contrastant avec les conditions généralement plus douces dans la plupart des régions depuis plusieurs années. En 2000, une forte stratification près de la surface a été observée au-dessus du plateau Néo-Écossais tout comme durant les années 1990. Cette stratification était cependant un peu plus faible qu'en 1999. En 2000, la frontière thermique sur le front plateau/pente continentale et le mur nord du Golfe Stream était située bien au large de sa position moyenne. Il est à noter que, particulièrement au large du Labrador et de Terre-Neuve, les conditions froides en 2000, qui est une année de fort index ONA, sont atypiques. On attribue ce phénomène à une extension inhabituelle de la zone de haute pression des Azores dans l'est canadien et le sud de la mer du Labrador, ce qui a amené des masses d'air chaud dans ces régions.

CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

Pierre Pepin

Un peu partout dans les eaux de l'est canadien, les conditions océanographiques des variables chimiques et biologiques en 2000 étaient similaires à celles observées en 1999.

Les sels nutritifs près de la surface montraient des patrons de variations saisonnières similaires à toutes les stations fixes. Au printemps 2000, les concentrations de sels nutritifs dans la couche de surface étaient similaires à celles de 1999, tandis qu'en automne, ils étaient généralement plus faibles.

Les sels nutritifs près du fond montraient un plus haut degré de variation régionale. Sur la côte de Terre-Neuve et dans la région sud du Golfe, les sels nutritifs au fond étaient plus abondants en

trations of nutrients were generally higher in the fall of 2000 than in the spring. In contrast, near bottom nutrient concentrations were substantially lower in the fall of 2000 relative to the previous year in the Gaspé Current and the Anticosti Gyre; conditions on the Scotian Shelf and the Gulf of Maine in 2000 were similar to levels observed in 1999.

The seasonal phytoplankton cycles at the fixed stations on the Newfoundland Shelf, southern Gulf of St. Lawrence and Scotian Shelf (Fig. 2) were characterized by a single phytoplankton bloom in the spring and a small biomass increase in the fall. The spring phytoplankton bloom on the Newfoundland Shelf occurred in March, approximately 1 month earlier than in 1999; whereas, the spring bloom in the southern Gulf and on the Scotian Shelf occurred in April but was somewhat delayed in 2000 relative to 1999. The magnitude of the spring bloom in 2000 was less intense than the spring bloom observed in 1999 in these three areas.

The phytoplankton bloom in the southern part of the Bay of Fundy was more intense than in shelf areas farther north, occurred later (June), and was followed by a significant late summer bloom. In contrast, the spring phytoplankton bloom was virtually absent from the fixed stations located in the northwestern Gulf of St. Lawrence, which is a notable difference from conditions observed in 1999 and previous years. Zooplankton biomass levels throughout Eastern Canadian Waters in 2000 were generally comparable to those observed in 1999. There was a strong spatial variability in the biomass distribution of zooplankton in the northwestern Gulf of St. Lawrence and on the Newfoundland Shelf, whereas no significant geographic pattern in biomass distribution was observed on the Scotian Shelf. Seasonal patterns in zooplankton biomass were highly variable among regions.

The copepod *Calanus finmarchicus* is an important component of the zooplankton biomass in all regions, although it is less important in coastal areas than on the open shelves. The reproductive stages are most abundant in February and March on the Scotian Shelf, February through May on the Newfoundland Shelf and from April to June in the northwestern Gulf of St. Lawrence. There was evidence that reproduction was delayed by as much as one month on the Scotian Shelf in 2000 relative to the previous year. Despite *Calanus finmarchicus* representing a different proportion of the total biomass in the different areas, peak densities of reproductive females are comparable in the Anticosti Gyre, Gaspé Current, and Newfoundland and Scotian Shelves.

automne 2000 qu'au printemps. Au contraire, les sels nutritifs près du fond étaient significativement moins abondants à l'automne 2000, relativement à 1999, dans le courant de Gaspé et la Gyre d'Anticosti tandis que les conditions sur le plateau Néo-Écossais et le golfe du Maine en 2000 étaient similaires aux conditions de 1999.

Le cycle saisonnier du phytoplancton aux stations fixes des côtes de terre-Neuve, du sud du golfe du Saint-Laurent et du plateau Néo-Écossais (Fig. 2) était caractérisés par un fort pic d'abondance au printemps et un léger pic en automne. La floraison printanière de phytoplancton sur la côte de Terre-Neuve s'est produite en mars, approximativement un mois plus tôt qu'en 1999, tandis qu'elle s'est produite en avril dans la région sud du Golfe et sur la côte Néo-Écossaise, quelque peu retardée par rapport à 1999. L'intensité de la floraison printanière en 2000 était moins grande qu'en 1999 dans ces trois régions.

La floraison de phytoplancton dans la région sud de la baie de Fundy était plus intense que dans les régions côtières plus au nord. Elle s'est produite plus tard (juin) et était suivie par une floraison significative en fin d'été. Au contraire, la floraison printanière de phytoplancton était virtuellement absente des stations fixes localisée dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent, ce qui est une différence notable entre les conditions observées en 1999 et les années précédentes.

Les niveaux de biomasse du zooplancton un peu partout dans les eaux de l'est canadien étaient comparables à ceux observés en 1999. Une forte variabilité spatiale dans la distribution de la biomasse de zooplancton a été observée dans la région nord-ouest du golfe du Saint-Laurent et sur la côte de Terre-Neuve, tandis qu'aucun patron significatif n'était observé sur le plateau Néo-Écossais. Les patrons saisonniers de la biomasse zooplanctonique étaient hautement variables entre les régions.

Le copépode *Calanus finmarchicus* est une composante importante de la biomasse du zooplancton dans toutes les régions, même s'il est moins important dans les régions côtières que sur le plateau continental. Les stades reproducteurs sont plus abondants en février et mars sur le plateau Néo-Écossais, de février à mai sur la côte de Terre-Neuve et d'avril à juin dans la région nord-ouest du golfe du Saint-Laurent. De toute évidence, la reproduction a été retardée d'un mois sur le plateau Néo-Écossais en 2000 par rapport à 1999. Malgré le fait que *Calanus finmarchicus* représente une proportion différente de la biomasse zooplanctonique totale dans chaque région, les densités maximales de femelles reproductrices sont comparables dans la Gyre d'Anticosti, le courant de Gaspé et les côtes de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse.

MONITORING REVEALS SIGNIFICANT CHANGES IN THE OCEAN CLIMATE ON THE SCOTIAN SHELF AND IN THE GULF OF MAINE

KEN DRINKWATER AND CHARLES TANG

BEDFORD INSTITUTE OF OCEANOGRAPHY, BOX 1006, DARTMOUTH, N.S. B2Y 4A2

DRINKWATERK@DFO-MPO.GC.CA

SOMMAIRE

À l'automne 1997 et à l'hiver 1998, des mesures de température et de salinité dans la couche de 100 à 300 m de profondeur révèlent un remplacement des eaux chaudes de la pente continentale le long du plateau Néo-Écossais et du golfe du Maine par des eaux plus froides et plus douces provenant de la pente continentale du Labrador. Les températures ont diminué de 2 à 4 °C le long de la pente continentale dépendamment du lieu et de la profondeur. Cette eau froide s'est écoulée vers le sud à une vitesse approximative de 0.1 m s⁻¹ à partir du banc Banquereau en septembre 1997 jusqu'au plateau centratlantique (Mid Atlantic Bight) en avril 1998. Ces eaux plus froides ont commencé à pénétrer dans le bassin Émeraude sur le plateau Néo-Écossais deux mois après être apparues au large et ont vidangé complètement le bassin après deux autres mois. Les eaux près du fond ont vu leur température et leur salinité diminuer respectivement de 3°C et de 0.75. Le bassin Georges dans le golfe du Maine a été vidangé au printemps 1998, mais les eaux de pentes froides ne sont pas apparues à l'intérieur du Golfe avant l'été. À l'intérieur du Golfe, cette masse d'eau plus froide s'est mélangée avec des eaux résidentes au lieu de complètement vidanger les eaux profondes comme cela s'est produit pour les bassins Émeraude et Georges. Les caractéristiques T-S de la couche profonde de ces bassins étaient alors semblables à celles observées durant les années 1960. Ce sont les plus froides conditions rencontrées au cours des derniers trente ans. La cause de l'apparition si au sud des eaux de pente du Labrador semble être une augmentation du taux de transport du courant du Labrador qui est associée à une réduction significative de la force de la dépression Islandique tel que décelé par l'index de l'oscillation nord-atlantique (ONA). Les eaux de pente du Labrador se sont retirées vers le nord durant la dernière partie de 1998 et 1999. À l'été 1999, les eaux plus froides et douces qui avaient envahi les régions sud-ouest et centrales du plateau Néo-Écossais et le golfe du Maine ont été remplacées par des eaux plus chaudes et salées tel qu'observé avant l'incursion des eaux froides de la pente du Labrador.

Increased monitoring of eastern Canadian waters by Fisheries and Oceans in recent years has provided a good description of the advance and retreat of unusual ocean conditions between 1997 and 1999. In early 1997, current meter moorings detected a sharp drop in temperature and salinity off the southern slope of St. Pierre Bank to depths deeper than 500 m. By the early fall of 1997 colder-than-usual water appeared offshore of Banquereau Bank at depths of 100-400 m. During the fall and winter of 1997/98 this water moved southwestward along the continental slope at an average rate of between 5-10 km per day. By April 1998, it lay along the continental slope adjacent to the shelf all the way from Banquereau Bank to the Middle Atlantic Bight off New York City (Fig. 1). Known as Labrador Slope Water, it has temperatures of 4°-8°C and salinities of less than 34.8. As it moved southwestward, it forced Warm Slope Water, which had occupied this region for most of the last 30 years, farther offshore. Warm Slope Water has temperatures of 8°-12°C and salinities greater than 34.8. As the Labrador Slope Water extended southward, temperatures in the affected areas dropped by 4°-6°C and salinities by 0.5 to 1.

The cold Labrador Water was not confined to the continental slope region. After reaching offshore of Emerald Bank southeast of Halifax in October 1997, it began to flow onto the shelf through the Scotian Gulf between LaHave and Emerald Banks. In December it was at the offshore edge of Emerald Basin on the central Scotian Shelf and by mid-February it had replaced all of the water in the Basin deeper than 100 m. Between mid-December and mid-February temperatures in the Basin dropped by 4°C and salinities by 1 unit. Over the early months of 1998, this cold water replaced the near-bottom waters over the entire southwestern Scotian Shelf leading to the coldest waters in this region (3° to 7°C) since the 1960s. The cold Labrador Slope Water also entered the Gulf of Maine. It was first observed at the entrance to the Northeast Channel in January 1998. By April, it had completely replaced the Warm Slope Water that had occupied Georges Basin and Crowell Basin. It was not until the summer, however, that the effects of the Labrador Slope Water were observed in the inner Gulf of Maine in the deep basins such as Jordan and Wilkenson. In contrast to Georges and Emerald Basins where the Labrador Slope Water completely replaced the Warm Slope Water, in the inner Gulf of Maine Labrador Slope Water appeared to mix equally with the resident

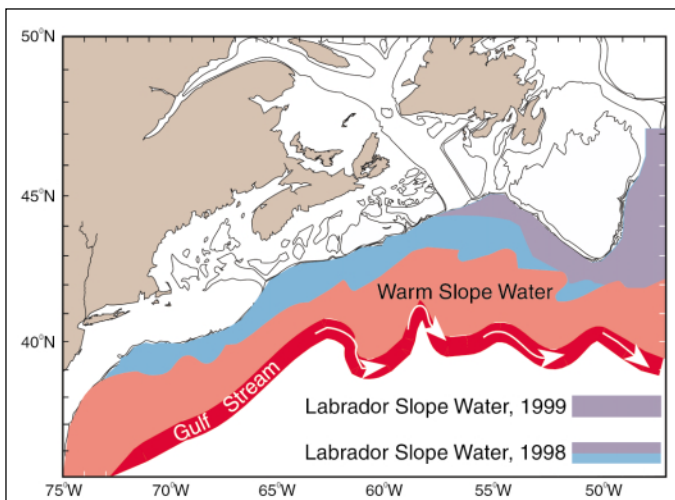


Fig. 1 Temperature distribution of continental slope waters on the east coast of Canada in 1998 and 1999
Répartition de la température des eaux de la pente continentale sur la côte est du Canada en 1998 et 1999

waters.

Through 1998 the Labrador Slope Water gradually retracted northeastward along the slope so that by the beginning of 1999 it had retreated to its usual location near the entrance of the Laurentian Channel. Warm Slope Water again occupied the continental slope region from the Middle Atlantic Bight to the Scotian Shelf. As the Labrador Slope Water was replaced, the temperature and salinity of the deep shelf waters slowly began to rise. By the beginning of 1999, much of the Labrador Shelf Water in Emerald Basin had been displaced. In July 1999, the annual DFO groundfish survey showed that the entire southwestern Scotian Shelf had returned to conditions similar to those observed prior to the invasion of the cold Labrador Slope Waters, i.e. temperatures of 5° to >9°C (Fig. 2).

The arrival of the cold water on the shelf had significant effects on the catchability of some fish species, as reported by fishers. For example, in Emerald Basin, a rapid decline in the commercial catches of shark was noted in the late winter and early spring of 1998. Sharks usually prefer waters warmer than 8°C, so apparently left when the cold Labrador Slope Water replaced the Warm Slope Water in the Basin. On Georges Bank and over its slopes, American fishers saw a decline in the catch rate of lobster. They attributed this to the presence of the colder water. Lobsters are known to be less active in colder temperatures, resulting in less chance that they will encounter a trap.

Southwestward incursions of Labrador Slope Water have occurred previously but in recent times they have been relatively rare. The last notable incursion was in the late

1950s and 1960s, when these waters remained off the Scotian Shelf and the Gulf of Maine for approximately a decade. As in the recent event, this cold water flowed onto the shelves. As a result, the coldest period in the last sixty years was recorded during the 1960s. A similar event also is believed to have occurred in the early 1880s and contributed to a large tilefish kill along the continental slope of the Middle Atlantic Bight.

What causes such events? Earlier studies suggest that the southward extension of the Labrador Slope Water occurs in those years when the density-driven (known as the geostrophic) component of the volume transport of the Labrador Current increases. This in turn has been shown to be related to the large-scale atmospheric circulation patterns, in particular the North Atlantic Oscillation (NAO) Index. This index is defined as the wintertime sea level pressure difference between

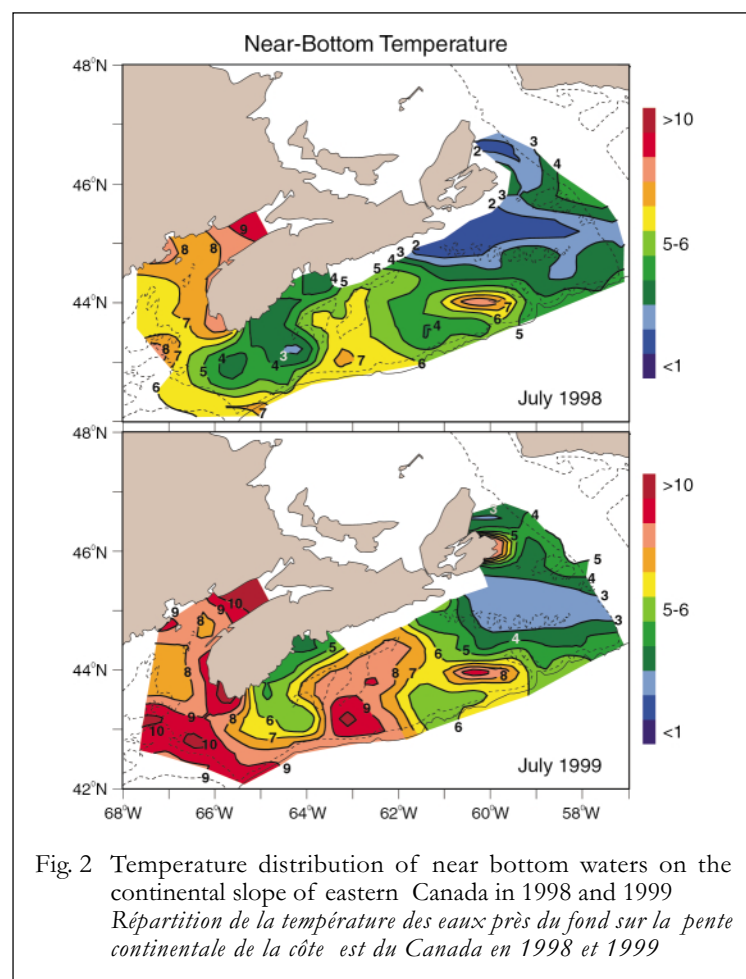


Fig. 2 Temperature distribution of near bottom waters on the continental slope of eastern Canada in 1998 and 1999
Répartition de la température des eaux près du fond sur la pente continentale de la côte est du Canada en 1998 et 1999

the Azores and Iceland and as such is related to the strength of the westerly winds across the mid-latitudes of the North Atlantic. An analysis of satellite altimeter data and hydrographic data taken in the Labrador Sea from 1993 to 1999 shows that in years when the index is low, the geostrophic transport of the Labrador Sea gyre increases. These transport variations appear to be associated with changes of the temperature and salinity structure over the lower continental slope.

The relation between the winter NAO index and transport suggests that the water properties in the western Labrador Sea may be related to large-scale atmospheric forcing through air-sea interactions and water mass transformation. We believe that the large decline in the NAO index in the winter of 1996 led to an increase of the transport of the Labrador Current east of the Grand

Banks approximately 1 year later, and eventually to the extension of the Labrador Slope Water southward to the Middle Atlantic Bight. Subsequently, the NAO index rose. This is thought to have led to a decrease in the geostrophic transport of the Labrador Current and eventually the retraction of the Labrador Slope Water northward to the Laurentian Channel by 1999.

LA PLUS LONGUE PÉRIODE FROIDE DE L'HISTOIRE CLIMATIQUE RÉCENTE DU GOLFE DU SAINT-LAURENT

JACQUES PLOURDE ET DENIS GILBERT

DIVISION DES SCIENCES OCÉANIQUES, INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE

PLOURDEJ@DFO-MPO.GC.CA

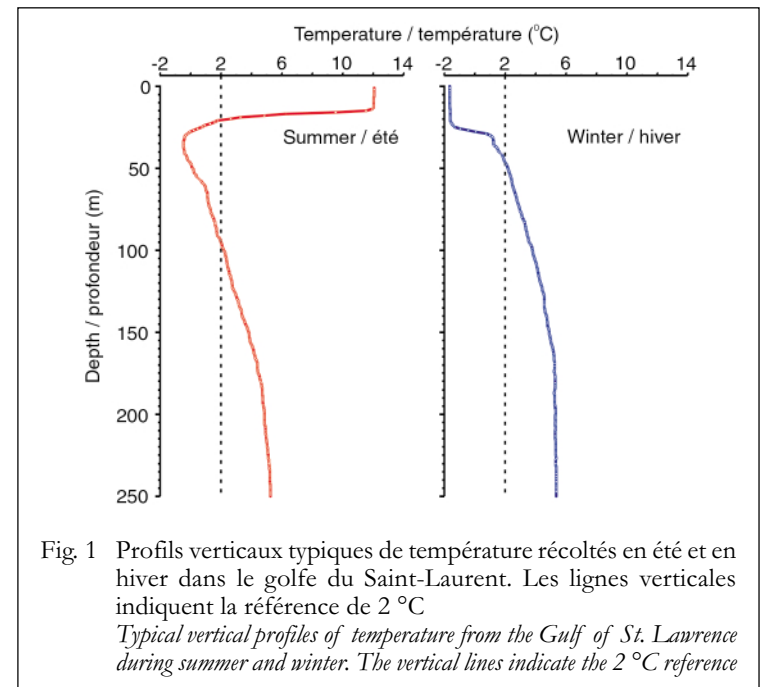
ABSTRACT

A prominent feature of the waters of the Gulf of St. Lawrence is the presence of a cold intermediate layer (CIL) that persists throughout the year. In summer, the cold intermediate layer (temperature below 2 °C) is isolated from the atmosphere by the surface layer. In winter, the surface layer disappears and the cold layer extends to the surface. The fluctuations of the minimum temperature of the CIL largely reflect climate variability. During the year 2000, the minimum temperature of the CIL was above the long term average for the first time since 1983, ending the longest cold period observed in the Gulf of St. Lawrence since 1948.

L'une des caractéristiques particulières des eaux du golfe du Saint-Laurent est la présence d'une couche intermédiaire froide (CIF) qui persiste tout au long de l'année. En été, les eaux du Golfe sont divisées en trois couches et la CIF reposant sur la couche du fond, est isolée de l'atmosphère par la couche de surface (Fig. 1). Durant l'hiver, la couche de surface disparaît en raison des processus de mélange et la couche froide s'étend alors jusqu'à la surface. À mesure que la convection hivernale progresse dû aux processus d'échange de chaleur entre l'océan et l'atmosphère, la profondeur de la couche mélangée hivernale augmente. Au printemps, le réchauffement et le rétablissement de la stratification en surface isole les eaux hivernales qui forment ainsi la CIF dont les eaux sont généralement d'une température inférieure à 2°C.

L'analyse rétrospective de données historiques de température recueillies dans le Golfe suggère que la variabilité de la température minimale de la couche intermédiaire reflète largement la variabilité du climat. Historiquement, le minimum de température de la CIF a varié entre -1 °C et 1 °C (Fig. 2).

Les profils verticaux de température recueillis pendant les campagnes d'évaluation des stocks de crevette et de poisson de fond en août sont utilisés pour documenter ce phénomène. Des températures minimales de la CIF inférieures à la moyenne ont été enregistrées entre 1984 et 1999. Un léger réchauffement de la CIF a été noté en 1996



et 1997, mais la température minimale de la CIF est revenue en 1998 dans la plage des valeurs très basses. En 1999, la température minimale de la CIF a remonté de 0,6 °C par rapport à 1998, mais est demeurée inférieure à la moyenne. Au cours de l'an 2000, cette tendance au réchauffement des eaux de la CIF s'est maintenue de sorte que pour la première fois depuis 1983, une valeur supérieure à la moyenne historique a été enregistrée.

Au cours des trois dernières décennies, les fluctuations du

minimum de température de la CIF permettent d'identifier deux périodes chaudes et deux périodes froides. Des températures supérieures à la moyenne furent enregistrées entre 1968 et 1971 ainsi qu'entre 1980 et 1983 alors que des températures inférieures à la moyenne furent enregistrées entre 1972 et 1979, ainsi qu'entre 1984 et 1999. L'année 2000 marque donc la fin de la période froide la plus longue de l'histoire climatique récente du golfe du Saint-Laurent. Cette période froide a duré plus de 15 ans. Dans le futur, le suivi des propriétés de la couche intermédiaire froide se fera dans le cadre des activités du Programme de Monitoring de la Zone Atlantique et leur influence potentielle sur la productivité de l'écosystème devrait être étudiée par l'entremise des programmes de recherche du MPO.

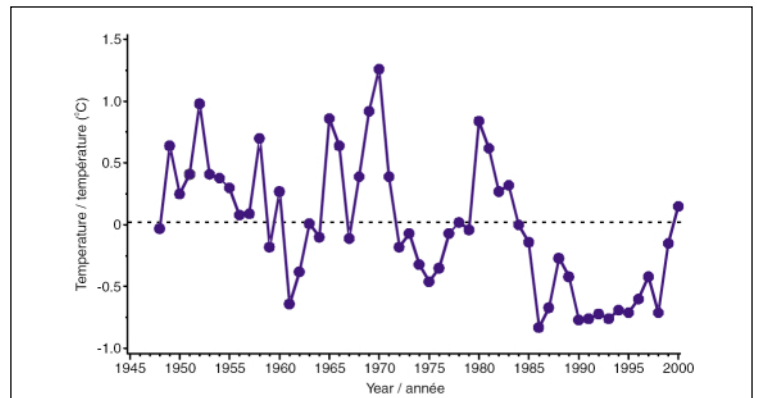


Fig. 2 Série chronologique du minimum de température de la couche intermédiaire froide du golfe du Saint-Laurent. La ligne horizontale indique la température moyenne (0.02 °C) de la CIF pour la période 1961-1990

Time series of the minimum temperature of the cold intermediate layer of the Gulf of St. Lawrence. The horizontal line shows the average temperature (0.02 °C) of the CIL for the period 1961-1990

BIOLOGICAL RESPONSE TO A CHANGING OCEAN ENVIRONMENT

IN NEWFOUNDLAND WATERS DURING THE 1990s

EUGENE COLBOURNE, JOHN ANDERSON AND EDGAR DALLEY

NORTHWEST ATLANTIC FISHERIES CENTRE, BOX. 5667, ST. JOHNS, NEWFOUNDLAND A1C 5X1

COLBOURN@DFO-MPO.GC.CA

SOMMAIRE

Il est généralement admis que les variations océanographiques de l'environnement physique ont une forte influence sur la croissance, le recrutement et la distribution de plusieurs organismes marins, affectant ainsi le rendement des ressources marines, et par le fait même l'efficacité et la rentabilité de l'industrie de la pêche. L'environnement océanique sur la côte est du Canada a subit, au cours des années 1990, quelques-unes des variations les plus dramatiques depuis qu'on a débuté les mesures vers le milieu des années 1940. Au cours de cette période, la température des masses d'eaux océaniques a atteint des records de froid en 1991 et tout près des records de chaud en 1999. Plusieurs espèces de poissons commerciaux ont également montré des changements dramatiques de leur répartition et de leur abondance qui coïncident avec les variations climatiques de la décennie 1990. L'écosystème pélagique a aussi répondu de plusieurs façons aux changements physiques des années 1990. Depuis 1994, par exemple, l'abondance du zooplancton a augmenté d'un facteur 2, avec un pic d'abondance se produisant en 1997. Cette augmentation semble répondre directement aux conditions plus chaudes qui ont suivi la période plus froide du début des années 1990. En contraste, la biomasse du necton est demeurée faible jusqu'en 1997, avant d'augmenter d'un facteur de 2 à 3 en 1998, suivi d'une autre augmentation en 1999. L'augmentation de biomasse du necton s'est tout d'abord produite dans la région sud, au dessus des Grands Bancs en 1998, et s'est ensuite propagée à la région nord des côtes de Terre-Neuve en 1999, en même temps que les températures de l'océan continuaient à augmenter. La diminution d'abondance observée dans le groupe-0 de la morue arctique et l'augmentation correspondante dans l'abondance d'espèces boréales et tempérées telles que le capelan et le lançon durant les années chaudes de 1998 et 1999 est en accord avec la réponse biologique attendue de l'écosystème pélagique face au réchauffement de l'environnement océanique.

Variations in the physical oceanographic environment are widely believed to influence the growth, recruitment and distribution of many marine organisms. These changes may contribute directly to variations in resource yield, catchability and availability and hence, the efficiency and profitability of the fishing industry. The ocean environment on the eastern Canadian Continental Shelf during the 1990s has experienced some of the most dramatic variations since measurements began during the mid-1940s.

Coincident with these ocean climate variations many commercial fish species have also shown dramatic changes in distribution and abundance during the decade of the 1990s.

Since the shelf waters off Newfoundland and Labrador are home to many overlapping Arctic, Boreal and Temperate marine species, it is likely that variation of the thermal habitat is probably one of the most important factors influencing biological production in this region. Temperatures off eastern Newfound-

land during the past decade have ranged from record low values during 1991 to record highs during 1999, particularly on the Grand Bank of Newfoundland. One of the most robust indices of environmental conditions and indeed, of climate conditions on eastern Canadian shelves in general, is the extent of cold intermediate layer (CIL) of sub-zero °C water (Fig. 1). This winter cooled water remains trapped between the seasonally heated upper layer and the warmer shelf-slope water throughout most of the year. As a result this index measures conditions that span all four seasons. It is not surprising, therefore, that the area of CIL is significantly correlated with the large-scale winter atmospheric circulation (NAO), air temperatures and winter and spring sea-ice cover. During the early part of the 1990s, when the NAO was well above normal, indicating intense winter Arctic outflow, the volume of CIL water on the shelf reached record high values (Fig. 1). By 1995 however, ocean temperatures had warmed to above normal conditions, which continued into 1999 when the area of cold water off the southern Labrador Shelf reached near record low values.

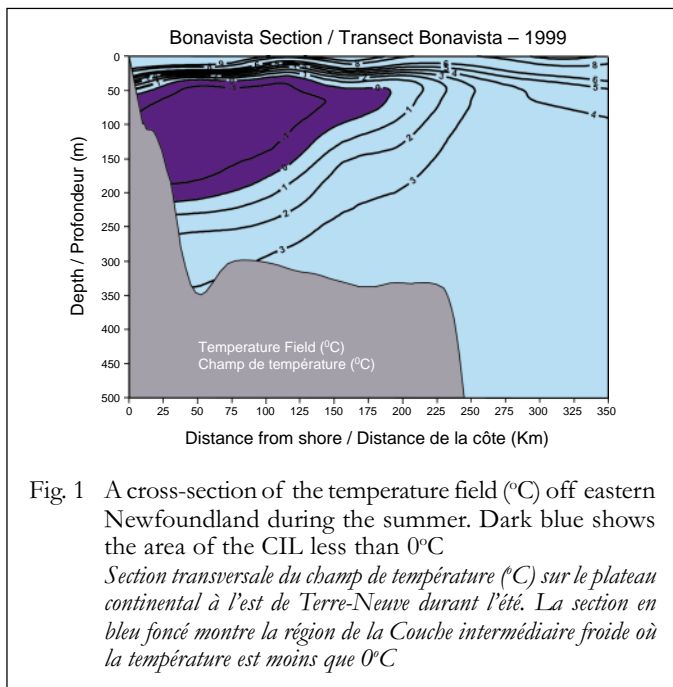


Fig. 1 A cross-section of the temperature field (°C) off eastern Newfoundland during the summer. Dark blue shows the area of the CIL less than 0°C
Section transversale du champ de température (°C) sur le plateau continental à l'est de Terre-Neuve durant l'été. La section en bleu foncé montre la région de la Couche intermédiaire froide où la température est moins que 0°C

Farther south, bottom temperatures on the Grand Bank of Newfoundland ranged from a record low in 1990 and 1991 to a near record high by 1999 (Fig. 1).

The pelagic ecosystem has responded in several ways to the changing physical environment of the 1990s. In recent years, 1994-1999, large-scale surveys of the pelagic environment have been conducted off Newfoundland and Labrador. Since the beginning of the surveys in 1994 the invertebrate zooplankton has increased by a factor of two with a peak in biomass occurring in 1997 (Fig. 2). This increase appears to be a direct response to warm water

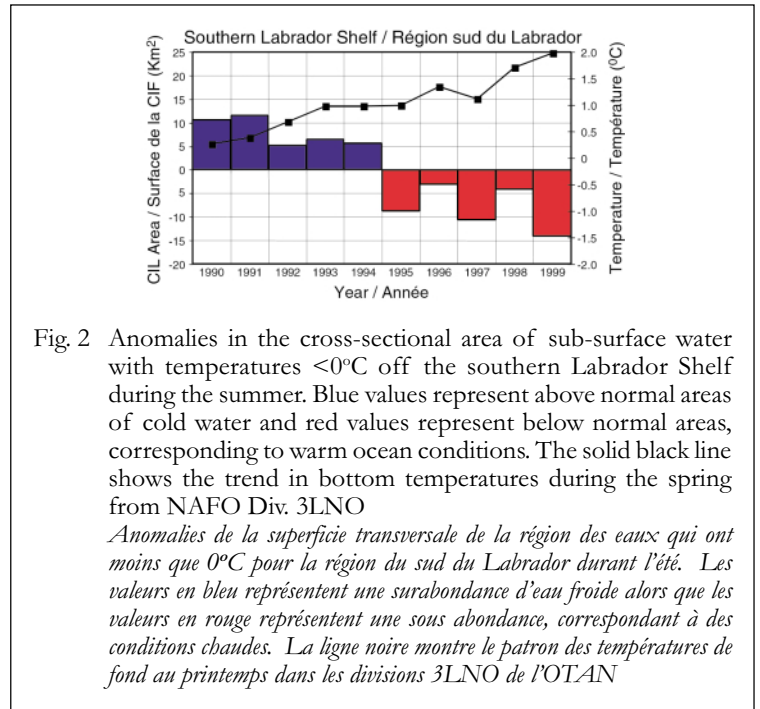


Fig. 2 Anomalies in the cross-sectional area of sub-surface water with temperatures <0°C off the southern Labrador Shelf during the summer. Blue values represent above normal areas of cold water and red values represent below normal areas, corresponding to warm ocean conditions. The solid black line shows the trend in bottom temperatures during the spring from NAFO Div. 3LNO

Anomalies de la superficie transversale de la région des eaux qui ont moins que 0°C pour la région du sud du Labrador durant l'été. Les valeurs en bleu représentent une surabondance d'eau froide alors que les valeurs en rouge représentent une sous abondance, correspondant à des conditions chaudes. La ligne noire montre le patron des températures de fond au printemps dans les divisions 3LNO de l'OTAN

conditions following the cold period of the early 1990s. In contrast, the nekton biomass remained low until 1997 before increasing by a factor of 2-3 times in 1998 followed by a further increase in 1999 (Fig. 3).

The increase in nekton biomass occurred first in the south, over the Grand Bank, in 1998 and then extended to the north in 1999 as ocean temperatures continued to increase. We also observe that a significant component of the nekton increase was attributable to jellyfish. The lag between the increase in nekton, compared to the zooplankton, is notable suggesting that conditions for high production in the nekton were insufficient prior to 1997 in spite of the warming ocean environment. The observed decrease in abundance of 0-group Arctic cod and the corresponding increase in abundance of boreal and temperate species such as capelin and sandlance during the warm years of 1998 and 1999 is consistent with the expected biological response of the pelagic ecosystem to a warming ocean environment.

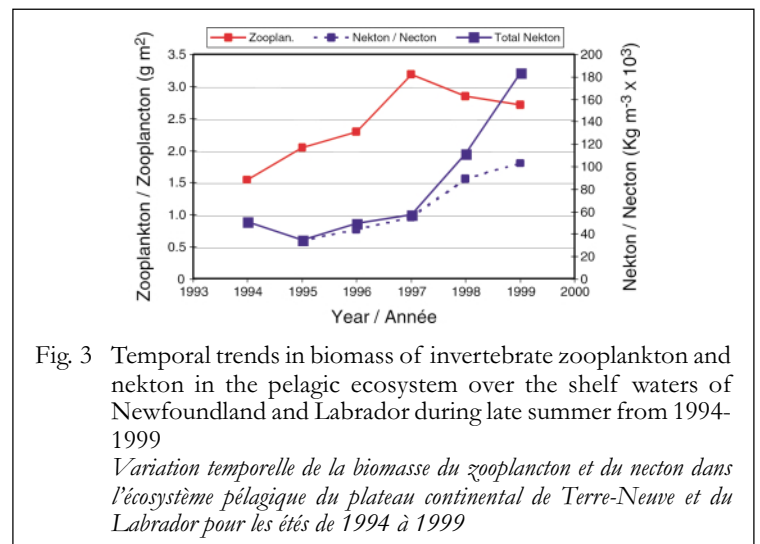


Fig. 3 Temporal trends in biomass of invertebrate zooplankton and nekton in the pelagic ecosystem over the shelf waters of Newfoundland and Labrador during late summer from 1994-1999

Variation temporelle de la biomasse du zooplancton et du necton dans l'écosystème pélagique du plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador pour les étés de 1994 à 1999

VARIATIONS SPATIO-TEMPORELLES DU PHYTOPLANCTON

DANS L'ESTUAIRE MARITIME DU SAINT-LAURENT

MICHEL STARR, LILIANE ST-AMAND, PIERRE JOLY ET JEAN-CLAUDE THERRIAULT

INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE, MONT-JOLI (QUÉBEC) CANADA, G5H 3Z4

STARRM@DFO-MPO.GC.CA

ABSTRACT

Satellite images of the mean annual distribution of chlorophyll photosynthetic pigments indicate strong spatio-temporal variations in the world distribution of phytoplankton. Eastern Canadian waters are located in the globally more productive high latitude regions. These regions are also the more productive regions in terms of fish production and yields. Hence, the importance of monitoring the long term changes in the productivity of phytoplankton which represents the basis of the food web. The high production pattern at higher latitude is not, however, as stable a characteristic as the satellite image may suggest since these regions show high spatial (horizontal and vertical) and temporal (seasonal, interannual and decadal) variability. An example of this is the chlorophyll *a* distribution at a fixed station off Rimouski in the Lower St. Lawrence Estuary, which shows significant vertical, seasonal and interannual variations in the global phytoplankton biomass and in the duration of the period of productivity. These data also show that the initiation of the spring phytoplankton bloom occurs at an earlier date from 1995 to 1999, before receding in 2000. These data, therefore, indicate major changes in the timing and magnitude of spring bloom during the last decade. The warmer-than-normal air temperatures especially observed during the last 3 years could be responsible for this recent shift in the phytoplankton cycle. This recent information illustrates the need for long term monitoring to determine if the observed variations are associated to climate changes or are simply part of a natural cycle.

Le phytoplancton est composé de plantes microscopiques qui constituent le fondement même de la chaîne trophique dans tous les écosystèmes aquatiques. Le phytoplancton joue donc un rôle similaire à celui des plantes végétales en milieu terrestre et, de façon analogue, la biomasse de phytoplancton peut varier considérablement en fonction de facteurs environnementaux tels que la luminosité, la température, la concentration de sels nutritifs, etc. L'image composite (moyenne annuelle) de la figure 1 qui a été fabriquée à partir des données du satellite SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-View) révèle d'ailleurs à quel point

l'abondance du phytoplancton, représentée par les concentrations de chlorophylle en surface, peut varier spatialement à l'échelle du globe. Sur cette figure on note, en particulier, que les zones de plus forte productivité primaire se retrouvent essentiellement dans les régions de hautes latitudes, soit les régions tempérées et arctiques du globe, et le long des côtes et des plateaux continentaux. Les régions autour de l'équateur sont généralement peu productives. Dans ce contexte, on remarque spécialement que les eaux marines de l'est canadien, et plus particulièrement celles de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, sont situées dans une zone générale de forte productivité. Comme il est bien documenté que c'est dans ces zones de forte productivité que l'on retrouve les pêches commerciales les plus importantes, il est facile d'imaginer que toute variation importante de l'abondance et de la productivité du phytoplancton aura une influence significative sur la croissance et éventuellement l'exploitation des ressources marines.

Bien que l'on puisse détecter des patrons significatifs dans l'abondance du phytoplancton à grande échelle (Fig. 1), il est tout de même important de souligner que ces patrons ne sont pas nécessairement stables dans le temps et dans l'espace. En effet, les océanographes ont démontré depuis longtemps que la variabilité spatiale (horizontale et verticale) et temporelle (saisonnière, interannuelle et décennale) dans la répartition du phytoplancton à toute échelle peut être extrêmement importante, en particulier dans les zones côtières de hautes latitudes. Il suffit de consulter les cartes composites satellitaires mentionnées dans ce bulletin pour

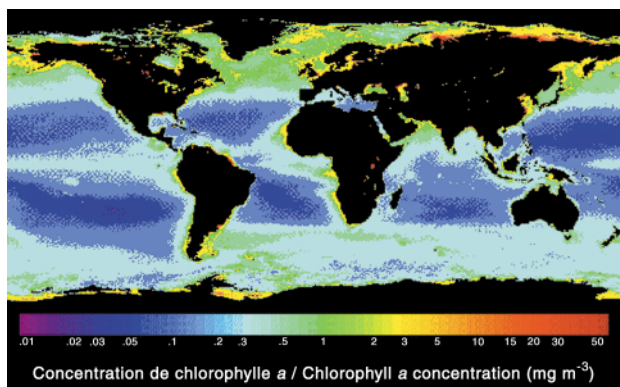


Fig. 1 Image composite SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-View) montrant la répartition de la moyenne annuelle des concentrations en chlorophylle à la surface des océans du globe

SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-View) composite image showing the distribution of annual mean chlorophyll concentrations at the surface of the world oceans

s'en convaincre. Tout comme en milieu terrestre, le phytoplancton dans les eaux marines à ces hautes latitudes est sujet à des explosions printanières de sa biomasse qu'on appelle « floraisons » ou « blooms ». Sur une base annuelle, ces floraisons printanières représentent la source majeure de production de matière organique et d'énergie pour les maillons trophiques supérieurs – d'où le grand intérêt de suivre leur variabilité à toutes les échelles de temps et d'espace. Cet intérêt est d'autant plus grand qu'il a été démontré que la dynamique même de ces floraisons phytoplanctoniques peut être altérée significativement par les changements climatiques ou encore par les activités humaines dans les milieux côtiers de plusieurs régions du globe. Dans ce contexte, le monitoring à long terme des floraisons phytoplanctoniques doit donc être l'un des éléments clés de tout programme de surveillance des océans comme celui du PMZA (le Programme de Monitoring de la Zone Atlantique) qui vise à détecter les changements interannuels et décadaux de la productivité biologique dans l'environnement marin.

Un exemple de cette variabilité spatio-temporelle nous est fourni par la figure 2 qui illustre les variations verticales et temporelles de la chlorophylle *a* (un pigment photosynthétique contenu dans le phytoplancton) à une station fixe située au large de Rimouski dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Cette station fixe est localisée au milieu de l'estuaire maritime dans le chenal Laurentien et a été l'objet d'un échantillonnage hebdomadaire par le personnel de l'Institut Maurice-Lamontagne entre mai et septembre depuis 1991. À chacune des visites, des mesures de chlorophylle *a*, ont été effectuées à au moins huit profondeurs différentes. La chlorophylle *a* est normalement utilisée comme indice d'abondance ou de biomasse des populations de phytoplancton dans le milieu aquatique.

Les résultats de la figure 2 montrent clairement l'existence d'une variabilité verticale et temporelle très importante dans la répartition de la biomasse phytoplanctonique à cette station. De toute évidence, le cycle d'abondance du phytoplancton a été très variable à cette station de l'estuaire du Saint-Laurent au cours de la dernière décennie. Il faut noter que depuis les débuts des années 90, nous avons observé une nette augmentation de la biomasse du phytoplancton dans la colonne d'eau et de la durée globale de la période de production phytoplanctonique estivale. Le pic d'abondance a été atteint en 1999 et a été suivi par une nette régression en 2000. Par ailleurs, l'initiation de la floraison printanière de phytoplancton, définie comme une concentration en chlorophylle plus élevée que $2 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, s'est effectuée de plus en plus tôt jusqu'en 1999, avant encore une fois de régresser en 2000.

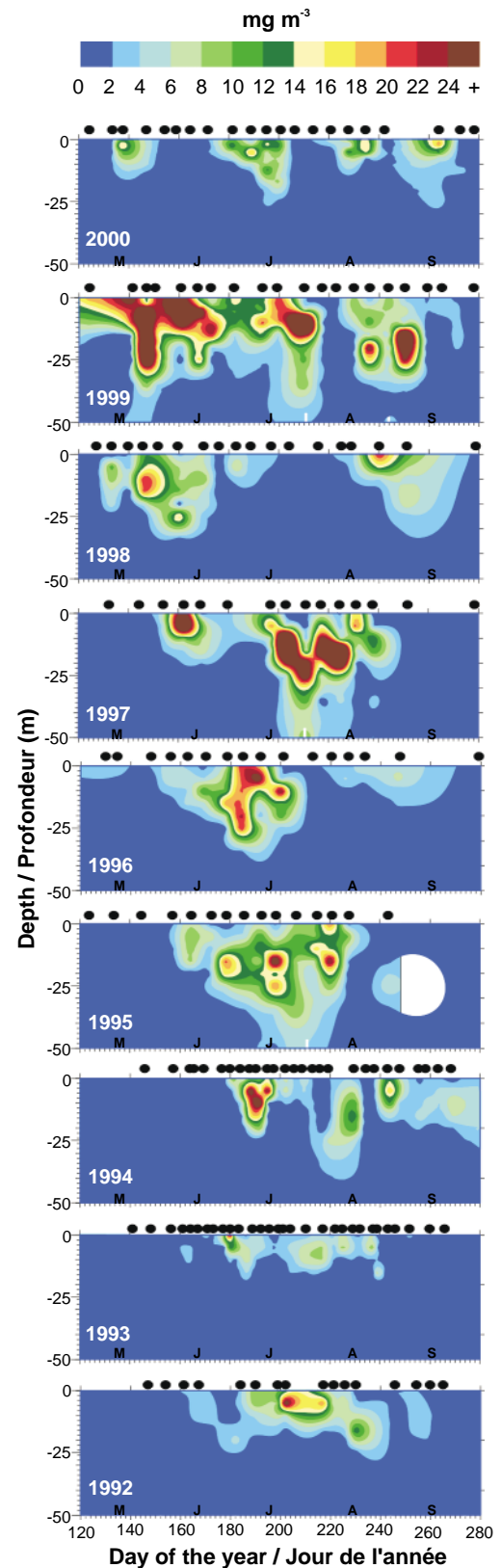


Fig. 2 Concentrations de chlorophylle *a* à la station Rimouski au cours de la période de mai à septembre entre 1992 et 2000. Les points noirs au-dessus de chaque graphique indiquent les moments précis de l'échantillonnage.
Chlorophyll a concentrations at the Rimouski station during the period May-September between 1992 and 2000. The black dots over each graph indicate the precise date of sampling

Cette tendance vers des floraisons phytoplanctoniques de plus en plus intense, débutant de plus en plus tôt a aussi été détectée au cours de la dernière décennie sur le plateau néo-écossais (voir l'article de Doug Sameoto dans ce bulletin), suggérant que les causes de ces variations sont attribuables à des facteurs qui agissent à grande échelle. Une tendance vers la hausse des températures de l'air, laquelle fut particulièrement évidente au cours des trois dernières années pour l'est canadien (voir article de Ken Drinkwater dans ce bulletin) pourrait en grande partie être responsable de ces changements récents. Ce réchauffement

des conditions climatiques a certainement modifié le cycle hydrologique du bassin du Saint-Laurent et a sûrement eu une influence significative sur la productivité primaire dans l'écosystème marin le long des côtes canadiennes. Seul le monitoring à long terme peut permettre de déterminer si les variations observées au cours de la dernière décennie sont reliées à des changements climatiques liés à l'effet de serre ou font tout simplement partie d'un cycle naturel de variation de l'écosystème. À cet effet, il faut noter que les biomasses phytoplanctoniques de 2000 sont similaires à celles du début des années 1990, suggérant un retour possible du pendule.

CONTINUOUS PLANKTON RECORDER DOCUMENTS SIGNIFICANT CHANGES IN THE PHYTOPLANKTON AND ZOOPLANKTON IN THE NORTHWEST ATLANTIC DURING THE 1990s

DOUG SAMEOTO

BEDFORD INSTITUTE OF OCEANOGRAPHY, BOX 1006, DARTMOUTH, N.S. B2Y 4A2

SAMEOTOD@MAR.DFO-MPO.GC.CA

SOMMAIRE

L'échantillonnage CPR montre des changements majeurs dans l'abondance du zooplancton et du phytoplancton durant les années 1990 comparé à la décennie de 1960 à 1970. L'index de verdure du phytoplancton est significativement plus fort durant les années 1990 qu'à n'importe lequel autre période dans la série de données recueillie sur le plateau Néo-Écossais et dans la région ouest de l'Atlantique. Ces fortes valeurs de l'indice de verdure sur le plateau Néo-Écossais sont dues à une augmentation de l'abondance des diatomées et des dinoflagellés. La longueur de la saison de croissance du phytoplancton s'est aussi allongée durant les années 1990 : elle débutait plus tôt dans l'année et était plus longue d'au moins un mois. Par ailleurs, l'abondance du copépode *Calanus finmarchicus* et celle des euphausiides totaux sont nettement plus basses que leurs moyennes climatologiques durant les années 1995 à 1999 sur le plateau Néo-Écossais et dans la région ouest de l'Atlantique. L'abondance totale des copépodes dans ces deux régions durant les années 1990 ne montrait cependant pas de patron significatif de variation.

Phytoplankton and zooplankton constitute the base of the marine food chain. Their production sets an upper limit on the production of fish and marine mammals and their seasonal and regional distribution may have an important impact on harvestable fisheries. Phytoplankton are microscopic marine plants that form the principal diet of zoo-

plankton and a variety of marine invertebrates. Zooplankton are small (0.2 mm to 4 cm) animals that are fed upon by all species of fish at some time in the fishes life cycle.

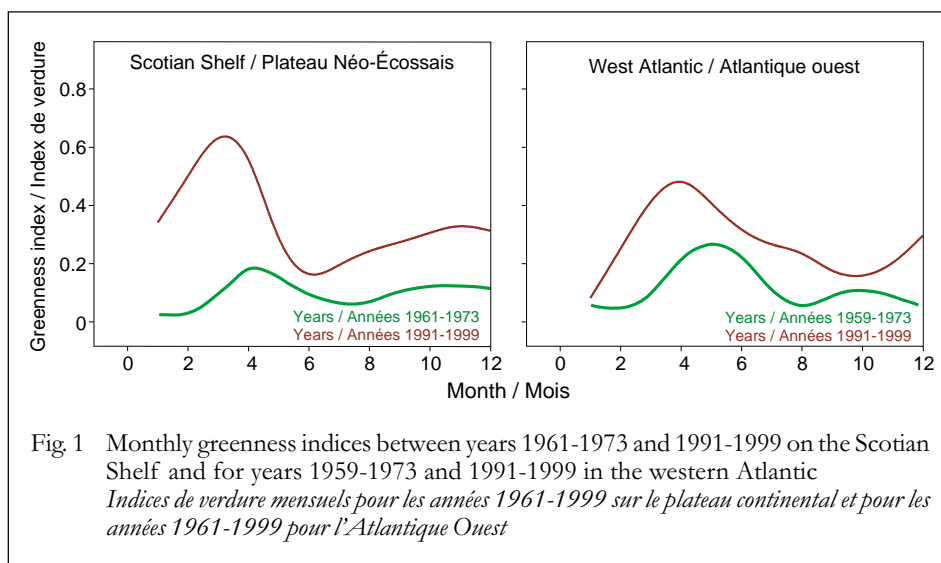


Fig. 1 Monthly greenness indices between years 1961-1973 and 1991-1999 on the Scotian Shelf and for years 1959-1973 and 1991-1999 in the western Atlantic
Indices de verdure mensuels pour les années 1961-1999 sur le plateau continental et pour les années 1961-1999 pour l'Atlantique Ouest

The Continuous Plankton Recorder (CPR) is an instrument that collects phytoplankton and zooplankton on a long continuous ribbon of silk while towed at approximately 7 m depth from commercial ships. Chlorophyll in the phytoplankton stains the silk green. The inten-

sity of the green stain, known as the greenness index, is a measure of the amount of phytoplankton in the water. This index is principally the result of the presence of two main types of phytoplankton known as diatoms and dinoflagellates. The num-

bers of zooplankton by species collected on the silk are also determined. Monthly CPR surveys began in 1959 between Iceland and Newfoundland and in 1961 between Newfoundland and New England. They were discontinued by the late 1970s but were re-started in the early 1990s. The CPR data provide the longest record of changes in plankton abundance and distribution in the northwest Atlantic.

The CPR results show major changes in the abundance of both phytoplankton and zooplankton during the 1990s compared to the 1960s and 1970s (Figs. 1 & 2). The greenness index was significantly higher in the 1990s on both the Scotian Shelf and the Iceland to Newfoundland lines between longitude 45° W and Newfoundland referred to as the western Atlantic. There was also a change in the timing of the peak phytoplankton production, which occurred about 1 month earlier than previously.

The increase in greenness index on the Scotian Shelf was caused by an increase in the abundance of both diatoms and dinoflagellates, whereas, in the western Atlantic it was primarily due to an increase of dinoflagellates.

Phytoplankton in eastern Canadian waters typically has a peak or “bloom” in the spring, declines through the summer, has a minor bloom in the autumn and declines again through the winter. In the 1990s, the spring bloom started earlier in the year and there was relatively high production during more months of the year, including the winter. An increase in the greenness index during the 1990s was also reported in the central northeast Atlantic and the central North Sea.

The data from the eastern Atlantic also show that the increase in the greenness index began in the mid-1980s (Fig. 3). The reasons for this increase in the greenness index are uncertain, but Reid et al. suggested it might be related to “a large export of fresh water from melted ice and permafrost in and around the Arctic Seas as a response to the high positive-temperature anomalies in northern Eurasia and Alaska”. The increase in freshwater may have

resulted in lower salinities and increased stratification that favoured phytoplankton growth. It is interesting to note that salinities have been relatively low and stratification high on the Scotian Shelf during the 1990s.

The abundance of young stages of the zooplankton copepod *Calanus finmarchicus* was significantly lower during 1995 to 1999 compared to the 1960s and 1970s on both the Scotian Shelf and on the line between Iceland and Newfoundland (Fig. 2). The total copepod abundance in both regions during the 1990s did not show a significant trend,

however, because as the numbers of *C. finmarchicus* decreased, there was a corresponding increase in the numbers of other species such as *Paracalanus* and *Pseudocalanus* spp.

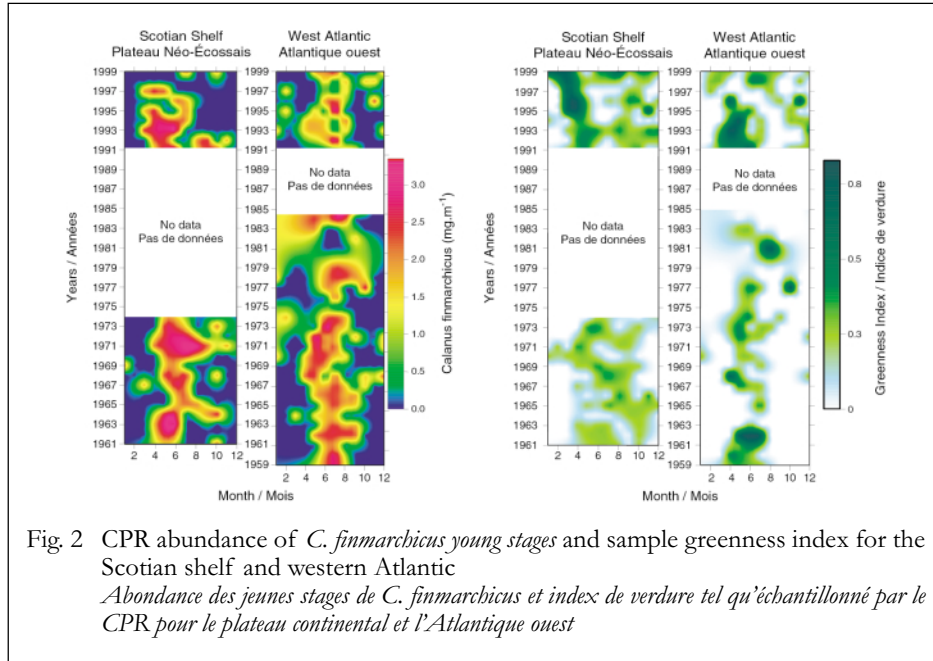


Fig. 2 CPR abundance of *C. finmarchicus* young stages and sample greenness index for the Scotian shelf and western Atlantic
Abondance des jeunes stages de *C. finmarchicus* et index de verdure tel qu'échantillonné par le CPR pour le plateau continental et l'Atlantique ouest

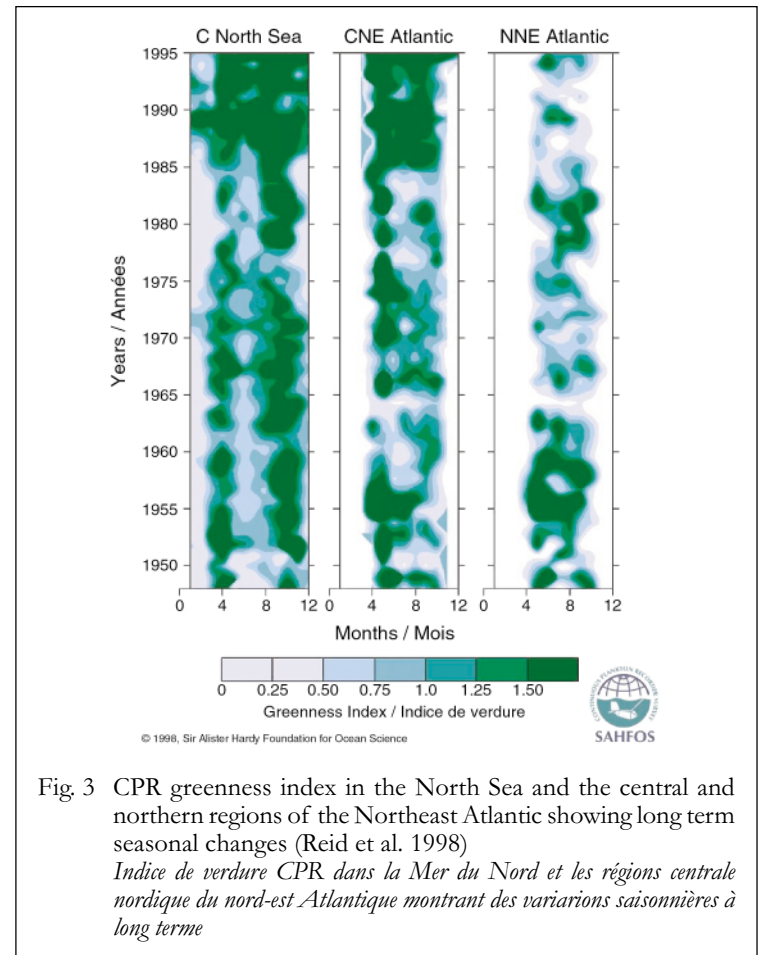


Fig. 3 CPR greenness index in the North Sea and the central and northern regions of the Northeast Atlantic showing long term seasonal changes (Reid et al. 1998)
Index de verdure CPR dans la Mer du Nord et les régions centrale nordique du nord-est Atlantique montrant des variations saisonnières à long terme

The greenness index, as well as of the abundance of *C. finmarchicus*, and the combined *Paracalanus* and *Pseudocalanus* spp. showed similar year-to-year variability on the Iceland-Newfoundland and Scotian Shelf lines (Fig. 2). This, together with the similarity in the greenness index of both sides of the Atlantic Ocean indicate that forces controlling

the variability in the major species of phytoplankton and zooplankton are operating on an ocean basin scale.

REFERENCE

Reid P.C., M. Edward, H.G. Hunt, and A.J. Warner. 1998. Phytoplankton change in the North Atlantic. *Nature* 391: 546.

PUBLICATIONS

PRIMARY PUBLICATIONS/PUBLICATIONS PRIMAIRES

Colbourne, E. B., and K. D. Foote, 2000. Variability of the stratification and circulation on the Flemish Cap during the decades of the 1950s-1990s. *J. Northw. Atl. Fish Sci.* 26: 103-122.

Drinkwater, K.F., D.B. Mountain and A. Herman. 2001. Variability in the Slope Water properties off eastern North America and their effects on the adjacent shelves. *J. Geophys. Res.* (Accepted).

Sameoto, D. 2001. Decadal changes in phytoplankton color index and selected calanoid copepods in continuous plankton recorder data from the Scotian Shelf. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (Accepted).

TECHNICAL PUBLICATIONS / PUBLICATIONS TECHNIQUES

NAFO SCIENTIFIC COUNCIL STUDIES

Drinkwater, K.F., E. Colbourne and D. Gilbert. 2000. Overview of environmental conditions in the Northwest Atlantic in 1998. *NAFO Sci. Coun. Studies* 33: 39-87.

NAFO RESEARCH DOCUMENT SERIES

Colbourne, E. B. 2000. Oceanographic conditions on the Flemish Cap during the summer 2000 with comparisons to the previous year and the 1961-1990 average. *NAFO SCR DOC.* 2000/73. Serial No. N4330.

Colbourne, E. B. 2000. Oceanographic Conditions in NAFO Divisions 2J 3KLMNO during 1999 with comparisons to the long-term (1961-1990) average. *DFO RES DOC.* 2000/48, 52 p.

Colbourne, E. B. 2000. Oceanographic Conditions in NAFO Subdivisions 3Pn and 3Ps during 1999 with comparisons to the long-term (1961-1990) average. *DFO RES DOC.* 2000/49 20 p.

Colbourne, E. B., and E. F. Murphy. 2000. Recent trends in bottom temperatures and distribution and abundance of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) in NAFO Divisions 3LNO during spring and fall. *NAFO SCR DOC.* 2000/20. Serial No. N4299.

Colbourne E. B. and W. R. Bowering. 2001. Recent trends in bottom temperatures and distribution and abundance of Yellowtail Flounder (*Limanda ferruginea*) in NAFO Divisions 3LNO during the spring and fall. *NAFO SCR. Doc* 01/32 Serial No. N4409. 17 p.

Drinkwater K. F., E. B. Colbourne and D. Gilbert. 2000. Overview of environmental conditions in the Northwest Atlantic in 1999.

NAFO SCR Doc. 2000/21. Serial No. N4250.

Drinkwater K. F., E. B. Colbourne and D. Gilbert. 2001. Overview of environmental conditions in the Northwest Atlantic in 2000. *NAFO SCR Doc.* 2001/36. Serial No. N4414.

ICE DOCUMENTS

Sameoto, D. 2000. Decadal plankton changes on the eastern Nova Scotian Shelf and western North Atlantic. *ICES CM* 2000/M: 18 p.

CSAS RESEARCH DOCUMENT SERIES

Colbourne, E. 2000. Oceanographic conditions in NAFO Divisions 2J 3KLMNO during 1999 with comparisons to the long-term (1961-1990) average. *DFO Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc.* 2000/048, 53 p.

Colbourne, E. 2000. Oceanographic conditions in NAFO Subdivisions 3Pn and 3Ps during 1999 with comparisons to the long-term (1961-1990) average. *DFO Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc.* 2000/049, 21 p.

Drinkwater, K.F., R.G. Pettipas and W.M. Petrie. 2000. Overview of meteorological and sea ice conditions off eastern Canada during 1999. *DFO Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc.* 2000/059, 28 p.

Drinkwater, K.F., B. Petrie, R.G. Pettipas, W.M. Petrie and V. Soukhovtsev. 2000. Physical oceanographic conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine during 1999. *DFO Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc.* 2000/060, 46 p.

Harvey, M., J.A. Runge, J.F. St-Pierre and P. Joly (2000). Oceanographic conditions in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence in 1999: Zooplankton. *DFO Can. Stock assessment Sec. Res. Doc.* 2000/117, 19 p.

Pepin, P., and Maillet, G.L. 2000. Biological and chemical oceanographic conditions on the Newfoundland Shelf during 1998 and 1999 with comparisons to the (1993-97) observations. *Canadian Science Advisory Secretariat, Research Document* 2000/111, 38 p.

Pepin, P., and Maillet, G.L. 2001. Biological and chemical oceanographic conditions on the Newfoundland Shelf during 2000 with comparisons with earlier observations. *Canadian Science Advisory Secretariat, Research Document* 2001/073, 46 p.

Petrie, B. and C.S. Mason. 2000. Satellite Measurements of Sea Surface Temperature: an Application to Regional Ocean Climate. *DFO Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc.* 2000/048, 25 p.

RAP WORKING PAPERS

Drinkwater, K.F., R. Pettipas, and L. Petrie. 2000. Temperature conditions on the Scotian Shelf and in the eastern Gulf of Maine. *Fall RAP Working Paper.* 14 p.

DFO RESEARCH DOCUMENTS AND TECHNICAL REPORTS / DOCUMENTS DE RECHERCHE ET RAPPORTS TECHNIQUES DU MPO

Colbourne, E. B. and P. Stead. 2000. Long-Term Temperature Monitoring Program 1998 - 1999, Newfoundland Region. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 206: ix: + 389 p.

Colbourne, E. B. 2001. Physical Oceanographic Conditions on the Newfoundland and Labrador Shelves during 2000. DFO RES DOC. 2001/018b, 56 p.

Colbourne, E. B. 2001. Oceanographic Conditions in NAFO Subdivisions 3Pn and 3Ps during 2000 with comparisons to the long-term (1961-1990) average. DFO RES DOC. 2001/005 18 p.

Fitzpatrick, C. and E. B. Colbourne. 2000. Temperature, salinity and density atlas for Station 27. Can. Data Rep. of Hydrogr. Ocean Sci. No. 154: v + 99 p.

Craig, J. D. C., E. B. Colbourne and G. L. Maillet. 2001. Preliminary studies of density stratification and fluorescence on the Newfoundland Shelf. DFO RES DOC. 2001/085.

FOC WORKING PAPERS/ARTICLES DE TRAVAIL POUR LE COMITÉ D'OCÉANOGRAPHIE DES PÊCHES

Dalley, E.L., J.T. Anderson and D.J. Davis. 2000. Short term fluctuations in the pelagic ecosystem of the Northwest Atlantic. FOC Working Paper 2000-11, 47 p.

Harrison, G. 2000. Biological/chemical conditions on the Scotian Shelf and southern Gulf of St. Lawrence during 1998 and 1999. FOC Working Paper 2000-15, 12 p.

Harrison, G. and T. Platt. 2000. Biological conditions in the Northwest Atlantic based on SeaWiFS ocean colour data, September 1997-October 1999. FOC Working Paper 2000-16, 16 p.

Harvey, M., J.A. Runge, J.F. St.-Pierre and P. Joly. 2000. Oceanographic conditions in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence in 1999: zooplankton. FOC Working Paper 2000-13, 19 p.

Page, F.H., M. Rignuelle and A. Hanke. 2000. Physical and biological monitoring at Prince 5 during 1998. FOC Working Paper 2000-8, 24 p.

Page, F.H., M. Rignuelle and A. Hanke. 2000. Physical and biological monitoring at Prince 5 during 1999. FOC Working Paper 2000-9, 25 p.

Pepin, P. and G.L. Maillet. 2000. Biological and chemical oceanographic conditions on the Newfoundland Shelf during 1998 and 1999 with comparisons to the (1993-97) observations. FOC Working Paper 2000-10, 40 p.

Plourde, J., D. Gilbert, K. Drinkwater, L. Petrie, D. Lefavre, F. Saucier, F. Roy, and J.-C. Therriault. 2000. Oceanographic conditions in the Gulf of St. Lawrence during 1999. FOC Working Paper 2000-4, 10 p.

Sameoto, D. 2000. A comparison of decadal plankton changes on the CPR eastern E and western Z lines. FOC Working Paper 2000-17, 24 p.

STOCK STATUS REPORTS/RAPPORTS D'ÉVALUATION DE STOCKS

Colbourne, E. B. 2000. Oceanographic Conditions in the Newfoundland Region during 1999. DFO Science Stock Status Report G2-01. 9 p.

Colbourne, E. B. 2001. Environmental Conditions in the Newfoundland Region during 2000. DFO Science Stock Status Report G2-01. 9 p.

DFO, 2000. State of phytoplankton and zooplankton in the Estuary and northwestern Gulf of St. Lawrence during 1999. DFO Science Stock Status Report C4-18 (2000).

Drinkwater, K. 2000. 1999 State of the Ocean: Physical oceanographic conditions on the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine. DFO Science Stock Status Report G3-01 (2000), 8 p.

DFO, 2000. Oceanographic conditions in the Gulf of St. Lawrence during 1999. DFO Science Stock Status Report G4-01 (2000).

MPO, 2001. Les conditions océanographiques dans le Golfe du Saint-Laurent en 1999. MPO Sciences, Rapport sur l'état des stocks G4-01 (2001).

Harrison, G. 2000. Chemical and biological oceanographic conditions 1998 and 1999 – Maritimes Region. DFO Science Stock Status Report G3-03 (2000), 9 p.

Pepin, P. 2000. Chemical and biological oceanographic conditions 1998-1999, Newfoundland. DFO Stock Status Report G2-2, 7 p.

Pepin, P. 2001. Chemical and biological oceanographic conditions 2000, Newfoundland. DFO Stock Status Report G2-2, 7 p.

Sameoto, D. 2000. State of phytoplankton, zooplankton and krill on the Scotian Shelf in 1998. DFO Science Stock Status Report G3-02 (2000), 10 p.

OTHERS/AUTRES

Harvey, M., Starr, M., Levasseur, M. (2000). L'état du plancton dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent en 1999. Nat. Can. 125: 68-70.

Starr, M. Harvey, M., M. Levasseur, L'état du plancton dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent en 1999. Nouvelles des Sciences. 11:4-9.

Gilbert, D, J. Plourde, Aperçu climatique pour 2000. Nouvelles des Sciences. 11(16) : 3-4.

AZMP PERSONNEL

A large number of scientists and technicians carry out the AZMP either collecting, editing, processing, analyzing or presenting the data. The following have played a significant role in the activities of the program but the list does not include all of the personnel who contributed. For those not listed but whom have helped during the past two years the AZMP is truly appreciative.

LAURENTIAN REGION/RÉGION LAURENTIENNE

ALAIN GAGNÉ (Sampling/Échantillonnage)
LAURE DEVINE (Data Management/Gestion des données)
DENIS GILBERT (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)
MARIE-LYNE DUBÉ (Lab. Analysis/Analyses en labo.)
MICHEL HARVEY (Zooplankton/Zooplancton)
CAROLINE LAFLEUR (Data Manag./Gestion des données)
PIERRE LAROUCHE (Remote Sensing/Téledétection)
BERNARD PELCHAT (Data Manag./Gestion des données)
JACQUES PLOURDE (Physical data/Données physiques)
MICHEL STARR (Phytoplankton/Phytoplancton)
JEAN-CLAUDE THERRIault (Chair AZMP/Prés. PMZA)

NEWFOUNDLAND REGION/RÉGION DE TERRE-NEUVE

WADE BAILEY (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)
EUGENE COLBOURNE (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)
JOE CRAIG (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)
CHARLIE FITZPATRICK (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)
DAN LANE (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)
SANDY FRASER (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)
JIM HELBIG (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)
GARRY MAILLET (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)
PIERRE PEPIN (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)
PAUL STEAD (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)

PERSONNEL DU PMZA

Un grand nombre de chercheurs et de techniciens participent au PMZA soit à la collecte, l'édition, la réalisation, l'analyse ou la présentation des données. Les personnes suivantes ont joué un rôle significatif dans les activités du programme, mais la liste n'inclue pas tout le personnel qui a contribué. Pour ceux qui ne sont pas listés, nous aimerions leur exprimer notre gratitude pour l'aide précieuse qu'ils ont fourni au PMZA au cours des deux dernières années.

MARITIMES REGION / RÉGION DES MARITIMES

KEN DRINKWATER (Physical Oceanogr./Océanogr. Physique)
DOUG GREGORY (Data Management/Gestion des données)
GLEN HARRISON (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)
ALEX HERMAN (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)
MARY KENNEDY (Biological Databases/Bases de données)
HEIDI MAASS (Remote Sensing/Téledétection)
MICHEL MITCHELL (Physical Oceanogr./Océanogr. physique)
KEVIN PAULEY (Plankton/Plancton)
BRIAN PETRIE (Physical Oceanogr./Océanogr. Physique)
LIAM PETRIE (Graphics Tech./Tech. graphiste)
ROGER PETTIPAS (Data Analyst/Analyste de données)
DOUG SAMEOTO (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)
JEFF SPRY (Biological Oceanogr./Océanogr. biologique)

MARINE ENVIRONMENTAL DATA SERVICE/ SERVICE DES DONNÉES SUR LE MILIEU MARIN

ESTELLE COUTURE (Webmaster/Webmestre)
SAVI NARAYANAN (Data Management/Gestion des données)

**NEWFOUNDLAND REGION
RÉGION DE TERRE-NEUVE**



JOE CRAIG: Working with the research group of the Biological and Physical Oceanographic Section, his efforts are concentrated in the Atlantic Zone Monitoring Program where he is developing innovative methods of calculating environmental indices and linking the physical and biological processes in the ocean.



GARY MAILLET: In charge of biological and chemical aspects of the AZMP in Newfoundland. He ensures the quality of the data collected as well as performs the analysis of the results. He is currently investigating the relationship between biological, chemical and physical oceanographic conditions with other members of the AZMP.



SANDY FRASER: She is involved in the collection of oceanographic data on the AZMP-related research surveys as well as in the coordination of activities related to sampling the fixed station. In addition, she is responsible for the analysis of nutrient and chlorophyll samples collected as part of the AZMP activities.

**MARITIMES REGION
RÉGION DES MARITIMES**



JEFF SPRY: Current tasks with the AZMP include maintenance of the sampling program for the Halifax fixed station, coordination of samples and data/results for the fixed stations, and participation in various other AZMP-related shipboard missions.



HEIDI MAASS: Hired by the AZMP to process chlorophyll-*a* and sea surface temperature (SST) data obtained from the SeaWiFS satellite. In addition she has been carrying out statistical analysis on the semi-monthly composites of remotely sensed chlorophyll-*a* and SST data.



KEVIN PAULEY: Currently assisting in the collection of biological and oceanographic data within the AZMP, he is also responsible for the processing and analysis of much of the phytoplankton data collected in the Southern Gulf of St. Lawrence and on the Scotian Shelf.

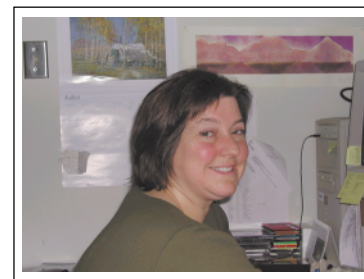
**LAURENTIAN REGION
RÉGION LAURENTIENNE**



ALAIN GAGNÉ: Coordonne la réalisation du volet régional du PMZA, en ce qui a trait à l'échantillonnage, l'analyse des échantillons en laboratoire et la validation des données récoltées aux deux stations fixes (CG et GA) et durant les deux missions annuelles aux 41 stations positionnées le long des 6 sections dans le golfe du St-Laurent.



MARIE-LYNE DUBÉ: Membre de la section de monitoring, elle est responsable des analyses en laboratoire des échantillons recueillies dans le cadre de l'échantillonnage des stations fixes et des transects du PMZA. Elle est particulièrement responsable de l'analyse et de la validation des données sur les sels nutritifs.



LAURE DEVINE: Membre de la section gestion des données à l'IML, elle est responsable du post-traitement et du contrôle de qualité des profils CTD et de la compilation et documentation des données provenant des échantillons bouteilles (oxygène dissous, chlorophylle, sels nutritifs) provenant du PMZA.