



ÉTAT DE L'OCÉAN PACIFIQUE 2006



Figure 1. Emplacement de la plupart des régions discutées dans ce rapport. Les conditions océaniques sont monitorées le long de la ligne P, ligne qui s'étend de l'embouchure du détroit Juan de Fuca à la station océanique Papa à 50°N, 145°O.

Contexte :

Les eaux canadiennes de l'océan Pacifique sont situées dans une zone de transition entre les remontées d'eaux profondes côtières (courant de la Californie) et les régions de plongée d'eaux (courant côtier de l'Alaska), et subissent une saisonnalité importante et une forte influence des eaux douces. Les variations sont reliées aux événements et conditions dans tout le Pacifique, des tropiques aux régions plus au nord, qui a subi de fréquents événements El Niño et La Niña particulièrement durant la dernière décennie. La région nourrit des populations résidentes et migratoires importantes d'invertébrés, de poissons de fond et pélagiques, et de mammifères et d'oiseaux marins.

Le monitoring des conditions physiques et biologiques de l'océan ainsi que des ressources halieutiques de cette région est effectué de façon semi-régulière par certains ministères gouvernementaux dans le but de comprendre la variabilité naturelle de ces écosystèmes et leur réponse aux agressions naturelles et anthropogéniques. Ces programmes sont supportés par Pêches et Océans Canada, et Environnement Canada. Les contributeurs à ce rapport sont des membres du groupe de travail sur les pêches et l'océanographie du Centre de consultation scientifique (CCS), avec contributions additionnelles de scientifiques du service national des pêches maritimes des É.-U.

SOMMAIRE

Cette section établit un sommaire de l'état physique et biologique des écosystèmes marins de la région canadienne du Pacifique en 2006 et au début de 2007, basé sur les contributions individuelles présentées dans l'appendice de ce rapport. Une nouveauté cette année : ce sont les rapports invités de scientifiques américains, décrivant les conditions le long de la côte de l'Orégon et du sud de l'état de Washington. Celles pour d'autres années peut être consulté à www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/psarc/OSRs/Ocean_SSR_f.htm

Ce rapport est le huitième d'une série décrivant l'état physique, biologique, ainsi que les ressources halieutiques sélectionnées des écosystèmes marins du Pacifique canadien. Cette région a subi des changements dramatiques de ses conditions atmosphériques et océaniques durant ces années, changements qui affectent les populations marines autant résidentes que migratoires de la C.-B., dont plusieurs ont une importance commerciale significative. Le monitoring et la communication annuels de ces conditions ont pour but de fournir un sommaire bref de leur état actuel ainsi que de leur évolution, et comment ces changements pourraient affecter les ressources vivantes commerciales et non commerciales de cette région.

Points prioritaires en 2006

- Le réchauffement planétaire s'est poursuivi et les eaux de la côte ouest sont demeurées chaudes du début à mi-2006
- Les tempêtes de la fin de 2006 étaient les pires à frapper le sud ouest de la C.-B., refroidissant les eaux océaniques en automne
- La vie marine est demeurée en mode "eau chaude" jusqu'à l'été 2006
- Les coho juvéniles et les oiseaux de mer le long de l'île de Vancouver se sont rétablis de leurs très faibles populations
- Où était le hareng? Les quantités ont décliné dans toutes les eaux de la C.-B.
- Où était le merlu? Très petite quantité trouvée à l'ouest de l'île de Vancouver pour la première fois en plusieurs années
- Les retours des saumons rouges étaient faibles dus aux mauvaises conditions océaniques lorsqu'ils étaient jeunes
- Les concentrations d'oxygène ont continué à diminuer sous les eaux de surface dans le Pacifique Nord-Est
- Le détroit de Géorgie est demeuré chaud en 2006
- Le fleuve Fraser était chaud pour le retour des saumons rouges
- La plus grande éclosion jamais observée dans les eaux de la C.-B. a été vue de l'espace à l'été 2006

ÉVALUATION

Le réchauffement planétaire s'est poursuivi, et les eaux de la côte ouest sont demeurées chaudes du début à mi-2006

Le réchauffement planétaire des températures de l'air et de l'eau s'est poursuivi durant 2006 (figure 2). Cette tendance au réchauffement, continue et cumulative, commence à dépasser les conditions chaudes qui étaient présentes durant les événements El Niño passés. En 2006, la température annuelle planétaire de l'air au-dessus de la terre et des mers était de 0.54°C au-dessus de la moyenne, faisant de 2006 la 5^e année la plus chaude depuis le début des mesures coordonnées en 1880.

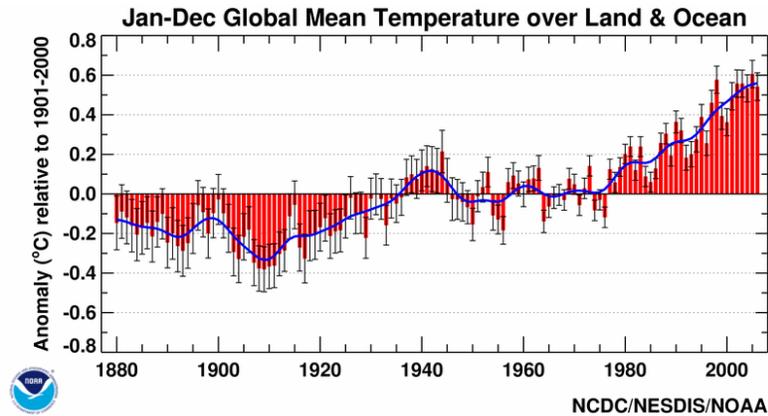


Figure 2 La température annuelle planétaire de l'air au-dessus de la terre et des mers de 1880 à 2006. Le graphique présente les différences (anomalies) des températures annuelles par rapport à la moyenne de la période de 1880 à 2006. Le graphique est une gracieuseté de NOAA. (voir [anomalies](#)).

Le long de la côte Pacifique du Canada, les températures annuelles moyennes de l'air en 2006 étaient 0.5°C au-dessus de la moyenne, faisant de 2006 la 23^e année la plus chaude depuis 1948, et donc près de la moyenne pour cette période. Les précipitations de long de la côte de la C.-B. étaient 5.6% sous la moyenne, faisant de 2006 la 18^e année la plus sèche depuis 1948. L'été de 2006 était spécialement sec.

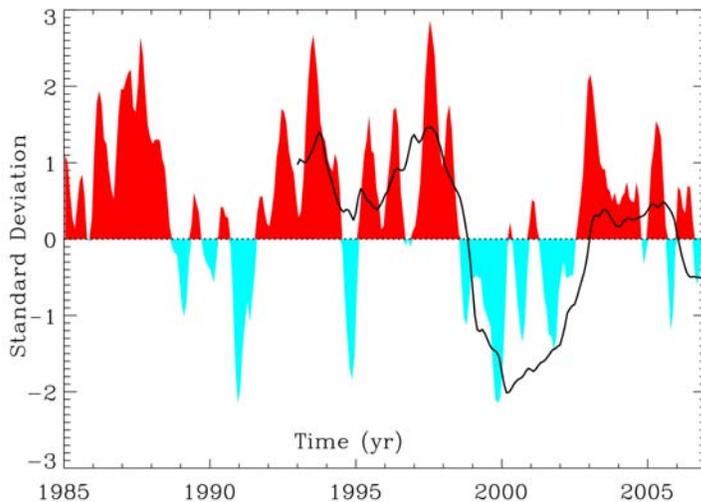


Figure 3. La courbe pleine rouge/bleue montre les données récentes de l'indice de l'Oscillation Décennale du Pacifique (de http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.lat_est). La ligne noire est une mesure de la variabilité des couches supérieures de l'océan dans le Pacifique Nord-Est basée sur la première composante du niveau de la mer dans cette région [Source des figures 3 et 4: P. Cummins. Voir rapport sur "Niveau de la mer dans le Pacifique Nord-Est en 2006" de l'appendice.]

À l'intérieur de ce réchauffement planétaire général, des régions plus petites peuvent cependant subir des conditions différentes. L'Oscillation Décennale du Pacifique (ODP) identifie des oscillations de la température de surface de la mer au travers du Pacifique Nord et a été utilisée pour déterminer les régimes chauds ou froids du climat océanique dans cette région. De la fin de 2002 au début de 2006 l'ODP était positive, apportant des eaux généralement plus chaudes dans la région canadienne du Pacifique. L'ODP est cependant devenue négative en 2006, tel que montré dans la figure 3, apportant des eaux plus froides sur la côte ouest. Ce changement dans les conditions océaniques a aussi été détecté dans le niveau de surface de la haute mer. La ligne noire de la figure 3 marque le patron de l'ODP tel que décelé par le niveau de la mer, qui représente la quantité de chaleur sur des plus grandes profondeurs que ne le fait l'ODP et est donc un indicateur plus robuste des changements interannuels. Ce signal est devenu négatif en 2006 et est resté ainsi jusqu'à la fin de l'année. L'étendue de l'impact subi par les eaux de la Colombie-Britannique, de Washington et de l'Orégon est présentée à la figure 4. Les deux panneaux montrent les anomalies de niveau de la mer pour le premier et second trimestre de 2006.

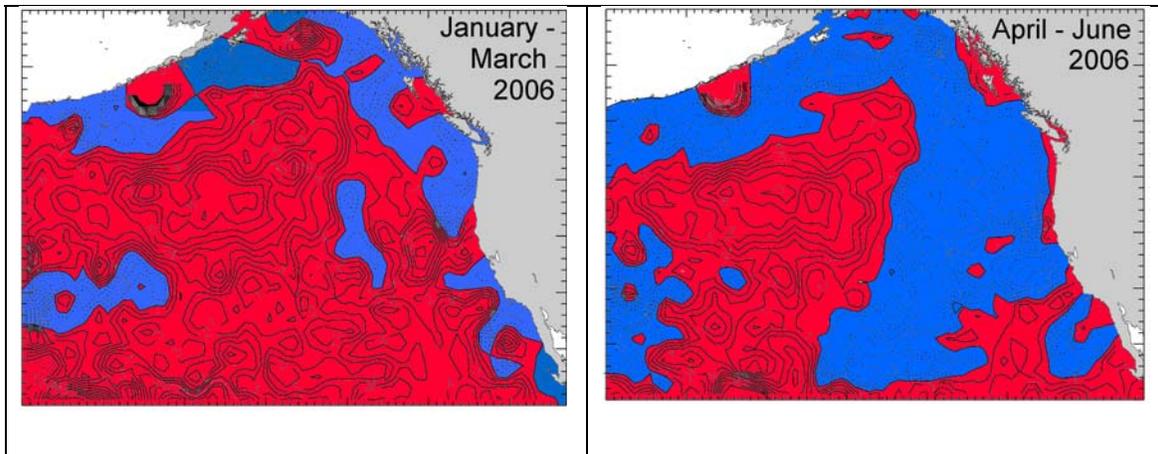


Figure 4. Différences entre le niveau de la mer et les conditions moyennes (anomalies) dans le Pacifique Nord-Est (défini de 180°-113°O; 25°-60°N). Les contours sont à chaque 1 cm, le rouge représentant les niveaux plus hauts que la moyenne, et le bleu les niveaux plus bas. Chaque panneau représente une moyenne des anomalies sur trois mois, basée sur des mesures prises par les satellites TOPEX/POSEIDON et Jason-1. Les prises de données ont commencé en 1992 et les anomalies mensuelles sont déterminées par rapport aux moyennes de 1993 à 2006.

Notez à quel point la région de haut niveau de la mer dans la figure 4 (le rouge dénotant des valeurs plus hautes que la moyenne) a rétréci entre le premier et le second trimestre de 2006. Ceci marque le changement de l'ODP positive à négative, ainsi que des eaux généralement chaudes à des températures plus froides que la normale dans l'est du golfe de l'Alaska. Ce patron a duré au moins jusqu'à la fin de 2006.

El Niño est un phénomène couplé atmosphère-océan qui origine dans l'océan Pacifique tropical et peut affecter le climat planétaire. L'indice multivarié utilisé pour identifier les conditions El Niño dans le Pacifique tropical indiquait qu'un faible El Niño s'est produit durant la seconde moitié de 2006, mais s'est terminé au début de 2007. Les conditions El Niño entraînent souvent des hivers plus doux dans le sud de la Colombie-Britannique, mais le El Niño de 2006 a eu peu d'impact ici. En avril 2007, les conditions du Pacifique équatorial étaient plus près de conditions La Niña (eau froide) et il est prévu qu'elles resteront ainsi pour plusieurs mois.

Les niveaux de la mer des régions côtières étaient aussi moyens en 2006, mais en général les niveaux de la mer continuent de monter d'environ 10 cm/siècle à Victoria et à Prince Rupert. Les vents soufflant sur la côte sud de la C.-B. étaient forts et favorables à la descente des eaux (venant du sud-est) durant l'hiver 2006, et très forts et favorables à la remontée des eaux (venant du nord-ouest) durant l'été, comparé aux conditions moyennes. Le revirement saisonnier entre ces directions dominantes des vents hivernaux-estivaux, appelé la transition printanière et représentant le début de la saison estivale productive, était près de la moyenne (début avril) en 2006 comparé à 2005 qui a vu la transition printanière la plus tardive de tous les records (juin).

Les conditions de températures de surface et en profondeur au large des côtes de la C.-B. en 2006 peuvent être caractérisées en deux états : près ou au-dessus des moyennes durant la première moitié de l'année, suivies par un refroidissement de la mi-été à l'automne et à l'hiver 2006/2007. La figure 5 présente ce refroidissement aux stations de phare et côtières de la Colombie-Britannique.

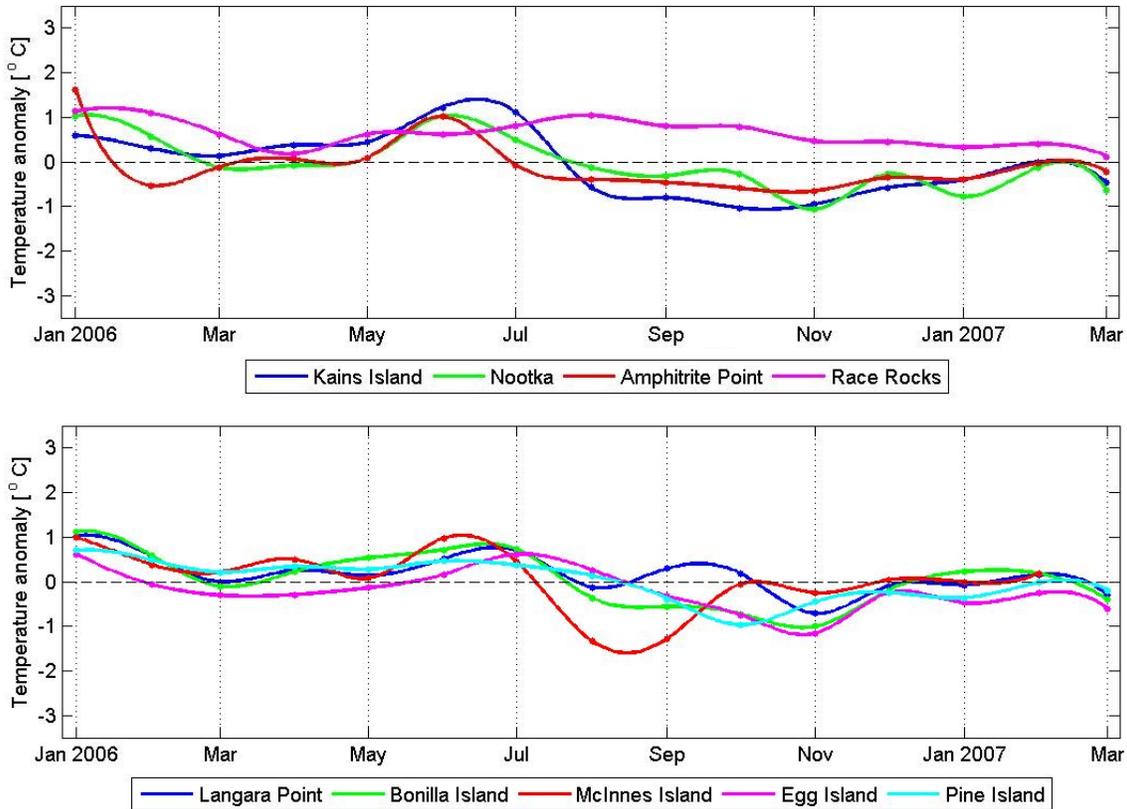


Figure 5. Anomalies de températures de surface de la mer mesurées aux stations de phare le long de la côte de la C.-B. Les valeurs sont les différences entre les températures mensuelles moyennes en 2006 et début 2007 et la moyenne à long terme (généralement depuis les années 1930) pour ce mois. Notez que les températures de toutes les stations étaient sous les moyennes durant l'automne 2006. [Source: P. Chandler, voir le rapport "Température et salinité à long terme aux phares de la C.-B." dans l'appendice]

Les tempêtes de la fin de 2006 étaient les pires à frapper les océans du sud de la C.-B., refroidissant ces eaux au début de 2007

Du côté de la météorologie cependant, l'histoire principale pour les régions côtières de la C.-B. était la série de tempêtes fréquentes et très intenses qui se sont manifestées à la fin de l'automne, surtout en novembre. Dix tempêtes majeures ont frappé l'île de Vancouver durant ce mois, approximativement une à chaque trois jours, et 149 avertissements météorologiques (pour la pluie, la neige et/ou le vent) ont été émis, ce qui est considérablement plus que dans les années passées. Les conditions venteuses se sont poursuivies jusqu'à décembre 2006, et des records de moyennes mensuelles de vitesses du vent ont été atteints ou presque atteints (à 1% près) à six bouées météorologiques des eaux côtières de la C.-B. Plusieurs résidents ont passé des journées et des nuits inquiétantes, sans électricité, à écouter les arbres tomber.

Ces tempêtes ont refroidi encore plus les eaux au large des côtes de la C.-B., baissant les températures sous la moyenne à la fin de 2006 et les baissant encore plus au début de 2007 (figure 5). De plus, les eaux profondes se sont rapidement beaucoup refroidies vers la fin de 2006 et au début de 2007, et en mars 2007 les températures de tout le golfe de l'Alaska étaient sous les normales. L'aire en bleu près de la C.-B. et l'Alaska dans la figure 6 montre à quel point l'océan local était inhabituellement froid en mars 2007.

Par conséquent, la stratification verticale du golfe de l'Alaska (entre la surface et une profondeur de 75 m) était près de la moyenne, après plusieurs années de stratification très forte qui a

probablement réduit le mélange vertical des nutriments dans les couches de surface. Le mélange vertical accru semble avoir apporté plus de nutriments pour le phytoplancton, des eaux profondes du Pacifique Nord-Est à la surface, avec des concentrations de nitrate mesurées en février 2007 qui étaient typiques d'un hiver froid avec mélange vertical profond. Ceci pourrait entraîner une croissance de plancton plus forte et durant plus longtemps dans les eaux de haute mer au printemps 2007.

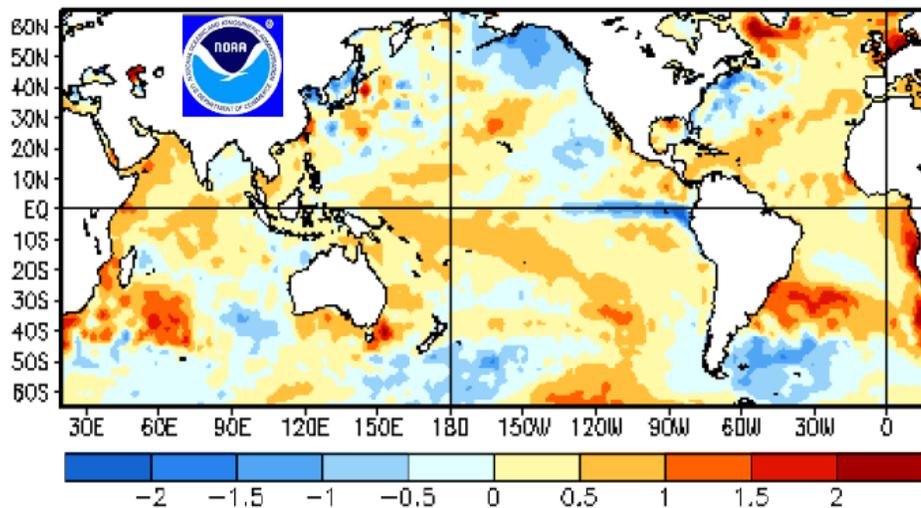


Figure 6. Anomalies de températures de surface de la mer (degrés Celsius) du 11 mars 2007 au 7 avril 2007. Quoique la plupart des régions étaient plus chaudes, le golfe de l'Alaska était significativement plus froid que la normale [Source: B. Crawford, voir rapport "L'océan se refroidit de l'été 2005 à l'hiver 2006/2007" dans l'appendice. [Source](#) de cette figure.]

La vie marine est demeurée en mode "eau chaude" jusqu'à l'été 2006

La vie marine des eaux profondes du golfe de l'Alaska a conservé plusieurs caractéristiques d'eau chaude des deux années précédentes. Le début du développement des larges copépodes sub-arctiques, qui sont une nourriture importante pour les animaux plus grands tels les poissons et les baleines, était précoce en 2006 (avril-mai), semblable au début en 2004 et 2005. Ceci se produit lorsque les conditions sont plus chaudes, à l'opposé de 2000 à 2003 lorsque les conditions étaient froides et le développement des copépodes était tardif (juin). Plus près des côtes, la quantité de phytoplancton, qui forme la base de la chaîne alimentaire principale, a été monitorée le long de la côte de la C.-B. depuis 1997 à l'aide de satellites. Les données mensuelles indiquent un départ un peu plus tard pour l'éclosion printanière (mai) en 2006 comparée aux années précédentes (avril).

En 2006, la plupart des animaux marins au large des côtes de la C.-B. ont continué à subir les effets des conditions très chaudes de 2005 et des conditions chaudes du début de 2006. Une analyse composite incluant le zooplancton, la température, et les espèces de poissons et d'oiseaux prédatrices suggère que 2005 était une année très mauvaise pour la productivité et la survie de plusieurs espèces de la C.-B. (comparé aux conditions durant le El Niño de 1997/1998), alors que 2006 était près de la moyenne mais avec des signaux confus de températures plus froides et d'effets "eau chaude" continus sur la vie marine. La composition des espèces et le développement saisonnier du zooplancton, qui sont des composantes principales de la chaîne alimentaire marine et une nourriture importante pour plusieurs poissons et oiseaux marins, sont demeurés de type "eau chaude" au large de l'île de Vancouver. Il y avait dans les eaux de la C.-B. une grande quantité de zooplancton normalement situé au large de la Californie (figure 7) et une quantité relativement faible d'euphausiacés, un autre groupe important de zooplancton dans le régime alimentaire des poissons. De plus, les présences maximales des espèces typiques

d'eau froide (copépodes) dans les eaux de surface de la C.-B. étaient parmi les plus précoces jamais enregistrées (début mai), ce qui correspond à des conditions d'eau chaude. La quantité de crevettes roses lisses au large de l'île de Vancouver était faible, aussi conforme avec des conditions chaudes.

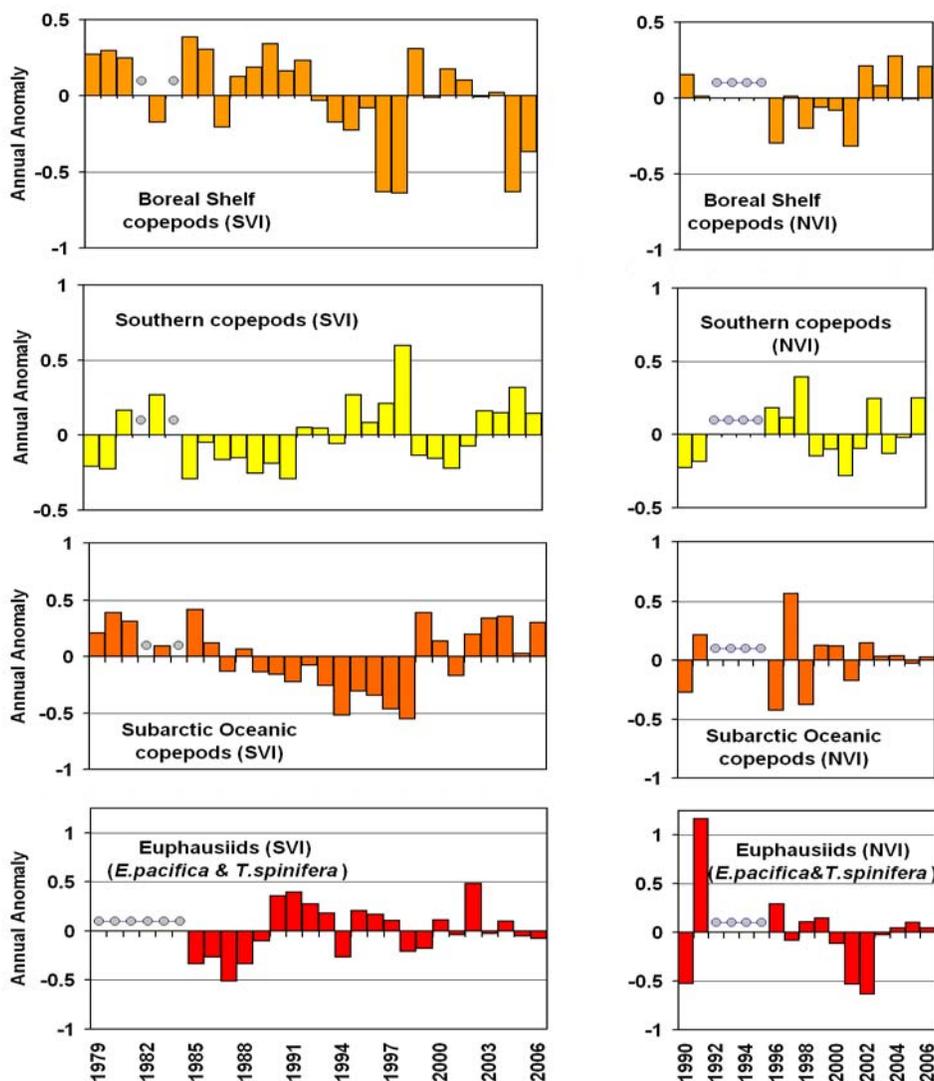


Figure 7. Série chronologique des différences entre la biomasse de zooplancton et la moyenne (mesurée depuis 1979) pour quatre groupes de zooplancton au large du sud de l'île de Vancouver (à gauche) et du nord de l'île de Vancouver (à droite). [Source: D. Mackas; voir la section "Le zooplancton encore en mode 'eau chaude' au large de l'île de Vancouver, malgré un refroidissement en 2006" de l'appendice]

Les patrons observés dans les eaux canadiennes en 2006 étaient semblables à ceux observés plus au sud au large de l'Orégon jusqu'à juillet 2006. Les eaux marines du sud de l'île de Vancouver et de l'Orégon font partie du vaste écosystème marin du courant de la Californie, donc une similarité dans les événements n'est pas surprenante. Des températures plus chaudes que la moyenne étaient présentes au large de l'Orégon de la fin de 2002 jusqu'à juin 2006. Puis en juillet 2006 les températures de surface de la mer se sont refroidies et sont demeurées sous les normales jusqu'au printemps 2007. Les observations initiales de la composition des espèces de zooplancton au large de l'Orégon à la fin de 2006 et au début du printemps 2007 indiquent que les espèces de zooplancton qui préfèrent les eaux froides sont dominantes; ceci représente un changement important par rapport aux conditions précédentes où les espèces d'eau chaude

dominaient. Si ce changement s'est aussi produit le long de l'île de Vancouver, cela c'est fait après le dernier relevé de plancton de l'année en septembre 2006.

En 2006, les coho juvéniles et les oiseaux de mer le long de l'île de Vancouver se sont rétablis de leurs très faibles populations de 2005

La croissance des saumons coho juvéniles au large de l'île de Vancouver et du sud-est de l'Alaska a été monitorée par des relevés effectués au début de l'été et tard à l'automne depuis 1998. En général, la survie marine des saumons coho au large de la côte ouest de l'île de Vancouver devrait être élevée lorsque les taux de croissance des coho juvéniles sont élevés. En 2006, la croissance des coho juvéniles au large de l'île de Vancouver a augmenté des niveaux de 2005, les plus bas jamais enregistrés, à près de la moyenne de 1998 à 2004 (figure 8). Les relevés des saumons coho et quinnat de un an au large du sud de l'état de Washington et de l'Orégon à l'été ont vu des prises plus grandes de ces espèces en 2006 comparées à 2004 et 2005.

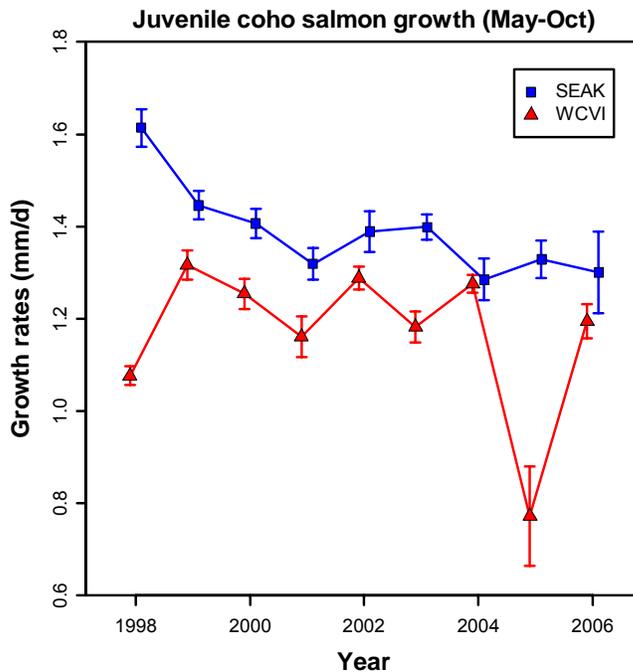


Figure 8. Taux de croissance des saumons coho juvéniles (mai à octobre) au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (WCVI triangles rouges) et au sud-est de l'Alaska (SEAK carrés bleus). Les coho juvéniles croissent généralement plus rapidement au large du sud-est de l'Alaska, et les taux de croissance y semblent avoir été relativement stables depuis 2004, en comparaison avec la côte ouest de l'île de Vancouver. [Source: M. Trudel; voir le rapport "Conditions de croissance moyenne pour le saumon coho de la côte ouest de l'île de Vancouver" dans l'appendice]

Les oiseaux de mer sont de bons indicateurs de l'état des écosystèmes marins puisqu'ils sont facilement observables et qu'ils se nourrissent d'une gamme de nourriture du zooplancton aux poissons. Le succès de reproduction des oiseaux marins est aussi fortement relié à la disponibilité de proies essentielles et peut donc varier grandement d'année en année, dépendamment des conditions océaniques et de la concentration des proies. Au printemps 2006, la saison de reproduction des oiseaux de mer au large du nord de l'île de Vancouver était près de la moyenne à long terme (depuis 1975), ce qui indique que la disponibilité de nourriture et les conditions d'approvisionnement durant ce temps étaient près des normales. Le succès de reproduction pour ces oiseaux en 2006 était aussi près des moyennes à long terme, à l'opposé de la saison de reproduction de 2005, la pire jamais observée.

Où était le hareng? Les quantités ont décliné dans toutes les eaux de la C.-B.

Les petits poissons pélagiques tels le hareng du Pacifique et la sardine du Pacifique sont une nourriture importante pour plusieurs espèces de poissons plus gros. Le hareng fraie dans toutes les eaux de la C.-B. et préfère les eaux froides; la sardine fraie surtout au large de la Californie et migre dans les eaux de la C.-B. avec les conditions chaudes. La biomasse totale de hareng d'avant les pêches a diminué durant les dernières années dans toutes les régions de la C.-B. Ce déclin de l'abondance est relié à des années successives de recrutement faible, qui s'est encore produit en 2006. La biomasse de hareng au large de la côte ouest de l'île de Vancouver était très basse en 2006, ayant diminué encore plus par rapport à la faible biomasse observée en 2005 (figure 9). Cette faible biomasse est reliée à des années successives de recrutement pauvre, possiblement dû à des conditions océaniques chaudes, de faibles quantités de nourriture (zooplancton), et une prédation accrue par le merlu du Pacifique. Malgré un déclin dans la biomasse d'avant pêche durant les deux années passées, les pêches de hareng du détroit de Géorgie sont raisonnablement en santé.

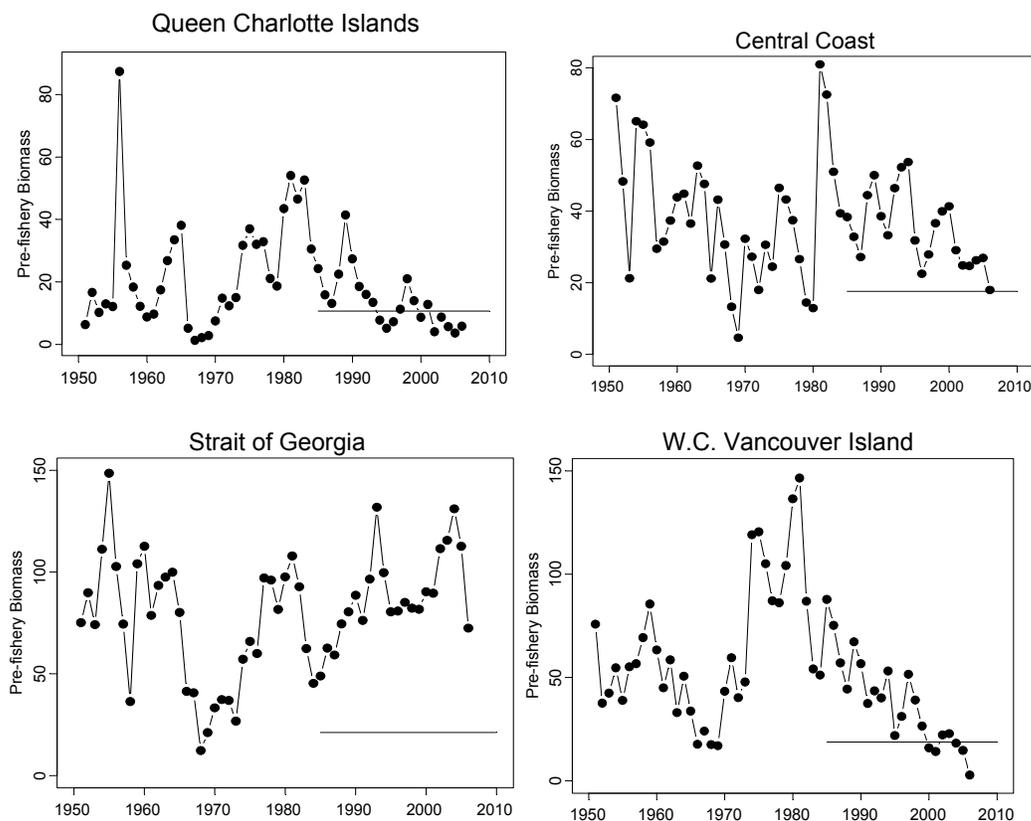


Figure 9. Biomasse d'avant pêche (en milliers de tonnes) pour le hareng du Pacifique dans quatre des cinq aires de gestion de la Colombie-Britannique [Source: J. Schweigert; voir le rapport "Petits poissons pélagiques" de l'appendice]

Où était le merlu? Très petite quantité trouvée à l'ouest de l'île de Vancouver pour la première fois en plusieurs années

Le merlu du Pacifique est un poisson prédateur commercialement important qui fraie au large de la Californie et migre dans les eaux de la C.-B. à chaque été; un grand nombre de merlus migrent encore plus au nord lorsque les conditions sont chaudes. Malgré le fait que la biomasse totale de

merlu du Pacifique semble augmenter à cause d'un fort recrutement en 1999, leur présence en C.-B. en 2006 était inhabituelle. Ils sont arrivés dans les eaux canadiennes en mai et ont nourri la pêche habituelle au large du sud de l'île de Vancouver, mais à la mi-juin ces poissons s'étaient déplacés vers le nord et étaient pêchés dans le détroit de la Reine-Charlotte. Cette distribution était à l'inverse de l'état habituel avec plus de merlu au large de l'île de Vancouver que dans le nord de la province. Ce comportement peut être relié à l'abondance réduite de leur proie préférée, les euphausiacés, et peut-être aussi aux conditions plus froides qui ont débuté durant l'été 2006.

Les retours des saumons rouges étaient faibles dus aux mauvaises conditions océaniques lorsqu'ils étaient jeunes

Les retours des saumons rouges aux côtes centrale et sud de la C.-B. en 2006 étaient sous les moyennes, mais près et au-dessus des moyennes pour les stocks de la côte nord de la C.-B. et transfrontaliers avec l'Alaska, respectivement (figure 10). Ceci est une conséquence des conditions (chaudes) océaniques du sud de la C.-B. et des conditions plus froides au nord au moment où, alors saumoneaux, ils sont entrés dans la mer en 2003 et 2004. Les retours des saumons rouges de la Baie Barkley étaient très au-dessous de leur moyenne à long terme en 2005 et en 2006, tel qu'anticipé à cause des hautes températures de la mer et des conditions de type El Niño. Les retours des saumons rouges aux bras de mer Rivers et Smith de la côte centrale de la C.-B. étaient aussi sous les moyennes en 2006.

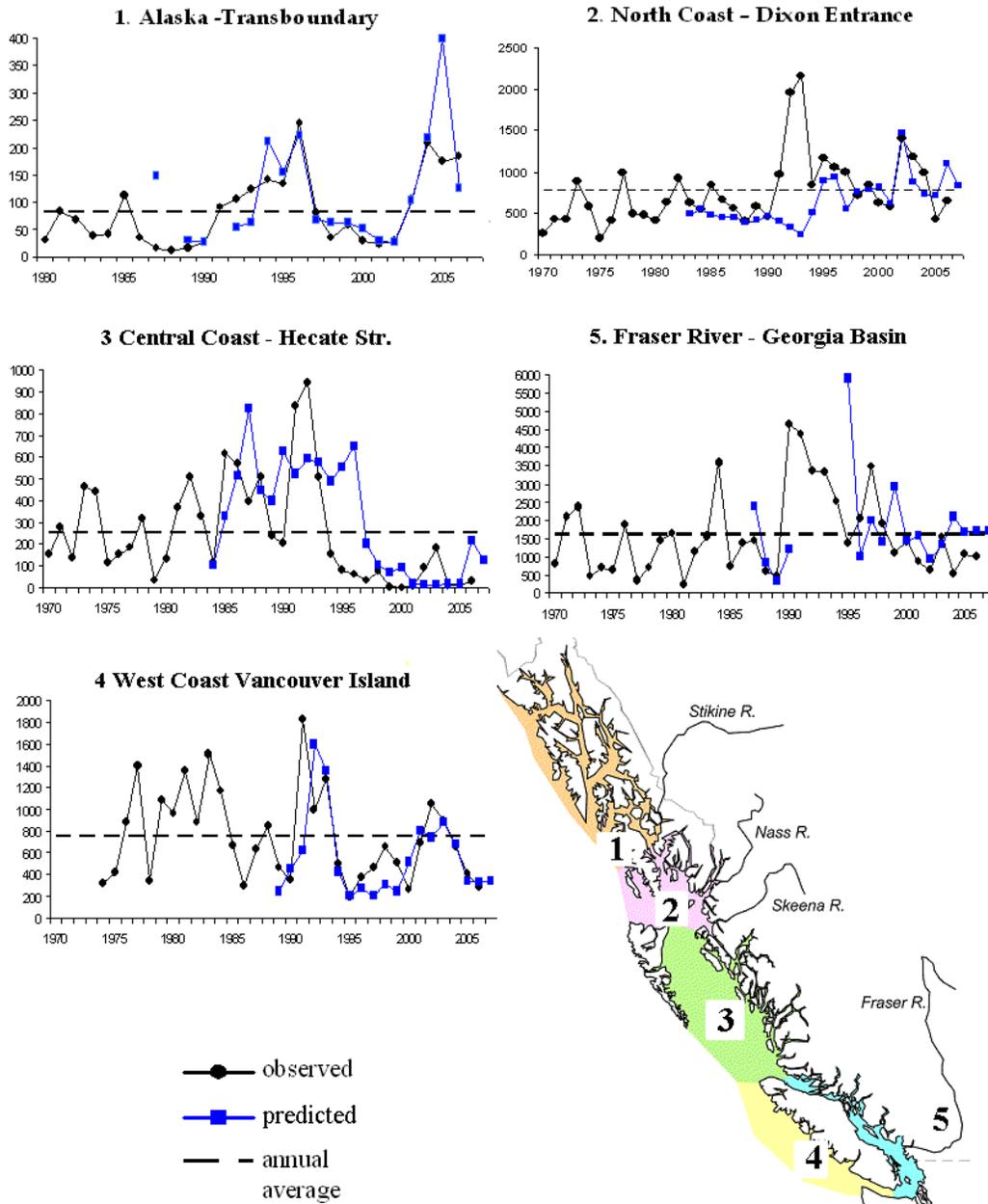


Figure 10. Tendances de tous les retours observés et prédits pour les indices des stocks de saumon rouge de la Colombie-Britannique, de 1970 à 2006, incluant: 1. Tahltan, 2. Nass, 3. bras de mer Smith, 4. Baie Barkley et 5. Lac Chilko. L'axe vertical représente les retours en milliers de poissons. [Source: Kim Hyatt. Voir le rapport "Indice des stocks du saumon rouge" dans l'appendice].

L'oxygène a diminué dans les eaux côtières estivales

Les niveaux d'oxygène ont décliné de 22% dans les eaux sous la surface (100 à 600 m) à la station océanique P (P26) durant les 50 dernières années. Ce déclin est accompagné par une augmentation de la température qui est quelque peu plus grande que celle observée dans l'atmosphère planétaire. Les eaux côtières de la Californie au sud de l'Alaska subissent des taux similaires ou plus élevés de déclin des concentrations d'oxygène dans les eaux entre 100 m et 400 m sous la surface de l'océan (figure 11). À la station P4 (aussi sur la ligne P, voir figure 1) sur la plateforme continentale du sud de la C.-B., l'oxygène diminue à environ 1% par année à

une profondeur d'environ 250 m, plus rapidement que ce qui est observé à P26. Les eaux du sous-courant de la Californie, coulant vers le nord, perdent leur oxygène à un taux semblable à celui de P4 et elles influencent fortement la côte sud de la C.-B.

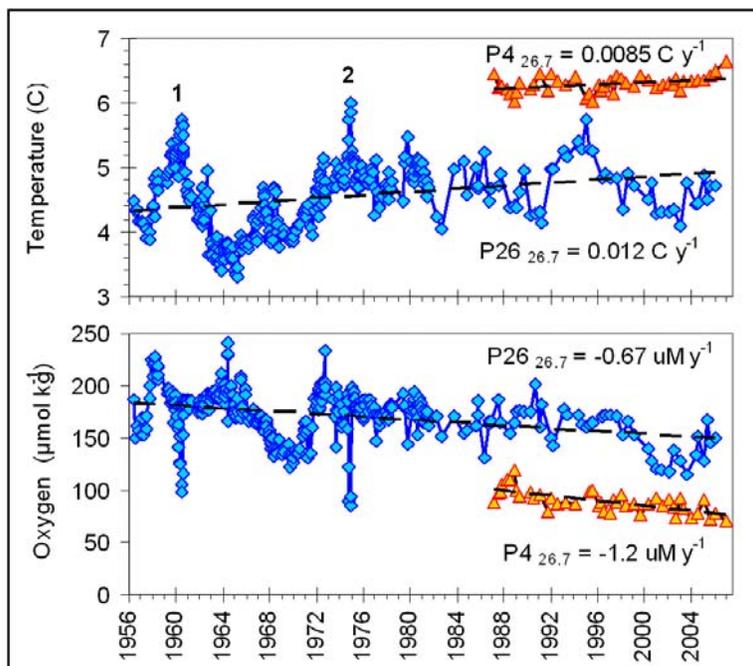


Figure 11. Oxygène et température sur la surface isopycnique 26.7 aux stations P4 et P26 sur la ligne P. Notez le déclin constant en oxygène à la station P4 depuis le début du monitoring en 1988. Deux tourbillons d'échelle moyenne (1 & 2) à P26 sont indiqués dans le panneau supérieur [Source: F. Whitney et M. Robert; voir le rapport "Observations en haute mer des relevés de la Ligne P et du Skaugran" dans l'appendice]

Des niveaux d'oxygène mortellement bas ont été observés sur la plateforme continentale de l'Orégon en 2006 et durant les quatre années précédentes, mais une nouveauté en 2006 était une zone probablement mortelle sur la plateforme continentale à l'ouest de la péninsule Olympique et beaucoup plus proche des eaux canadiennes (<http://www.piscoweb.org/files/archive-august-11-2006.pdf>). Cet événement était la plus proche instance d'hypoxie dans les eaux de la plateforme continentale de la C.-B. jamais observée, quoique le biote marin a été tué par des bas niveaux d'oxygène dans les bras de mer côtiers telle la baie Howe lorsque le renouvellement annuel des eaux du bassin ne se produit pas. Puisque nous ne comprenons pas tous les processus qui entraînent le déclin des concentrations d'oxygène au large de l'Orégon et de Washington à des niveaux mortels, nous ne pouvons pas écarter la possibilité que de tels événements affecteront les eaux canadiennes dans les années futures. Des niveaux bas d'oxygène tuent la vie des fonds marins tels les crabes et les palourdes. Les poissons s'en sortent habituellement en montant à des profondeurs moindres, quoique la mortalité des poissons a été observée à Washington lorsque les faibles niveaux d'oxygène ont atteints la surface à l'été 2006, et environ 33% des stocks de morue-lingue du cours inférieur du canal Hood dans l'état de Washington ont été tués lorsque l'eau peu profonde de leur refuge a été remplacée par des eaux profondes suite à une remontée produite par les vents en 2006.

Le détroit de Géorgie est demeuré chaud en 2006

Le détroit de Géorgie et le bassin de Géorgie sont les exceptions principales au patron de conditions chaudes du début de 2006 suivies de conditions froides à la fin de 2006. Les conditions chaudes qui sont apparues dans le détroit de Géorgie en 2003 ont persisté durant 2006, et la chaleur a atteint de plus grandes profondeurs. Les températures étaient cependant légèrement plus froides que les conditions excessivement chaudes de 2005 (figure 12). Des observations passées suggèrent que les conditions du détroit de Géorgie ont un retard d'environ un an sur celles de la haute mer; de là il est prévu que les conditions chaudes du détroit de Géorgie vont se refroidir en 2007.

L'échantillonnage printanier de zooplancton dans le détroit de Géorgie suggère que l'abondance du gros copépode principal *Neocalanus plumchrus* en 2006 et 2007 était la 3^e et 2^e plus basse, respectivement, depuis 2001. La plus faible abondance a été observée en 2005. Le hareng du Pacifique se portait bien dans le détroit de Géorgie jusqu'en 2004, mais la biomasse de la population a décliné en 2005, et encore en 2006 (figure 9), ce qui semble être dû au déclin de recrutement des jeunes harengs durant les dernières quelques années. Certaines populations de saumon dans le bassin de Géorgie se portaient bien en 2006, alors que certaines n'allaient pas si bien, dépendamment de la période en 2005 ou 2006 où elles sont entrées dans l'environnement marin et des conditions de croissance qu'elles ont subies. La taille des saumons coho juvéniles et leur capture dans les relevés du détroit de Géorgie en 2006 étaient parmi les plus importantes observées durant les dix dernières années, ce qui suggère que leur survie devrait s'améliorer. De plus, le pourcentage de ces captures de coho élevés en écloserie continue de diminuer et celui des coho sauvages continue d'augmenter. Ceci pourrait indiquer une survie améliorée des coho sauvages qui entrent dans le détroit de Géorgie plus tôt (et donc dans un environnement alimentaire plus productif), par rapport aux coho élevés en écloserie qui sont relâchés vers l'océan plus tard chaque année.

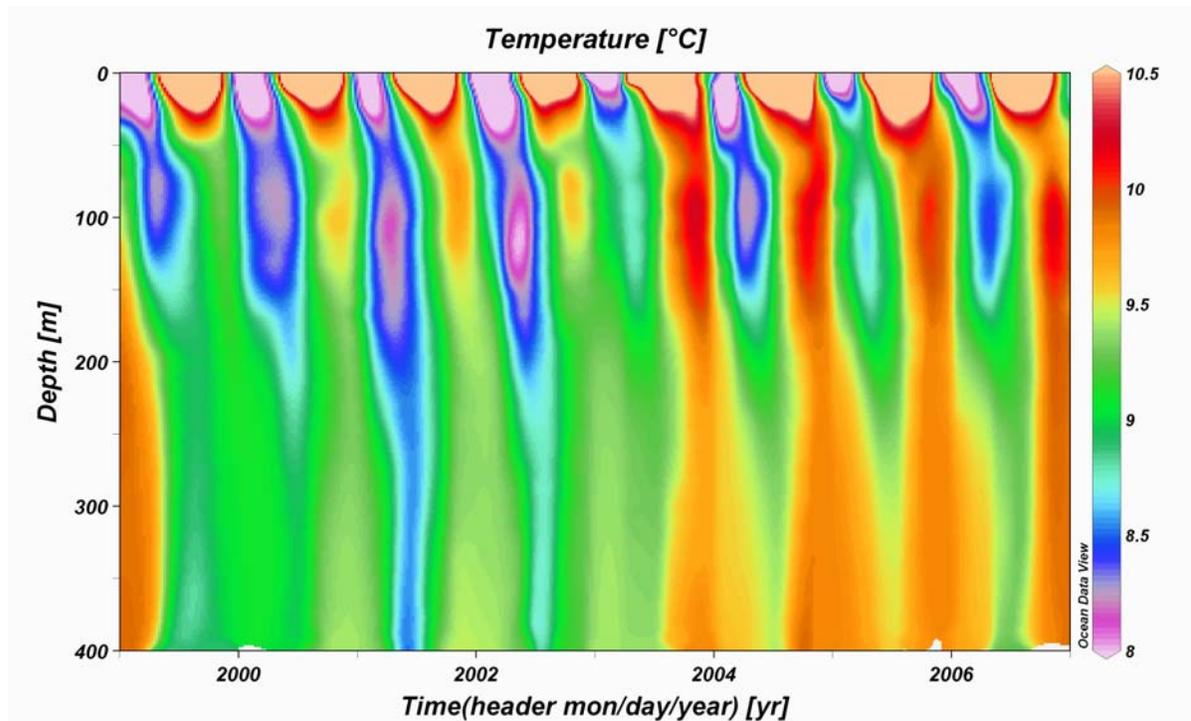


Figure 12. Température du détroit de Géorgie en fonction du temps (axe du bas) et de la profondeur (axe de gauche). Les couleurs représentent la température, qui était élevée durant les étés des dernières années. [Source: D. Masson; voir le rapport "Détroit de Géorgie" dans l'appendice]

Le fleuve Fraser était chaud pour le retour des saumons rouges

Dans le fleuve Fraser, un fort débit et des températures chaudes peuvent être nuisibles au succès de la reproduction des saumons rouges lorsqu'ils migrent vers leur lieu de fraie à l'amont de la rivière. 2006 était une année exceptionnelle où la température des eaux du fleuve Fraser était au-dessus de la moyenne à long terme durant toute la période de migration. De plus, le débit a atteint son maximum très tôt, le 28 mai, puis a rapidement diminué à un niveau minimum record ou près de ce niveau record jusqu'au début novembre. Ces conditions défavorables ont probablement causé une mortalité élevée et au-dessus de la moyenne à long terme chez les saumons rouges de montaison estivale et tardive, mais inférieure aux plus hautes valeurs observées durant les dix dernières années.

L'éclosion de plancton de l'été 2006 était la plus grande jamais observée de l'espace dans les eaux de la C.-B.

Les eaux côtières de la C.-B. ont attiré l'attention des médias internationaux lorsque la NASA a publié une image, captée par leur satellite MODIS le 25 juin 2006, montrant une vive éclosion à grande échelle à l'ouest de l'île de Vancouver et de l'état de Washington (figure 13). Des échantillons recueillis du navire de la Garde côtière canadienne *John P. Tully* ont confirmé que l'éclosion était due à une espèce de Coccolithophore (phytoplancton). Les observations visuelles ont décrit les patrons dans l'eau comme étant très dramatiques. Ceci était la plus importante éclosion de ce genre jamais observée dans ces eaux. Cette espèce de phytoplancton n'est pas du type nocif qui produit les conditions toxiques le long de la côte.

Figure 13 Une image de la surface de l'océan en vraie couleur prise par le satellite MODIS de la NASA le 25 juin 2006. [Source: J. Gower; voir le rapport "Vives éclosions de plancton de long de la côte de la C.-B." dans l'appendice]



Perspectives pour 2007

Les températures de la mer qui se sont refroidies à la fin de 2006 et au début de 2007 suggèrent la fin des conditions très chaudes de 2004 et 2005. De plus, le bulletin 'El Niño' émis par le Centre Américain pour la Prédiction du Climat (émis le 5 avril 2007; voir la note en bas de page¹) indique qu'une transition des conditions El Niño neutres à des conditions La Niña est possible dans la période d'avril à juin 2007. Il est aussi prévu que l'Oscillation Décennale du Pacifique sera sous la normale pour plusieurs mois à venir². Tous ces points sont en accord avec la perspective que les températures froides de la mer seront présentes pendant une bonne partie de 2007. De plus, les températures froides, un fort mélange vertical et des concentrations plus élevées de nutriments

dans le golfe de l'Alaska durant l'hiver 2006-2007 devraient accroître la production primaire durant le printemps 2007 si le temps est relativement clair et calme. Si ces conditions froides demeurent présentes durant tout 2007, et si la production primaire est élevée au printemps, cela devrait entraîner un déclin du zooplancton austral et une amélioration des conditions de croissance au large de la C.-B. pour les gros copépodes subarctiques, le hareng du Pacifique, les oiseaux de mer, et la plupart des espèces de saumon qui passent du temps dans les eaux de la plateforme continentale de la C.-B. Les résultats de ces conditions de croissance améliorées ne seront cependant pas observés jusqu'à ce que ces espèces reviennent pour frayer en 2008-2010.

Les perspectives pour les poissons d'eau froide en 2007 et 2008 demeurent conséquentes des mauvaises conditions de croissance que ces animaux ont subies en 2005. Au large de la côte ouest de l'île de Vancouver, le hareng est à un niveau historiquement très bas. Les conditions récentes ont été défavorables pour la survie du hareng, et il est prévu que le recrutement des stocks durant les deux prochaines années demeurera faible, quoique leur croissance pourrait s'améliorer si les conditions froides apportent plus de zooplancton d'eau froide. Sur la côte centrale et la côte nord de la C.-B., l'abondance accrue du merlu du Pacifique en 2005 et 2006 ont peut-être eu un impact négatif sur le recrutement et la biomasse des stocks de hareng,

¹ http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.pdf

² SST Anomalies Forecast data provided by the CIRES/Climate Diagnostics Center and Physical Science Division/ESRL/NOAA, Boulder, Colorado (Alexander, M.A., Matrosova, L., Penland, C., Scott, J.D., and Chang, P. (2006) Forecasting Pacific SSTs: Linear Inverse Model Predictions of the PDO) from their Web site at <http://www.esrl.noaa.gov/psd/>.

impliquant que le déclin du hareng dans les eaux du nord de la C.-B. pourrait se poursuivre jusqu'en 2008.

Des prédictions d'abondance des saumons du Pacifique ont été effectuées durant des décennies par le MPO pour les populations retournant aux rivières et lieux de pêche principaux de toute la région du Pacifique. Il y a des incertitudes dans les prédictions dues aux variations réelles dans la survie des poissons, aux variations des conditions environnementales, ainsi que des incertitudes dans les données et les modèles utilisés pour faire les prédictions. Les stocks de saumon qui pénètrent dans les eaux de la plateforme continentale où les influences océaniques sont fortes (telles les côtes centrale et ouest de l'île de Vancouver) semblent être plus fortement affectés par La Niña (conditions froides qui entraînent une meilleure survie) et El Niño (conditions chaudes menant à une survie pauvre) que les stocks qui migrent dans les eaux intérieures protégées et celles du détroit de Géorgie. Suite aux conditions persistantes de type El Niño (chaudes) qui ont duré de 2003 à 2005, il est prévu que les retours de saumon demeureront sous la moyenne en 2007 pour les saumons rouges de la côte centrale et la côte ouest de l'île de Vancouver, pour les saumons coho de la crique Carnation, et pour les saumons coho et quinnat de la crique Robertson. Les retours des saumons rouges à la côte ouest de l'île de Vancouver pourraient s'améliorer en 2008 si les conditions froides continuent durant 2007.

Les conditions chaudes étaient présentes dans le détroit de Géorgie durant tout 2006, quoique le détroit fût plus froid que durant 2005. Il semble généralement y avoir un délai d'un an entre les conditions affectant la plateforme continentale de la C.-B. puis le détroit de Géorgie, et de là il est attendu que le détroit de Géorgie continuera de se refroidir durant 2007. La tendance à la baisse du recrutement de hareng durant les quatre dernières années entraînera une abondance réduite de cette espèce durant les quelques années à venir.

Il y a d'importantes variations dans les estimés de la survie du saumon parmi les populations de saumon rouge du système du fleuve Fraser. Cela suggère que les facteurs environnementaux à l'intérieur du système du fleuve Fraser et peut-être aussi les différents temps auxquels ces poissons arrivent dans le détroit de Géorgie lorsque juvéniles pourraient causer la plus grande partie de ces variations. Par exemple, basé sur les résultats des croisières pour la recherche sur les pêches effectuées en 2005 qui ont révélé que les saumons rouges juvéniles du fleuve Fraser étaient plus gros que leur taille normale, les retours de ces saumons rouges pourraient être plus élevés que la normale. Cet échantillonnage ne tient pas compte des variations entre les stocks individuels de saumons rouges du fleuve Fraser puisque les stocks auxquels ces juvéniles appartiennent ne pouvaient être déterminés. Nous ne pouvons donc pas prédire lequel des plusieurs stocks de saumons rouges du fleuve Fraser auront des retours plus importants.

Une approche différente utilise les températures de la mer dans le golfe de l'Alaska et les longues séries de données chronologiques du stock de saumons rouges du lac Chilko dans le système du fleuve Fraser. Une étude de l'impact de la température de l'océan sur la survie de ce stock suggère qu'ils se portent beaucoup mieux lorsque les juvéniles se retrouvent dans des eaux plus froides que la normale dans le golfe de l'Alaska, et lorsque les adultes nagent dans un océan plus chaud que la normale à leur retour. Selon ce facteur seulement, il est attendu que la quantité des saumons rouges retournant au lac Chilko en 2007 sera plus bas que la normale puisque l'océan était très chaud en 2005 et restera probablement froid en 2007.

Les saumons coho juvéniles du détroit de Géorgie reviennent de l'océan un an avant les saumons rouges juvéniles du lac Chilko, donc le nombre de coho revenant dans le détroit peut être utilisé pour prédire l'impact des conditions marines sur ce banc de saumons rouges. Ce facteur prédit aussi des retours faibles de saumon rouge du lac Chilko en 2007, puisque le retour des coho en 2006 était très faible.

Il est cependant difficile d'extrapoler cette prédiction pour 2007 pour les quantités de saumons rouges du lac Chilko aux autres saumons rouges du fleuve Fraser. Une étude détaillée comparant la quantité de saumons rouges du fleuve Fraser frayant dans chaque cours d'eau avec le nombre de leur progéniture revenant des océans pour frayer lorsque adultes a trouvé une grande variation entre chaque cours d'eau durant les 50 dernières années. Ce résultat accentue l'incertitude dans l'estimé des taux de survie des principales remontes de saumons rouges du

fleuve Fraser. Il suggère aussi que les facteurs environnementaux dans le fleuve Fraser lui-même sont les principales causes de la variabilité, puisque rendus dans l'océan, les juvéniles de tous les cours d'eau font face à des conditions océaniques semblables, alors que les conditions environnementales de chaque cours d'eau peuvent varier beaucoup plus.

Contributeurs à ce rapport

Sonia Batten	SAHFOS ¹	Roy Hourston	MPO	Angelica Peña	MPO
Richard Beamish	MPO ²	Karen Hunter	MPO	Ian Perry (éditeur)	MPO
Jim Boutillier	MPO	Kim Hyatt	MPO	Bill Peterson	NMFS
Edmundo Casillas	NMFS ³	Jackie King	MPO	Paul Rankin	MPO
Al Cass	MPO	Dave Mackas	MPO	Marie Robert	MPO
Peter Chandler	MPO	Diane Masson	MPO	Jake Schweigert	MPO
Bill Crawford (éditeur)	MPO	Gordon McFarlane	MPO	Margot Stockwell	MPO
Patrick Cummins	MPO	Skip McKinnell	PICES ⁶	Rusty Sweeting	MPO
John Dower	U.Vic ⁴	Cheryl Morgan	NMFS	Ron Tanasichuk	MPO
Howard Freeland	MPO	John Morrison	MPO	Richard Thomson	MPO
Jim Gower	MPO	Chrys Neville	MPO	Marc Trudel	MPO
Mark Hipfner	EC ⁵	Ian Okabe	EC	Frank Whitney	MPO

¹Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science, Plymouth, UK

²Pêches et Océans Canada

³United States National Marine Fisheries Service

⁴ Université de Victoria

⁵ Environnement Canada

⁶ PICES est l'Organisation des sciences de la mer pour le Pacifique Nord

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Ce rapport est disponible sur ce site Internet : [Rapports de l'état de l'océan](#)

Liens du MPO

Rapports précédents de l'état de l'océan: http://www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/osap/default_f.htm

Division des sciences océaniques : http://www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/osap/default_f.htm

Division des écosystèmes marins et de l'aquaculture: http://www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/osap/default_f.htm

Division du saumon et des écosystèmes d'eau douce : http://www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/fw/index_f.htm

Service Hydrographique du Canada : http://www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/charts/tides/home_f.htm

Comité d'examen des évaluations scientifiques du Pacifique: http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/psarc/Default_f.htm

Environnement Canada

La voie verte : <http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=FD9B0E51-1>

National Marine Fisheries Service : <http://www.nmfs.noaa.gov/>

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Contactez :

[Bill Crawford](#)

Institut des sciences de la mer
Pêches et Océans Canada
B.P. 6000
Sidney, C.-B. V8L 4B2

Téléphone: 250-363-6369

Télécopieur: 250-363-6746

Courriel: CrawfirdB@pac.dfo-mpo.gc.ca

ou

[Ian Perry](#)

Station Biologique du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190 route Hammond Bay
Nanaimo, C.-B. V9T 6N7

Téléphone: 250-756-7137

Télécopieur: 250-756-7053

Courriel: PerryI@pac.dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
Station biologique du Pacifique
3190 Hammond Bay Road
Nanaimo (C.-B.) V9T 6N7

Téléphone : (250) 756-7208

Télécopieur : (250) 756-7209

Courriel : psarc@pac.dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1480-4921 (imprimé)

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2006

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



LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT

MPO, 2007. L'état de l'océan Pacifique en 2006. MPO, Avis sci.2007/001.

Appendice Table des matières

Changement climatique à grande échelle	
Réchauffement planétaire persistant en 2006	19
Carte à haute résolution du réchauffement planétaire	20
Pacifique Nord-Est et golfe de l'Alaska	
L'Oscillation Décennale du Pacifique et l'Indice de Dépression des Aléoutiennes	21
Niveau de la mer dans le Pacifique Nord-Est en 2006	23
L'océan se refroidit de l'été 2005 à l'hiver 2007	25
Les eaux du Pacifique Nord-Est – normales en 2006 et une réponse anémique à l'événement El Niño 2006/07.	26
Observations en haute mer des relevés de la Ligne P et du <i>Skaugran</i>	30
Mésozooplancton du golfe de l'Alaska en 2006: la biomasse est abondante et encore précoce	33
Côte ouest	
Les tempêtes de novembre 2006	34
Les vents océaniques les plus forts ont été enregistrés en novembre 2006	35
Température et salinité à long terme aux phares de la C.-B.	36
Les niveaux de la mer côtiers: la hausse à long terme se poursuit	39
Côte ouest de l'île de Vancouver Conditions océanographiques physiques	40
Vives éclosions de plancton de long de la côte de la C.-B.	42
Le zooplancton encore en mode 'eau chaude' au large de l'île de Vancouver, malgré un refroidissement en 2006	44
Euphausiacés et merlu sur la côte ouest de l'île de Vancouver: moins de nourriture pour les saumons kéta et rouge, et plus de prédation/compétition du merlu.	47
Les relevés au chalut de fond à petites mailles: biomasse de crevettes toujours faible, et déclin d'autres espèces indicatrices en 2006	49
Reproduction des oiseaux de mer sur l'île Triangle en 2006: début et succès près des moyennes à long terme	50
Petits poissons pélagiques	52
Conditions de croissance moyenne pour le saumon coho de la côte ouest de l'île de Vancouver	58
Indice des stocks du saumon rouge – Aperçu régional des tendances et retours pour 2006	60
Merlu du Pacifique – distributions inhabituelles en C.-B. en 2006	65
L'océan redevient froid au large de l'Orégon en juillet 2006	67
Changements à long terme dans la diversité des espèces de copépodes	69
Saumon coho dans les eaux du plateau au large de Washington et de l'Orégon	70
Détroit de Géorgie – Détroit Juan de Fuca	
Détroit de Géorgie: encore chaud en 2006	71
Conditions du fleuve Fraser: records de température élevée et de faible débit durant plusieurs jours d'été	73
Phytoplancton dans le détroit de Géorgie	74
Prévisions pour le saumon du bassin de Géorgie pour 2007	76
Fiabilité des prévisions concernant les saumons rouges du fleuve Fraser	79
Attentes de survie marine des saumons rouges du lac Chilko retournant en 2007	83

Réchauffement planétaire persistant en 2006

Compilé par Jackie King, Pêches et Océans Canada

En 2006, les températures planétaires annuelles des surfaces terrestres et océaniques combinées étaient de 0.54°C au-dessus de la moyenne, ce qui classe 2006 au cinquième rang des températures les plus chaudes enregistrées depuis 1880 (figure A1). Durant le dernier siècle, les températures planétaires de surface ont augmenté à un taux de près de 0.6°C/siècle, mais cette tendance a augmenté au taux de 1.8°C/siècle après 1975. Ce taux accru est comparable à ceux prévus pour le prochain siècle si les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter. La température de l'air au-dessus du sol a augmenté à un taux plus rapide que la température au-dessus de l'océan. En 2006, les anomalies de température les plus élevées (terrestres et océaniques combinées) se situaient dans les régions des hautes latitudes de l'hémisphère Nord (figure A2).

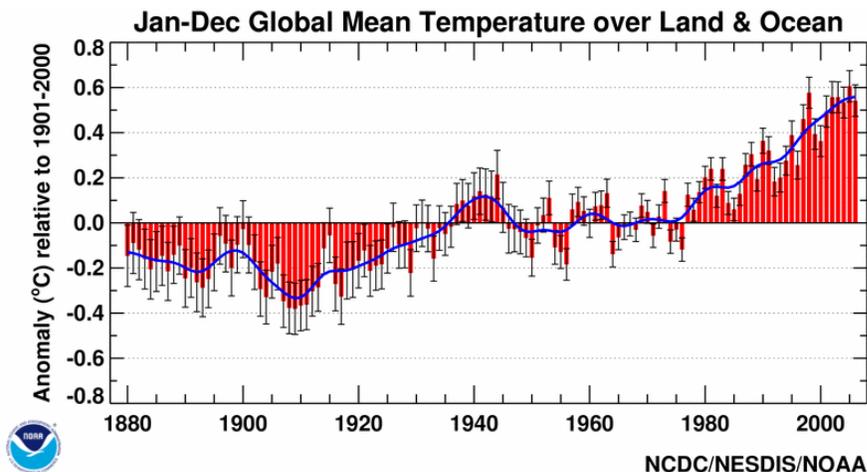


Figure A1 Anomalies des températures planétaires de 1880 à 2006 basées sur Smith et Reynolds (2005) incorporant de nouveaux algorithmes qui tiennent mieux compte des changements dans l'étendue et les méthodes d'observation.

Source: NOAA; [Anomalies](#).

Jan-Dec 2006 Temperature Anomalies

(with respect to a 1961-1990 base period)

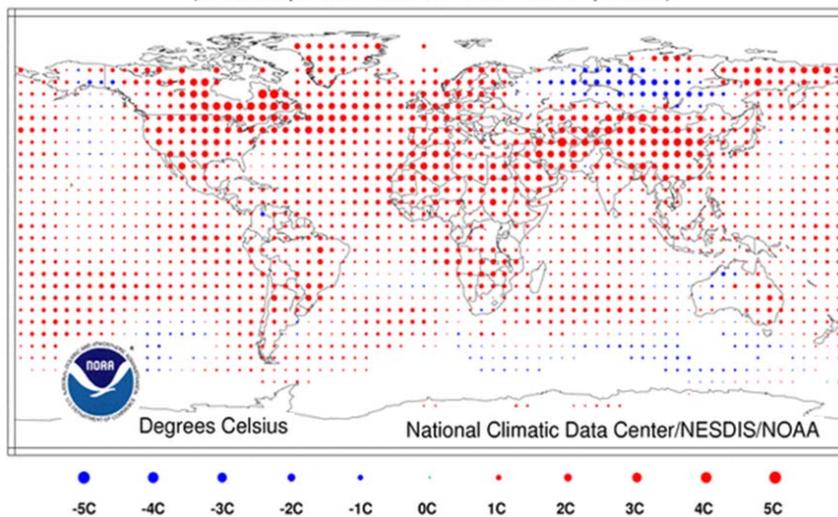


Figure A2. Distribution planétaire des anomalies de température en 2006. Les régions des hautes latitudes de l'hémisphère Nord telles que l'Amérique du Nord, l'Europe et la Chine ont connu les anomalies les plus grandes en 2006.

Source: NOAA; [Climat](#).

Référence

Smith, T. M., et R. W. Reynolds. 2005. A global merged land air and sea surface temperature reconstruction based on historical observations (1880-1997), *J. Climate* 18, 2021-2036.

Carte à haute résolution du réchauffement planétaire

Jim Gower, Pêches et Océans Canada

L'ensemble des données de Reynolds de la température de surface de l'océan, à l'échelle planétaire et à haute résolution, couvre maintenant une période de 25 ans. Ces températures démontrent une claire tendance au réchauffement (0.0115°C par année) durant cette période, avec des modulations importantes produites par des événements ENSO, et possiblement des éruptions volcaniques. (figure A3)

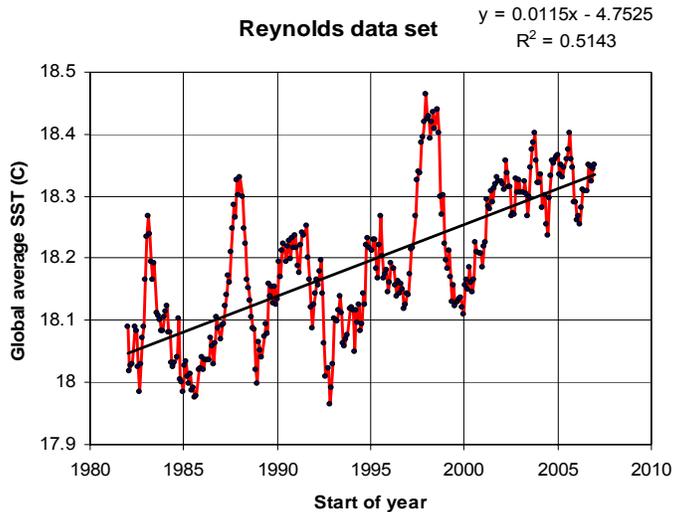
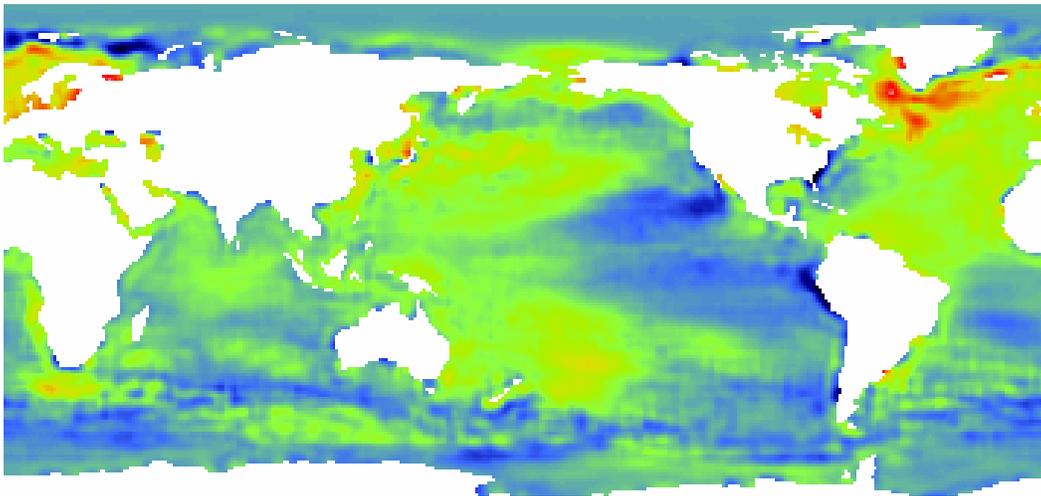


Figure A3. (à gauche) Les moyennes mensuelles de température sont calculées pour des carrés de 1 degré de latitude par 1 degré de longitude sur l'océan. La série de données à gauche représente les moyennes mensuelles planétaires.

Figure A4. (ci-dessous) Patron spatial de réchauffement et refroidissement planétaires durant les 25 dernières années. La séquence de couleurs du rouge au jaune, vert, bleu, puis bleu foncé et noir va du positif (réchauffement) au négatif (refroidissement) de 0.1 à -0.05°C par année.



La figure A4 est une image de toutes les droites de meilleur ajustement de la tendance linéaire de température pour chaque carré de 1 degré de l'ensemble des données de Reynolds durant une période de 25 ans, montrant où la surface de l'océan se réchauffe plus rapidement (rouge), ou se refroidit (noir). Un changement nul est représenté par le bleu des latitudes les plus au nord, où les données de la TSM sont établies pour représenter -1.8°C sous la glace de mer. À l'exception d'une bande côtière d'une largeur de 2-300 km, les eaux hauturières de la C.-B. montrent un réchauffement minime durant les 25 années. Le réchauffement le plus rapide se produit dans l'Atlantique Nord et le Pacifique Ouest. De grandes étendues du Pacifique Est n'indiquent aucune tendance de changement de température et quelques étendues relativement petites se refroidissent. Le réchauffement le plus rapide, au sud du Grönland, se produit à un taux atteignant 0.1°C par année, soit environ dix fois le taux moyen planétaire.

L'Oscillation Décennale du Pacifique et l'Indice de Dépression des Aléoutiennes

Jackie King, Pêches et Océans Canada

L'**oscillation décennale du Pacifique (ODP)** est un terme utilisé pour décrire un patron de fluctuations d'une échelle décennale dans l'océan Pacifique Nord (figure A5). Le patron spatial classique de l'ODP a généralement été associé à deux états seulement; une 'phase positive' associée au réchauffement des eaux de surface du Pacifique Nord-Est et au refroidissement dans le Pacifique Nord Central et Ouest; et une 'phase négative' avec un patron de température opposé. ([Données disponibles](#)).

Récemment, les climatologues ont réalisé que le second mode de cette analyse, appelé le mode Victoria, a été dominant depuis 1990 (figure A6, Bond *et al.*, 2003; King, 2005). Les deux indices sont utilisés avec d'autres indices du climat pour déceler les changements de régime dans le Pacifique Nord.

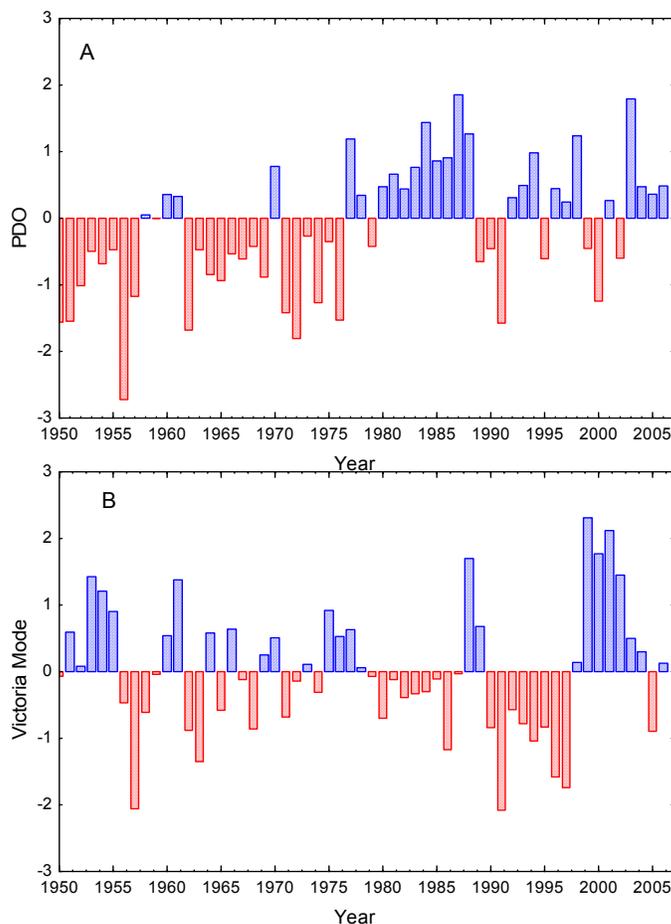


Figure A5. La première composante de l'analyse de la composante principale des températures de surface du Pacifique Nord en hiver (novembre à mars) au nord de 20° de 1950 à 2006, divisé en mailles de 5°, et qui représente l'oscillation décennale du Pacifique (ODP). Le changement des valeurs négatives aux valeurs positives qui s'est produit à la fin des années '70 et qui a duré plusieurs années est l'indicateur principal du changement de régime qui s'est produit alors. Des anomalies positives entraînent des eaux plus chaudes en Colombie-Britannique.

Figure A6. La seconde composante (1950-2006) est un patron alternatif de la fluctuation des températures de surface (mode Victoria) et montre des changements de grande amplitude depuis le début des années 1990. Le mode Victoria est demeuré négatif durant les années 1990 et est passé à une phase positive en 1998. Il est demeuré dans une phase positive nord-sud jusqu'à 2004. Les valeurs absolues ont généralement diminué depuis. Des anomalies positives entraînent des eaux plus froides en Colombie-Britannique. (Mise à jour de Bond *et al.*, 2003.)

Références

- Bond, N.A., J.E. Overland, M. Spillane et P. Stabeno. 2003. Recent shifts in the state of the North Pacific. *Geo. Res. Lett.* 30: 2183-2186.
- King, J.R. (ed.). 2005. Report of the Study Group on Fisheries and Ecosystem Responses to Recent Regime Shifts. PICES Sci. Rep. No. 28. 163 pp.
- Mantua, N.J., S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace et R.C. Francis. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78: 1069-1079.

Le système atmosphérique de dépression des Aléoutiennes est une caractéristique semi-permanente des hivers dans le Pacifique Nord dont l'intensité relative a été reliée aux patrons de production marine (McFarlane et Beamish, 1992; Beamish *et al.*, 1997). De façon typique, les dépressions intenses des Aléoutiennes entraînent des tempêtes hivernales intenses ce qui, par une circulation horizontale et verticale de l'océan, améliore la production océanique et côtière. À la suite du changement de régime en 1998, la dépression des Aléoutiennes a conservé une intensité modérée telle que mesurée par [l'indice de dépression des Aléoutiennes](#) (IDA, figure A7).

L'IDA est calculé comme une valeur normalisée (de la moyenne de 1950 à 1997) de la moyenne de l'aire (km²) du Pacifique Nord comprise dans le système de dépression des Aléoutiennes (moins de 100.5 kPa) de décembre à mars. En 1998, la dépression des Aléoutiennes était extrêmement intense et l'indice est demeuré positif jusqu'en 2002. En 2002, l'indice était extrêmement élevé, représentant une dépression des Aléoutiennes très forte. Quoique les valeurs de l'indice en 2003 et 2004 ne fussent pas aussi élevées qu'en 2002, elles indiquaient une dépression des Aléoutiennes encore importante (figure A7). La valeur de l'indice de dépression des Aléoutiennes était presque neutre en 2005 représentant un système modéré de pression (figure A7). Cela a continué en 2006 avec une autre valeur presque neutre (figure A7). Le changement de la dépression des Aléoutiennes à des valeurs hivernales élevées depuis 1950 est l'un des changements de climat majeurs associés au changement du climat à l'échelle planétaire. (Raible *et al.* 2005).

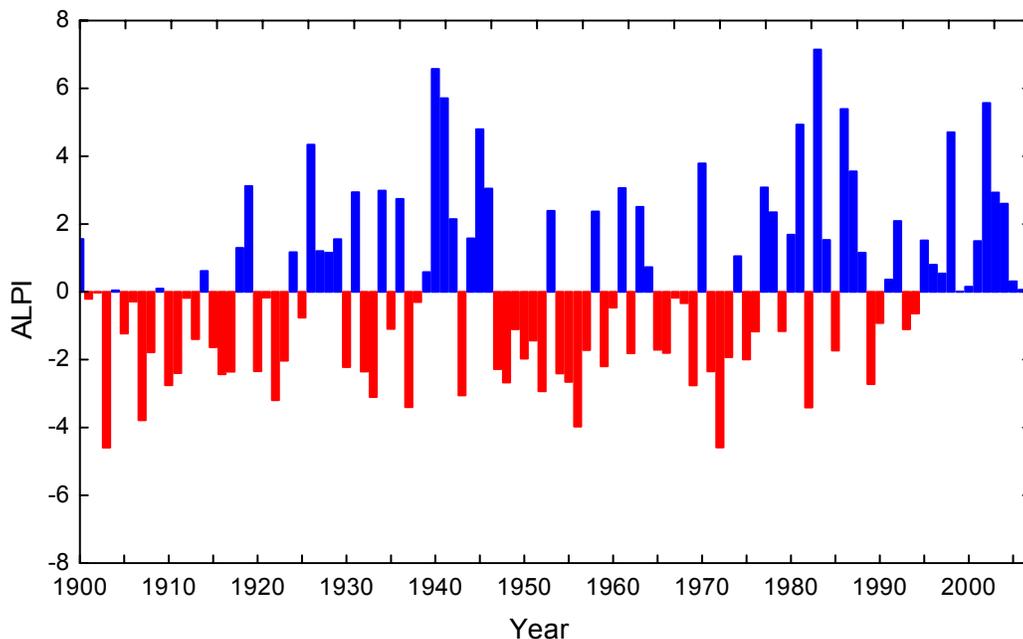


Figure A7. L'indice de dépression des Aléoutiennes (IDA) de 1900 à 2006. Depuis le changement de régime en 1998, le système de dépression des Aléoutiennes est demeuré relativement fort tel qu'indiqué par la continuité des valeurs positives plutôt élevées; cependant, tout comme en 2005, la valeur pour 2006 était presque neutre. [Données disponibles](#)

Références

- Beamish, R.J., C.E. Neville, A.J. Cass. 1997. Production of Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to decadal-scale changes in the climate and the ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 543-554.
- McFarlane, G. A., Beamish, R.J., 1992: Climatic influence linking copopod production with strong year-classes in sablefish. *Can. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(4), 743-753.
- Raible, C.C., T.F. Stocker, M. Yoshimori, M. Renold and U. Beyerle. 2005. Northern Hemisphere trends of pressure indices and atmospheric circulation patterns in observations, reconstructions and coupled GCM simulations. *J. Climate* 18: 3968-3982.

Niveau de la mer dans le Pacifique Nord-Est en 2006

Patrick Cummins, Pêches et Océans Canada

Les anomalies du niveau de la mer (NDM) dans le Pacifique Nord-Est ont été étudiées pour déceler les changements des conditions des couches supérieures de l'océan en 2006. Pour des échelles de temps interannuelles ou plus longues, la variabilité du NDM est reliée aux changements des conditions internes de l'océan. En tant qu'intégrateur des conditions des couches supérieures de l'océan, le NDM possède une plus grande 'inertie' et fluctue moins rapidement que la température de surface. Les anomalies de NDM ont été créées en enlevant les moyennes mensuelles calculées avec 14 ans de données d'altimètre satellitaire (1993-2006), maillées avec une résolution de 1 degré.

En 2006 les anomalies de NDM étaient dominées dans le Pacifique Nord-Est par le développement d'un patron d'anomalies négatives à grande échelle habituellement associé à des eaux plus froides près de la surface. Ce patron, couplé à la phase froide de l'Oscillation Décennale du Pacifique (ODP) était encore présent durant le quatrième trimestre de 2006 et probablement jusqu'en 2007. En accord avec cette interprétation, l'indice de l'ODP ainsi qu'un indice basé sur la première composante principale du NDM dans le Pacifique Nord-Est (Cummins *et al.*, 2005) affichent une transition à des valeurs négatives en 2006 (figure A8) semblable, malgré que plus faible, à celle qui s'est produite en 1999.

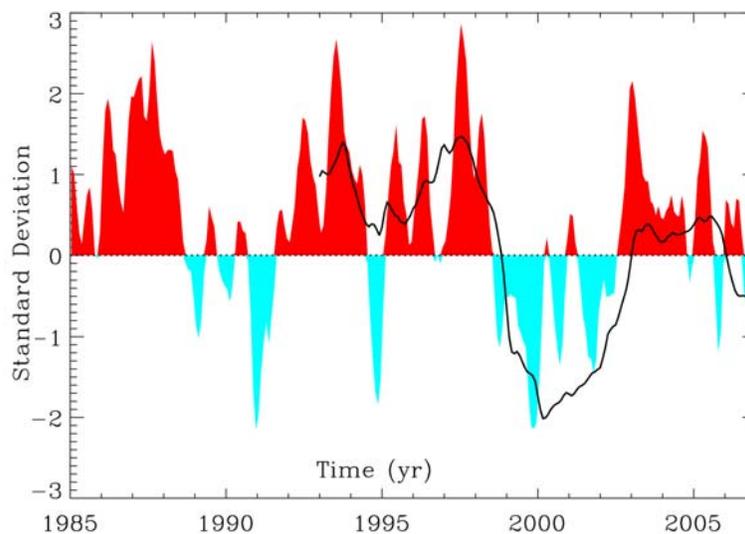
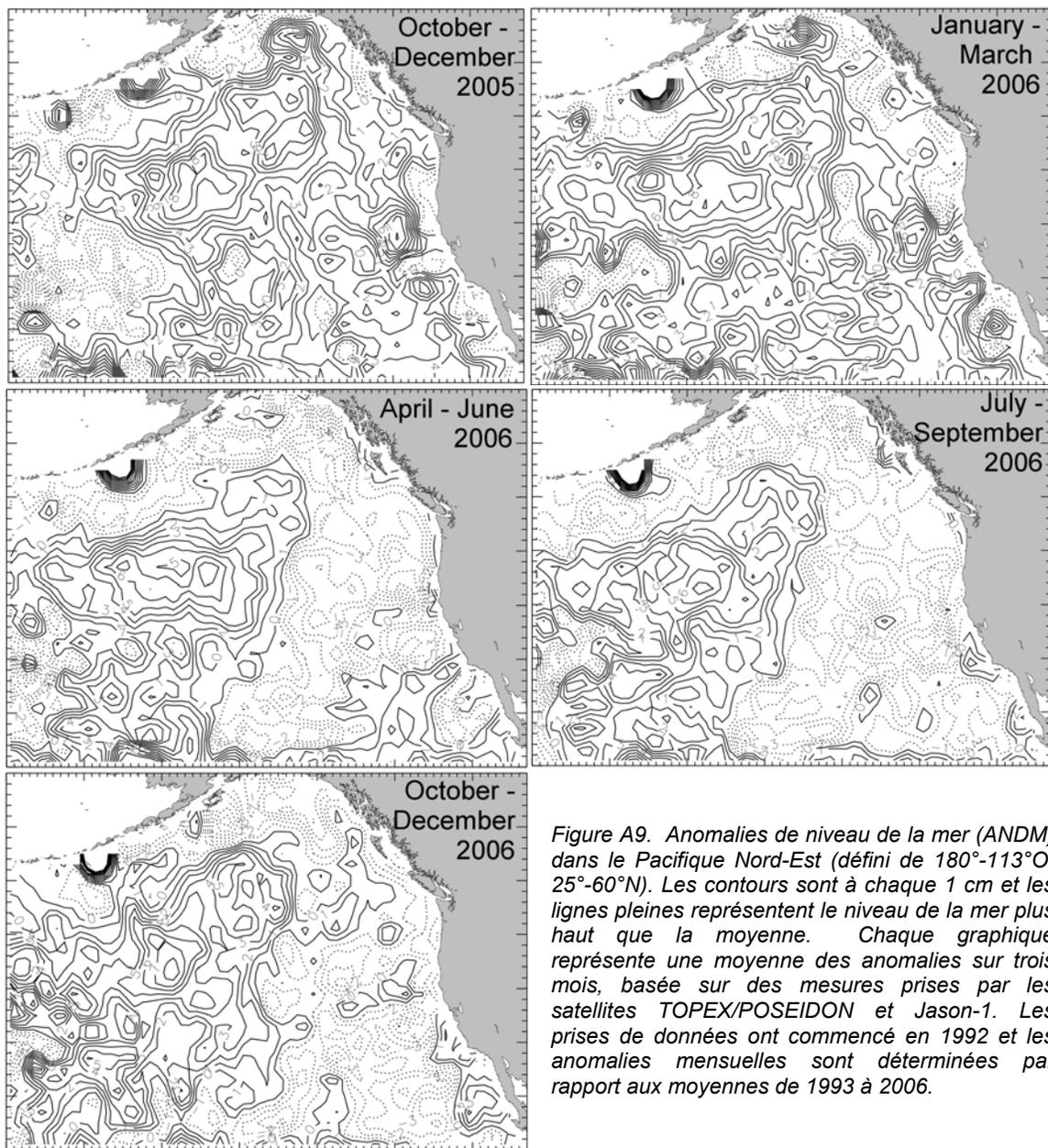


Figure A8. La courbe pleine rouge/bleue montre les données récentes de l'indice de l'ODP (obtenues de <http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest>). La ligne noire est un indice de la variabilité des couches supérieures de l'océan dans le Pacifique Nord-Est basé sur la première composante principale du NDM dans cette région.

Les régions affectées par ce changement dans l'ODP sont montrées dans la figure A9 (page suivante). Des moyennes des anomalies ont été calculées sur trois mois pour produire un graphique pour chaque trimestre de 2006. La moyenne du dernier trimestre de 2005 est incluse pour fin de comparaison. Les graphiques montrent des anomalies généralement positives sur la majeure partie du Pacifique Nord-Est à la fin de 2005 et au début de 2006. Les anomalies positives de NDM sont associées aux anomalies positives de contenu thermique dans les couches supérieures de l'océan, ainsi qu'à des interfaces internes de densité surbaissées. Il y a des anomalies négatives peu étendues tout près de la côte au nord de 45°N. Entre le 1^{er} et le 2^e trimestre de 2006, un changement remarquable s'est produit dans le développement des anomalies négatives à grande échelle en forme de fer à cheval près du périmètre du golfe de l'Alaska et s'étendant dans le Pacifique central jusqu'à 205E (155O). Ce patron est semblable au patron d'anomalies La Niña qui s'est produit de 1999 à 2002.

**Référence**

Cummins, P.F., G.S.E. Lagerloef et G. Mitchum (2005) A regional index of northeast Pacific variability based on satellite altimeter data. *Geophysical Research Letters*, 32: L17607 doi:10.1029/2005GL023642

L'océan se refroidit de l'été 2005 à l'hiver 2007

Bill Crawford, Pêches et Océans Canada

De l'été 2005 à l'hiver 2007 les eaux de surface se sont refroidies. La progression de cette baisse de température est montrée dans la figure A10. La majeure partie du déclin dans les eaux hauturières s'est produite entre l'été 2005 et l'hiver 2006. La figure A11 représente les anomalies des températures de surface planétaires au début de 2007, où l'on peut voir les eaux froides du golfe de l'Alaska entourées par un océan généralement plus chaud.

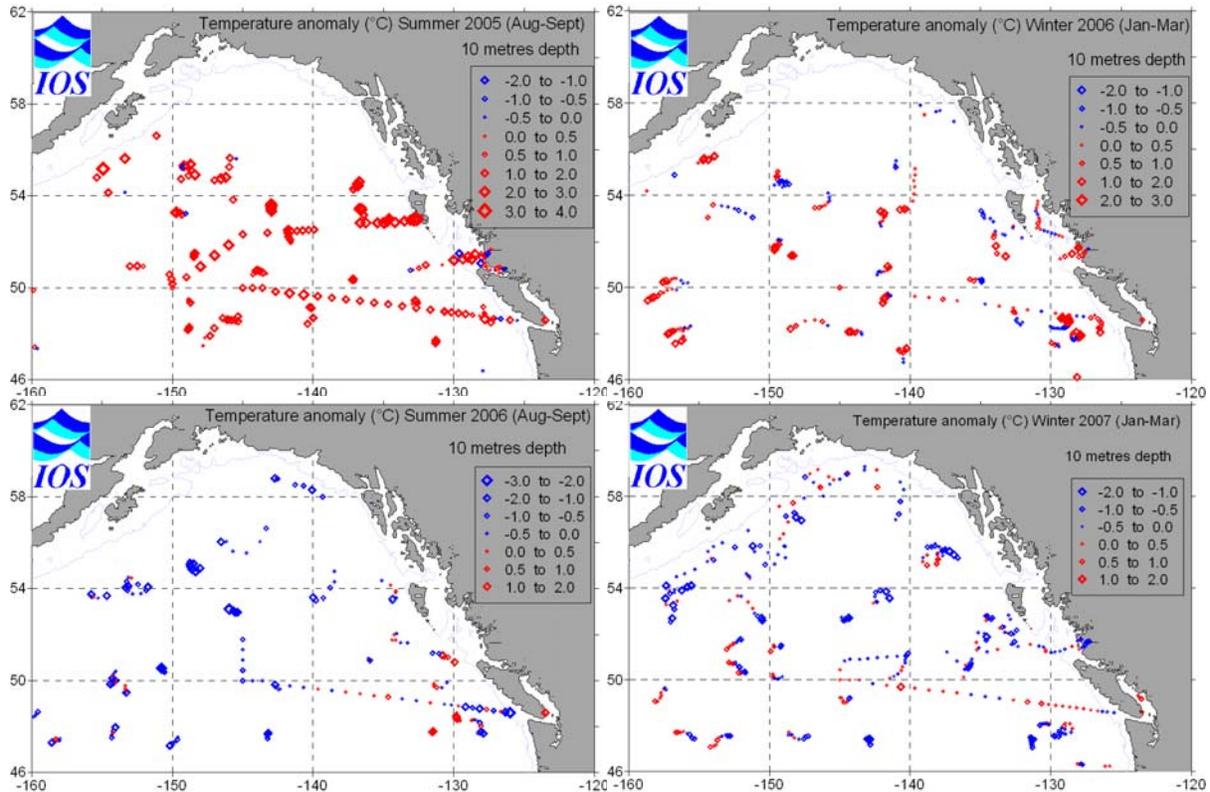


Figure A10. Anomalies de température (relatives aux conditions historiques moyennes de 1931 à 2005) mesurées lors de missions dans le golfe de l'Alaska et les eaux côtières de la Colombie-Britannique. Chaque point indique une mesure faite à 10 mètres de profondeur, soit à partir d'un bateau ou par un flotteur autonome Argo.

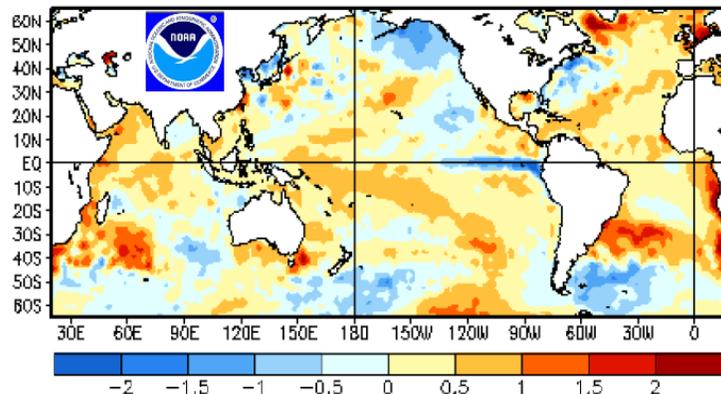


Figure A11. Anomalie de température océanique entre le 11 mars 2007 et le 4 avril 2007. [Source.](#)

Les eaux du Pacifique Nord-Est – normales en 2006 et une réponse anémique à l'événement El Niño 2006/07

Howard Freeland, Pêches et Océans Canada

La figure A12 représente la densité des flotteurs Argo dans le Pacifique Nord-Est. Si le nombre de flotteurs par unité d'aire égale la valeur visée alors la densité est de 1.0 et l'aire est en rouge. L'image montre qu'une grande partie du Pacifique Nord-Est et du golfe de l'Alaska a atteint la densité de flotteurs visée. À chaque 10 jours ceux-ci (points jaunes) rapportent le statut climatique de l'océan.

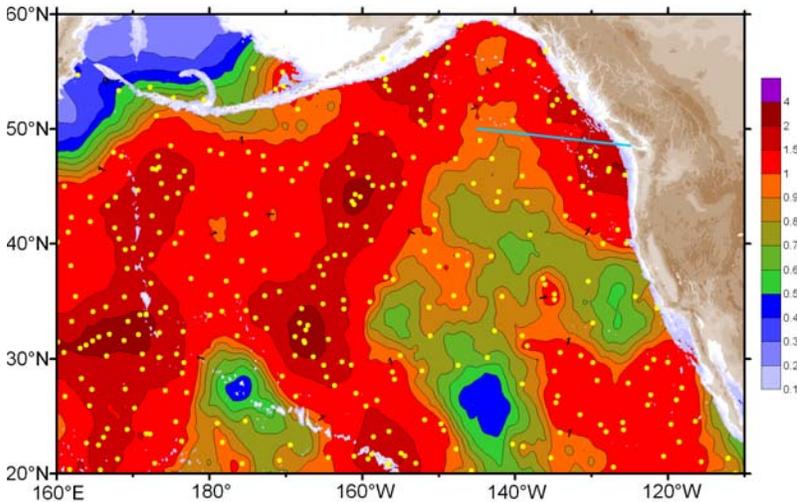


Figure A12. Le nombre de flotteurs Argo par unité d'aire divisé par le nombre qu'il devrait y avoir dans un rayon de 300 km si la densité voulue (1.0) était atteinte. Les flotteurs Argo sont des instruments autonomes qui mesurent la température et la salinité de l'océan à tous les dix jours, de 2000 m de profondeur à la surface, et transmettent ces observations via satellite aux serveurs publics de données. La ligne P va de la côte ouest du Canada jusqu'à 145° O dans l'océan Pacifique tel que représenté par la ligne bleue dans cette figure.

Les observations Argo peuvent être accédées aux deux sites Internet suivants:

http://www.usgoda.gov/cgi-bin/argo_select.pl

<http://www.coriolis.eu.org/cdc/DataSelection/cdcDataSelections.asp>

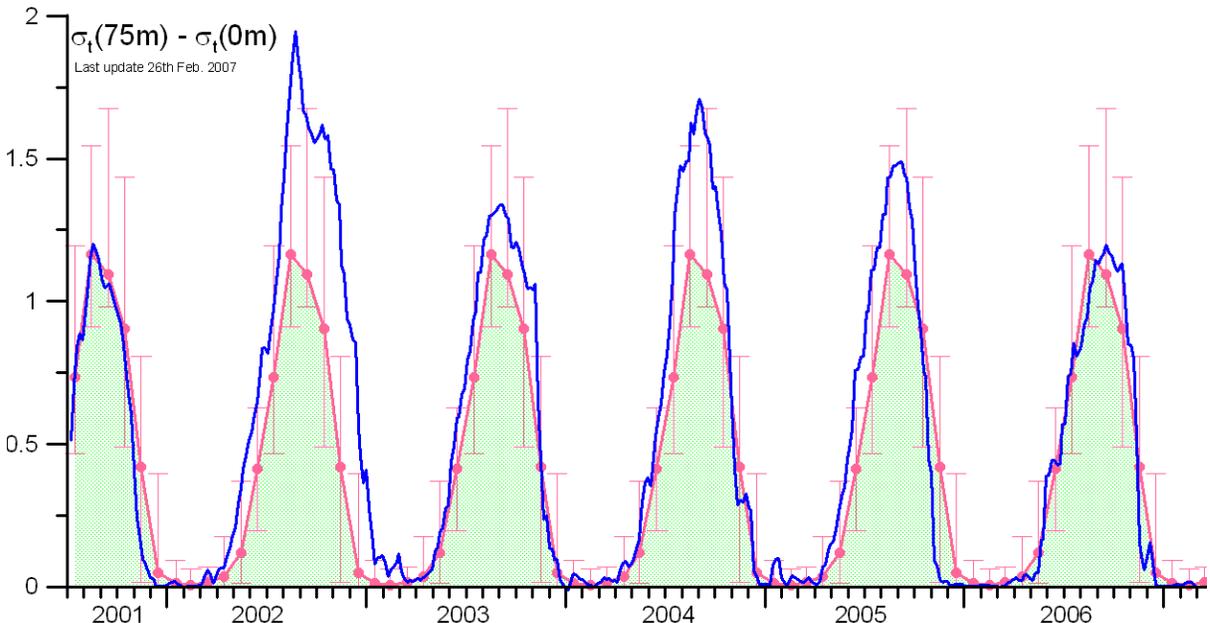


Figure A13. Une simple mesure de la force de la stratification de la couche supérieure de l'océan à la station océanique Papa, de 2001 au présent. La ligne rouge représente les valeurs mensuelles typiques historiques. La ligne bleue montre la stratification individuellement pour chaque mois.

À tous les mois les données des flotteurs Argo sont interpolées à la position des stations formant la Ligne P. Nous possédons une excellente description climatique des conditions le long de la Ligne P ce qui nous permet de calculer les déviations de la normale. Aucun de ces résultats n'est présenté ici; il nous suffit de dire qu'aucune anomalie importante n'était apparente durant 2006. Ceci est quelque peu surprenant puisqu'il s'est produit un événement El Niño en 2006/07. Cet événement était cependant peu important à l'équateur et d'autres observations suggèrent qu'il a provoqué une réponse anémique dans le golfe de l'Alaska.

La stratification verticale était d'un intérêt considérable, tel que montré dans la figure A13. Dans ce diagramme la "stratification" est simplement calculée comme la différence en sigma-t (un paramètre mesurant la densité de l'eau) entre la surface de l'océan et à une profondeur de 75 mètres. Durant l'hiver cette valeur est toujours égale à zéro puisque l'océan est bien mélangé jusqu'à des profondeurs plus grandes que 75 mètres. La ligne rouge et les barres d'erreur démontrent la moyenne climatologique de la variation et la ligne bleue représente les observations des flotteurs Argo. Le résultat présenté est que les conditions de stratification anormalement forte qui prévalaient durant une longue période sont finalement revenues à la normale durant 2006. Environnement Canada a émis un grand nombre d'avertissements météorologiques dans le sud-ouest de la C.-B. en novembre 2006 et la figure A13 montre clairement la destruction rapide de la stratification des couches supérieures de l'océan durant ce mois. J. Gower a calculé le taux auquel les vents (observés aux bouées météorologiques hauturières) peuvent fournir de l'énergie à la couche de mélange et ainsi l'approfondir. Ces vents ont atteint des records en novembre et décembre 2006, ce qui est consistant avec ce que l'océan nous présente lui-même : l'évidence d'un hiver avec un mélange vertical grandement accru.

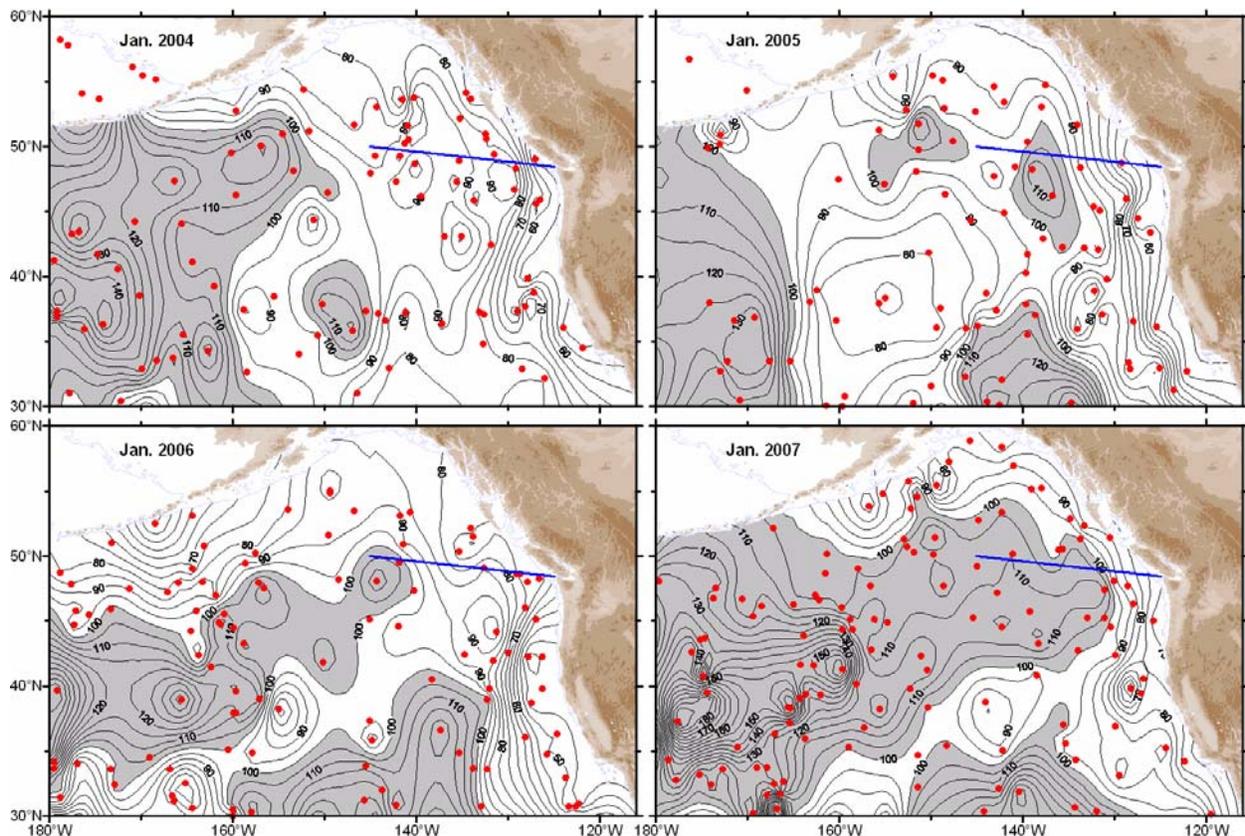


Figure A14. Épaisseur de la couche de mélange dans le Pacifique Nord-Est en janvier 2004/05/06 et 07. Les contours de profondeur sont en mètres. La ligne bleue représente la Ligne P.

Les effets de ces tempêtes sont clairement visibles dans la figure A14 où l'on peut voir la distribution de l'épaisseur de la couche de mélange au cours du mois de janvier des 4 années passées. Les régions où la profondeur de la couche de mélange excédait 100 m sont en gris foncé. Il est facile de voir que la région où la couche de mélange est profonde était plus importante en janvier 2007 que durant n'importe quel des trois autres hivers. Il est intéressant de noter que l'axe des couches de mélange les plus profondes pour 2007 est orienté nord-est à partir de la ligne de changement de date à environ 37°N, vers l'île de Vancouver près de 48°N à une longitude de 130°O. Cet axe correspond aussi plutôt bien avec le corridor des tempêtes observées de novembre à décembre 2006

Un troisième aspect du caractère peu habituel du mélange hivernal est montré à la figure A15 qui représente l'historique de la densité de l'océan versus la profondeur à la station Papa (50°N, 145°O). Les zones jaunes revenant à chaque 12 mois sont les eaux de très faible densité qui sont produites durant l'été. À chaque hiver on peut voir un mélange se produire, dont l'intensité varie d'année en année. Durant l'hiver 2001/02 le mélange était suffisamment important pour amener l'interface profonde de densité 25.8 (le contour en rouge) jusqu'à la surface de l'océan, mais trop faible pour le refaire durant les quatre hivers suivants. Finalement à la fin de l'hiver 2006-07 cette interface de densité est de nouveau apparue à la surface à la suite d'une tempête intense à la mi-mars. Une autre tempête sévère pourrait amener l'interface de densité 25.9 (ligne verte) à la surface de l'océan, mais l'on se doit de noter que l'interface de densité plus profonde de 26.0 a été observée pour la dernière fois à la surface de l'océan à la station Papa durant l'hiver 1971/72, un événement très rare.

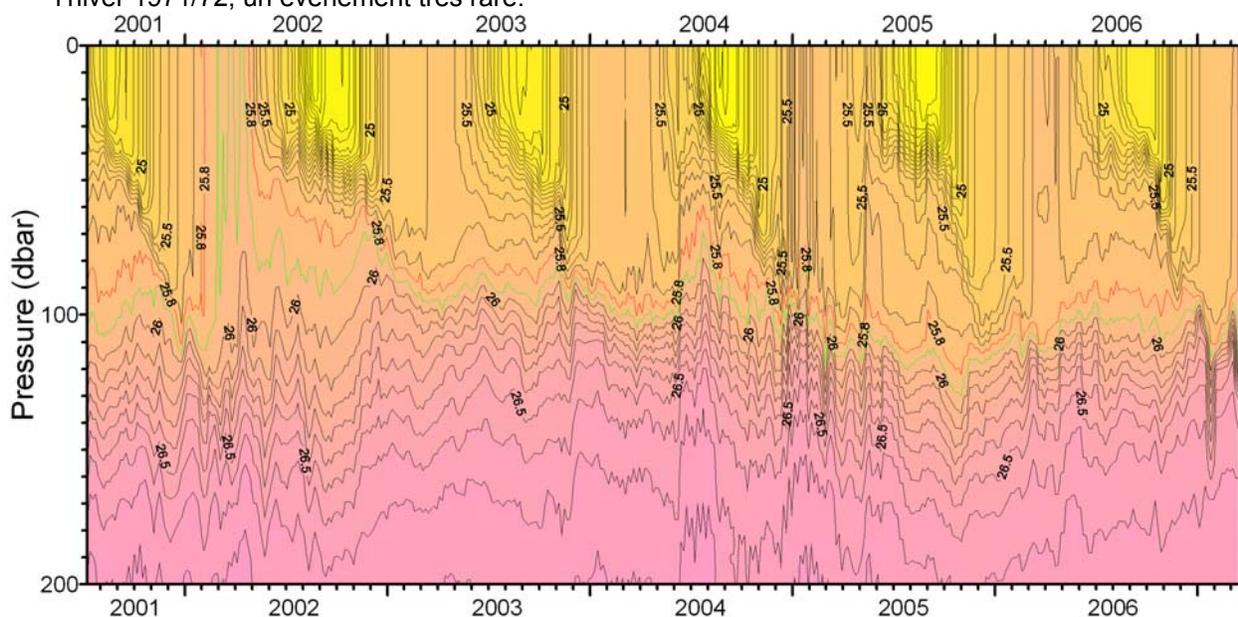


Figure A15. Un graphique de l'interpolation des observations Argo à la station océanique Papa de sigma-t versus la profondeur et le temps.

Les tempêtes de l'hiver tout juste traversé ont clairement accru le mélange vertical de l'océan, ce qui devrait résulter dans un apport plus important de macro et micro nutriments à la fin de l'hiver 2006/07.

Argo peut aussi être utilisé pour surveiller les changements dans la circulation du Pacifique Nord-Est et nous avons observé des changements importants dans la circulation durant 2006, du courant du Pacifique Nord très étroit et intense en janvier 2006 au large et lent débit présent en janvier 2007 (figure A16). Les observations de la force des divers systèmes de courant montrent une augmentation systématique dans le débit d'eau entrant dans le courant du Pacifique Nord durant 2006 incluant la plus grande valeur jamais observée depuis le début du projet Argo apparaissant en janvier 2007. La grande majorité de cette eau semble avoir été

systématiquement acheminée dans la zone de circulation de l'Alaska, dont le débit montre aussi des signes d'intensification durant l'année. La quantité d'eau s'écoulant vers le sud dans le courant de la Californie est demeurée près des moyennes durant l'année.

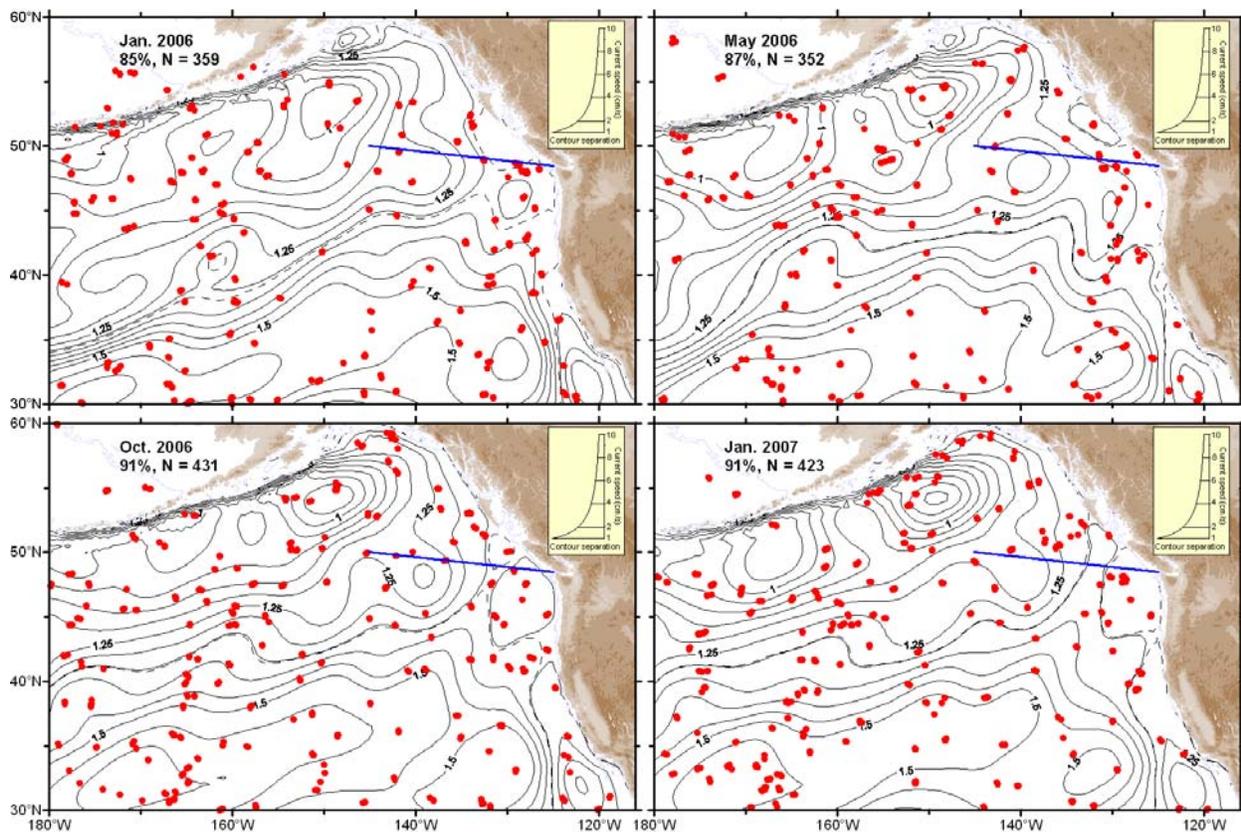


Figure A16. La circulation du Pacifique Nord-Est variant temporellement de janvier 2006 à janvier 2007. Les lignes noires montrent la trajectoire du courant; plus les lignes sont rapprochées plus le courant est rapide. La direction du courant est vers le nord-ouest, le long de la ligne pointillée. Les points rouges indiquent la provenance des observations. La ligne bleue représente la ligne P pour référence. La ligne pointillée est la ligne de partage du courant.

Observations en haute mer des relevés de la Ligne P et du *Skaugran*

Frank Whitney et Marie Robert, Pêches et Océans Canada

Pêches et Océans échantillonne les eaux du Pacifique Nord-Est durant les croisières de la Ligne P (3 par année jusqu'au fond de l'océan) et du navire auxiliaire occasionnel *Skaugran* (10-12 par année, surface seulement). Les deux programmes (figure A17) ont été opérationnels assez longtemps pour nous permettre de comparer individuellement certaines années à plus d'une décennie d'échantillons. À partir de ces séries, les anomalies d'utilisation de nutriments sont estimées dans les sections des deux relevés qui sont fortes en nutriments et faibles en chlorophylle (région de haute mer). Cet estimé ne peut être fait près des côtes dû aux remontées d'eaux profondes en été.

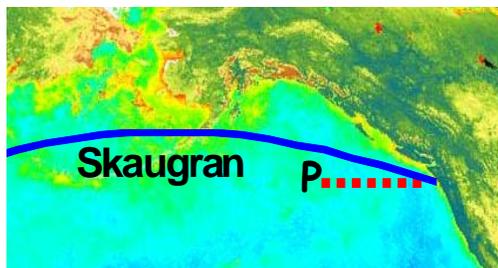


Figure A17. Trajet des croisières des programmes *Skaugran* et Ligne P. La Ligne P se termine à la station océanique P (P).

Le piégeage du nitrate des eaux de surface était moindre que la moyenne (7-8 μM) en 2006 pour les deux séries de données, tel que montré à la figure A18, ce qui pourrait indiquer une réduction de la production primaire jusqu'à 30%. Il est cependant impossible de savoir quels changements se sont produits dans l'épaisseur de la couche de surface de l'océan puisque ces données proviennent de la surface seulement. Avec une couche de mélange relativement profonde, une utilisation moindre de nutriments par volume d'eau de mer n'indiquerait pas une croissance réduite de phytoplancton.

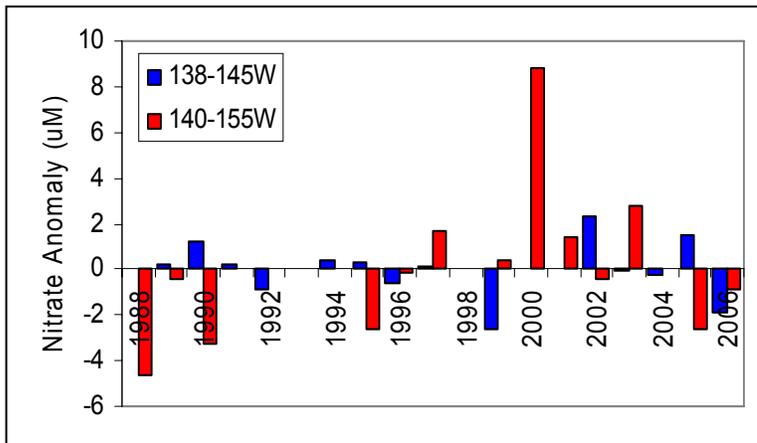


Figure A18. Anomalie de l'utilisation de nitrate en surface (hiver à la fin de l'été) de 1988 à 2006 (barres rouges pour *Skaugran*, bleues pour Ligne P).

Les tendances climatiques à long terme sont évidentes dans les 50 ans de données de la station océanique P (SOP). Le cycle annuel de réchauffement et refroidissement masque les tendances de température à la surface, quoique les eaux entre 150 et 300 m se réchauffent à un taux de $\sim 0.01^\circ\text{C}$ par année. Les eaux de surface deviennent cependant plus douces (figure A19), ce qui stratifie davantage la couche supérieure de l'océan. Cette tendance est en accord avec les observations de la côte de

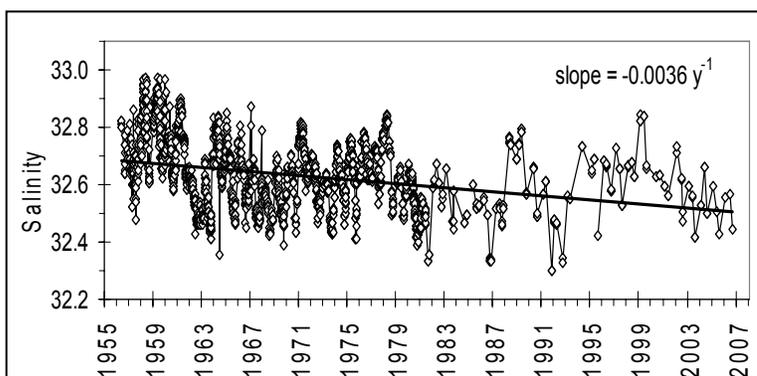


Figure A19. Salinité de surface à la station océanique P (50N, 145O) de 1956 à présent. Une régression linéaire passant par toutes les données montre que ces eaux deviennent plus douces par 0.0036 par année.

l'Alaska et de la mer de Béring, suggérant que le phénomène se produit extensivement dans le Pacifique Nord-Est subarctique. Un océan plus stratifié entraîne un apport de nutriments réduit dans la zone euphotique et une ventilation réduite des eaux intérieures.

À la SOP, l'oxygène diminue à un taux de 0.5-1.0 $\mu\text{M}/\text{année}$ entre environ 125 et 400 m de profondeur. Les niveaux d'oxygène ont diminué de 22% durant les 50 dernières années. À la station P4 sur la pente continentale du sud-ouest de la C.-B. (profondeur de 1300m) l'oxygène diminue encore plus rapidement qu'à la SOP (les comparaisons de la figure A20 sont pour la surface isopycnique 26.7 située à ~170m de profondeur à SOP et 285m à la station P4). Ce résultat provient de l'influence forte du sous-courant de la Californie coulant vers le nord dont les eaux perdent de l'oxygène à un taux comparable à P4 (S. Bograd, comm. pers.)

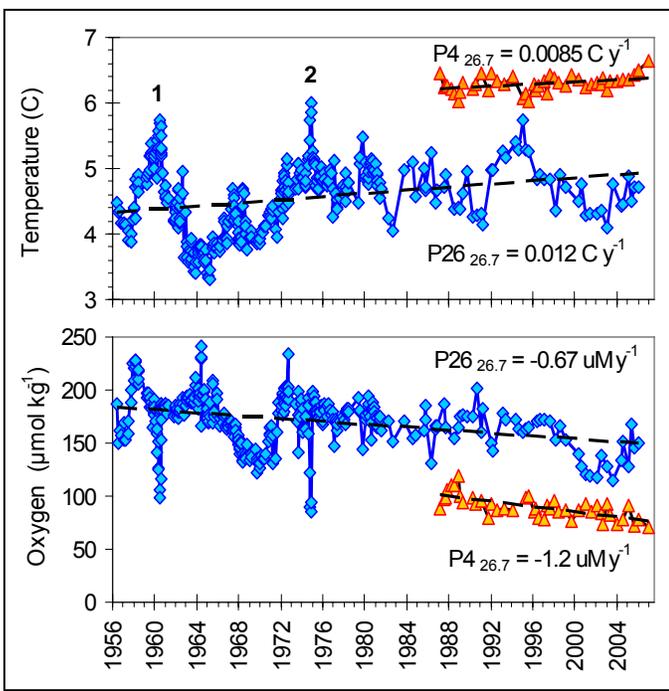


Figure A20. Oxygène et température sur la surface isopycnique 26.7 aux stations P4 et SOP. Deux tourbillons d'échelle moyenne (1 & 2) sont indiqués dans le panneau supérieur.

Le réchauffement des eaux de l'intérieur de l'océan se retrouve dans toutes les séries de données subarctiques et se produit à un taux semblable à celui de l'atmosphère planétaire.

Le long de la Ligne P en février 2007 (figure A21) la température était près des normales sauf pour une colonne d'eau plus chaude qui pourrait être associée à un tourbillon d'échelle moyenne situé à environ 200 km au large. Des eaux plus salées se trouvent à la base de la couche de mélange aux stations les plus éloignées de la côte alors que des eaux plus douces sont présentes à ~125m dans toute la portion centrale de la Ligne P (dans les eaux 'de transition' entre la haute mer et le domaine côtier). L'apport de nitrate est au-dessus de la moyenne dans

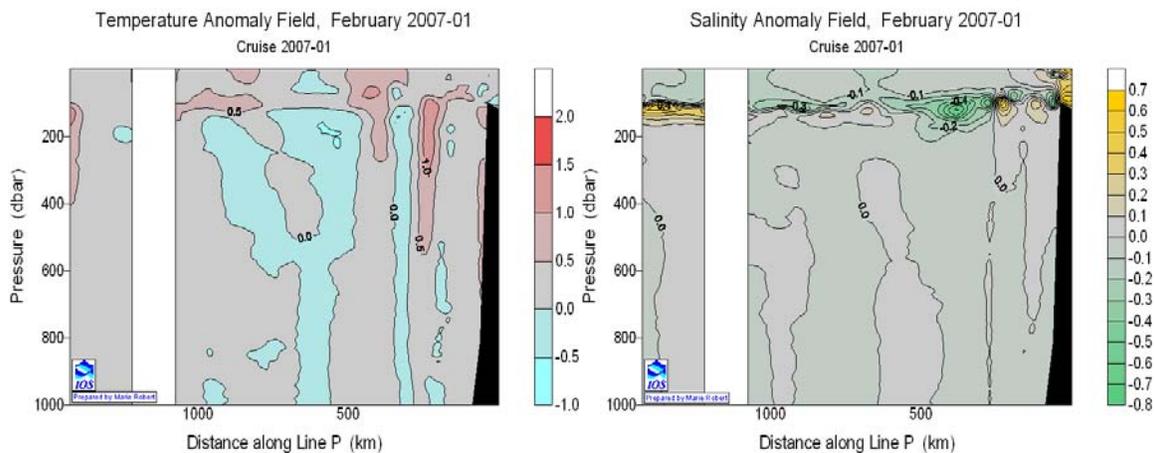


Figure A21. Les anomalies de température et de salinité, mesurées par rapport à la moyenne mensuelle de 1956-1991, sont présentées pour la Ligne P pour février 2007. La Ligne P va de la côte sud de l'île de Vancouver et s'étend presque directement vers l'ouest jusqu'à la station océanique P (figure A17).

les eaux de surface, situation typique pour une année froide avec zone de mélange plus profonde. Selon la stratification printanière, cela pourrait résulter en une saison de croissance plus productive pour 2007. Cependant, si le printemps demeure venteux et nuageux (tel que durant l'année La Niña de 1999) la radiation solaire réduite pourrait restreindre la croissance de phytoplancton.

Nos ensembles de données ne présentent pas 2006 comme étant une année particulière. Ce qui est plus marquant dans nos séries de données sont les symptômes continuels de réchauffement planétaire (stratification accrue de l'océan, apport de nutriments réduit à la surface de l'océan, ventilation réduite dans l'intérieur de l'océan). Ces tendances vont probablement se poursuivre, créant éventuellement des changements dans les écosystèmes dus à la perte d'habitat par les organismes qui ne peuvent pas tolérer les eaux chaudes ou faibles en oxygène.

Mésozooplancton du golfe de l'Alaska en 2006: la biomasse est abondante et encore précoce

Sonia Batten, Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science (SAHFOS)

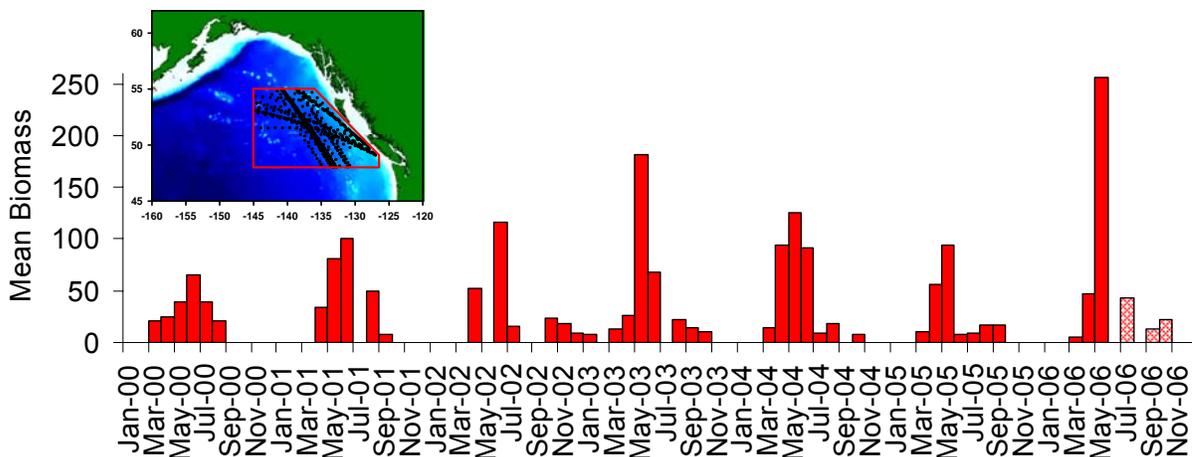


Figure A22. Série chronologique de données de biomasse de mésozooplancton en moyenne mensuelle de biomasse en mg de poids sec par échantillon ($\sim 3\text{m}^3$). L'échantillonnage, fait avec le compteur continu de plancton, est effectué approximativement 6 fois par année, à chaque mois entre mars et octobre dans la région hauturière du golfe de l'Alaska représentée sur la carte. Les barres hachurées à droite montrent les données préliminaires pour lesquelles l'analyse n'a pas encore été complétée.

Le maximum printanier de la biomasse de mésozooplancton a été précoce durant les dernières années, coïncidant avec les températures de surface de la mer plus chaudes. La valeur de mai 2006 dans la figure A22 est aussi précoce et semble élevée, plus grande que les autres valeurs de mai dans la série chronologique. À ce temps de l'année la contribution du copépode *Neocalanus plumchrus/flemingeri* à l'ensemble de la biomasse est très importante. En mai 2006 le nombre moyen par échantillon était plus élevé que durant les années passées (figure A23) et les analyses de compositions de stades montrent que le développement était aussi précoce, pareillement à 2004/2005. Le maximum plus concentré durant les années chaudes récentes est bien visible, alors que 2000/01 avait un cycle saisonnier plus étendu.

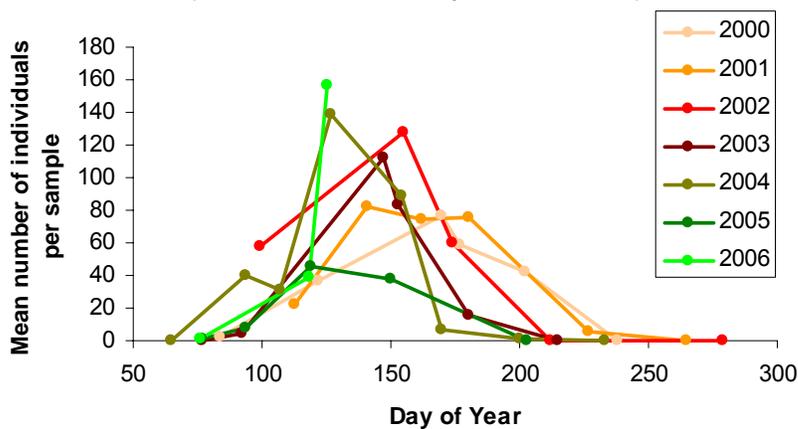


Figure A23. Cycle annuel de l'abondance de *Neocalanus plumchrus/flemingeri*. Les données après mai 2006 ne sont pas encore disponibles.

Liens : [SAHFOS](#).
Le '[Pacific Project](#)'.

Les tempêtes de novembre 2006

Ian Okabe, Service Météorologique du Canada

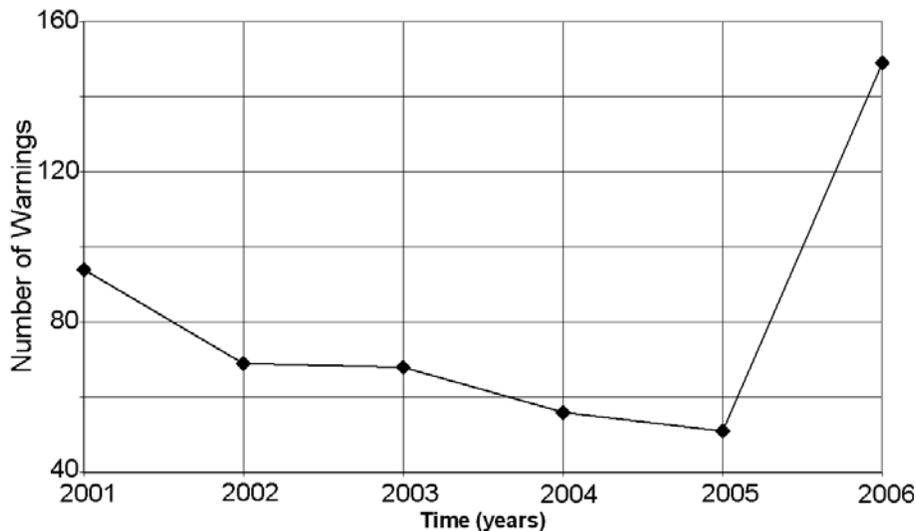


Figure A24. Avertissements météorologiques en novembre, 2001 à 2006.

Il y a eu 149 avertissements météorologiques (pluie, neige, et vent) émis pour la région côtière de la Colombie-Britannique en novembre 2006. Ce nombre était beaucoup plus élevé que durant les années précédentes (figure A24).

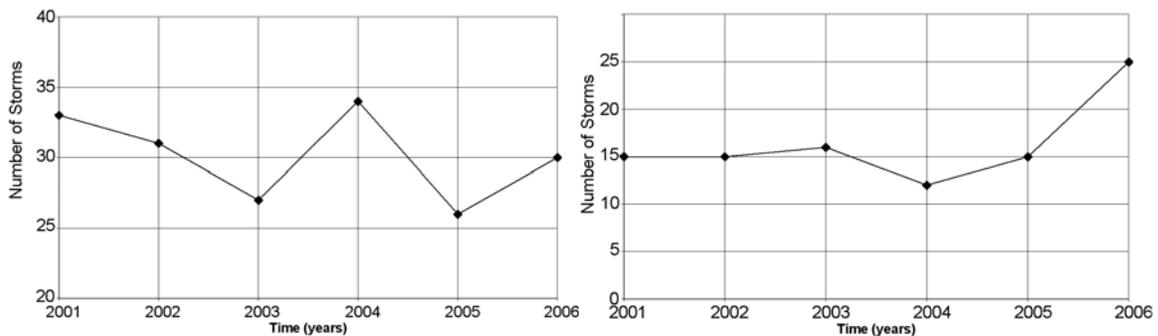


Figure A25. Tempêtes tropicales du Pacifique Ouest. Figure A26. Tempêtes tropicales du Pacifique Est.

Un examen des vents zonaux à 250 mb répartis sur une grille montre que durant 2006 les vents d'ouest étaient plus forts, quoique pas beaucoup plus forts, et les vents zonaux étaient beaucoup plus forts au début des années 1990 (figure non présentée).

Plusieurs fortes tempêtes que nous avons en Colombie-Britannique sont reliées à l'humidité tropicale provenant des vestiges des tempêtes tropicales du Pacifique Ouest. L'activité tropicale n'était cependant pas forte dans le Pacifique Ouest en 2006 (figure A25). D'un autre côté, l'activité tropicale dans le Pacifique Est était considérablement plus forte en 2006 que durant les années précédentes (figure A26). Conséquemment, le même forçage atmosphérique qui a causé les tempêtes en Colombie-Britannique en novembre peut aussi être la cause de l'augmentation de l'activité tropicale dans le Pacifique Est. À l'opposé, l'humidité tropicale des tempêtes tropicales du Pacifique Est pourrait se déverser dans nos tempêtes et les intensifier. Ces deux hypothèses n'ont pas été vérifiées et demandent de plus amples études.

Les vents océaniques les plus forts ont été enregistrés en novembre 2006

Jim Gower, Pêches et Océans Canada

D'autres sections de ce rapport mentionnent que novembre 2006 a été un mois extrêmement venteux pour les régions côtières de la C.-B., établissant plusieurs records. Les données des bouées océaniques (emplacements : voir figure A27) confirment que la vitesse moyenne des vents en novembre des 13 bouées non abritées a dépassé 10 m/s pour la première fois depuis le début des mesures, tel de montré dans la figure A28. Les données des deux bouées dans le détroit Hécate et d'une du détroit de la Reine-Charlotte ne sont pas incluses dans la figure.

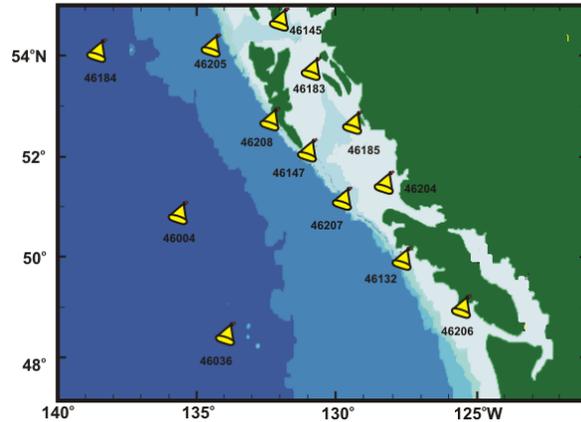


Figure A27. Emplacement des bouées météorologiques hauturières.

Les moyennes mensuelles de la vitesse des vents à ces bouées météorologiques ont atteint de nouveaux records à 3 endroits, dont un dans le détroit Hécate, et étaient à 1% de nouveaux records à 3 autres endroits. Les données de décembre à deux bouées des détroits Hécate et de la Reine-Charlotte où des vents forts étaient attendus étaient manquantes. De tels manques de données sont généralement associés à des bris des anémomètres causés par le vent. Si ces données avaient été disponibles, la moyenne aurait pu être encore plus élevée.

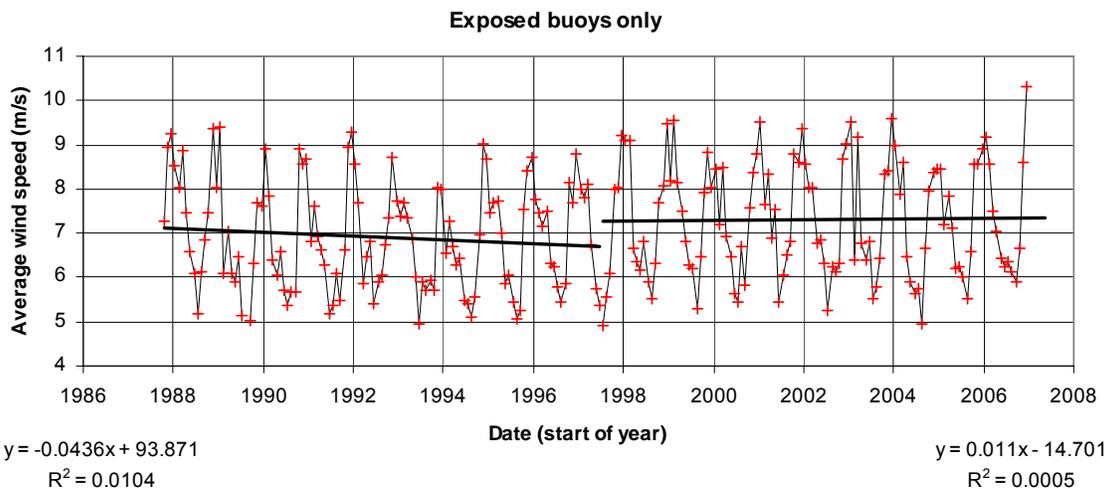


Figure A28. Moyennes mensuelles de la vitesse du vent aux bouées météorologiques hauturières à l'ouest de la Colombie-Britannique.

Les droites de meilleur ajustement dans la figure A28 montrent l'effet du changement de la moyenne de la vitesse du vent, de vectorielle à scalaire, en 1997. Le changement a été effectué en modifiant les moyennes calculées aux bouées, ce qui fait que des données cohérentes nécessaires au calcul des tendances à long terme de 1988 à 2006 ne peuvent être récupérées. Malgré le record de vitesse du vent en novembre 2006, aucune tendance n'est observée dans la vitesse du vent après 1998.

Température et salinité à long terme aux phares de la C.-B.

Peter Chandler, Pêches et Océans Canada

La température et la salinité sont mesurées quotidiennement durant la marée haute diurne par les gardiens de phares aux stations côtières de la Colombie-Britannique, suivant un programme qui a commencé au début des années 1900. Ces séries chronologiques continues de données de température et de salinité de l'océan sont les plus longues de la côte du Pacifique au nord de San Diego. Les 13 stations côtières présentement dans le réseau sont montrées dans la figure ci-dessous.

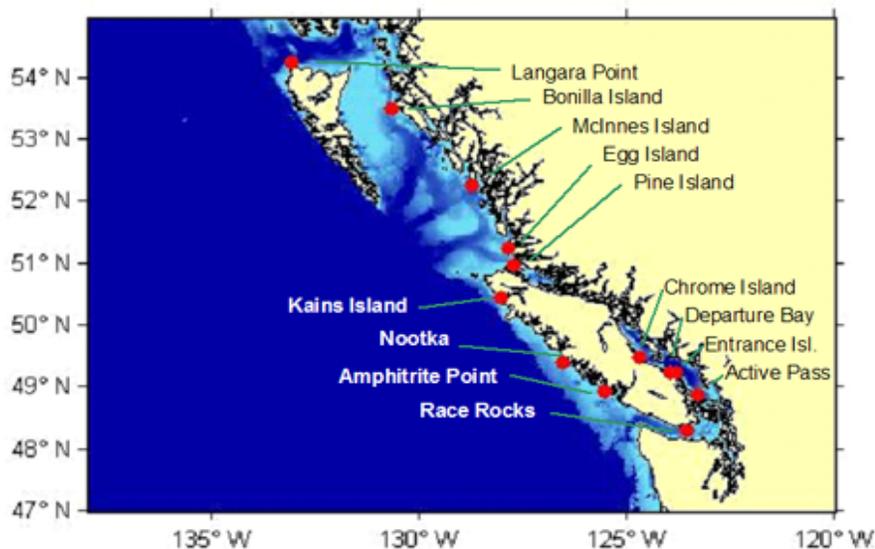


Figure A29 Les 13 stations présentement dans le réseau

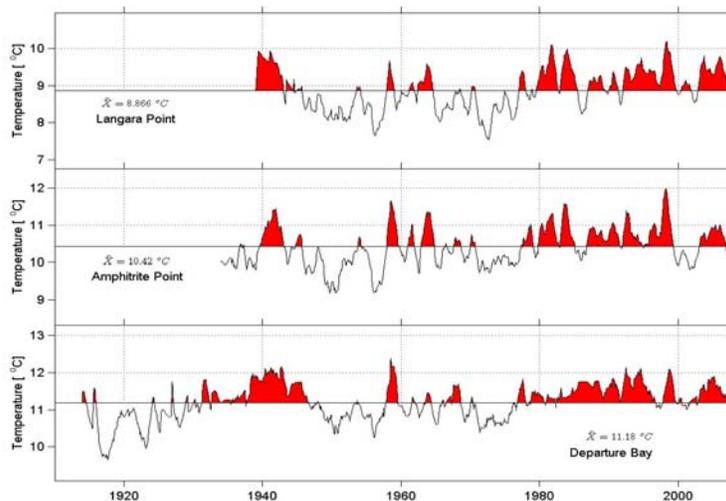


Figure A30 Séries chronologiques à long terme de la température moyenne annuelle à des stations représentatives de la C.-B. Les observations montrent toujours les températures au-dessus de la moyenne à long terme, quoique les conditions en 2006 étaient plus froides que durant les années passées, et plus près de la moyenne à long terme.

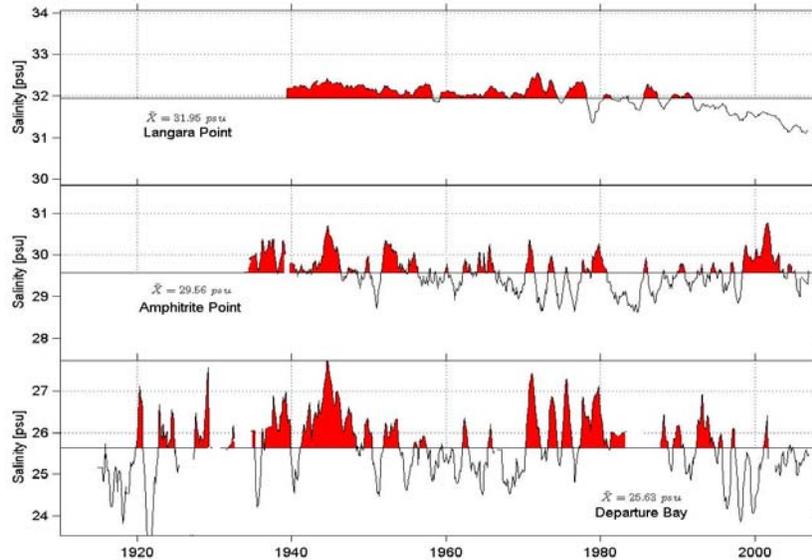


Figure A31 Série chronologique à long terme de la salinité à des stations représentatives. Les eaux de surface montrent une tendance à devenir plus douces, surtout à Langara Point.

Stations côtières du détroit de Géorgie - 2006

Tel que rapporté l'année passée les eaux du détroit continuent d'être à des températures au-dessus de la moyenne durant toutes les saisons; le cycle de salinité révèle le patron typique avec une augmentation de salinité durant l'été quoique deux stations ont montré un épisode de radoucissement en juin, probablement dû aux crues nivales du fleuve Fraser.

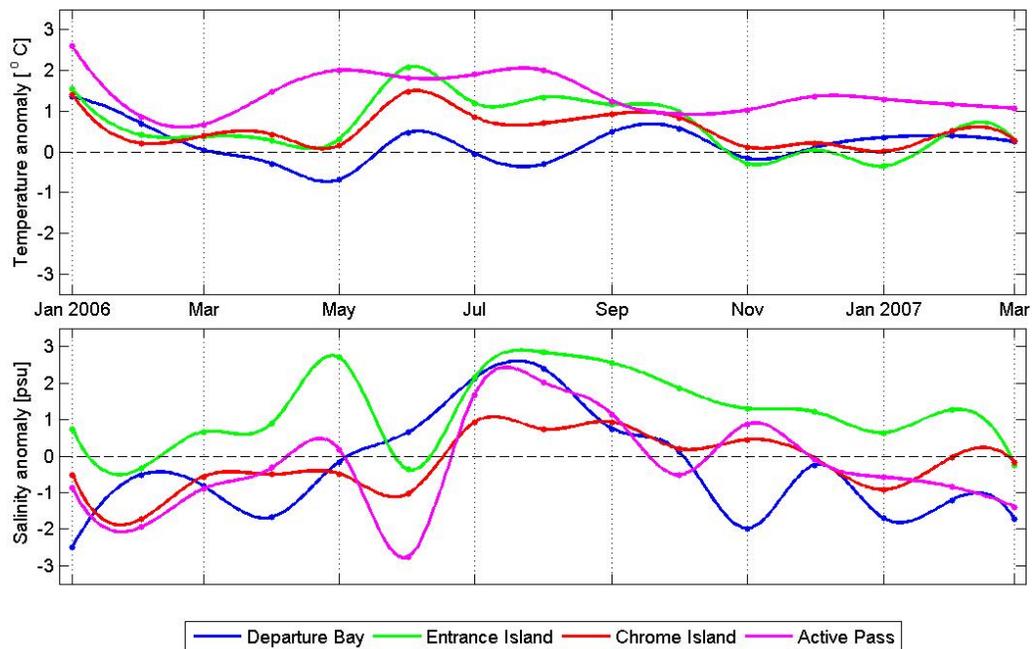


Figure A32 Séries chronologiques de moyennes mensuelles de température et de salinité en 2006 dans le détroit de Géorgie.

Stations de la côte ouest de l'île de Vancouver - 2006

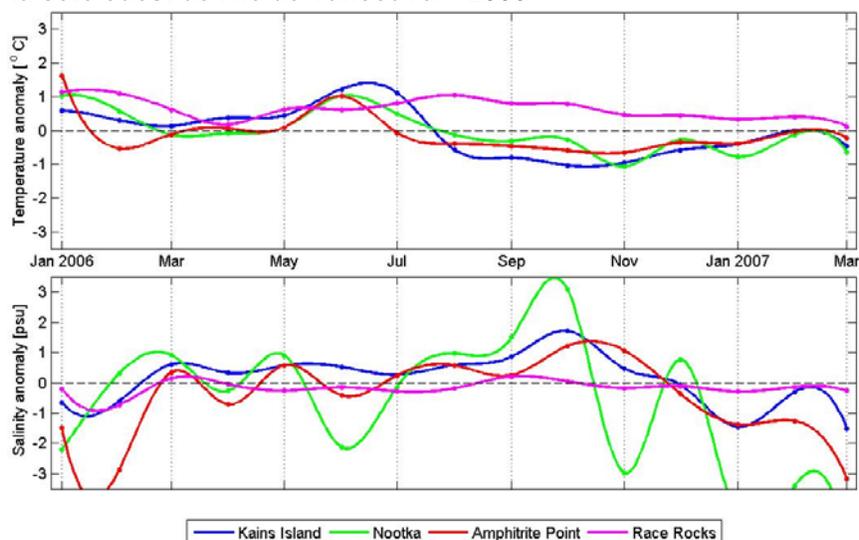


Figure A33 Séries chronologiques de moyennes mensuelles de température et de salinité le long de la côte ouest de l'île de Vancouver.

Les températures océaniques le long de la côte ouest de l'île de Vancouver ont baissé à des conditions sous la moyenne durant la deuxième partie de l'année. Les eaux près de Race Rocks, dans la partie est du détroit de Juan de Fuca, ne suivent pas ce patron et demeurent au-dessus de la moyenne durant toute l'année. Toutes les stations montrent des températures près de la moyenne à long terme de mars à mai. La salinité, à l'exception du signal typiquement variable de la région de Nootka, représente les conditions à long terme.

Les stations côtières du nord de la Colombie-Britannique - 2006

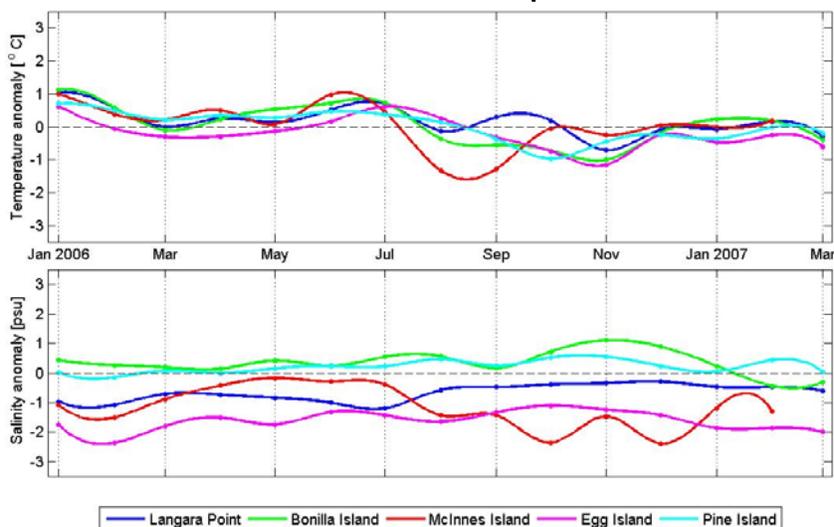
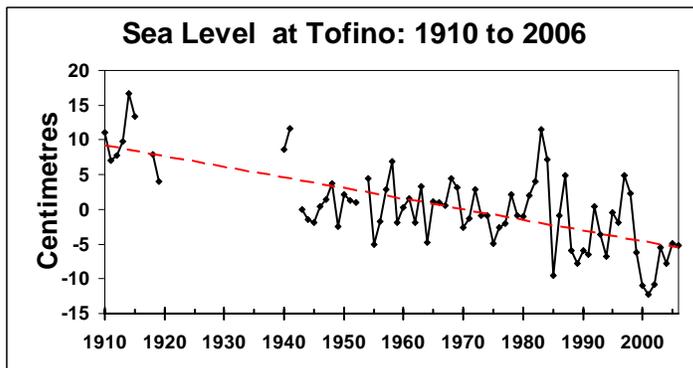
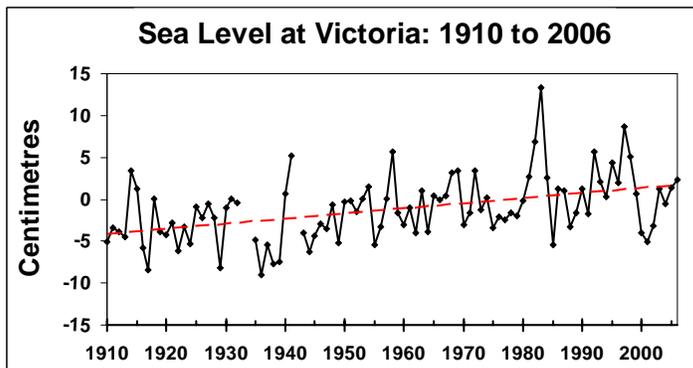
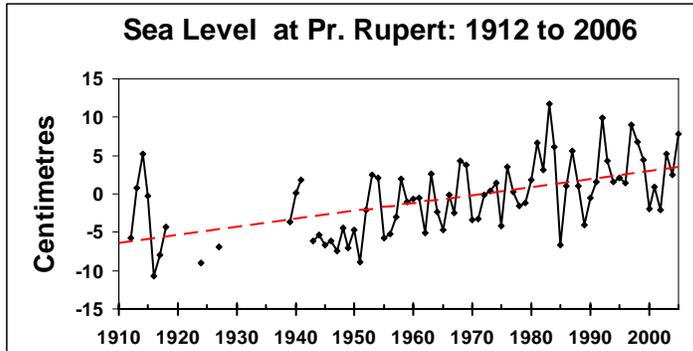


Figure A34. Séries chronologiques de moyennes mensuelles de température et de salinité dans le nord de la C.-B.

Des températures près des normales ont été observées vers le début de l'année, et à la suite d'une légère augmentation au milieu de l'été toutes les stations ont montré un déclin de température vers la fin de 2006. Le signal de salinité est demeuré relativement constant à chaque station, à l'exception de l'île McInnes qui a vu des eaux plus salées en mai, juin et juillet qu'à tout autre temps de l'année. Trois stations (Langara, McInnes, et l'île Egg) ont vu un radoucissement des eaux de surface comparé à la moyenne à long terme.

Les niveaux de la mer côtiers: la hausse à long terme se poursuit

Bill Crawford, Pêches et Océans Canada



Le Service hydrographique du Canada surveille le niveau de la mer le long de la côte. Les graphiques à gauche montrent les écarts du niveau de la mer par rapport à la moyenne à long terme à trois ports de la C.-B. Les lignes rouges pointillées représentent les tendances linéaires pour toute la durée des données.

Ces tendances sont listées ci-dessous (en cm/siècle):

Prince Rupert	+11
Victoria	+6
Tofino	-15

Dû au mouvement tectonique, le niveau de la terre monte plus rapidement à Tofino que le niveau de la mer, ce qui a pour effet de faire baisser le niveau local de la mer à un taux de 15 cm par siècle. Le prochain tremblement de terre de la zone de subduction de Cascadia entraînera une baisse du niveau de la terre d'environ un mètre à Tofino et le long de la côte ouest de l'île de Vancouver et provoquera un tsunami important vers la côte de la C.-B.

Figure A35 Graphiques des moyennes annuelles du niveau de la mer pour trois ports de la C.-B. Les tendances linéaires pour la durée des observations sont représentées par une ligne rouge pointillée.

À l'échelle mondiale le niveau de la mer a monté d'environ 10 à 20 cm durant le 20^e siècle (=0.1 à 0.2 cm/année). Les observations satellitaires depuis 1993 indiquent une hausse de niveau planétaire de 0.3 cm par année. Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC 2007) prévoit que le niveau de la mer montera de 20 à 60 cm durant le 21^{ème} siècle (=0.2 à 0.6 cm/année) et continuera à monter durant plusieurs siècles.

Liens: [Service hydrographique du Canada](#)

Côte ouest de l'île de Vancouver Conditions océanographiques physiques

Richard Thomson et Roy Hourston, Pêches et Océans Canada

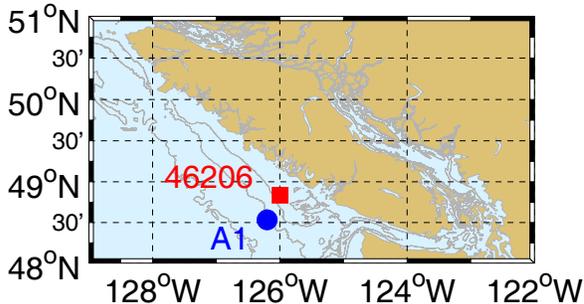


Figure A36. Emplacements du mouillage avec courantomètres A1 et de la bouée météorologique 46206.

La vitesse des courants, ainsi que la température et la salinité de l'eau, ont été continuellement mesurées au mouillage A1 depuis 1985. A1 se situe dans 500 m d'eau à 48° 32'N, 126° 12'O sur la pente continentale au large du banc La Pérouse (figure A36).

La température de surface, la vitesse du vent, ainsi que d'autres propriétés météorologiques ont été mesurées à la bouée avoisinante 46206 (48° 50'N, 126° 00'O) depuis 1988. Ces mesures nous permettent de caractériser la variabilité interannuelle des conditions météorologiques et océanographiques physiques de surface et sous-surface au large de la côte ouest de l'île de Vancouver.

Spring Transition Timing

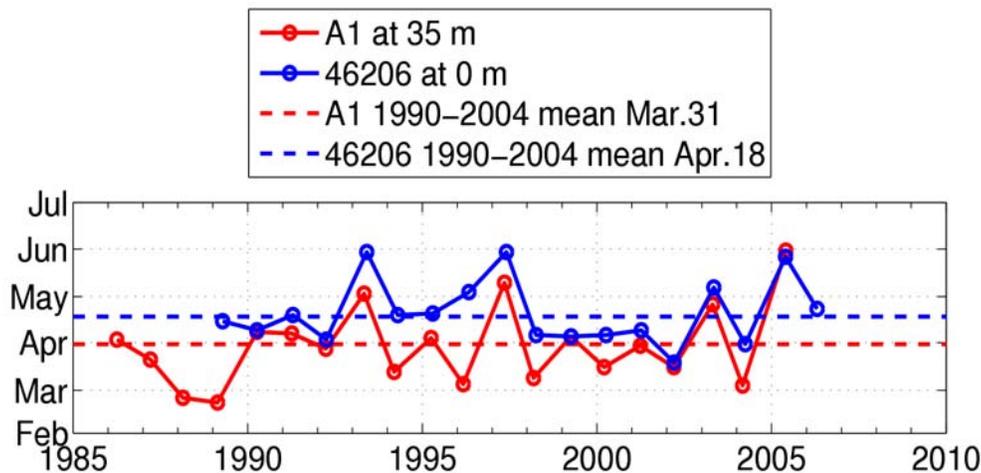


Figure A37. Synchronisation de la transition printanière avec la vitesse littorale du courant à A1 à 35 m et avec la contrainte littorale du vent à 46206. La synchronisation a été définie comme le moment où la moyenne mensuelle de la série chronologique traverse la ligne de zéro (de 'vers le pôle' à 'vers l'équateur') au printemps. Dans le cas où plusieurs traversées se produisaient durant une année, une moyenne des temps a été calculée pour obtenir une seule valeur par année.

La figure A37 montre la synchronisation de la transition printanière basée sur la vitesse littorale du courant à A1 à 35 m de profondeur et sur la contrainte littorale du vent à la bouée météorologique 46206. Ce moment indique la transition du courant de 'vers le pôle' à 'vers l'équateur' et le début de la saison printanière et estivale, biologiquement productive, de la remontée des eaux profondes. Les transitions du vent et du courant sont étroitement liées, avec le courant océanique précédant le vent d'environ deux semaines et demie en moyenne. Les années de transition tardive telle que 2005 ont été caractérisées par une production de plancton, poissons, et oiseaux pauvre ou très modifiée, tel que documenté dans des Rapports de l'État de l'Océan précédents. Selon ces données, il semble que la transition printanière des courants côtiers océaniques était près de la moyenne en 2006, un changement remarquable comparé à 2005 alors que la transition était la plus tardive de tous les records.

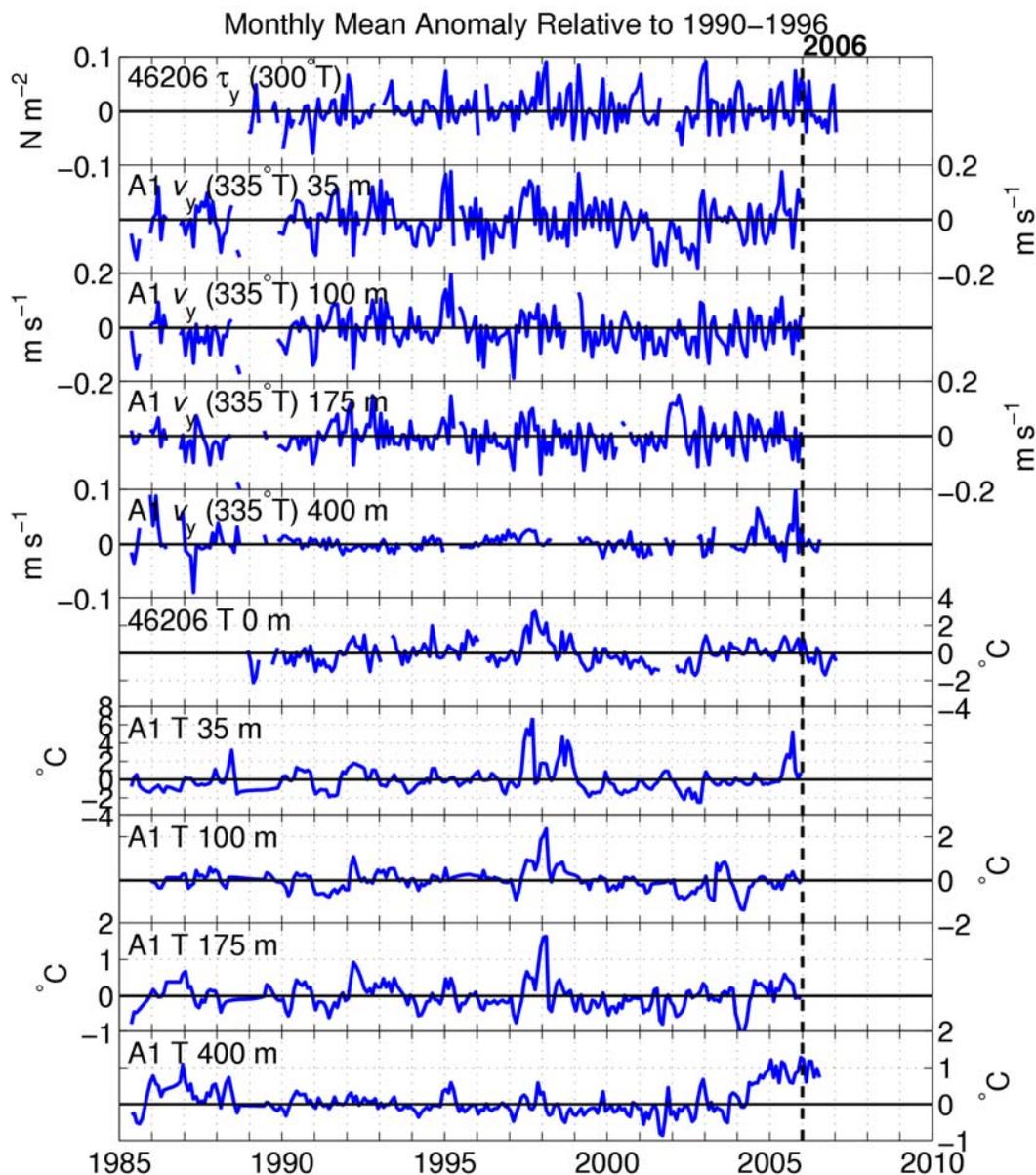


Figure A38. Anomalies moyennes mensuelles pour la contrainte littorale du vent (τ_y) à 46206, vitesse littorale (A1 v_y) à A1, et température océanique (T) à 46206 et A1.

La figure A38 présente les anomalies mensuelles de la composante littorale de la contrainte du vent et de la composante littorale de la vitesse du courant ainsi que les températures de l'eau de la surface à 400 m de profondeur pour la période 1985–2006. En 2006 les vents étaient caractérisés par une nature descendante relativement forte en hiver et une augmentation des vents ascendants en été. En janvier 2006 le mouillage A1 a été presque complètement détruit par un navire de pêche. Seules les données des instruments profonds ont été récupérées. Le début des années 2000 était caractérisé par des anomalies négatives du courant littoral (vitesses plus faibles vers le pôle et/ou plus fortes vers l'équateur, selon la saison) à 35 et 100 m, alors qu'à 175 et 400 m de profondeur les anomalies de vitesse étaient positives (plus fortes vers le pôle et/ou plus faibles vers l'équateur). Les températures se sont réchauffées à toutes les profondeurs durant 2004/05, probablement dû aux effets de El Niño, mais elles ont commencé à se refroidir de façon importante à la fin de 2006. Le faible El Niño de 2006/07 semble donner la place à des conditions La Niña.

Vives éclosions de plancton le long de la côte de la C.-B.

Jim Gower, Pêches et Océans Canada

Les eaux côtières de la C.-B. ont attiré l'attention des médias internationaux lorsque la NASA a publié une image, captée par leur satellite MODIS le 25 juin 2006, montrant une vive éclosion à grande échelle au large de l'île de Vancouver. Des échantillons recueillis du navire de la Garde côtière canadienne *John P. Tully* ont confirmé que l'éclosion était due à une espèce de Coccolithophore (phytoplancton). Les observations visuelles montrent un patron dans l'eau très dramatique. Ceci était la plus importante éclosion de ce genre jamais observée dans ces eaux.



Figure A39. Image MODIS du 25 juin 2006 en vraie couleur.

Un satellite plus ancien nommé SeaWiFS a capté des images en couleur de l'océan depuis 1997, fournissant une série de données des valeurs de concentration de phytoplancton à la surface de l'océan.

L'ensemble des données planétaires des moyennes mensuelles (page suivante) présente ces eaux claires au large de l'île de Vancouver pour le mois de juin (centre de la rangée du bas dans la figure A40a), et nous rappelle aussi que des éclosions semblables se sont produites par le passé. Cette figure montre les moyennes mensuelles de luminosité de l'eau (radiance de l'eau normalisée à 555 nm) pour chaque mois de chaque année depuis 1997 (rangée du haut) à 2006 (rangée du bas) avec une résolution spatiale d'environ 9 km. Les éclosions de juin ont été suivies par des événements semblables plus au nord en juillet. Les eaux vives d'hiver sont associées à des matériaux suspendus provenant de l'écoulement terrestre.

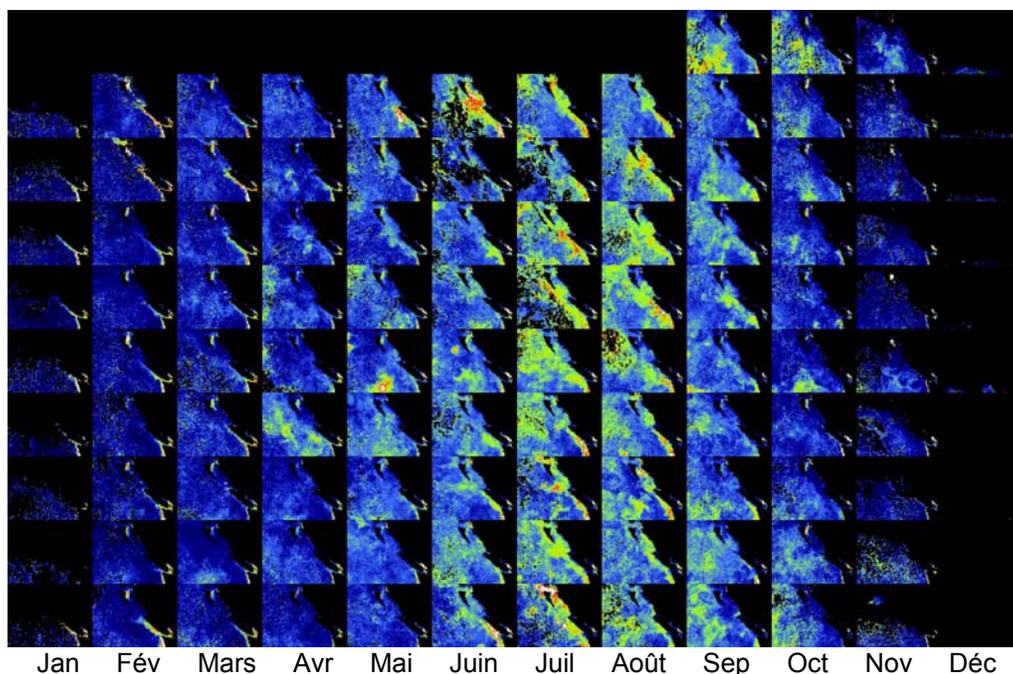


Figure A40a. Mesure mensuelle composite de SeaWiFS de la luminosité de l'eau comparant 2006 (rangée du bas) avec les données des années précédentes, jusqu'à 1997 (rangée du haut).

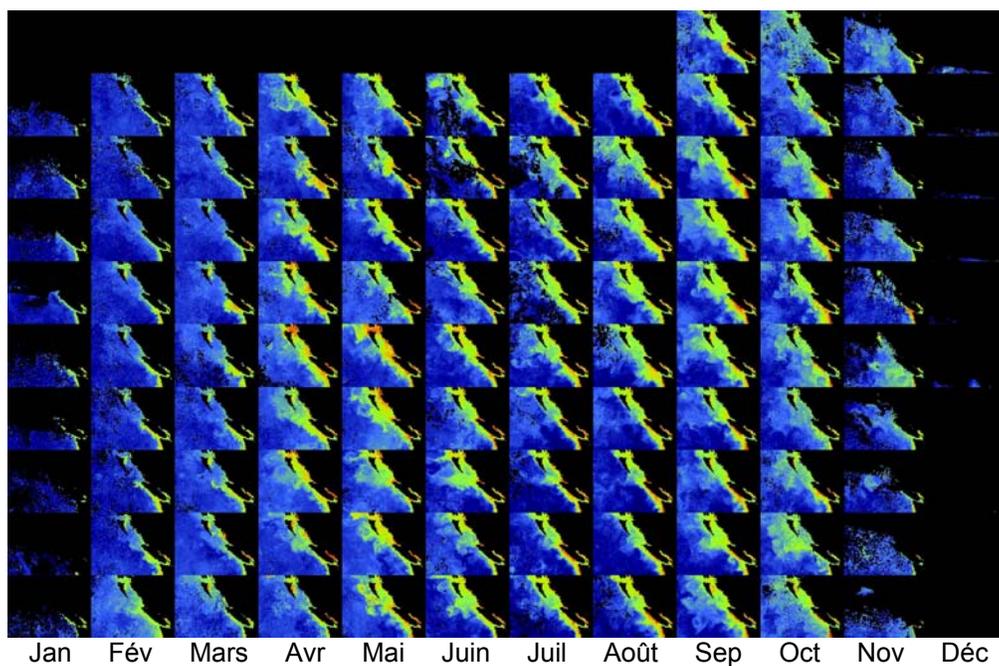


Figure A40b. Mesure mensuelle composite de SeaWiFS de la chlorophylle de surface comparant 2006 (rangée du bas) avec les données des années précédentes, jusqu'à 1997 (rangée du haut).

Les images de la figure A40b montrent les concentrations de phytoplancton. Elles indiquent un début retardé des éclosions printanières, en 2006, comparé aux années précédentes (valeurs plus faibles en avril).

Le zooplancton encore en mode 'eau chaude' au large de l'île de Vancouver, malgré un refroidissement en 2006

David Mackas, Moira Galbraith, Steven Romaine, Pêches et Océans Canada

Les conditions environnementales de l'océan telles que la température de l'eau, la stratification, la disponibilité des nutriments, et la productivité et composition des biocénoses de zooplancton varient toutes fortement selon plusieurs échelles temporelles: saisonnières, 1-2 ans (e.g. El Niño), 4-20 ans (régimes décennaux), ainsi que des tendances et fluctuations à beaucoup plus longues échelles (réchauffement planétaire anthropogénique ou cycles naturels des glaciations). Quoique la plupart des biotes océaniques soient bien adaptés aux variations escomptées avec le cycle saisonnier, les déviations interannuelles par rapport aux conditions normales sont moins prévisibles et peuvent sévèrement affecter les cycles de la vie, la croissance, la survie et le succès de reproduction. Durant la dernière décennie, les températures de surface de l'océan anormalement chaudes (comparées aux normes historiques) ont été fréquentes dans le Pacifique Nord-Est, dû à la superposition de fluctuations de El Niño et de régimes en phase chaude sur une tendance continue au réchauffement à l'échelle mondiale. Les températures chaudes ont des effets directs sur le biote, en plus d'être corrélées à d'autres facteurs environnementaux écologiques importants: forte stratification verticale, résistance au mélange par les vents et à la remontée des eaux profondes, apport réduit de nutriments des eaux profondes, productivité de plancton réduite, et des anomalies de transport et migration vers le pôle. Tous ces facteurs sont généralement accompagnés par une réduction de croissance et de survie des espèces résidentes et une augmentation du nombre de compétiteurs et prédateurs d'eau chaude, ce qui entraîne des changements dans la composition des biocénoses et dans le réseau trophique. La surveillance des conditions océaniques récentes peut fournir un indice précurseur pour le recrutement ultérieur des poissons puisqu'une grande partie de la variation d'année en année des taux de survie marine semble être concentrée aux premiers stages de survie (pour le saumon : dans leur année de migration vers la mer).

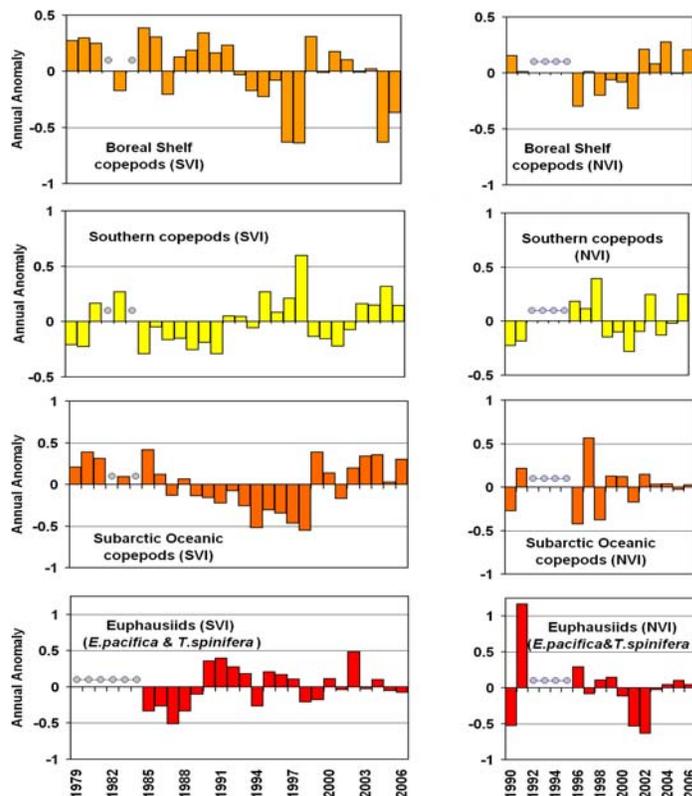


Figure A41. Série chronologique d'anomalies pour quatre groupes d'espèces importantes de zooplancton crustacé.

Le panneau de gauche représente les données du sud de l'île de Vancouver (relatives à la moyenne du cycle saisonnier de 1979 à 1991, puis centrées à la moyenne zéro de 1979 à présent).

Le panneau de droite présente les données du nord de l'île de Vancouver (cycles saisonniers de 1990 à 2001). Les cercles indiquent les années où peu ou pas de données étaient disponibles.

Une série chronologique d'échantillonnage de zooplancton est effectuée sur la plateforme continentale et la haute mer adjacente de l'île de Vancouver de 3 à 6 fois par année. La région australe de l'île de Vancouver (SVI, 48°-49°N) a été échantillonnée depuis 1979 (méthodes et localisations normalisées depuis 1985), et la région boréale de l'île de Vancouver (NVI, 50°-51.5°N) depuis le début des années 1990 (méthodes et localisations normalisées depuis 1996). Cette longue série chronologique nous permet d'évaluer les anomalies annuelles de la plupart des espèces majeures de zooplancton relativement à la moyenne de référence à long terme du cycle annuel saisonnier. Mackas, Thomson et Galbraith (2001) fournissent des descriptions détaillées des méthodes d'échantillonnage et des méthodes analytiques des données.

La figure A41 représente les anomalies annuelles moyennes de biomasse calculées perpendiculairement à la côte pour quatre groupes d'espèces importantes de crustacés (le panneau de gauche est pour SVI, le panneau de droite présente les séries chronologiques plus courtes pour NVI). Les anomalies de zooplancton sont logarithmiques: une anomalie annuelle de +1 indique que le zooplancton était en moyenne dix fois plus nombreux que la moyenne dans cette région durant le cycle saisonnier; -1 indique qu'il l'était dix fois moins. Les anomalies de biomasse et de compositions du zooplancton de la côte ouest sont corrélées positivement dans la plus grande partie du système du courant de la Californie (Mackas *et al.* 2006). Durant presque toute la décennie de 1990, il y a eu un changement important et cumulatif vers une faune plus 'australe' de copépodes et une diminution de l'abondance des copépodes résidents habituels (boréals subarctiques au large de l'île de Vancouver). Cette tendance s'est renversée brutalement en 1999 à la suite des événements El Niño-La Niña de 1997-1999. De 1999 à 2002, alors que les températures de la surface de l'océan étaient relativement froides dans le Pacifique Nord-Est, la biomasse et la composition des biocénoses de zooplancton le long de la marge continentale de l'île de Vancouver étaient semblables à la période de référence de 1979-1991. Le réchauffement a cependant repris de 2003 à 2005, et les anomalies de zooplancton dans la région SVI sont progressivement revenues à un mode 'eau chaude' où plusieurs des espèces de copépodes d'origine 'australe' étaient significativement plus abondantes que la moyenne et les copépodes 'boréals' résidents moins abondants qu'en moyenne. Des déplacements vers le nord ont été remarqués dans d'autres groupes de zooplancton, spécialement dans les chétognathes, où le chétognathe boréal précédemment dominant (*Parasagitta elegans*) a été presque complètement remplacé en 2004-2005 par le *Parasagitta euneritica* résidant dans le courant de Californie. En 2006, malgré un retour à des conditions océaniques plus froides, le zooplancton du SVI a gardé une forte influence des compositions de biocénoses australes.

La réduction en biomasse et en abondance des copépodes 'subarctiques océaniques' (*Neocalanus* spp.) a été moins excessive que durant la fin des années 1990. Le réchauffement récent a cependant été accompagné d'un changement du temps de l'année où ces copépodes sont le plus abondants (figure A42). Ces larges copépodes forment la majeure partie de la biomasse de zooplancton dans le Pacifique subarctique océanique, et leur cycle annuel comprend une brève saison de croissance du printemps au début de l'été suivie du départ de la surface vers une grande profondeur (entre 400 et 1500 m). Le maximum annuel de biomasse, et par le fait même la disponibilité de nourriture pour les prédateurs de la surface de l'océan est donc brève (de 3 à 4 semaines) et se produit juste avant le début de cette période de dormance.

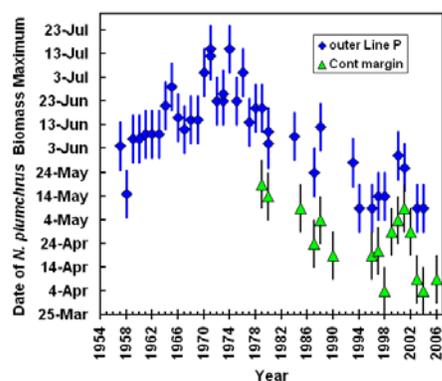


Figure A42. Changement saisonnier du maximum de biomasse pour le copépode subarctique océanique dominant *Neocalanus plumchrus* (mise à jour de Mackas *et al.* 1998)

Les maxima précoces sont fortement associés à des températures de surface de l'océan élevées durant la saison de croissance printanière.

Le maximum de biomasse et le début de la dormance se produisent tôt dans l'année si la température printanière de la surface de l'océan est élevée, et tard si l'eau est froide. Les années 2003 à 2006 étaient parmi les plus précoces observées, autant le long de la marge continentale de l'île de Vancouver que dans la zone de circulation de l'Alaska (les études faites avec le compteur continu de plancton du Pacifique Nord ont montré des résultats similaires).

Une analyse récente (Mackas, Batten et Trudel, 2007; résumé dans le Rapport sur l'État de l'Océan 2006) a utilisé une ordination à plusieurs variables pour étudier la covariance entre la composition du zooplancton et les anomalies de synchronisation, les indices de température de surface à échelle locale et à grande échelle, ainsi que le 'succès' des espèces prédatrices (croissance et survie marine du saumon coho de haute mer; recrutement de la morue charbonnière; succès de reproduction des oiseaux de mer). La variabilité de toutes ces séries de données est fortement projetée sur un axe à une composante (ce qui peut s'interpréter sans rigueur comme un gradient de 'froid et productif' à 'chaud et improductif'). La figure A43 montre une mise à jour de cette série de données d'indices pour cette composante principale.

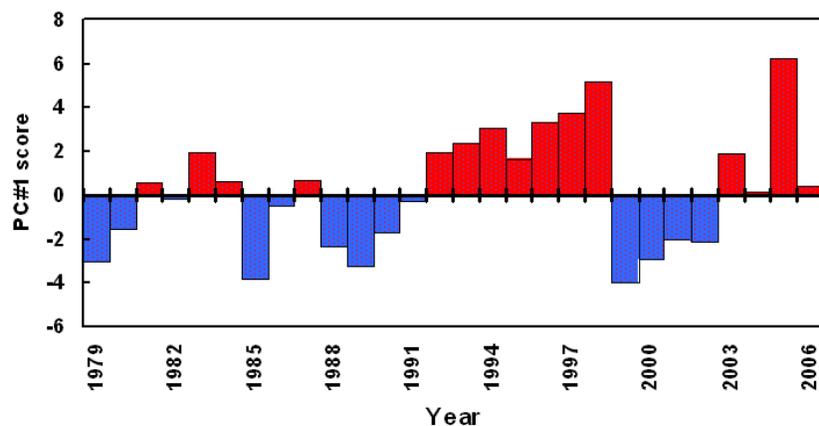


Figure A43. Indice annuel pour CP#1 de zooplancton-température-prédateur. Bleu indique les températures froides et les conditions favorables pour la plupart du zooplancton et des prédateurs endémiques, rouge indique les conditions chaudes et favorables aux copépodes du sud mais non favorables pour le zooplancton et les prédateurs endémiques.

L'indice de la CP de la figure A43 suggère que 2005 était une année très difficile pour la productivité et la survie de plusieurs espèces endémiques (comparable au El Niño de 1998). L'indice composé pour 2006 était près de la moyenne à long terme, mais il comprend un message confus de conditions environnementales froides et de patron 'chaud' pour le zooplancton.

Sources et contacts pour information additionnelle:

D. Mackas, M. Galbraith, et S. Romaine, Institut des sciences de la mer.

Références

- Mackas, D.L., S. Batten, et M. Trudel. 2007 en impression. Effects on zooplankton of a warming ocean: recent evidence from the North Pacific. *Progr. Oceanogr.*
- Mackas, D. L., W. T. Peterson, M. D. Ohman, et B. E. Lavanigos 2006, Zooplankton anomalies in the California Current system before and during the warm ocean conditions of 2005, *Geophys. Res Lett.*, 33, L22S07, doi:10.1029/2006GL027930.
- Mackas, D.L., R. Goldblatt et A.J. Lewis. 1998. Interdecadal variation in developmental timing of *Neocalanus plumchrus* populations at Ocean Station P in the subarctic North Pacific. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55:1878-1893.
- Mackas, D.L., R.E. Thomson et M. Galbraith. 2001. Changes in the zooplankton community of the British Columbia continental margin, and covariation with oceanographic conditions, 1985-1998. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 685-702.

Euphausiacés et merlu sur la côte ouest de l'île de Vancouver: moins de nourriture pour les saumons kéta et rouges, et plus de prédation/compétition du merlu

Ron Tanasichuk, Pêches et Océans Canada

Une de nos activités de recherche vise à évaluer de façon simultanée l'influence des stocks, de la nourriture, et de la prédation sur la productivité du hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*), du saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*), du saumon rouge (*O. nerka*), et du saumon kéta (*O. keta*) le long de la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV). Une analyse de leur régime alimentaire indique que le hareng et le saumon coho préfèrent se nourrir de l'euphausiacé *Thysanoessa spinifera* (aussi appelé krill) et qu'ils choisissent des proies de plus de 17 et 19 mm respectivement. Le saumon rouge préfère les *T. spinifera* qui mesurent entre 3 et 5 mm et le saumon kéta préfère les individus entre 3 et 4 mm. La série chronologique de la biomasse de *T. spinifera* entre 1991 et 2006 est présentée à la figure A44 à la page suivante. La biomasse de *T. spinifera* est demeurée basse en 2006. Le merlu du Pacifique (*Merluccius productus*) domine la biomasse pélagique durant l'été et est considéré comme étant le plus important prédateur. Cette espèce peut aussi être en compétition puisque *T. spinifera* est une proie essentielle. Le recrutement du merlu, pour la classe d'âge de 1999 et par rapport à l'estimation des poissons qui étaient âgés de +2, était inférieur par seulement 10% par rapport aux recrutements observés entre 1972 et 2005. En 2004, le merlu de cette classe d'âge avait tellement profité qu'il a pu commencer à manger d'autres poissons. Les résultats des relevés hydroacoustiques suggèrent que la biomasse du merlu piscivore (qui mange du poisson) est demeurée relativement grande et que la biomasse totale du merlu augmentait.

Le recrutement du hareng (production de nouveaux géniteurs) varie en fonction du stock, de la biomasse de *T. spinifera* et/ou des effets de la biomasse de merlu. Les variations de recrutement pour le hareng boréal (îles de la Reine-Charlotte, côte nord, côte centrale) résultent des conséquences des effectifs du stock et de la compétition avec le merlu durant la deuxième année de vie du hareng. Pour les harengs du détroit de Géorgie, le recrutement varie selon les effectifs de stock et la prédation du merlu alors que, encore jeunes de l'année, ils se déplacent vers les aires d'alimentation au large de la COIV. La variabilité du recrutement du hareng de la COIV est due aux variations de la biomasse de *T. spinifera* et la compétition avec le merlu lorsque les harengs sont dans leur première année. La variabilité de la biomasse de *T. spinifera* aide aussi à expliquer les changements de croissance du hareng de la COIV ainsi que les variations de mortalité naturelle des harengs adultes pour la COIV et le détroit de Géorgie. La variabilité du retour du saumon coho sauvage est influencée par la production des saumoneaux et par la variabilité de la biomasse de *T. spinifera*. La variabilité du retour du saumon rouge de la baie Barkley (lacs Sproat et Great Central) et de la côte centrale (lacs Oweekeno et Long) peut s'expliquer par les variations de la biomasse de *T. spinifera* tôt dans leur vie en mer. La production du saumon kéta, telle que répertoriée par le retour des poissons âgés de 4 et 5 ans à l'écloserie de la rivière Nitinat, est principalement influencée par la biomasse du merlu, mais la biomasse de *T. spinifera* influence le retour des poissons de 3 ans. La dynamique des populations d'euphausiacés est assez complexe qu'une estimation de la biomasse de la proie spécifique à un prédateur doit être effectuée. En 2006, les biomasses de proies pour les saumons coho et pour le hareng étaient près des valeurs moyennes, et la troisième plus basse valeur de la série de données pour les saumons rouge et kéta.

Les conséquences anticipées des niveaux de la biomasse des proies et des prédateurs pour 2006 sont les suivantes :

- Hareng: le recrutement à tous les stocks principaux de la C.-B. devrait continuer à diminuer en 2008 à cause de l'effet de la prédation/compétition du merlu, la croissance des harengs de la COIV devrait continuer à s'améliorer et le taux de mortalité naturelle des adultes de la COIV et du détroit de Géorgie devrait diminuer;

- Saumon coho sauvage de la COIV: on prévoit une survie en mer d'environ 3% pour l'année de retour 2007 en raison de la production réduite de saumoneaux, même si la disponibilité de nourriture a augmenté pour la classe d'âge de 2006;
- Saumon rouge de la baie Barkley et de la côte centrale: les retours en 2007 et 2008 devraient être faibles dû à une faible biomasse d'euphausiacés durant la classe d'âge de 2005 et 2006.
- Saumon kéta de l'écloserie de la rivière Nitinat: les retours devraient diminuer de façon marquée à partir de 2007 à cause de la prédation par le merlu.

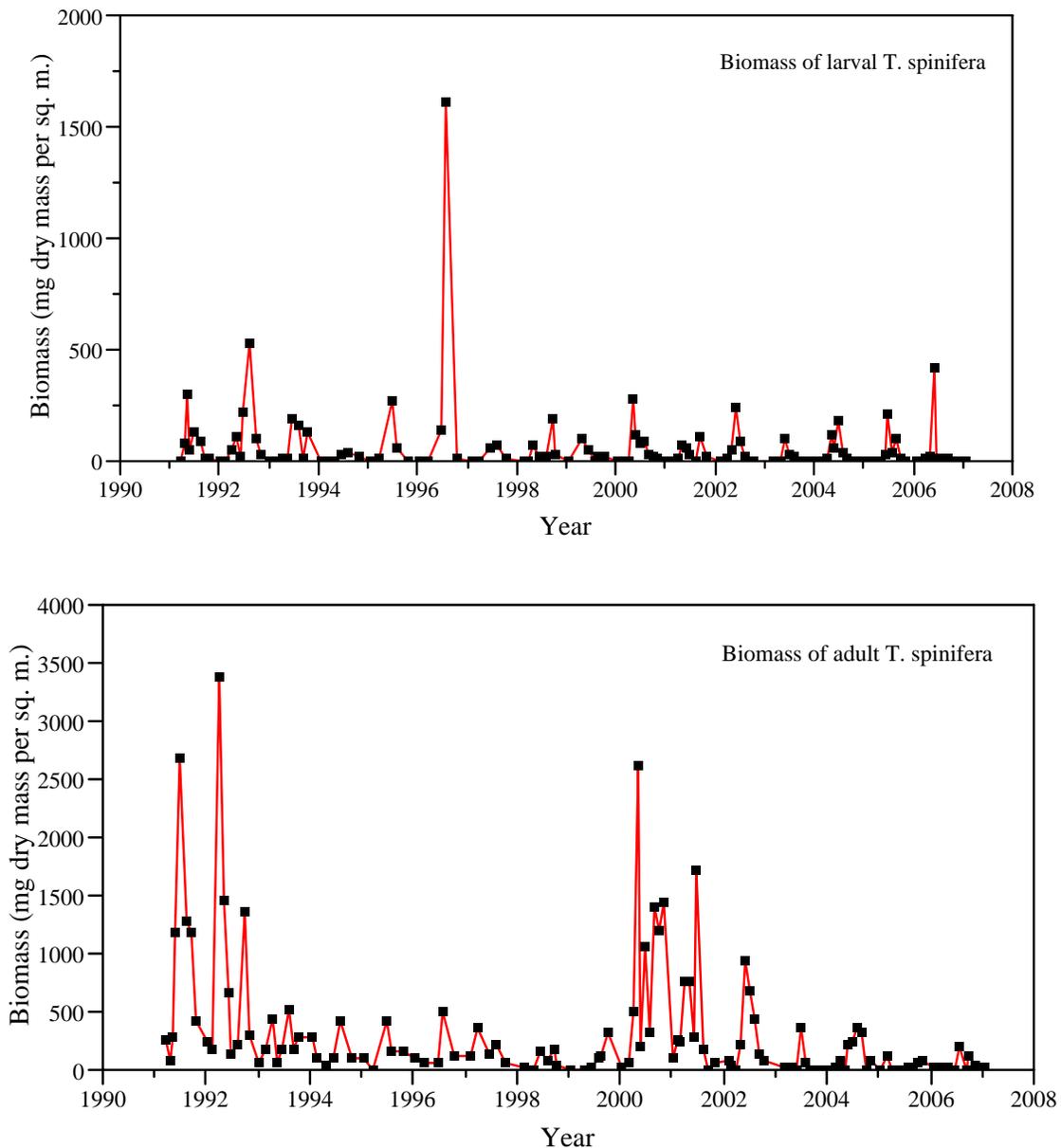


Figure A44. La série chronologique de la biomasse de **larves** (tableau supérieur, <10 mm) et d'**adultes** (tableau inférieur, > 9 mm) *T. spinifera* de 1991 à 2006. En 2006, les biomasses médianes des larves et des adultes étaient respectivement les 3^e et 2^e plus basses de toute la série chronologique; la biomasse larvaire a augmenté de 25% et la biomasse adulte a diminué de 37 % par rapport à 2005.

Les relevés au chalut de fond à petites mailles : biomasse de crevettes toujours faible, et déclin d'autres espèces indicatrices en 2006

Ian Perry et Jim Boutillier, Pêches et Océans Canada

Des relevés au chalut de fond à petites mailles (visant les crevettes roses lisses *Pandalus jordani*) ont été effectués en mai depuis 1973. Le relevé de 2006 a montré que la biomasse de *Pandalus jordani* au large de la côte centrale de l'île de Vancouver était faible et semblable à celles de 2004 et 2005. La réaction des crevettes roses aux conditions chaudes de l'océan depuis 2003 est semblable à leur réaction durant les chaudes années 1990. Le relevé a montré que la biomasse des espèces d'eau chaude (merlu du Pacifique) et des espèces d'eau froide (telle la goberge de l'Alaska), ainsi que de la sole anglaise, de la plie à grande bouche, du flétan du Pacifique et du chien de mer ont décliné de la biomasse maximale presque record (pour quelques espèces) observée en 2005. **Ces résultats suggèrent une continuité dans les conditions d'eau chaude qui étaient présentes en 2005 par rapport aux conditions d'eau plus froide de 1999 à 2002.** De plus, les indices de diversité (non montrés) indiquent que la biomasse des taxons de 31 vertébrés et invertébrés était concentrée dans un nombre moins élevé de taxons en 2005 et 2006 comparé à 1997-2004.

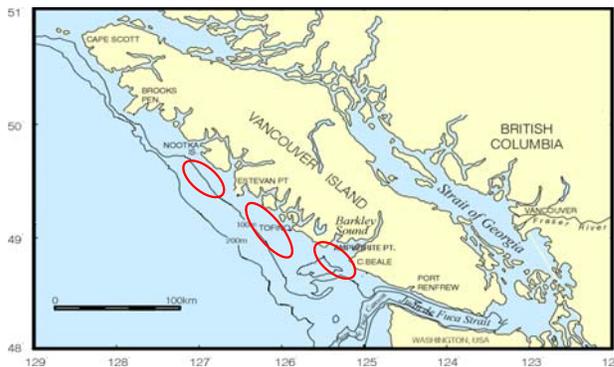
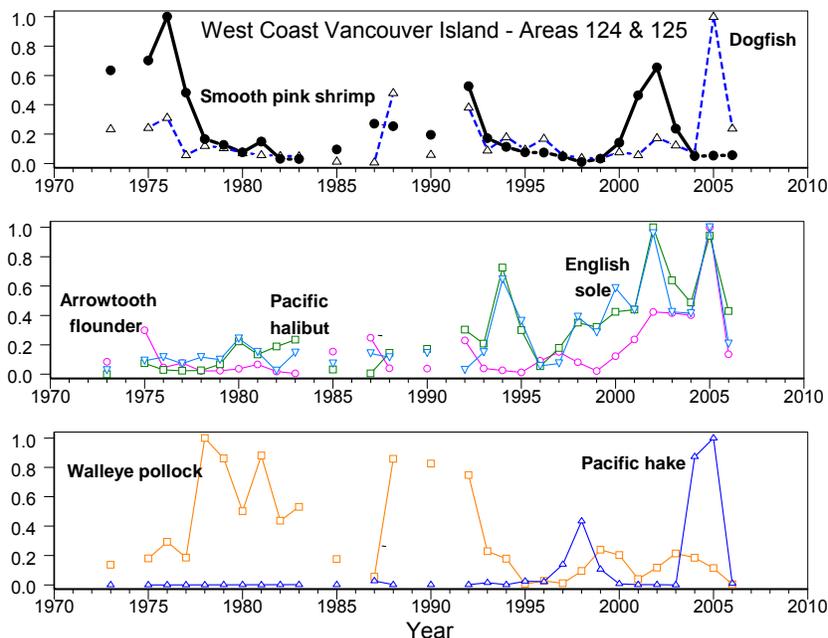


Figure A45 (à gauche) Carte indiquant les 3 principaux champs de pêche aux crevettes (*Pandalus jordani*) au large de l'île de Vancouver (ovales rouges). Le champ de pêche de Nootka (aire 125) et Tofino (aire 124) sont les ovales au nord et au milieu respectivement.

Figure A46 (en bas): Série chronologique des captures normalisées (par rapport à la biomasse maximale) de la crevette lisse, du chien de mer, du flétan du Pacifique, de la plie à grande bouche, de la sole anglaise, du merlu du Pacifique et de la goberge de l'Alaska.



Reproduction des oiseaux de mer sur l'île Triangle en 2006: Début et succès près des moyennes à long terme

Mark Hipfner, Environnement Canada

Information générale au sujet de l'île Triangle et histoire naturelle des espèces

Les oiseaux de mer peuvent être des indicateurs efficaces de l'état des écosystèmes marins puisqu'ils se rassemblent pour se reproduire et comme groupe sont des prédateurs d'organismes appartenant à tous les niveaux trophiques (du zooplancton jusqu'au poisson). Le succès de la reproduction de l'oiseau marin est étroitement lié à la disponibilité des espèces primordiales de proie et en conséquence, peut varier considérablement d'une année à l'autre, selon les conditions océaniques. L'île Triangle (50°52'N, 129°05'O), qui fait partie des îles Scott au large de la pointe nord de l'île de Vancouver, accueille la plus grande et la plus diverse colonie d'oiseaux de mer de la côte de la Colombie-Britannique. Depuis 1994, les chercheurs du Centre de l'écologie de la faune (un partenariat du Service canadien de la faune et de l'Université Simon Fraser), ont visité l'île Triangle entre la fin mars et la fin août pour recueillir des données chronologiques annuelles sur la démographie et l'écologie des oiseaux de mer. Nous présentons ici un compte rendu des principaux indicateurs de la reproduction des oiseaux de mer à l'île Triangle en 2006 et présentons ces résultats dans le contexte des données chronologiques recueillies entre 1994 et 2005.

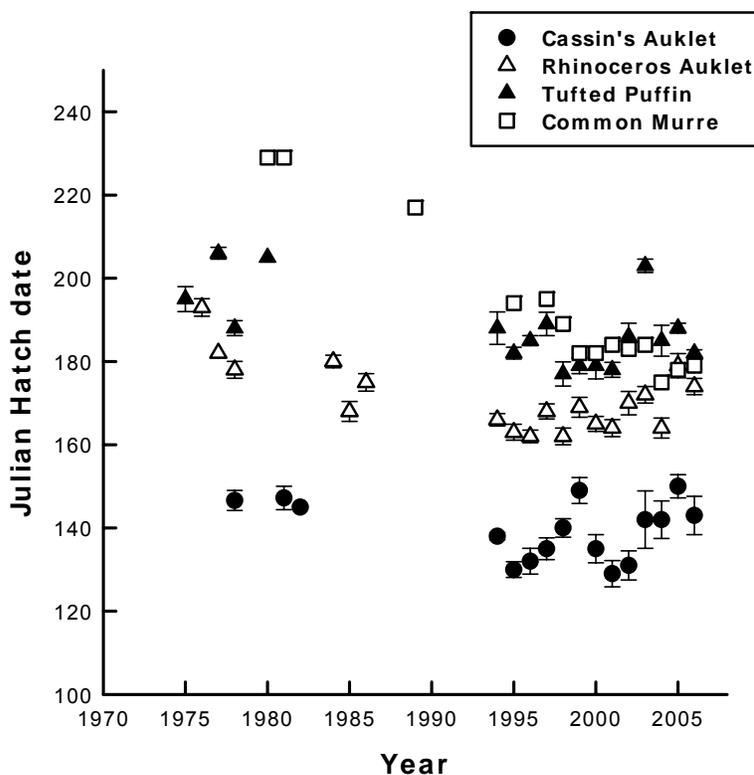


Figure A47.

Période de reproduction pour les oiseaux de mer de l'île Triangle, Colombie-Britannique, 1975-2006.

Les symboles représentent les dates moyennes d'éclosion et les intervalles de confiance à 95% pour les stariques de Cassin, les macareux rhinocéros et les macareux huppés, ainsi que les dates où les oisillons du guillemot marmette ont été vus pour la première fois dans leurs nids.

Le début de la reproduction était près des moyennes à long terme pour toutes les espèces sauf pour le guillemot marmette qui continue à se reproduire plus tôt.

Période de reproduction

La période de reproduction avienne semble être déterminée principalement par l'état de la femelle avant et pendant la période de formation de l'oeuf, ceci étant relié à la disponibilité de nourriture en début de saison. En général, la période de reproduction des alcidés était près de la moyenne à long terme, comparée aux années passées (figure A47). La seule exception était le guillemot marmette, une espèce qui continue à être précoce. Il semble que les conditions d'approvisionnement étaient normales au début de la saison 2006.

Succès de reproduction

Toutes les espèces d'oiseaux de mer ont connu une saison de reproduction près des moyennes à long terme à l'île Triangle en 2006. Pour nos deux espèces principales, le succès en 2006 était aussi près des valeurs prédites à partir des températures de surface de la mer enregistrées à l'île Pine en mars 2006 (stariques de Cassin) ou en avril 2006 (macareux rhinocéros) (figure A48). Cependant, la nourriture apportée aux oisillons était faible en espèces supposées être leur préférées: le copépode *Neocalanus cristatus* pour les stariques de Cassin (les euphausiacés étaient plus nombreux que normal dans leur diète en 2006), et le lançon du Pacifique pour les macareux rhinocéros (ce dernier connaît une baisse continue depuis sept ans). Dans l'ensemble, 2006 était une année très moyenne pour les oiseaux de mer de l'île Triangle.

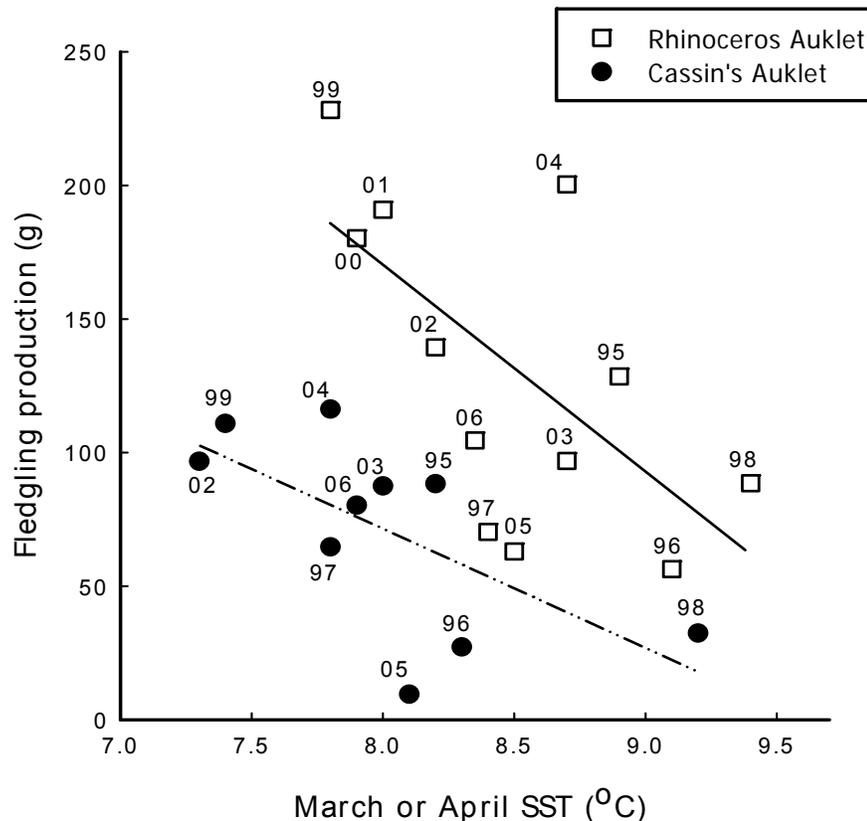


Figure A48. L'effet de la température de surface de la mer en avril, selon les données de la station du phare de l'île Pine (50°35'N 127°26'O), sur les stariques de Cassin et les macareux rhinocéros qui se reproduisent sur l'île Triangle en Colombie-Britannique, de 1994 à 2006. La production de jeunes à l'envol est calculée comme suit: succès d'éclosion * % du succès d'envol des jeunes * masse moyenne des jeunes à l'envol; en d'autres mots, la masse moyenne des jeunes à l'envol par œuf pondu.

Liens : [Réserve de faune marine de l'archipel des îles Scott](#).
[Secteurs de surveillance des oiseaux de mer sur les côtes de la C.-B.](#)
 Oiseaux de mer dans le Rapport sur l'état de l'océan 2005 (Page 50)
 Contact à Environnement Canada : [Mark Hipfner](#)

Petits poissons pélagiques

Jake Schweigert, Pêches et Océans Canada

Côte ouest de l'île de Vancouver

L'abondance de hareng le long de la côte ouest de l'île de Vancouver a diminué de 1977 jusqu'à présent à des niveaux jamais observés depuis la fin des années 1960. L'abondance de 2006 a décliné de façon importante depuis l'année 2005, continuant la tendance à la baisse. Les températures océaniques chaudes semblent être associées à un mauvais recrutement pour le hareng (à l'opposé des stocks de harengs dans le détroit de Géorgie), et à une augmentation de la biomasse estivale des prédateurs. Outre la prédation, les conditions océaniques (température) semblent se réchauffer, ce qui entraîne une pauvre survie des harengs qui pourrait résulter en un recrutement de stocks qui continue de diminuer en 2007 et 2008.

Les sardines sont revenues dans les eaux du sud de l'île de Vancouver en 1992 après une absence de 45 ans et ont étendu leur aire de distribution vers le nord le long de la côte ouest de l'île de Vancouver, le détroit Hécate et l'entrée Dixon en 1998. Le fraie des sardines a été observé le long de la côte ouest de l'île de Vancouver en 1997 et 1998. En 2006 les sardines sont arrivées dans les eaux canadiennes à la fin de juin. Elles étaient présentes plus au grand large qu'en 2005 et se concentraient au nord de l'île de Vancouver dans le sud du détroit Hécate et du détroit de la Reine-Charlotte. La classe d'âge de 2003, exceptionnellement abondante, continue d'être un facteur important de la distribution d'envergure des petites sardines dans toute la région.

Côte nord

La biomasse exploitable de hareng de la côte nord est un amalgame de stocks migratoires des régions des îles de la Reine-Charlotte, de Prince Rupert et de la côte centrale. Le recrutement du stock de la Reine-Charlotte a décliné durant la dernière décennie, résultant en une faible abondance, alors que le recrutement des stocks de Prince Rupert et de la côte centrale a été généralement bon, dû à des classes d'âge sporadiques très fortes. Tout indique qu'en 2003 la classe d'âge était faible dans les trois régions suivant la classe d'âge moyenne de 2002 ce qui a entraîné un déclin dans l'abondance par rapport à l'année précédente.

Détroit de Géorgie

Les conditions de survie et le recrutement du hareng ont été exceptionnellement bons dans le détroit de Géorgie durant la dernière décennie. L'abondance de harengs a atteint un record historique en 2003 à plus de 150 000 tm, dépassant l'ancien record de 1955. La classe d'âge de 2003 semble cependant être la plus faible de la dernière décennie ce qui a entraîné une baisse d'abondance importante en 2006. Malgré tout, le récent recrutement très fort devrait maintenir les stocks à un niveau assez élevé à court terme.

Petits poissons pélagiques: analyse détaillée

Hareng

Depuis environ 1977, le recrutement du hareng au large de la côte ouest de l'île de Vancouver a été généralement mauvais, parsemé de quelques bonnes classes d'âges (figure A49). Il en est résulté un déclin de la productivité des stocks de hareng le long de la côte ouest de l'île de Vancouver depuis le début des années 1980 (figure A49). Les recherches ont montré que le recrutement de hareng de cette région tend à être négativement corrélé à la température indiquant probablement: 1) des mauvaises conditions d'alimentation pour les larves de hareng et les juvéniles durant leur première saison de croissance; et 2) une augmentation générale du taux de mortalité des larves et des juvéniles, due à une augmentation de l'intensité de la prédation par les invertébrés et les poissons dans les aires de croissance durant les années chaudes. Des études mesurant le taux de prédation confirment que la corrélation négative entre le recrutement de hareng et la biomasse de merlu pourrait être due à la prédation. Les conditions océaniques se sont réchauffées durant les dernières années affectant la survie du hareng en 2004 et 2005, ce qui pourrait résulter en baisses continues de recrutement pour les stocks de 2007 et 2008.

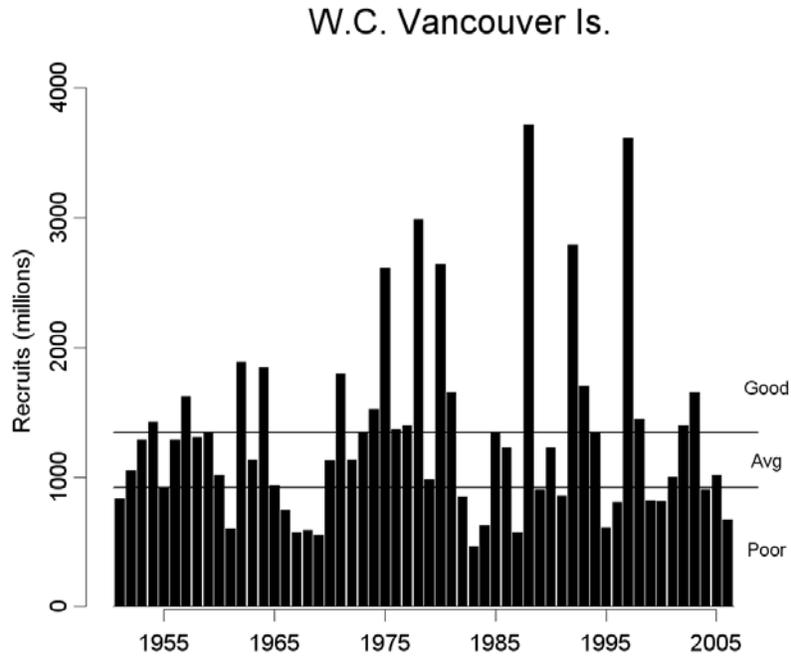


Figure A49. Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement des stocks de hareng pour la côte ouest de l'île de Vancouver. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées. Notez que six des dix derniers recrutements ont été 'faibles'.

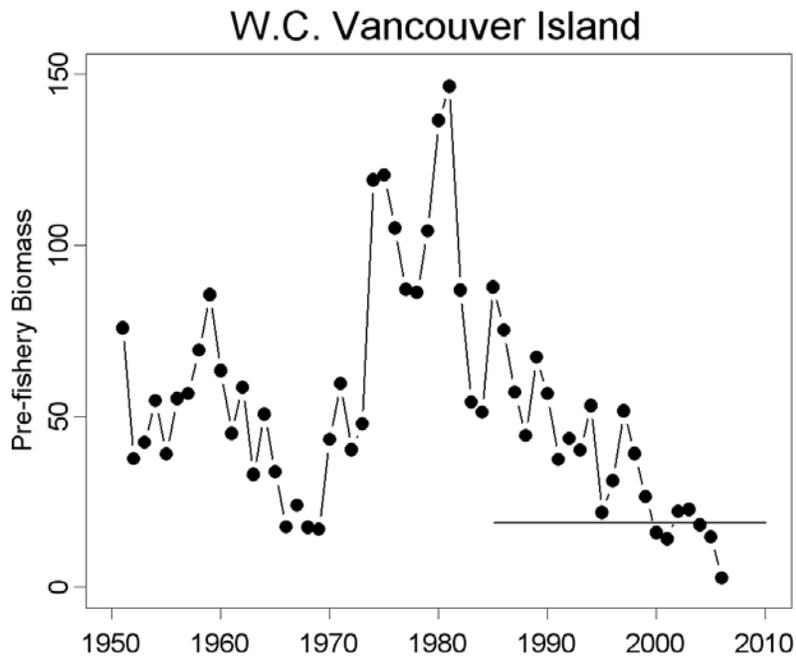


Figure A50. Abondance de hareng (en milliers de tonnes) pour la côte ouest de l'île de Vancouver.

Sardine du Pacifique

La sardine du Pacifique est une espèce migratoire et lorsque la population est robuste et que les conditions océaniques sont favorables, les sardines migrent vers la Colombie-Britannique en été pour se nourrir. La plupart de ces immigrants estivaux retournent dans les eaux au large de la côte centrale et de la côte sud de la Californie en automne pour frayer. La pêche à la sardine s'est effondrée sans signes annonciateurs dans les eaux canadiennes en 1947 et au large de la Californie en 1950 dû à des conditions environnementales hostiles. Après une absence de 45 ans des eaux de la Colombie-Britannique, les sardines sont revenues au large de la côte ouest de l'île de Vancouver en 1992. De 1992 à 1996 leur distribution se limitait à la portion sud de l'île de Vancouver. En 1997, leur présence s'est étendue vers le nord et en 1998 les sardines peuplaient les eaux à l'est des îles de la Reine-Charlotte dans le détroit Hécate jusqu'à l'entrée Dixon. Le fraie des sardines a été observé le long de la côte ouest de l'île de Vancouver en 1997 et 1998. À la suite d'un événement La Niña en 1999, la distribution des sardines s'est encore une fois déplacée vers le sud. En 2006, les sardines sont revenues dans les eaux canadiennes à la fin de juin et étaient répandues au grand large et surtout au nord de l'île de Vancouver dans le sud du détroit Hécate et dans le détroit de la Reine-Charlotte. L'inventaire américain le plus récent suggère que l'abondance tout le long de la côte a été stable depuis le milieu des années 1990 à juste au-dessus de 1 million de tonnes (figure A51).

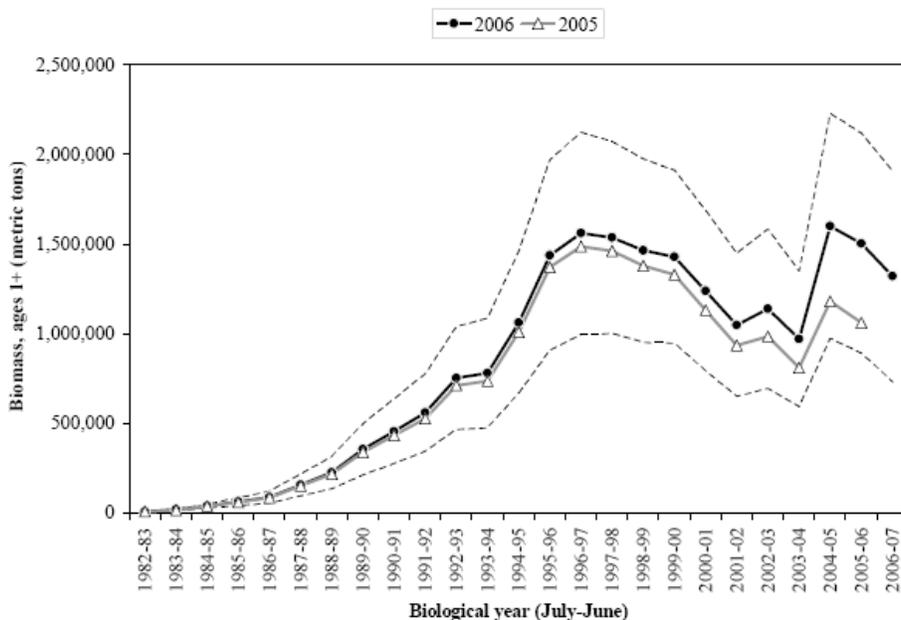


Figure A51. Série chronologique de la biomasse des stocks de sardine du Pacifique âgées d'un an et plus, estimée par un modèle d'inventaire de stocks basé sur l'âge (données de Hill et al. 2005).

Hareng dans le détroit Hécate

La biomasse exploitable de hareng dans la région du détroit Hécate est un amalgame des trois stocks migrateurs principaux des îles de la Reine-Charlotte, de Prince Rupert et de la côte centrale. Durant la dernière décennie, l'abondance des îles de la Reine-Charlotte a été faible, alors que l'abondance pour Prince Rupert et la côte centrale est demeurée à un sain niveau (figure A52). Le niveau de recrutement pour les îles de la Reine-Charlotte a décliné (figure A52) avec seulement trois des dix dernières classes d'âge au-dessus de la moyenne, alors que les stocks de Prince Rupert ont eu un bon recrutement au moins aux quatre ans depuis 1980. Le recrutement des stocks de la côte centrale a été moins régulier mais les 'bonnes' années de classes d'âge étaient en fait très fortes. Tout indique que le plus récent recrutement pour la classe d'âge de 2003 est faible ce qui a entraîné des baisses dans les stocks de Prince Rupert et de la côte centrale, alors que les stocks des îles de la Reine-Charlotte sont demeurés stables.

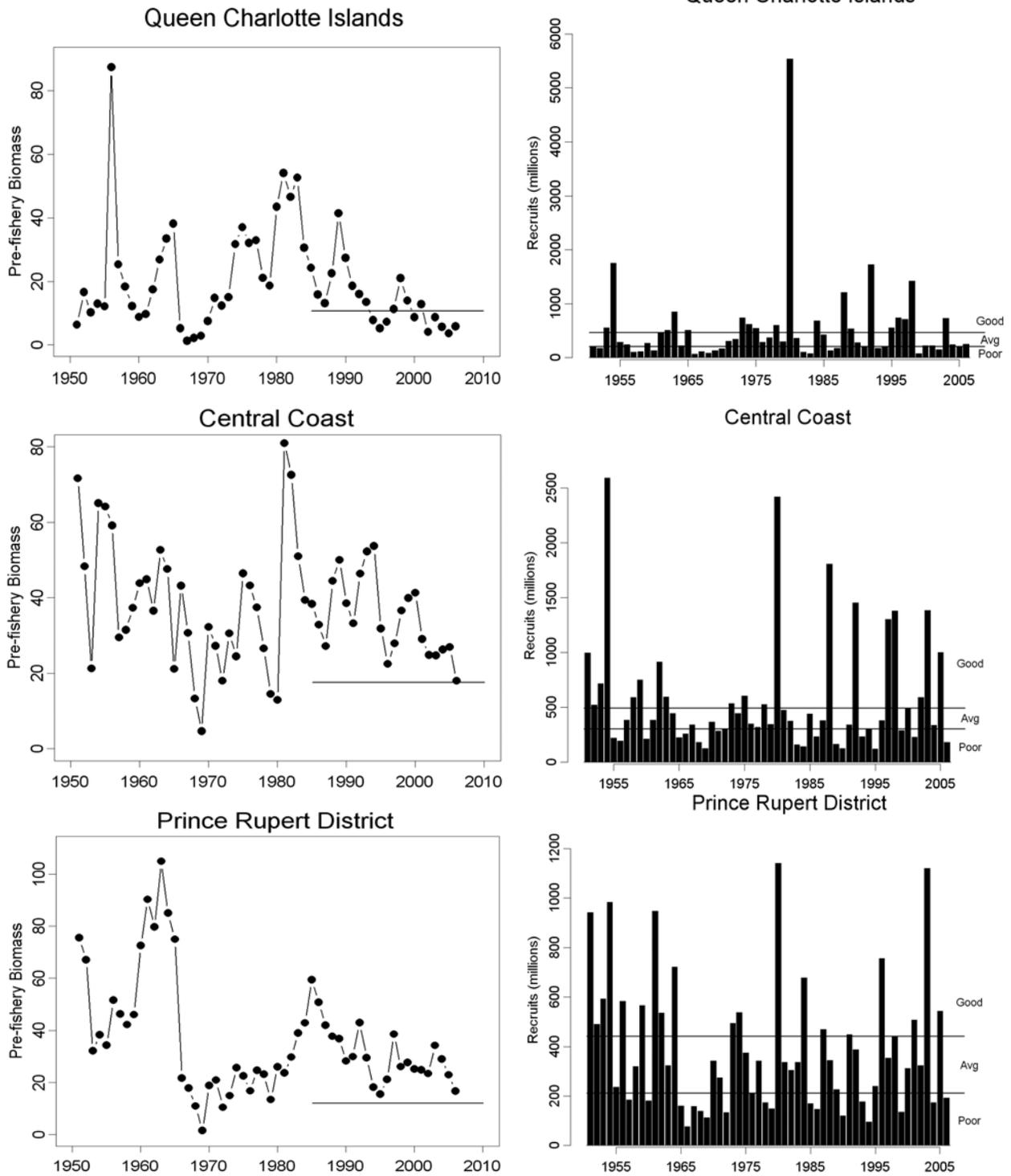


Figure A52. (À gauche) Biomasse de hareng (milliers de tonnes) de trois stocks du détroit Hécate: îles de la Reine-Charlotte, côte centrale et district de Prince Rupert. (À droite) Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement des stocks de hareng du détroit Hécate. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées. Notez que plusieurs recrutements récents ont été 'faibles' dans le stock des îles de la Reine-Charlotte, alors que de 'bons' recrutements se sont produits presque à chaque quatre ans depuis 1980 dans le stock de Prince Rupert.

Hareng dans le détroit de Géorgie

Les stocks de hareng du Pacifique dans le détroit de Géorgie migrent vers les eaux intérieures à l'automne et quittent le détroit au printemps à la suite du fraie. Les conditions de survie pour les juvéniles dans le détroit de Géorgie ont été exceptionnellement bonnes durant la dernière décennie. L'abondance du hareng dans le détroit de Géorgie a atteint un nouveau record en 2003 à plus de 150 000 tonnes (figure A53), dépassant ainsi l'ancien record historique de 1955. Le recrutement pour ce stock a été très élevé avec huit des dix dernières classes d'âge étant plus élevées ou égales à la moyenne (figure A54). Le meilleur recrutement s'est produit en 2000 et les classes d'âge subséquentes ont été progressivement moins élevées. Le recrutement le plus récent en 2006 était faible. Les conditions de croissance des juvéniles dans le détroit de Géorgie semblent être un élément important du succès de recrutement de ce stock puisque la plupart des juvéniles ne quittent pas cette région jusqu'à leur deuxième été. Les informations initiales des relevés d'abondance de juvéniles indiquent que les recrutements pour les deux prochaines années pourraient aussi être plus faibles, et pourraient entraîner d'autres baisses dans l'abondance totale.

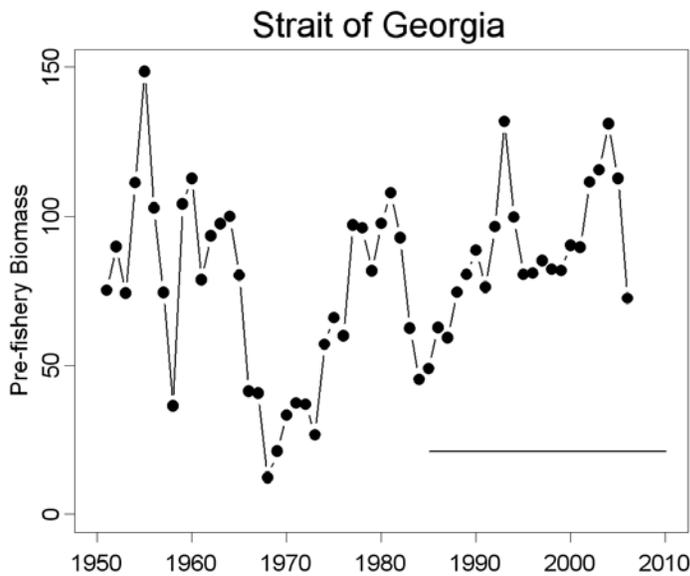


Figure A53. Abondance (en milliers de tonnes) de hareng pour le détroit de Géorgie.

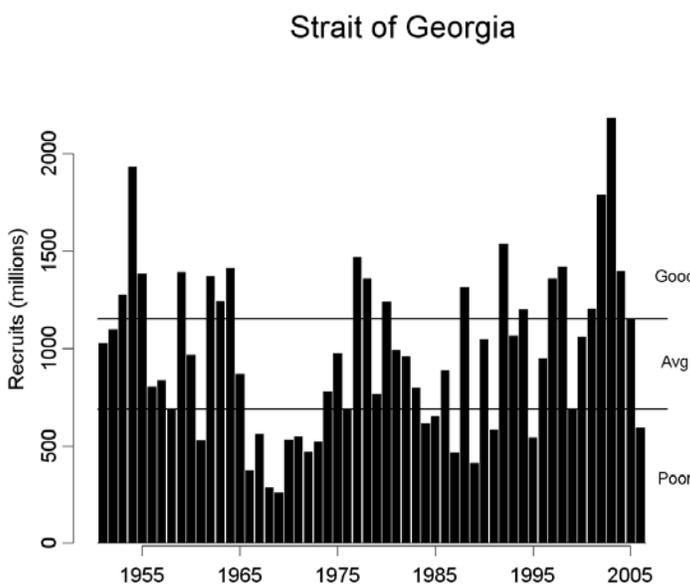


Figure A54. Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement des stocks de hareng pour le détroit de Géorgie. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées.

Interprétation des pêches de petits poissons pélagiques et résultats spéculatifs***Côte ouest de l'île de Vancouver***

Hareng: le hareng de la côte ouest de l'île de Vancouver est à son niveau le plus bas de l'histoire et demeurera ainsi à moins que les conditions océaniques qui entraînent la réduction de l'abondance des prédateurs dans la région ne s'améliorent. Les conditions récentes n'ont pas été favorables à la survie du hareng en 2004 et 2005, et nous prévoyons que les recrutements des stocks continueront d'être faibles durant les deux prochaines années.

Sardine: les sardines sont revenues dans les eaux du large à l'ouest de l'île de Vancouver en 1992. Durant les années 1990 leur distribution s'est étendue du sud de l'île de Vancouver vers le nord jusqu'au détroit Hécate et de l'entrée Dixon. En 2003 et 2004 la distribution des sardines en C.-B. était à nouveau réduite et limitée aux bras de mer de l'île de Vancouver et aux régions hauturières dans le sud. Des conditions chaudes récentes et une classe d'âge très forte en 2003 ont entraîné un élargissement de la distribution de sardines partout dans le sud du détroit Hécate et du détroit de la Reine-Charlotte.

Côte nord

Hareng: le hareng du détroit Hécate est composé des stocks migrateurs des régions des îles de la Reine-Charlotte, de Prince Rupert et de la côte centrale. Durant la dernière décennie, le recrutement et l'abondance du stock de la Reine-Charlotte ont été faibles alors que le recrutement et l'abondance des stocks de Prince Rupert et de la côte centrale ont été généralement bons. Le recrutement de la classe d'âge de 2003 en 2006 était faible, suivant une classe d'âge moyenne de 2002, entraînant des baisses modérées dans les stocks de Prince Rupert et de la côte centrale. On peut s'attendre à ce que l'abondance de merlu dans cette région durant les quelques dernières années ait un impact négatif sur le recrutement et l'abondance des stocks de hareng à court terme.

Détroit de Géorgie

Hareng: L'abondance de hareng en 2006 était considérablement moindre que l'importante abondance historique de plus de 150 000 tonnes en 2003. La tendance vers la baisse dans le recrutement des dernières quatre années va se traduire par des niveaux réduits de l'abondance d'individus matures durant les quelques prochaines années. Les relevés de harengs juvéniles en automne indiquent aussi une réduction dans le recrutement durant les quelques prochaines années.

Référence

Hill, K. T., N. C. H. Lo, B. J. Macewicz, and R. Felix-Uraga. 2005. Assessment of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population for U.S. management in 2006. Pacific Fishery Management Council, Agenda Item D.1.a, Supplemental Attachment 1. 141 p.

Conditions de croissance moyenne pour le saumon coho de la côte ouest de l'île de Vancouver

Marc Trudel, Pêches et Océans Canada

Depuis 1998, des relevés océaniques de prélèvement du saumon juvénile ont évalué la croissance, la santé et le taux de survie des saumons du Pacifique en différentes régions de l'écosystème côtier de la Colombie-Britannique. En général ces prélèvements sont effectués à la fin du printemps-début de l'été (juin-juillet) et à l'automne (octobre-novembre). Depuis 2001, les saumons juvéniles ont également été prélevés en hiver (février-mars). L'hypothèse centrale de ce travail est que la survie marine est espérée être bonne lorsque les saumons croissent rapidement et les conditions sont bonnes, et mauvaise durant les années de croissance et conditions inadéquates. De là il est prévu que la survie marine est corrélée positivement aux indices de taux de croissance des saumons juvéniles.

Les résultats des relevés indiquent que de façon générale les saumons coho juvéniles croissent plus rapidement au sud-est de l'Alaska que le long de la côte ouest de l'île de Vancouver (figure A55). Ceci pourrait être une explication au fait que la survie des saumons coho du sud-est de l'Alaska est meilleure que celle des stocks du sud de la C.-B. En 2006, la croissance des saumons coho juvéniles a augmenté du niveau le plus bas jamais observé de 2005 à un taux près de la moyenne pour 1998-2005 sur la côte ouest de l'île de Vancouver, alors qu'elle est demeurée relativement stable au sud-est de l'Alaska (figure A55). Selon ces observations il est prévu que la survie marine et le retour des saumons coho adultes seront de niveau moyen en 2007 pour les stocks du sud de la Colombie-Britannique (figure A56).

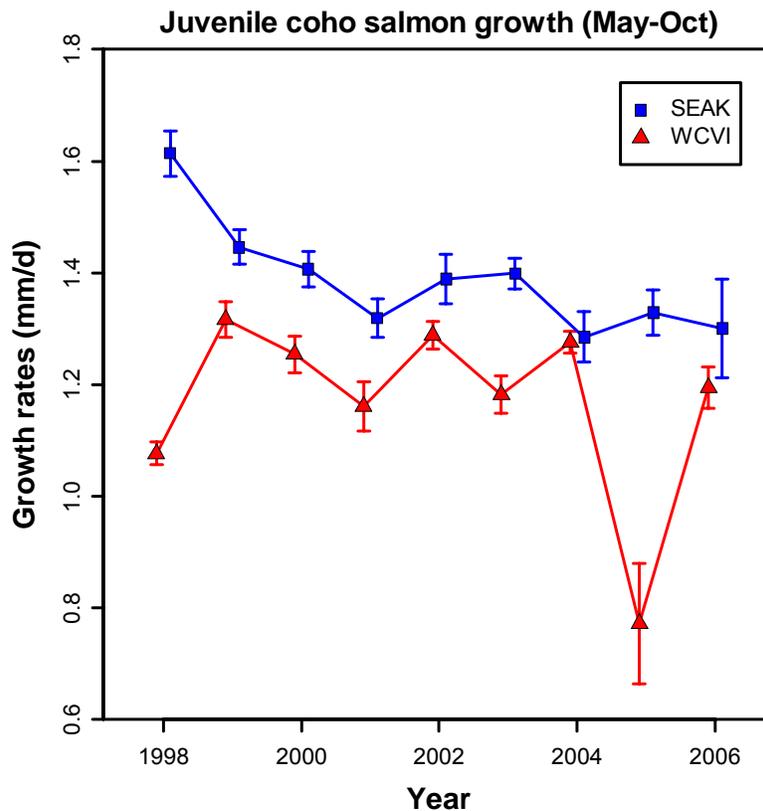


Figure A55. Taux de croissance (mai à octobre) des saumons coho juvéniles au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (triangles rouges) et au sud-est de l'Alaska (carrés bleus). Les barres d'erreur sont 2 x ES.

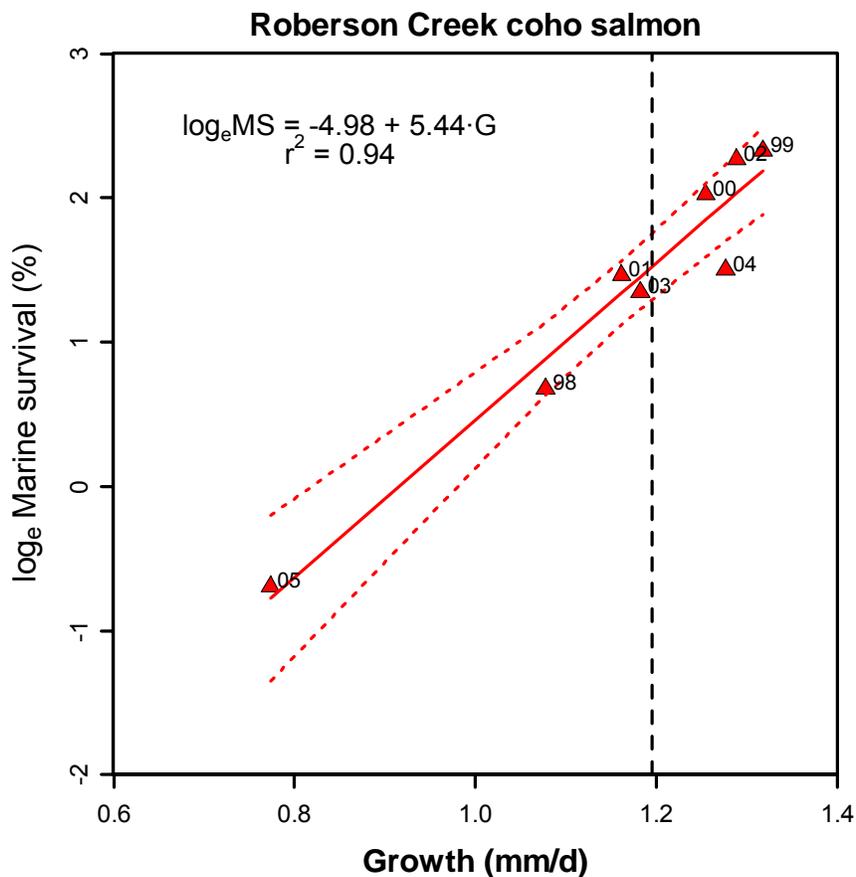


Figure A56. Relation entre la survie marine (MS) du saumon coho de la crique Robertson et les taux de croissance (G) de mai à octobre pour le saumon coho juvénile de la côte ouest de l'île de Vancouver. Le nombre à côté des symboles représente leur année de migration vers la mer (ajouter une année pour obtenir l'année de retour). La ligne noire pointillée représente le taux de croissance observé pour l'année de migration vers la mer en 2006. Notez que les données de survie marine ont été modifiées en utilisant le logarithme naturel de transformation avant d'être ajustées dans le modèle de régression linéaire.

Indice des stocks du saumon rouge – aperçu régional des tendances et retours pour 2006

**Kim Hyatt, Karen Hunter, Paul Rankin et Margot Stockwell,
Pêches et Océans Canada**

Les résultats d'études récentes (Mueter *et al.* 2002a, 2002b, Pyper *et al.* 2005) suggèrent que les relations entre la survie du saumon du Pacifique et les variables environnementales près des côtes (*indice de remontée, température de surface de la mer [TSM], et salinité de surface de la mer [SSM]*) sont les plus fortes à des échelles spatiales locales (distances de moins de 500-800 km) pour les stocks voisins, et ne présentent que peu ou pas de co-variation à des échelles spatiales au-delà de 1000 km. Parmi trois variables étudiées (*remontée, TSM et SSM*), les échelles de corrélation pour la TSM en été correspondaient le mieux aux échelles de corrélation de la survie du saumon. De plus, les moyennes régionales de TSM semblaient être de meilleurs prédicteurs des taux de survie que les mesures de variabilité de TSM à grande échelle telle que l'oscillation décennale du Pacifique (ODP; Mueter *et al.* 2002b). Ceci suggère que les variations de TSM à l'échelle locale le long de la côte sont reliées aux processus menant aux co-variations observées dans les taux de survie des stocks de saumon avoisinants. Il est donc plus probable que les stocks voisins présenteront des similarités plus fortes de variation en survie et en production que les stocks séparés par de grandes distances. De plus, la comparaison des espèces suggère qu'un chevauchement géographique des espèces de saumon durant les stades d'eau douce et du début de la vie en mer était plus important dans la détermination des effets environnementaux partagés sur les taux de survie (*et ultimement sur la productivité des stocks*) que ne l'étaient les différences des espèces (Pyper *et al.* 2005).

Les comparaisons entre les retours prédits et observés du saumon rouge retournant aux principales rivières et zones de pêche sur la côte de la Colombie-Britannique ont été établies annuellement par le personnel d'évaluation des stocks du MPO durant des décennies (figure A57). À partir des observations mentionnées ci-haut, les tendances de production pour les principales populations de saumon rouge ou pour l'ensemble des stocks (i.e. "indice des stocks") pourraient refléter les changements environnementaux et prévoir les tendances de production pour plusieurs espèces de saumon originaires de régions côtières constituant des domaines de production distincts. Les comparaisons des tendances des indices de plusieurs stocks de saumon rouge nous permettent d'établir les commentaires généraux suivants:

- La variabilité annuelle de tous les retours pour tous les stocks est grande, avec des retours annuels maximums allant de 10 à 90 fois le retour minimum.
- Depuis 1970, les retours maximums pour tous les stocks se sont produits au début des années 1990 immédiatement après l'événement La Niña important de 1989.
- Les indices des stocks de la côte centrale, de la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) et du Fraser ont tous décliné des hautes valeurs de retour au début des années 1990 aux valeurs sous les moyennes du milieu des années 1990 qui ont persisté la plupart des années jusqu'à présent (figure A57).
- Les indices des stocks de la côte nord et transfrontaliers ont diminué des hautes valeurs de tous les indices de stocks de saumon rouge du début des années 1990 aux valeurs sous les moyennes de la fin des années 1990 (figure A57) mais depuis 2000 ils ont présenté une fréquence plus élevée de retours au-dessus de la normale (*43% des années de retour*) que les stocks des côtes centrale et sud (*seulement 7% des années de retour*).
- L'indice des stocks entrant dans les régions de la plateforme continentale sous fortes influences océaniques (i.e. *régions 3 et 4 de la figure A57*) semblent mieux répondre aux alternances des conditions de type La Niña (*anormalement froides, favorables à la survie*) et de type El Niño (*anormalement chaudes, moins favorables à la survie*) (voir l'analyse détaillée pour les régions de la COIV et de la côte centrale ci-dessous) que les stocks entrant dans les eaux plus protégées des estuaires. (i.e. *régions 1, 2, et 5 de la figure A57*).

- Les retours de saumon rouge en 2006 étaient sous les moyennes pour les indices de stocks originaires des régions des côtes centrale et sud de la C.-B. Ils étaient près des moyennes pour les stocks de la côte nord et au-dessus des moyennes pour les stocks transfrontaliers avec l'Alaska.
- Les retours en 2006 reflètent probablement les conditions environnementales qui ont influencé la survie des saumoneaux de plusieurs semaines avant à plusieurs semaines après leur entrée dans la mer en 2003 et 2004.
- La persistance de fortes conditions de type El Niño durant presque tout 2005 (MPO 2006) suggère que la survie et les retours des stocks de saumon rouge de la côte centrale (bras de mer Rivers et Smith), COIV (baie Barkley) et Fraser (lac Chilko) resteront probablement sous les moyennes durant 2007.

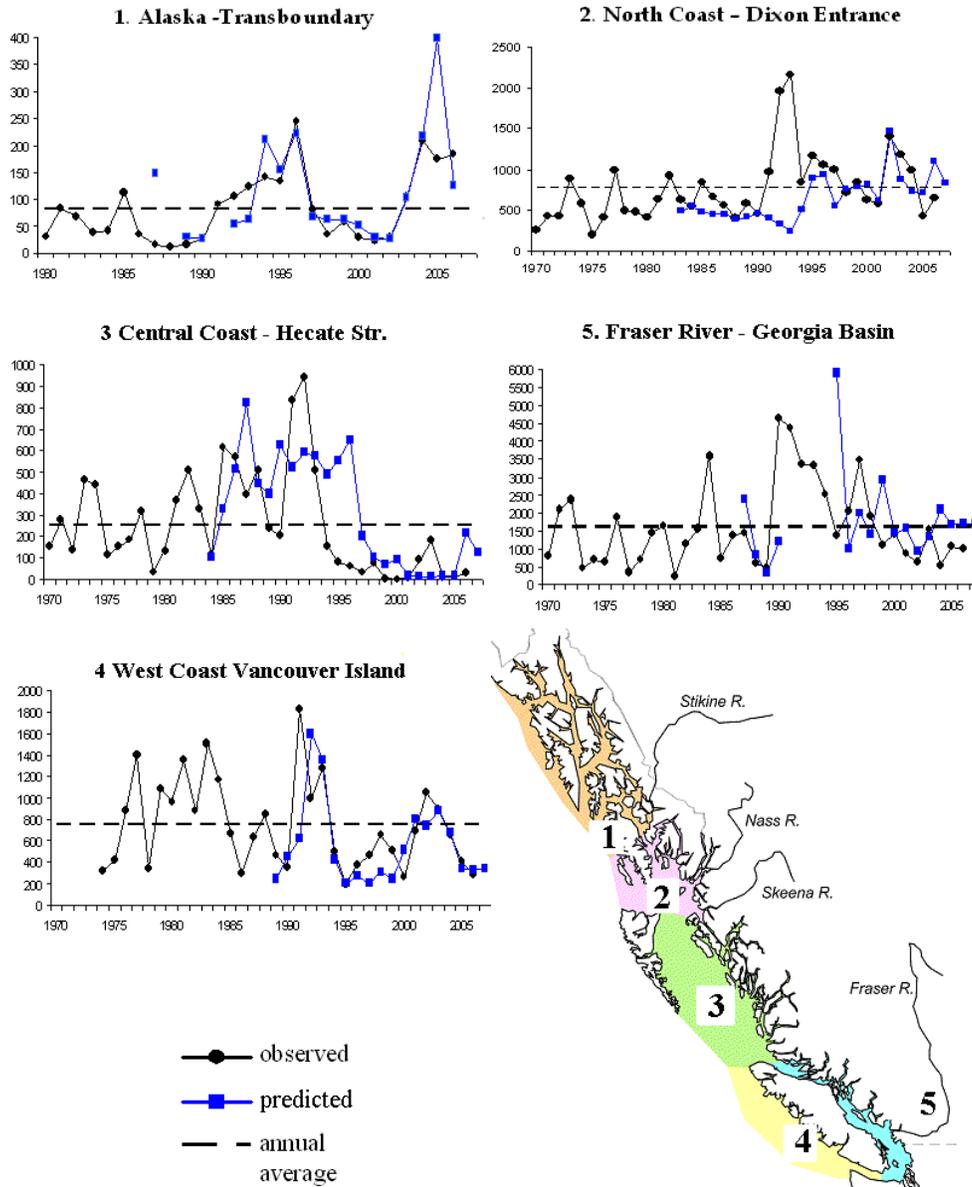


Figure A57. Tendances de tous les retours observés et prédits pour les indices des stocks de saumon rouge de la Colombie-Britannique incluant: 1. Tahltan, 2. Nass, 3. bras de mer Smith, 4. baie Barkley et 5. Lac Chilko. L'axe vertical représente les retours en milliers de poissons. Chaque graphique représente un ou plusieurs indices des cours d'eau de la région nommée, non pas tous les cours d'eau de la région.

Côte ouest de l'île de Vancouver

Saumon rouge de la baie Barkley: encore des retours faibles

La variabilité annuelle du recrutement du saumon rouge de la baie Barkley (BkSd) sur la côte ouest de l'île de Vancouver influence les taux d'abondance par plus d'un facteur dix durant des périodes aussi courtes que de 2 à 3 ans (figure A58). Des études de ces variations ont appuyé le simple modèle binaire de survie depuis 1988 (SStM, Hyatt et Luedke 1999) pour prévoir avec succès les intervalles de plusieurs années des effondrements de stock (fin des années 1980, mi-1990, 2004 à 2006) et leur rétablissement (début 1990, 2001 à 2003). Les prédictions SStM se basent sur le concept que les écosystèmes de la plateforme continentale alternent entre deux états supportant une survie marine des saumons rouges juvéniles soit bonne ou mauvaise respectivement (Hyatt et Steer, 1988). De ce fait, les conditions de type "La Niña" ($TSM < \text{moyenne sur 30 ans durant la migration des saumoneaux}$, faible transport vers le nord, niveau de la mer normal ou sous la normale) sont associées à une survie marine relativement élevée (5 %) et les conditions de type "El Niño" ($TSM > \text{moyenne sur 30 ans}$, niveau de la mer élevé, fort transport vers le nord) à une survie plus basse (2.5 %).

Observations pour 2006

Le retour du saumon rouge de la baie Barkley est demeuré bien inférieur à la moyenne à long terme en 2005 et en 2006 tel que prévu par le modèle SStM (figure A58). Basé sur les indices positifs de TSM et ENSO respectivement la survie marine inférieure subie par les saumons juvéniles de la COIV durant leur année de migration vers la mer en 2003 et 2004 (retour des adultes en 2005, 2006 et 2007) était anticipée (MPO, 2005).

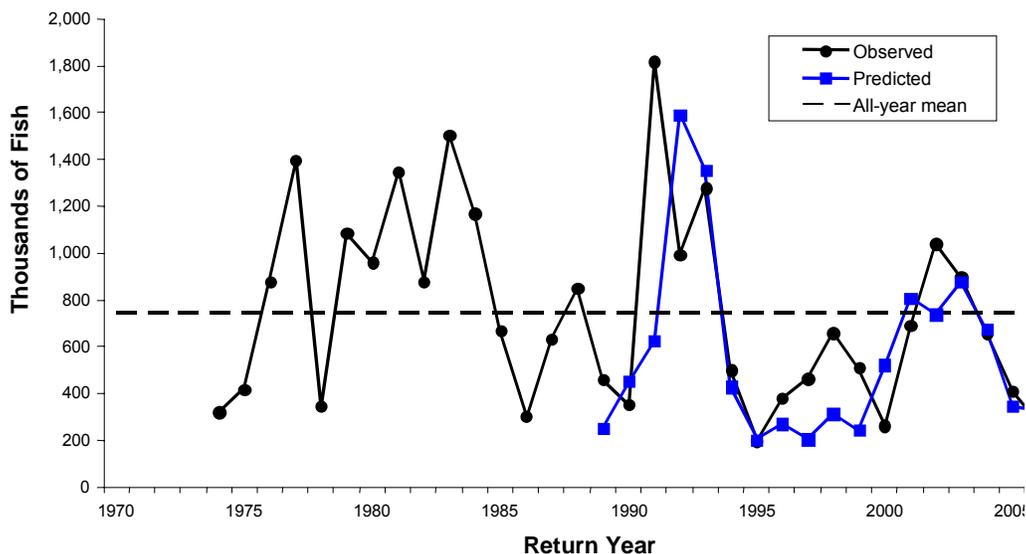


Figure A58. Retours observés et prévus du saumon rouge à la baie Barkley de 1974 à 2007.

Perspectives pour 2007 et au-delà

Au printemps 2005, les anomalies de température de surface à la pointe Amphitrite et l'indice multivarié ENSO de NOAA étaient principalement positifs (i.e. de type El Niño, MPO 2006). Par conséquent, le retour des saumons rouges adultes à la baie Barkley, (figure A58) et pour plusieurs autres stocks de saumon (tous les stocks de saumon rouge originaires de la COIV, les coho de la crique Carnation, les coho et quinnat de la crique Robertson) est prévu demeurer au-dessous de la moyenne pour 2007. Au contraire, le changement à un faible état de type La Niña à l'hiver de 2005 et la consistance des conditions près des moyennes durant 2006 annoncent une amélioration de la survie pour les saumons coho et rouges de la COIV migrant vers la mer en 2006 et revenant comme adultes soit en 2007 (coho) ou 2008 (rouges).

Côte centrale – détroit de la Reine-Charlotte

Saumon rouge des bras de mer Rivers et Smith: les retours pourraient être plus faibles qu'annoncé par les prédictions "stationnaires" actuelles

Les saumons rouges des bras de mer Rivers et Smith ont supporté l'une des pêches les plus importantes de la côte centrale de la C.-B. jusqu'à ce qu'un déclin sévère des stocks au début et milieu des années 1990 (figure A59) ait forcé leur fermeture. Des évaluations des séries chronologiques de données permettant la partition des stades de production en eau douce versus de production en mer (Hyatt *et al.* 2000) ainsi que les analyses de McKinnell *et al.* (2001) supportent l'idée que les mécanismes qui ont contrôlé le déclin des stocks de saumon rouge des bras de mer Rivers et Smith étaient principalement d'origine marine et non d'eau douce. Les retours au bras de mer Smith en 2006 étaient très en-dessous des moyennes et beaucoup plus faibles que l'annonçaient les prévisions de pré-saison.

Les tendances de production de saumon rouge de la côte centrale semblaient avoir très peu de points en commun avec les stocks des autres régions avant le milieu des années 1980. Cependant, depuis la fin des années 1980 les indices des stocks de la baie Barkley et de la côte centrale (figure A57) semblent refléter les effets typiques de l'alternance des événements de type El Niño et La Niña sur les variations de la production (*i.e. maxima communs en 88, 91-93, 98, 02-03 associés avec des TSM relativement froides durant la migration des saumoneaux deux ans plus tôt; minima communs en 89-90, 95-97, 02, 05-06 associés avec des TSM relativement chaudes deux ans plus tôt*). Par conséquent, des changements dans les conditions océaniques durant les 15 à 20 dernières années pourraient avoir résulté dans une expansion vers le nord des mécanismes marins communs qui contrôlent les variations de la production pour les stocks de saumon dans les eaux côtières relativement exposées de la baie Barkley (COIV) et du détroit de la Reine-Charlotte (côte centrale). L'application d'un modèle de survie non-stationnaire à plusieurs états (SStM, Hyatt et Steer 1988) démarré par des changements de la TSM a donné des prévisions relativement fiables des variations des retours de saumon rouge de la baie Barkley comparé aux modèles stationnaires appliqués au saumon rouge du bras de mer Smith durant un temps équivalent (comparez les panneaux 3 et 4 de la figure A57). Étant donné les faibles retours prévus pour le saumon rouge de la baie Barkley en 2007 par un modèle de survie à état variable, il est probable que les prévisions pour les retours dans le bras de mer Smith en 2007, selon un modèle stationnaire, sont trop hautes.

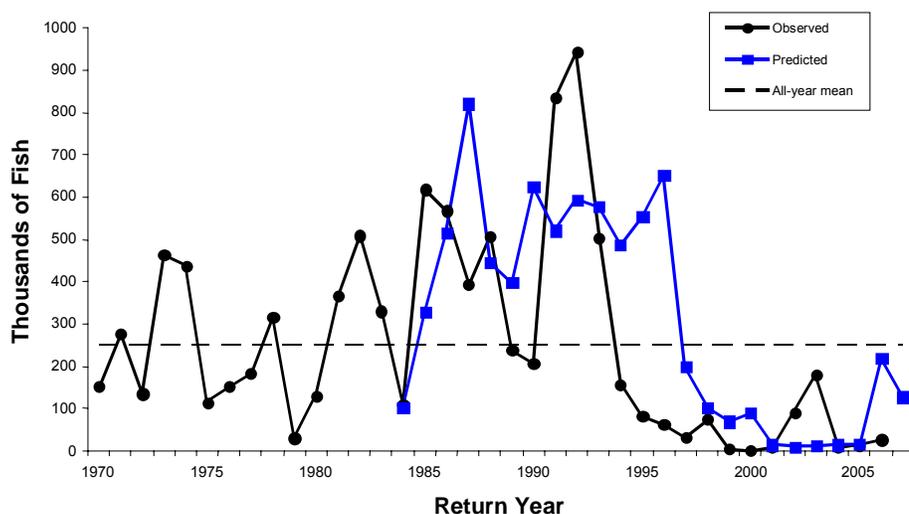


Figure A59. Retours observés et prévus du saumon rouge du bras de mer Smith de 1970 à 2007.

Références

- MPO 2005. État de l'océan Pacifique 2004. MPO sci. Rapport scientifique sur l'état de l'océan 2005/001.
- MPO 2006. État de l'océan Pacifique 2005. MPO sci. Rapport scientifique sur l'état de l'océan. 2006/001.
- Dobson, D., R. W. Tanasichuk et K. D. Hyatt. 2005. Forecast returns for Barkley Sound sockeye salmon to Great Central and Sproat lakes in 2005. PSARC Working Paper 2005-02 in DFO, 2005. Proceedings of the PSARC Salmon Subcommittee Meeting, March 3, 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2005/007. Disponible à www.dfo-mpo.gc.ca/csas/
- Hyatt, K. D. et W. Luedke. 1999. West Coast Vancouver Island Sockeye. DFO Science Stock Status Report D6-05. 5p. www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/psarc/SSRs/diadromous_ssrs_e.htm
- Hyatt, K. D., W. Luedke, J. Till, D. P. Rankin, et D. Lewis. 2000. Review of the 1999 return of Barkley Sound sockeye salmon and forecasts for 2000. PSARC Working Paper S2000-06. 29 p.
- Hyatt, K. D., D. P. Rankin et B. Hanslit. 2000. Acoustic and trawl based estimates of juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) production from 1976-1999 brood year adults returning to Smith Inlet and Long Lake, British Columbia. PSARC Working Paper S2000-21.
- Hyatt, K. D. et G. J. Steer. 1988. Stock status and 1988 forecasts of Barkley Sound sockeye. PSARC Working Paper S88-2.
- McKinnell, S. M., C. C. Wood, D. T. Rutherford, K. D. Hyatt et D. W. Welch. 2001. The demise of Owikeno Lake sockeye salmon. N.Am.J.Fish.Mgt. 21: 774-791.
- Mueter, F. J., D. M. Ware et R. M. Peterman. 2002a. Spatial correlation patterns on coastal environmental variables and survival rates of salmon in the north-east Pacific Ocean. Fish. Oceanogr. 11: 205-218.
- Mueter, F. J., R. M. Peterman et B. J. Pyper. 2002b. Opposite effects of ocean temperature on survival rates of 120 stocks of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in northern and southern areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59: 456-463.
- Pyper, B. J., F. J. Mueter, et R. M. Peterman. 2005. Across-species comparisons of spatial scales of environmental effects on survival rates of northeast Pacific salmon. Trans. Am. Fish. Soc. 134: 86-104.

Merlu du Pacifique – distributions inhabituelles en C.-B. en 2006

Sandy McFarlane, Pêches et Océans Canada

Le merlu du Pacifique est une composante importante de l'écosystème de la côte ouest de l'île de Vancouver. Il se retrouve dans le système du courant de la Californie, de Baja en Californie au golfe de l'Alaska. Sa distribution et son abondance sont étroitement reliées aux conditions océanographiques dans le Pacifique Nord-Est. Sa biomasse (typiquement plus d'un million de tonnes métriques) est la plus grosse de toutes les espèces de la plateforme continentale et soutient d'importantes pêches domestiques tant au Canada qu'aux États-Unis. Des relevés hydroacoustiques ont été effectués environ aux trois ans depuis 1977 pour estimer sa distribution, son abondance et sa biologie. Aucun relevé acoustique n'a été fait en 2006; nous avons plutôt compté sur les prises statistiques pour obtenir l'information.

En moyenne entre 250 000 et 500 000 tonnes de merlu migrent dans les eaux canadiennes au large de la côte ouest de l'île de Vancouver en mai/juin et se nourrissent dans cette région jusqu'en octobre. Cette biomasse importante peut avoir des impacts dramatiques sur les espèces résidentes. Par exemple, leur contrôle prédateur sur les stocks de hareng du Pacifique dans cette région a été bien documenté. (Ware et McFarlane 1995; McFarlane *et al* 2001).

Des patrons inhabituels de distributions des juvéniles et des adultes ont été observés le long de la côte des É.-U. et du Canada depuis 1994. Les juvéniles se sont retrouvés plus au nord dans les eaux canadiennes durant les années d'eau chaude de 1994-1999. Le grand nombre des poissons d'âge 1 (classe d'âge de 1997) aperçus en 1998 lors des relevés acoustiques au large des îles de la Reine-Charlotte, très au nord de leur domaine traditionnel, en fait preuve. D'aspect aussi dramatique était la réduction de la présence du merlu au large du Canada en 2000 et 2001. Ce mouvement vers le sud correspondait à des conditions océaniques plus froides en 1999-2001.

La distribution du merlu a encore changé de façon dramatique en 2006 malgré le fait que les conditions océaniques semblaient modérées. La biomasse de merlu est entrée en zone canadienne à l'ouest de l'île de Vancouver en mai et a soutenu une pêche précoce. La plupart des poissons s'étaient cependant déplacés dans les eaux du nord de la C.-B. au début/mi-juin et la pêche de la zone traditionnelle La Pérouse a dramatiquement décliné. (Table 1; figure A60, a b). Pratiquement aucun merlu n'a été trouvé au large de la côte ouest de l'île de Vancouver de la mi-juin à la mi-septembre et la pêche s'est entièrement poursuivie dans le détroit de la Reine-Charlotte. Le merlu est réapparu au large de la côte ouest de l'île de Vancouver à la fin septembre et a soutenu la pêche jusqu'à la fin octobre. Les conditions qui ont causé les changements dramatiques de distribution de merlu en 2006 ne sont pas encore claires; elles sont cependant probablement reliées aux changements des conditions océaniques et de la disponibilité de nourriture.

Table 1: Prises hauturières de merlu (t) par mois (mai-oct) dans la région 3C (CSOIV) de 2002 à 2006.

Année	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
2002	328.1	10865.6	15589.3	9741.6	4286.7	1376.2
2003	212.0	12773.9	20493.1	13918.8	9783.0	1368.2
2004	4806.7	7793.1	7481.6	10575.1	10264.3	6227.1
2005	10045.0	13445.7	11506.9	16898.4	12012.8	5378.0
2006	2817.7	2494.4	846.5	0.8	1874.9	12857.6

Références

McFarlane, G. A., R. J. Beamish, et J. Schweigert. 2001. Common factors have opposite impacts on Pacific herring in adjacent ecosystems. Pg 51-68 . In: F. Funk, J. Blackburn, D. Hay, A. J. Paul, R. Stephenson, R. Torensen, and D. Witherell (eds.), Herring: Expectations for a new millennium. Univ. of Alaska Sea Grant, AK-SG-01-04, Fairbanks

Ware, D. M., et G. A. McFarlane. 1995. Climate induced changes in hake abundance and pelagic community interactions in the Vancouver Island upwelling system. p. 509-521. In R. J. Beamish [ed.] Climate change and northern fish populations. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 121.

a)

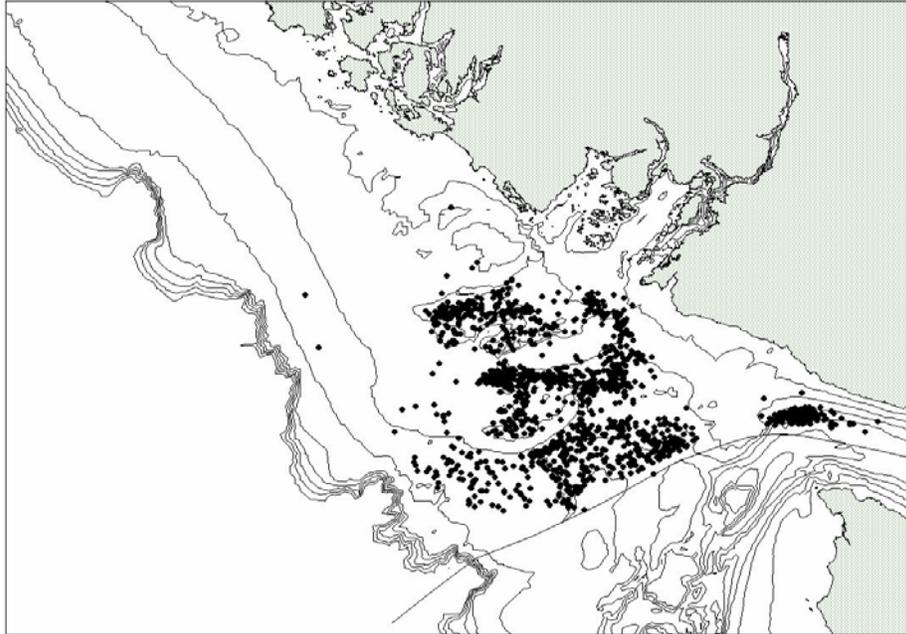
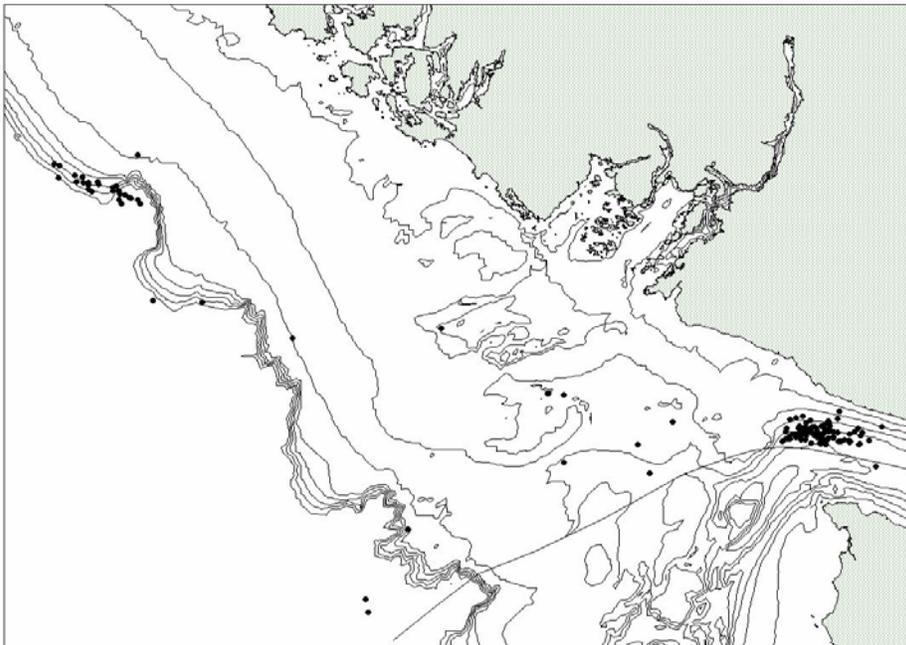


Figure A60:
Positions des
captures de merlu
(juin à septembre)

a) 2005

b)



b) 2006

L'océan redevient froid au large de l'Orégon en juillet 2006

Bill Peterson, United States National Marine Fisheries Service

Les moyennes mensuelles des températures de surface de la mer (TSM) à la bouée 46050 de NOAA au large de la côte centrale de l'Orégon suivent de près l'Oscillation Décennale du Pacifique (ODP), donnant un bon exemple de comment l'ODP est connexe aux conditions locales. Il y a un délai de 4 à 6 mois entre un changement de signe persistant de l'ODP et le patron de TSM au large de la côte centrale de l'Orégon (mi-1998, fin de 2002). Suite au changement de signe de l'ODP en novembre 2002, des températures plus chaudes que la moyenne ont persisté au large de la côte centrale de l'Orégon jusqu'à juin 2006. Au début de juillet 2006, les TSM sont devenues plus froides qu'à la normale. Le patron "froid" persiste encore au printemps 2007.

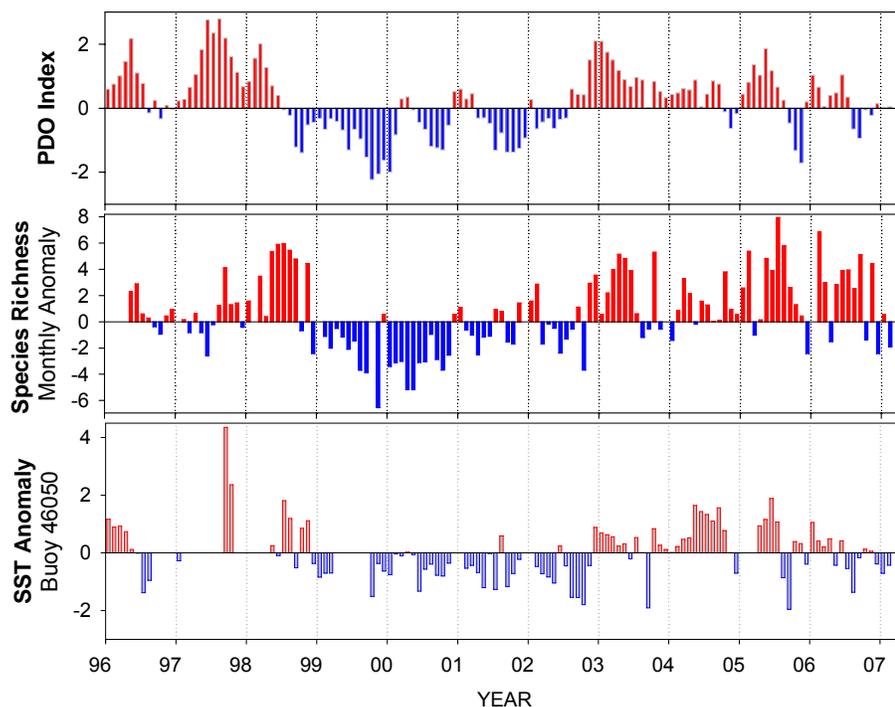


Figure A61. Série chronologique de trois propriétés inter reliées des eaux de l'Orégon et de l'océan Pacifique Nord. L'ODP (graphique du haut) est une mesure du patron dominant de la variabilité de température de surface de la mer (TSM) pour l'océan Pacifique Nord entier. L'anomalie de la diversité des espèces (au milieu) est mesurée à partir d'échantillons de zooplancton le long de la côte de l'Orégon. L'anomalie de TSM (en bas) est calculée à partir des températures observées à la bouée météorologique 46050 de NOAA.

Le nombre d'espèces de copépodes dans les échantillons de zooplancton recueillis au large de Newport Orégon suit aussi de près les TSM et l'ODP. Un nombre d'espèces plus élevé (nommé "diversité des espèces") se retrouvent dans les échantillons recueillis au large de Newport lorsque l'ODP est positive et les eaux sont chaudes, et vice versa. Des valeurs positives de l'ODP sont associées à une faible remontée des eaux profondes sur la côte résultant en un transport vers la côte des eaux chaudes qui sont normalement au large de l'Orégon; des valeurs négatives de l'ODP pourraient indiquer un transport d'eaux subarctiques froides pauvres en espèces dans la zone de remontée des eaux profondes de l'Orégon.

Des résultats préliminaires d'échantillons prélevés à l'hiver/début printemps de 2007 indiquent que la communauté de copépodes est dominée par les espèces d'eau froide: *Pseudocalanus mimus* et *Calanus marshallae*. *Neocalanus plumchrus/flemingerii* semblent être inhabituellement nombreux.

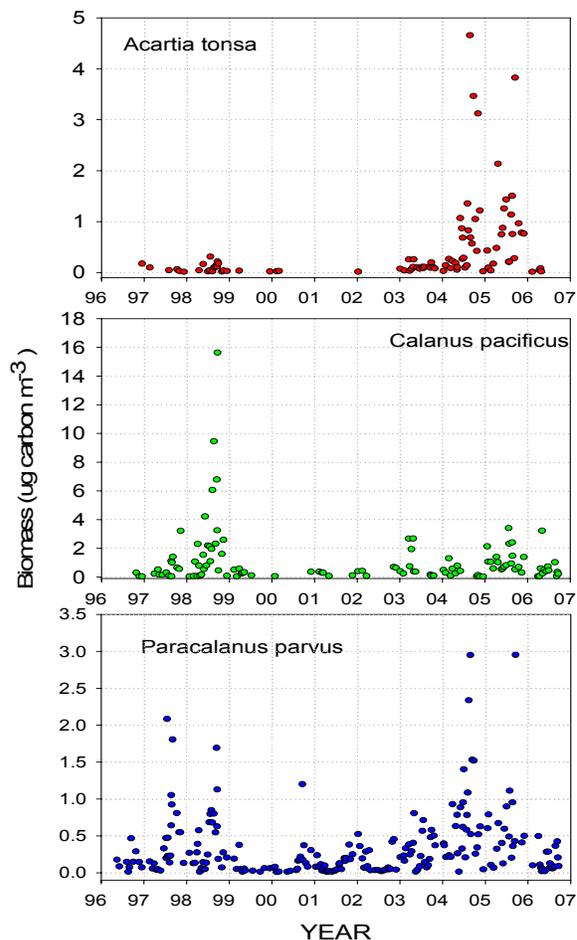


Figure A62. Biomasse de trois espèces de zooplancton d'eau chaude dans des échantillons provenant de la plateforme continentale au large de l'Orégon en été.

Une douzaine ou plus d'espèces de copépodes d'eau chaude sont présentes au large de l'Orégon durant l'hiver lorsque le courant de Davidson coule vers le pôle. Deux de ces espèces hivernales d'eau chaude *Acartia tonsa* et *Paracalanus parvus*, sont apparues dans les eaux du plateau de l'Orégon en été 2003 et semblent y avoir établi résidence à l'année. Un tel comportement a déjà été observé mais seulement durant l'événement El Niño de 1997-98. Ces deux espèces sont devenues très abondantes durant les chauds étés de 2004 et 2005, encore plus abondantes que durant l'événement El Niño de 1997-98. Leur nombre a été très rapidement réduit durant l'été de 2006, indiquant un retour à des conditions d'eau froide.

Une autre espèce dominante qui apparaît durant presque tous les hivers (et durant les événements El Niño), *Calanus pacificus*, était aussi souvent échantillonnée durant les étés de 2003-2005. À la différence de *A. tonsa* et *P. parvus*, *C. pacificus* a persévéré jusqu'au début de l'été de 2006. Aucun individu n'a été trouvé après la mi-juillet, ce qui

correspondait au retour des conditions d'eau froide – les anomalies de TSM sont devenues négatives à la bouée 46050 de NOAA à la mi-juillet 2006.

Changements à long terme dans la diversité des espèces de copépodes

Bill Peterson, United States National Marine Fisheries Service

Un des effets possibles du réchauffement planétaire sur les communautés de plancton au large de la côte centrale de l'Orégon est une augmentation de la biodiversité. Une analyse rétrospective des échantillons de zooplancton recueillis au large de Newport montre que la diversité des espèces comportait en moyenne ~ 7 espèces durant les mois d'été et ~ 10 espèces durant les mois hivernaux, alors que depuis 1996 la diversité des espèces a augmenté à une moyenne de 9 espèces en été et 13 espèces en hiver. Durant les hivers récents, la diversité des espèces pour des dates précises a été le double de celle observée durant les années 1970. La cause directe de l'augmentation de la biodiversité n'est pas connue, mais le changement correspond aux changements de la température des eaux profondes au milieu de la plateforme continentale au large de Newport: la température moyenne a augmenté de 0.25°C depuis les années 1960. Nous soumettons l'hypothèse que la plus grande diversité des espèces durant les dernières années est due à une augmentation du transport d'eau chaude du grand large vers la zone de remontée des eaux profondes de la côte centrale de l'Orégon. Une autre hypothèse soutenant que les eaux plus chaudes favorisent les espèces d'eau chaude ne semble pas être en mesure d'expliquer les différences de diversité puisque la température de l'eau n'a augmenté que de quelques dixièmes de degrés.

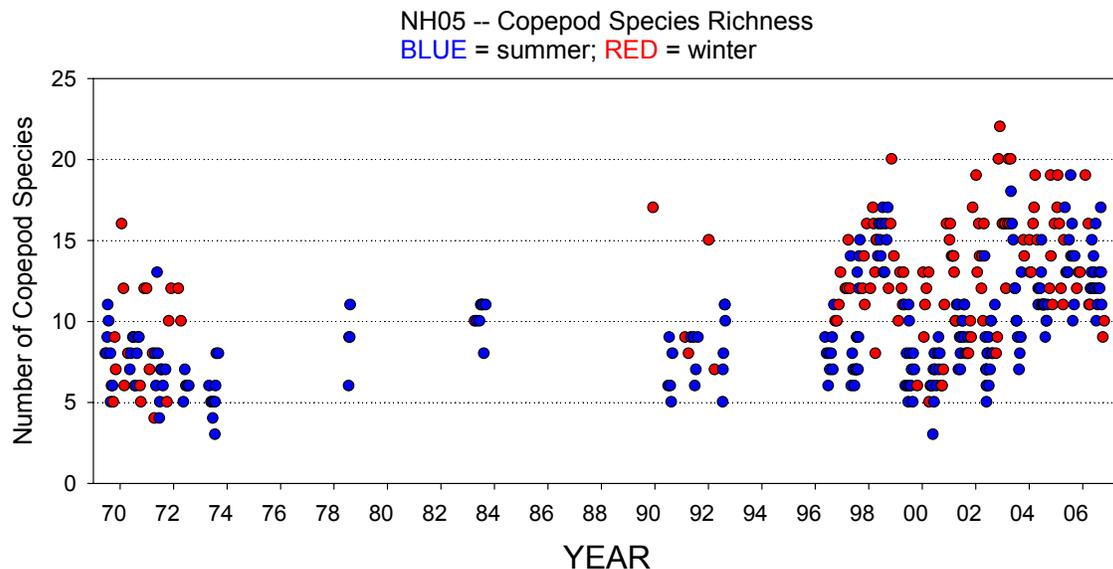


Figure A63. Graphique du nombre d'espèces de copépodes retrouvées dans les échantillons recueillis en été et en hiver à la station d'échantillonnage NH05 au large de la côte centrale de l'Orégon.

Saumon coho dans les eaux du plateau au large de Washington et de l'Orégon

Bill Peterson, Cheryl Morgan et Edmundo Casillas,
United States National Marine Fisheries Service

Les salmonidés juvéniles sont échantillonnés en juin et en septembre le long de 8 lignes de relevés perpendiculaires à la côte allant de La Push (Washington) à Newport (Orégon) plus au sud. La distance entre les lignes de relevés est de ~ 30 miles nautiques. Le chalut à corde est de type NET Systems Nordic 264 : l'ouverture mesure 30 m de largeur par 20 m de profondeur durant la pêche. La dimension des mailles varie de 163 cm dans le col du chalut près des lignes du foc à 8.9 cm dans la poche du chalut. Pour retenir les prises de petits poissons et de calmars, une double poche sans noeud de 6.1 m de long par 0.8 cm est cousue à l'intérieur de la poche du chalut.

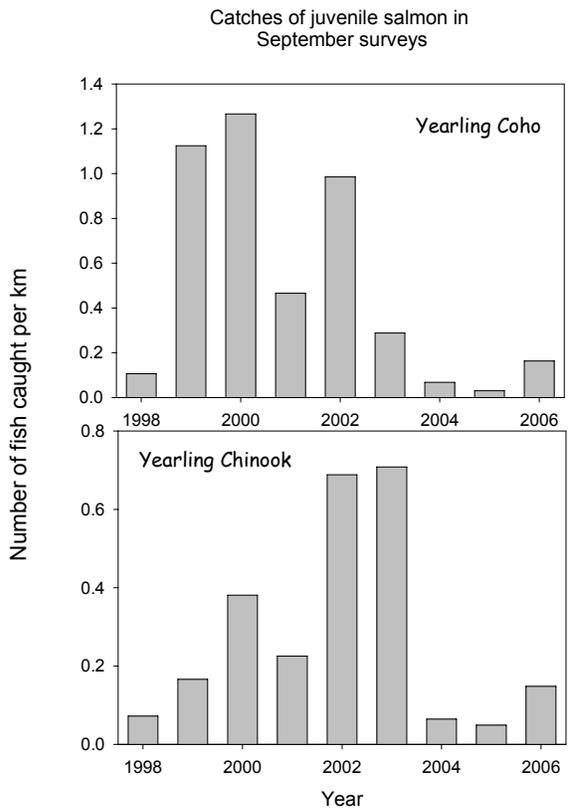


Figure A64. Prises de saumons coho de un an (en haut) et de saumons quinnat de un an (en bas) durant les relevés de septembre.

Prenez note que le nombre de captures de saumons coho de un an décroît depuis 2003, et que celui des prises de saumons quinnat de un an décroît depuis 2004. En 2005, le nombre de prises pour les deux espèces était plus bas que durant l'événement El Niño majeur de 1998. Un faible regain était observé durant l'été 2006.

Nous avons aussi observé que les prises de saumon coho en septembre sont corrélées positivement avec la survie des saumons coho en éclosion. (figure A65). Ce résultat est similaire à celui paru dans le "Rapport sur l'état de l'océan 2005" à la figure 77 de la page 69. Un tel résultat nous permet de prévoir le retour des saumons coho dans les rivières côtières et le système du bas-fleuve Columbia un an à l'avance.

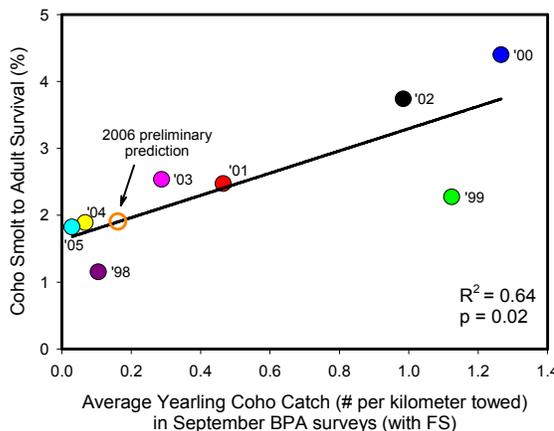


Figure A65. Comparaison entre le nombre de saumons coho de un an capturés par kilomètre de trait de chalut et le pourcentage de survie des coho adultes.

Détroit de Géorgie: encore chaud en 2006

Diane Masson, Pêches et Océans Canada

Les conditions relativement chaudes prédominantes dans le détroit de Géorgie depuis mi-2003 étaient encore présentes en 2006. La figure A66 montre les contours de température mesurée à la station Nanoose située dans le bassin central profond du détroit (49° 18.7' N, 124° 2.7' O). En 2006 des avancées d'eaux printanières froides ont fait baisser la température dans toute la colonne d'eau. Cependant des eaux relativement chaudes ont pénétré dans le détroit à la fin de l'été.

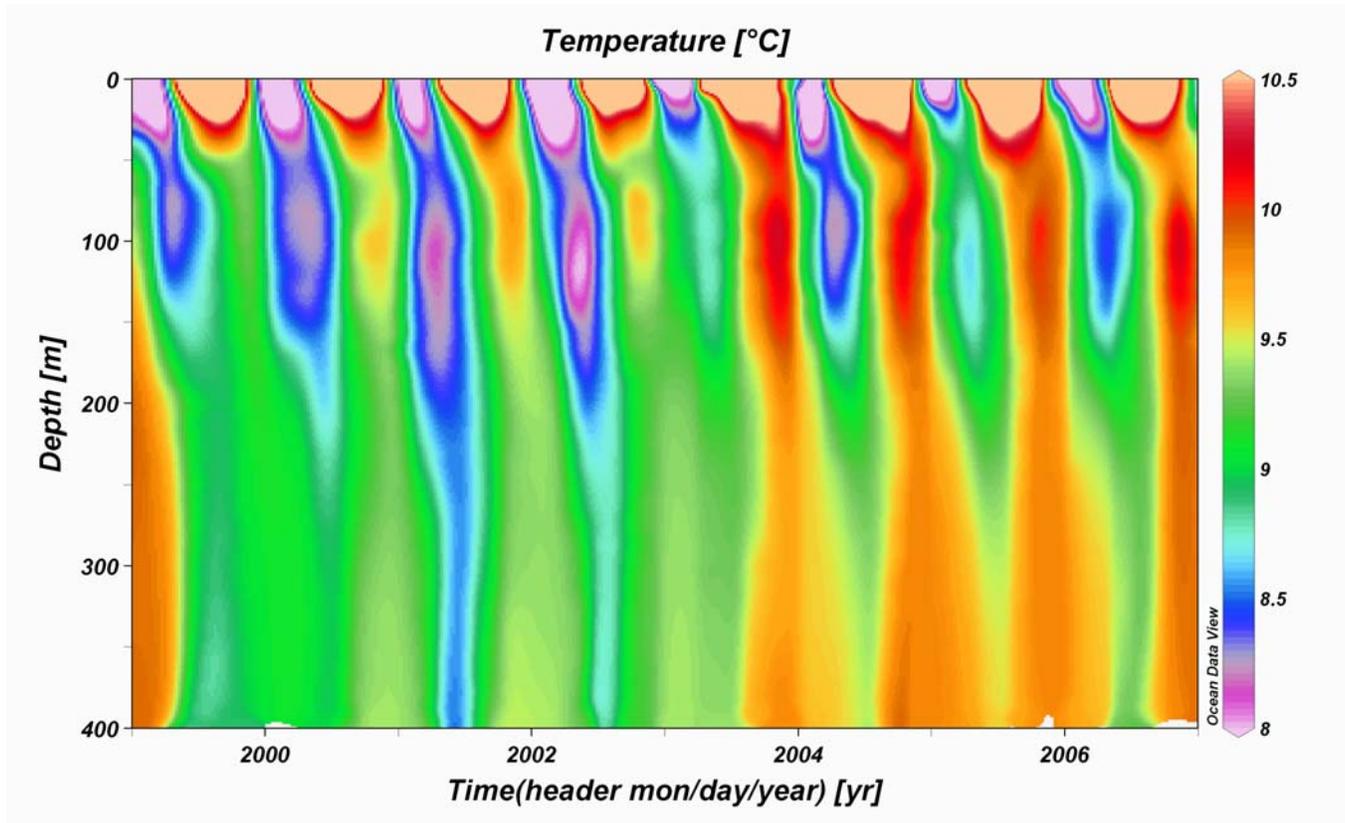


Figure A66. Contours de température (°C) à la station Nanoose (centre du détroit de Géorgie) depuis 1999.

La figure A67 à la page suivante montre la température mesurée dans la profondeur du bassin (sous 300 m de profondeur) mesurée à la station Nanoose depuis 1999. Malgré des températures estivales légèrement plus froides à la suite des intrusions printanières froides, le bassin profond est demeuré relativement chaud durant les dernières années, avec des températures atteignant 9.8°C à l'automne. Ce maximum annuel d'eaux profondes est demeuré le même depuis 2003 et est semblable aux valeurs maximales observées à la suite du fort El Niño de 1998.

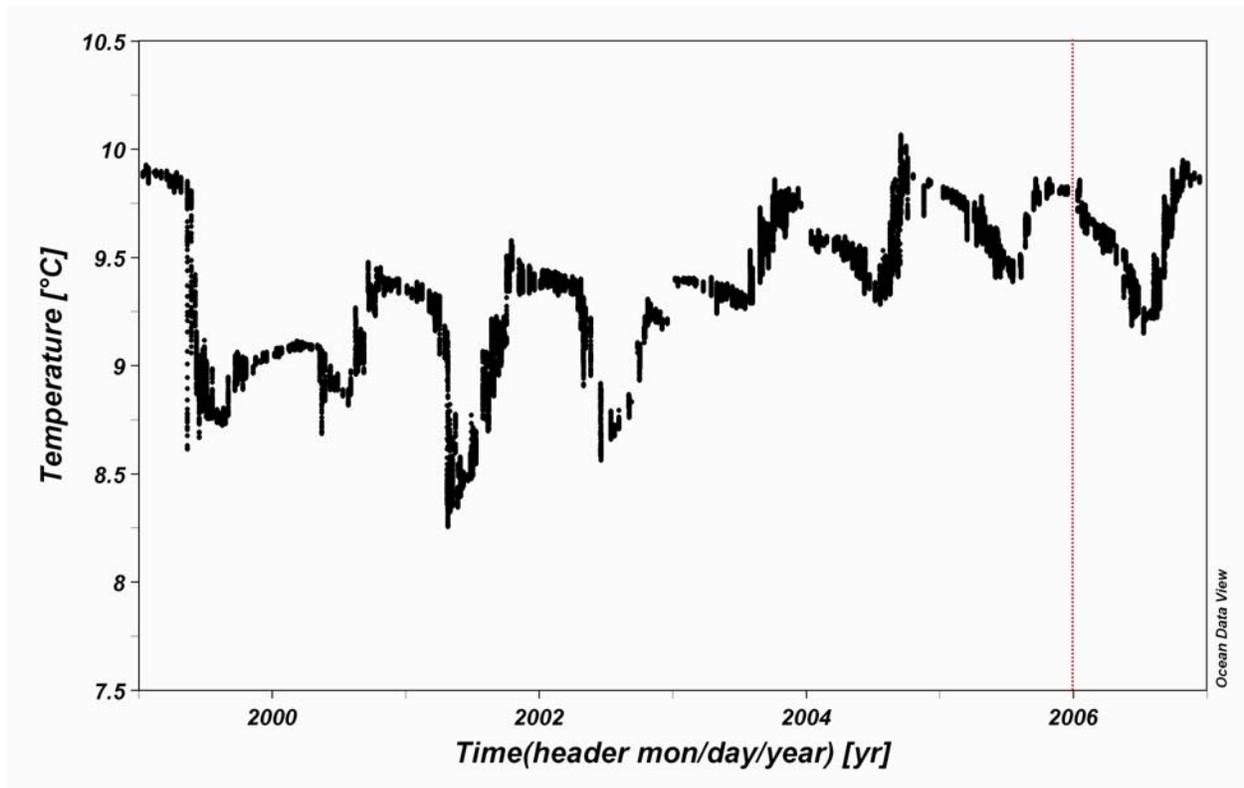


Figure A67. Température mesurée sous 300 m de profondeur à la station Nanoose.

Références

- Masson, D., 2006: Seasonal water mass analysis for the Straits of Juan de Fuca and Georgia. *Atmosphere-Ocean*, **44**, 1-15.
- Masson, D., Cummins, P.F., 2007: Temperature trends and interannual variability in the Strait of Georgia. *Continental Shelf Research*, doi:10.1016/j.csr.2006.10.009.

Conditions du fleuve Fraser: records de température élevée et de faible débit durant plusieurs jours d'été

John Morrison, Pêches et Océans Canada

Dans le fleuve Fraser, un fort débit et des températures chaudes peuvent être nuisibles au succès de la reproduction du saumon rouge lorsqu'ils migrent vers leur lieu de fraie à l'amont de la rivière. 2006 était une année exceptionnelle où la température des eaux du fleuve Fraser était au-dessus de la moyenne à long terme durant toute la période de migration durant laquelle neuf records journaliers de température ont été atteints. De plus, le débit a atteint son maximum très tôt, le 28 mai, puis a rapidement diminué à un niveau minimum record ou près de ce niveau record jusqu'au début novembre. Les estimés préliminaires suggèrent que les saumons rouges de montaison estivale et tardive étaient les plus affectés par la mortalité en rivière pendant 2006, avec des taux de mortalité plus élevés que la moyenne à long terme, mais inférieurs aux plus hauts taux observés durant les dix dernières années.

Fraser River Average Daily Temperature

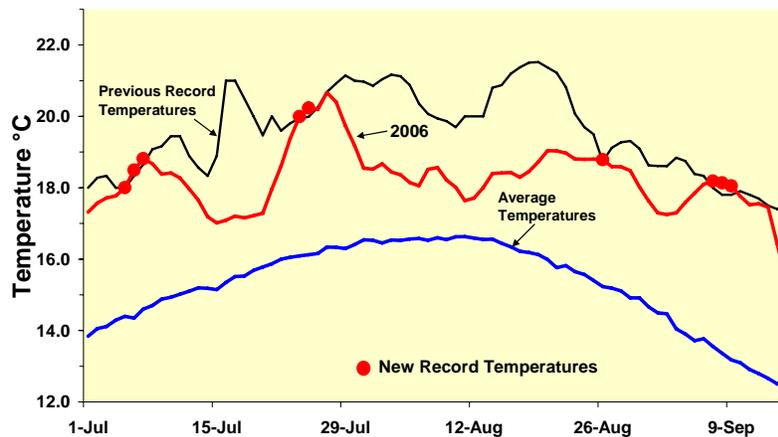


Figure A68 Température du fleuve Fraser à Qualark, 1 juillet au 15 septembre 2006.

Fraser River Discharge at Hope

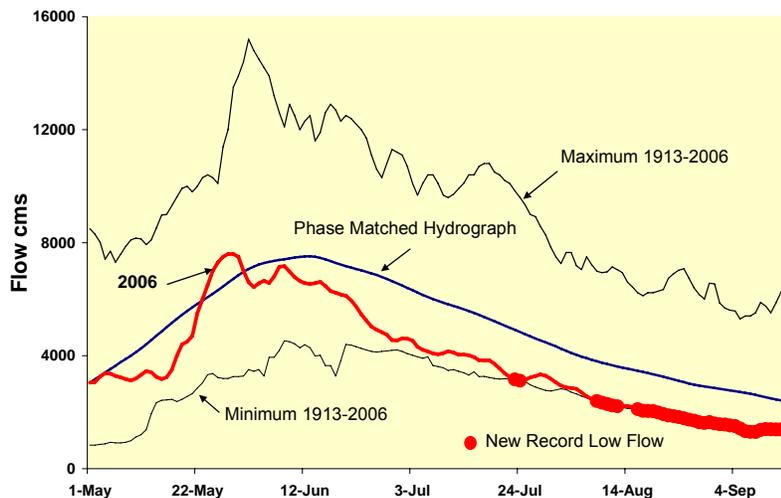


Figure A69 Débit du fleuve Fraser à Hope du 1 mai au 15 septembre 2006.

Phytoplancton dans le détroit de Géorgie

Angelica Peña, Pêches et Océans Canada

Le phytoplancton et le nitrate sont mesurés quatre fois par année (avril, juin, septembre et novembre) le long d'une ligne de relevés de 20 stations dans le bassin des détroits Juan de Fuca et de Géorgie (figure A70). La distribution des concentrations de phytoplancton et de nitrate durant 2006 était semblable à celle observée durant les années précédentes.



Figure A70. Emplacement des stations d'échantillonnage dans la région des détroits Juan de Fuca et de Géorgie. L'épaisse ligne grise montre les stations de la ligne de relevés utilisées dans la figure A71, et les chiffres indiquent la distance en km à partir de l'aval du détroit Juan de Fuca.

En général, dans le secteur du détroit de Géorgie, les concentrations de nitrate sont plus faibles et la fluorescence de la chlorophylle, un indice de la biomasse de phytoplancton, plus élevée et plus variable que dans les autres endroits de cette région (figure A71). De façon saisonnière, les concentrations de chlorophylle sont au plus fort durant la prolifération printanière (mars-avril), elles sont basses durant l'été, augmentent encore à la fin de l'été/tôt à l'automne, et sont au plus bas durant l'hiver.

Relativement aux années précédentes, les concentrations de la chlorophylle en surface étaient plus faibles à la plupart des stations durant avril et novembre 2006 (figure A71). La distribution et la concentration de chlorophylle étaient par ailleurs dans la gamme des valeurs observées par le passé. Les concentrations de nitrate en surface dans le détroit de Géorgie en avril 2006 étaient plus élevées que celles mesurées en 2002-2004 mais semblables à celles observées en 2005. À l'embouchure du détroit Juan de Fuca en novembre, les concentrations de nitrate étaient plus élevées que celles observées durant les quatre dernières années. Aux autres endroits les concentrations de nitrate étaient semblables à celles observées durant les années précédentes.

Les concentrations plus élevées de nitrate et plus faibles de chlorophylle observées dans le détroit de Géorgie en avril 2006 suggèrent un départ retardé des proliférations printanières pour cette année. Cependant, puisque le phytoplancton se développe rapidement (taux de croissance exponentiel de l'ordre de $0.3-1 \text{ j}^{-1}$), sa biomasse peut refléter très vite les changements saisonniers de radiation solaire et de stratification de la colonne d'eau. Par conséquent, un échantillonnage fréquent est nécessaire pour surveiller les changements du début de la prolifération printanière, et notre fréquence d'échantillonnage (quatre fois par année) n'est pas adéquate pour détecter ces changements. Nombre d'études ont démontré que la synchronisation des proliférations printanières peut avoir un impact significatif sur la production de la chaîne alimentaire et en particulier sur la croissance et la survie des copépodes et des larves de poisson.

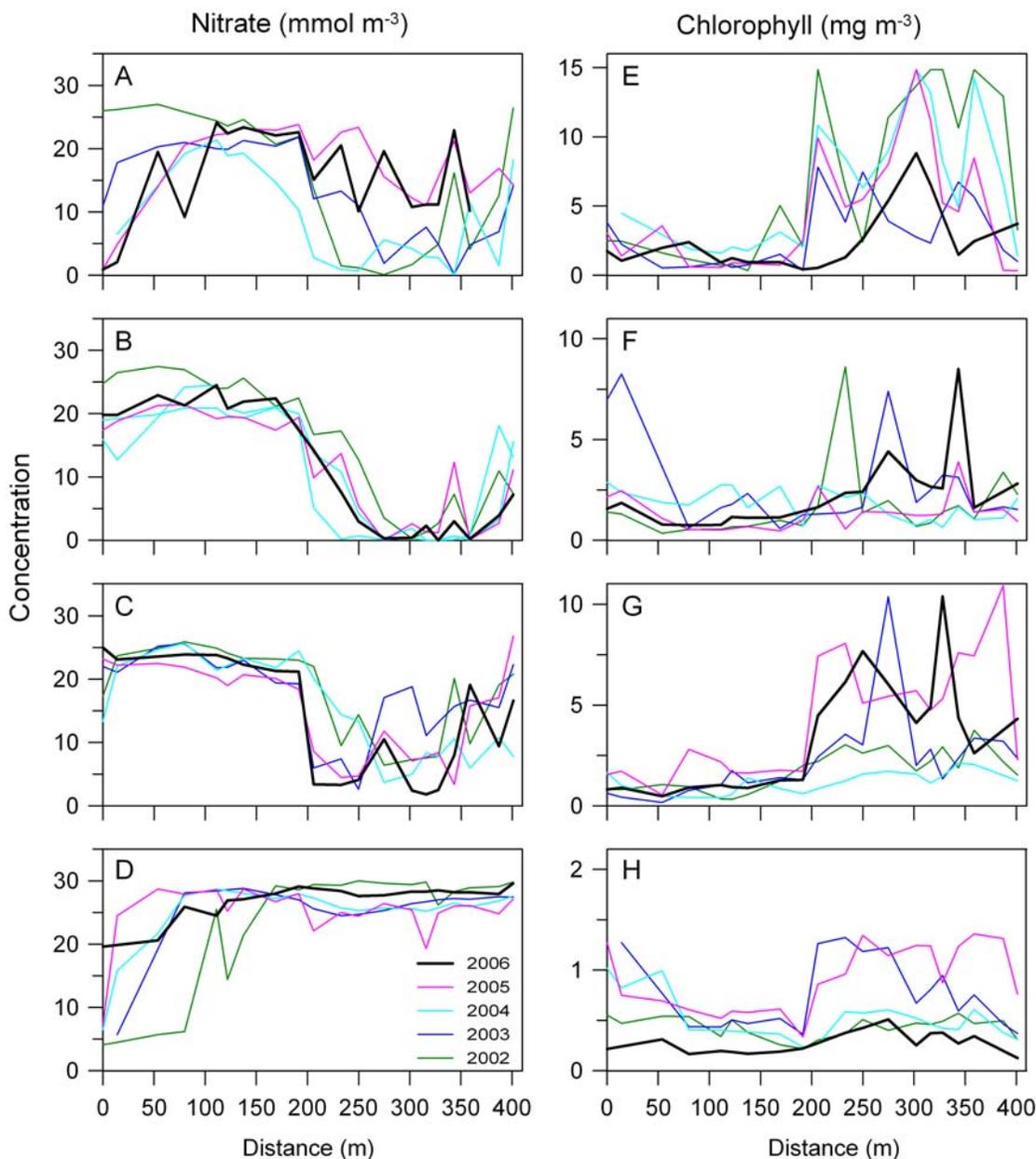


Figure A71. Concentration du nitrate en surface (panneau de gauche) et de chlorophylle (panneau de droite) le long d'une ligne de relevés de l'embouchure du détroit Juan de Fuca à la partie nord du détroit de Géorgie au printemps (A et E), à l'été (B et F), à l'automne (C et G) et en hiver (D et H), de 2002 à 2006.

Prévisions pour le saumon du bassin de Géorgie pour 2007

Richard Beamish, Ruston Sweeting et Chrys Neville,
Pêches et Océans Canada

En 2005 il y a eu une décharge d'eau douce très précoce du fleuve Fraser qui a entraîné une production de plancton aussi très précoce, tel qu'observé sur les images satellitaires de fluorescence. Nous croyons que cela a réduit de façon significative l'abondance des proies pour les saumons coho et quinnat qui sont entrés dans le détroit de Géorgie plus tard dans l'année, mais a entraîné une survie exceptionnelle des saumons kéta parce qu'ils sont entrés dans leur environnement marin plus tôt durant l'année.

Dans nos relevés de 2005, la capture par unité d'effort des saumons coho juvéniles était la plus faible de tous nos relevés en 10 ans, et nous avons prévu des retours très faibles pour 2006. C'est maintenant généralement connu que les retours de saumons coho dans le détroit de Géorgie en 2006 étaient extrêmement bas. Nos prises de saumons coho juvéniles durant nos relevés de 2006 étaient parmi les plus importantes durant toute notre étude, ainsi que l'était la taille de l'ensemble des poissons. Ces deux éléments pointent vers une survie très améliorée pour les saumons coho du détroit de Géorgie et nous prédisons une survie de 2.0% en 2007 (figures A72 et A73).

La production précoce de proies dans le détroit de Géorgie en 2005 devrait aussi avoir un effet sur le retour des saumons quinnat en 2007 pour les stocks qui passent deux hivers dans l'océan, tel celui de la rivière Cowichan. Nous prévoyons donc de très pauvres retours de saumon quinnat dans le détroit de Géorgie en 2007, de l'ordre de 0.3-0.4%.

La taille des saumons rouges juvéniles dans le relevé de juillet 2005 était cependant la plus grande en 10 ans, suggérant qu'ils ont bénéficié de conditions océaniques favorables. Nous prédisons donc un retour de saumons rouges au-dessus de la moyenne en 2007 pour ces stocks qui transitent dans le détroit de Géorgie.

Puisque la survie à leur début en mer des saumons kéta du détroit de Géorgie était aussi très bonne en 2005, leur retour en 2008 devrait aussi être au-dessus de la moyenne. Il n'y a pas de prévisions pour le saumon rose puisque 2007 est une année hors cycle.

Dans le relevé de saumons coho juvéniles fait en 2006 dans le détroit de Géorgie, nous avons constaté le déclin continu du pourcentage de saumons coho provenant des écloséries et une augmentation continue des saumons coho sauvages (figure A74). Ce changement en pourcentage s'est produit après le changement de régime de 1998, probablement dû au fait que les saumons coho des écloséries sont relâchés à une date fixe et les saumons coho sauvages sont entrés dans la mer plus tôt. Notez que les pourcentages des années impaires sont constamment plus élevés que les pourcentages des années paires, ce qui indique un impact dépendant de la densité des saumons roses juvéniles qui se trouvent dans le détroit de Géorgie durant les années paires.

Nous utilisons aussi nos relevés effectués à partir de navires pour estimer l'abondance des saumons coho juvéniles sauvages. L'abondance estimée en 2006 était équivalente aux hauts niveaux de la fin des années 1970. Nous prévoyons donc que les retours de saumons coho sauvages dans le détroit de Géorgie en 2007 pourraient être les meilleurs de la décennie, mais la survie marine générale continuera d'être faible.

En résumé, les retours des saumons coho dans le détroit de Géorgie en 2007 devraient être les meilleurs de la décennie avec des retours importants de saumons coho sauvages. Les retours des saumons quinnat devraient être faibles. Les retours des saumons rouges pourraient avoir été influencés par une bonne survie marine à leur entrée en mer en 2005 mais par de mauvaises conditions hivernales d'approvisionnement en 2005/2006. Nous suggérons que la survie marine sera au-dessus de la moyenne, mais que la taille des adultes pourrait être petite. Les retours des saumons kéta devraient continuer à être bons.

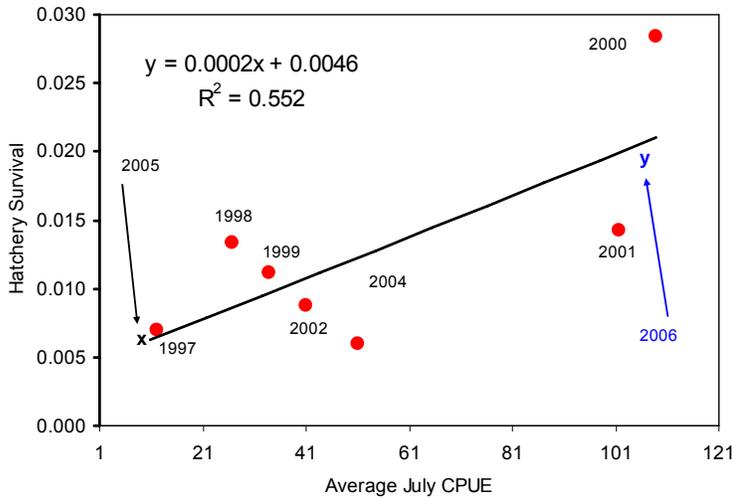


Figure A72. Prévisions de la survie marine du saumon coho du détroit de Géorgie pour l'année d'entrée en mer 2006-2007, basées sur la CPUE des relevés de juillet.

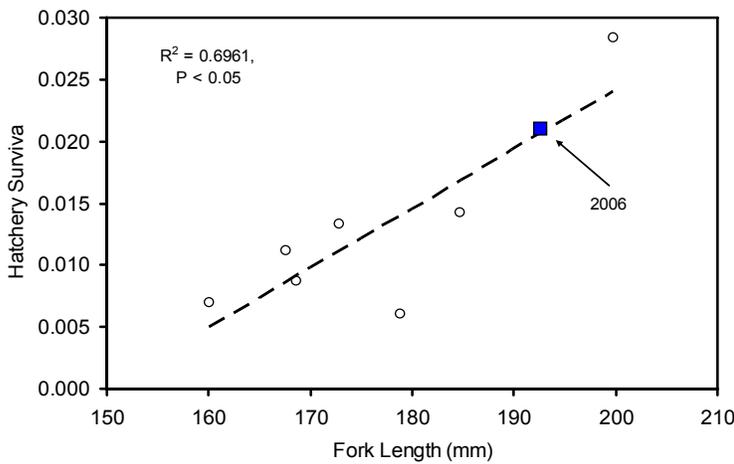


Figure A73. Prévisions de la survie marine du saumon coho du détroit de Géorgie pour l'année d'entrée en mer 2006-2007, basées sur la moyenne de la longueur à la fourche dans le relevé de juillet.

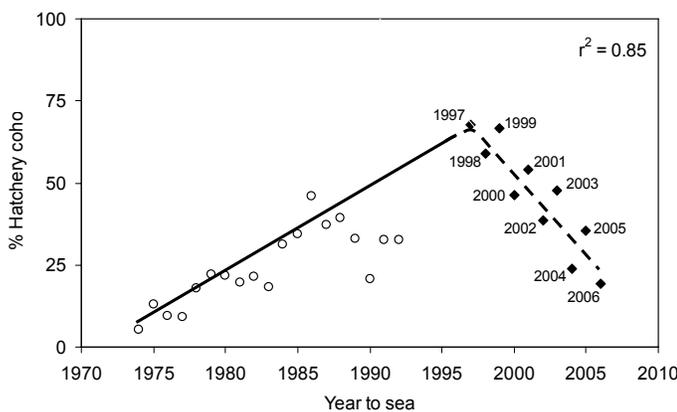


Figure A74. Pourcentage de saumons coho du détroit de Géorgie provenant d'écloseries canadiennes, septembre 1974-2006. Les cercles ouverts sont les données de Sweeting et al. (2003) et Kadowaki et al. (1995). Les losanges noirs représentent les données de notre étude.

Une prédiction expérimentale d'un changement de régime possible en 2007 ou 2008

Les régimes et les changements de régime sont des phénomènes généralement acceptés par la plupart des scientifiques qui étudient la dynamique des populations de poissons dans le Pacifique Nord et l'Atlantique Nord. Le changement de régime le mieux connu s'est produit en 1977 et il a profondément modifié la dynamique d'un grand nombre d'espèces clés des pêches les plus importantes au large de la côte ouest de l'Amérique du Nord. Le dernier changement de régime s'est produit en 1998 et puisqu'ils se sont récemment produits à une fréquence presque décennale, un autre changement devrait se produire bientôt. Le système de dépression des Aléoutiennes domine la circulation atmosphérique en hiver et au printemps dans le Pacifique Nord. Les changements de la tendance de la dépression des Aléoutiennes influencent le recrutement d'un nombre d'espèces incluant le saumon du Pacifique. Il y a plusieurs indices représentant les tendances de la dépression des Aléoutiennes. Tous les indices enregistrent les impacts, et tous indiquent les régimes et les changements de régime. Un indice est basé sur l'aire de vents forts, mais un autre indice pourrait aussi être basé sur l'énergie puisque des vents hivernaux plus forts ont besoin d'énergie pour s'intensifier. Nous utilisons les tendances saisonnières et annuelles du flux d'énergie à travers les enveloppes rotatoires de la planète (atmosphère, hydrosphère, écorce terrestre et noyau liquide) pour prédire lorsqu'un changement de régime pourrait se produire. L'énergie nécessaire pour intensifier la dépression des Aléoutiennes doit provenir de l'une de ces couches rotatoires, et puisque l'énergie n'est ni gagnée ni perdue un changement dans la vitesse de l'une des couches peut être décelé dans la rotation d'une autre enveloppe. Nous utilisons la rotation de l'écorce terrestre ou durée du jour (DDJ) comme indice de transfert d'énergie. Les deux changements de régimes de 1989 et 1998 étaient associés à un changement du patron de la DDJ saisonnière et étaient précédés d'un changement dans la moyenne annuelle de DDJ par environ deux ans. Il y a eu un changement dans la DDJ annuelle en 2005 résultant en une décélération de la croûte terrestre. Nous regardons attentivement le patron saisonnier et si les patrons sont semblables aux deux changements de régime précédents, nous espérons voir un changement dans la DDJ saisonnière environ deux ans après le changement de la tendance annuelle ou cet automne ou l'automne prochain. La prédiction des changements de régime est essentielle pour la gestion des pêches puisque la cause principale de la sur-pêche est la mortalité excessive suite à un déclin de la production océanique supportant le recrutement de certaines espèces particulières. Nous sommes confiants qu'il est possible de prédire les changements de régime et que cette information améliorera grandement l'habileté des gestionnaires de travailler avec les pêcheurs et d'être prudent.

Référence

- Kadowaki, R., J. Irvine, B. Holtby, N. Schubert, K. Simpson, R. Bailey, et C. Cross. 1995. Assessment of Strait of Georgia coho salmon stocks (including the Fraser River). Pacific Scientific Advice Review Committee Working Paper S94-9.
- Sweeting, R.M., R.J. Beamish, D.J. Noakes, et C.M. Neville. 2003. Replacement of wild coho salmon by hatchery-reared coho salmon in the Strait of Georgia over the past three decades. *North American Journal of Fisheries Management* 23: 492-502.

Fiabilité des prévisions concernant les saumons rouges du fleuve Fraser

Alan Cass, Pêches et Océans Canada

Les prévisions d'avant-saison de l'abondance du saumon rouge du fleuve Fraser sont utilisées pour l'établissement des taux d'exploitation pour les pêcheurs; les gestionnaires les utilisent pour la planification et la gestion des pêches. L'établissement de prévisions concernant le saumon rouge constitue également une obligation internationale du Canada en vertu du Traité canado-américain portant sur le saumon du Pacifique. Les profils de remonte varient selon les stocks, et bon nombre de grands lacs de séjour du bassin hydrographique du Fraser affichent des cycles d'abondance récurrents sur quatre ans (Figure A75). Les modèles de prévision s'appuient sur deux paramètres clés : 1) des estimations de l'abondance à un ou à plusieurs stades du cycle biologique (c.-à-d. des géniteurs, des juvéniles et des adultes en remonte) et 2) des hypothèses ou des indices sur la survie de la population exploitable pour la pêche. Une hypothèse fondamentale est à l'effet que les incertitudes concernant la survie future sont inscrites dans les données historiques et dans un modèle sous-jacent qui relie l'abondance d'un stade du cycle biologique à un autre. Les estimations des échappées de géniteurs constituent le prédicteur biologique central des remontes annuelles pour la plupart des stocks. On s'est servi des modèles stock-recrutement (c.-à-d. le modèle de Ricker), qui permettent l'établissement de projections quant aux remontes fondées sur les échappées, comme principal outil de prévision. Des données sur les juvéniles existent pour un petit nombre de populations, en particulier pour le saumon rouge du lac Chilko. Les prévisions d'avant-saison peuvent être marquées d'une forte incertitude. Les données sur les températures à la surface de l'eau et sur l'oscillation décennale du Pacifique ont été incluses comme approximations des impacts environnementaux sur la survie du saumon rouge du Fraser, mais avec un succès limité.

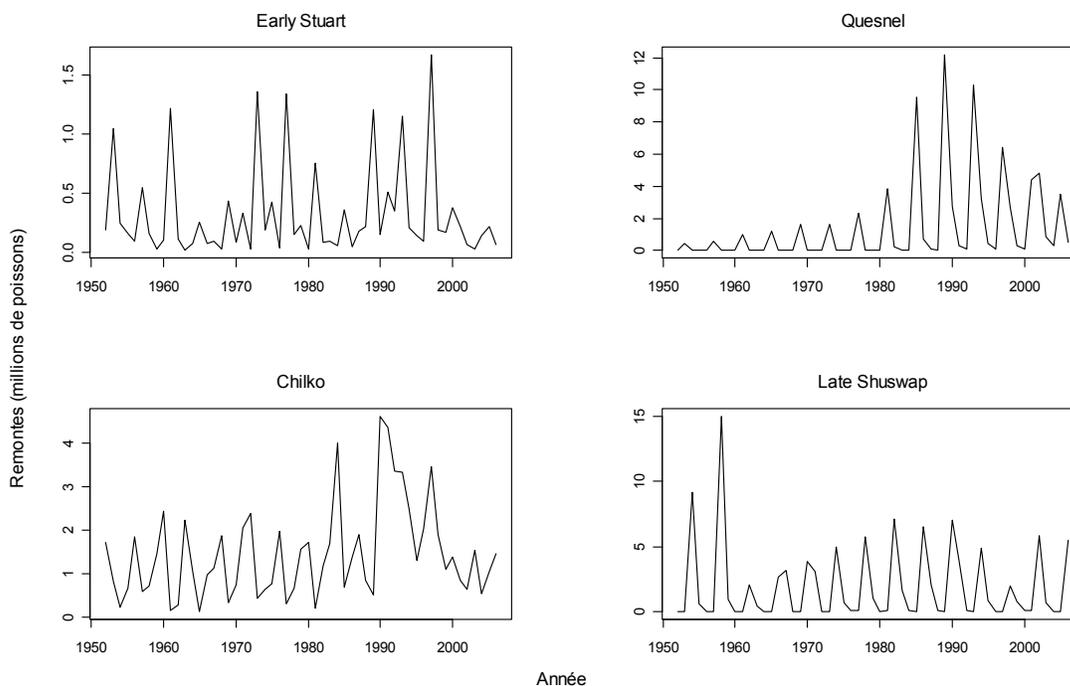


Figure A75. Remontes estimées (1950-2006) pour quatre stocks de saumons rouges du fleuve Fraser. Il convient de noter le profil cyclique récurrent sur quatre ans pour les populations des lacs Quesnel et Shuswap, lequel profil est caractéristique de bon nombre de systèmes de croissance dans les grands lacs du bassin du Fraser. Les données sur les remontes en 2006 sont préliminaires.

Tendances et corrélations entre les indices de survie indépendants de la densité parmi les stocks

On a utilisé douze populations clés de saumon rouge du Fraser et leurs séries chronologiques respectives relatives à l'abondance des géniteurs et au recrutement des adultes remontant jusqu'au début des années 1950 pour évaluer la survie indépendante de la densité et déterminer la corrélation, en matière de survie, parmi les populations. Le but de l'évaluation est d'évaluer la mesure dans laquelle des facteurs environnementaux à vaste échelle peuvent affecter la productivité du saumon rouge et, par voie de conséquence, la fiabilité des prévisions. Les populations utilisées pour l'analyse sont deux populations de remonte qui fraient et croissent dans le bassin de la Stuart, situé dans le bassin hydrographique du haut Fraser (Stuart précoce et tardive), ainsi que les populations du lac Bowron, du lac Stellako, du lac Quesnel, du lac Chilko (incluant les saumoneaux), du lac Shuswap (montaison tardive), du lac Pitt et des rivières Seymour, Raft, Birkenhead et Harrison.

On a utilisé un modèle de Larkin affichant une erreur logarithmique normale pour obtenir une série, fondée sur des estimations, de la survie indépendante de la densité pour les années initiales allant de 1952 à 2002, après avoir tenu compte des effets de la densité des géniteurs durant l'année initiale et des effets retard de la densité durant les trois années initiales précédentes (Walters et Staley, 1987). Une série chronologique des indices de survie indépendants de la densité est ainsi représentée par les variables résiduelles dans l'espace logarithmique. Ces variables sont représentées graphiquement à la Figure A76. Les séries concernant le saumon rouge du lac Chilko, du saumoneau à l'adulte, sont également incluses à des fins de comparaison. Les données sur les saumoneaux du lac Chilko excluent les effets de la survie du géniteur au saumoneau présents dans les autres ensembles de données.

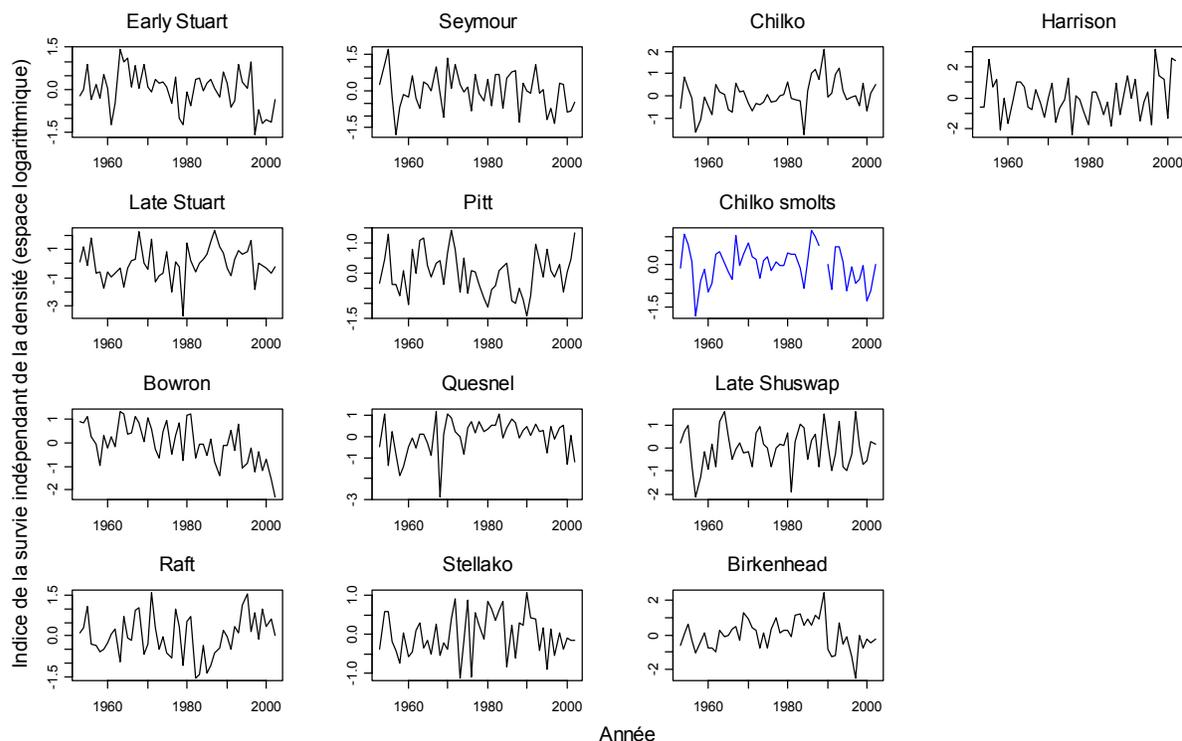


Figure A76. Séries chronologiques des indices de survie du géniteur à l'adulte pour des populations clés de saumon rouge du Fraser par année initiale (1953-2002), fondées sur les variables résiduelles d'un modèle géniteur-recrutement de Larkin. La courbe intitulée « Saumoneaux de Chilko » est l'anomalie dans la survie du saumoneau à l'adulte pour les saumoneaux du lac Chilko.

La figure A76 montre que la survie indépendante de la densité s'est révélée hautement variable depuis le début des années 1950, mais affiche une certaine cohérence entre la plupart des populations. Par exemple, une période de faible survie au début de la série est évidente pour la plupart des populations. Un déclin récent de la survie depuis la fin des années 1990 est également évident pour certaines mais non pour toutes les populations. Cette cohérence entre les populations est mieux illustrée par les diagrammes de dispersion par paires présentés à la Figure A77. La corrélation est faible, avec une comparaison moyenne de 0,15, et positive pour 23 des 28 comparaisons entre les stocks (82 %). Une corrélation faible et statistiquement positive de la survie est également conforme aux conclusions de Peterman *et al.*

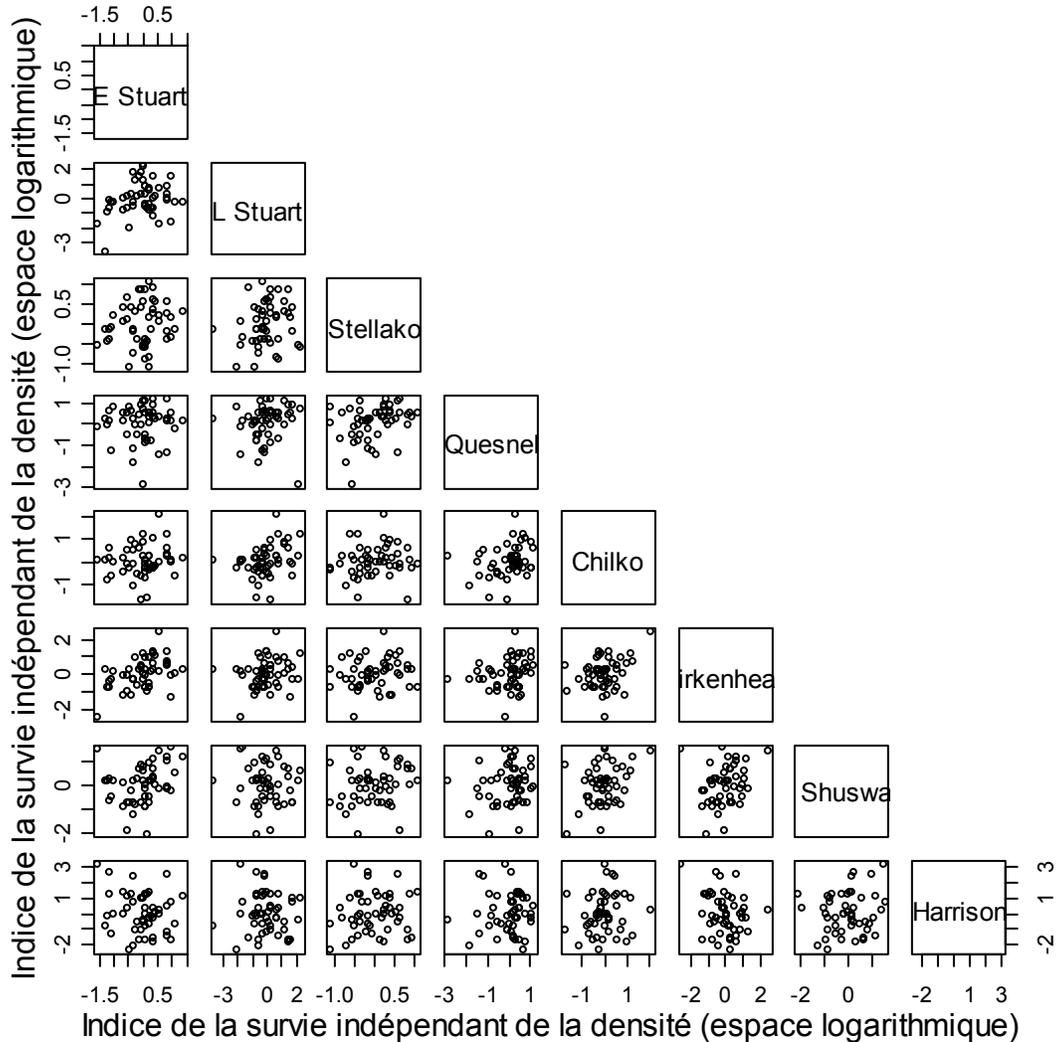


Figure A77. Corrélation de la survie entre des populations de saumons rouges clés du fleuve Fraser. Remarquez le haut degré de dispersion et la faible corrélation positive entre les populations.

Conclusions

La corrélation faible mais positive de la survie entre les populations indique qu'une petite portion de la variation pourrait potentiellement être expliquée par des facteurs environnementaux à vaste échelle. La réponse biologique au forçage environnemental à la grandeur du bassin hydrographique pourrait également être non linéaire dans son effet sur différentes populations en raison d'autres facteurs biologiques (c.-à-d. la taille/croissance des saumoneaux, le moment de la

migration et la répartition). On a tenté, sans succès, d'améliorer la fiabilité des prévisions concernant le saumon rouge du Fraser en utilisant des modèles hiérarchiques pour modéliser les profils de survie communs parmi les populations pour le saumon rouge du Fraser (Cass *et al.*, 2006) ou pour le saumon rose (Haeseke *et al.*, 2005), en grande partie en raison de la variation élevée et inexplicée de la survie au sein des stocks.

Référence

- Cass, A.J., Folkes, M., Parken, C.K., and Wood, C.C. 2006. Pre-season run size forecasts for Fraser River sockeye for 2006. Pacific Stock Assessment Review Committee, Working Paper S2005-04.
- Haeseke, S.L., R.M. Peterman, Z.Su and C.C. Wood. 2005. Retrospective evaluation of pre-season forecasting models for pink salmon. *North Am. J. Fish Manag.* 25: 897-918.
- Peterman, R.M., B.J. Pyper, M. Lapointe, M.D. Adkinson and C.J. Walters. 1998. Patterns and covariation in survival rates of British Columbia and Alaskan sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 55: 2503-2517.
- Walters, C.J. and M.J. Staley 1987. Evidence against the existence of cycle dominance in Fraser River sockeye (*Oncorhynchus nerka*). P 375-384. In H.D. Smith, L. Margolis, and C. C. Wood [ed.] Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 96.

Attentes de survie marine des saumons rouges du lac Chilko retournant en 2007

Skip McKinnell³, Organisation des sciences de la mer pour le Pacifique Nord

“...il est évident que si nous possédions une méthode précise pour déterminer d'année en année le nombre de poissons dans les frayères, cela nous fournirait des données pour nos prophéties...”

Charles H. Gilbert, 1922, Professeur de Zoologie, Université Stanford, en contrat avec gouv. de C.-B.

“La futilité des prédictions d'année en année est évidente.”

W.A. Clemens, 1927, Directeur de la Station Biologique du Pacifique

Une hypothèse souvent citée mais rarement vérifiée dit que l'état de l'océan durant leur première année en mer exerce une plus grande influence sur la survie d'une cohorte de saumons que n'importe quelle autre période. La logique est raisonnable puisque l'abondance totale d'une cohorte en mer est la plus grande durant leur année de migration vers la mer, et si des fractions même minimales de cette mortalité pouvaient être reportées aux adultes, des retours plus importants pour la pêche se manifesteraient. Pour la plus grande partie, tout ce que l'on sait au sujet de la mortalité en mer des saumons rouges du fleuve Fraser est le résultat final pour un stock, celui du lac Chilko, après 26 mois en mer (Figure A78). Pour la plupart des stocks, seulement la mortalité totale (en eau douce et marine) a été estimée.

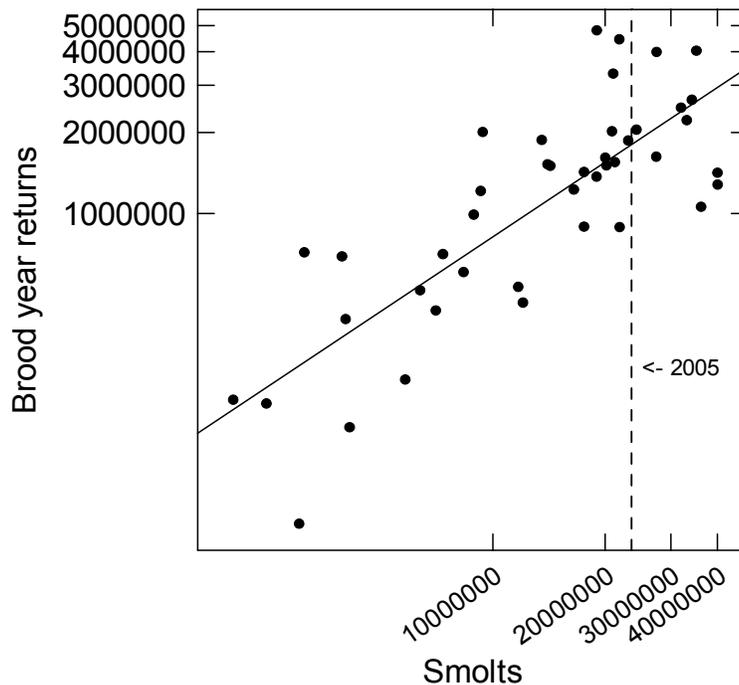


Figure A78. Retours des années d'éclosion versus l'abondance des saumoneaux rouges du lac Chilko sur des échelles logarithmiques. La ligne verticale pointillée représente le nombre estimé de saumoneaux qui ont quitté le lac Chilko en 2005. En assumant une survie marine moyenne, les retours en 2007 seront d'environ 1.7 million (approximativement la prévision du MPO) mais l'évidence contre un retour moyen est bonne.

³Les opinions dans ce document sont de l'auteur, non de son employeur.

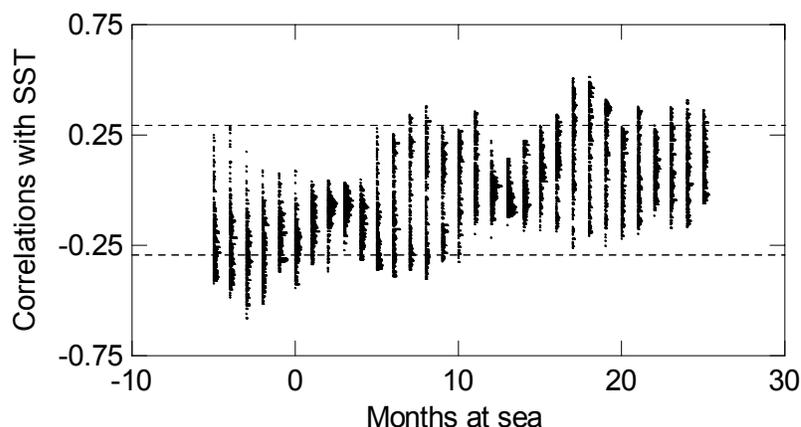


Figure A79. Corrélation, par mois, entre la moyenne mensuelle de TSM à chaque point d'une grille de 2° de latitude par 2° de longitude dans le golfe de l'Alaska et la survie marine annuelle ($\sqrt{\lambda}$ transformée) pour les saumons rouges du lac Chilko (années d'éclosion 1952 à 2002). La période d'intérêt correspond approximativement à la vie en mer d'un saumon rouge âgé de 1.2 an. Les mois négatifs en mer représentent la TSM, en mois, avant l'entrée dans l'océan. Les lignes horizontales pointillées indiquent la magnitude requise pour atteindre la signification statistique ($\alpha=0.05$) avec 43 ans d'observations. Les observations n'ont pas été effectuées à chaque année entre 1952 et 2002 ce qui fait que la taille de l'échantillon est moindre que 51.

La température de surface de la mer (TSM) est souvent utilisée comme simple indice du résultat de plusieurs variables interactives qui changent les caractéristiques de la couche supérieure de l'océan de mois en mois et d'année en année. Si on fait une corrélation, à partir de l'ensemble des données de TSM reconstruites prolongées de NOAA, des anomalies des moyennes mensuelles de TSM à chaque maille d'une grille de 2° de latitude par 2° de longitude pour tout le golfe de l'Alaska (nord de 40°N, et 170°O à la côte) avec les estimations annuelles de survie marine des saumons rouges du lac Chilko avec décalage d'une période de 5 mois précédant leur entrée dans la mer jusqu'à leur maturité deux ans plus tard, des corrélations statistiquement importantes ($\alpha=0.05$) sont évidentes. Les corrélations sont surtout négatives (max. -0.58) durant les années des saumoneaux et positives (max. 0.51) durant les années de retour (Figure A79) avec les valeurs médianes positives les plus grandes apparaissant durant l'hiver de l'année de retour, et les corrélations négatives les plus grandes apparaissant au début du printemps de l'entrée dans la mer. Des 7719 corrélations calculées, 1270 sont individuellement statistiquement significatives (16.5%). Quoique en moyenne les corrélations semblent être basses, leur évolution dans le temps ne suit certainement pas le hasard. Si ce patron est fondé sur une connexion vraie entre la physique et la biologie, il suggère qu'une survie accrue est associée avec un golfe de l'Alaska plus froid de janvier à août durant l'année d'entrée en mer, et un golfe de l'Alaska plus chaud de novembre à juillet de l'année de retour. Les corrélations négatives les plus grandes entre la TSM et la survie des saumons rouges du lac Chilko apparaissent au printemps avant l'année d'entrée en mer dans le golfe central de l'Alaska (Figure A80). Cette région est centrée au nord-ouest de la station Papa (50°N 215°E). Il n'y a pas de forte connexion entre les TSM côtières (où les saumons rouges se trouvent au début de leur vie marine) et leur survie à l'âge adulte lorsque mesuré avec l'ensemble entier des observations. Le défi est de déterminer s'il y a une connexion physique entre l'état du golfe de l'Alaska 3 mois avant que les poissons entrent dans la mer et leur survie jusqu'à l'âge adulte. La région où la corrélation positive la plus grande entre la TSM et la survie marine des saumons rouges du lac Chilko apparaît au début de l'hiver (novembre/décembre) et est largement distribuée dans tout le golfe de l'Alaska à des latitudes juste au sud d'où presque tous les saumons rouges du fleuve Fraser sont situés au printemps précédant leur migration de fraie. (McKinnell 1995). La survie semble être meilleure durant les années où l'année de retour est chaude dans le golfe de l'Alaska (Figure A79).

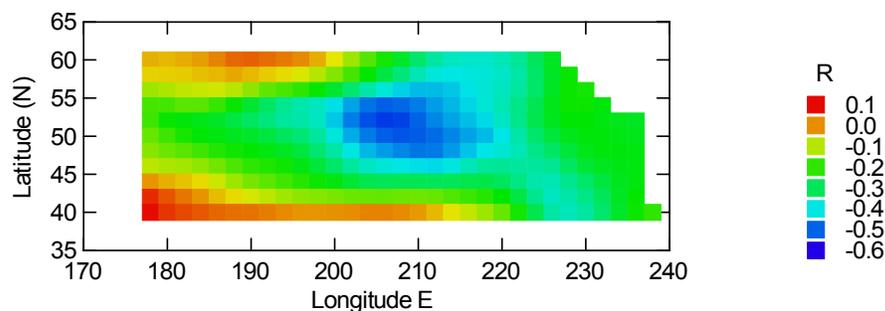


Figure A80. Corrélations entre la température de surface de l'océan dans le golfe de l'Alaska en mars de l'année d'entrée en mer et la survie marine des saumons rouges du lac Chilko. La légende indique la correspondance entre les couleurs et la corrélation. Les corrélations < -0.3 sont statistiquement significatives.

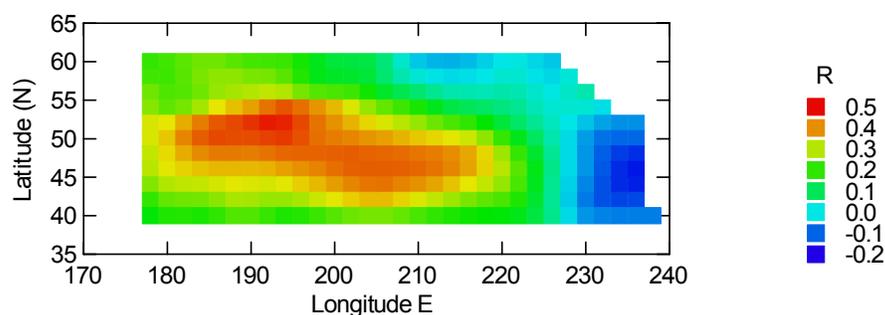


Figure A81. Corrélations entre la température de surface de l'océan dans le golfe de l'Alaska en novembre précédant le retour pour la fraie et la survie marine des saumons rouges du lac Chilko. La légende indique la correspondance entre les couleurs et la corrélation. Les corrélations < -0.3 sont statistiquement significatives.

Attentes pour 2007

Si l'association entre les saumons rouges du lac Chilko et les températures de surface du golfe de l'Alaska durant les 50 dernières années est plus que simple coïncidence, il semble que l'année d'éclosion 2003 ait dû faire face à des températures contraires à celles associées avec une bonne survie. Les saumons rouges du lac Chilko qui feront leur retour en 2007 sont entrés dans la mer en 2005, un des hivers les plus chauds dans le golfe de l'Alaska durant les 25 dernières années (Figure A82) et les années très chaudes sont négativement corrélées avec la survie.

De plus, les anomalies moyennes de TSM pour tout le golfe de l'Alaska de décembre à mars 2007 ont été les troisièmes plus froides depuis 1983 (Figure A82). Les années de retour froides sont associées avec une mauvaise survie marine. Ce patron suggère que la survie marine du saumon rouge du lac Chilko retournant en 2007 sera moins bonne que la moyenne parce que le golfe de l'Alaska est froid et restera peut-être ainsi.

Tel qu'indiqué par les premier et second degrés de liberté, les grands patrons de TSM dans le Pacifique Nord n'ont pas tendance à osciller rapidement entre chaque mois et elles sont présentement dans un mode associé à des températures froides dans le golfe de l'Alaska (Figure A83).

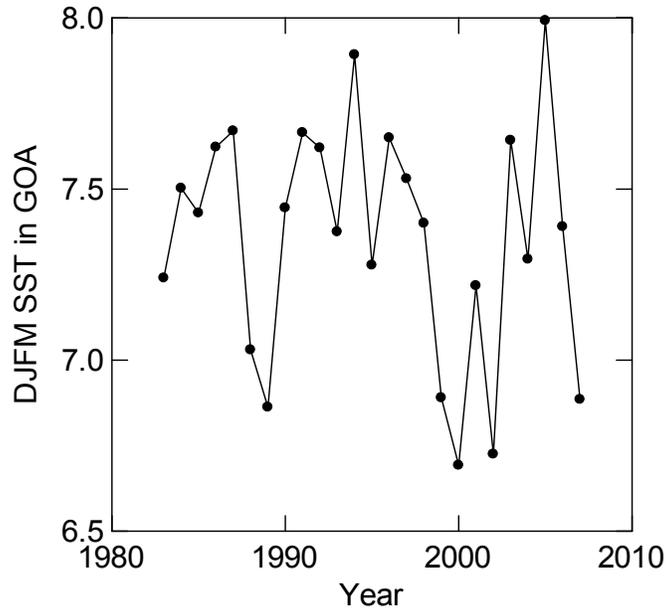


Figure A82. Moyenne de température de surface de la mer de décembre à mars dans le golfe de l'Alaska, 1983-2007

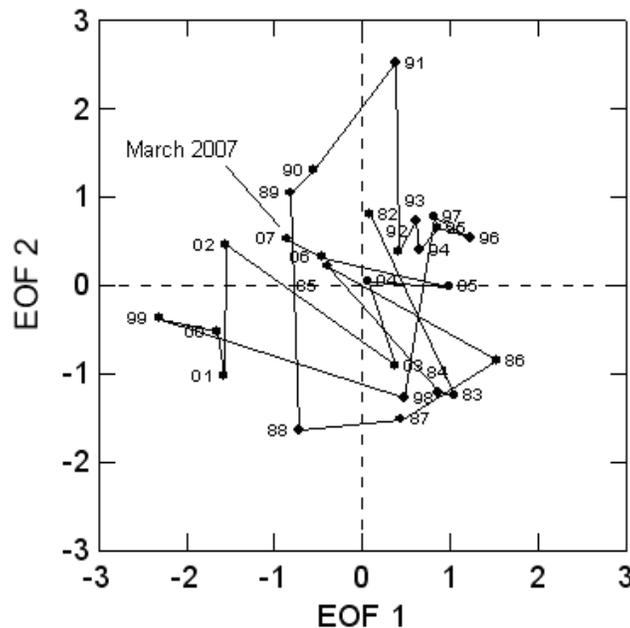


Figure A83. Graphique de phase de degré de liberté à partir d'une analyse de données de TSM pour mars seulement (1982-2007). DEL1 en mars est associé à l'ODP et DEL2 avec le mode Victoria. Les changements des deux dernières années sont surtout dans le mode de l'ODP.

Le saumon coho indicateur du détroit de Géorgie

La survie annuelle des stocks indicateurs de saumon coho du détroit de Géorgie est faiblement mais quand même significativement corrélée à la survie des saumons rouges du lac Chilko qui sont allés à la mer durant la même année (Figure A84). Pour ce qui est de l'année d'entrée 2003 les deux espèces étaient dans le quadrant en bas à gauche du domaine de survie de la Figure A84. La valeur de cette relation est que le saumon coho retourne un an plus tôt que le saumon rouge du lac Chilko donc elle peut être utilisée comme avertisseur si la relation est significative,

ce qu'elle est ($P < 0.01$). Le point peut-être le plus important de ce graphique est que la moyenne préliminaire (données de toutes les écloséries pas encore disponibles) de survie du saumon coho du détroit de Géorgie qui est allé à la mer en 2005 était la plus faible jamais enregistrée.

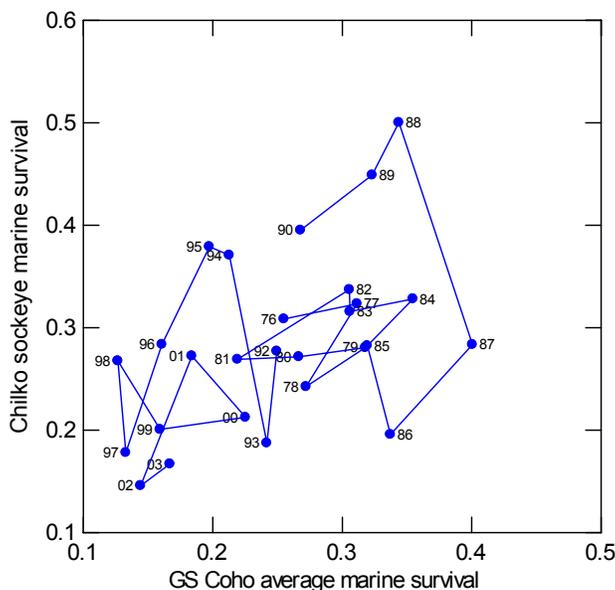


Figure A84. Survie du saumon rouge du lac Chilko après le stage de saumoneau versus la survie du saumon coho du détroit de Géorgie. La survie est transformée par la racine carrée, les années d'entrée à la mer sont indiquées à côté des points sur le graphique. R au carré = 25%, ($P < 0.01$) en assumant qu'il n'y a aucune incertitude dans les estimations de survie. Les estimations préliminaires de moyenne de survie des saumons coho du DG qui sont allés en mer en 2005 est de 0.4% (=0.64 sur l'abscisse qui est hors de l'échelle dans cette figure).

Une régression linéaire multiple ascendante de la survie marine du saumon rouge du lac Chilko versus la moyenne de la survie du saumon coho de l'année équivalente des saumoneaux, et versus toutes les TSM mensuelles décalées, ont généré le modèle suivant qui correspond aux données:

$$\text{Survie} = 0.056 - 0.077 \times \text{GOASST}(6) + 0.124 \times \text{GOASST}(20) + 0.423 \times \text{survie_coho (a-1)}.$$

GOASST est la moyenne de TSM dans le golfe de l'Alaska après (n) mois à la mer. Dans ce cas les TSM en décembre de l'année d'entrée à la mer et en février de l'année de retour étaient sélectionnées. R au carré était 51.4% ($P < 0.01$). Toutes les survies étaient transformées par racine carrée. En utilisant les données d'entrée en mer de 2005 dans cette équation, en retransformant pour obtenir la survie marine en pourcentage, et en multipliant par le nombre de saumoneaux du lac Chilko en 2003, nous obtenons un estimé de 560 000 saumons rouges (95% chance dans l'échelle de 30 000 à 1,8 million, 50% chance dans l'échelle de 200 000 à 1,1 million). Alors que l'estimation par intervalle de 95% inclut les prévisions de pré-saison du MPO de 1,7 million de retours, l'attente de ce modèle est beaucoup plus faible. En extrapolant à partir de l'abondance des saumoneaux qui sont allés à la mer en 2005, il semble plus probable que les retours au lac Chilko seront de moins de 1 000 000, et peut-être de beaucoup moins (Figure A78). Puisque les corrélations avec la TSM sont plutôt faibles, et que ces prévisions ne sont pas vérifiées, il est difficile d'offrir ces nombres avec beaucoup de conviction. Il y avait toutefois de nouveaux prédateurs dans les eaux de la C.-B. et de l'Alaska en 2004/05, tels le calmar de Humboldt, ainsi que toutes les conditions physiques et biologiques inhabituelles qui étaient présentes; la plupart de celles-ci seraient néfastes à la survie du saumon. Les retours du saumon coho de l'an dernier pourraient être un présage de jusqu'à quel point ces conditions pourraient être néfastes.