



ÉTAT DE L'OCÉAN EN 2008 : CONDITIONS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DANS LE GOLFE DU MAINE ET LA BAIE DE FUNDY AINSI QUE SUR LE PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS

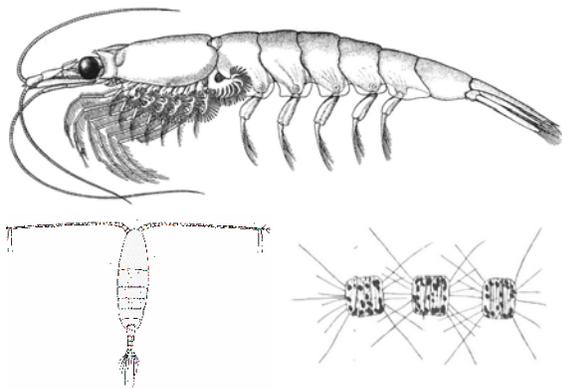


Figure 1. Stations fixes du PMZA dans les Maritimes et transects du plateau néo-écossais

Contexte :

Le Programme de monitoring de la zone Atlantique (PMZA) a été mis en œuvre en 1998 dans les buts suivants : 1) permettre au MPO de mieux comprendre, décrire et prévoir l'état de l'écosystème marin et 2) quantifier les changements qui se produisent dans les propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan, ainsi que dans les relations prédateur-proie parmi les ressources marines. Un des éléments essentiels du PMZA est l'évaluation annuelle de la répartition et de la variabilité des nutriments, et du plancton qui en dépend.

Le PMZA utilise des données provenant d'un réseau de points d'échantillonnage (stations fixes, transects traversant le plateau continental, relevés sur le poisson de fond, télédétection par satellite) au Québec, dans les Maritimes, dans le sud du Golfe et à Terre-Neuve, qui sont échantillonnés à une fréquence allant de toutes les deux semaines à une fois l'an. De l'information au sujet de l'abondance relative et de la structure de la communauté de plancton, de l'Islande à la côte de Terre-Neuve et de Terre-Neuve au golfe du Maine est aussi recueillie par des enregistreurs de plancton en continu (CPR) installés sur des navires commerciaux.

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

SOMMAIRE

- En 2008, les concentrations de nutriments dans les Maritimes ont été égales ou supérieures à la normale en hiver, au printemps et en automne, mais plus basses qu'à l'habitude en été.
- L'efflorescence phytoplanctonique printanière de 2008 a été égale ou inférieure à la normale et elle était bien en deçà de l'efflorescence record de 2007.
- Les concentrations de chlorophylle en dehors de la période d'efflorescence de mars à mai sont en baisse depuis le début de la série d'observations (1999).
- À Halifax-2, la biomasse de zooplancton et l'abondance de *Calanus finmarchicus* ont toutes deux culminé tardivement, à un degré d'ampleur proche de la moyenne, et toutes deux ont atteint des niveaux supérieurs à la moyenne en été. La forte abondance de *Calanus finmarchicus* a persisté en automne.
- Les taxons de *Calanus* des eaux froides étaient d'une abondance supérieure à la moyenne à Halifax-2, tandis que les espèces des eaux chaudes du plateau néo-écossais s'y trouvaient en concentration inférieure à la normale. Toutefois ces tendances étaient inversées sur l'ensemble du plateau néo-écossais.
- Deux espèces numériquement dominantes de petits copépodes, *Pseudocalanus* spp. et *Oithona similis*, ainsi que le copépode des petits fonds *Temora longicornis* étaient plus abondants qu'en moyenne dans l'est du plateau néo-écossais.
- À Prince-5, le pic de biomasse de zooplancton et d'abondance des copépodes est survenu plus tôt qu'en moyenne et il était dominé par les espèces extracôtières. Dans toute la communauté de copépodes à Prince-5 ce sont les espèces extracôtières qui ont été prédominantes en 2008, en particulier l'été.
- Il ressort de l'information provenant des enregistreurs continus de plancton que comparativement aux données antérieures (enregistrées à partir de 1961), l'abondance récente du phytoplancton sur le plateau néo-écossais a été égale ou supérieure à la moyenne à long terme, tandis que l'abondance du zooplancton a été égale ou inférieure à la normale.

INTRODUCTION/RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le cycle de production du plancton dépend largement de phénomènes physiques. La croissance des plantes marines microscopiques (phytoplancton) nécessite en particulier de la lumière et des nutriments (comme les nitrates, phosphates et silicates). Or, parmi les principaux nutriments disponibles, l'azote est celui qui, en général, est le moins abondant dans les eaux côtières; cela, pense-t-on, limite la croissance du phytoplancton, particulièrement en été. Une description du cycle des nutriments sur le plateau continental aidera à comprendre et à prédire la variabilité spatiotemporelle des populations de plancton.

Le phytoplancton constitue la base de la chaîne trophique marine et la source alimentaire principale de la partie animale du plancton, le zooplancton. Le phytoplancton et le zooplancton servent à leur tour de nourriture aux larves des poissons et aux invertébrés, et ils influent donc sur leur taux de survie. Comprendre les cycles du plancton permettra donc de mieux évaluer l'état de l'écosystème marin et sa capacité à entretenir des pêches de capture.

Le PMZA donne des renseignements fondamentaux sur la variabilité naturelle des propriétés physiques, chimiques et biologiques du plateau continental de l'Atlantique Nord-Ouest. Les relevés écosystémiques au chalut (sur le poisson de fond) et l'échantillonnage sur des transects du plateau continental donnent des renseignements géographiques régionaux détaillés, mais qui sont d'une portée saisonnière limitée. Des stations fixes placées dans des points stratégiques, comme la station 2, le long du transect d'Halifax, sur le plateau néo-écossais, et la station Prince 5, dans la baie de Fundy, servent à compléter l'échantillonnage de nature

géographique, en donnant des renseignements plus détaillés sur les changements saisonniers dans les propriétés de l'écosystème. Par ailleurs, la télédétection par satellite de la biomasse de phytoplancton à la surface de la mer (chlorophylle) nous offre une vaste perspective, à l'échelle de la zone, de l'importante variabilité de l'environnement et de l'écosystème. Enfin, les enregistreurs de plancton en continu (CPR) nous procurent des renseignements sur la variabilité à grande échelle, interrégionale et à long terme (de plusieurs années à plusieurs décennies) de l'abondance du plancton et de la structure de sa communauté.

ÉVALUATION/ANALYSE

Nutrients

Stations fixes : La répartition des principaux nutriments inorganiques dissous (nitrates, silicates, phosphates) observés dans le cadre du PMZA varie grandement dans l'espace et dans le temps (Petrie et coll. 1999). Pour cette raison et à cause du fait que la disponibilité de l'azote limite très probablement la croissance du phytoplancton dans nos eaux côtières (MPO, 2000), l'accent sera mis dans le présent document sur la variabilité des concentrations de nitrates.

On a observé au printemps et au début de l'été 2008 une diminution d'origine biologique des concentrations de nitrates près de la surface dans les deux stations fixes des Maritimes (figure 2). Les basses valeurs des concentrations superficielles ont persisté durant tout l'été et l'automne à Halifax-2 et elles n'ont augmenté qu'à la fin de l'automne. La zone de raréfaction des nitrates (définie comme étant les profondeurs auxquelles les concentrations étaient $\leq 1 \text{ mmol/m}^3$) à Halifax-2 en été 2008 (33 m) était proche de la moyenne à long terme (34 m). L'évolution saisonnière de la structure verticale des nitrates à Halifax-2 en 2008 était semblable à ce qui avait été observé les années précédentes, quoique la période de réduction la plus rapide ait semblé être plus tardive que d'ordinaire (survenant en avril plutôt qu'en mars). Les concentrations de nitrates près de la surface à Prince-5 en 2008 ne sont jamais descendues sous 2 mmol/m^3 . La période de réduction la plus rapide à Prince-5 en 2008 (mai) correspondait à la moyenne à long terme.

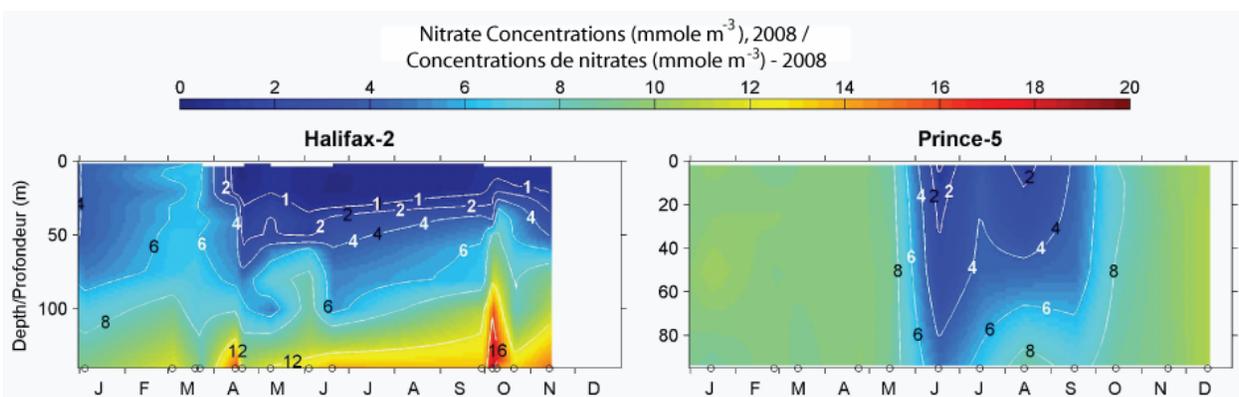


Figure 2. Structure verticale des concentrations de nitrates aux stations fixes du PMZA dans les Maritimes en 2008.

Les concentrations de nitrates dans les 50 m supérieurs (zone de profondeur au-dessus de laquelle la dynamique des nutriments est fortement influencée par les phénomènes biologiques) présentent une forte variabilité saisonnière aux deux stations fixes des Maritimes (figure 3). Quoique la tendance saisonnière dans la variabilité des nitrates au large d'Halifax-2 en 2008 était semblable à ce qui avait été observé les années précédentes, les concentrations

hivernales de nitrates étaient supérieures (de 30 mmol/m²) à la normale (~ 250 mmol/m²), alors que les concentrations estivales de ces nitrates étaient inférieures (de 35 mmol/m²) à la normale. Les concentrations de nitrates dans les 50 m supérieurs à Prince-5 étaient comparables à la moyenne à long terme (~ 470 mmol/m²) en hiver, mais comme à Halifax-2, elles étaient inférieures (de 65 mmol/m²) à la normale en été (~ 210 mmol/m²). Aux deux stations fixes, les concentrations estivales de nitrates dans les 50 m supérieurs se situaient aux plus bas niveaux depuis le début des observations (1999). Quant aux concentrations hivernales de nitrates dans les eaux profondes (> 50 m) à Halifax-2 et Prince-5 en 2008, elles étaient en général comparables à leur moyenne à long terme (~720 mmol/m² à Halifax-2 et ~470 mmol/m² à Prince-5). Mais les concentrations estivales dans les eaux profondes étaient inférieures (de 160 mmol/m² à Halifax-2 et de 30 mmol/m² à Prince-5) à la normale (~910 mmol/m² à Halifax-2 et ~ 270 mmol/m² à Prince-5). Les anomalies annuelles (écarts par rapport aux conditions moyennes) des concentrations de nitrates près de la surface semblent indiquer que ces concentrations ont été relativement constantes et légèrement supérieures à la normale ces quelques dernières années à Halifax-2, tandis que les anomalies annuelles des concentrations de nitrates dans les eaux profondes reflètent une variation interannuelle considérable et des teneurs légèrement inférieures à la normale ces deux dernières années; c'est en 2005 que les niveaux ont été les plus bas. En raison du fort brassage vertical, les anomalies annuelles des concentrations de nitrates en surface et dans les eaux profondes présentent les mêmes tendances de variabilité annuelle relativement forte à Prince-5; ces concentrations ont été égales ou légèrement supérieures à la moyenne ces trois dernières années. Dans les deux stations fixes, aucune tendance à long terme n'était apparente dans les concentrations de nitrates.

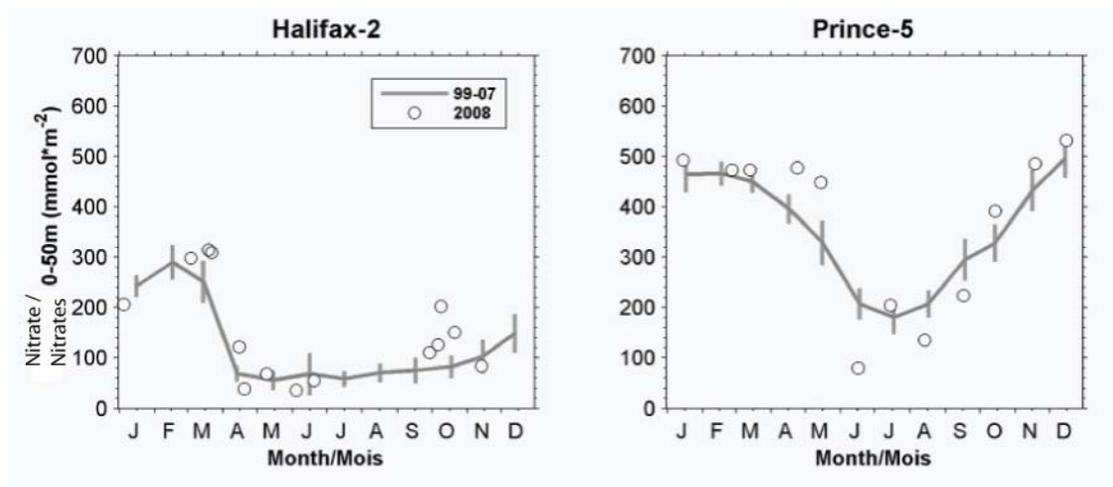


Figure 3. Concentrations de nitrates (depuis la surface jusqu'à 50 m) aux stations fixes du PMZA dans les Maritimes en 2008.

Transects du plateau néo-écossais : En 2008, la répartition verticale des nitrates au printemps était en général la même le long de tous les transects du plateau néo-écossais, c'est-à-dire que les concentrations étaient basses (< 2 mmol/m³) dans les eaux proches de la surface (< 50 m), en raison de la consommation du phytoplancton, et qu'elles augmentaient avec la profondeur. Faisait exception à la règle le transect du détroit de Cabot, le long duquel les concentrations de surface étaient en général supérieures à 2 mmol/m³, sauf aux deux stations situées le plus au nord. Dans les eaux profondes (> 50 m), les concentrations étaient à leur plus fort dans les bassins (> 20 mmol/m³) et les eaux du talus situées au large du plateau. Comme on l'avait observé les années précédentes, les concentrations de nitrates à la surface étaient déjà appauvries lors du relevé de printemps, réalisé en avril (valeurs approchant de 1 mmol/m³, horizon de profondeurs : ~ 20-50 m). De même, les concentrations de nitrates à la

surface étaient encore basses lors du relevé d'automne, réalisé en octobre (1 mmol/m^3 , horizon de profondeurs : $\sim 20\text{-}50 \text{ m}$) et elles reflétaient peu de signes de brassage saisonnier des nutriments depuis les eaux profondes vers les eaux de surface. Malgré des similitudes avec la normale dans la structure verticale en 2008, les concentrations de nitrates dans les 50 m supérieurs étaient plus élevées (de 50 à 60 mmol/m^3) le long de tous les transects par rapport aux années précédentes; elles venaient au premier ou au deuxième rang des plus hautes depuis le début de la série d'observations (1999) Par ailleurs, les concentrations en surface atteignaient elles aussi des niveaux records (se situant à $40\text{-}60 \text{ mmol/m}^2$ au-dessus de la normale) en automne dans l'ouest du plateau (transects d'Halifax et du banc Browns); toutefois, les concentrations automnales en surface étaient légèrement inférieures (de 30 mmol/m^2) à la normale sur le transect de Louisbourg. Les concentrations de nitrates en eaux profondes ($> 50 \text{ m}$) étaient supérieures (de $70\text{-}100 \text{ mmol/m}^2$) à la normale le long des transects de Louisbourg et d'Halifax au printemps et du transect d'Halifax en automne. Les concentrations de nitrates en eaux profondes le long des transects du détroit de Cabot et du banc Browns étaient normales au printemps et en automne 2008. Quant aux concentrations de nitrates en surface, elles semblent augmenter progressivement depuis environ 2003 le long des transects de Louisbourg et d'Halifax, mais non le long des transects du détroit de Cabot et du banc Browns. Les concentrations de nitrates dans les eaux profondes ne présentent de tendance manifeste sur aucun des transects dans la série chronologique de 10 ans.

Relevés au chalut (sur le poisson de fond) : Les concentrations de nitrates dans les eaux de fond du plateau néo-écossais en juillet 2008 (moy. : $10,3 \text{ mmol/m}^3$) étaient inférieures à la moyenne à long terme ($11,4 \text{ mmol/m}^3$) et elles étaient conformes aux faibles concentrations observées l'été dans les eaux profondes ($> 50 \text{ m}$) à la station fixe d'Halifax-2. Elles augmentaient avec la profondeur et atteignaient leurs plus hauts niveaux dans les bassins profonds du plateau (p. ex. le bassin d'Émeraude) et dans les eaux du talus au large du plateau. En revanche, en été 2008, les taux de saturation en oxygène dans les eaux de fond du plateau néo-écossais étaient comparables à la moyenne à long terme (79 % de saturation). Toutefois, la superficie des zones du fond qui étaient recouvertes d'eaux dont le taux de saturation se situait en dessous de 60 % ($11\,800 \text{ km}^2$ ou 7,8 % de la superficie du plateau) étaient légèrement inférieures à la moyenne à long terme ($13\,900 \text{ km}^2$ ou 9,2 % de la superficie du plateau). Comme d'habitude, les taux de saturation les plus bas étaient enregistrés dans les bassins profonds (comme le bassin d'Émeraude) et dans les eaux profondes du large du plateau, où les nutriments abondent le plus. Les concentrations de nitrates ou d'oxygène dans les eaux profondes du plateau néo-écossais ne présentent aucune tendance manifeste dans la série chronologique de 10 ans.

Phytoplancton

Stations fixes : Les cycles de croissance saisonnière du phytoplancton sont manifestement bien différents dans les deux stations fixes des Maritimes (figures 4 et 5). La forte efflorescence printanière record observée à Halifax-2 en 2007 ($> 900 \text{ mg/m}^3$) n'est pas réapparue en 2008; à vrai dire, l'efflorescence de 2008 (267 mg/m^3) était bien inférieure à la moyenne à long terme ($\sim 500 \text{ mg/m}^3$). Les anomalies annuelles des concentrations de chlorophylle à Halifax-2 ont été relativement stables au cours des dix dernières années et ne présentent pas de tendance apparente. L'évolution de la composition de la communauté de phytoplancton à Halifax-2 en 2008 était généralement conforme aux observations des années antérieures, c'est-à-dire que les diatomées dominaient en hiver et au printemps, représentant $> 75 \%$ du total, et que les flagellés et les dinoflagellés dominaient ($> 60 \%$ du total) le reste de l'année. En 2008, toutefois, la contribution des diatomées à la communauté de microplancton au plus fort de l'efflorescence printanière représentait pratiquement la totalité (100 %) de la communauté (habituellement $\sim 90 \%$), mais immédiatement après l'efflorescence, elle est

tombée à < 10 % (normalement ~ 30 %) et elle a augmenté de nouveau en automne pour se situer à > 60 % (normalement ~ 30 %). En 2008, dans la période qui a suivi l'efflorescence, les flagellés représentaient > 80 % du microplancton (normalement 60 %) et leur proportion était basse en automne (~ 20 %, comparativement à une normale de 40-60 %).

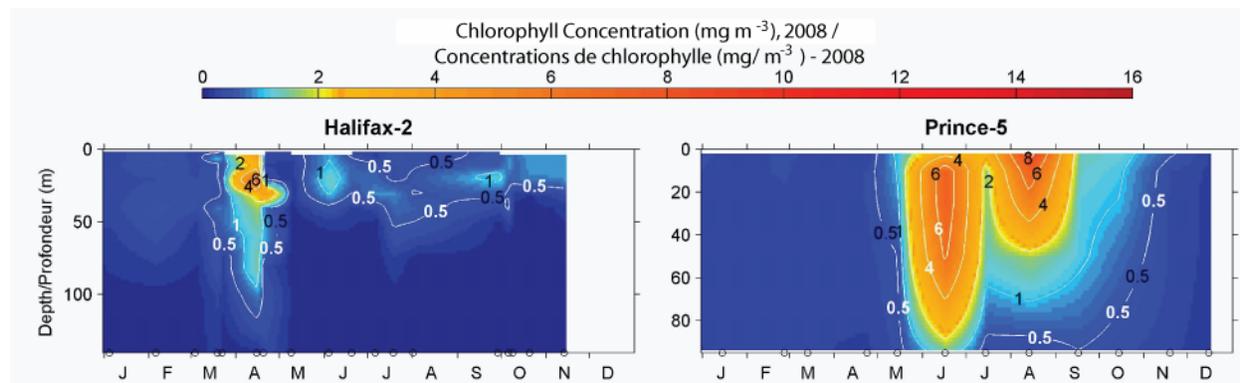


Figure 4. Structure verticale des concentrations de chlorophylle aux stations fixes du PMZA dans les Maritimes en 2008.

Le cycle de croissance du phytoplancton à Prince-5, contrairement à ce qu'on observe à Halifax-2, se caractérise par une poussée de croissance primaire en été (juin), suivie de pics secondaires à la fin de l'été ou en automne (août-septembre) (figures 4 et 5). Les anomalies annuelles des concentrations de chlorophylle à Prince-5, comme d'ailleurs à Halifax-2, ont été relativement stables ces 10 dernières années et ne présentent pas de tendance apparente. Tel qu'indiqué précédemment, la communauté de phytoplancton à Prince-5 se compose presque exclusivement de diatomées (> 95 %) à longueur d'année. Sur une échelle annuelle, c'est la station Prince-5 qui connaît les plus fortes concentrations de chlorophylle des deux stations fixes des Maritimes (Prince-5 : 107 mg/m², Halifax-2 : 79 mg/m²).

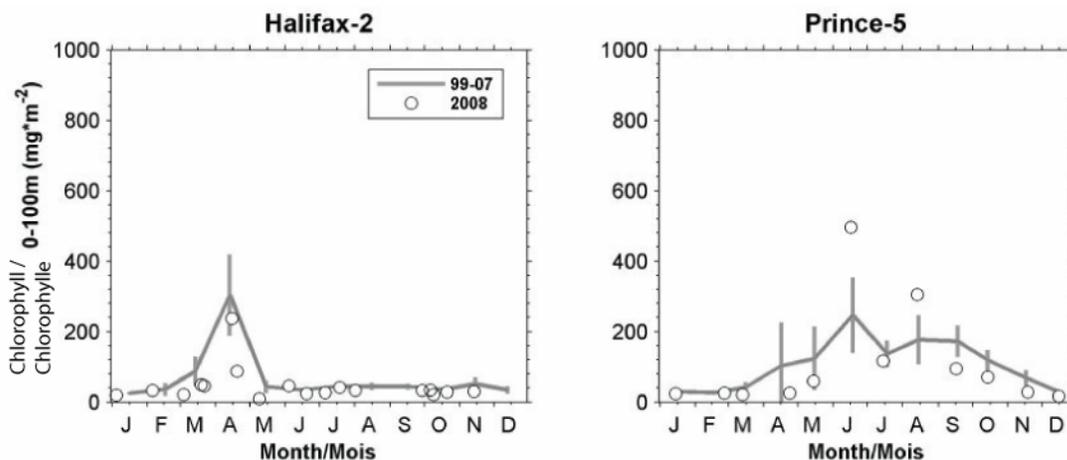


Figure 5. Concentrations de chlorophylle (depuis la surface jusqu'à 100 m) aux stations fixes du PMZA dans les Maritimes en 2008.

Une analyse plus détaillée de l'efflorescence à Halifax-2 révélait qu'en 2008 l'efflorescence est apparue (au 106^e jour) 11 jours plus tard que la normale (95^e jour) (figure 6). De plus, elle a duré moins longtemps (32 jours) que la moyenne à long terme (45 jours). En plus des changements dans la dynamique de l'efflorescence, les concentrations « de fond » en chlorophylle (hors de la période d'efflorescence) diminuent depuis les 10 dernières années, étant passée de ~ 40 mg/m² en 1999 à ~ 30 mg/m² en 2007 et 2008. Par opposition aux

conditions d'efflorescence à Halifax-2, le pic des concentrations de chlorophylle (496 mg/m^2) à Prince-5 s'est produit le 162^e jour et il était comparable tant par son ampleur (426 mg/m^2) que par sa période d'apparition (162^e jour) à la moyenne à long terme. Toutefois, l'efflorescence primaire a duré moins longtemps (61 jours) que la moyenne à long terme (72 jours).

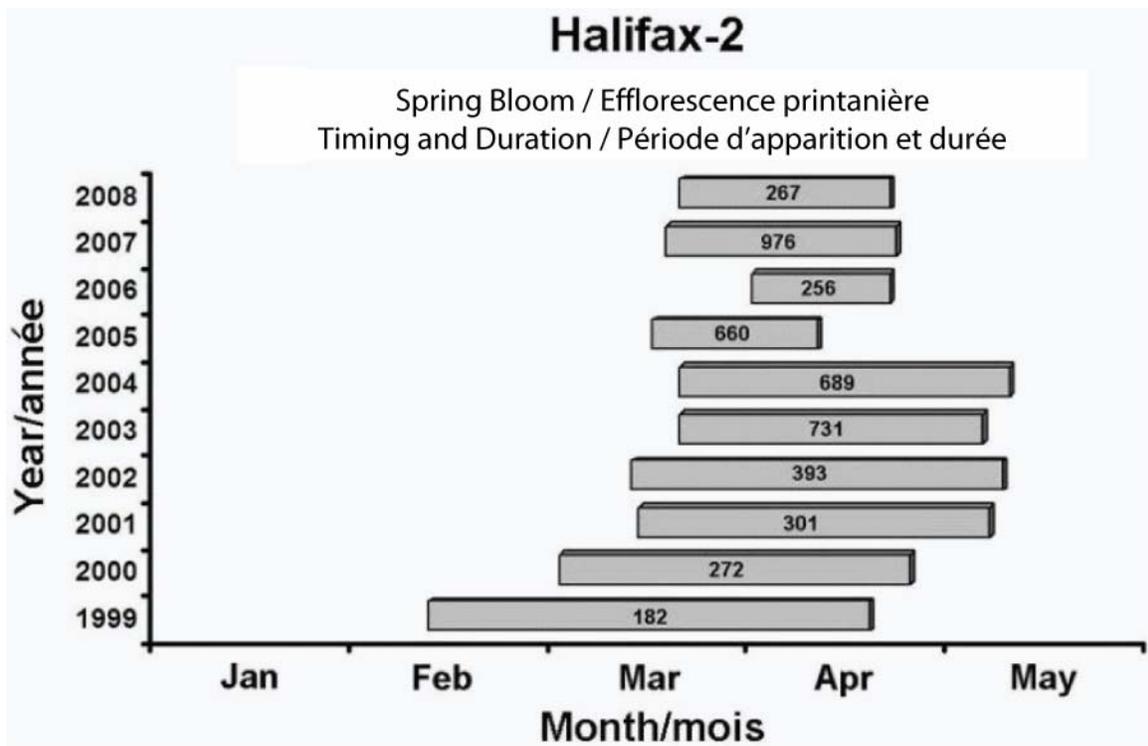


Figure 6. Période d'apparition, durée (barres horizontales) et ampleur (chiffres à l'intérieur des barres [mg de CHL/m²]) de l'efflorescence printanière de phytoplancton à la station fixe d'Halifax-2 de 1999 à 2008.

Transects du plateau néo-écossais : Les concentrations de chlorophylle le long des transects du plateau néo-écossais sont toujours beaucoup plus élevées au printemps qu'en automne. Il convient de signaler que dans le relevé du printemps 2008, ces concentrations étaient dans l'ensemble basses aux stations sud du transect du détroit de Cabot et qu'elles l'étaient également en surface aux stations intérieures du transect de Louisbourg (figure 7). Les concentrations étaient aussi plus basses que d'ordinaire le long du transect du banc Browns. Bien qu'on ait observé des concentrations de chlorophylle supérieures à 6 mg/m^3 dans les eaux proches de la surface au cours du relevé du printemps 2008, les concentrations dans les eaux de 0 à 100 m ont été en général bien inférieures (de 100 à 190 mg/m^2) à la normale ($\sim 250\text{-}370 \text{ mg/m}^2$) le long de trois des quatre transects (transects du détroit de Cabot, de Louisbourg et du banc Browns). En revanche, au cours des relevés d'automne, les concentrations de chlorophylle étaient supérieures (de 40 à 60 mg/m^2) à la moyenne ($\sim 30\text{-}50 \text{ mg/m}^2$) dans l'ouest du plateau néo-écossais (transects d'Halifax et du banc Browns). Les concentrations printanières de chlorophylle le long de tous les transects se sont avérées très variables d'une année à l'autre, sans présenter de tendance nette. À l'inverse, les concentrations automnales ont été beaucoup moins variables et ont suivi une tendance à la baisse ces dix dernières années.

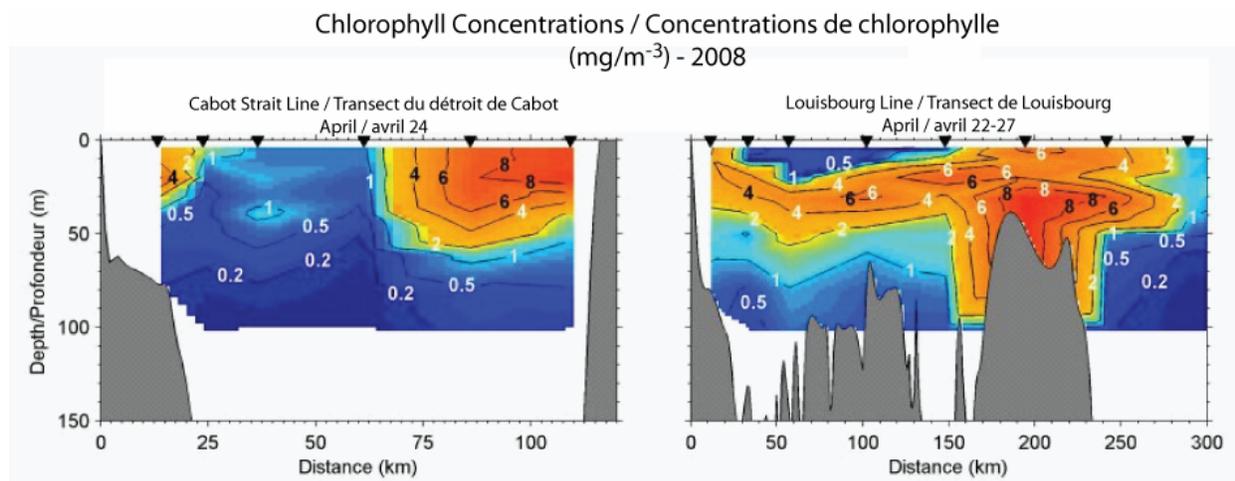


Figure 7. Structure verticale des concentrations de chlorophylle le long des transects du détroit de Cabot et de Louisbourg au printemps 2008.

Relevés au chalut (sur le poisson de fond) : Les concentrations de chlorophylle près de la surface lors du relevé du printemps 2008 dans l'est du plateau néo-écossais reflétaient un régime de répartition comparable à ce qu'on avait vu les années précédentes, à savoir que de fortes concentrations étaient observées au large du plateau ($> 4 \text{ mg}/\text{m}^3$) et qu'elles se situaient généralement à l'ouest de l'île de Sable. Par ailleurs, les concentrations de chlorophylle en surface au cours du relevé d'été sur le plateau néo-écossais étaient uniformément basses ($< 1 \text{ mg}/\text{m}^3$) dans le centre et dans l'est du plateau néo-écossais. De fortes concentrations ($> 1 \text{ mg}/\text{m}^3$) ont été observées uniquement près de la côte sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et dans les approches de la baie de Fundy, comme les années précédentes. Ces régions se caractérisent généralement par un fort brassage vertical, de basses températures et de fortes concentrations de nutriments près de la surface. Dans l'ensemble, les concentrations superficielles estivales de chlorophylle sur le plateau néo-écossais en été 2008 ($0,64 \text{ mg}/\text{m}^3$) correspondaient à peu près à la moyenne à long terme ($0,68 \text{ mg}/\text{m}^3$). Les tendances des concentrations de chlorophylle ne présentent aucune tendance apparente sur l'ensemble de la série chronologique de 10 ans.

Téledétection par satellite : Les données sur la couleur de l'océan (SeaWiFS et MODIS) nous donnent un bon moyen supplémentaire d'évaluer la biomasse de phytoplancton (chlorophylle) en surface aux stations fixes du PMZA, le long des transects saisonniers et à plus grande échelle (comme celle de tout l'Atlantique Nord-Ouest), et elles peuvent nous donner une information temporelle et une perspective spatiale synoptique qu'il n'est pas possible d'obtenir dans l'échantillonnage classique. Des images composites des eaux de la Région des Maritimes portant sur les principales périodes des relevés par transect sur le plateau néo-écossais et des relevés au chalut ont permis de placer ces données dans un contexte géographique plus large et d'en dégager des éléments qui viennent compléter ou corroborer les observations effectuées à partir de navires ou d'obtenir des renseignements qui ne seraient pas disponibles autrement (figures 8 et 9). Par exemple, les concentrations maximales de chlorophylle à la surface au large du plateau observées durant le relevé au chalut effectué au début de mars dans l'est du plateau néo-écossais apparaissaient aussi dans les images satellitaires. Ces images reflétaient également le contraste observé dans les concentrations superficielles de chlorophylle entre les relevés annuels de printemps (avril) et d'automne (octobre) du PMZA sur le plateau néo-écossais. À signaler aussi, les basses concentrations de chlorophylle inhabituelles à l'extrémité sud du transect du détroit de Cabot observées durant le relevé du printemps. Les images montrent les concentrations généralement basses de chlorophylle sur l'ensemble du plateau

néo-écossais et les concentrations plus hautes au large de Yarmouth et à l'embouchure de la baie de Fundy qui ont été observées au cours du relevé au chalut de juillet.

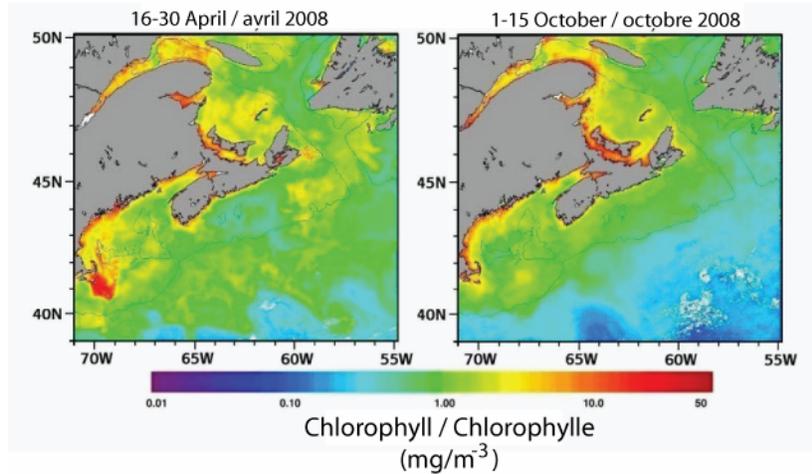


Figure 8. Images composites des concentrations de chlorophylle à la surface dans les eaux des Régions des Maritimes et du Golfe durant les relevés de printemps (avril) et d'automne (octobre) de 2008 sur le plateau néo-écossais produites deux fois par mois par le capteur de données sur la couleur de l'océan MODIS.

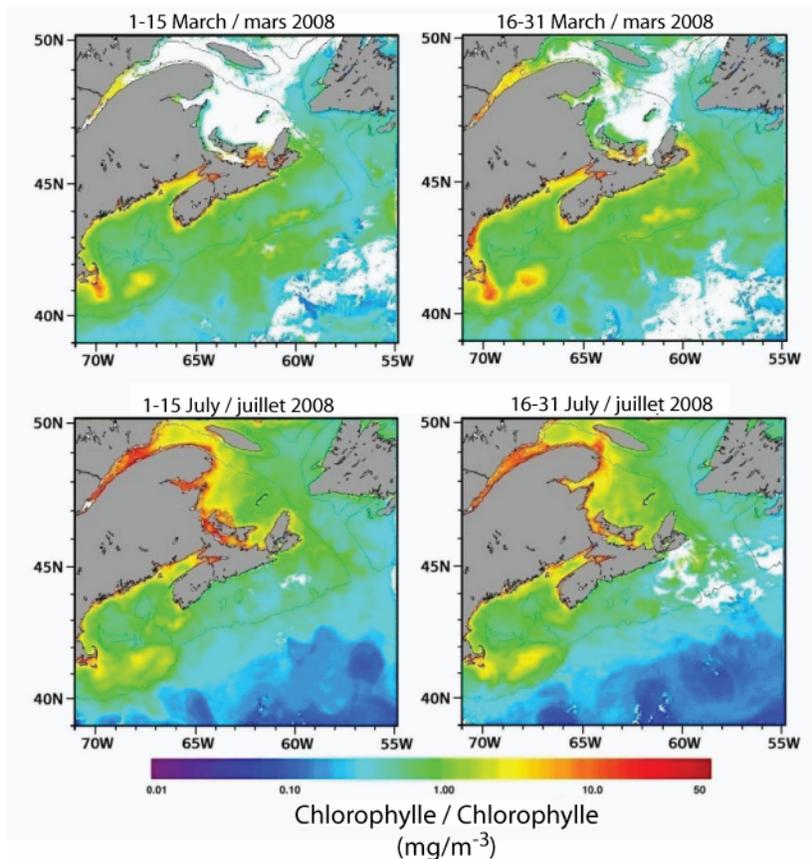


Figure 9. Images composites des concentrations de chlorophylle à la surface dans les eaux des Régions des Maritimes et du Golfe durant les relevés au chalut (sur le poisson de fond) d'hiver (février), de printemps (mars) et d'été (juillet) de 2008 produites deux fois par mois par le capteur de données sur la couleur de l'océan MODIS.

À plus grande échelle, en ce qui concerne sa période d'apparition et sa durée, l'efflorescence printanière était en 2008 comparable à celles des années antérieures dans la plupart des secteurs. Faisait exception à cette règle le détroit de Cabot, où il n'y a pas eu d'efflorescence printanière, tel qu'indiqué précédemment. Par ailleurs, les données satellitaires dénotent des concentrations superficielles de chlorophylle légèrement plus élevées que par le passé en automne dans l'ouest du plateau néo-écossais, ce que confirment les données des relevés du PMZA. Sur une échelle annuelle, aucune tendance nette ne se dégage des données satellitaires dans toute la série chronologique des observations (1998-2008).

Enregistreur de plancton en continu (CPR) : Ce sont les enregistreurs de plancton en continu qui nous donnent la plus longue série de données sur le plancton dans l'Atlantique Nord-Ouest, celle-ci remontant à 1961. L'analyse de ces données est décalée d'un an par rapport aux résultats du PMZA; par conséquent, les données les plus récentes dont on dispose actuellement sont celles de l'hiver et du printemps (janvier-mai) 2007. Elles révèlent néanmoins que l'indice de coloration du phytoplancton et l'abondance des grands dinoflagellés et diatomées sur le plateau néo-écossais ont été considérablement plus élevés à partir du début des années 1990, atteignant un pic au milieu de cette décennie et restant élevés jusque dans les années 2000, comparativement à ce qu'on avait observé dans les décennies 1960 et 1970 (Head et Pépin, 2009). Les hausses de l'abondance du phytoplancton se sont produites surtout en hiver dans les années 1990; en 2007, l'abondance des diatomées est restée élevée en hiver, tandis que l'indice de coloration du phytoplancton et l'abondance des dinoflagellés ont diminué. Dans l'ensemble, l'abondance du phytoplancton sur le plateau néo-écossais a été égale ou légèrement supérieure à la moyenne à long terme ces dernières années.

Zooplancton

Stations fixes : Les cycles saisonniers climatologiques de la biomasse et de l'abondance du zooplancton diffèrent aux stations fixes d'Halifax-2 et de Prince-5. À Halifax-2, le pic annuel dans l'abondance et la biomasse se produit d'avril à mai, et l'abondance et la biomasse de zooplancton restent relativement élevées en automne et en hiver (figure 10). À Prince-5, à la fin de l'automne et en hiver, l'abondance du zooplancton est inférieure d'environ un ordre de grandeur à celle d'Halifax-2, la biomasse présentant une tendance comparable, mais moins marquée. En 2008, la biomasse de zooplancton à Halifax-2 a culminé au début de juillet, environ deux mois plus tard que d'habitude. L'ampleur du pic de la biomasse de zooplancton en 2008 a été comparable à la moyenne durant le pic climatologique d'avril et de mai. La moyenne annuelle de la biomasse de zooplancton à Halifax-2 en 2008 était proche du plus bas résultat observé dans la série de dix ans, en raison surtout de valeurs printanières anormalement basses. À Prince-5 en 2008, le pic dans la biomasse de phytoplancton est survenu en juin, soit un mois plus tôt que la normale, et il était d'une ampleur moyenne (figure 10). Quant à la biomasse de zooplancton, elle correspondait à peu près à la moyenne en hiver et au début du printemps 2008 et elle était inférieure à la moyenne en été et en automne. Si on considère sa moyenne sur l'année, la biomasse de zooplancton a été inférieure à la normale à Prince-5 en 2008.

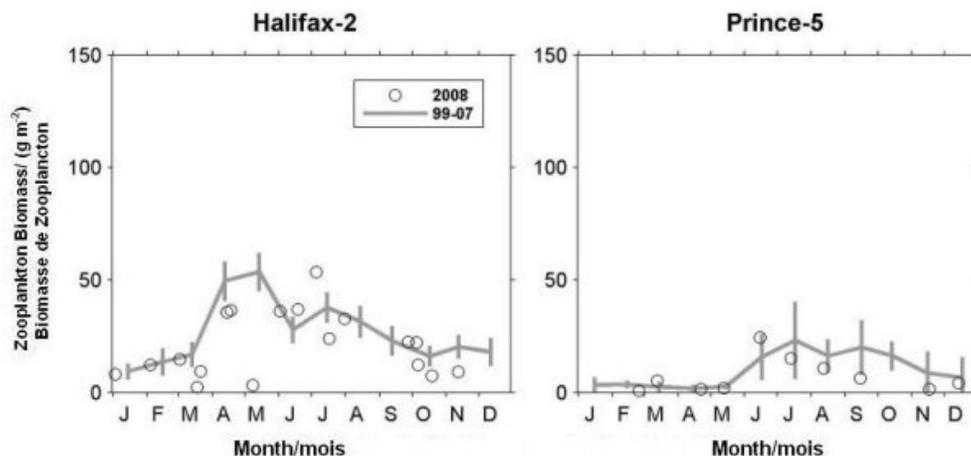


Figure 10. Biomasse de zooplancton aux stations fixes du PMZA dans les Maritimes en 2008.

À Halifax-2, l'augmentation printanière de l'abondance de *Calanus finmarchicus* s'est manifestée tardivement et a culminé environ un mois plus tard que la normale, soit en juin plutôt qu'en mai (figure 11). Le pic d'abondance de *C. finmarchicus* dépassait légèrement le pic climatologique, mais comparativement aux autres années, il se situait alentour de la moyenne. La forte abondance de *C. finmarchicus* s'est maintenue en été et au début de l'automne 2008 à Halifax-2. Si on considère sa moyenne sur l'année, l'abondance de *C. finmarchicus* se situait légèrement au-dessus de la normale à Halifax-2 en 2008, en raison surtout de valeurs supérieures à la normale en juin et dans la seconde moitié de l'année.

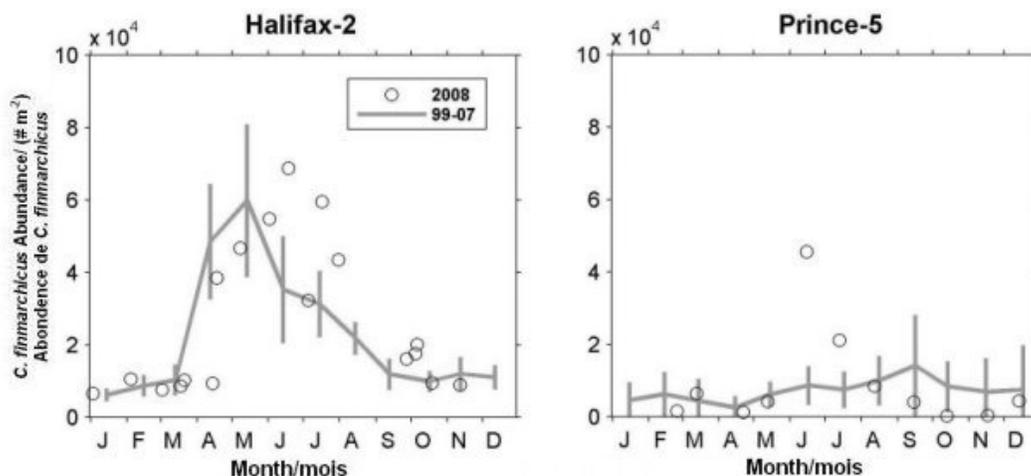


Figure 11. Abondance de *Calanus finmarchicus* aux stations fixes du PMZA dans les Maritimes en 2008.

En 2008, la population de zooplancton a commencé à émerger de sa dormance en janvier, ainsi que le révélait une hausse de la proportion des adultes par rapport aux individus du cinquième stade copépodite, ce qui était un peu plus tôt que d'ordinaire; toutefois les individus des premiers stades copépodites ont commencé à apparaître en février, comme les années précédentes (figure 12). Ces copépodes des premiers stades sont restés présents plus longtemps en été et en automne 2008 que la plupart des années précédentes, ce qui permet de penser que l'entrée en dormance a été tardive et que les conditions étaient propices à la production et au développement des stades juvéniles de *C. finmarchicus* en été.

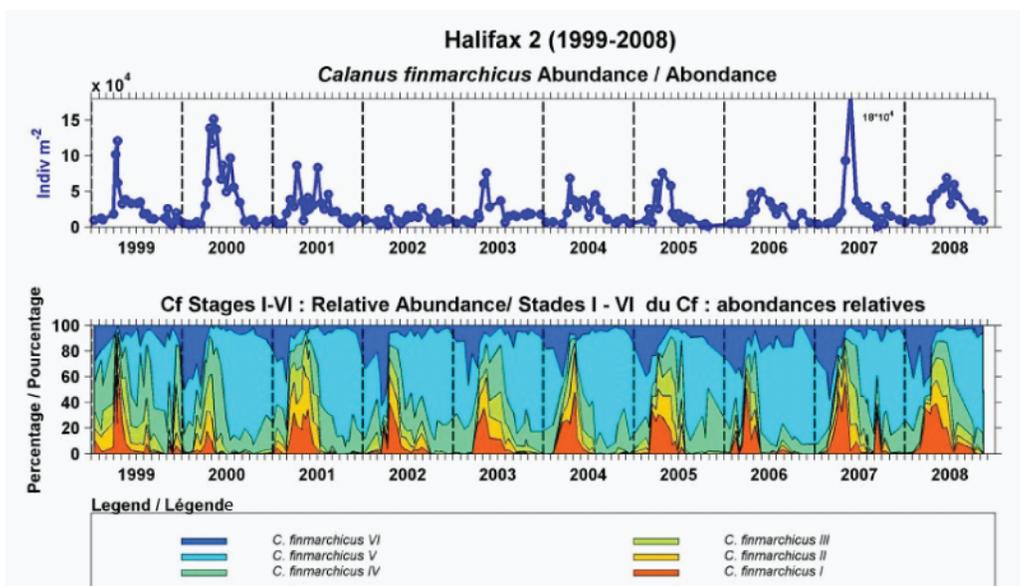


Figure 12. Série chronologique (1999-2008) sur l'abondance et les stades de développement de *Calanus finmarchicus* à la station fixe d'Halifax-2.

À Prince-5, la période d'apparition du pic d'abondance de *C. finmarchicus* est variable, mais celui-ci survient en moyenne en septembre (figure 11). En 2008, ce pic d'abondance s'est produit en juin, soit environ trois mois plus tôt que la normale, et son ampleur était plus grande que la normale. Toutefois, en hiver, au début du printemps et en automne, l'abondance de *C. finmarchicus* à Prince-5 était inférieure à la normale. Si on considère sa moyenne annuelle en 2008, l'abondance de *C. finmarchicus* à Prince-5 se situait légèrement au-dessus de la moyenne en juin et juillet. On ne peut déterminer à quel moment la population de *C. finmarchicus* est sortie de sa dormance à Prince-5 en raison de lacunes dans l'échantillonnage en hiver, mais les premiers stades copépodites ont commencé à apparaître à la station en mars-avril, comme d'ordinaire.

La variabilité saisonnière de l'abondance des copépodes à Halifax-2 en 2008 était comparable à la moyenne climatologique, quoique l'abondance ait été légèrement inférieure à la normale de janvier à mai et d'octobre à novembre, et supérieure à la normale de juin à août (figure 13). *Calanus finmarchicus* et *Pseudocalanus* spp. ont contribué à une abondance des copépodes supérieure à la moyenne de juin à août, quoique l'abondance de ces organismes aient été relativement basse les cinq premiers mois de l'année. L'abondance des grandes espèces de copépodes des eaux froides que sont *Calanus hyperboreus* et *C. glacialis* était supérieure à la moyenne à la fin du printemps, poursuivant la tendance à une abondance relativement élevée observée ces dernières années. Quant à l'abondance des espèces de copépode des eaux chaudes *Centropages typicus* et *Paracalanus* spp., elle était inférieure à la moyenne à Halifax-2 en été 2008. L'abondance de *Centropages typicus* est restée inférieure à la normale en automne.

À Prince-5, la communauté de copépodes varie beaucoup d'année en année et en 2008 le cycle saisonnier d'abondance et la composition de cette communauté différaient beaucoup du cycle climatologique moyen (figure 29). L'abondance des copépodes était inférieure à la normale en hiver et au début du printemps à cette station en 2008, mais en juin, elle a rapidement augmenté pour attendre des valeurs correspondant à plus du double de la moyenne climatologique pour juin. Ce mois-là, le copépode dominant de par son abondance était *Pseudocalanus*, tandis que *Calanus finmarchicus*, *Oithona similis* et les *Centropages* étaient aussi plus abondants que la normale (figure 13). Aussi bien *Pseudocalanus* spp que les

protopléons de copépode ont présenté leur plus haut pic d'abondance de la série chronologique en 2008. Les espèces de copépodes des eaux côtières, dont *Acartia clausi* et *Eurytemora herdmani*, étaient moins abondantes que la moyenne à Prince-5 en 2008 et la communauté a été dominée par des espèces extracôtières la majeure partie de l'année.

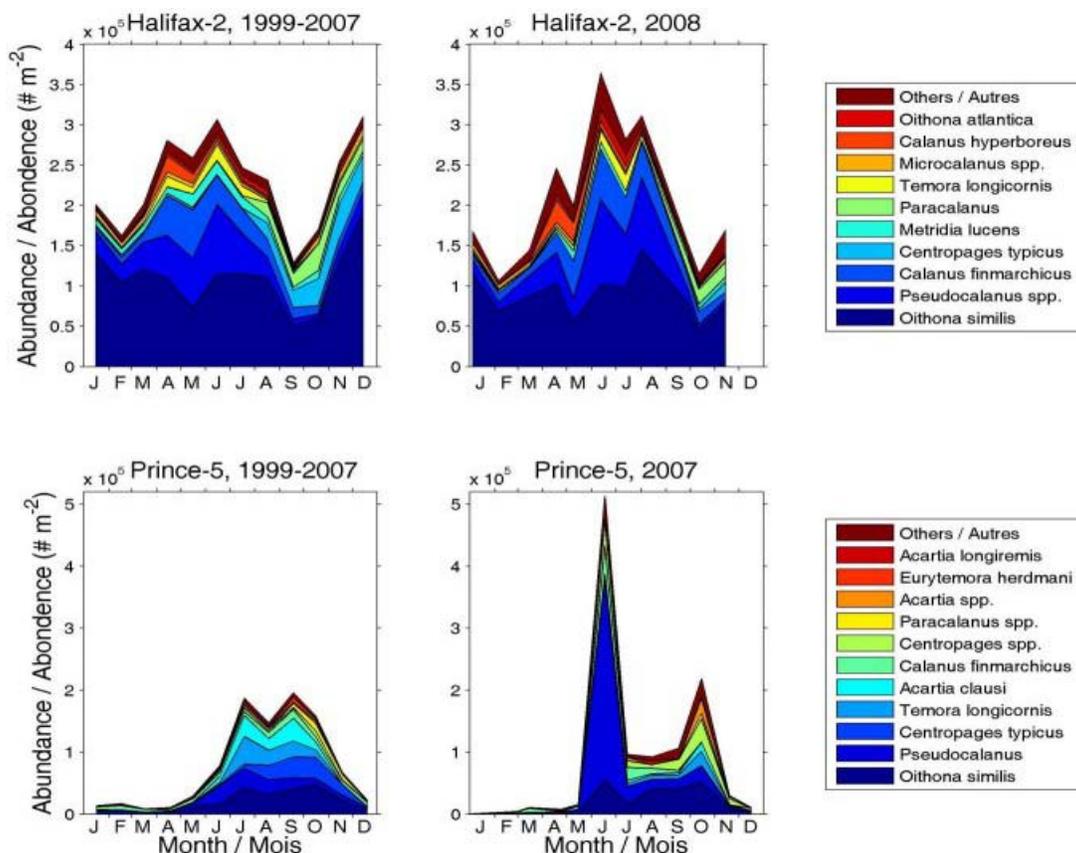


Figure 13. Variabilité saisonnière des copépodes dominants à Halifax-2 et Prince-5. Les taxons qui constituent 95 % de l'abondance sont représentés individuellement; le reste est regroupé sous la désignation « autres ». Les graphiques de gauche sont fondés sur l'abondance moyenne mensuelle de 1999 à 2007. Ceux de droite représentent l'abondance moyenne mensuelle en 2008.

Transects du plateau néo-écossais : Au printemps 2008, l'abondance du zooplancton d'après les résultats des relevés à l'échelle de la zone visée par le PMZA était comparable à la normale dans les stations de l'est et de l'ouest du plateau néo-écossais. Cette abondance printanière était à son plus fort aux stations du détroit de Cabot, dans les stations extracôtières du transect de Louisbourg et du banc Browns et dans le bassin d'Émeraude. En revanche, aux stations côtière du transect d'Halifax, y compris à Halifax-2, l'abondance du zooplancton était basse par rapport au reste de la région. En automne 2008, la biomasse de zooplancton était comparable à la moyenne des années passées dans l'ouest du plateau néo-écossais, mais inférieure à la normale dans l'est du plateau. En automne 2008, c'est dans les stations d'eau profonde du détroit de Cabot, sur le rebord du plateau, et dans le bassin d'Émeraude que la biomasse de zooplancton était la plus haute.

L'abondance printanière de *Calanus finmarchicus* en 2008 était proche de la moyenne tant dans l'est que dans l'ouest du plateau néo-écossais. Cette espèce était présente en forte abondance dans les eaux extracôtières du transect de Louisbourg et dans le bassin d'Émeraude, et en abondance extrêmement élevée à l'extrémité extracôtière du transect du

banc Browns. En automne 2008, l'abondance de *C. finmarchicus* était supérieure à la moyenne dans l'est du plateau néo-écossais par rapport aux années précédentes, en raison surtout d'une forte abondance dans la partie centrale du transect de Louisbourg. *C. finmarchicus* était aussi plus abondant que la normale dans l'ouest du plateau néo-écossais, essentiellement en raison de sa forte abondance dans le bassin d'Émeraude.

Relevés au chalut (sur le poisson de fond) : En 2008, la répartition de la biomasse de zooplancton suivait en général la tendance habituelle, présentant une biomasse plus forte dans les eaux profondes, notamment dans les bassins profonds et les chenaux, ainsi que sur le bord du plateau. Après avoir été très basse en 2007, la biomasse de zooplancton sur le banc Georges a augmenté en 2008, pour atteindre sa plus haute valeur moyenne à ce jour. En mars 2008, la biomasse de zooplancton dans l'est du plateau néo-écossais était en revanche proche de son plus bas niveau, poursuivant sa tendance des trois dernières années. La biomasse de zooplancton était à son plus haut niveau de la série chronologique au cours du relevé de juillet 2008 sur le plateau néo-écossais et dans l'est du golfe du Maine. Quant à l'abondance de *C. finmarchicus*, elle était très élevée sur le banc Georges en février 2008, proche de ses plus hautes valeurs dans l'est du plateau néo-écossais en mars 2008 et plus élevée que par le passé sur le plateau néo-écossais et dans l'est du golfe du Maine en juillet 2008.

La variabilité interannuelle de l'abondance de plusieurs taxons de copépodes dominants a été évaluée d'après des données provenant des deux transects du plateau néo-écossais et des relevés sur le poisson de fond. L'abondance des espèces de copépode des eaux froides *Calanus hyperboreus* et *C. glacialis* était inférieure à la moyenne sur le plateau néo-écossais en 2008, alors qu'elle était supérieure à la moyenne à Halifax-2. L'abondance des espèces des eaux plus chaudes du plateau était légèrement supérieure à la moyenne sur le plateau néo-écossais, ce qui contrastait aussi avec leur abondance inférieure à la moyenne observée à Halifax-2. Deux espèces de petits copépodes dominantes par leur nombre, *Pseudocalanus* spp. et *Oithona similis* ainsi que le copépode des petits fonds *Temora longicornis* connaissaient une abondance supérieure à la moyenne dans l'est du plateau néo-écossais.

Enregistreurs de plancton en continu (CPR) : Sur le plateau néo-écossais, l'abondance annuelle moyenne des stades juvéniles de *Calanus finmarchicus* a été relativement élevée dans les années 1960 ou 1970 et basse dans les années 1990, puis elle est de nouveau remontée à des valeurs relativement élevées en 2004; cette tendance vaut aussi pour les stades plus tardifs de *C. finmarchicus*. Le pic d'abondance parmi les stades juvéniles s'est produit plus tôt dans l'année comparativement à la décennie 1990, peut-être en raison des fortes concentrations de phytoplancton présentes plus tôt dans l'année. Les espèces arctiques comme *Calanus glacialis* et *Calanus hyperboreus* sont toutes deux plus abondantes dans des régions comme le plateau néo-écossais, où se fait sentir l'influence des eaux de l'Arctique. Les deux espèces ne sont présentes tôt dans l'année et leur abondance est en hausse depuis les années 1990, hausse qui s'est maintenue en 2007. Depuis 2000, les petits copépodes et les protopléons de copépode présentent des baisses d'abondance sur le plateau néo-écossais. En 2007, l'échantillonnage a eu lieu trop tôt dans l'année pour qu'on puisse bien évaluer la cohérence des données par rapport aux années précédentes. Au fil du temps, l'abondance des euphausiacés a diminué sur le plateau. L'abondance des amphipodes hypéridés a augmenté dans la plupart des régions depuis les années 1990. Pour ces deux groupes, il n'y avait pas de changement marqué dans l'abondance au début de 2007 par rapport aux années précédentes. Dans l'ensemble, l'abondance du zooplancton sur le plateau néo-écossais a été égale ou légèrement inférieure à la moyenne à long terme ces dernières années.

Sommaire à l'échelle de la zone

Afin d'établir un sommaire des variables à l'échelle de toute la zone Atlantique, nous présentons les données sous formes d'écarts (anomalies) par rapport aux valeurs moyennes de 1999-2006; de plus, comme ces séries comportent des unités différentes, chaque série chronologique d'anomalies est normalisée par division de son écart type (ET), dont le calcul est également fondé sur les données de 1999-2006 (figure 14).

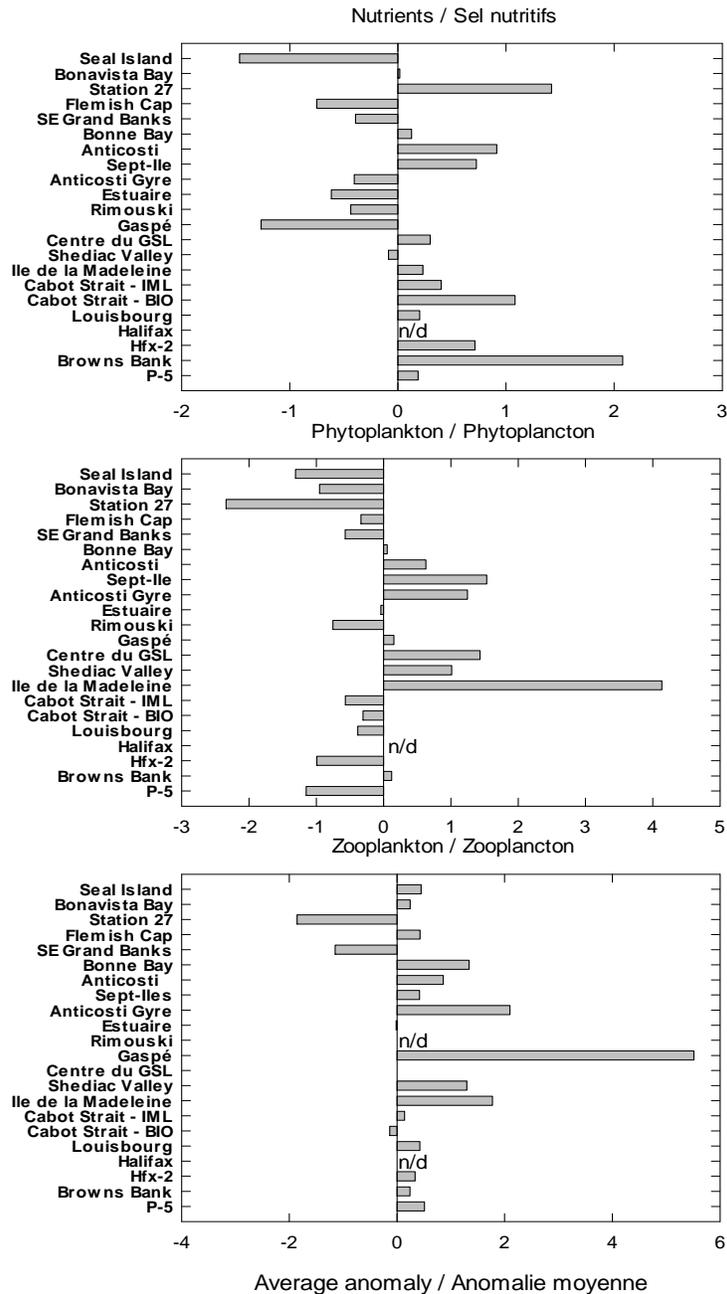


Figure 14. Sommaire, à l'échelle de la zone, de l'anomalie moyenne des indices d'abondance des nutriments, du phytoplancton et du zooplancton en 2008.

Les concentrations de nutriments du printemps à l'automne 2008 sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador ainsi que des Grands Bancs et dans les secteurs nord-ouest du golfe du Saint-Laurent étaient inférieures à la moyenne de 1999-2006, tandis qu'elles étaient en

général bien supérieures à la normale dans une bonne partie du nord-est et du sud du golfe du Saint-Laurent, ainsi que sur le plateau néo-écossais. Leur déclin dans la région de Terre-Neuve et leur hausse sur le plateau néo-écossais contrastent nettement avec les conditions observées en 2007. Toutefois, les concentrations maximales de nutriments en hiver (0-50 m) étaient bien inférieures à la normale à toutes les stations côtières fixes (données non illustrées). Le phytoplancton présentait une variabilité spatiale considérable, les indices de son abondance étant inférieurs à la moyenne sur le plateau continental de Terre-Neuve et du Labrador et sur le plateau néo-écossais, et supérieurs à la moyenne dans la plus grande partie du golfe du Saint-Laurent. Ce sont les tendances des indices d'abondance moyens du zooplancton qui présentaient la plus grande cohérence spatiale. L'abondance du zooplancton était bien supérieure à la moyenne dans la majeure partie de la région, les plus grandes anomalies positives ayant été observées dans le golfe du Saint-Laurent. Seuls faisaient exception à cette tendance la station fixe de St. John's, à Terre-Neuve, et le sud-est des Grands Bancs, où les indices d'abondance moyens se situaient largement sous la normale, peut-être par suite de la faible abondance des grands copépodes calanoïdes dans ces eaux.

Quand on fait la moyenne entre tous les tacons, les transects et les stations fixes d'une région, c'est dans le golfe du Saint-Laurent que les variations interannuelles des indices d'abondance du zooplancton sont les plus élevées et sur le plateau continental de Terre-Neuve qu'elles sont les plus basses. Depuis 2001, on observe une tendance à la hausse de l'abondance dans le golfe du Saint-Laurent. Sur les plateaux continentaux de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse, les tendances s'opposent, l'abondance du zooplancton étant relativement haute sur le plateau continental de Terre-Neuve lorsqu'elle est basse sur le plateau néo-écossais et vice-versa. Ce rapport inversé des tendances est statistiquement significatif.

Sources d'incertitude

Les tendances générales de la répartition spatiale des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'océan dans la zone de l'Atlantique Nord-Ouest faisant l'objet d'une surveillance dans le cadre du PMZA sont restées relativement constantes de 1999 à 2005. Quoiqu'il y ait des variations saisonnières dans la répartition des masses d'eau, des plantes et des animaux, ces variations reflètent des tendances généralement prévisibles. Toutefois, les estimations de l'abondance globale du phytoplancton et du zooplancton comportent une incertitude considérable, due en partie au cycle biologique des animaux, à leur répartition spatiale éparse et à l'étendue limitée du programme d'observation dans la région.

Les caractéristiques physiques (température et salinité) et chimiques (nutriments) de l'océan sont bien échantillonnées parce qu'elles présentent des propriétés assez constantes, qui sont peu susceptibles de changer précipitamment d'année en année. De plus, la mesure de ces caractéristiques comporte un bon degré de précision. La seule exception concerne les eaux de surface, dans lesquelles des changements rapides de l'abondance du phytoplancton, en particulier durant l'efflorescence printanière, peuvent vite occasionner une raréfaction des nutriments. Soucieux de rester prudents dans notre description des changements qui surviennent à long terme dans les variables chimiques, nous limitons nos conclusions aux concentrations de nutriments des eaux profondes.

Ce sont nos estimations de l'abondance du phytoplancton qui comportent le plus d'incertitude, en raison des difficultés qu'il y a à décrire les variations interannuelles dans la période d'apparition, l'ampleur et la durée de l'efflorescence printanière. En effet, le phytoplancton peut connaître des changements rapides d'abondance, sur des échelles temporelles de l'ordre de plusieurs jours à plusieurs semaines. Comme notre échantillonnage est limité dans le temps et qu'il souffre de ruptures temporelles dues au manque de disponibilité des navires ou aux

conditions météorologiques qui touchent souvent nos relevés aux stations fixes en hiver, il ne nous est pas possible de bien échantillonner le phytoplancton et d'autres paramètres importants au printemps. De plus, des variations dans la période à laquelle survient l'efflorescence printanière de phytoplancton dans les diverses parties de la région et par rapport à nos relevés océanographiques de printemps peuvent limiter notre capacité à évaluer les changements interannuels dans l'abondance maximale de phytoplancton. En revanche, nous savons mieux décrire les variations interannuelles de l'abondance des espèces dominantes de zooplancton, parce que leur cycle saisonnier se mesure en semaines ou en mois, en raison de leur temps de génération plus long. Toutefois, le zooplancton présente une plus grande variabilité de sa répartition spatiale. Quoique les variations interannuelles dans l'abondance des groupes dominants, comme les copépodes puissent être évaluées de manière satisfaisante, les variations dans l'abondance des espèces rares, dispersées ou éphémères ne peuvent être estimées de manière fiable pour le moment.

Dans les eaux des Régions des Maritimes et du Golfe, l'échantillonnage saisonnier à la station fixe de Shediac Valley, dans le sud du Golfe, a souffert considérablement du manque de temps-navire; seulement 4 à 6 des ~ 15 opérations d'échantillonnage prévues ont été exécutées ces 3 à 4 dernières années. Il y a aussi une grande lacune dans les données concernant la partie canadienne du golfe du Maine et du banc Georges. Cette importante composante géographique de la Région des Maritimes n'est pas systématiquement échantillonnée dans le cadre du PMZA, sauf pour ce qui est d'un échantillonnage modeste durant les relevés au chalut de février et de juillet, et de la télédétection par satellite; par conséquent, nous ne connaissons pas les variations intersaisonnières des principales caractéristiques de l'océan dans ce secteur. En ce qui concerne les composantes écosystémiques, le macrozooplancton, en particulier le krill, ne fait pas, lui non plus, l'objet d'un échantillonnage systématique dans les eaux de la Région des Maritimes et du Golfe, sauf par enregistreur de plancton en continu. C'est pourquoi nous ne disposons pas d'estimations quantitatives de sa biomasse, de son abondance et de sa variabilité interannuelle.

CONCLUSION ET AVIS

En 2008, l'efflorescence printanière de phytoplancton dans les Maritimes a été bien inférieure à l'efflorescence record observée en 2007, tandis que les concentrations de chlorophylle étaient, en général, égales ou inférieures à leur moyenne à long terme. En revanche, les concentrations de nutriments en 2008 étaient plus élevées que d'ordinaire en hiver, au printemps et en automne, mais plus basses en été.

En ce qui concerne le zooplancton du plateau néo-écossais, la tendance la plus notable en 2008 a été le pic tardif de la biomasse de zooplancton et de l'abondance de *C. finmarchicus*, le copépode qui domine la biomasse sur le plateau. L'abondance supérieure à la moyenne de *C. finmarchicus* s'est maintenue en été et au début de l'automne. L'apparition tardive des pics de biomasse du phytoplancton et d'abondance de *C. finmarchicus* observée à Halifax-2 s'est reflétée aussi dans leurs anomalies saisonnières au cours des relevés à grande échelle réalisés au printemps, en été et en automne. Ces pics tardifs d'abondance et de biomasse étaient peut-être liés aux conditions plus froides que la normale ayant régné à Halifax-2 en 2008. Cette interprétation concorde avec l'abondance supérieure à la normale de l'espèce *Pseudocalanus* spp. présente au printemps et en été, de l'espèce des eaux froides *C. hyperboreus* ainsi que des œufs d'euphausiacés à Halifax-2. Elle concorde aussi avec l'abondance inférieure à la normale des espèces des eaux chaudes *Centropages typicus* et *Paracalanus* spp. à Halifax-2 en été 2008. Malgré la cohérence des tendances annuelles entre Halifax-2 et l'ensemble du plateau néo-écossais qui a été observée chez le zooplancton et *C. finmarchicus*, l'abondance des espèces *Calanus* des eaux froides était inférieure à la moyenne dans l'est et l'ouest du

plateau néo-écossais, contrairement à ce qui a été observé à Halifax-2. En 2008, l'abondance des espèces de copépode des eaux chaudes était supérieure à la normale sur le plateau néo-écossais, contrairement, là-aussi, à la tendance observée à Halifax-2, et l'abondance des copépodes extracôtiers était inférieure à la moyenne sur le plateau néo-écossais. La différence dans les anomalies d'abondance des espèces des eaux froides et des eaux chaudes entre Halifax-2 et le reste du plateau néo-écossais concorde avec la différence dans les anomalies de température entre Halifax-2, où la température moyenne de l'eau était inférieure à la normale, et le plateau néo-écossais, où la température moyenne de l'eau était légèrement supérieure à la normale.

Il semble probable que les différences dans les variations décennales de l'abondance annuelle et des cycles saisonniers du plancton sur le plateau continental canadien reflètent les changements qui surviennent dans les conditions environnementales au fil des ans. Ainsi, les régions du plateau continental ont reçu dans les années 1990 un plus grand apport d'eau douce de l'Arctique, qui a eu un effet considérable sur la communauté de plancton. Cet effet semble s'être atténué dans une certaine mesure depuis le début des années 2000, mais il peut y avoir des décalages temporels dans le système, si bien que, par exemple, alors que l'abondance de *Calanus finmarchicus* semble retrouver ses niveaux d'avant les années 1990 sur le plateau néo-écossais, l'abondance des espèces arctiques de *Calanus* continue d'augmenter ou reste élevée. Les facteurs qui peuvent influencer sur la communauté de plancton au-delà du plateau continental n'ont pas encore été examinés, mais la hausse des températures au milieu des années 2000 semble bel et bien avoir eu des effets sur l'abondance des plus petites formes de zooplancton.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Harrison, G., C. Johnson, E. Head, J. Spry, K. Pauley, H. Maass, M. Kennedy, C. Porter et V. Soukhovtsev. 2009. Optical, Chemical, and Biological Oceanographic Conditions in the Maritimes Region in 2008. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2009/054.

MPO, site Web SeaWiFS/MODIS : <http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/ias/remotesensing.html>

Petrie, B., P. Yeats et P. Strain. 1999. Nitrate, Silicate and Phosphate Atlas for the Scotian Shelf and the Gulf of Maine. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 203, 96p.

Therriault, J.C., et coll. (11 coauteurs). 1998. Proposal for a Northwest Atlantic Zonal Monitoring Program. Can. Tech. Report of Hydrography and Ocean Sci. 194, 57p.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

contactez : G. Harrison (Ph.D.) et C. Johnson (Ph.D.)
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)

Tél. : 902-426-3879 ou 902-426-0753
Télec. : 902-426-9388
Courriel : harrison@mar.dfo-mpo.gc.ca; johnsonc@mar.dfo-mpo.gc.ca
Site Web : http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_f.html

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, succursale B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1919-5109 (Imprimé)
ISSN 1919-5117 (En ligne)
© Sa majesté la reine du chef du Canada, 2009

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



LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2009. État de l'océan en 2008 : conditions chimiques et biologiques dans le golfe du Maine et la baie de Fundy ainsi que sur le plateau néo-écossais. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/054.