



Région du Pacifique

L'état de l'océan Pacifique en 2005



Emplacement de la plupart des régions discutées dans ce rapport. Les conditions ont été monitorées le long de la ligne P pendant 50 ans, 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 biologiques et physiques 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 dépendent de fonds fédéraux pour la poursuite des observations et nous remercions ici Pêches et Océans Canada et Environnement Canada pour leur support. Les contributeurs à ce rapport sont tous membres du groupe de travail sur les pêches et l'océanographie du Comité d'examen des évaluations scientifiques du Pacifique (CEESP).

Contributeurs

Ian Perry (Coprésident)	MPO	Graham Gillespie	MPO	Peter Chandler	MPO
Bill Crawford (Coprésident)	MPO	Jim Cosgrove	MCB	Rana El-Sabaawi	UVic
Akash Sastri	UVic	Jim Gower	MPO	Richard Beamish	MPO
Angelica Peña	MPO	John Dower	UVic	Richard Thomson	MPO
Bruce Wing	NOAA	John Morrison	MPO	Ron Perkin	MPO
Dave Mackas	MPO	Ken Cooke	MPO	Ron Tanasichuk	MPO
Diane Masson	MPO	Kim Hyatt	MPO	Roy Hourston	MPO
Frank Whitney	MPO	Marie Robert	MPO	Skip McKinnell	PICES
Howard Freeland	MPO	Mark Hipfner	EC	Sonia Batten	SAHFOS
Jackie King	MPO	Patrick Cummins	MPO		
Jake Schweigert	MPO	Paul Whitfield	EC		

Points importants

Sur une base annuelle, la côte canadienne du Pacifique était plus chaude et plus sèche que la normale en 2005.

Les températures de la mer ont conservé leurs caractéristiques chaudes en 2005 dans tous les écosystèmes marins de la C.-B. incluant le Pacifique Nord-Est océanique.

Le brassage vertical près de la surface dans les régions de mer profonde a été réduit par les températures plus chaudes, réduisant ainsi l'approvisionnement des éléments nutritifs des plantes dans les couches de surface du Pacifique Nord-Est. Par conséquent, la production de plantes microscopiques (phytoplancton) était probablement aussi réduite, quoique peu de mesures directes soient disponibles sur ce point.

La transition des vents et courants d'hiver à ceux d'été s'est produite plus tard en 2005 (mi-avril) qu'en 2004 (fin février – début mars), résultant en une prolifération printanière de plancton retardée en 2005.

La biomasse de zooplancton (nourriture pour plusieurs poissons marins) était réduite par rapport à la normale et les espèces d'eau chaude qui se retrouvent normalement au large de la Californie étaient exceptionnellement plus abondantes; les copépodes et euphausiacés (krill) typiques des eaux froides de la C.-B. étaient proportionnellement moins abondants.

2005 n'a pas été pas une bonne année pour les oiseaux marins de la pointe nord de l'île de Vancouver, avec une réduction de leur zooplancton et petits poissons préférés, et une reproduction retardée et sans succès.

La croissance des saumons coho juvéniles sur la côte ouest de l'île de Vancouver du printemps à l'automne a été la plus basse jamais mesurée depuis que ces observations ont débuté en 1998. La survie peut être faible durant les années de croissance océanique mauvaise.

Par contre, les espèces migratoires d'eaux chaudes comme le merlu du Pacifique et la sardine du Pacifique étaient abondantes dans les eaux de la C.-B. en 2005, et d'autres espèces d'eaux chaudes non typiquement présentes en C.-B. ont été repérées.

PERSPECTIVE : les prédictions d'abondance de retour de quelques stocks de saumon et de recrutement du hareng dans les eaux du sud-ouest de l'île de Vancouver ne sont pas très bonnes à cause des mauvaises conditions (chaudes) durant leur début marin en 2003. Les eaux chaudes océaniques semblaient se refroidir vers des températures normales à la fin de 2005, mais il n'est pas clair si c'est actuellement un arrêt des conditions chaudes qui ont duré depuis 2003 ou s'il s'agit d'un événement temporaire.

Description de ce rapport

Ce rapport annuel est le septième 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 particulièrement dramatiques de ses conditions atmosphériques et océaniques au cours des 15 dernières 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 mais coordonné 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.

Table des matières

Contributeurs.....	2
Points importants	2
Description de ce rapport.....	3
Résumé des conditions en 2005.....	6
Perspectives pour 2006	11
Climat planétaire et indices du Pacifique Nord	13
Réchauffement record de la planète en 2005	13
L'Oscillation Décennale du Pacifique et l'Indice de Dépression des Aléoutiennes	14
Indice des anomalies du niveau de la mer du Pacifique Nord-Est	17
Golfe de l'Alaska	18
Températures à la surface de l'océan: réchauffement à l'échelle du golfe.	18
Les eaux du golfe de l'Alaska: plus chaudes jusqu'en 2005.	19
TSM et hauteur des vagues aux bouées météorologiques de la côte ouest.....	23
Observations améliorées des vents	25
Tourbillons du golfe de l'Alaska: plus grands et plus au sud.....	26
Diminution de l'utilisation des nutriments à la surface de l'océan en 2005	27
Teneur en oxygène réduite dans l'intérieur de l'océan, un bilan.	28
Mesures satellitaires des concentrations de chlorophylle en surface.....	29
Mésozooplancton du golfe de l'Alaska en 2005: la tendance est encore de type 'année chaude'	31
Côte ouest de l'île de Vancouver	32
Les niveaux de la mer: près de la normale, mais la hausse à long terme va en s'accroissant..	32
Stations côtières: températures chaudes de la fin de l'hiver au début du printemps.	33
La téléconnexion de la C.-B. aux tropiques en 2005 et 2006.....	34
Conditions océanographiques physiques.....	35
Phytoplancton.....	37
Conditions chaudes de l'océan en 2005 hostiles au zooplancton local: annonce un recrutement et une survie faibles pour les poissons.	38
Euphausiacés et prédateurs: moins de nourriture pour le hareng et les saumons coho, kéta et rouges, et augmentation de la prédation du merlu.	41
Saumon rouge de la baie Barkley: prévisions de retours faibles.	43
Les relevés au chalut de fond à petites mailles: l'eau chaude de 2005 a perpétué la faible biomasse de crevettes mais a produit plus de merlus, de soles, de flétans, de plies à grande bouche et de squales.	45
Taux de croissance le plus faible jamais enregistré pour le saumon coho au sud de la C.-B..	46
Petits poissons pélagiques.....	47
Reproduction des oiseaux de mer sur l'île Triangle en 2005: toutes les espèces ont une mauvaise saison de reproduction.....	50
Distribution du merlu du Pacifique (<i>Merluccius productus</i>) le long de la côte ouest du Canada et des États-Unis.	52
Espèces d'eau chaude en Colombie-Britannique et en Alaska.....	55
Colombie-Britannique Nord.....	56
Stations côtières: températures chaudes durant toute l'année.	56
Petits poissons pélagiques.....	57
Bassin de Géorgie et Fleuve Fraser	61
Conditions du fleuve Fraser: été 2005.	61
Température et salinité dans le détroit de Géorgie	62
Stations côtières: chaudes toute l'année.....	64
Phytoplancton du détroit de Géorgie	65

Effondrement des populations de <i>Neocalanus plumchrus</i> dans le détroit de Géorgie.....	66
Hareng dans le détroit de Géorgie	67
Saumon du Pacifique et le détroit de Géorgie.....	69
SOURCES D'INFORMATIONS ADDITIONNELLES	72
Citation exacte pour cette publication:	72

Résumé des conditions en 2005

Cette section fait un résumé de l'état physique et biologique des écosystèmes marins de la région canadienne du Pacifique en 2005 basé sur les contributions individuelles présentées dans la partie principale de ce rapport.

L'année 2005 a vu se poursuivre la tendance récente des conditions très chaudes dans l'atmosphère et dans l'océan (Fig. 1). À l'échelle planétaire, 2005 a vu les températures de l'air les plus chaudes de toutes les archives qui ont débuté vers la fin des années 1800s. La décennie 1996-2005 a vu neuf des dix années les plus chaudes jamais enregistrées et le taux de réchauffement était de 0.17 °C par décennie depuis 1975. Les latitudes boréales ont subi un réchauffement encore plus prononcé que la moyenne planétaire. La température de l'air annuelle moyenne du Canada était de 1.7 °C au-dessus de la normale, faisant de 2005 la troisième année la plus chaude depuis que les archives nationales de température ont débuté en 1948. La côte ouest canadienne a vu sa cinquième année la plus chaude à 1.2 °C au-dessus de la moyenne. 2005 a aussi été l'année avec le plus de précipitations à la grandeur du pays jamais enregistrée, atteignant 13% au-dessus de la normale. Cependant, à l'opposé du reste du Canada, la côte ouest a été plus sèche que la normale avec des précipitations annuelles plus basses de 5.5%, poursuivant une tendance au-dessous de la normale qui dure depuis 2000 (Environnement Canada, 2006).

En 2005, les températures océaniques planétaires étaient légèrement plus froides qu'en 2004, mais elles se sont quand même classées au septième rang des températures les plus chaudes enregistrées depuis 1880. La tendance planétaire du réchauffement de l'océan, à 0.13 °C par décennie, n'a été que légèrement plus faible que celle de l'atmosphère.

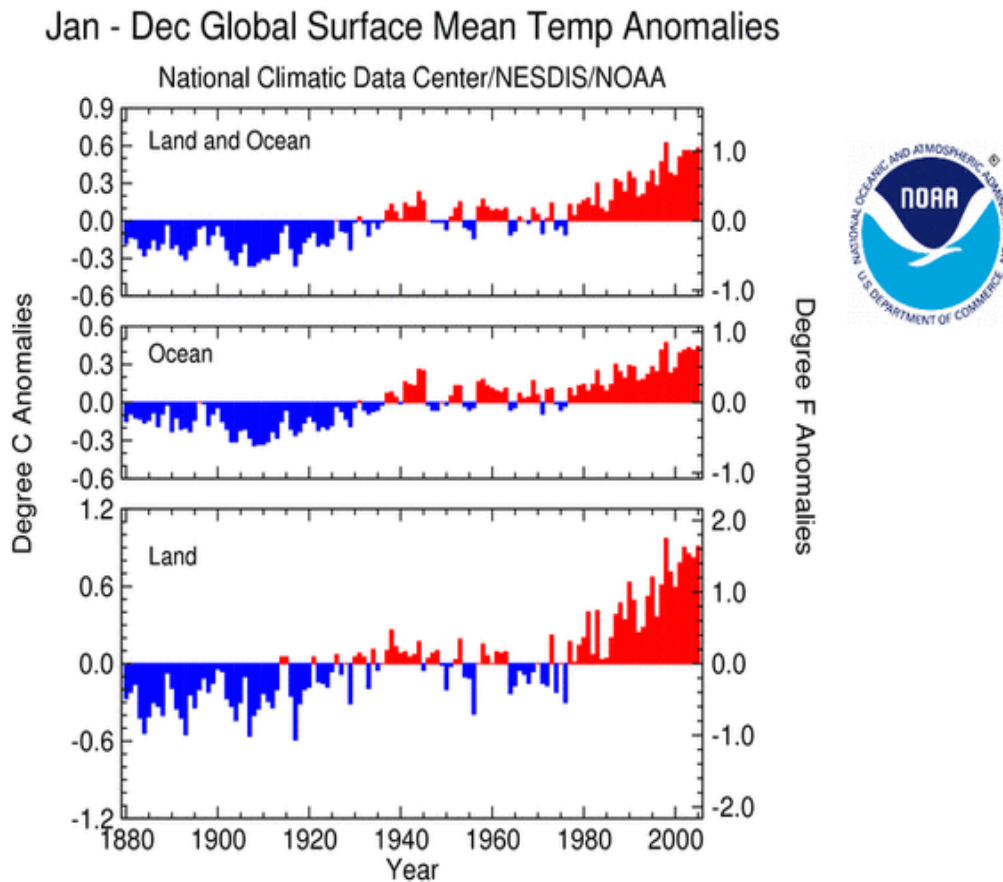


Figure 1. Anomalies de température de 1880 à 2005. Le tableau du haut représente les anomalies planétaires; le tableau du milieu montre les anomalies océaniques seulement; le tableau du bas montre les anomalies au-dessus de la terre seulement (Source: NOAA)

Plusieurs méthodes ont été développées pour décrire le couplage du climat atmosphérique et océanique dans le Pacifique nord. (Fig. 2) L'indice d'oscillation australe (SOI, tableau du haut) indique les conditions El Niño et La Niña dans l'océan Pacifique tropical; durant la majeure partie de 2005 il indiquait des conditions chaudes ou faiblement de type El Niño, mais à la fin de 2005 l'indice suggérait un changement vers des conditions plus froides de type La Niña.

L'oscillation décennale du Pacifique (PDO, tableau du bas) indique des fluctuations de la température de la mer de façon est-ouest au travers du Pacifique nord et est souvent utilisée pour déterminer les régimes chauds ou froids du climat océanique dans cette région. Le PDO a indiqué des conditions modérément chaudes dans le Pacifique Nord-Est au début de 2005, mais modérément froides à la fin de 2005.

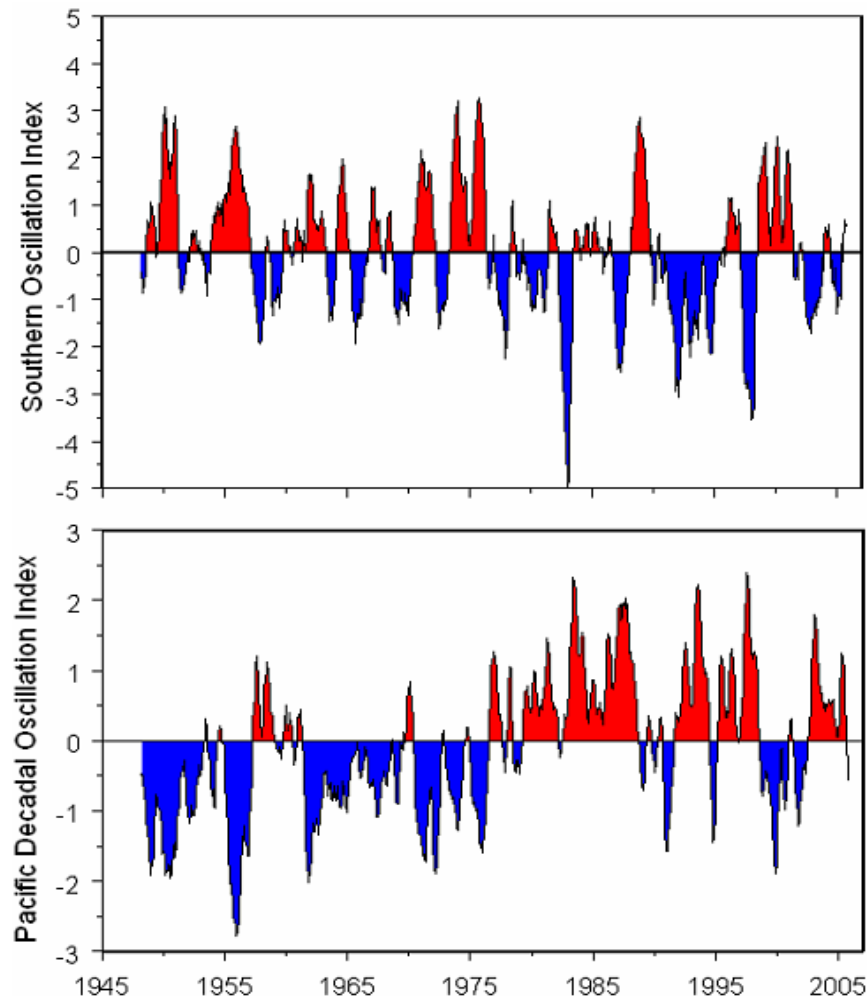


Figure 2. Haut: Indice d'oscillation australe, montrant une faible transition à des conditions La Niña (SOI positif) débutant en décembre 2005. Bas: Oscillation Décennale du Pacifique, débutant avec des conditions plus chaudes (positive) au début de 2005 mais changeant vers des conditions modérément froides (négative) à la fin de 2005.

Les eaux de surface chaudes présentes depuis 2003 se sont propagées jusqu'à une profondeur de 175 m dans les régions de haute mer ainsi que sur la plateforme continentale de la C.-B. Par exemple, durant le printemps et l'été 2005 les eaux au-dessus de certaines parties de la plateforme étaient de 0.5 à 5 °C au-dessus de leur moyenne pour 1990-1996. En mai, les températures de surface aux stations côtières du littoral ouest de l'île de Vancouver ont été beaucoup plus chaudes que prévu tel que prédit par les températures en avril (fig. 3), et en août les températures au large étaient les plus chaudes jamais mesurées en certains endroits durant les années non El Niño. En plus, les vents le long de la côte de la C.-B. ont été inhabituels avec plus de tempêtes en avril et des vents vers le nord plus violents. Cela a

entraîné des eaux chaudes et salées dans le détroit Juan de Fuca et éventuellement dans le détroit de Géorgie provoquant des eaux profondes très chaudes dans cette région. De plus, les vents plus forts vers le nord ont fait que 2005 a vu des remontées d'eaux profondes vers la surface de moyennes à faibles le long de la côte de la C.-B. Réunis, les forts vents vers le nord et les plus fortes tempêtes au printemps de 2005 ont retardé la "transition printanière" (inversion des vents et courants hivernaux vers le pôle aux vents et courants estivaux vers l'équateur) jusqu'à la mi-avril, comparé à la mi-février – début mars en 2004.

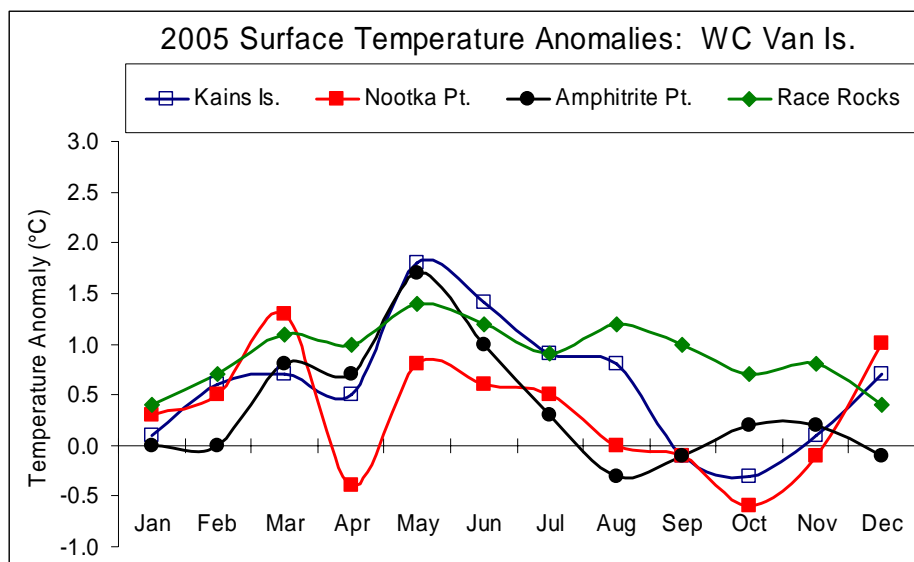


Figure 3. Les températures chaudes ont touché tout le littoral ouest de l'île de Vancouver et le détroit Juan de Fuca de la fin de l'hiver au début de l'été, et ont pénétré jusqu'au détroit de Géorgie et sur les côtes de Washington et de l'Oregon (Source: B. Crawford, MPO. Voir la section sur les [stations côtières](#))

Ces conditions chaudes avec des remontées d'eaux profondes faibles ont entraîné une stratification verticale plus forte près de la surface (fig. 4) ce qui, en haute mer dans le Pacifique Nord-Est, a réduit l'apport des nutriments dans les couches de surface où ils supportent la croissance de phytoplancton durant le printemps. En 2005, la quantité de nutriments nitreux consommés par le phytoplancton dans certains régions du golfe de l'Alaska durant la période de croissance de printemps-été était réduite d'au moins 50% par rapport à la fin des années 1990, suggérant une production de phytoplancton réduite l'an dernier.

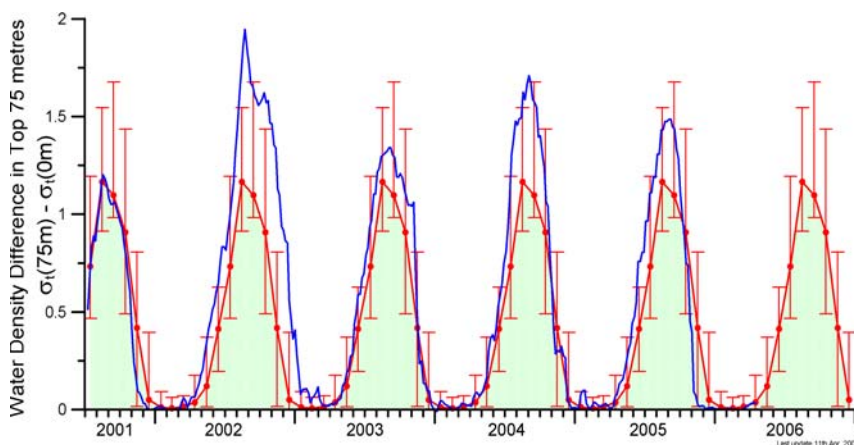


Figure 4. Différence entre la densité de l'eau à la surface et à une profondeur de 75 m à la Station Papa. La ligne bleue est l'information récente interpolée des flotteurs océaniques Argo; la ligne rouge et les barres d'erreur montrent la moyenne climatologique et les limites de confiance à 95% (Source : H. Freeland, MPO. Voir la section sur les [eaux du Golfe de l'Alaska](#)).

Cette production de phytoplancton, qui forme la base de la chaîne alimentaire marine, a été monitorée le long du littoral de la C.-B. par les capteurs SeaWiFS sur un satellite depuis 1998. Les données suggèrent que 2005 a vu la prolifération printanière la plus précoce jamais enregistrée sur la côte nord de la C.-B. et

dans le détroit de Géorgie (février), et était la seconde ou la troisième plus précoce (après 2003 et 2004) sur le littoral ouest de l'île de Vancouver. Ces proliférations hâtives ont probablement été dues aux conditions chaudes et à la forte stratification verticale en 2005. Elles sont en contraste avec les périodes de prolifération en mars ou plus tard durant les années froides de 1999-2002. Ces proliférations précoces ont cependant été suivies de deux mois de temps orageux, de telle sorte que les conditions printanières (la transition printanière des courants) ne sont pas survenu jusqu'à la fin avril, ce qui est beaucoup plus tard qu'en général.

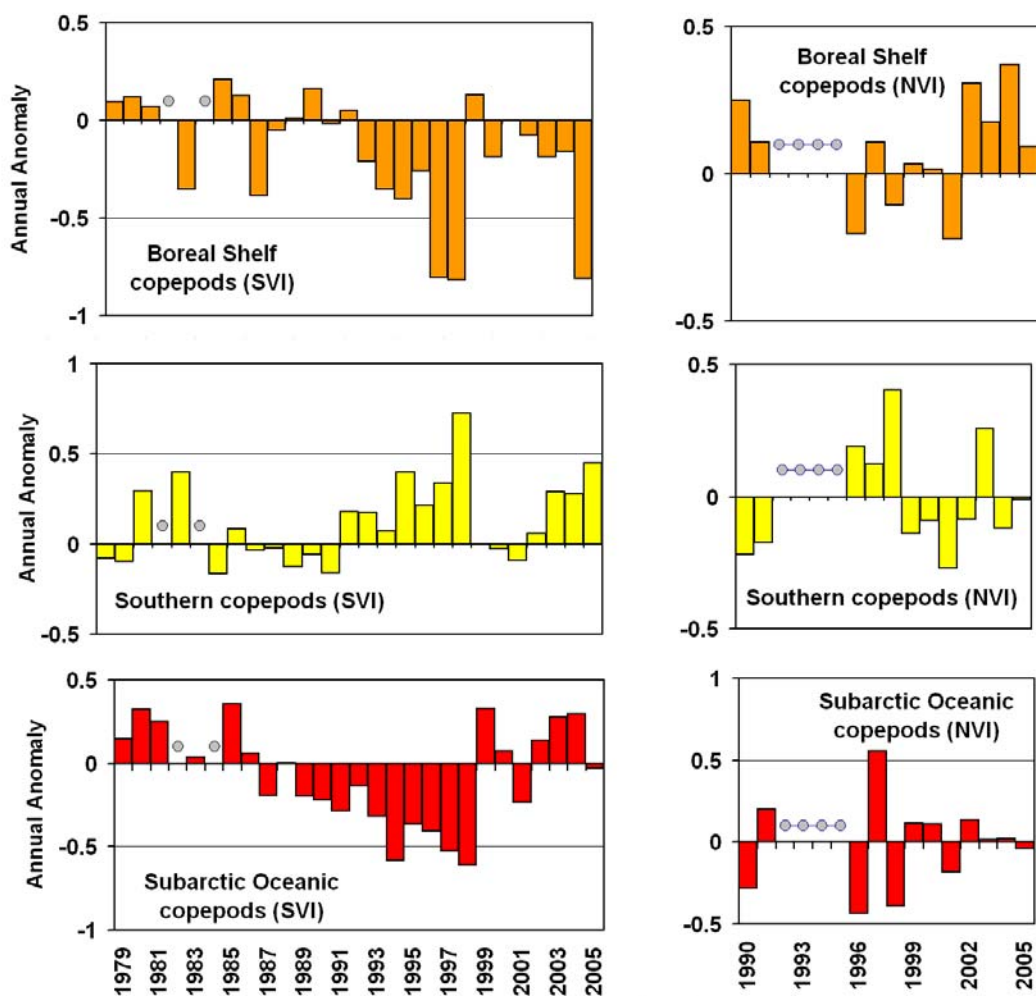


Figure 5. Anomalies des proportions d'espèces de zooplancton sur la plateforme continentale de l'île de Vancouver. Les tableaux de gauche montrent les données du sud de l'île de Vancouver par rapport à une période de base de 1979 à 1991. Les tableaux de droite montrent les données du nord de l'île par rapport aux années 1990-2001. Les cercles représentent les années avec peu ou pas de données. 2005 a été une année très mauvaise pour les copépodes "de la plateforme boréale", une bonne année pour les copépodes "du sud" et une année passable à mauvaise pour les copépodes océaniques subarctiques. (Source : D. Mackas. Voir la section sur le [zooplancton](#)).

Alors que les proliférations printanières ont été précoces, les températures d'eau plus chaudes et les faibles remontées d'eaux profondes ont résulté en des concentrations médiocres de nutriments et de chlorophylle (phytoplancton), en particulier sur la plateforme continentale à l'ouest de l'île de Vancouver (fig. 5). La biomasse de zooplancton a aussi été au-dessous de la normale, et une grande proportion des espèces de zooplancton étaient de type d'eau plus chaude trouvées généralement au large de la Californie; cela a été une année spécialement mauvaise (particulièrement dans le détroit de Géorgie) pour les gros copépodes d'eau froide et les euphausiacés (krill) qui dominent habituellement les eaux de la C.-B. et du Pacifique nord au printemps (fig. 5). De plus, les conditions chaudes ont fait que le

maximum de biomasse de ces larges copépodes s'est produit plus tôt (avril-mai) en 2004 et 2005 que dans les années précédentes (mai-juin), ce qui peut avoir des conséquences pour les poissons, les oiseaux marins et autres animaux qui synchronisent leur migration ou leur reproduction sur ces maximums de biomasse. Les changements de biomasse de zooplancton et des proportions des espèces ont été moins prononcés le long du littoral nord de la C.-B.

Les oiseaux de mer au large de l'île de Vancouver ont été les premiers animaux à montrer les conséquences de la réduction de productivité du littoral de la C.-B. durant le printemps de 2005, ainsi que ceux qui ont été le plus influencé. Les oiseaux marins sont des bons indicateurs des conditions océaniques parce qu'ils se regroupent en grand nombre pour se reproduire et parce que, en tant que groupe, ils se nourrissent d'une grande variété de niveaux trophiques, du zooplancton aux poissons. De plus, le succès de la reproduction des oiseaux marins est très fortement relié à la disponibilité de leurs proies préférées. Dans l'ensemble, 2005 a été une année très mauvaise pour les oiseaux marins de l'île Triangle, le site de monitoring à la pointe nord de l'île de Vancouver. Leur diète ne comprenait pas beaucoup de leur proies préférées (gros copépodes d'eau froide pour les stariques de Cassin, lançons pour les Macareux rhinocéros) ce qui est consistant avec la faible biomasse de copépodes observée lors des campagnes d'évaluation de zooplancton. Les espèces de copépodes des eaux chaudes du sud ne sont pas des substitutions adéquates à cause de leur faible contenu énergétique. La période de reproduction de ces alques a été très tardive (juin) en 2005, ce qui suggère que leur nourriture était rare plus tôt dans la saison. Le taux de succès de reproduction pour toutes les espèces d'oiseaux marins de l'île Triangle a été extrêmement faible en 2005, plus bas que prévu basé sur les relations avec les températures de l'eau au début du printemps (fig. 6).

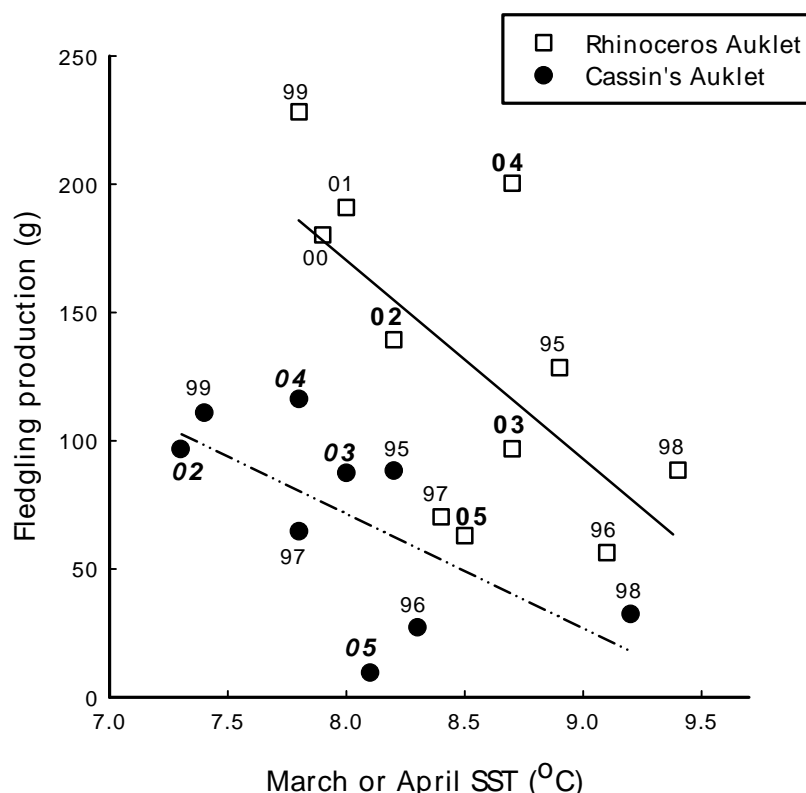


Figure 6. Conséquences des températures de la surface de la mer (TSM) en avril, mesurées au phare de l'île Pine (50°35'N 127°26'O), sur la reproduction des stariques de Cassin et des Macareux rhinocéros de l'île Triangle, C.-B. de 1994 à 2005. Notez que le taux de succès a été très bas pour les deux espèces en 2005, et beaucoup plus bas que les prédictions basées sur les TSM d'avril. (Source : M. Hipfner, EC. Voir la section sur les [oiseaux marins](#)).

La croissance des saumons coho juvéniles du printemps à l'automne 2005 au large du littoral de l'île de Vancouver a été la plus faible mesurée depuis le début de ces observations en 1998. La croissance des

coho juvéniles est généralement meilleure au nord, au large du sud-est de l'Alaska; en 2005 les taux de croissance de cette région ont été environ le double de ceux du large de l'île de Vancouver, ne montrant aucune diminution des taux comparé aux années précédentes (figure 7). Des pêches expérimentales pour le hareng en février 2006 ont rapporté un nombre exceptionnellement bas d'adultes plus vieux que 3 ans le long de la côte ouest de l'île de Vancouver et dans le détroit de Géorgie. Malgré qu'ils soient encore à l'étude, ces résultats pourraient démontrer un taux de mortalité exceptionnel des harengs plus âgés durant l'hiver 2005 résultant d'une diète de zooplancton insuffisante consommée durant l'été et l'automne.

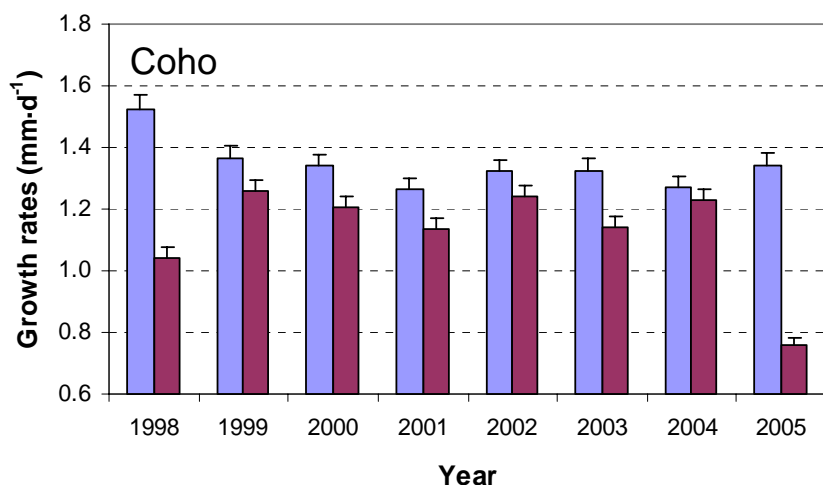


Figure 7. Taux de croissance (mai à octobre) des saumons coho juvéniles au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (barres pourpres) et au sud-est de l'Alaska (barres bleues). Les barres d'erreur sont 2 fois l'erreur standard de la moyenne. (Source : M. Trudel, MPO. Voir la section sur le [coho de la côte ouest](#)).

En plus de réduire la proportion de zooplancton d'eau froide habituel qui est la proie normale pour la plupart des espèces de poissons qui vivent dans les eaux de la C.-B., les conditions chaudes et les courants plus forts vers le nord ont facilité les déplacements septentrionaux dans les eaux de la C.-B. des espèces migratoires estivales habituelles telles que le merlu du Pacifique et la sardine du Pacifique, mais aussi d'espèces inhabituelles telles que le poisson-lune (*Mola mola*) et les calmars de Humboldt (*Dosidicus gigas*). Plusieurs de ces espèces sont des prédateurs du zooplancton et des poissons résidents de la C.-B.; cette espèce de calmar en particulier croît très rapidement et est une consommatrice importante de poissons tels harengs, sardines, et possiblement saumons juvéniles. L'évidence que même ces espèces puissent avoir été affectées par les conditions inhabituelles de zooplancton est fournie par le merlu du Pacifique, qui était très abondant dans les eaux de la C.-B. en 2005 (dû aux conditions chaudes) mais qui se retrouvait plutôt dispersé en petits bancs près du rivage au lieu d'être dans sa zone d'alimentation habituelle près de l'accroche de la plateforme continentale. Les merlus étaient aussi moins pesants que prévu, ce qui suggère qu'ils ne se nourrissaient pas à un taux optimal (notez que les euphausiacés sont leur proie préférée).

Perspectives pour 2006

En raison de la durée de vie de plusieurs années et des décalages qui affectent les poissons et invertébrés des niveaux trophiques supérieurs de la C.-B., plusieurs de ces espèces subissent encore les impacts des conditions marines froides qui se sont produites de 1999 à 2002, alors que d'autres espèces réagissent aux conditions chaudes qui se produisent depuis 2003. Par exemple, la classe d'âge la plus importante du merlu du Pacifique de l'histoire récente a été recensée durant l'année La Niña de 1999. Ces poissons sont maintenant âgés de 6 ans en 2005, et dominaient (58%) la population de merlu migratoire de la Californie à l'Alaska. Les conditions chaudes depuis 2003, avec la biomasse de zooplancton réduite et une plus grande abondance de poissons prédateurs, ont des effets négatifs pour plusieurs populations halieutiques résidentes de la C.-B., en particulier le saumon et le hareng dans le

sud de la C.-B. Le retour des saumons rouges de la baie Barkley en 2005 était très au-dessous des moyennes, tel que prévu suivant les conditions chaudes de l'océan durant leur descente vers la mer en 2003. Les conditions chaudes continues durant 2004 et 2005 suggèrent que le retour des saumons à la côte ouest de l'île de Vancouver restera sous les normales en 2006 et 2007. Des prédictions semblables ont été faites pour cette région pour le saumon coho sauvage et le saumon kéta des éclosures de la rivière Nitinat. La situation est similaire pour le hareng du Pacifique, qui a expérimenté une baisse de recrutement causée par des conditions chaudes avec quantité de nourriture réduite et de prédateurs accrue; si ces conditions persistent, le recrutement sera probablement encore plus réduit durant 2006 et 2007. Le recrutement des populations de crevettes océaniques (*Pandalus jordani*) au large de la côte ouest de l'île de Vancouver s'est amélioré durant les années froides de 1999 à 2002, mais a décliné avec le retour des conditions chaudes depuis 2003. Il est clair que le détroit de Géorgie produit encore de grandes quantités de saumons du Pacifique. Cependant, les espèces de saumons qui y prolifèrent ont changé. Il semble y avoir eu un changement dans la production du plancton en 2005 dont s'est ensuivie une survie bonne pour les saumons kéta juvéniles et une survie mauvaise pour les saumons coho et quinnat. Il est aussi très clair que l'écosystème du détroit de Géorgie change et continuera à changer à mesure que les tendances climatiques se modifient et que les températures de la surface de la mer s'élèvent.

Les conditions océanographiques sont plus difficiles à prédire puisqu'elles dépendent des conditions météorologiques qui sont à venir. À la fin de 2005 et au début de 2006, les eaux de surface du Pacifique Nord-Est étaient plus froides et plus proches des normales, en association avec un faible événement La Niña dans le Pacifique tropical. Des températures plus près des normales réduiraient la forte stratification verticale dans le Pacifique Nord-Est et permettraient un brassage plus normal et une réapprovisionnement de nutriments dans les couches de surface, augmentant potentiellement la croissance du phytoplancton. Les températures printanières de la surface de la mer pour la côte sud de la C.-B. sont raisonnablement bien estimées ($r^2 = 0.69$) en utilisant la pression atmosphérique au niveau de la mer en hiver dans le Pacifique tropical occidental de la façon suivante: les hautes pressions hivernales au niveau de la mer sont suivies par des températures chaudes à la surface de la mer le long de la côte sud de la C.-B. La pression au niveau de la mer pour cette région tropicale en décembre 2005 – janvier 2006 suggère que les températures de surface de la mer en C.-B. au printemps 2006 devraient être presque normales. Un refroidissement vers des conditions plus normales au large de la C.-B. en 2006 améliorerait le retour du saumon rouge à la baie Barkley en 2008. Cependant, un indice des conditions océaniques dans le Pacifique Nord-Est basé sur le niveau de la surface de la mer tel que mesuré par satellite, qui est moins sensible aux fluctuations à court terme du système couplé atmosphère-océan (figure 8), signale peu de changement dans les conditions prédominantes à la fin de 2005, suggérant que l'événement La Niña 2005-2006 pourrait être relativement court et faible, et il ne mènerait pas à des changements persistants tels que ceux de la période 1999-2002. Cependant, si les conditions chaudes se poursuivent durant plus de quelques années, des changements majeurs dans les écosystèmes marins du Pacifique nord-est et de la côte de la C.-B. peuvent être attendus.

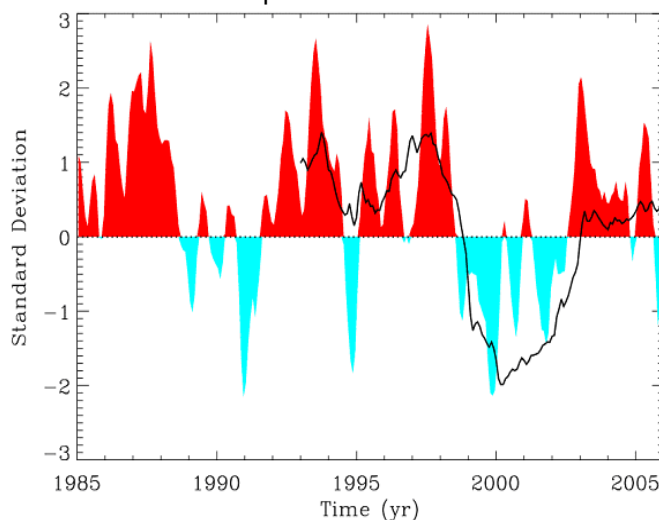


Figure 8 : L'indice d'Oscillation Décennale du Pacifique (PDO) est représenté en bleu et rouge. Bleu indique les phases froides de la PDO et rouge indique les phases chaudes. La ligne noire continue représente l'indice du niveau de la mer, avec des valeurs positives indiquant un niveau de la mer élevé le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord et des anomalies de niveau de la mer de valeur opposée dans le Pacifique central. (Source : P. Cummins, MPO. Voir la section sur les [niveaux de la mer du Pacifique Nord-Est](#)).

Climat planétaire et indices du Pacifique Nord

Réchauffement record de la planète en 2005

Compilation des [pages Web](#) de la US National Ocean and Atmospheric Agency (NOAA)

La température planétaire en 2005 n'était pas statistiquement distinctive du record établi en 1998, tel que démontré par le graphique des anomalies de température annuelle ci-dessous. Dans la mesure des limites de précision, les deux années 2005 et 1998 étaient les plus chaudes jamais observées depuis le début de l'enregistrement des températures planétaires en 1880. Cependant, le réchauffement en 1998 a été renforcé par les intenses événements El Niño de l'époque, alors que 2005 n'était pas une année El Niño ni La Niña. Durant le siècle dernier, les températures planétaires de surface ont augmenté à un taux de près de 0.6°C/siècle, mais ce taux a augmenté à 1.8°C/siècle durant les dernières 25 à 30 années.

Il y a eu deux périodes prolongées de réchauffement, la première débutant autour de 1910 et se terminant vers 1945 et la plus récente commençant vers 1976. Durant cette dernière période de réchauffement les températures ont augmenté à un taux comparable à ceux prévus pour le prochain siècle si les émissions de gaz à effet de serre anthropiques continuent d'augmenter.

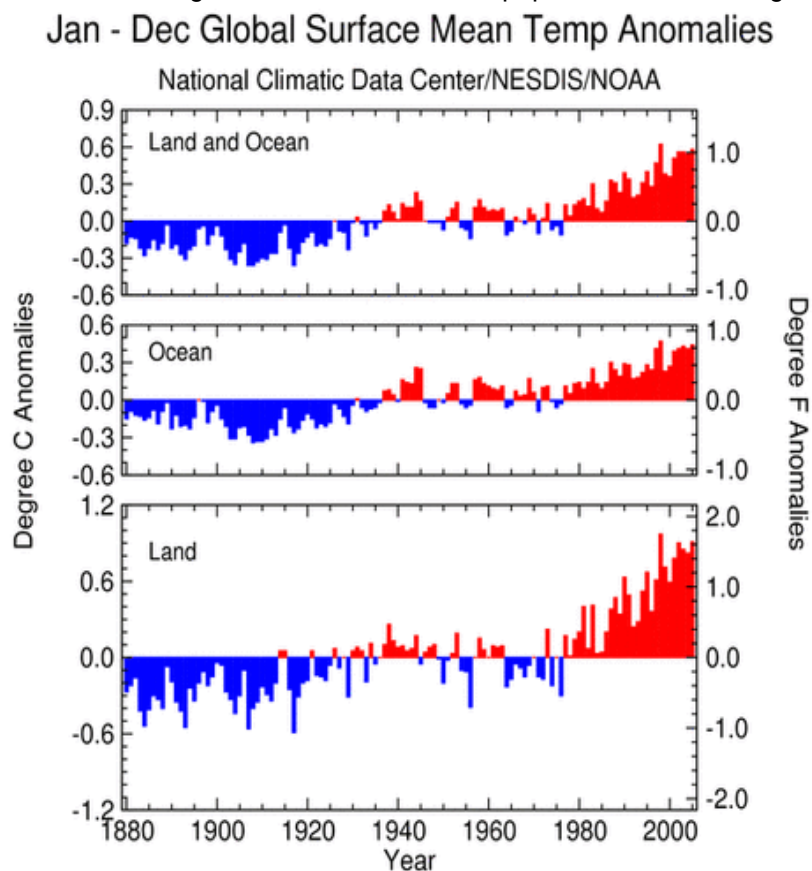


Figure 9. Anomalies de température de 1880 à 2005. Le tableau du haut représente les anomalies planétaires; le tableau du milieu montre les anomalies de l'océan seulement; le tableau du bas montre les anomalies au-dessus de la terre seulement (Source: NOAA)

Les tableaux de la figure ci-dessus montrent la distribution des changements de température. Notez que la température de l'air au-dessus du sol a augmenté à un taux plus rapide que les températures au-dessus de l'océan. Les anomalies de température les plus élevées en 2005 se situaient principalement dans le nord du Canada, de l'Alaska et de la Russie. Le réchauffement au-dessus du sol était généralement plus important que le réchauffement au-dessus des océans.

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 le bassin du Pacifique nord. [L'indice de l'ODP](#) (Mantua *et al.*, 1999) est basé sur les résultats obtenus de l'analyse de la composante principale des anomalies de moyennes de températures mensuelles de la surface du Pacifique nord divisé en mailles de 5° depuis 1900 (Figure 10A).

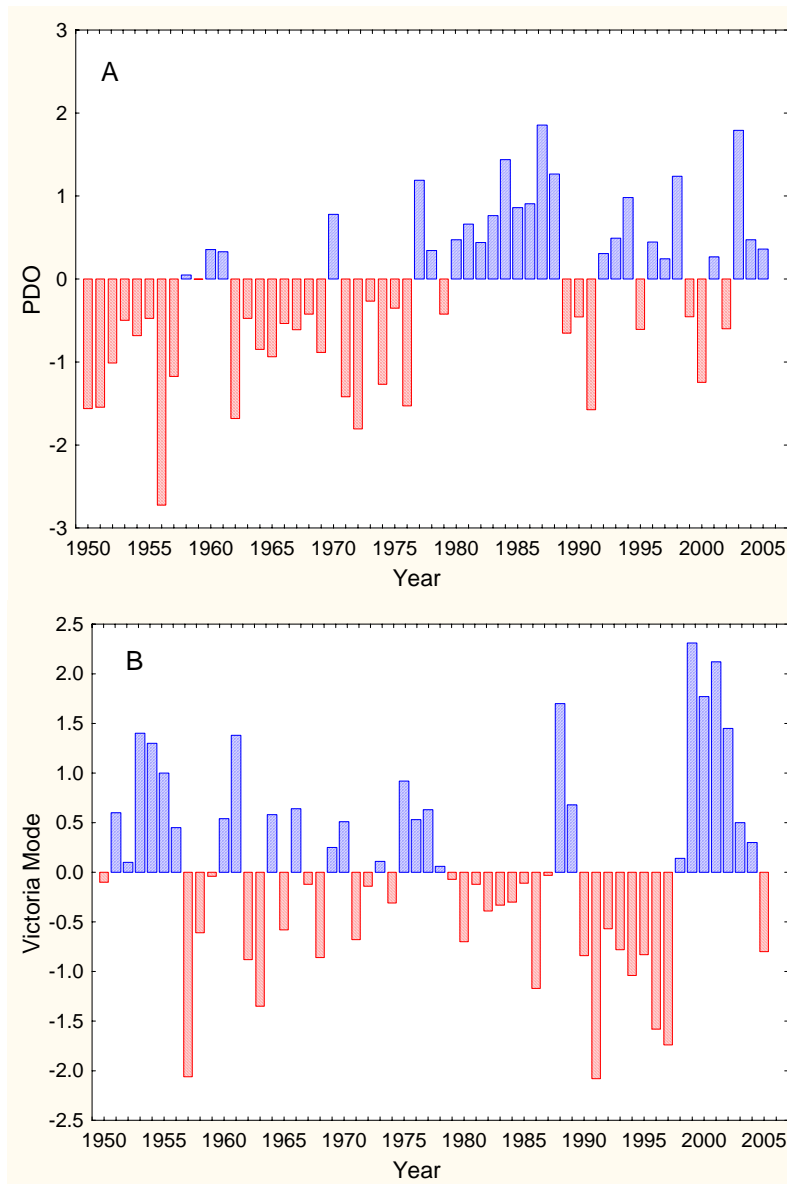


Figure 10 A) La première composante de l'analyse de la composante principale des températures de surface du Pacifique Nord en hiver (novembre à mars) au nord de 20°, qui représente le patron de l'oscillation décennale du Pacifique (ODP). B) La seconde composante est un patron alternatif de la fluctuation des températures de surface (mode Victoria) et montre un décalage de grande amplitude depuis le début des années 1990, avec un déplacement vers des valeurs positives en 1998 (mise à jour de Bond *et al.*, 2003)

L'analyse résulte en chargements mensuels de la composante principale. L'indice a été présenté par Mantua et al. 1999 comme une valeur annuelle basée sur la moyenne des chargements de novembre (de l'année précédente) à mars (données disponibles à l'adresse suivante : ftp://ftp.atmos.washington.edu/mantua/pnw_impacts/INDICES/PDO.latest). Le patron spatial classique a généralement été associé à seulement deux états; une 'phase positive' associée à un réchauffement des eaux de surface dans le Pacifique nord oriental et un refroidissement dans le Pacifique nord central et occidental; et une 'phase négative' avec des modes de température opposés. Ces deux états sont corrélés à un patron spatial est-ouest de température de surface.

Récemment, les climatologues ont découvert un second patron spatial dominant dans cette analyse des températures de surface de la mer qui est orienté nord-sud, appelé le mode Victoria (Bond et al. 2003; King, 2005). Ce patron spatial est représenté par la moyenne des chargements de novembre à mars de la seconde composante principale (figure 10B) résultant d'une analyse semblable à celle faite pour l'ODP (Bond *et al.* 2003). L'indice ODP (composante principale 1) explique approximativement 30% de la variation des températures de surface du Pacifique nord, et le mode Victoria en explique 18% (Bond *et al.* 2003).

En 1977, l'ODP (figure 10A) est passée d'une phase négative est-ouest à une phase positive est-ouest. Depuis 1990, le mode Victoria (figure 10B) a exposé une plus grande amplitude de variabilité et est devenu le patron dominant. 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, quoique les valeurs étaient modérées, ou près de zéro (King, 2005). En 2005, cet indice était négatif (figure 10B). Les deux indices sont utilisés en conjonction avec un autre indice de climat du Pacifique nord pour détecter les changements de régime dans cet océan.

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 (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 Aléoutienne a conservé une intensité modérée telle que mesurée par l'[indice de dépression des Aléoutiennes](#) (ALPI, figure 11).

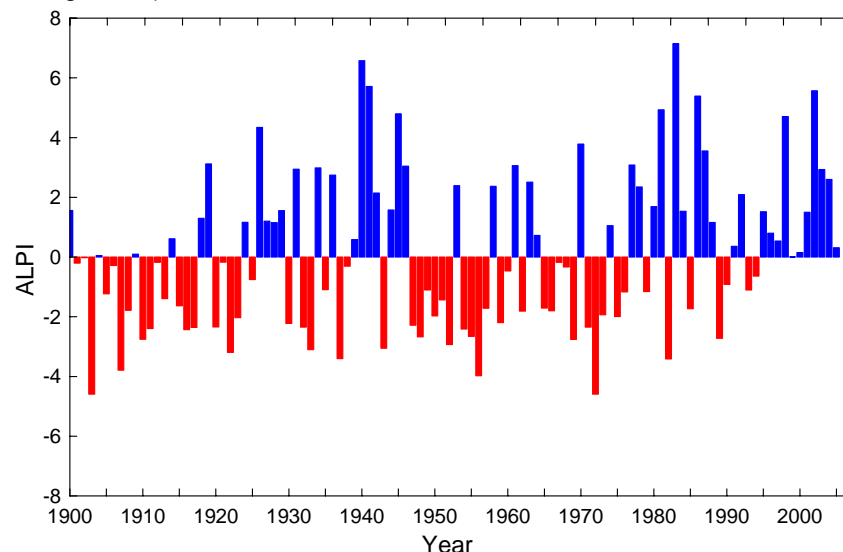


Figure 11. L'indice de dépression des Aléoutiennes (ALPI) de 1900 à 2005. Depuis le changement de régime de 1998, le système de dépression des Aléoutiennes est demeuré relativement fort tel qu'indiqué par la continuité des valeurs positives plutôt élevées; cependant la valeur pour 2005 était presque neutre. Données disponibles à http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/sa-mfpd/climate/clm_indx_alpi.htm.

L'ALPI 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 n'étaient pas aussi élevées qu'en 2002, elles indiquaient une dépression des Aléoutiennes encore importante (figure 11). La valeur de l'indice de dépression des Aléoutiennes était presque neutre en 2005 représentant un système de pression modéré (figure 11). 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.

Références:

- Beamish, R.J., C.E. Neville and 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.
- Bond, N.A., J.E. Overland, M. Spillane and 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 and R.C. Francis. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78: 1069-1079.
- Raible, C.C., Stocker, T.F., Yoshimori, M., Renold, M., Beyerle, U. 2005. Northern Hemisphere trends of pressure indices and atmospheric circulation patterns in observations, reconstructions and coupled GCM simulations. *J. Climate* 18: 3968-3982.

Indice des anomalies du niveau de la mer du Pacifique Nord-Est

[Patrick Cummins](#), Pêches et Océans Canada

Un indice permettant d'évaluer la variabilité de l'océan pour le Pacifique Nord-Est peut être établi en se basant sur les anomalies du niveau de la mer mesuré par altimétrie satellitaire. Selon les échelles de temps interannuelles, les variations du niveau de la mer reflètent les effets des anomalies de température et de salinité qui ont été verticalement intégrés. Un indice basé sur le niveau de la mer indique les changements survenant surtout dans les quelques premières centaines de mètres de la colonne d'eau. Il a été récemment démontré que pour le Pacifique Nord-Est un indice basé sur la première composante principale du niveau de la mer complète l'oscillation décennale du Pacifique (ODP) qui se base sur les températures de surface de la mer. Cependant, l'indice basé sur le niveau de la mer est moins sujet à la variabilité à court terme que l'ODP et fournit donc une meilleure indication des changements à long terme de la couche supérieure de l'océan (Cummins *et al.* 2005).

La figure 12 démontre les valeurs historiques de l'ODP, ainsi que l'indice du niveau de la mer pour le Pacifique Nord-Est. Cet indice est basé sur les données altimétriques avec une résolution de 1 degré sur une région qui s'étend de la côte ouest de l'Amérique du Nord à la ligne de changement de date, et de 25° à 60° nord sans inclure la mer de Béring. Les deux indices, ODP et niveau de la mer, démontrent que des changements continuels dans l'état du Pacifique Nord-Est sont survenus durant l'hiver 1998/99 et ils sont marqués par des températures de surface plus froides et un niveau de la mer plus bas dans le golfe de l'Alaska. Ces changements sont caractéristiques de la phase froide de l'ODP et sont survenus en réponse d'un événement La Niña important dans le Pacifique tropical durant l'hiver 1998/99. Les effets du 'changement de régime' de 1998/99 ont continué durant environ quatre ans, se terminant en 2003.

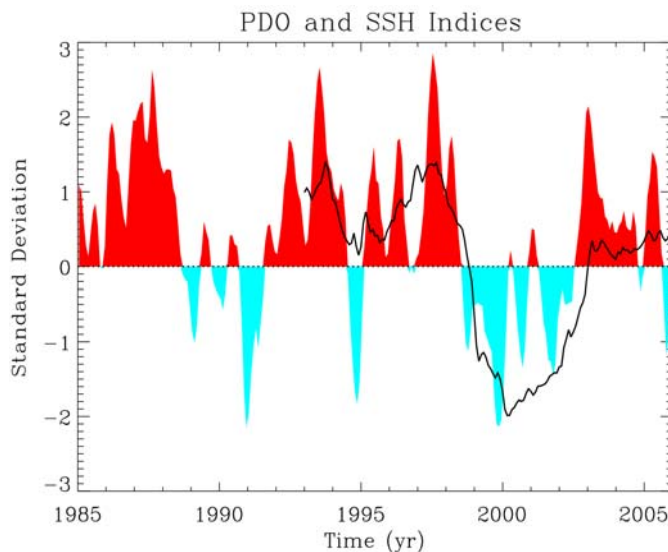


Figure 12 : L'indice d'Oscillation Décennale du Pacifique (ODP) est représenté en bleu et rouge. Bleu indique les phases froides de l'ODP et rouge indique les phases chaudes. La ligne noire continue représente l'index du niveau de la mer avec des valeurs positives indiquant un niveau de la mer élevé le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord et des anomalies de niveau de la mer de valeur opposée dans le Pacifique central

Durant les trois dernières années (2003-2005) les indices montrés à la figure 12 ont indiqué un retour à la phase chaude de l'ODP, caractérisée par des températures à la surface de la mer et des niveaux de la mer au-dessus de la moyenne dans le golfe de l'Alaska. À la fin de 2005, l'ODP a changé pour la phase froide. Il semble que ce soit en réponse au retour de conditions La Niña dans le Pacifique tropical. Cependant l'index de niveau de la mer n'a pas changé de direction en 2005, suggérant qu'une phase froide persistante de l'ODP pourrait encore se développer. Étant donné que l'événement La Niña de 2005/06 est encore très faible, cet événement n'entraînera peut-être pas les changements dramatiques et continuels qui ont affecté le Pacifique Nord-Est à la suite de l'événement de 1998/99.

Référence:

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

Golfe de l'Alaska

Températures à la surface de l'océan: réchauffement à l'échelle du golfe.

[Bill Crawford](#) et [Peter Chandler](#), Pêches et Océans Canada

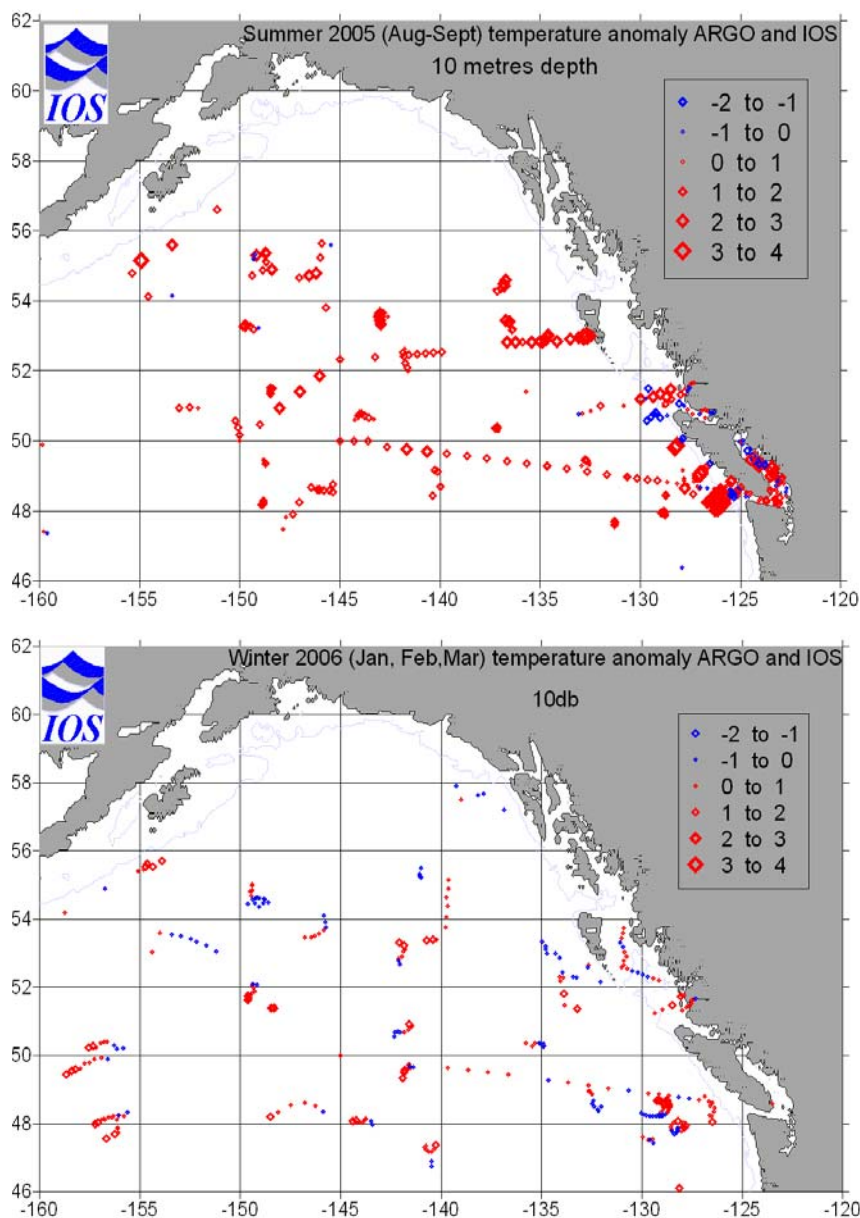


Figure 13. Anomalies de température à une profondeur de 10 mètres, recueillies par les navires de recherche du MPO et par les flotteurs Argo. Les anomalies en °C sont représentées par la grosseur des points tels qu'indiqués sur l'échelle de chaque tableau. Le tableau du haut représente l'été 2005 et celui du bas l'hiver 2006.

Le rouge représente les anomalies chaudes. Le bleu représente les anomalies froides.

Toutes les mesures ont été faites par des instruments profileurs, en général mesurant la température et la salinité de la surface de l'océan jusqu'à une profondeur d'au moins 1000 mètres. Seulement les mesures effectuées à 10 mètres sont montrées ici.

Les mesures de température dans l'ensemble du golfe de l'Alaska en août et septembre 2005 nous permettent de constater la présence presque continue de l'eau très chaude près de la surface du golfe de l'Alaska et des eaux côtières de la C.-B. durant l'été 2005 suivant les températures records de l'été 2004. Ces conditions sont la cause de la présence de poissons, de mammifères et de plancton d'eau chaude dans les eaux canadiennes, tel que mentionné dans d'autres sections de ce rapport. Cependant, les observations de janvier à mars 2006 (tableau du bas de la figure 13) indiquent un retour vers la normale des anomalies de température.

Les eaux du golfe de l'Alaska: plus chaudes jusqu'en 2005.

[Howard Freeland](#), Pêches et Océans Canada

La figure 14 indique le ratio du nombre de flotteurs qui reportent présentement des données au nombre escompté de flotteurs. Les points jaunes montrent la position des flotteurs en mars 2006. Les régions en rouge ont atteint la densité prévue de flotteurs alors que les régions en bleu sont déficitaires. Il est prévu que ces déficits seront comblés et la distribution est suffisante pour représenter graphiquement les propriétés du golfe de l'Alaska.

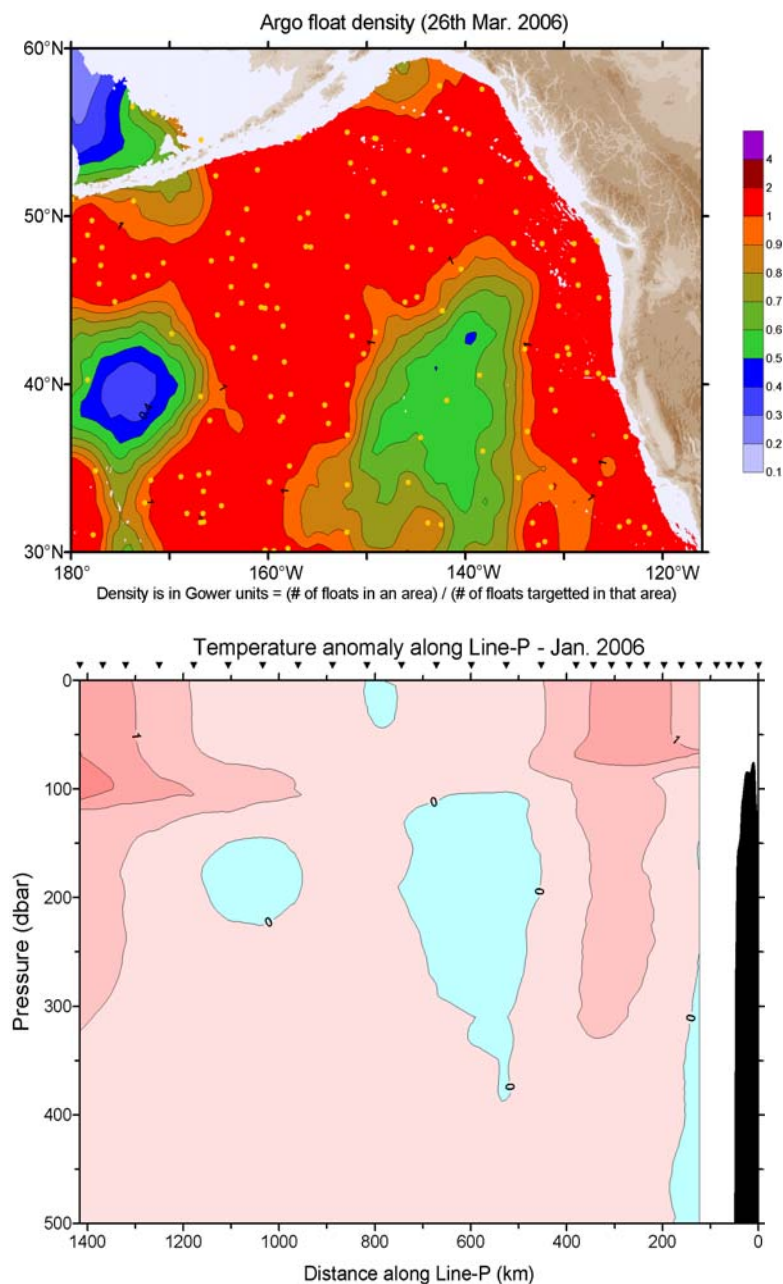


Figure 14 (à gauche) Densité des flotteurs Argo dans le golfe de l'Alaska.

L'utilisation d'Argo a rendu possible l'interpolation mensuelle des propriétés aux positions des stations de la ligne P et par le fait même le calcul de la version Argo des relevés de la ligne P et ce, à tous les mois depuis 2001.

Lorsque les sections de la ligne P telles que mesurées à bord de navires sont disponibles, les représentations Argo de ces mêmes sections se rapprochent très bien des observations directes quoiqu'elles présentent moins de détails. Les sections simulées montrent que les eaux de la couche de surface du golfe de l'Alaska jusqu'à une profondeur de 120 mètres sont demeurées significativement plus chaudes que la normale durant la majeure partie de l'année. Les salinités étaient près de la normale durant 2005. Vers la fin de 2005 les conditions semblent avoir fait un retour vers la normale mais le début de 2006 présente des anomalies peu habituelles.

Les tableaux de la figure 15 montrent que malgré le fait que les anomalies de températures soient presque disparues, une nouvelle anomalie importante de salinité semble indiquer un changement abrupt des conditions dans le golfe de l'Alaska en 2005. Une autre preuve de ce changement est présentée à la page suivante.

Figure 15a: Anomalie de température le long de la ligne P simulée à l'aide des flotteurs Argo.

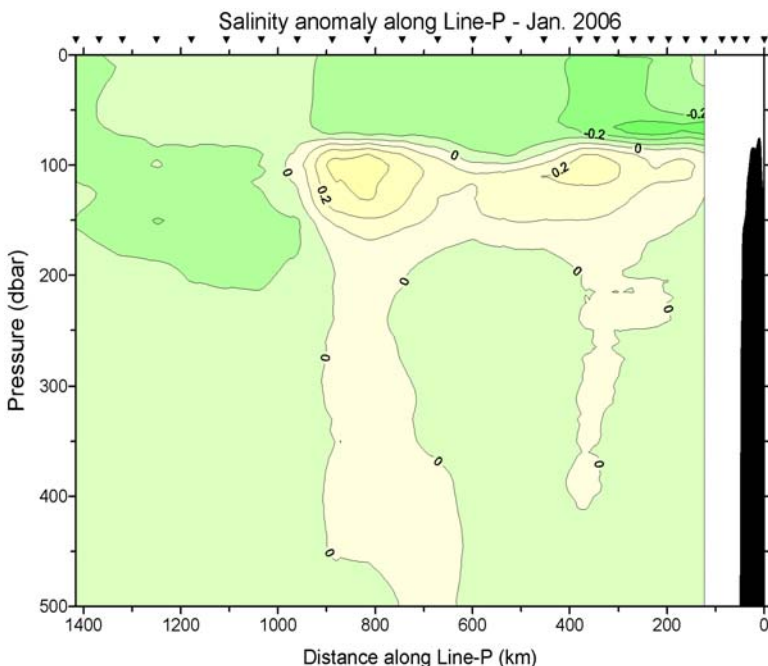


Figure 15b: Anomalie de salinité le long de la ligne P simulée à l'aide des flotteurs Argo

La figure 16 indique que lorsque la représentation graphique des propriétés de la station Papa (50°N, 145°O) à l'aide d'Argo est devenue disponible en 2001 la stratification près de la surface était presque semblable à la moyenne à long terme. Durant 2002 la stratification près de la surface a augmenté de façon dramatique et cela a duré jusqu'en 2005. Cependant à la fin de 2005 la stratification a diminué jusqu'à devenir encore plus faible que la normale. La stratification très prononcée durant la période de 2002 à 2005 a probablement fait obstacle au ravitaillement de nutriments à la couche supérieure de l'océan. La stratification plus faible de la fin de 2005 a potentiellement permis au ravitaillement de nutriments de retourner à la normale. Cet apport de nutriments à la couche supérieure de l'océan est nécessaire à la croissance des plantes marines durant le printemps.

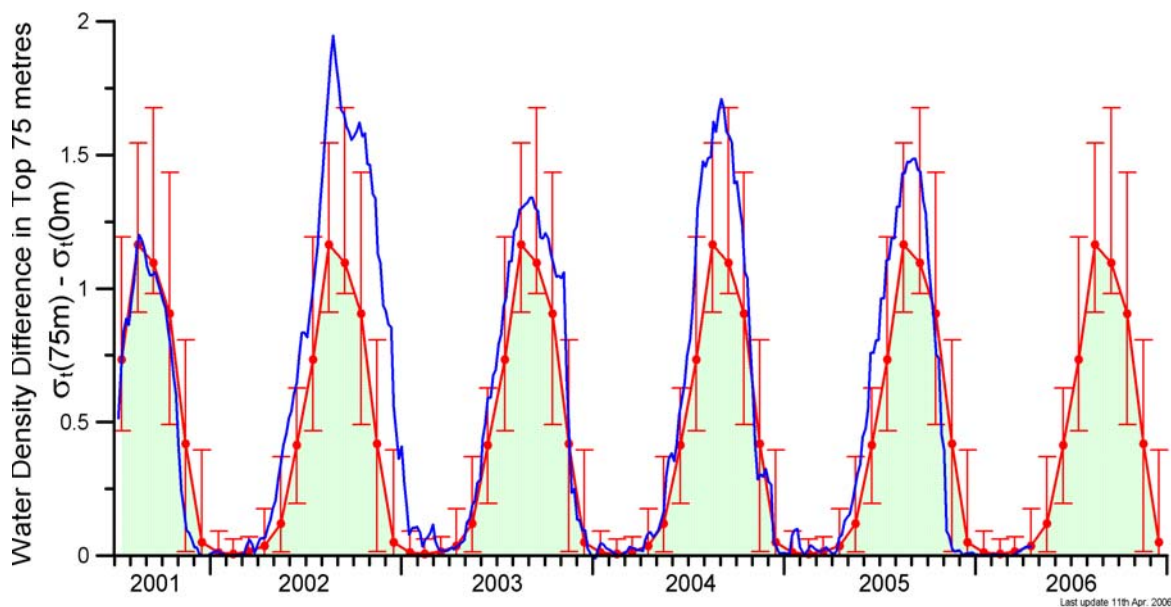


Figure 16: La ligne bleue représente la différence entre la densité de l'eau à la surface et à une profondeur de 75 m à la Station Papa, telle que calculée en utilisant les observations des flotteurs Argo. La ligne rouge et les barres d'erreur montrent la moyenne climatologique et les limites de confiance à 95% de cette moyenne.

L'épaisseur de la couche de mélange est un autre indice de l'apport hivernal de nutriments vers les eaux de surface de l'océan (figure 17). Entre 2002 et 2005 la couche de mélange était anormalement mince, mais l'épaisseur de cette couche est retournée à des valeurs normales en janvier 2006 tel que présenté dans la figure 17.

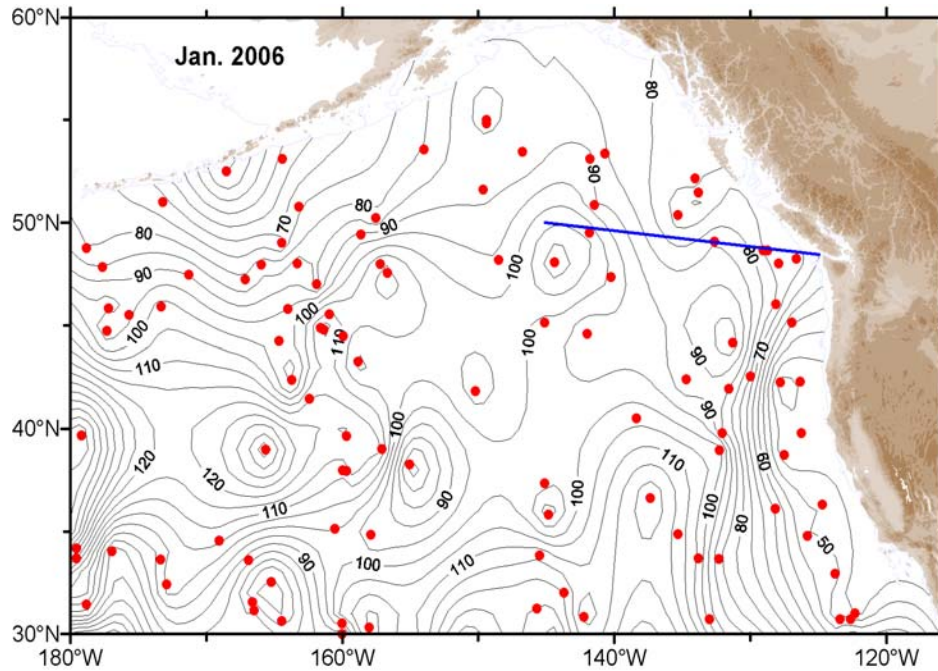


Figure 17: Épaisseur de la couche de mélange en mètres dans le Pacifique Nord-Est en janvier 2006. La ligne bleue représente la ligne P.

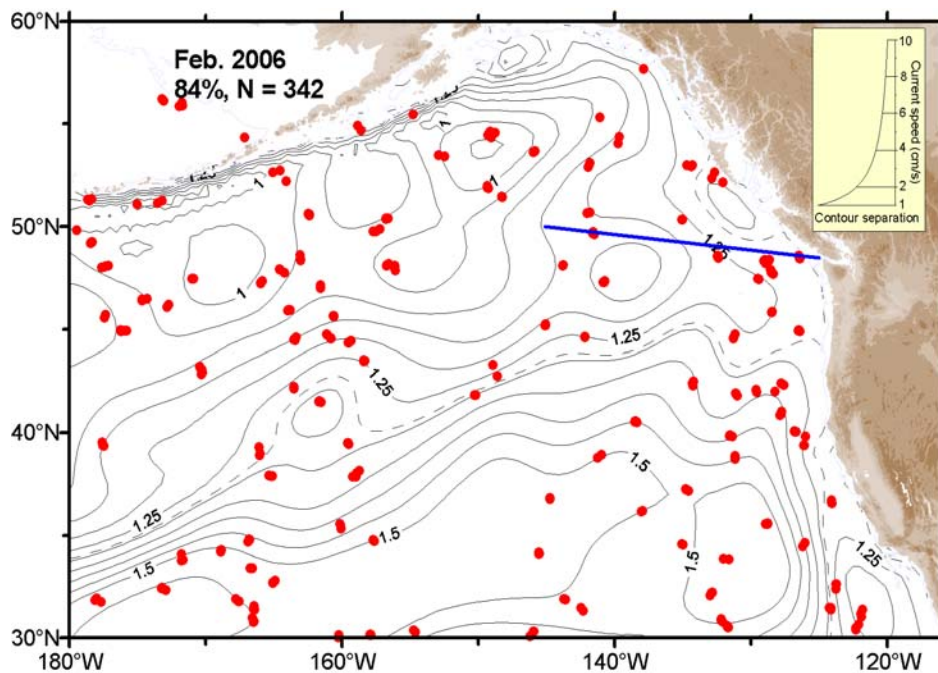


Figure 18: Contours de la circulation près de la surface dans le Pacifique Nord-Est. Les courants suivent les lignes de contours et sont plus forts lorsque les lignes sont plus rapprochées. La ligne pointillée sépare les eaux qui se dirigeront éventuellement vers le nord dans le courant de l'Alaska des eaux qui se dirigeront vers le sud dans le courant de la Californie.

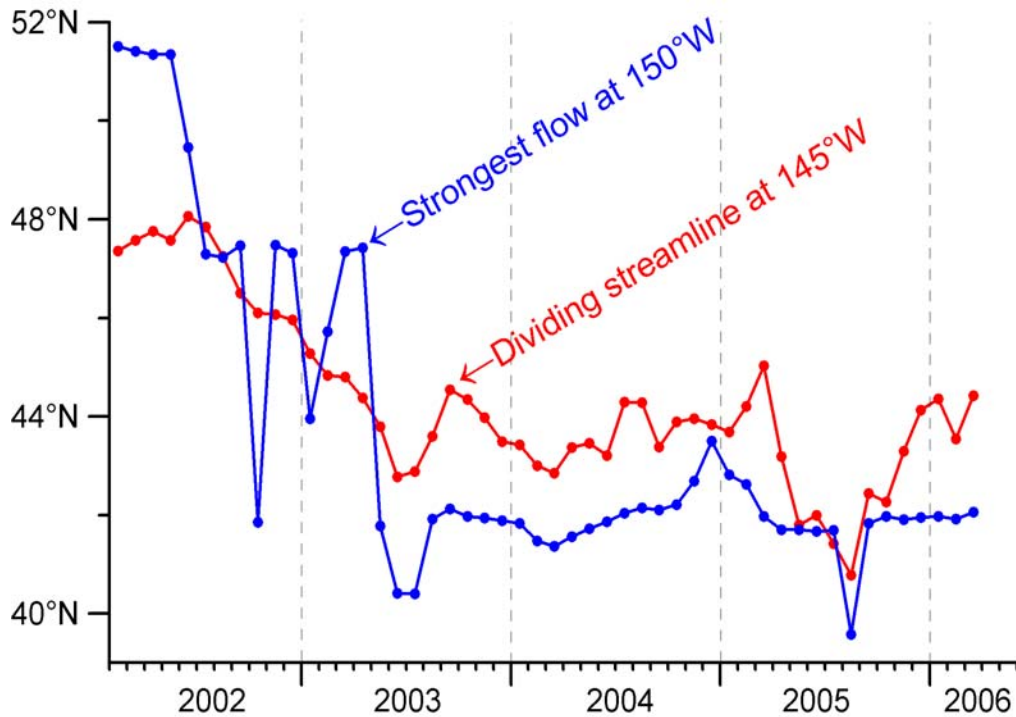


Figure 19: La latitude du courant du Pacifique Nord aux longitudes 145 et 150 O évaluée par deux méthodes différentes.

Argo nous permet également de surveiller la circulation du Pacifique Nord-Est et de noter les changements qui y surviennent. Au début de 2005 le courant du Pacifique Nord était relativement large avec une circulation relativement faible. À mesure que l'année 2005 progressait la largeur du courant rétrécissait et la circulation devenait plus intense.

La figure 19 présente la latitude de l'axe central du courant du Pacifique Nord qui amène les eaux de la région de l'extension du Kuroshio dans le golfe de l'Alaska. (Cette latitude est représentée par la ligne pointillée dans la figure 18). La figure 19 montre que l'axe était très au nord en 2002 et en 2003. La latitude était près de la normale en 2004 (normale telle que définie par Dodimead 1963) et est encore une fois de retour vers le nord après une descente vers le sud. La tendance récente appuie la suggestion émise plus tôt dans ce rapport que les conditions du golfe de l'Alaska subissent des changements.

Dodimead, A. J., F. Favorite, and T. Hirano. (1963) Salmon of the North Pacific Ocean – Part II. Review of oceanography of the Subarctic Pacific Region. *Int. N. Pac. Fish. Comm. Bull.* **13**, 195p.

TSM et hauteur des vagues aux bouées météorologiques de la côte ouest.

[Jim Gower](#), Pêches et Océans Canada

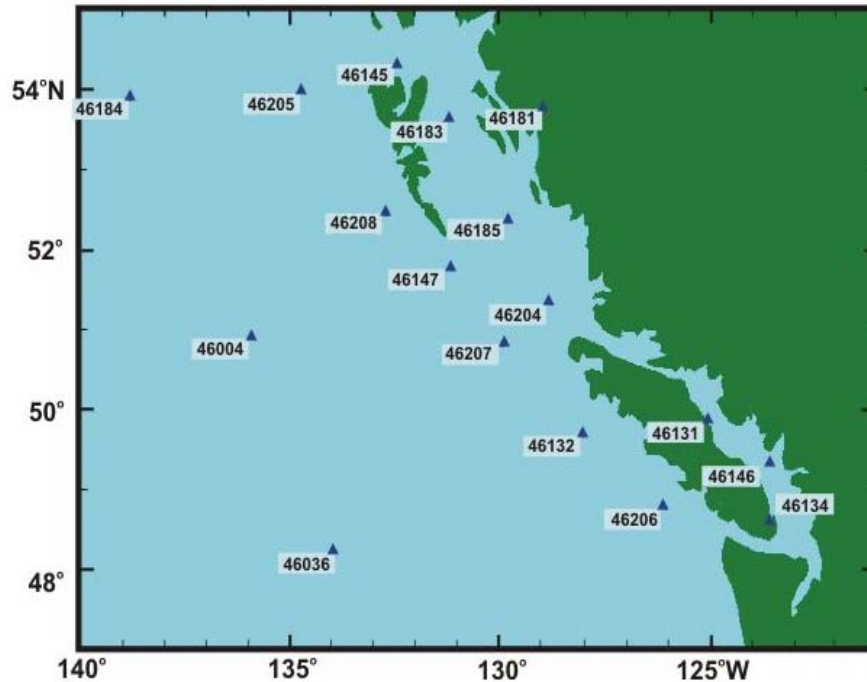


Figure 20. Emplacements des bouées météorologiques maritimes gérées par Environnement Canada et Pêches et Océans Canada.

Buoy	Years	SST C/y	SWH %/y
46184	18	0.072	-2.25
46004	18	-0.009	-2.6
46036	18	-0.014	-2.09
46205	17	0.024	-1.39
46208	18	-0.023	-0.76
46147	13	-0.043	-2.52
46207	16	-0.008	-0.78
46132	12	-0.024	-2.23
46206	17	0.007	-0.45
46145	15	0.006	-0.81
46183	15	0.005	-0.4
46185	16	0.003	-1.77
46204	16	-0.011	-1.01
46131	13	-0.003	
46146	14	0.006	
46181	16	-0.03	
46134	7	0.1	

La table de gauche montre les tendances à long terme des mesures prises par les bouées météorologiques de la côte ouest. Les trois premières lignes contiennent les données des trois bouées Nomad, plus grosses, situées à environ 350 km au large. Les quatre lignes du bas sont pour les bouées situées dans les eaux plus protégées du détroit de Géorgie et des bras de mer côtiers. Seule la bouée hauturière Nomad Nord (46184) présente une tendance importante de réchauffement. Toutes les bouées non abritées indiquent une baisse importante de la hauteur des vagues de 0.4 à 2.6% par année. La signification statistique de cette tendance est plus élevée pour les bouées hauturières Nomad ($p < 0.001$), avec six autres bouées ayant un $p < 0.1$. Si confirmée, cette réduction moyenne de 1.5% par année représenterait une réduction de 24% de la hauteur des vagues depuis 1990.

Le traitement en temps réel des données de vent provenant des bouées a été modifié vers 1999 pour enregistrer la valeur scalaire des moyennes de vitesse du vent plutôt que la valeur vectorielle. Le résultat se traduit par une augmentation des vitesses du vent (données non présentées) ce qui masque toute tendance réelle.

Le graphique de la page suivante révèle les changements de température à la surface de l'océan tels que mesurés par les bouées météorologiques depuis 1986.

Les longues séries chronologiques de données de TSM sont présentées dans la figure 21 ci-dessous. Le cycle saisonnier de température de chaque bouée a été enlevé. Les bouées indiquent toutes une température élevée pour l'été 2004, avec des valeurs record à 12 des 17 bouées. L'été 2005 était lui aussi chaud, mais la seule bouée à atteindre un record était celle du bras de mer Saanich, relativement peu influencé par le réchauffement de 2004. Plusieurs bouées montrent le réchauffement dû au El Niño de 1997/98 de façon très claire, puis des températures plus basses au début de 1999 jusqu'à ce que le réchauffement suivant débute en environ 2002.

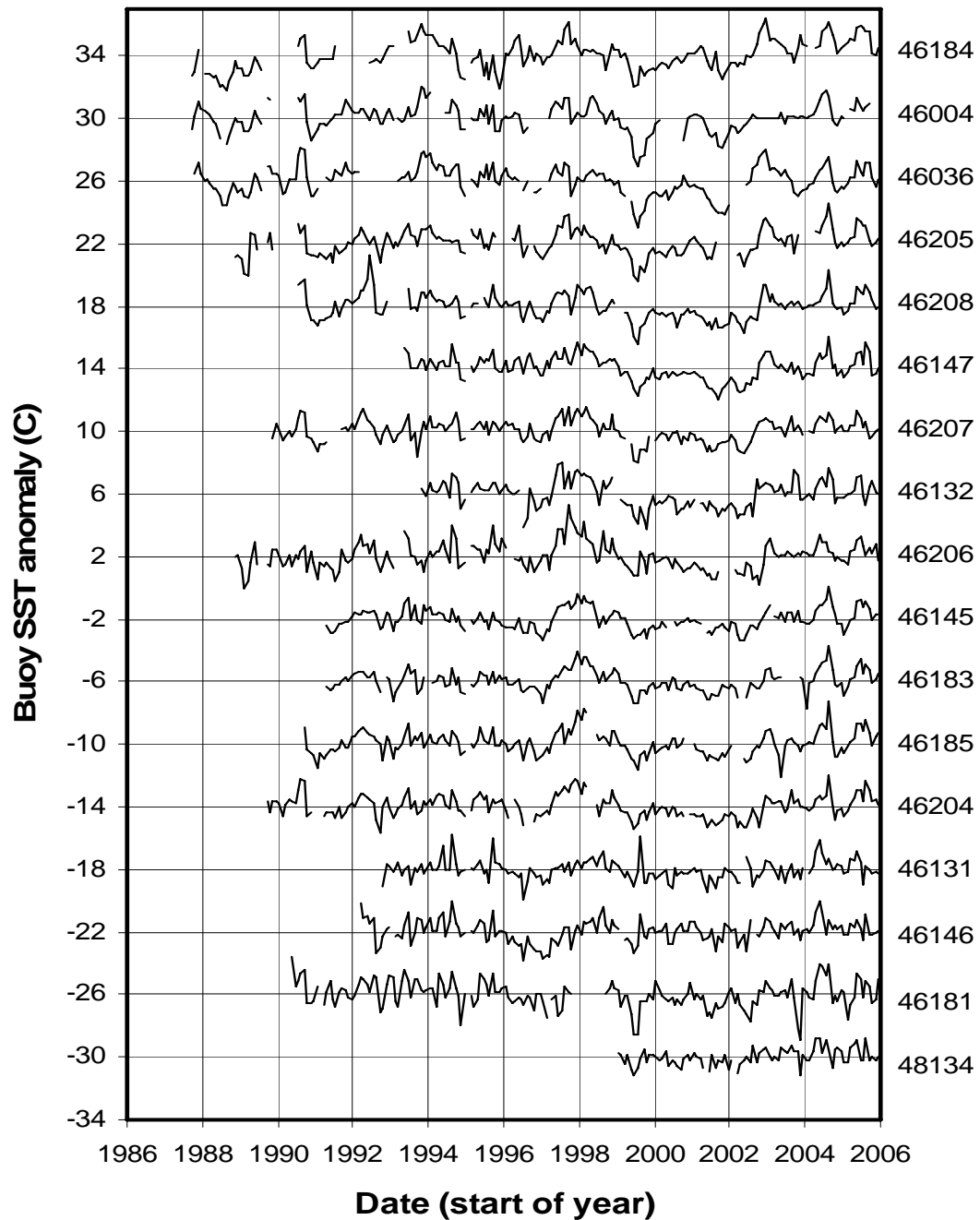
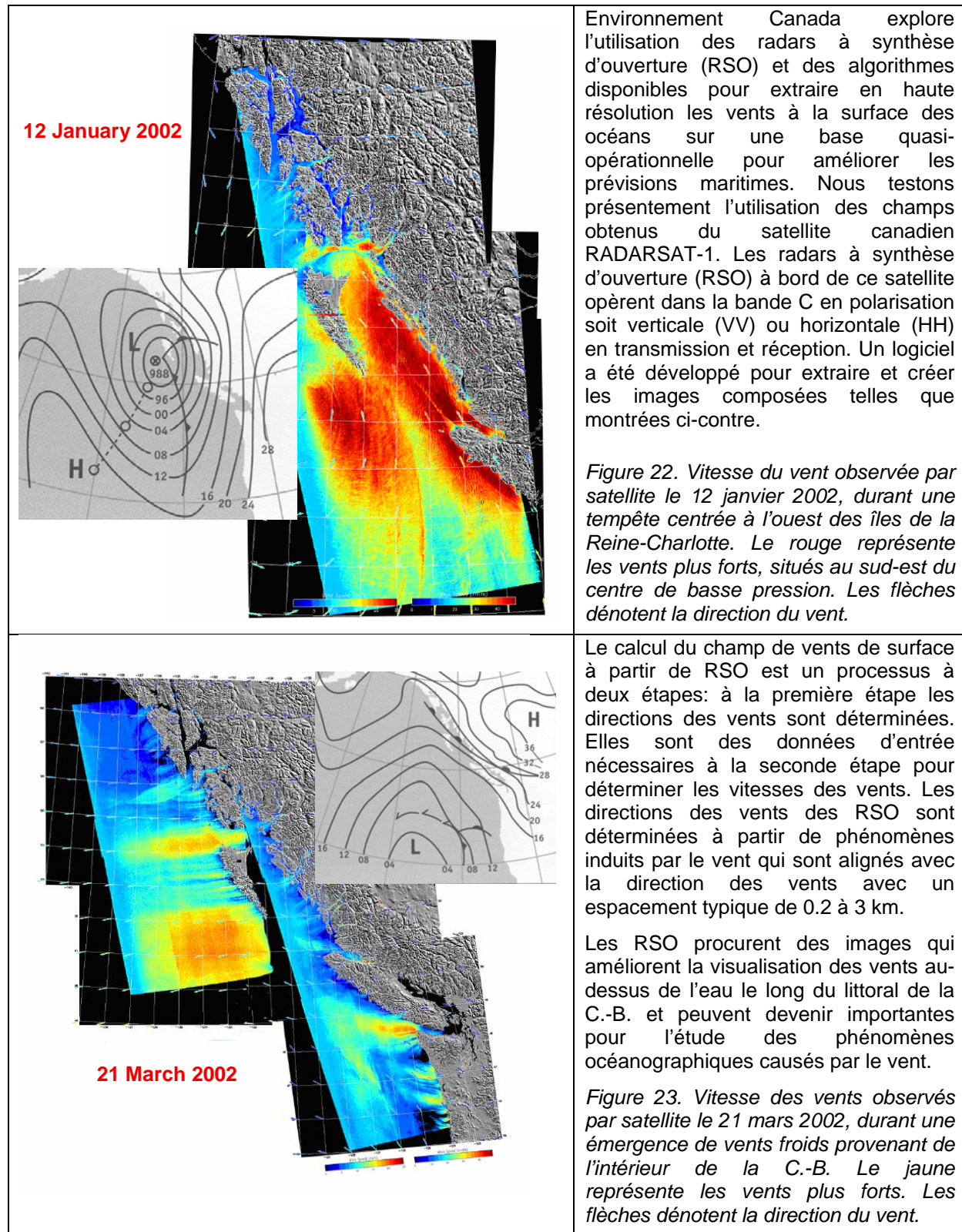


Figure 21. Graphique des anomalies de la température à la surface de la mer (TSM) pour chacune des bouées météorologiques canadiennes. Le cycle saisonnier a été enlevé. Les lignes horizontales sont situées à chaque 4°C d'anomalie de température.

Observations améliorées des vents

[Paul Whitfield](#), Environnement Canada



Tourbillons du golfe de l'Alaska: plus grands et plus au sud

[Bill Crawford](#), Pêches et Océans Canada

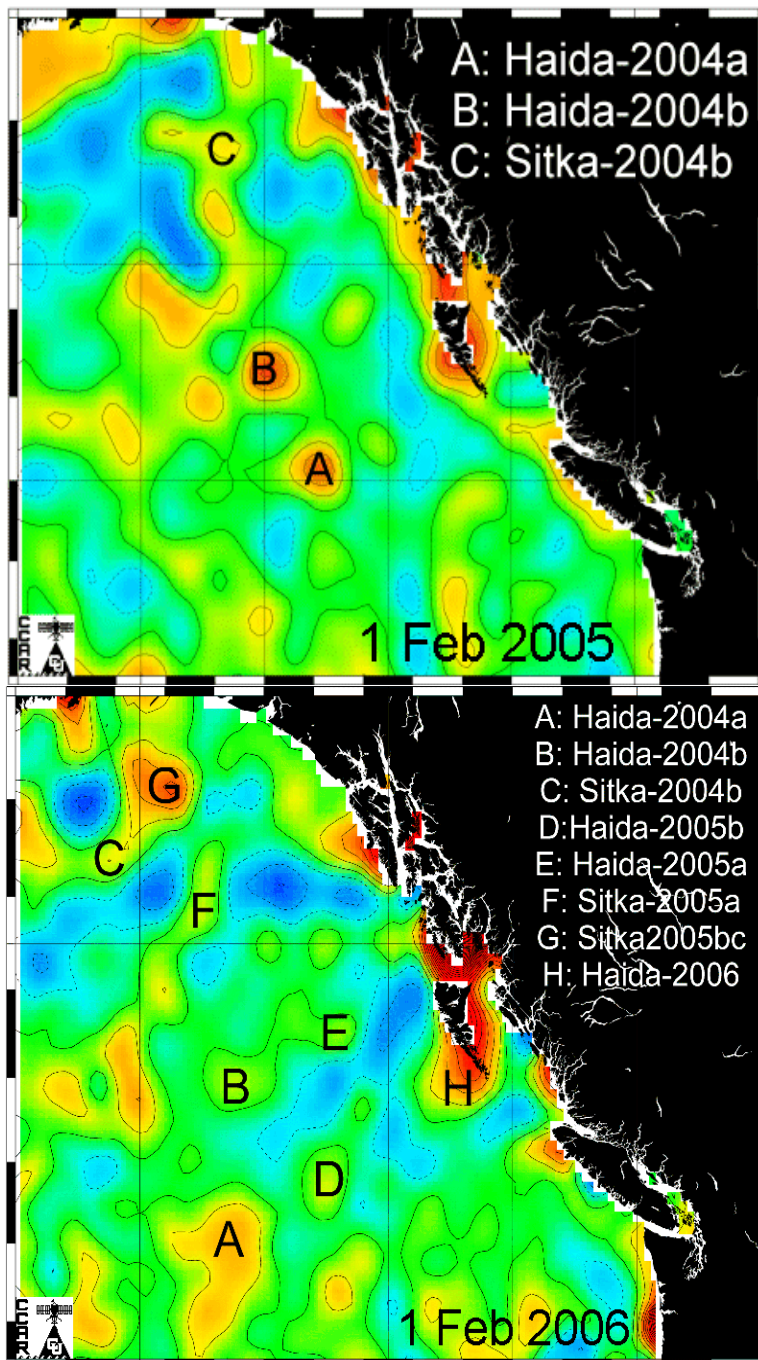


Figure 24. Contours des anomalies du niveau de la surface de la mer en février 2005 (haut) et février 2006 (bas), où le rouge représente les anomalies positives. Les lettres reportent aux noms des tourbillons tels qu'indiqués dans la légende.

Liens : [page web des tourbillons Haida](#)

[Animations de bouées dérivantes dans les tourbillons](#)

Les scientifiques ont étudié les grands tourbillons dans le golfe de l'Alaska depuis 1998 à l'aide de mesures satellitaires du niveau de la mer. Les tourbillons, appelés Haida et Sitka selon leur région de formation en hiver, tournent toujours dans le sens horaire, peuvent atteindre un diamètre de 350 km et dérivent généralement vers l'ouest dans le golfe de l'Alaska. Ils se forment près du littoral et peuvent parcourir plus de 1000 km avant de se désintégrer après quelques années.

Les figures de gauche démontrent les tourbillons (en rouge) de février 2005 et de février 2006 comme des régions de niveau de la mer plus élevé. Ces images ont été fournies par le Colorado Centre for Astrodynamics Research. Les contours représentent le niveau de la surface de la mer à intervalles de 4 cm.

Le rouge représente les tourbillons et le niveau de la mer plus élevé. Le bleu représente les niveaux de la mer plus bas.

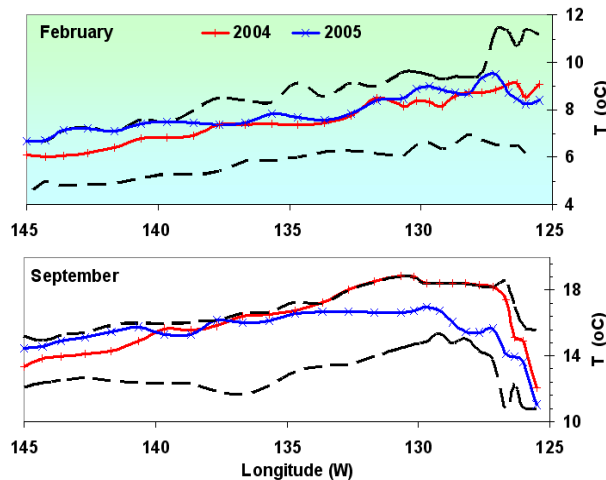
Les tourbillons transportent chaleur, eau douce, nutriments et espèces côtières au milieu du golfe de l'Alaska et font dévier la circulation des eaux de surface qui se dirigeaient vers l'est. Leur rôle dans l'océan est toujours à l'étude.

Haida-2004a fut l'un des plus grands tourbillons observés depuis 1998. Il était encore visible deux ans après sa formation et est identifié par **A** dans le tableau du bas de l'image de gauche. Les scientifiques à bord du navire de la Garde côtière canadienne *John P Tully* ont observé en février 2005 d'importantes populations d'oiseaux de mer et d'orques le long du flanc sud de Haida-2004a. Les croisières suivantes ont aussi noté une vie marine plus abondante incluant la présence de baleines dans les alentours de ces tourbillons.

Diminution de l'utilisation des nutriments à la surface de l'océan en 2005

[Frank Whitney](#), Pêches et Océans Canada

Certaines régions du littoral de la C.-B. ont vu les températures de l'eau atteindre des valeurs plus élevées en 2004 et 2005 que jamais enregistrées durant les 50 ans du programme de la ligne P. Les eaux très chaudes de 2004 étaient situées à l'ouest de la plateforme continentale du sud de la C.-B., probablement dû à la remontée des eaux profondes qui refroidissent les eaux côtières durant l'été. En 2005, les eaux chaudes se trouvaient plus loin au large le long de la ligne P.



Des eaux de surface chaudes dénotent un transport de chaleur provenant de l'atmosphère et de l'océan subtropical ainsi qu'un faible brassage des eaux de surface. Un brassage hivernal affaibli entraîne des concentrations plus faibles de nutriments dans les couches de surface durant l'hiver et une croissance printanière du phytoplancton diminuée.

Un échantillonnage des nutriments de surface provenant de la ligne P ainsi que du navire auxiliaire occasionnel Skaugran fournit des données pour estimer l'utilisation saisonnière des nutriments. L'utilisation est définie comme la différence entre les concentrations de nitrates de la fin de l'hiver à la fin de l'été pour les régions identifiées dans la figure 26.

Figure 25. Température des eaux de surface le long de la ligne P de 2004 et 2005. Les lignes pointillées représentent les maxima et minima pour ces températures de 1956 à 2005.

Il y a trois régions différentes: grand apport et grande utilisation de nutriments (AC: côte de l'Alaska), grand apport de nutriments mais faible utilisation due à une limitation en fer (HNLC: fort en nitrate, faible en chlorophylle), et faible apport et faible utilisation dus à des influences de la région sous-tropicale (TD: domaine de transition).

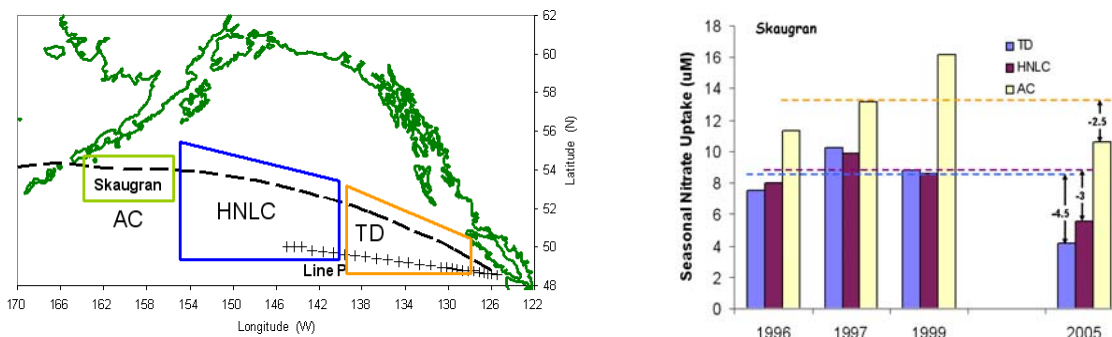


Figure 26. L'échantillonnage des nutriments à la surface de la ligne P et à bord d'un navire auxiliaire occasionnel (MV Skaugran) montre que l'utilisation du nitrate de l'hiver à l'été était plus faible en 2005 que durant les années précédentes chaudes (1997) ou froides (1999). L'utilisation du nitrate est responsable de la production de la biomasse de l'océan.

En 2005, l'utilisation du nitrate a été significativement moindre que celle observée durant les années précédentes chaudes (1997) ou froides (1999). Tel que démontré dans le panneau de droite de la figure 26, la diminution saisonnière des quantités de nitrate était 50% plus faible en 2005 lorsque comparé à trois autres années, et ce surtout dans le domaine de transition (TD dans la figure 26). L'utilisation du nitrate par le phytoplancton crée la biomasse dont dépendent la plupart des écosystèmes marins.

Teneur en oxygène réduite dans l'intérieur de l'océan, un bilan.

[Frank Whitney](#), Pêches et Océans Canada

Durant les dernières décennies on a observé une intensification de la stratification dans les couches supérieures du Pacifique subarctique (e.g. Freeland *et al.* 1997. DSR I 44, 2117-2129). Cette tendance est probablement due au réchauffement planétaire puisque les couches supérieures de l'océan et l'atmosphère se réchauffent à un rythme semblable. Durant ce temps, plusieurs études ont observé un déclin de la teneur en oxygène dans l'ensemble du Pacifique subarctique (Emerson *et al.* 2004. J. Oceanogr. 60, 139-147).

Les données accumulées durant 50 ans à la station océanique Papa au centre du golfe de l'Alaska fournissent des détails sur ce changement (fig. 27). Durant ce temps, on observe un déclin constant de l'oxygène à un taux d'environ $0.6\text{-}0.7 \mu\text{mol kg}^{-1} \text{a}^{-1}$. On peut mieux constater la diminution en oxygène en notant le mouvement de la limite "hypoxique". Pour une grande variété d'organismes marins (mais pas ceux de haute mer), l'hypoxie se manifeste à une concentration de $\sim 60 \mu\text{mol oxygène kg}^{-1}$. Ces concentrations se retrouvaient à environ 400 m de profondeur dans les années 1950 mais sont maintenant présentes à environ 250 m.

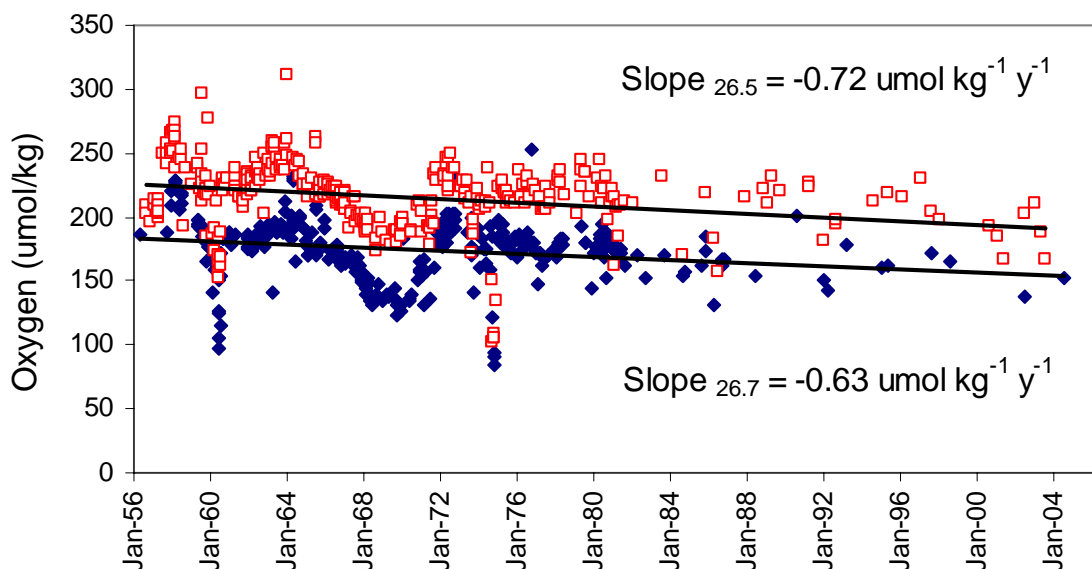


Figure 27. Tendence des concentrations d'oxygène à des surfaces de densité ($\sigma\text{-t}$) de 26.5 et 26.7 à la station océanique Papa. Ces surfaces demeurent à la même profondeur ou deviennent légèrement moins profondes et sont dans les intervalles de profondeurs 125-150 et 150-200 m respectivement.

Un déclin semblable des concentrations d'oxygène est observé le long de la côte de la C.-B., malgré le fait que moins d'observations soient disponibles dans les eaux côtières et qu'elles ne remontent pas aussi loin dans le temps. Cependant une série de données recueillies à l'ouest du littoral des îles de la Reine-Charlotte durant 23 ans indiquent un déclin des concentrations d'oxygène à un taux de 0.5 à $1.1 \mu\text{mol kg}^{-1} \text{a}^{-1}$ sur les mêmes surfaces de densité, à une profondeur moyenne de 175 et 250 m. Le taux de déclin est près de 1% par année à 250 m.

La pêche du poisson de fond récolte la majeure partie de ses prises entre environ 100 et 300 m (Alan Sinclair, comm. pers.). Certaines de ces espèces (celles qui ont un métabolisme plus actif) sont par défaut moins tolérants aux faibles concentrations d'oxygène, alors que d'autres (par exemple certaines plies) sont acclimatées à ces conditions avec peu d'oxygène et elles s'en servent probablement pour éviter la prédation.

Mesures satellitaires des concentrations de chlorophylle en surface.

[Jim Gower](#), Pêches et Océans Canada

Les deux images ci-dessous représentent la plus récente version de la série chronologique complète des images de chlorophylle et de luminosité de l'eau mensuelles SeaWiFS (sept 1997 à déc 2005) pour la côte de la C.-B.

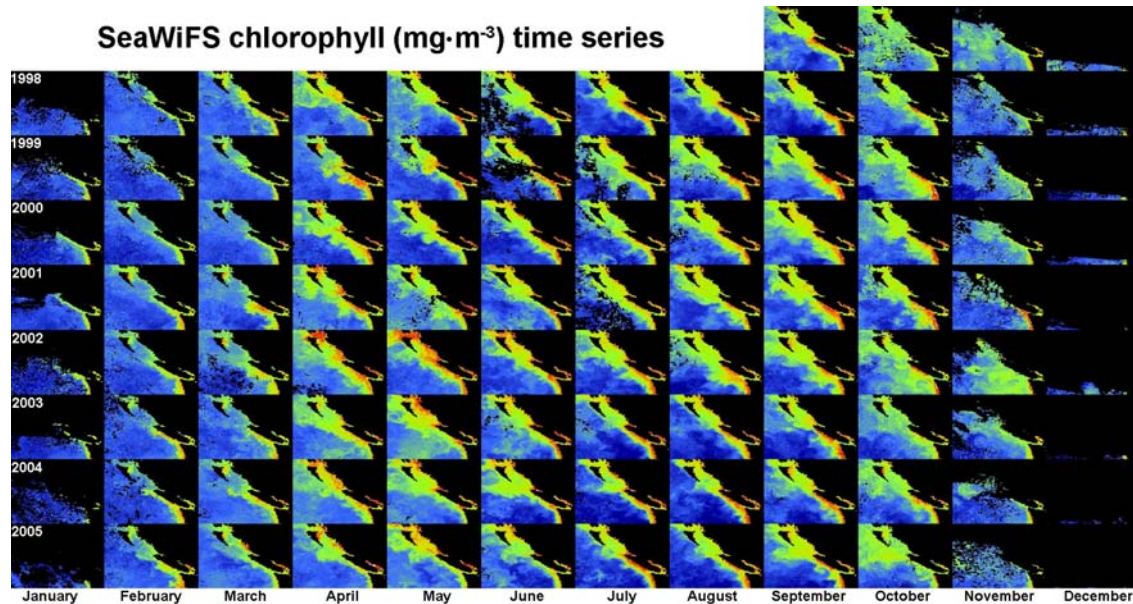


Figure 28. Concentration mensuelle composite de la chlorophylle dans les eaux de surface telle que déterminée par la mesure des couleurs avec le capteur satellitaire SeaWiFS. La chlorophylle indique l'abondance du phytoplancton dans les eaux de surface de l'océan.

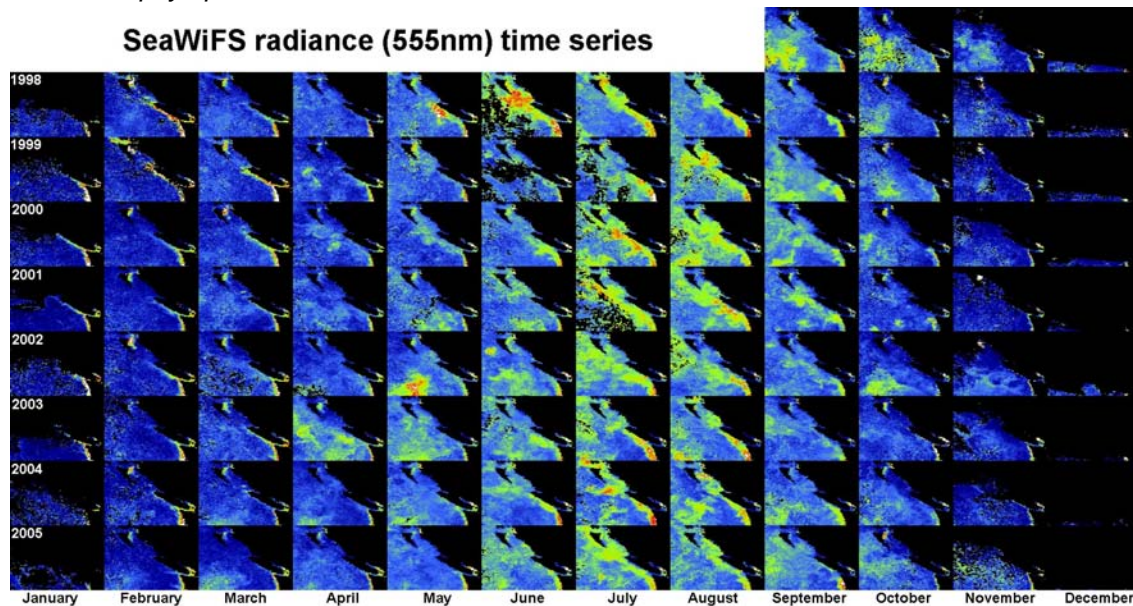


Figure 29. Mesure mensuelle composite des couleurs de l'océan par le capteur satellitaire SeaWiFS, calibré pour mettre à jour les concentrations relatives des coccolithophoridés, un type de phytoplancton à thèque calcite.

L'image de chlorophylle pour février 2005 dans la figure 28 indique un début précoce de la prolifération printanière du phytoplancton en 2005 comparé à l'année précédente. La figure 30 ci-dessous montre l'arrivée de la prolifération printanière du phytoplancton estimée par interpolation linéaire entre les moyennes mensuelles de chlorophylle illustrées dans la figure 28. Des concentrations seuils de chlorophylle représentant le début de la prolifération printanière du phytoplancton ont été choisies pour chacune des six régions basées sur les valeurs observées jusqu'à présent. Ces valeurs seuils sont différentes pour les différentes régions mais sont gardées constantes d'année en année.

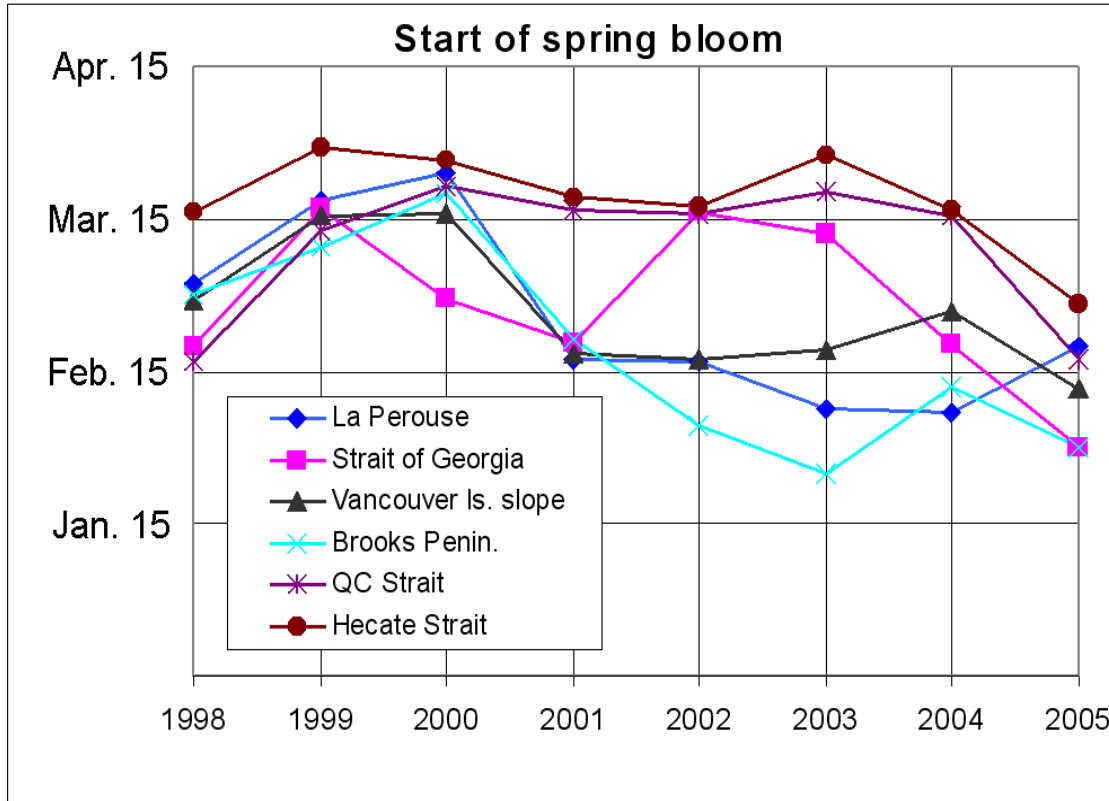


Figure 30. Date du début de la prolifération printanière du phytoplancton dans six régions.

Un point de donnée marqué au 15 février indique que le seuil a été franchi au moment de la moyenne pour février. En 2005 les premières moyennes mensuelles disponibles (en février dû à la couche nuageuse en janvier) pour le détroit de Géorgie et la région côtière centrée sur la péninsule de Brooks indiquent que les concentrations étaient déjà au-dessus des valeurs seuils choisies. La date du 1 février a donc été assignée. La seule région à indiquer un début de prolifération pour 2005 plus tard que pour 2004 était La Pérouse.

Les données SeaWiFS peuvent aussi être obtenues de la NASA en images composites de 8 jours. Celles-ci pourraient être étudiées pour essayer d'améliorer l'estimation du début de la prolifération, cependant des manques de données dus aux nuages créeront un problème plus important.

Lien : [Archives d'imagerie satellitaire](#)

Mésozooplancton du golfe de l'Alaska en 2005: la tendance est encore de type 'année chaude'

[Sonia Batten](#), Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science

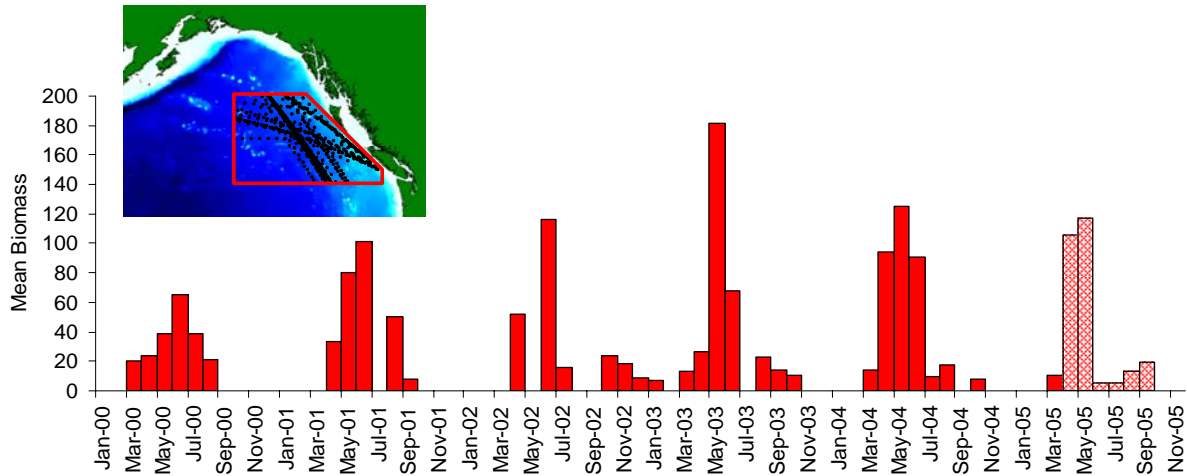


Figure 31. Série chronologique de données de biomasse de mésozooplancton en moyenne mensuelle de biomasse en mg de poids sec par échantillon ($\sim 3m^3$). L'échantillonnage, fait avec le compteur continu de plancton, est effectué approximativement à chaque mois entre mars et septembre dans la région du golfe de l'Alaska représentée sur la carte. Les barres hachurées montrent les données préliminaires pour lesquelles l'analyse n'a pas encore été complétée.

La série chronologique de six ans de la biomasse mensuelle dans la figure 31 montre que le maximum de biomasse est apparu plus tôt durant les années chaudes récentes. La biomasse en 2005 était à son maximum en avril/mai (tout comme en 2004) au lieu d'en mai/juin comme elle l'était dans les années précédentes.

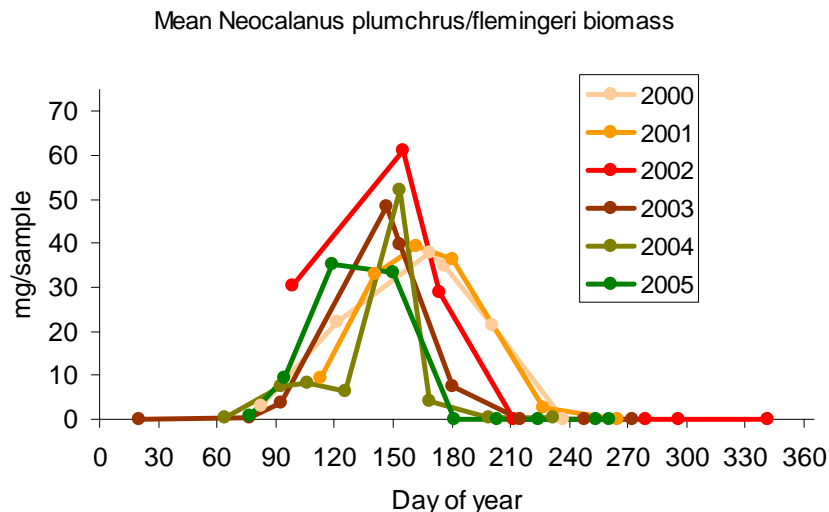


Figure 32. Cycle saisonnier de la biomasse de *Neocalanus* à chaque année pour la région de la Fig. 31.

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

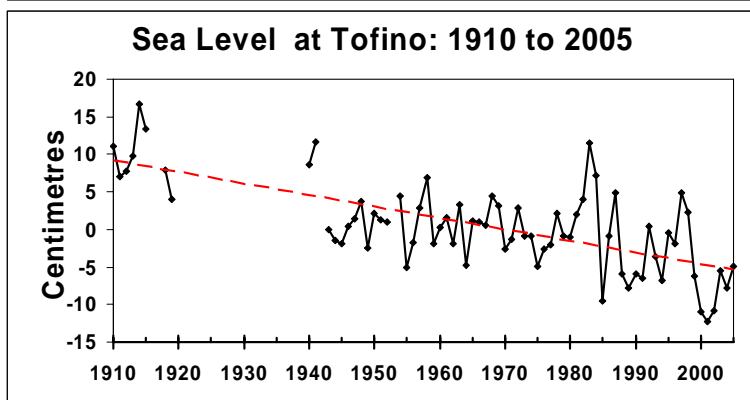
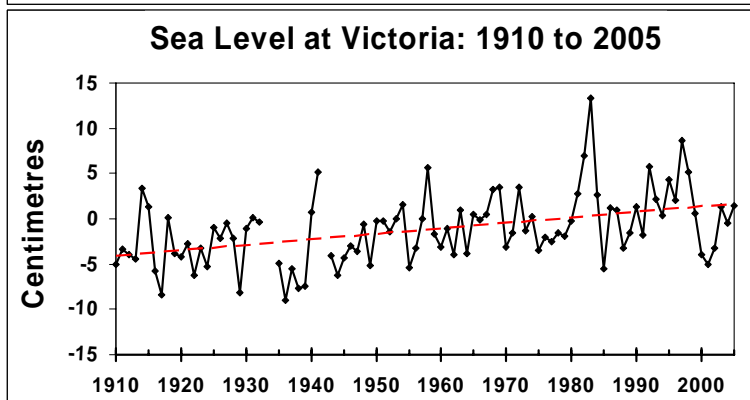
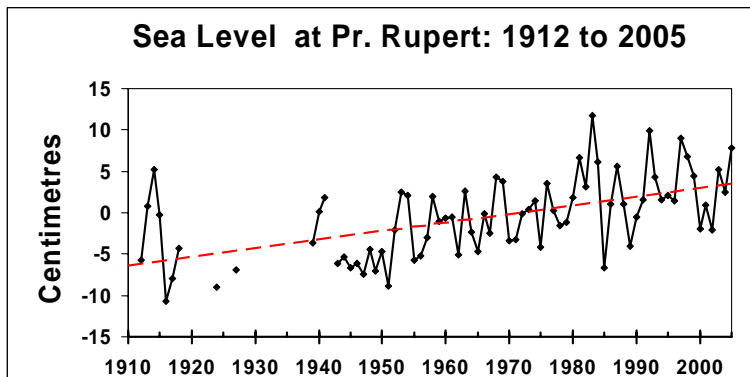
La biomasse de mésozooplancton au printemps est dominée par les copépodes *Neocalanus plumchrus/flemingeri* et la figure 32 montre que leur prolifération printanière était aussi précoce. La biomasse semblait aussi être moins abondante – plus semblable à celle de 2000/01 qu'à celle des années plus récentes mais ceci ne peut être confirmé tant que les données ne seront pas toutes disponibles.

Les changements saisonniers du cycle de la biomasse ont des effets sur ces niveaux trophiques plus élevés qui synchronisent leur migration ou leur reproduction pour tirer profit de la biomasse maximale de mésozooplancton.

Côte ouest de l'île de Vancouver

Les niveaux de la mer: près de la normale, mais la hausse à long terme pourrait s'accélérer.

[Bill Crawford](#), Pêches et Océans Canada



Depuis plus de 90 ans le Service hydrographique du Canada surveille le niveau de la mer le long du littoral de la Colombie-britannique.

Les trois graphiques à gauche représentent les écarts du niveau de la mer par rapport à la moyenne à long terme pour trois ports de la C.-B. Les lignes rouges pointillées représentent les tendances linéaires durant toutes les années. Ces tendances sont indiquées 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 33. Graphiques des moyennes annuelles du niveau de la mer pour trois ports de la Colombie-Britannique. 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 centimètres au cours des 100 dernières années et on s'attend à qu'il monte de 9 à 90 centimètres d'ici les 100 prochains années, donc on peut prévoir que la montée du niveau de la mer sera encore plus rapide que par le passé. Plusieurs régions à forte densité de population au sud-est de la Colombie-Britannique subiront une érosion et des inondations accrues.

Lien: [service hydrographique du Canada](#)

Stations côtières: températures chaudes de la fin de l'hiver au début du printemps.

[Bill Crawford](#), Pêches et Océans Canada

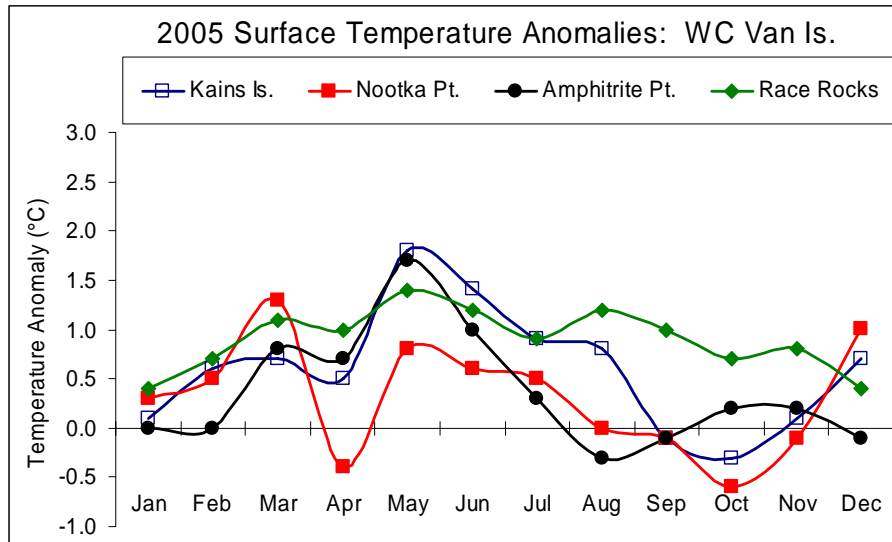
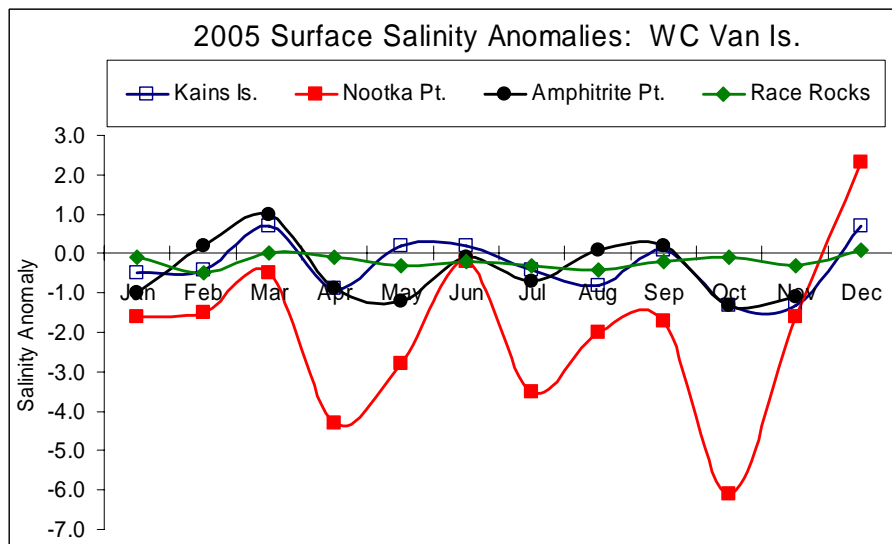


Figure 34. Anomalies de la température de l'océan (panneau du haut) et de la salinité (panneau du bas) à trois stations côtières de la côte ouest de l'île de Vancouver ainsi qu'à Race Rocks dans le détroit Juan de Fuca.



La température et la salinité sont mesurées quotidiennement par les gardiens de phares de la C.-B. suivant un programme qui dure depuis au-delà de 70 ans. Ces séries chronologiques continues de données de température et de salinité sont les plus longues sur la côte du Pacifique au nord de San Diego.

En 2005 les températures chaudes ont touché tout le littoral ouest de l'île de Vancouver et le détroit Juan de Fuca de la fin de l'hiver au début de l'été et ont pénétré jusque dans le détroit de Géorgie et sur les côtes de Washington et de l'Oregon.

En automne 2005 quelques-unes des températures étaient retournées à la normale, mais

les anomalies de la pointe Nootka et de l'île Kains ont augmenté. La station d'observation de Nootka Point est très sensible aux averses locales qui affectent soudainement la salinité et la température.

Les eaux plus chaudes sont souvent faibles en nutriments, une condition qui pourrait avoir entraîné l'échec presque complet des oiseaux marins le long de la côte à nourrir leurs oisillons durant leur premier printemps et été en 2005.

Lien: [Échantillonnage de l'eau de mer de la C.-B. aux stations de phares.](#)

La téléconnexion de la C.-B. aux tropiques en 2005 et 2006.

[Skip McKinnell](#), Organisation des sciences de la mer pour le Pacifique Nord

La moyenne de pression au niveau de la mer (PNM) de décembre à février dans le Pacifique tropical occidental est un indice convenable des températures boréales de la surface de la mer (TSM) le long de la côte de l'Amérique du Nord, tel qu'indiqué sur le graphique pour l'île Kains de long du littoral nord-ouest de l'île de Vancouver. Depuis 1948 les hautes PNM hivernales dans le Pacifique tropical occidental ont toujours été suivies au printemps par de chaudes TSM le long du littoral de la C.-B. La figure 35 ci-dessous ne représente que les données pour l'île Kains mais les résultats sont similaires pour les autres stations côtières de la C.-B. Cette corrélation peut être utilisée pour prédire la température printanière des eaux côtières à l'ouest de l'île de Vancouver. La moyenne hivernale de PNM pour 2006 (ligne verticale sur la fig. 35) est plus faible que la moyenne sur 57 ans, ce qui suggère que les eaux côtières de la C.-B. ne seront pas chaudes en 2006 (à cause du climat tropical) et à moins qu'elles subissent d'autres influences, elles pourraient même être plus froides qu'à la normale. L'hiver 2006 est aussi l'année de pointe pour le cycle de 18.6 ans des marées diurnes et cette phase est généralement associée à des TSM plus froides que la normale le long de la côte nord-américaine.

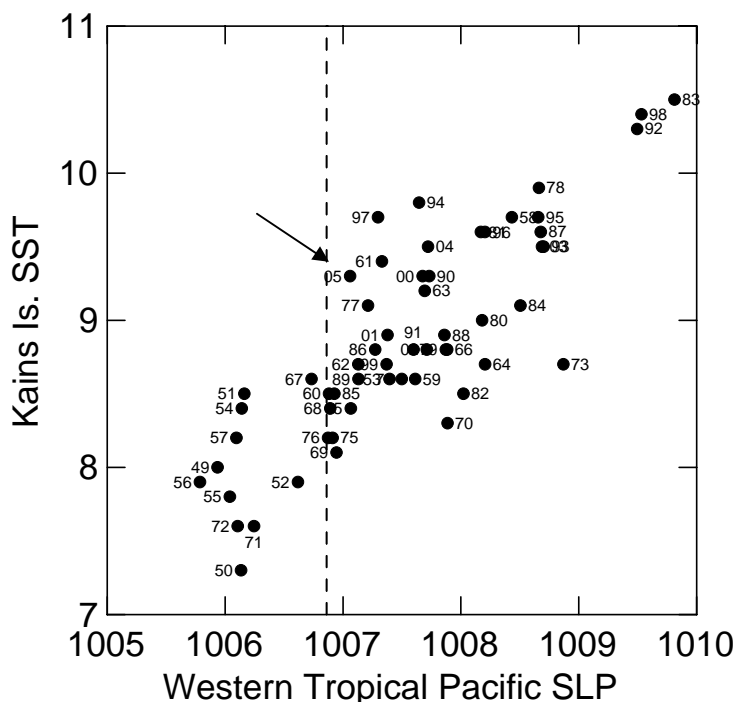


Figure 35. Moyenne de pression au niveau de la mer (PNM) dans le Pacifique tropical occidental près de l'Indonésie comparée à la température de surface de la mer (TSM) mesurée à l'île Kains, sur la côte ouest de l'île de Vancouver, en avril suivant. Chaque point représente les données pour une année et la période couverte s'étend de 1948 à 2005. Les TSM maximales et les PNM les plus hautes sont survenues en 1983, 1998 et 1992, années d'événements El Niño majeurs.

Les gardiens de phares ont échantillonné la température et la salinité de l'eau de façon journalière à plusieurs stations côtières de la C.-B. pendant plus de 70 ans dans le cadre d'un programme de surveillance de Pêches et Océans Canada.

La PNM est fournie par la US National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA).

La flèche de la figure 35 indique la donnée pour l'île Kains en 2005 où la TSM était plus chaude que la moyenne. Ce fait n'avait pas été prévu par la PNM hivernale dans le Pacifique tropical occidental. D'autres influences ont affecté la côte de la C.-B. en 2005 et il s'en est suivi que les TSM d'avril étaient environ 0.5°C plus chaudes que le prédisait le lien avec la PNM. L'augmentation de la TSM en mai 2005 à l'île Kains était encore plus frappante. Depuis 1935, la moyenne mensuelle de TSM en mai à l'île Kains est fortement corrélée ($r = 0.81$) aux observations d'avril, mais l'anomalie en mai 2005 était la plus importante ($> 3^{\circ}\text{C}$) jamais mesurée et celle de mai 2004 était la 4^e plus importante. Durant les deux dernières années les TSM de mai ont donc été beaucoup plus chaudes que "prévu". Cette chaleur printanière dans les eaux de surface résulte souvent du délai de la transition à la fin du printemps qui entraîne les eaux de surface chaudes vers le nord le long de la côte. Indépendamment de leur origine, il est important de noter que les températures océaniques en août 2004 et 2005 étaient les plus hautes jamais observées pour une année non El Niño.

Lien : [Organisation des sciences de la mer pour le Pacifique Nord \(PICES\)](#)

Conditions océanographiques physiques.

[Richard Thomson](#) & [Roy Hourston](#), Pêches et Océans Canada,

La figure 36 représente la contrainte du vent en surface à laquelle un filtre passe-bas a été appliqué, la vitesse du courant littoral et la température dans les 200 m de surface le long de la côte de l'île de Vancouver pour la période de janvier 2000 à 2005. Les manques de données sont dus à des défaillances de l'équipement, et la profondeur des courantomètres A1 était parfois légèrement différente des profondeurs où ils devaient de trouver. Ces lacunes ne sont pas assez importantes pour influencer les résultats. Les séries chronologiques sont présentées à partir de 2000, cependant les données de la bouée météorologique au site 46206 (48° 50' N 126° 0' O) remontent à 1988, et les données océaniques de A1 (48° 32' N 126° 12' O) remontent à 1985. Combinées, ces données fournissent de l'information indispensable caractérisant les courants côtiers et le climat océanique sur la plateforme continentale depuis la fin des années 1980.

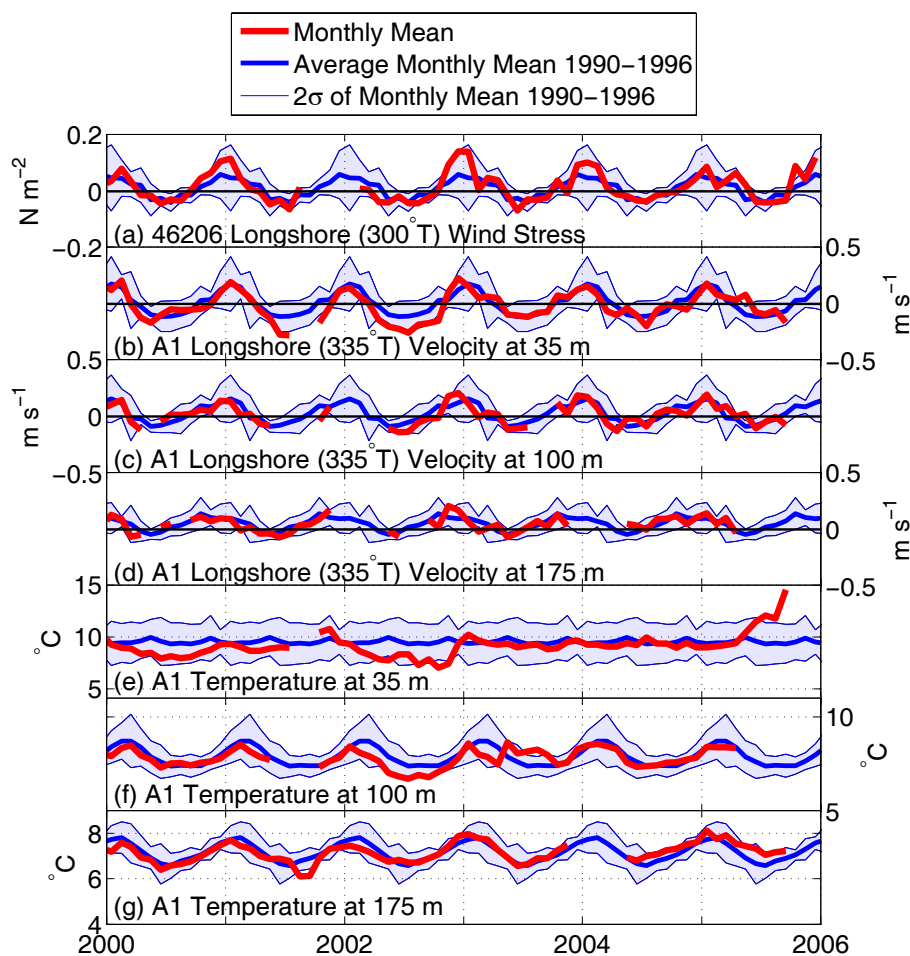


Figure 36. Moyenne mensuelle de la contrainte littorale du vent à la bouée météorologique 46206 (a), et vitesse (b, c, et d) et températures de l'eau (e, f, et g) aux profondeurs nominales de 35, 100, et 175 m au courantomètre A1, 2000-2005. Elles sont représentées relativement à leur moyenne et déviation standard pour la période 1990-6, une période ENSO relativement tranquille. Les valeurs positives de vitesse représentent un déplacement vers le nord, les valeurs négatives indiquent un déplacement vers le sud.

En 2005, l'inversion printanière des vents et courants hivernaux vers le pôle aux vents et courants estivaux vers l'équateur – la 'transition printanière' – s'est produite plus tard qu'à la normale. Par contre, l'inversion était précoce en 2004, normale en 2003, précoce en 2002, et presque normale en 2001 et 2000. Une dépression des Aléoutiennes plus intense que la moyenne durant la fin de 2005 a provoqué

des vents, et aussi probablement un courant côtier, vers le pôle plus forts que la moyenne. Cela doit être confirmé lors de la récupération d'un mouillage prévue pour le printemps 2006. Des vents plus forts vers le pôle entraînent des intrusions d'eau de mer relativement chaude et salée plus fréquentes et de plus longues durées dans le détroit de Juan de Fuca.

Les températures au-dessus de la plateforme continentale, au printemps et en été 2005, indiquent un réchauffement de l'ordre de 4-5 °C et 0.5 °C à 35 et 175 m respectivement par rapport à la moyenne de 1990-96. (Il n'y a pas de données de température à 100 m pour cette période). Le réchauffement en 2005 a aussi été observé dans le golfe de l'Alaska tel que mentionné ailleurs dans ce document. Il s'est aussi produit une augmentation dramatique de température à 35 m de profondeur en décembre 2002 qui pourrait être reliée au développement d'un événement El Niño de faible amplitude.

La figure 37 représente les variations interannuelles moyennes sur 5 ans des vents (vers l'équateur) favorables à la remontée des eaux profondes de 1950 à 2003 le long de la côte nord-américaine, 45-60°N. La série chronologique de données indique que les vents favorables à la remontée des eaux profondes étaient plus forts que la moyenne d'environ 1957 à 1976, plus faibles que la moyenne de 1976 à 1999, et plus forts que la moyenne mais diminuant d'intensité de 1999 au présent. Cependant les résultats de 2005 suggèrent que la côte ouest de la C.-B. passerait présentement d'un régime de remontée des eaux profondes plus fort à un régime plus faible que la normale.

Longshore Upwelling–Favourable Wind Stress Sum $\times \Delta t$ ($\Delta t = 0.25$ days)
5–Year Running Mean of Monthly Mean Anomalies

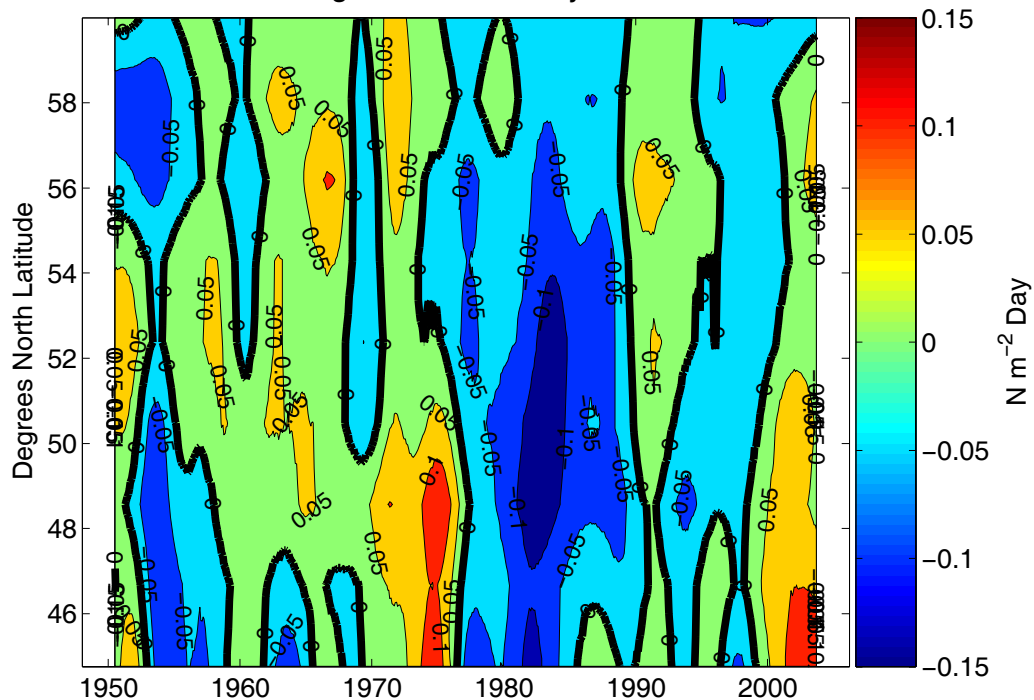


Figure 37. Indice de remontée des eaux profondes sur la côte ouest de l'Amérique du Nord de 45-60°N. Ceci est la moyenne mobile sur cinq ans des anomalies (par rapport à 1948-2005) des contraintes de vent de remontée des eaux profondes à certaines mailles situées à chaque 2° de latitude. Les données de contrainte du vent sont fournies par NOAA-CIRES ESRL/PSD Climate Diagnostics branch, Boulder, Colorado, USA, de leur site Web à <http://www.cdc.noaa.gov/>.

SYNOPSIS D'ENSEMBLE: En 2005, la côte ouest de l'île de Vancouver a subi des vents soufflant vers le pôle et des courants sur la plateforme continentale plus forts que la moyenne, et les températures des 200 m supérieurs de la colonne d'eau étaient plus élevées que la moyenne. Ceci suggère que durant cette dernière année nous avons passé de conditions de remontées d'eaux profondes, et par le fait même de productivité marine, de plus fortes à plus faibles que la moyenne.

Phytoplancton.

[Angelica Peña](#), Pêches et Océans Canada

Dû à la rapide croissance du phytoplancton (taux de croissance exponentiels de l'ordre de 0.3 à 1 j^{-1}) leur biomasse peut changer très rapidement sur une grande amplitude (2 à 3 ordres de grandeur), ce qui rend la surveillance difficile à cause de la rareté des croisières océanographiques. Lorsque cela est possible nous mesurons les concentrations de plancton en mode continu durant des mois en utilisant des fluoromètres attachés à des mouillages. Un tel fluoromètre est situé sur la pente continentale de l'île de Vancouver au mouillage BIO1 ($48^{\circ}31.8' \text{ N}$, $126^{\circ}11.2' \text{ O}$). La série chronologique de fluorescence de phytoplancton est représentée par la figure 38 ci-dessous. De 2003 à 2005 le mouillage a été déployé de mars à octobre, avec un arrêt durant cette période pour le retrait des données. Notez que les profondeurs d'échantillonnage sont différentes à chaque déploiement. Tout en considérant cette différence de profondeur, le printemps (mars-avril) de 2005 a vu une plus faible biomasse de phytoplancton (moyenne de 4.5 mg m^{-3} en 2005) que les printemps des deux années précédentes (moyenne de 8.1 et 8.9 mg m^{-3} pour 2003 et 2004 respectivement). En 2005, le second déploiement a été retardé de plus de deux mois dû à un problème de réglage de l'instrument. Le mouillage était aussi plus profond de 15m ce qui fait que les fluorescences observées de juillet à septembre sont biaisées vers des valeurs plus faibles que celles attendues de la profondeur nominale de 20 m . Malgré ces différences de profondeurs, comme par les années passées les valeurs de juillet à septembre 2005 étaient plus élevées que celles observées au début de l'année. Ce cycle saisonnier de concentrations de phytoplancton plus élevées en été qu'au printemps a été précédemment observé dans les concentrations de chlorophylle de cette région, dérivées des capteurs de couleur satellitaires.

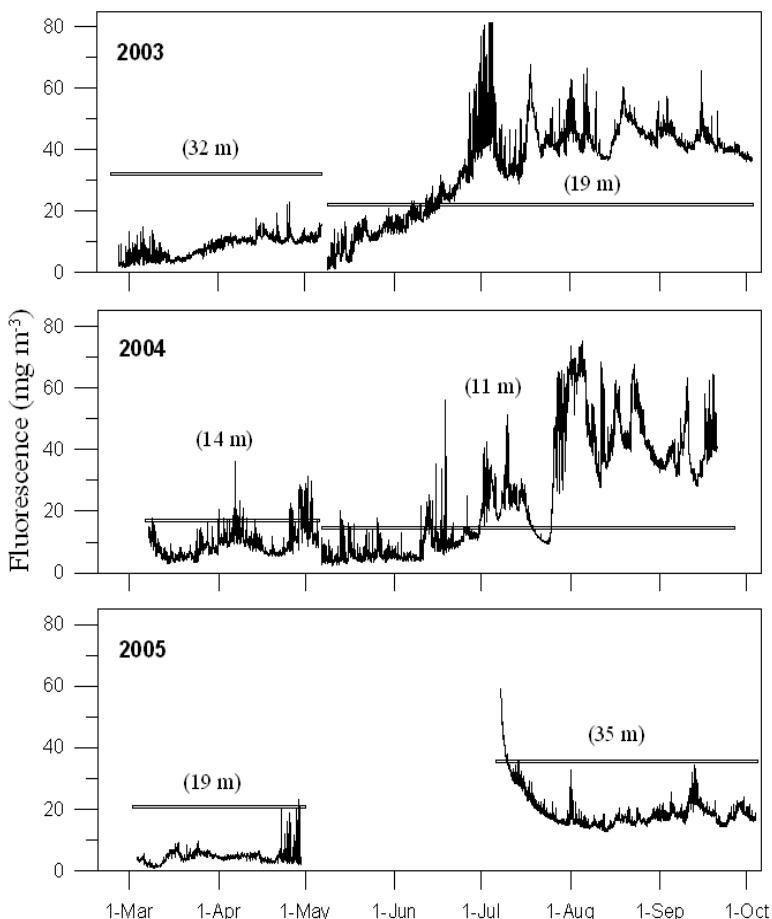


Figure 38 Série chronologique de fluorescence (mg m^{-3}) au mouillage BIO1 ($48^{\circ}31.8' \text{ N}$, $126^{\circ}11.2' \text{ O}$) sur la pente continentale du sud-ouest de l'île de Vancouver, de mars à octobre en 2003, 2004 et 2005. Les profondeurs d'échantillonnage sont représentées par les lignes horizontales et les nombres entre parenthèses.

Conditions chaudes de l'océan en 2005 hostiles au zooplancton local: annonce un recrutement et une survie faibles pour les poissons.

[David Mackas](#), Moira Galbraith, Steve Romaine, Pêches et Océans Canada

Une série chronologique d'échantillonnage de zooplancton a été effectuée de 3 à 6 fois par année en des endroits spécifiques sur la plateforme continentale et la haute mer adjacente de l'île de Vancouver (fig. 39). 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 à long terme de leur cycle saisonnier. Des descriptions détaillées des méthodes d'échantillonnage et analytiques de données se trouvent dans Mackas, Thomson et Galbraith (2001) et dans Mackas, Peterson et Zamon (2004).

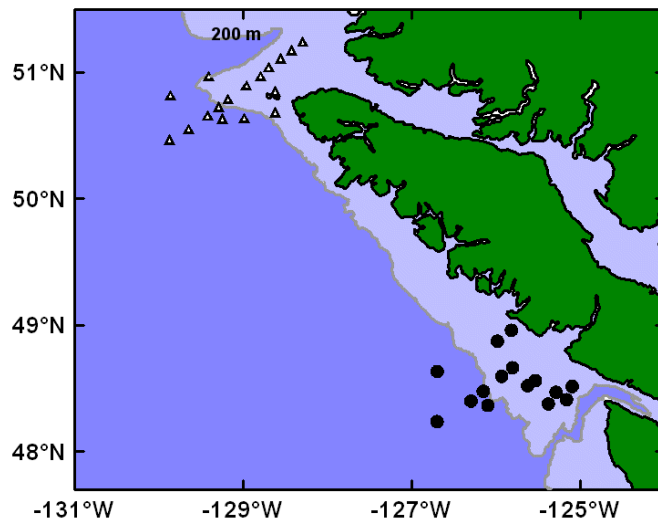


Figure 39. Endroits d'échantillonnage de zooplancton pour les régions statistiques au sud (SVI, cercles) et au nord (NVI, triangles) de l'île de Vancouver. À l'intérieur de ces régions les sites sont classés soit sur la plateforme continentale (moins profonds que 200m, bleu pâle) ou hauturiers (bleu foncé)

La figure 40 (page suivante) représente les anomalies annuelles de biomasse moyennées perpendiculairement à la côte pour trois groupes d'espèces importantes de copépodes (le tableau de gauche est pour SVI, les tableaux de droite sont les séries chronologiques plus courtes pour NVI). Les anomalies de zooplancton sont logarithmiques: une anomalie annuelle de +1 indique que le zooplancton de ce groupe était en moyenne dix fois plus nombreux que durant la période de référence; -1 indique qu'il était un dixième du nombre moyen. Les séries chronologiques d'anomalies sont faiblement mais significativement corrélées entre les régions SVI et NVI (Mackas, Peterson et Zamon 2004), mais leur grandeur pour ces espèces était généralement plus importante dans la région SVI. Des changements spécialement importants sont survenus à la fin des années 1980 et entre 1998 et 1999. 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 espèces boréales subarctiques. Cette tendance s'est renversée brutalement en 1999 à la suite des événements El Niño-La Niña de 1997-1999. De 1999 à 2002 les températures de la surface de l'océan étaient relativement froides dans le Pacifique Nord-Est, et la biomasse de presque tous les taxons de zooplancton le long de la marge continentale de l'île de Vancouver était semblable à la période de référence de 1979-1991. Le réchauffement a cependant repris en 2003, et les anomalies de zooplancton dans la région SVI sont progressivement revenues à un mode 'eau chaude' où les espèces de copépodes d'origine 'australe' étaient significativement plus abondantes que la moyenne et les copépodes de la 'plateforme boréale' moins abondants qu'en moyenne. Pour ces deux groupes les anomalies les plus récentes (2005) sont très semblables à celles de 1998-98.

La réduction en biomasse et en abondance des copépodes 'subarctiques océaniques' (*Neocalanus* spp.) a été jusqu'à présent 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. (fig. 41). 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) pour une dormance prolongée. Le maximum annuel de biomasse, et par le fait même la disponibilité maximale 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. 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.

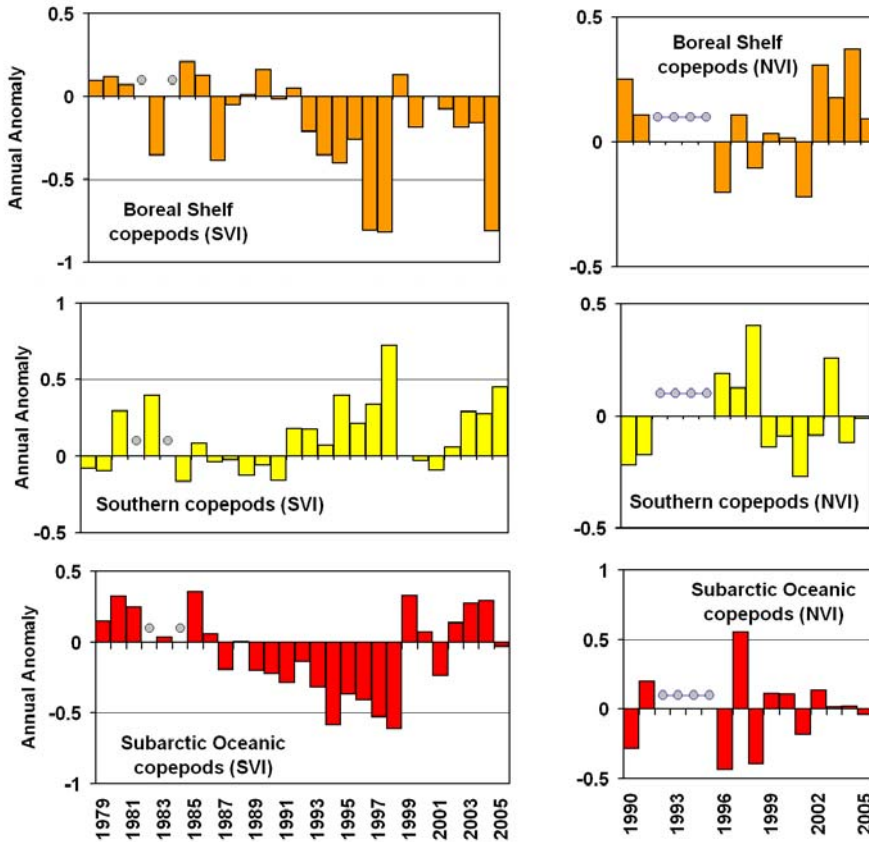


Figure 40. Série chronologique d'anomalies pour trois groupes d'espèces importantes de copépodes. Les panneaux de gauche représentent les données du sud de l'île de Vancouver, relatives à la période de référence de 1979-1991. Les panneaux de droite sont les données du nord de l'île de Vancouver, relatives à la période 1990-2001. Les cercles indiquent les années où peu ou pas de données étaient disponibles.

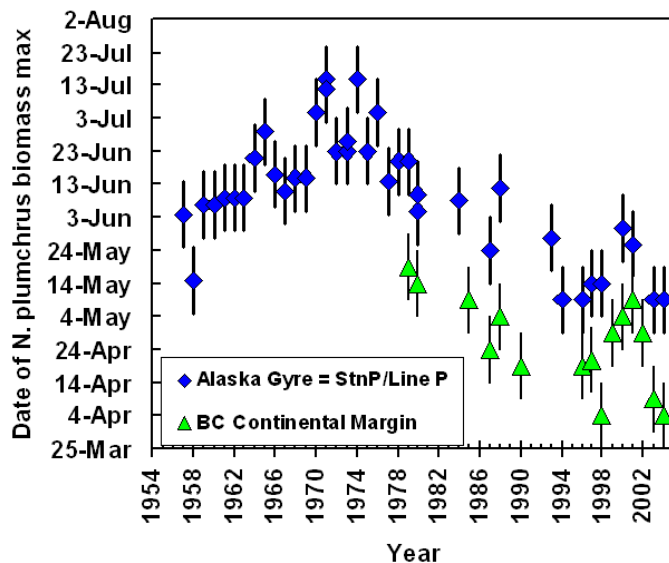


Figure 41. Changement saisonnier du maximum de biomasse pour le copépode subarctique océanique dominant *Neocalanus plumchrus* (mise à jour de Mackas et al. 1998 et Bertram et al. 2001). Les maxima précoces sont fortement associés à des températures de surface de l'océan élevées durant la saison de croissance printanière.

Durant les 25 dernières années, les anomalies de biomasse de zooplancton et la synchronisation des cycles de vie représentées aux figures 40 et 41 ont présenté une covariance moyennement forte (moyenne de $r^2 \sim 0.3$) entre elles, avec les anomalies de température à plusieurs échelles spatiales, et aussi avec les indices annuels de recrutement et les premiers stages de survie des 'prédateurs' tels le saumon coho, la morue charbonnière et les oiseaux de mer vivant en colonies. Nous avons récemment complété (Mackas, Batten et Trudel, en prép.) une décomposition de la matrice de corrélation en composantes principales (figure 42). Les axes des deux premières composantes expliquent plus des deux tiers de la variance/covariance totale de la série de données d'entrée normalisées, et présentent une séparation nette entre les variables indiquant "eaux froides/favorables aux espèces boréales endémiques" vs "eaux chaudes/favorables aux espèces du sud". De façon intéressante, les variables biologiques présentent une "réponse" plus forte et plus consistante à cette composante (plus grandes valeurs absolues pour les composantes de leur vecteur propre) que les indices de température. Quoique les données pour 2005 soient incomplètes (les données de recrutement et de survie du saumon coho et de la morue charbonnière ne sont pas encore disponibles), une implication importante de la série chronologique des composantes principales est que le recrutement et la survie première des poissons en 2005 le long de la côte ouest de l'île de Vancouver pourraient être aussi faibles qu'en 1997 et 1998.

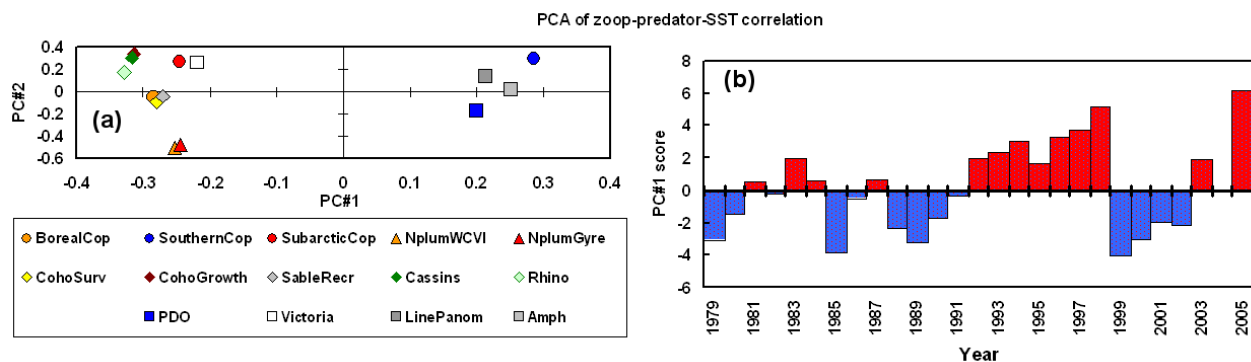


Figure 42. Résultats de l'ordination des corrélations de l'ACP de zooplancton-température-prédateurs : (a) Localisation des variables d'entrée sur les deux premiers axes (le côté gauche est positif lorsque 'froid', le côté droit est positif lorsque 'chaud'). Les cercles représentent les anomalies de biomasse de copépodes, les triangles : la synchronisation saisonnière des copépodes, les losanges : la croissance/survie/recrutement des 'prédateurs', les carrés : indice de la température de surface de l'océan. (b) indice annuel pour CP#1. 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.

Bertram, D.F., D.L. Mackas, and S.M. McKinnell. 2001. The seasonal cycle revisited: Interannual variation and ecosystem consequences. *Progr. Oceanogr.* 49:283-307.

Bond, N.A, J.E. Overland, M. Spillane and P. Stabeno. 2003. Recent shifts in the state of the North Pacific. *Geophysical Research Letters* 30:

Mackas, D.L., R. Goldblatt and 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 and 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.

Mackas, D.L., W.T. Peterson and J.E. Zamon. 2004. Comparisons of interannual biomass anomalies of zooplankton communities along the continental margins of British Columbia and Oregon. *Deep-Sea Res. II.* 51: 875-896.

PICES. 2005. Report of the Study Group on " Fisheries and Ecosystem Response to Recent Regime Shifts".

Euphausiacés et prédateurs: moins de nourriture pour le hareng et les saumons coho, kéta et rouges, et augmentation de la prédation 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* 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 *T. spinifera* qui mesurent entre 3 et 4 mm. La série chronologique de la biomasse de *T. spinifera* entre 1991 et 2005 est présentée à la figure 43.

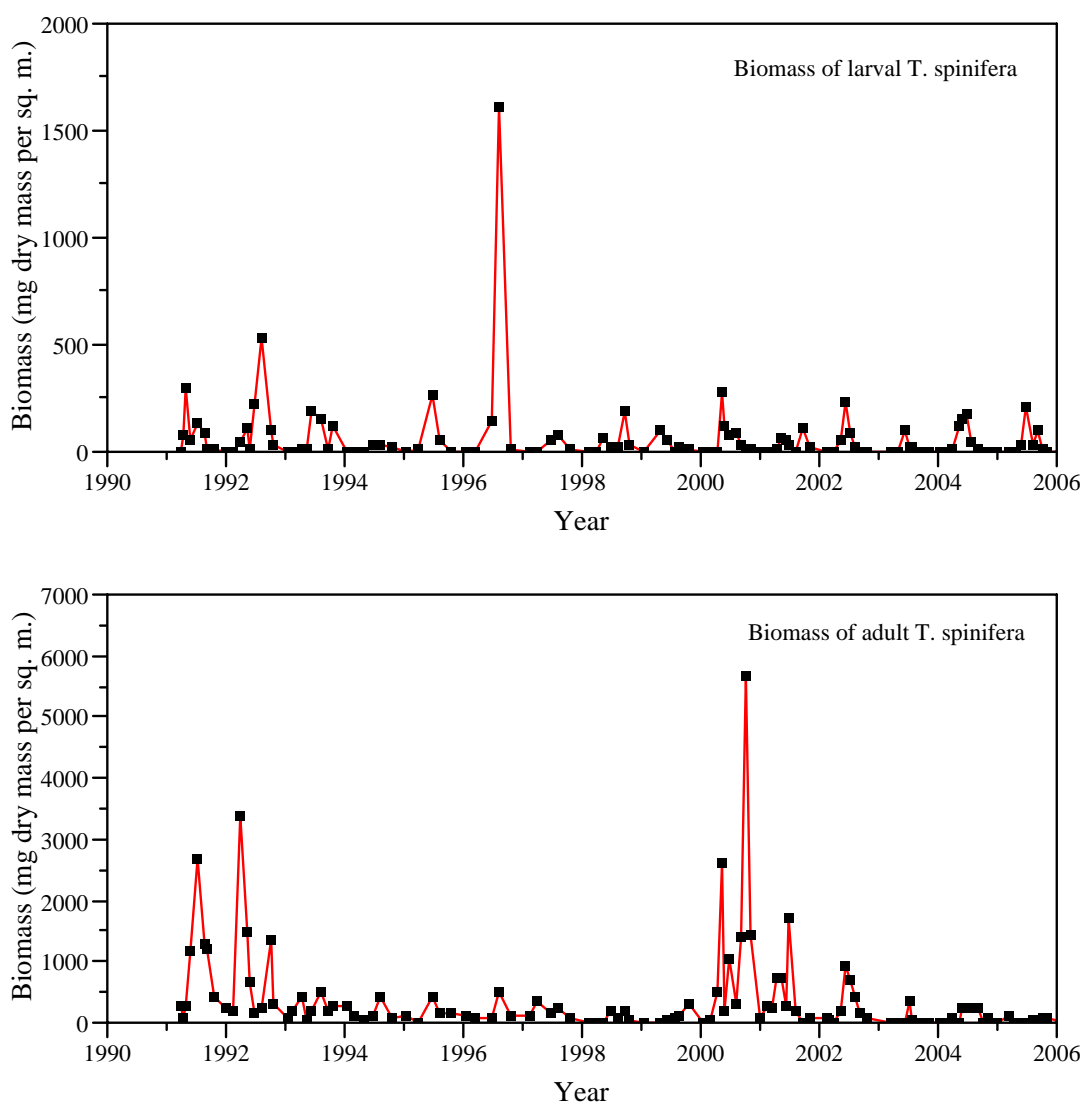


Figure 43. La série chronologique de la biomasse de larves (tableau supérieur, < 10mm) et d'adultes (tableau inférieur, >9 mm) *T. spinifera*, de 1991 à 2005. En 2005, les biomasses médianes des larves et des adultes étaient respectivement les 3^e et 2^e plus basses de toute la série chronologique; elles sont inférieures d'environ 45% et 65% respectivement par rapport à 2004.

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 pour le merlu. 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 2003. En 2004, le merlu de cette classe d'âge avait tellement profité qu'il a pu commencer à manger d'autres poissons.

La base biologique du recrutement (production de nouveaux géniteurs) du hareng a été suggérée par de récentes analyses. 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 productivité 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. Les variations des retours du saumon coho sauvage de la COIV et du saumon rouge du détroit de Barkley (lacs Sproat et Great Central) et de la côte centrale (lacs Oweekeno et Long) sont reliées aux variations de la biomasse de *T. spinifera* qui se produisent lorsqu'ils sont juvéniles. 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 2005, les biomasses de proie pour les saumons coho, kéta, rouges, et le hareng étaient inférieures à toutes les autres années.

Les conséquences anticipées des niveaux de la biomasse des proies et des prédateurs pour 2005 sont les suivantes :

- Hareng: il est prédit que le recrutement à tous les stocks principaux de la C.-B. diminuera en 2007 en raison de la prédation/compétition par les merlus. La croissance des harengs de la COIV devrait continuer à être réfrénée, le taux de mortalité naturelle des adultes de la COIV et du détroit de Géorgie devrait augmenter.
- Saumon coho sauvage de la COIV: on prévoit un déclin du taux de survie en mer par environ 3% pour l'année de retour 2006 en raison du manque de nourriture pour les saumoneaux de la classe d'âge de 2005;
- Saumon rouge du détroit de Barkley et de la côte centrale: on prévoit que les retours pour 2006 seront semblables à ceux de 2005, mais les retours en 2007 pour les saumons rouges âgés de 4 ans et en 2008 pour ceux de 5 ans seront probablement faibles puisque la biomasse d'euphausiacés en 2005 était la plus faible jamais enregistrée.
- Saumon kéta de l'écloserie de la rivière Nitinat: les retours diminueront de façon marquée à partir de 2007 en raison de la prédation par les merlus.

Saumon rouge de la baie Barkley: prévisions de retours faibles.

[Kim Hyatt](#), Pêches et Océans Canada

La variabilité annuelle du recrutement du saumon rouge de la baie Barkley (BkSd) sur la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) influence les taux d'abondance par plus d'un facteur dix durant des périodes aussi courtes que de 2 à 3 ans, tel que présenté à la figure 44 (page suivante). Les études de ces variations ont montré qu'en moyenne, les changements annuels en eau douce et dans les conditions maritimes environnementales comptent pour environ 50% chacun des variations de production observées (Hyatt et Steer 1988). Les conséquences de l'eau douce sont difficiles à prédire, mais les effets océaniques covarient avec les changements de la température et de la salinité de l'océan (Hyatt et Steer 1988) qui eux-mêmes influencent le nombre de prédateurs et de proies du saumon (Ware et McFarlane 1995, Hyatt et Luedke 1999).

Un simple modèle binaire de survie (SStM, Hyatt et Luedke 1999) a été utile pour prédire (fig. 44a) les effondrements de stock (fin des années 1980, mi-1990) et leur rétablissement (début 1990, années 2000). Les prédictions SStM se basent sur le concept que les écosystèmes de la plateforme continentale alternent entre deux états qui supportent une survie marine des saumons rouges juvéniles soit bonne ou mauvaise respectivement. 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%).

La reconnaissance de la covariance de survie pour les saumons rouges et coho de la baie Barkley s'est avérée utile pour développer de nouvelles procédures de prévision (Hyatt *et al.* 2000). Par exemple, puisque le saumon coho de la crique Robertson devient mature et retourne en eaux douces un an avant le saumon rouge, ses variations de survie marine servent maintenant de base au modèle Coho Leading Indicator (CLI) qui aide à prévoir le retour des saumons rouges dans la baie Barkley (Figure 44b, Dobson *et al.* 2005)

Observations pour 2005:

Le retour du saumon rouge de la baie Barkley était inférieur à la moyenne à long terme en 2004 et il était encore plus bas en 2005 tel que prévu par les deux modèles SStM et CLI (Figure 44). 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 2002 et 2003 (retour des adultes en 2004, 2005 et 2006) était anticipée.

Perspectives pour 2006 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 (de type El Niño). Par conséquent, le retour des saumons rouges adultes à la baie Barkley (fig. 44a) et pour plusieurs autres stocks de saumons (tous les stocks de saumons rouges 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 2006. Au contraire, le changement à un faible état de type La Niña durant l'hiver 2005-06, s'il subsiste, annoncerait une meilleure survie pour les saumons coho et rouges migrant vers la mer en 2006 et revenant comme adultes soit en 2007 (coho) ou 2008 (rouges) respectivement. Les différences entre cette prédiction et celle de la page 41 pour le saumon rouge en 2008 reflètent les différents modèles de prédictions et les conditions différentes présumées pour le début de 2006.

Références :

Dobson, D., R. W. Tanasichuk and 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. Available at www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

Hyatt, K. D. and G. J. Steer. 1988. Stock status and 1988 forecasts of Barkley Sound sockeye. PSARC Working Paper S88-2.

Hyatt, K. D. and W. Luedke. 1999. West Coast Vancouver Island Sockeye. DFO Science Stock Status Report D6-05. 5p. Available from PSARC Secretariat www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/psarc/SSRs/diadromous_ssrs_f.htm

Hyatt, K. D., W. Luedke, J. Till, D. P. Rankin, and D. Lewis. 2000. Review of the 1999 return of Barkley Sound sockeye salmon and forecasts for 2000. PSARC Working Paper S2000-06. 29 p.

Ware, D. M. and G. A. McFarlane. 1995. Climate induced changes in Pacific hake (*Merluccius productus*) abundance and pelagic community interactions in the Vancouver Island upwelling system. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 121: 509-521.

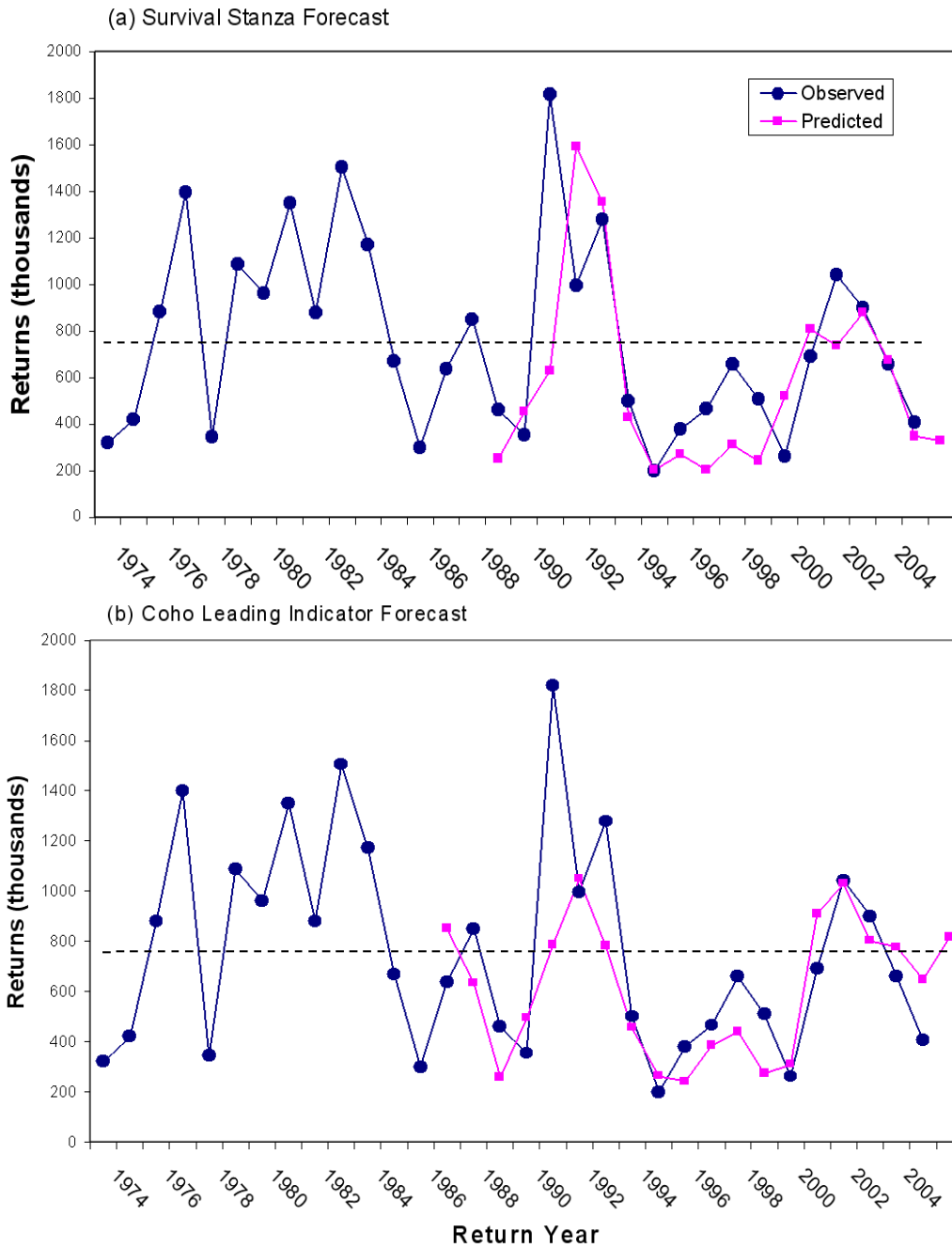


Figure 44. Retours observés et prévus des saumons rouges à la Baie Barkley en utilisant (a) le modèle SStM, et (b) le modèle Coho Leading Indicator (CLI).

Les relevés au chalut de fond à petites mailles: l'eau chaude de 2005 a perpétué la faible biomasse de crevettes mais a produit plus de merlus, de soles, de flétans, de plies à grande bouche et de squales.

[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 au mois de mai de chaque année depuis 1973. Le relevé de 2005 a montré que la biomasse de *Pandalus jordani* au large de la côte centrale de l'île de Vancouver était semblable à celle de 2004 et était donc plus faible que le récent maximum en 2002 en raison de la diminution du recrutement. 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 les espèces d'eau chaude (merlu du Pacifique) et les espèces telles la sole anglaise, la plie à grande bouche, le flétan du Pacifique et le chien de mer avaient atteint leur maximum ou en étaient tout près, alors que les espèces d'eau froide telle la goberge de l'Alaska continuaient de décliner. **Ces résultats suggèrent que les conditions d'eau chaude ont persévéré en 2005 par rapport aux conditions d'eau plus froide de 1999 à 2002.**

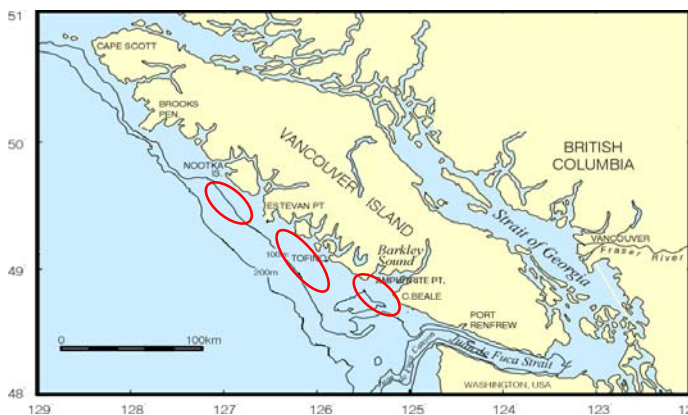
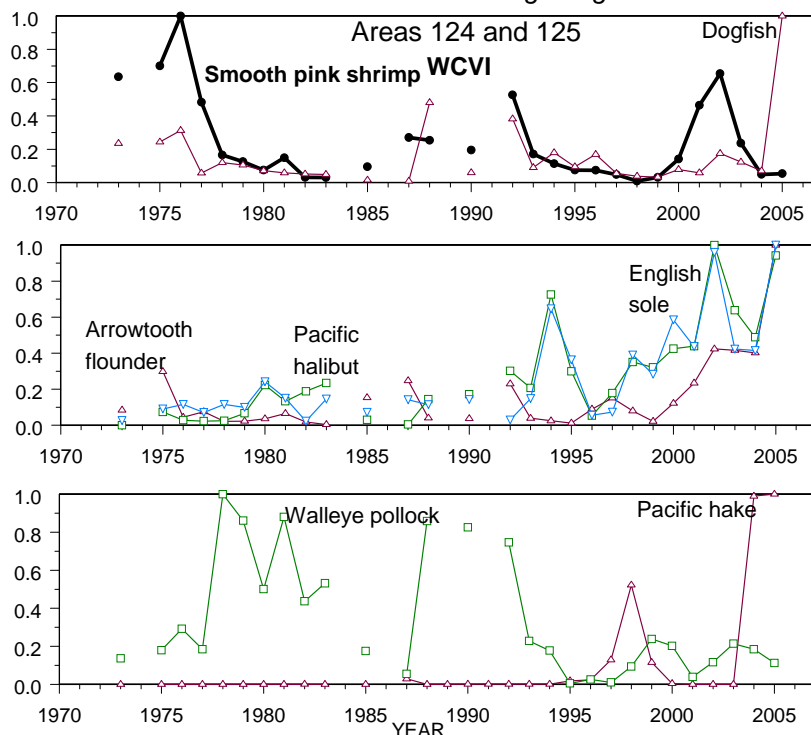


Figure 45 (à gauche): Carte indiquant les 3 principaux champs de pêche aux crevettes (*Pandalus jordani*) au large de l'île de Vancouver (ovales rouges). Le champ de pêche de Nootka (aire 125) et Tofino (aire 124) sont les ovales au nord et au milieu respectivement.

Figure 46 (en bas): Série chronologique du relevé des captures normalisées 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.



Taux de croissance le plus faible jamais enregistré pour le saumon coho au sud-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 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 (fig. 47). Ceci pourrait être une explication du 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 2005, la croissance des saumons coho juvéniles était la plus faible enregistrée le long de la côte de l'île de Vancouver depuis 1998, alors qu'elle est demeurée relativement stable au sud-est de l'Alaska où elle était quasiment le double de celle du sud de l'île de Vancouver (fig. 47). De ces observations il est prévu que la survie marine et le retour des saumons coho adultes seront encore plus faibles en 2006 pour les stocks du sud de la C.-B.

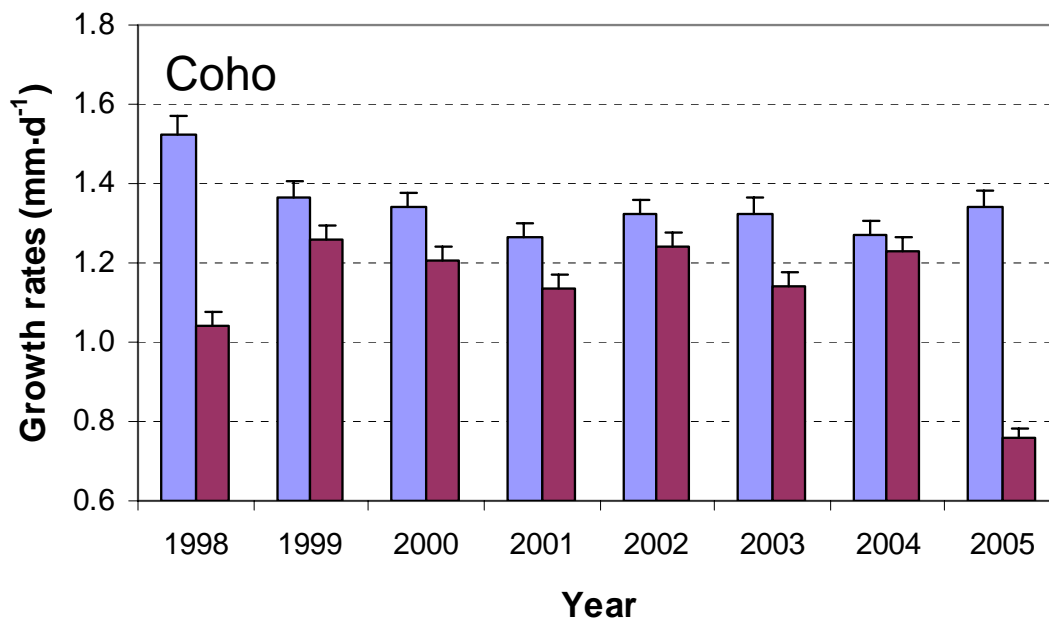


Figure 47. Taux de croissance (mai à octobre) des saumons coho juvéniles au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (barres pourpres) et au sud-est de l'Alaska (barres bleues). Les barres d'erreur sont 2 fois l'erreur standard de la moyenne.

Petits poissons pélagiques

[Jake Schweigert](#), Pêches et Océans Canada

Hareng: Le recrutement de hareng le long de la côte ouest de l'île de Vancouver a décliné de 1977 à la fin des années 1990. L'abondance en 2005 était semblable à l'année précédente mais continuait la tendance récente à la baisse. Les températures océaniques chaudes semblent être associées à un mauvais recrutement pour le hareng (au contraire des stocks de harengs dans le détroit de Géorgie) et à une augmentation de la biomasse estivale de prédateurs. Séparément de la prédation, les conditions océaniques (température) semblent se réchauffer, ce qui entraîne une réduction de la survie des harengs qui pourrait résulter en un recrutement de stocks réduit en 2006 et 2007.

Sardines: Les sardines sont revenues dans les eaux du sud de l'île de Vancouver en 1992 après une absence de 45 ans et avaient 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 frai des sardines a été observé le long de la côte ouest de l'île de Vancouver en 1997 et 1998. En 2005 les sardines sont arrivées dans les eaux canadiennes à la fin de juin et étaient répandues dans les bras de mer le long de la côte ouest de l'île de Vancouver ainsi que dans le détroit d'Hécate jusqu'à Sitka en Alaska. Les sardines juvéniles ont aussi été trouvées dans les bras de mer de l'île de Vancouver durant l'hiver 2004. La classe d'âge de 2003, exceptionnellement abondante, était un facteur important de la distribution d'envergure des petites sardines dans toute la région.

Analyse détaillée

Hareng

Depuis environ 1977, le recrutement du hareng au large de la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) a été généralement mauvais (fig. 48, page suivante). La productivité des stocks de harengs de la COIV décline depuis 1989, principalement dû au fait que le recrutement de ce stock a été faible pour six des dix dernières années (fig. 48), quoique certains signes récents indiquent un certain rétablissement. Depuis 2002, la biomasse avant-pêche (fig. 49, page suivante) a été stable mais demeure sous la moyenne à long terme. 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 harengs 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 croissances 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 2003 et 2004, ce qui pourrait résulter en baisses de recrutement pour les stocks en 2006 et 2007.

W.C. Vancouver Is.

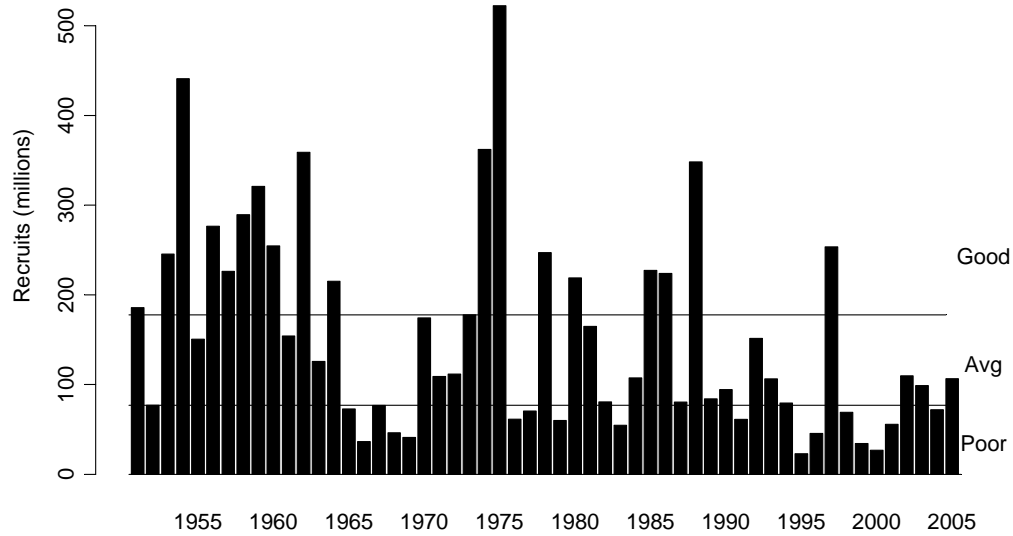


Figure 48 Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement de stock de hareng pour la côte ouest de l'île de Vancouver. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées. Notez que six des derniers dix recrutements ont été 'faibles'.

W.C. Vancouver Island

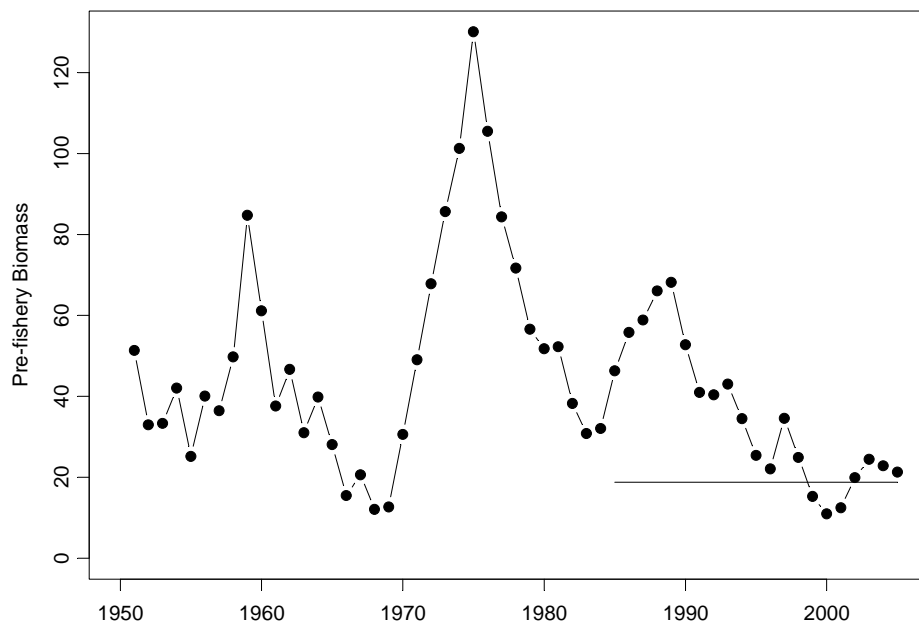


Figure 49. Abondance de hareng pour la côte ouest de l'île de Vancouver. La ligne horizontale représente la limite de pêche recommandée pour ce stock.

Sardine du Pacifique : côte ouest de l'île de Vancouver

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 d'Hécate jusqu'à l'entrée Dixon. Le frai 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 retirée vers le sud. En 2005, les sardines sont revenues dans les eaux canadiennes à la fin de juin et étaient largement répandues sur toute la côte jusqu'au sud-est de l'Alaska. L'inventaire américain le plus récent suggère un retour des quantités de sardines à la normale (fig. 50). Cependant la classe d'âge exceptionnellement abondante de 2003 a entraîné l'hivernation des petites sardines dans les bras de mer de l'île de Vancouver en 2004 et une distribution d'envergure des petites sardines dans les eaux canadiennes en 2005.

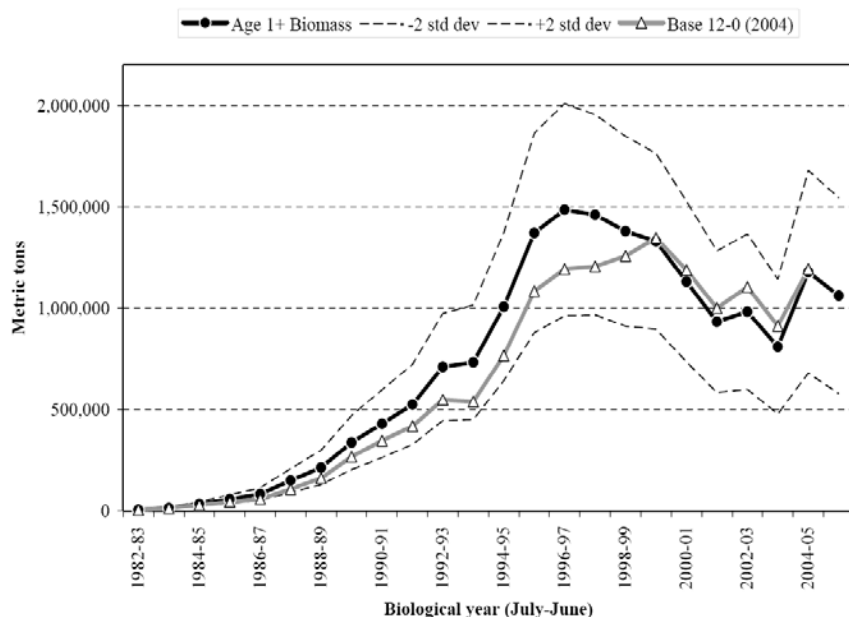


Figure 50. Série chronologique de la biomasse des stocks de sardine du Pacifique (par tonnes métriques) âgées d'un an et plus, estimée par un modèle d'inventaire de stocks basé sur l'âge (données de Hill et al. 2005)

Interprétation résultats spéculatifs

Hareng: l'abondance de harengs sur la côte ouest de l'île de Vancouver vont vraisemblablement rester stables ou vont diminuer légèrement à moins que les conditions océaniques entraînant une baisse de l'abondance des prédateurs dans cette région s'améliorent. Les conditions récentes ont été plus hostiles pour la survie du hareng en 2003 et 2004, et nous prévoyons un recrutement plus faible des stocks 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 d'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 et une classe d'âge très forte en 2003 ont entraîné un élargissement de la distribution de sardines dans toutes les eaux canadiennes et au sud-est de l'Alaska.

Reproduction des oiseaux de mer sur l'île Triangle en 2005: toutes les espèces ont une mauvaise saison de reproduction.

[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 sur la reproduction des oiseaux de mer à l'île Triangle en 2005 et présentons ces résultats dans le contexte des données chronologiques recueillies entre 1994 et 2004.

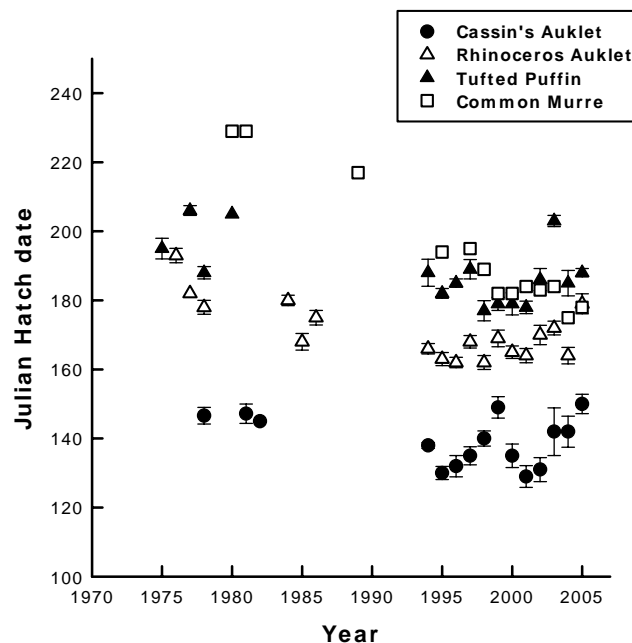


Figure 51. Période de reproduction pour les oiseaux de mer de l'île Triangle en Colombie-Britannique, entre 1975 et 2005. Les symboles représentent les dates moyennes d'éclosion et les intervalles de confiance à 95% pour les stariques de Cassin, les macareux rhinocéros et les macareux huppés, ainsi que les dates où les oisillons du guillemot marmette ont été vus pour la première fois dans leurs nids. Toutes les espèces se sont reproduites en retard, sauf pour les guillemots marmettes.

Période de reproduction

La synchronisation de la reproduction avienne semble être déterminée principalement par l'état de la femelle avant et pendant la période de formation de l'œuf, ceci étant relié à la disponibilité de nourriture en début de saison. En général, la période de reproduction des alcidés était très tardive en 2005 par rapport aux années précédentes (fig. 51). La seule exception était le guillemot marmotte pour lequel la date de ponte était précoce encore en 2005. Il semble qu'en général la nourriture était très rare en début de saison.

Succès de reproduction

Toutes les espèces d'oiseaux de mer ont connu une saison de reproduction très mauvaise à l'île Triangle en 2005. De fait, le succès des stariques de Cassin était le plus bas jamais atteint durant toute la série de données: seulement 8% des paires qui ont conçu un œuf ont vu leur oisillon s'envoler, et les rares oisillons avaient un poids très insuffisant. Le succès était aussi très pauvre (24%) pour le macareux rhinocéros. Le succès pour ces deux espèces était beaucoup plus bas que prévu basé sur les températures de la surface de la mer enregistrées au début de la saison à l'île Pine (fig. 52). La nourriture apportée aux oisillons était faible en espèces supposées être leur préférées: le copépode *Neocalanus cristatus* pour les stariques de Cassin et lançons du Pacifique pour les macareux rhinocéros. Dans l'ensemble, 2005 était une année très mauvaise pour les oiseaux de mer de l'île Triangle.

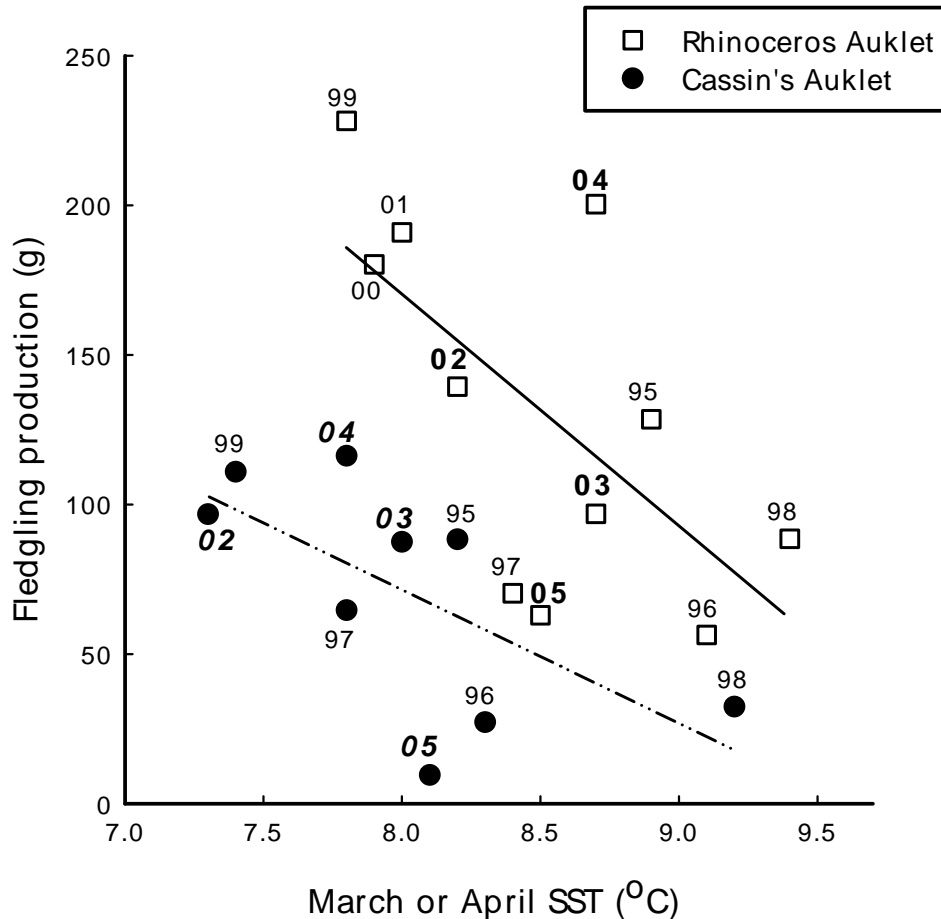


Figure 52. L'effet de la température de surface de la mer (TSM) en avril, selon les données de la station de phare de l'île Pine (50°35'N 127°26'O), sur les stariques de Cassin et les macareux rhinocéros qui se reproduisaient sur l'île Triangle en Colombie-Britannique entre 1994 et 2005. La production de jeunes à l'envol est calculée comme suit: succès d'éclosion * %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. Notez que le succès était très bas pour les deux espèces en 2005 et beaucoup plus bas que l'annonçaient les prédictions basées sur les TSM.

Liens: [Réserve de faune marine de l'archipel des îles Scott.](#)
[Secteurs de surveillance des oiseaux de mer sur les côtes de la Colombie-Britannique.](#)

Distribution du merlu du Pacifique (*Merluccius productus*) le long de la côte ouest du Canada et des États-Unis.

[Ken Cooke](#), Pêches et Océans Canada

Cet article présente les résultats d'un relevé hydroacoustique fait conjointement par le Canada et les États-Unis du 15 juin au 20 août 2005 dans le but d'évaluer la distribution, les quantités et la biologie du merlu du Pacifique (*Merluccius productus*) le long de la côte ouest des États-Unis et du Canada (Thomas *et al.* Fig. 53). Une panne de moteur du NGC *W.E. Ricker* a limité la participation canadienne, et la perte d'appareils acoustiques sur le navire de NOAA *Miller Freeman* a réduit l'ampleur du relevé d'une évaluation multifréquences de l'écosystème à une distribution et un estimé de quantités pour une seule espèce). Ces défaillances ont testé la persévérance des équipages des navires et des scientifiques pour terminer le relevé. Malgré ces défis, les chercheurs ont cependant enregistré quelques-unes des distributions les plus inhabituelles jamais observées.

Le merlu du Pacifique est une espèce marine pélagique importante tant écologiquement qu'économiquement, dont la distribution couvre le système du courant de la Californie. En automne et en hiver le merlu migre au large vers le sud pour frayer, cependant la distribution hivernale et les routes migratoires ne sont pas connues en détail. Les données de prises commerciales et de relevés d'évaluation montrent que le merlu se retrouve le long de la côte ouest, typiquement de Monterey CA (36°N) aux îles de la Reine-Charlotte en Colombie-Britannique (52°N) d'environ juin à octobre. Les concentrations sont généralement situées près du rebord de la plateforme continentale à des profondeurs de 100 à 300 mètres. Cette région côtière est caractérisée en été par une remontée des eaux profondes froides et riches en nutriments qui se mélangent aux eaux de surface chaudes et bien oxygénées, créant ainsi des conditions favorables pour la production des euphausiacés, nourriture principale du merlu. Certaines régions de la côte montrent une dispersion étendue du merlu vers la haute mer alors que d'autres régions supportent les denses concentrations du rebord de la plateforme continentale. Le degré de variabilité de distribution tant vers le nord que vers la haute mer peut être un indice excellent de changement dans le système du courant de la Californie.

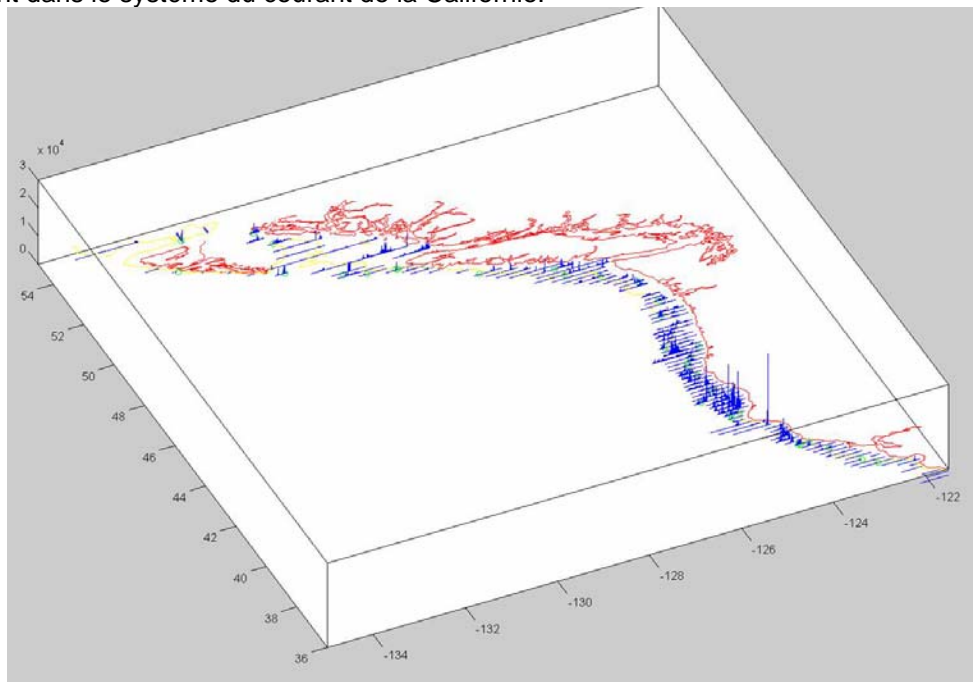


Figure 53 Graphique du relevé hydroacoustique fait conjointement par le Canada et les É.-U. sur le US FRV *Miller Freeman*, du 15 juin au 20 août 2005. Les lignes bleues horizontales montrent les grilles de levés; les lignes bleues verticales représentent la distribution du merlu le long des lignes de levé. La hauteur des lignes est proportionnelle au niveau maximum de retour d'onde acoustique enregistré (SA; $m^2/mi n^2$).

L'évaluation du stock total de biomasse du relevé de 2005 était de 1,2 million de tonnes métriques avec environ 0,5 million de tonnes métriques dans la zone canadienne et 58% de la biomasse composée de la classe d'âge de 1999 (Thomas *et al.* 2006). Les données du relevé montrent que la distribution et le comportement des concentrations du merlu ont changé en 2005 comparées aux résultats des relevés conjoints précédents (fig. 54; Wilson et Guttormsen 2000; Helser *et al.* 2002; Wilson *et al.* 2003; Fleischer *et al.* 2006). Le merlu était présent très au nord de 54°N près de la frontière Canada-Alaska, mais était presque absent de ses zones d'alimentation habituelles près de l'accroche de la plateforme continentale (fig. 53 et 54). Les concentrations typiques de l'accroche de la plateforme continentale ont été observées au sud de la pointe Blanco (42.9°N) cependant les bancs observés plus au nord étaient généralement de petite taille et dispersés dans une zone étendue et peu profonde située entre le contour de 250m et la côte. Les régions qui supportaient les larges concentrations de merlu étaient situées au nord de la pointe Mendocino (ca. 43°N), près de la frontière É.-U.-Canada au large de la pointe Flattery et sur le banc La Pérouse (ca. 48.5°N), et dans le détroit de la Reine-Charlotte et le détroit d'Hécate jusqu'à l'entrée Dixon (ca. 51-54°N)

La distribution côtière peu profonde du merlu dans les régions septentrionales n'a jamais été observée auparavant et pourrait être due à des conditions océaniques inhabituelles. Des eaux anormalement chaudes sont demeurées dans la plupart des régions côtières centrale et nord durant 2003 et 2004. Cette condition, associée à l'arrivée tardive des vents côtiers au printemps 2005, a retardé la remontée des eaux profondes surtout le long de la côte de l'Orégon et de Washington ce qui a conduit à une productivité réduite pour presque toute la région de la côte centrale au moins jusqu'à la fin de l'été. Les échantillons de chalut pélagique et de fond indiquent que la classe d'âge de 1999 (six ans) n'a pas beaucoup grossi depuis 2003 (Fig. 55) ce qui suggère que la mauvaise production observée au début de 2005 pourrait bien durer depuis 2003 (MPO, 2004). La disponibilité réduite de la nourriture à l'accroche de la plateforme continentale pourrait avoir contribué au fait que les bancs de merlu étaient plus dispersés et en des eaux moins profondes pour s'alimenter en 2005. Les fluctuations observées durant la dernière décennie suggèrent que l'impact des changements des conditions océaniques sur le comportement migratoire du merlu hauturier pourrait être plus important que précédemment estimé.

1995-2005 Pacific hake abundance and distribution

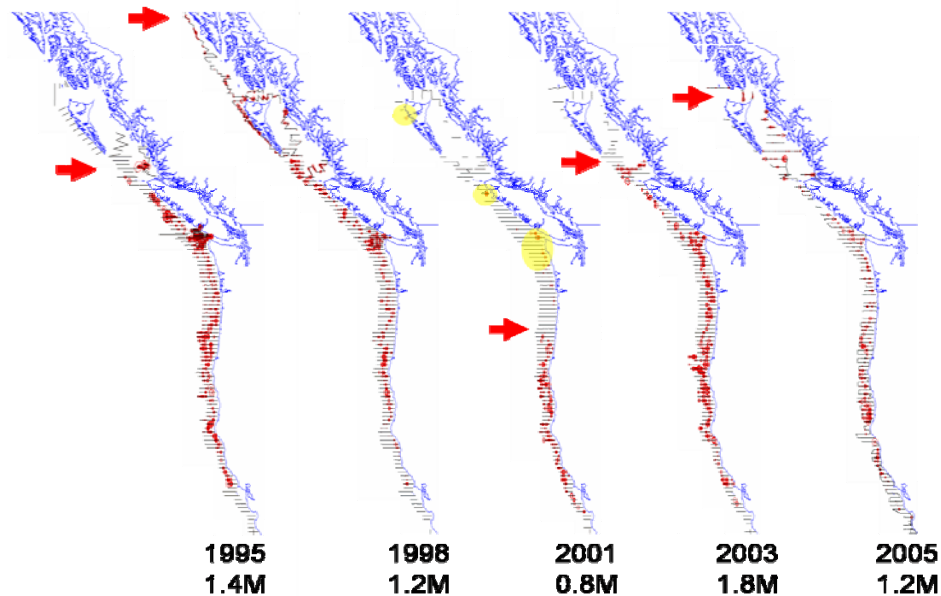


Figure 54. Comparaison de la distribution et de l'abondance de merlu entre différents relevés hydroacoustiques faits conjointement par le Canada et les É.-U. entre 1995 et 2005. Les lignes bleues représentent les lignes de levé, les cercles rouges indiquent le retour d'ondes acoustiques (SA) du merlu le long des lignes de levé. Leur grosseur est proportionnelle au niveau maximal durant toutes les années. Les flèches rouges indiquent la limite septentrionale de la distribution des stocks pour chaque année. Les régions jaunes montrent les concentrations de merlu isolées en 2001. Le texte indique la biomasse totale par année en millions de tonnes métriques.

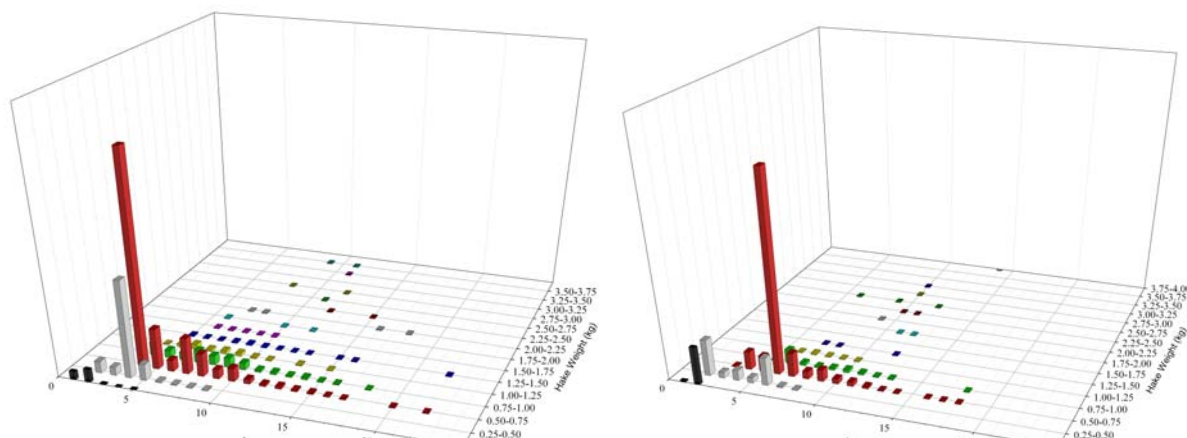


Figure 55. Graphique de la fréquence de données de poids selon l'âge provenant de prises par chalut pélagique et de fond durant les relevés hydroacoustiques de merlu faits conjointement par le Canada et les États-Unis. Le graphique de gauche montre les données (en 2003) de la classe d'âge de 1999 (4 ans) ayant un poids selon l'âge de 0,5 à 0,75 kg; le graphique de droite montre les données pour la même classe (en 2005, 6 ans) indiquant un même poids de 0,5 à 0,75 kg.

Références:

- DFO, 2004. 2003 Pacific Region Status of the Oceans. DFO Science Ocean Status Report 2003 (2004).
- Dorn, M.W. 1995. The effects of age composition and oceanographic conditions on the annual migration of Pacific whiting, *Merluccius productus*. CalCOFI Rep., Vol. 36, 1995, p97-105.
- Fleischer, G., R. Thomas, K. Cooke, and P. Ressler. 2006. Echo integration-trawl survey of Pacific hake, *Merluccius productus*, off the Pacific coast of the United States and Canada during July-September, 2003 U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-xx (in prep).
- Helser, T.E., M.W. Dorn, M.W. Saunders, C.D. Wilson, M.A. Guttormsen, K. Cooke, and M.E. Wilkins. 2002. Stock assessment of Pacific whiting in U.S. and Canadian waters in 2001. In: Pacific Fishery Management Council, Appendix: Status of the Pacific coast groundfish fishery through 2001 and recommended acceptable biological catches in 2001: Stock assessment and fishery evaluation. Pacific Fishery Management Council, 2130 SW Fifth Avenue, Suite 224, Portland, OR 97201.
- Thomas, R., K. Cooke, P. Ressler, and G. Fleischer. 2006. Echo integration-trawl survey of Pacific hake, *Merluccius productus*, off the Pacific coast of the United States and Canada during June-August, 2005. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-xx (in prep).
- Wilson, C.D. and M.A. Guttormsen. 1997. Echo integration-trawl survey of Pacific whiting, *Merluccius productus*, off the west coasts of the United States and Canada during July – September, 1995. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-74, 70p.
- Wilson, C.D., M.A. Guttormsen, K. Cooke, M.W. Saunders, and R. Kieser. 2000. Echo integration-trawl survey of Pacific hake, *Merluccius productus*, off the Pacific coast of the United States and Canada during July – August, 1998. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-118, 103p.

Espèces d'eau chaude en Colombie-Britannique et en Alaska.

[Marc Trudel](#)¹, Graham Gillespie¹, Jim Cosgrove², Bruce Wing³

¹Pêches et Océans Canada, ²Musée Royal de la Colombie-Britannique, ³NOAA Fisheries, Alaska

Il est prévu que le réchauffement planétaire sera accompagné d'un déplacement de la distribution des espèces marines vers le nord. Malgré qu'il soit très difficile d'estimer l'étendue de ces déplacements, les événements El Niño et les événements de réchauffement sont particulièrement utiles pour prédire comment les écosystèmes côtiers vont être modifiés suite au réchauffement planétaire. Nous mentionnons ici quelques espèces d'eau chaude et océaniques de poissons et d'invertébrés qui étaient présentes dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique et de l'Alaska en 2004 et en 2005.

Le calmar de Humboldt (*Dosidicus gigas*), un type de calmar tropical qui se retrouve normalement du centre de la Californie au sud du Chili, a été capturé de façon accidentelle durant l'été et l'automne de 2004 et 2005 par des pêcheurs commerciaux ainsi que durant des relevés scientifiques dans les eaux de la C.-B. et plus au nord jusqu'à Sitka en Alaska (figure 56). Jusqu'à 1997 aucun calmar de Humboldt n'avait été observé dans les eaux côtières au nord de l'Orégon. À cause de leur taux de croissance rapide, les encornets volants géants consomment probablement de grandes quantités de poissons proies tels le hareng et la sardine, et possiblement le saumon juvénile. Il pourrait donc y avoir des impacts importants sur les écosystèmes côtiers de la Colombie-Britannique et aussi ailleurs si les calmars de Humboldt migrent vers le nord en grand nombre suite au réchauffement planétaire.

En plus du calmar de Humboldt, d'autres espèces de poissons subtropicales et océaniques ont été observées en Colombie-Britannique et en Alaska en 2005. Celles-ci comprennent la sardine (*Sardinops sargax*) dans le détroit Icy, la sériole à queue jaune (*Seriola lalandi*) dans le canal Portland, l'opah (*Lampris guttatus*) près de Sitka et le poisson-lune (*Mola mola*) le long de la côte ouest de l'île de Vancouver (figure 56). Ces espèces se nourrissent d'une grande variété de proies telles que calmars, poissons et zooplancton. Le poisson-lune peut aussi se nourrir de méduses. Quoique le maquereau blanc (*Scomber japonicus*) est plutôt commun dans les eaux du sud de la C.-B., rien n'indique qu'il se reproduise au nord de 49°N. Fait intéressant: un maquereau blanc de 6 cm a été capturé sur le banc La Pérouse, ce qui suggère que les maquereaux aient peut-être frayé dans cette région. Une surveillance étroite des espèces d'eau chaude et un examen de leur diète seront nécessaires pour évaluer leur impact potentiel sur les écosystèmes de l'océan Pacifique Nord-Est.

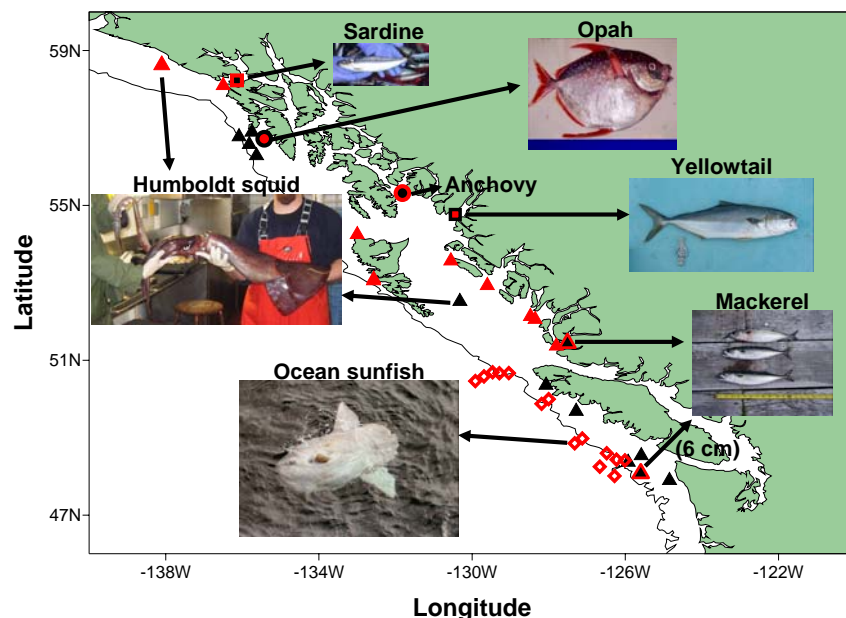


Figure 56. Distribution des espèces de poissons et de calmars d'eau chaude dans les eaux de la Colombie-Britannique et du sud-est de l'Alaska en 2004-2005. Triangles noirs: calmars de Humboldt (2004); triangles rouges: calmars de Humboldt (2005); losanges rouges: poissons-lunes.

Colombie-Britannique Nord

Stations côtières: températures chaudes durant toute l'année.

[Bill Crawford](#), Pêches et Océans Canada

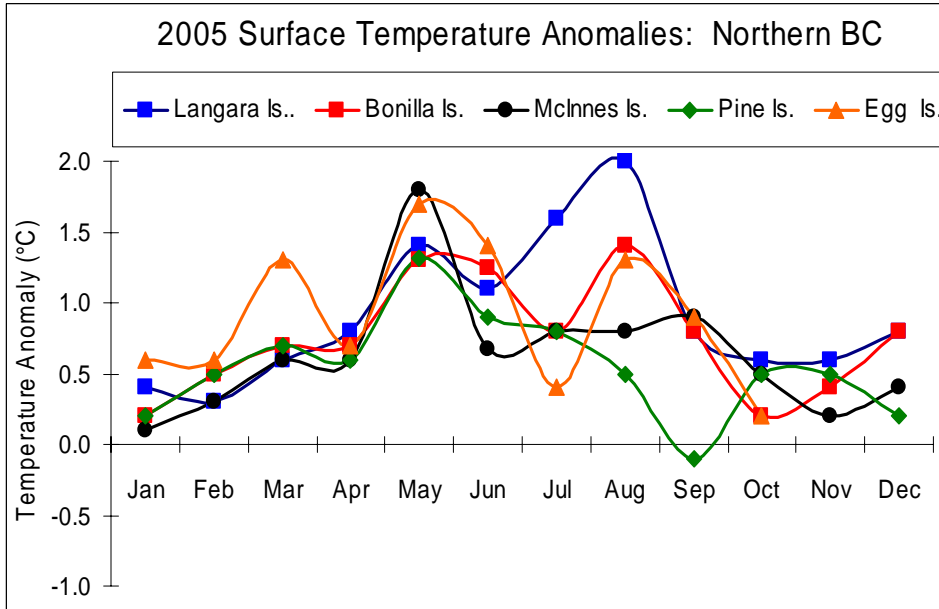
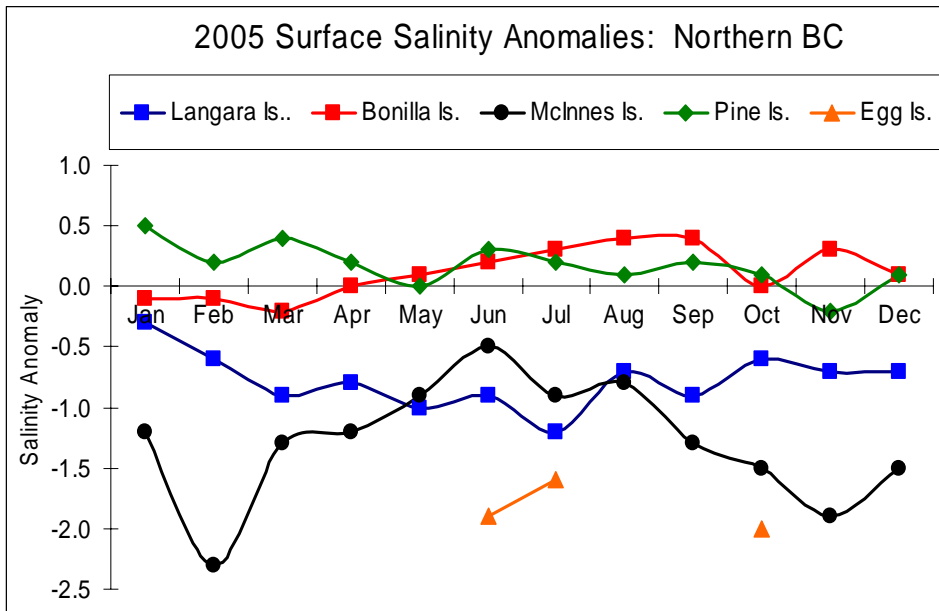


Figure 57. Anomalies de la température de l'océan (panneau du haut) et de la salinité (panneau du bas) sur la côte nord de la Colombie-Britannique.

La température et la salinité sont mesurées quotidiennement par les gardiens de phares de la C.-B. suivant un programme qui dure depuis au-delà de 70 ans. Ces séries chronologiques continues de données de température et de salinité sont les plus longues sur la côte du Pacifique au nord de San Diego.



Les eaux de surface très chaudes qui étaient présentes dans le nord de la C.-B. en 2004 pouvaient encore être observées en 2005 et leur température a même augmenté, plus particulièrement entre mai et août. Ces eaux anormalement chaudes durant l'été étaient probablement la cause de plusieurs espèces inhabituelles provenant des eaux chaudes du sud observées au nord de la C.-B. durant l'été 2005.

Links: [BC Seawater sampling at Lighthouses](#)

Petits poissons pélagiques

[Jake Schweigert](#), Pêches et Océans Canada

La biomasse exploitable de **hareng dans la région du détroit d'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 (fig. 58, 60, 62). Le niveau de recrutement pour les îles de la Reine-Charlotte a décliné (fig. 59) avec quatre des dix dernières classes d'âge faibles, alors que les stocks de Prince Rupert (fig. 61) ont eu un bon recrutement au moins aux quatre ans depuis 1980. Le recrutement des stocks de la côte centrale (fig. 63) a été moins régulier mais les 'bonnes' années de classes d'âge étaient en fait très fortes. Tout indique que le recrutement le plus récent pour la classe d'âge de 2002 est moyen, suivant l'un des plus mauvais de toutes les données historiques. En conséquence, l'abondance des trois stocks septentrionaux devrait demeurer stable ou diminuer légèrement durant les quelques prochaines années.

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. En 2005 les sardines sont arrivées dans les eaux canadiennes à la fin de juin et étaient répandues dans les bras de mer le long de la côte ouest de l'île de Vancouver ainsi que dans le détroit d'Hécate jusqu'à Sitka en Alaska. Les sardines juvéniles ont aussi été trouvées dans les bras de mer de l'île de Vancouver durant l'hiver 2004. La classe d'âge de 2003, exceptionnellement abondante, était un facteur important de la distribution d'envergure des petites sardines dans toute la région.

Les changements à long terme dans la biomasse du hareng et le nombre de recrues sont présentés dans les graphiques des trois pages suivantes.

Queen Charlotte Islands

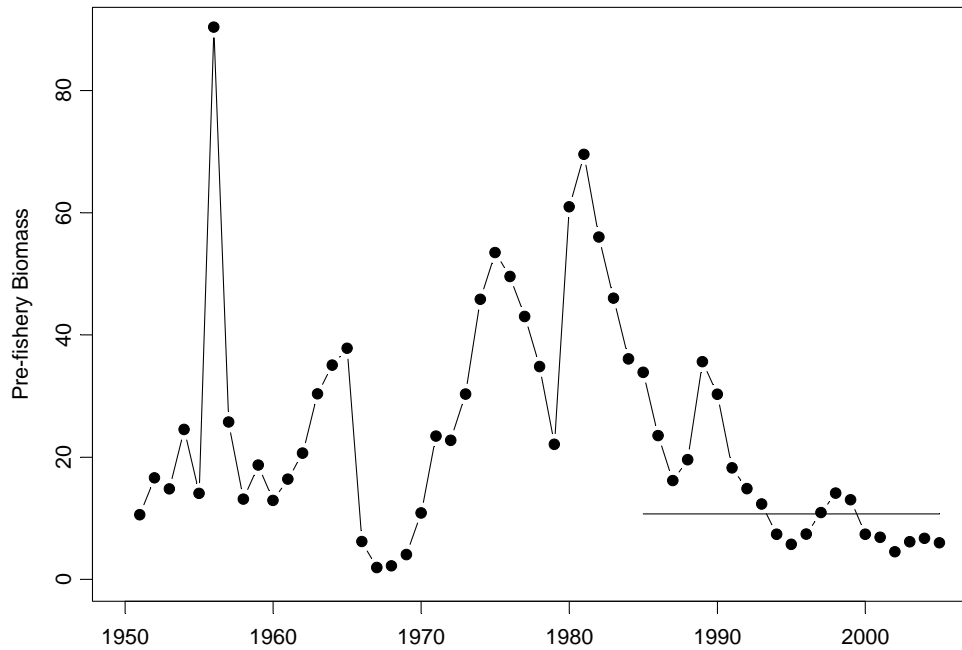


Figure 58. Abondance de hareng pour les îles de la Reine-Charlotte. La ligne horizontale représente la limite de pêche recommandée pour ce stock.

Queen Charlotte Islands

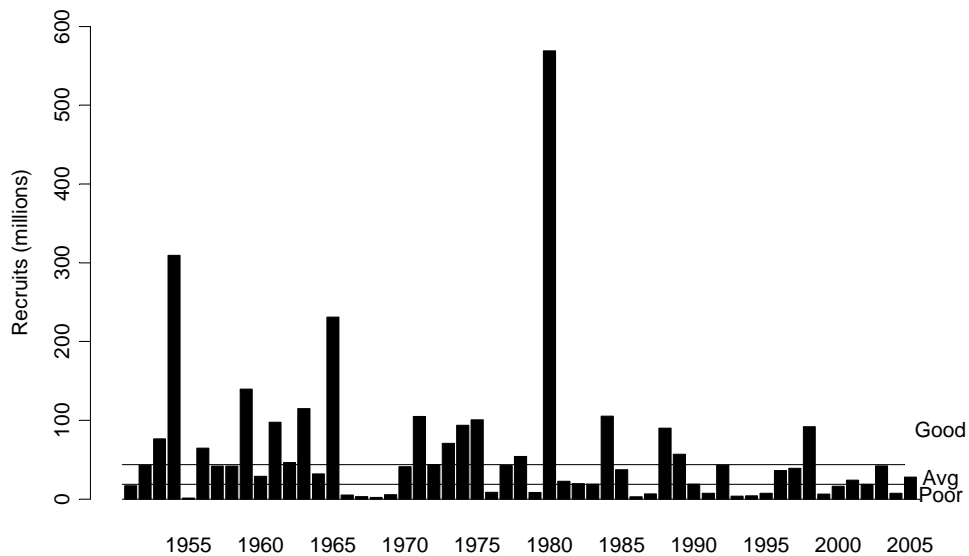


Figure 59. Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement de stock de hareng pour les îles de la Reine-Charlotte. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées.

Prince Rupert District

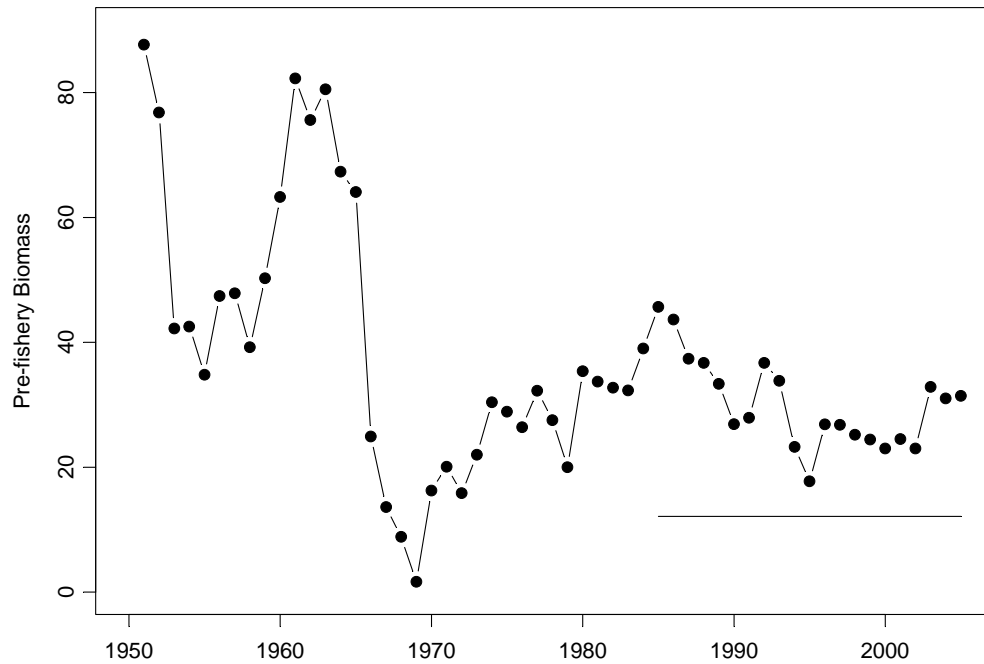


Figure 60. Abondance de hareng pour le district de Prince Rupert. La ligne horizontale représente la limite de pêche recommandée pour ce stock.

Prince Rupert District

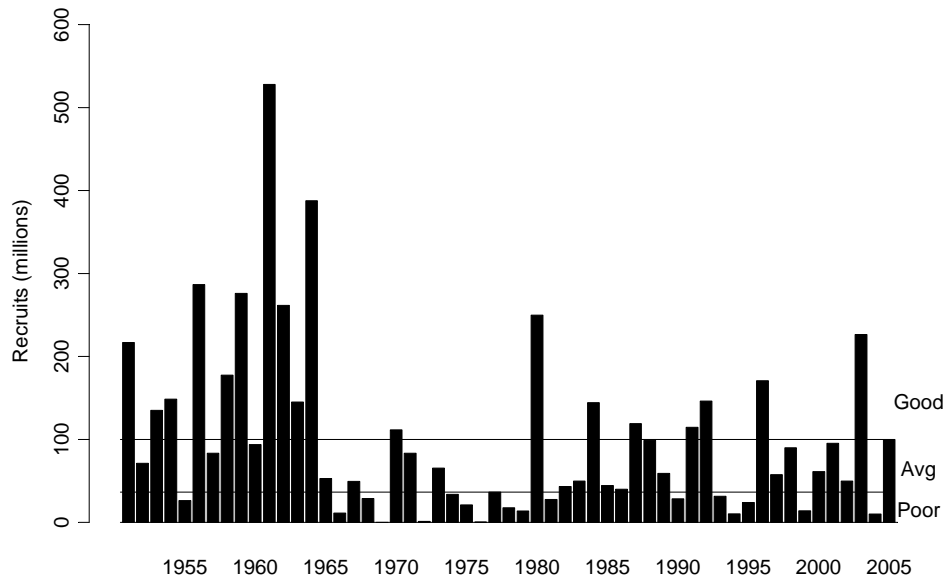


Figure 61. Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement de stock de hareng pour le district de Prince Rupert. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées. Notez qu'un 'bon' recrutement s'est produit presque aux quatre ans depuis 1980.

Central Coast

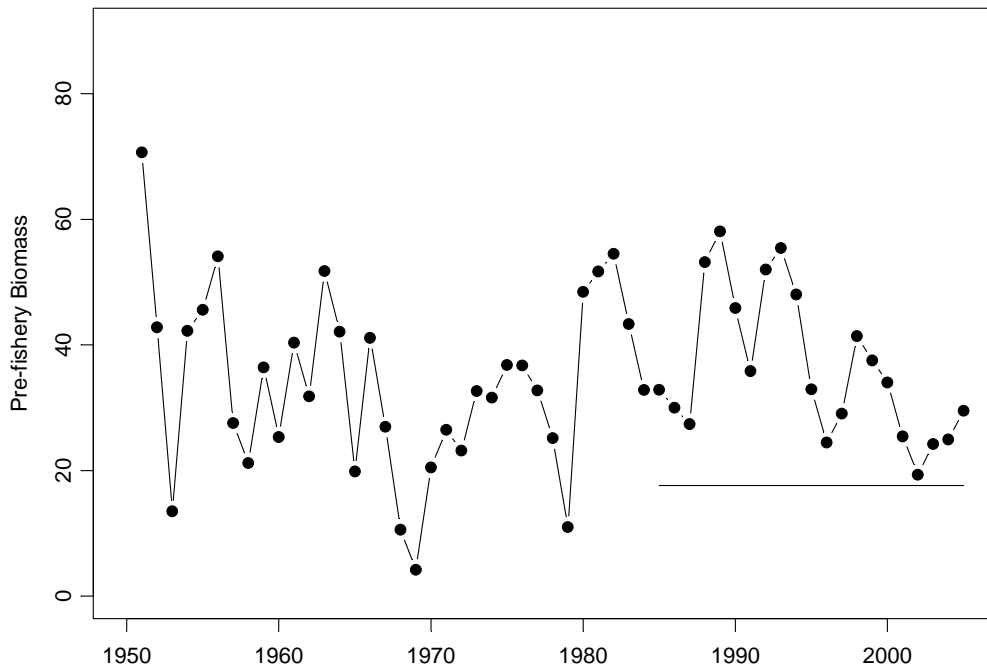


Figure 62. Abondance de hareng pour la côte centrale. La ligne horizontale représente la limite de pêche recommandée pour ce stock.

Central Coast

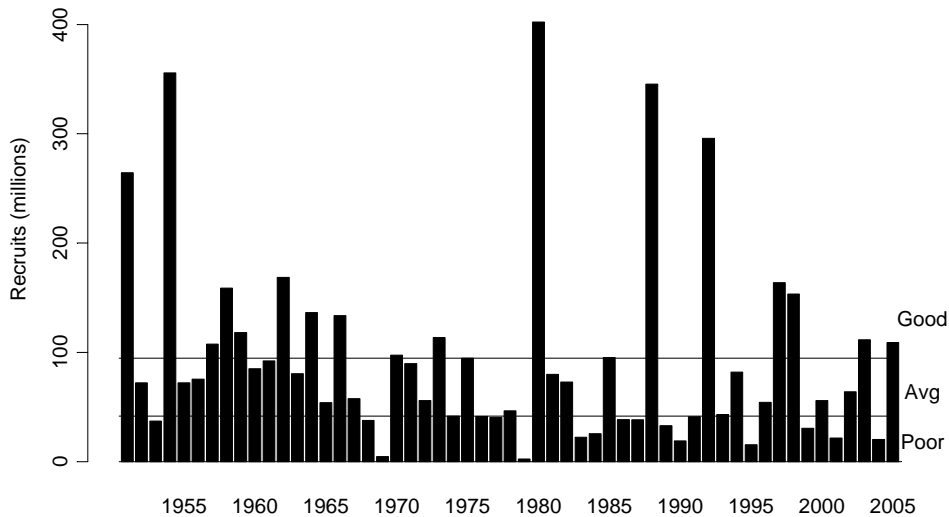


Figure 63. Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement de stock de hareng pour la côte centrale. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées.

Bassin de Géorgie et Fleuve Fraser

Conditions du fleuve Fraser: été 2005.

[John Morrison](#), Pêches et Océans Canada

Fraser River Flow

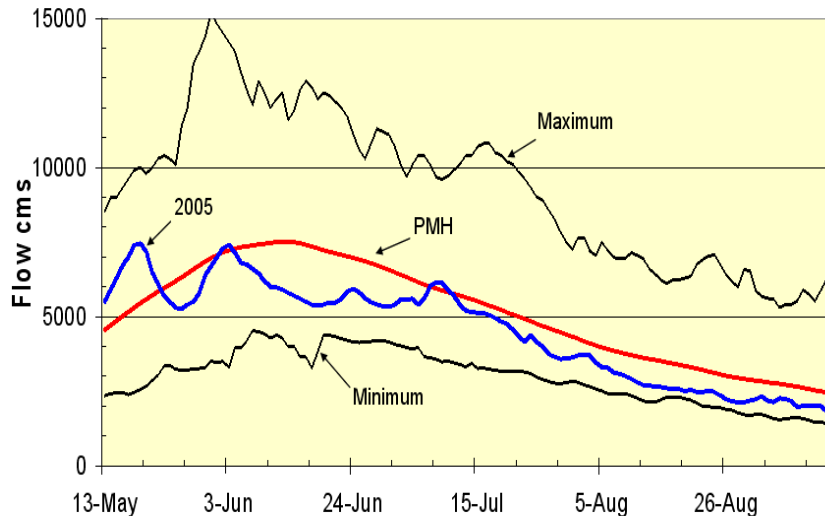


Figure 64. Débit du fleuve Fraser mesuré à Hope en C.-B. de mai à août 2005.

Fraser River Average Daily Temperature

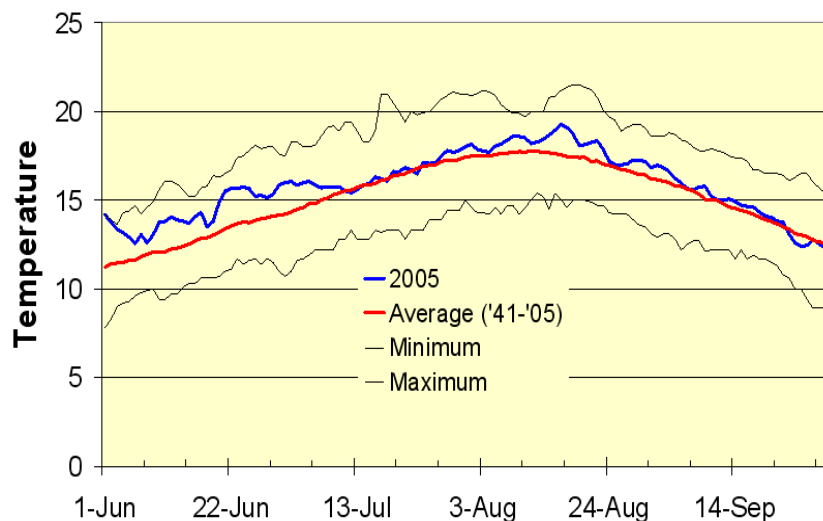


Figure 65. Température du fleuve Fraser de juin à septembre 2005.

Le débit du fleuve Fraser a été enregistré à l'année longue à Hope durant les 90 dernières années et les températures de l'eau ont été enregistrées dans le canyon Fraser, au nord de Hope, durant l'été des 60 dernières années. Un débit fort et des températures chaudes sont des facteurs importants qui peuvent influencer le taux de succès de la reproduction du saumon rouge¹. 2005 était une année régulière avec les températures de l'eau près des normales et un faible débit, à l'exception d'une journée chaude record le 1^{er} juin.

Après avoir établi le record maximum de température le 1^{er} juin, la température du fleuve s'est légèrement refroidie puis a suivi les tendances saisonnières. En 2005 les températures ne se sont presque pas écartées des moyennes à long terme de la mi-juillet jusqu'à la fin septembre. Le débit a atteint son maximum très tôt cette année le 19 mai. Un deuxième maximum de magnitude presque semblable s'est produit le 3 juin. Les deux maxima étaient très précoces comparés aux maxima réguliers de la mi-juin. À la suite de ces maxima un faible débit s'est établi jusqu'à la fin de l'été.

¹ Macdonald, J.S., Williams, I.V. and Woodey, J.C. 2000a. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2315: 120p.
Macdonald, J.S., Foreman, M.G.G., Farrell, T., Williams, I.V., Grout, J., Cass, A., Woodey, J.C., Enzenhofer, H., Clarke, W.C., Houtman, R., Donaldson, E.M., and Barnes, D., 2000b. Can. Tech. Rep. Fish. and Aquat. Sci. 2326: 117p.

Lien: [Recherches sur le fleuve Fraser](#)

Température et salinité dans le détroit de Géorgie

[Diane Masson](#), Pêches et Océans Canada

Les températures de surface de la mer (TSM) dans le détroit de Géorgie sont demeurées au-dessus des normales durant presque toute l'année 2005 avec des anomalies de TSM atteignant un maximum de près de 2°C en août à l'île Entrance (fig. 66). La salinité à la surface de la mer (SSM) est aussi demeurée plus haute que la moyenne durant presque toute l'année sauf durant le mois de février alors que la salinité de surface a diminué de façon importante dû à un record de débit du fleuve Fraser en janvier causé par de fortes pluies. Des conditions semblables ont été observées à d'autres stations de phare ainsi qu'à la station Nanoose.

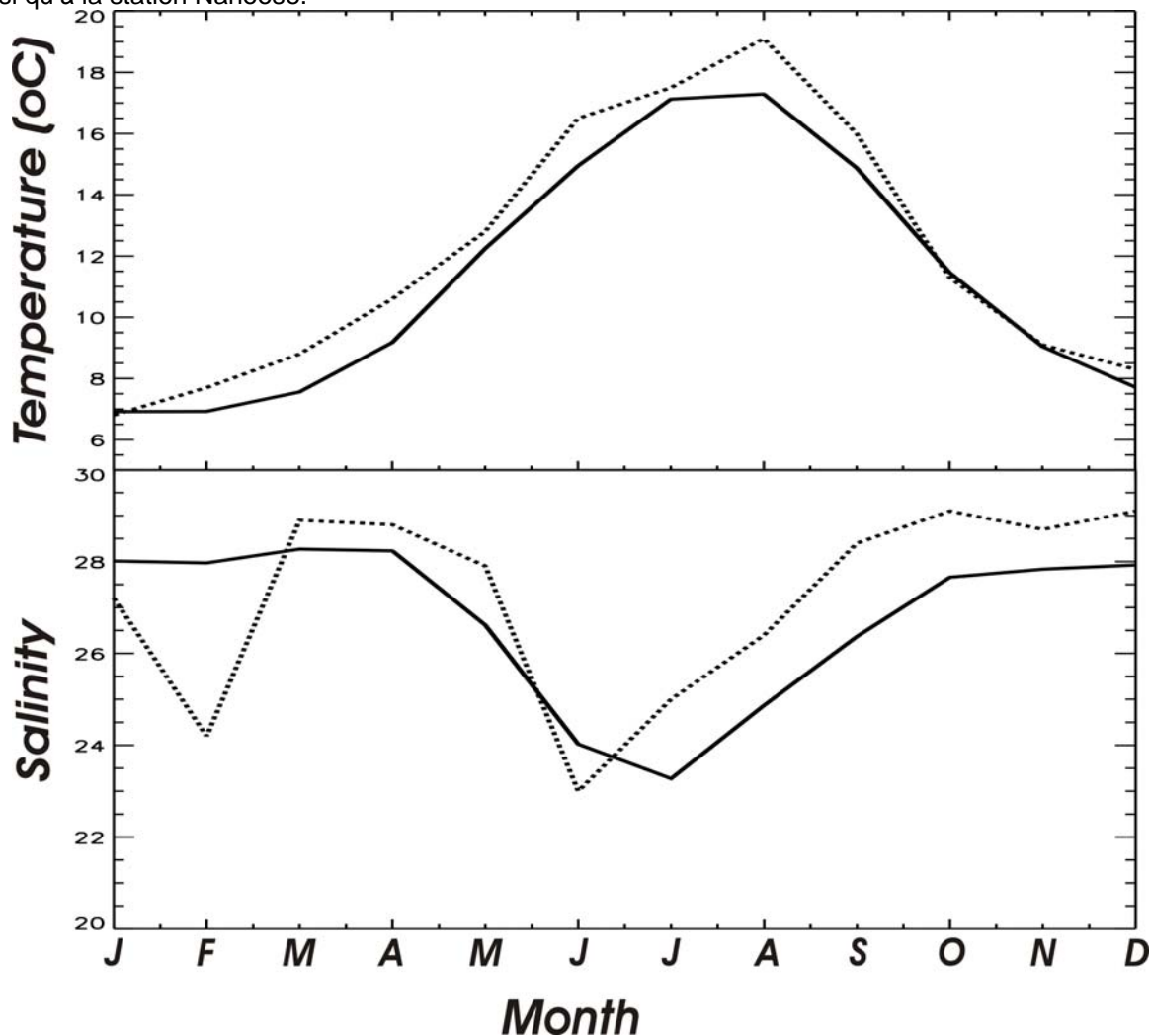


Figure 66: Température et salinité de surface mensuelles mesurées à l'île Entrance. La ligne pointillée représente les données de 2005 alors que la ligne continue représente les moyennes à long terme de 1936 à 2005.

En 2005, le détroit de Géorgie était aussi relativement chaud sous la surface. La figure 67 (page suivante) présente la série chronologique de données de température mesurée à la station Nanoose, située dans le bassin central profond du détroit. Depuis l'épisode froid qui a duré de 1999 à 2003, les eaux sous la surface du détroit de Géorgie sont demeurées relativement chaudes par rapport aux deux décennies précédentes. En particulier, les avancées d'eaux printanières dans le bassin profond étaient relativement chaudes en 2005, entraînant les températures estivales les plus élevées pour les eaux profondes du détroit depuis 1970. Ces avancées d'eau sont représentées à la figure 68 (page suivante).

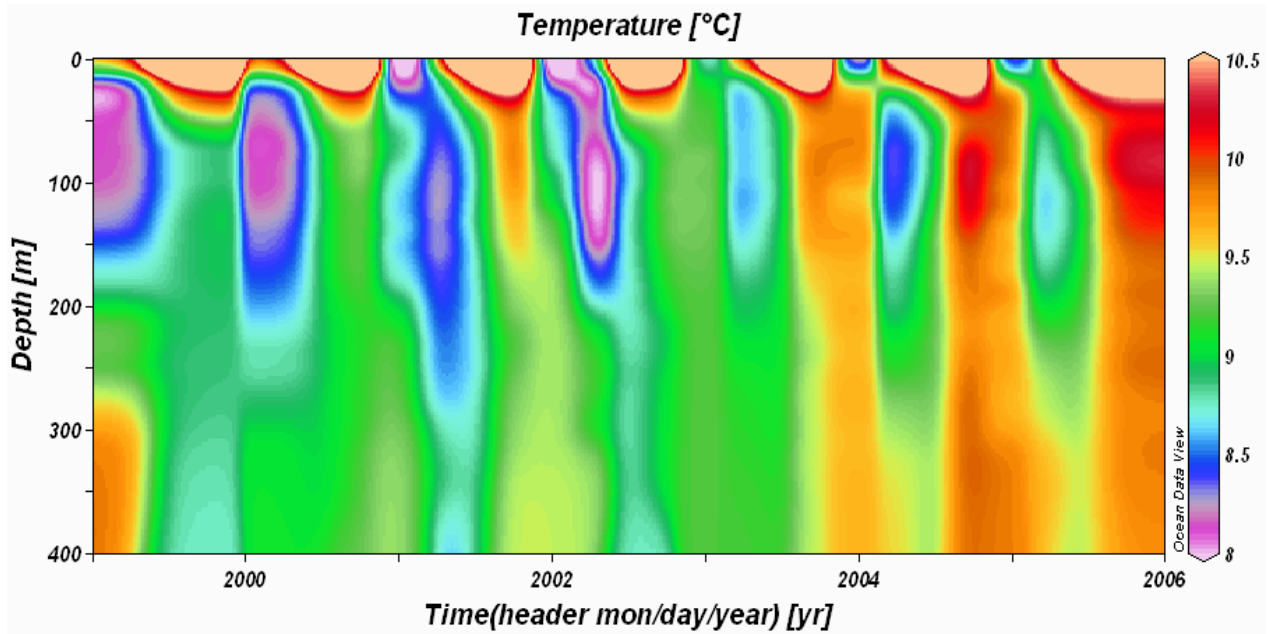


Figure 67. Températures mesurées à la station Nanoose, 49°19N, 123°55O.

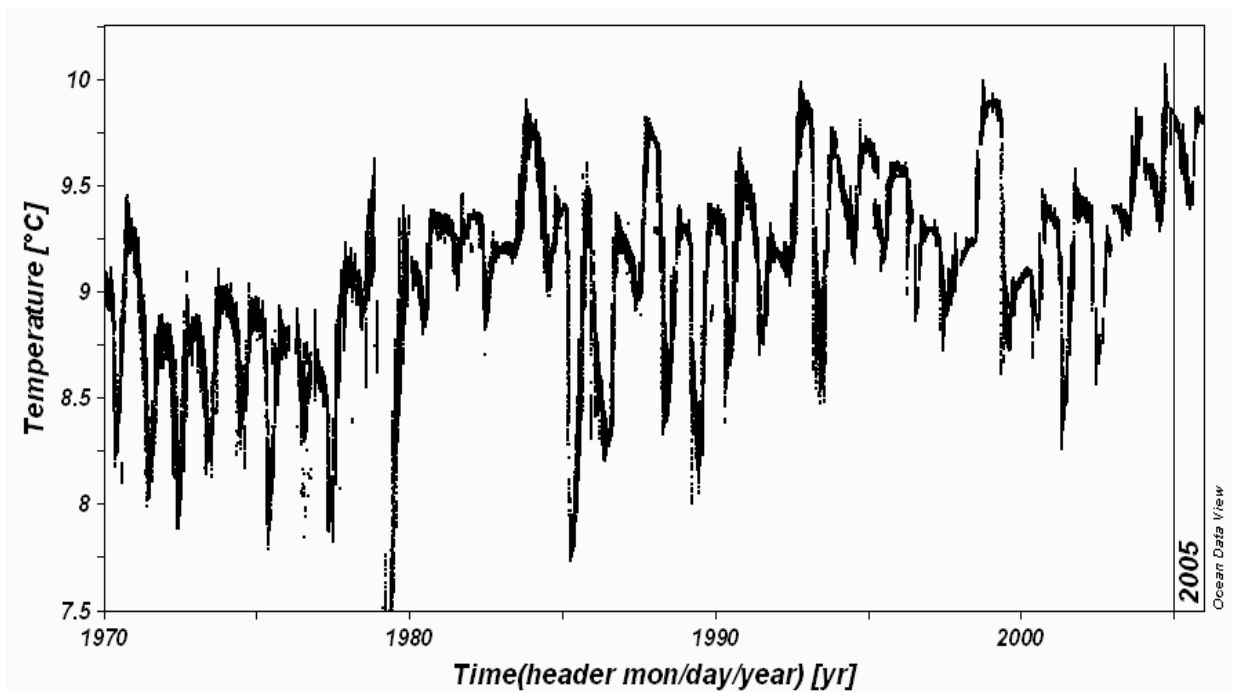


Figure 68. Températures mesurées près du fond (profondeur de 400 m) à la station Nanoose.

Lien: [Recherches du MPO dans le détroit de Géorgie et le détroit Juan de Fuca](#)

Stations côtières: chaudes toute l'année.

[Bill Crawford](#), Pêches et Océans Canada

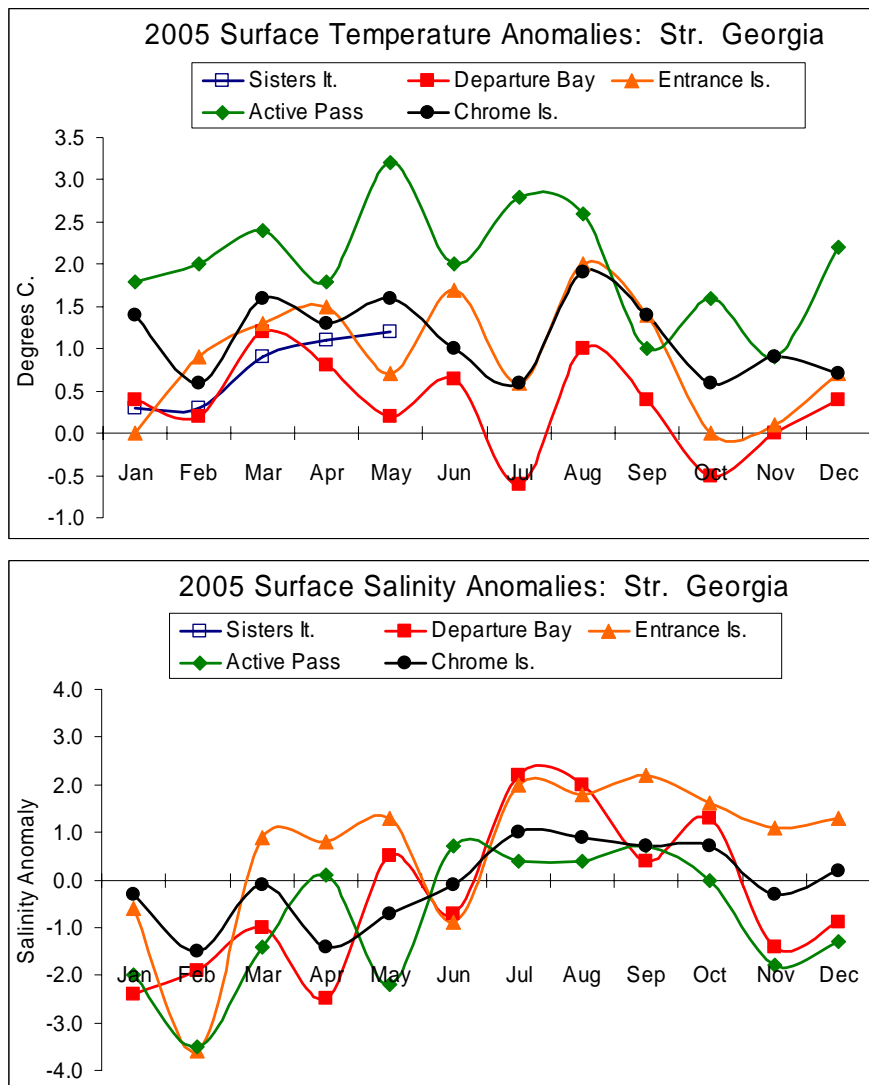


Figure 69. Température (haut) et salinité (bas) mesurées aux stations côtières du détroit de Géorgie.

Lien : [Échantillonnage de l'eau de mer de la C.-B. aux stations de phares.](#)

La température et la salinité sont mesurées quotidiennement par les gardiens de phares de la C.-B. suivant un programme qui dure depuis au-delà de 70 ans. Ces séries chronologiques continues de données de température et de salinité sont les plus longues sur la côte du Pacifique au nord de San Diego.

Les anomalies de moyennes mensuelles de température dans le détroit de Géorgie et dans la passe Active indiquent des conditions chaudes durant toute l'année. Les eaux de la passe Active ont atteint une anomalie de plus de 2°C de mai à août.

Les températures mesurées à toutes les stations côtières de la C.-B. et dans toutes les eaux côtières et hauturières à l'ouest du Canada étaient, de façon alarmante, plus élevées que les normales de 2004 à 2005. Les années chaudes précédentes étaient reliées aux événements El Niño, mais cet épisode de 2004 -2005 pourrait être relié au réchauffement planétaire.

La salinité de toutes les stations du détroit de Géorgie était moins élevée que la normale printanière, changeant vers des valeurs plus élevées de la normale durant l'été. La salinité a encore diminué en septembre à la suite de fortes pluies.

Phytoplancton du détroit de Géorgie

[Angelica Peña](#), Pêches et Océans Canada

La figure 70 ci-dessous présente les concentrations de biomasse de phytoplancton telles que mesurées à l'aide de profils de fluorescence à 20 stations du bassin Juan de Fuca/détroit de Géorgie. La biomasse de phytoplancton est généralement confinée aux 40 m supérieurs de la colonne d'eau et est plus abondante et variable dans le détroit de Géorgie que partout ailleurs dans cette région. Les concentrations de chlorophylle varient de façon saisonnière: plus fortes durant la prolifération printanière (mars-avril), basses durant la plus grande partie de l'été et augmentant encore à la fin de l'été. Par rapport aux années précédentes, les concentrations de chlorophylle en avril 2005 étaient légèrement plus basses que celles observées en avril 2002 et 2004, mais semblables aux valeurs de 2003 (figure 70). De manière opposée, les concentrations de chlorophylle de septembre étaient plus élevées en 2005 que durant les trois années précédentes. Même si les nutriments et le broutage sont les facteurs qui déterminent la production de phytoplancton à la fin du printemps et durant l'été, nous n'avons pas beaucoup d'information sur les processus responsables de la variabilité interannuelle dans le détroit et leurs effets sur la chaîne alimentaire.

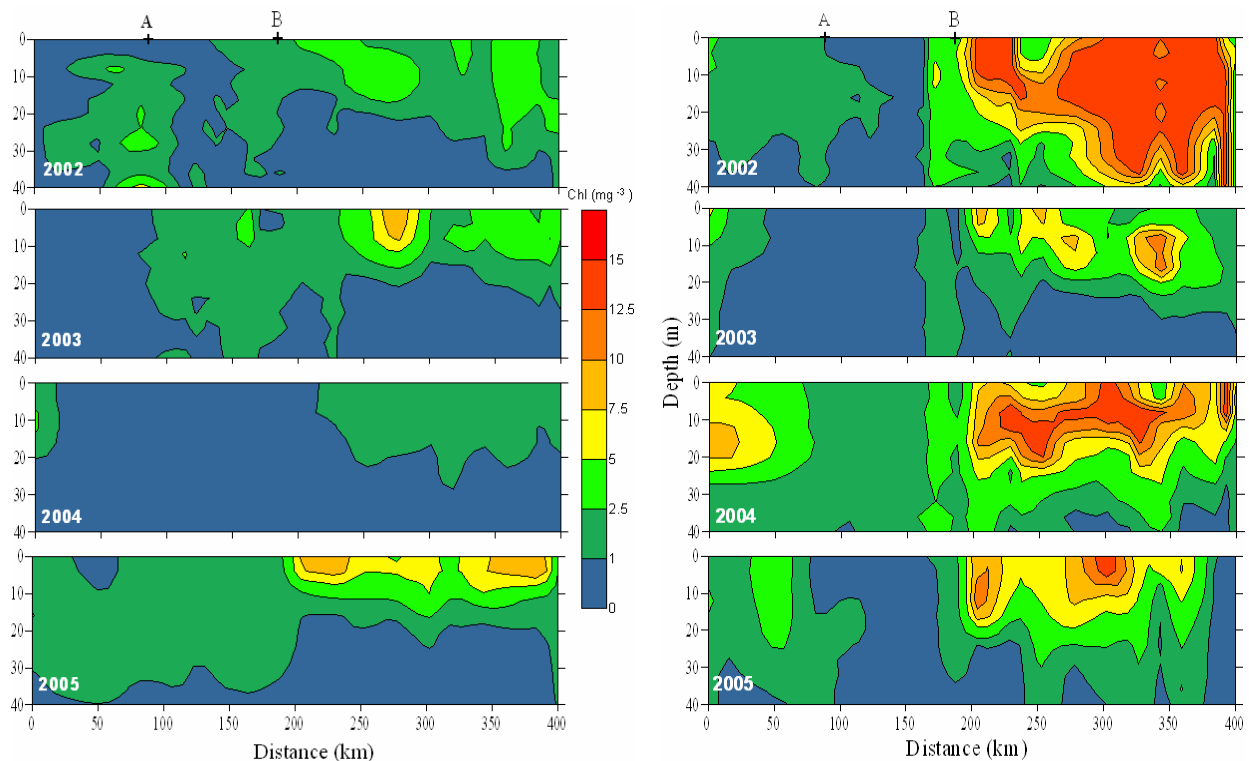


Figure 70. Coupe verticale de chlorophylle (mg m^{-3}) le long d'une ligne de relevé de l'embouchure du détroit Juan de Fuca (côté gauche de chaque panneau) à la partie nord du détroit de Géorgie (côté droit de chaque panneau). Le panneau de gauche montre les conditions moyennes pour le mois d'avril de 2002 à 2005, et le panneau de droite montre les conditions moyennes pour le mois de septembre de 2002 à 2005. L'emplacement du seuil Victoria (A) et de la passe Boundary (B) sont notés pour référence.

Effondrement des populations de *Neocalanus plumchrus* dans le détroit de Géorgie

[John Dower](#), Akash Sastri et Rana El-Sabaawi, Université de Victoria

Depuis 2002 nous avons étudié les communautés de mésozooplancton dans le détroit de Géorgie dans le cadre du programme STRATOGEM (Strait of Georgia Ecosystem Modeling, un projet conjoint entre UBC et UVic, subventionné par le CRSNG). Au cours de l'analyse de nos données nous avons découvert que la population de *Neocalanus plumchrus* du détroit semble avoir disparu durant 2005. *Neocalanus plumchrus* (ultérieurement nommé seulement *Neocalanus*) est le copépode dominant du détroit durant le printemps et a longtemps été identifié comme la proie principale de plusieurs espèces de poissons, incluant le saumon juvénile.

La figure ci-dessous représente la série chronologique de données de biomasse et d'abondance pour les quatre espèces principales de copépodes calanoïdes capturés dans le détroit durant STRATOGEM.

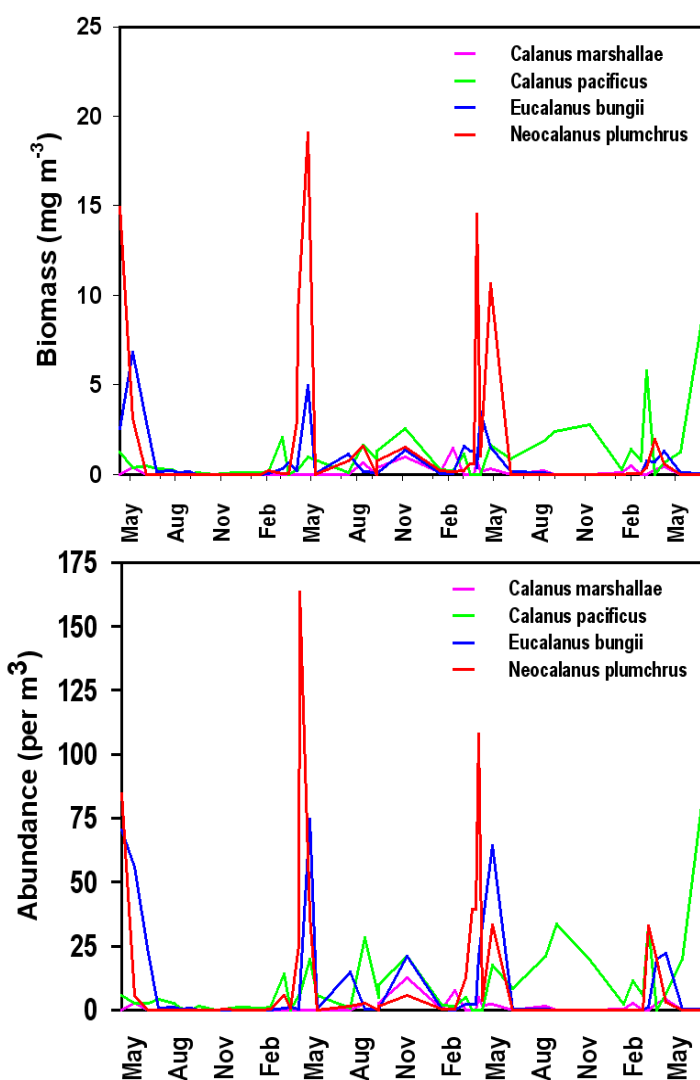


Figure 71: Biomasse et abondance des quatre espèces dominantes de copépodes calanoïdes dans les 100m supérieurs de la colonne d'eau durant le projet STRATOGEM. Les échantillons intégrés des 400 m de la colonne d'eau présentent les mêmes tendances.

Malgré les variations annuelles, la biomasse de *Neocalanus* de 2002-2004 est comprise dans les limites observées pour cette population. La biomasse de *Neocalanus* en 2005 était cependant moins que la moitié de la valeur habituellement observée. De façon semblable, alors que l'abondance aréale de *Neocalanus* (i.e. intégrée verticalement de 0 à 400 m) est historiquement d'une valeur de 10⁴ individus m⁻² dans le détroit, les observations de septembre et décembre 2005 révèlent moins de 100 individus m⁻².

La cause de cet effondrement n'est pas claire et nous suivons la population pour voir si elle se reconstitue en 2006. Des données additionnelles recueillies par des scientifiques de l'université durant les étés de 2003 à 2005 suggèrent que (i) les *Neocalanus* juvéniles croissaient beaucoup plus lentement que la normale en 2005, et (ii) ils avaient des niveaux extrêmement bas d'ADH, un acide gras nécessaire à la croissance et à la reproduction. Ainsi les *Neocalanus* survivants ne sont peut-être pas limités seulement par leur faible quantité mais aussi par l'incapacité de se reproduire efficacement durant l'hiver 2006.

Lien: [Recherche de UBC et l'université de Victoria dans le détroit de Géorgie.](#)

Hareng dans le détroit de Géorgie

[Jake Schweigert](#), Pêches et Océans Canada

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 tonnes, dépassant l'ancien record de 1955. Les relevés récents d'abondance de harengs juvéniles dans le détroit de Géorgie indiquent que 2002 et 2003 devraient être des années de classes d'âge moyennes qui entraîneront des diminutions d'abondance dans les quelques années à venir. Malgré tout, le récent recrutement très fort devrait maintenir les stocks à un niveau assez élevé à court terme.

Les stocks de hareng du Pacifique migrent de la côte ouest de l'île de Vancouver vers les eaux intérieures du détroit de Géorgie à l'automne et quittent le détroit au printemps à la suite du frai. 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 (fig. 72, page suivante), dépassant l'ancien record historique de 1955. Le recrutement pour ce stock a été très élevé avec six des dix dernières classes d'âge étant plus élevées ou égales à la moyenne (fig. 73, page suivante). 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 du détroit de Géorgie ne quitte pas cette région jusqu'à leur deuxième été. Des relevés récents de l'abondance du hareng juvénile dans le détroit de Géorgie indiquent que les classes d'âge de 2001 et 2003, correspondant aux recrutements de 2004 et 2005, devraient être 'bonnes' mais cette dernière (classe d'âge de 2003) n'est qu'égale à la moyenne. Les informations initiales indiquent que les recrutements pour les deux prochaines années pourraient aussi être plus faibles. Malgré tout, les récents recrutements très forts devraient maintenir les stocks à un niveau très sain durant les quelques prochaines années.

Interprétation et prévisions spéculatives

L'abondance de hareng en 2005 est légèrement plus faible que le record historique de plus de 150 000 tonnes atteint en 2003. L'abondance actuelle est bien au-delà du plus bas niveau évalué en 1968 (11 000 tonnes) dans la série chronologique récente de 1951 à 2005. L'abondance de ce stock a augmenté continuellement depuis le récent bas niveau du milieu des années 1980. Des relevés de harengs juvéniles effectués en automne dernier suggèrent que la tendance récente de forts recrutements semble se terminer et un recrutement plus faible et une abondance réduite sont prévus pour de nombreuses années à venir.

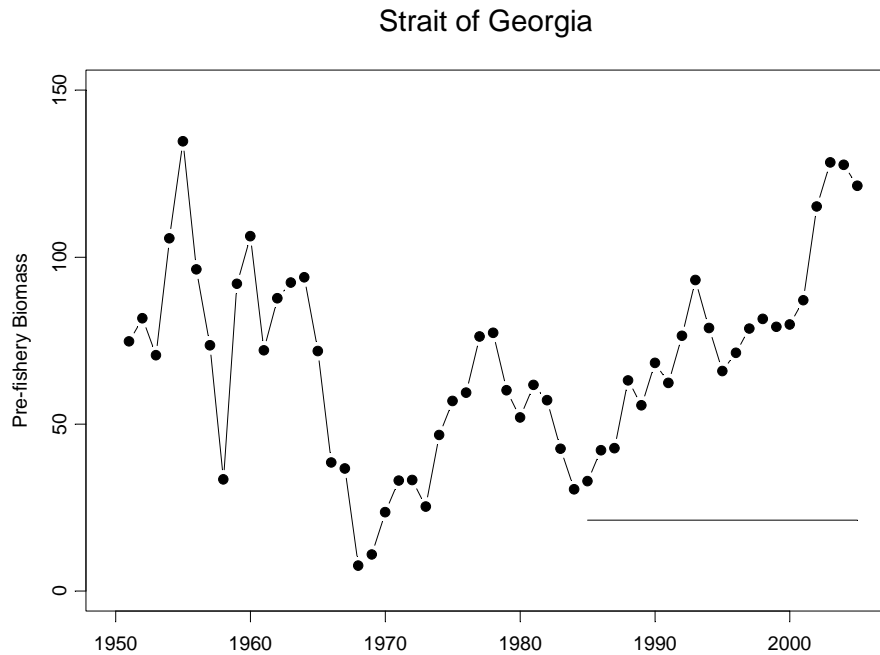


Figure 72. Abondance de hareng pour le détroit de Géorgie. La ligne horizontale représente la limite de pêche recommandée pour ce stock.

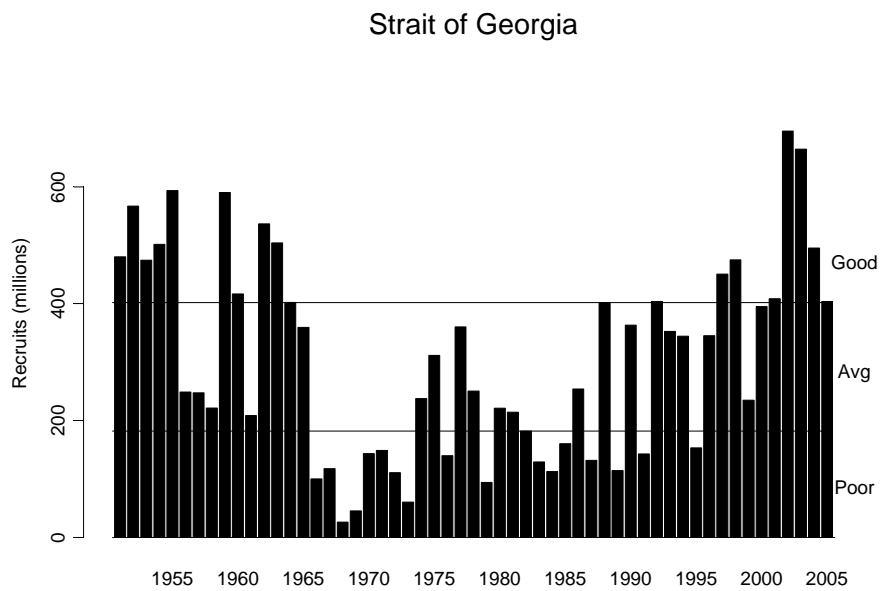


Figure 73. Variabilité interannuelle et tendances décennales du recrutement de stock de hareng pour le détroit de Géorgie. Les limites de recrutement 'faibles' (poor), 'moyennes' (average) et 'bonnes' (good) sont indiquées. Notez que six des 10 dernières classes d'âge ont été 'bonnes'.

Saumon du Pacifique et le détroit de Géorgie

[Richard Beamish](#), [Ruston Sweeting](#) et [Chrys Neville](#), Pêches et Océans Canada

Nous communiquons des changements, reliés au climat, dans les tendances de la production de saumons du Pacifique juvéniles en 2005 dans le détroit de Géorgie. Puisque l'échelle temporelle de ces changements est décennale, le prochain changement de régime pourrait se produire aussi tôt qu'à l'automne de 2007. Si cela se produisait, des changements à l'écosystème pourraient se produire dans le détroit de Géorgie vers environ 2009.

La prise totale de tous les saumons du Pacifique par toutes les nations est près du maximum historique d'abondance (figure 74). Les plus importantes prises se sont produites en 1995 et les deuxièmes plus importantes en 2003. En général les saumons du Pacifique sont en très bonne santé. Cependant, la situation dans le détroit de Géorgie est différente puisqu'alors que les stocks de saumons roses, kéta, et rouges sont sains, les stocks de coho et de quinnat ne le sont pas.

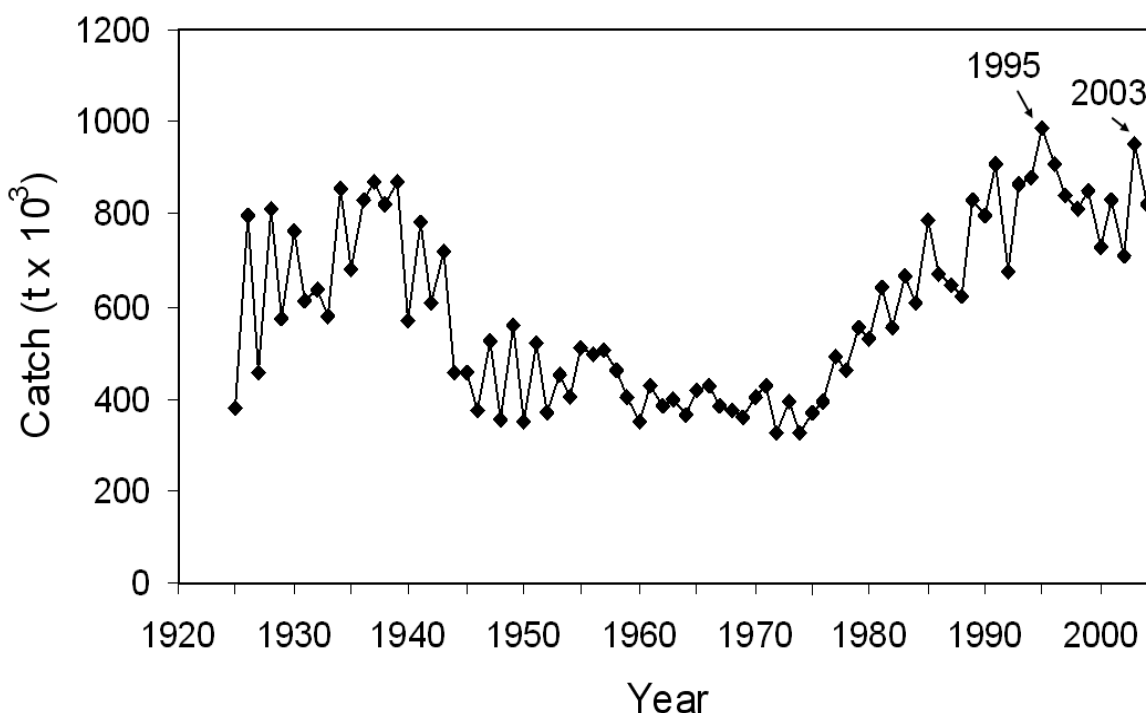


Figure 74. Prise du saumon par toutes les nations de 1925 à 2004.

En juillet 2005 dans le détroit de Géorgie nous avons eu la plus faible capture par unité d'effort (CPUE) de saumons coho juvéniles depuis le début de nos relevés en 1997 (figure 75). Nous avons aussi cependant eu notre plus forte CPUE de saumons kéta juvéniles. Nous déduisons de ces résultats que la production de plancton dans le détroit de Géorgie était précoce en 2005 et a favorisé les saumons kéta qui arrivent généralement dans le détroit de Géorgie plus tôt que les saumons coho. La plupart des saumons coho du détroit de Géorgie sont produits dans des écloseries (Sweeting *et al.* 2003) et leur sortie est contrôlée pour se produire entre le 1^{er} et le 31 mai. Il est possible qu'il y ait eu un effondrement général de la production de proies pour les saumons juvéniles coho et quinnat. La faible survie entraînera probablement des retours faibles pour les saumons coho en 2006 et les saumons quinnat dans les années ultérieures. Il y a une bonne corrélation entre la CPUE de saumons coho de nos relevés et la survie marine (figure 76A, Simpson *et al.* 2003) qui suggère un taux de survie d'environ 0,5% en 2005. Cependant les quelques saumons coho qui ont été capturés étaient gros, ce qui va à l'encontre d'une autre relation suggérant que les plus gros poissons sont habituellement associés aux CPUE plus importantes (figure 77). Malgré cette inconsistance nous spéculons que la survie marine du saumon coho observée en 2006 pourrait être faible.

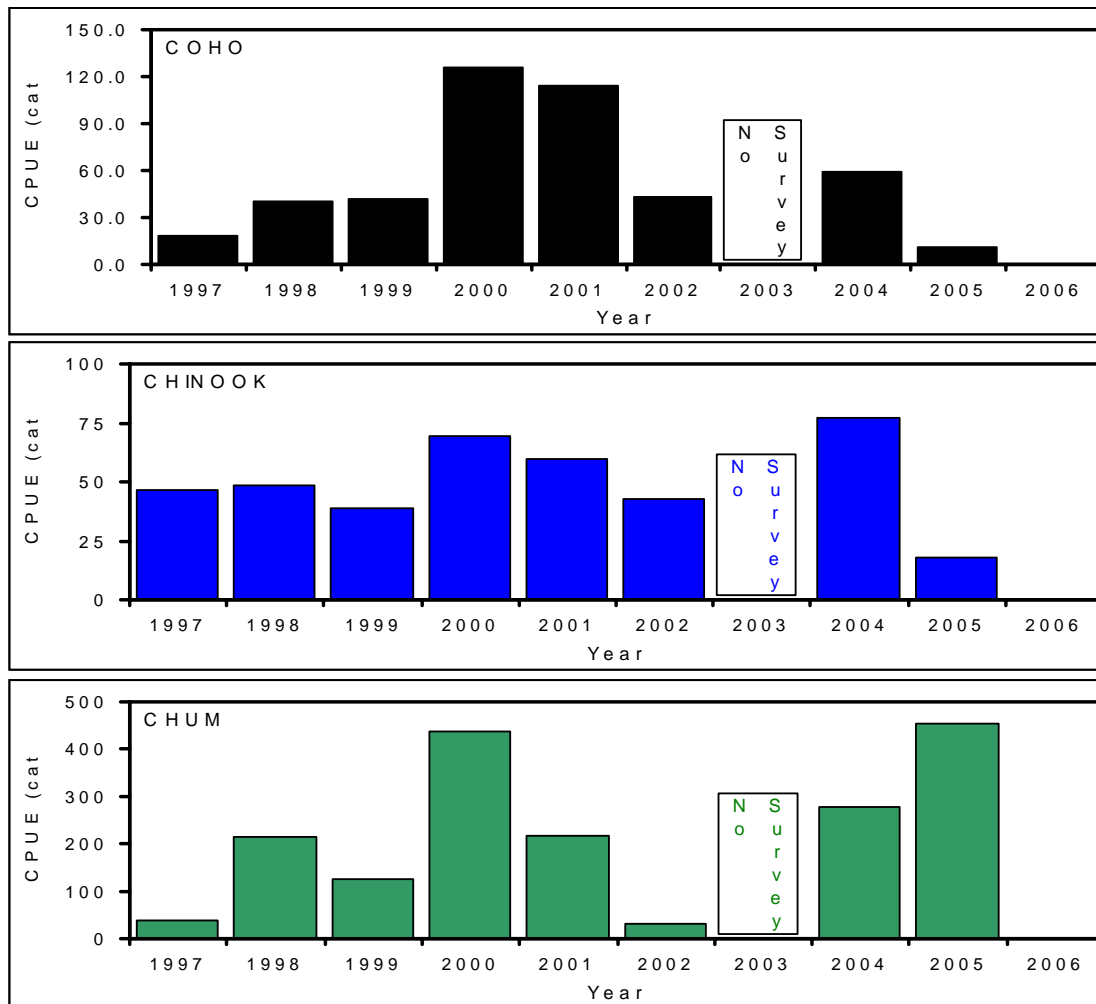


Figure 75. Capture par unité d'effort (CPUE) de saumons juvéniles coho, quinnat et kéta dans le détroit de Géorgie en juillet 1997 à 2005.

Le déclin de la CPUE de nos relevés de saumons coho et quinnat dans le détroit de Géorgie en 2005 était relié à une augmentation de la CPUE de saumons roses et kéta. Par conséquent le détroit de Géorgie est demeuré productif pour le saumon du Pacifique en 2005 mais les groupes dominants de saumons ont changé de coho et quinnat à rose et kéta. D'autres changements récents incluent une réduction de la CPUE de nos relevés de coho dans la partie nord du détroit de Géorgie. Ce changement semble être associé à un réchauffement de la partie nord du détroit.

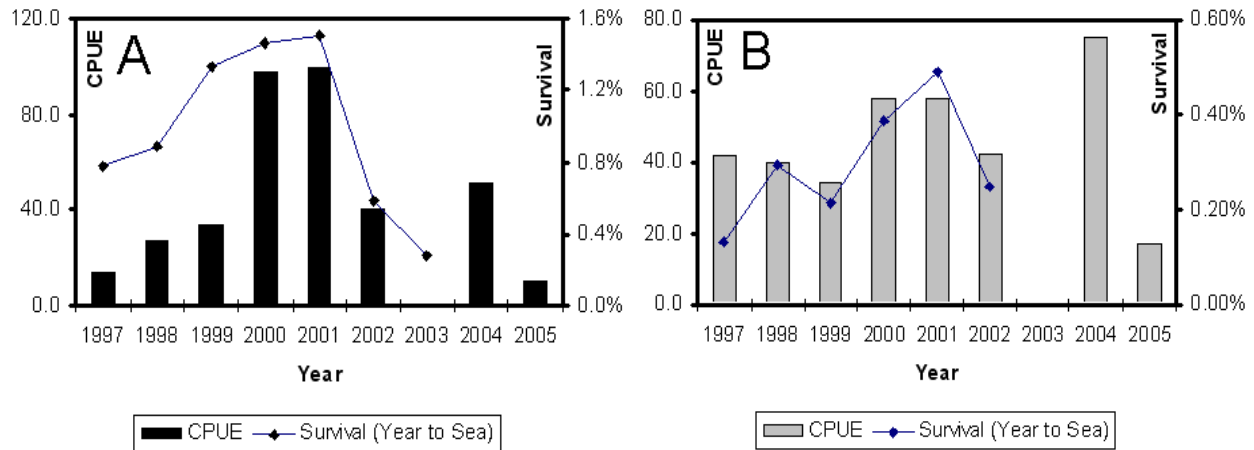


Figure 76. Capture par unité d'effort (CPUE) et survie marine des saumons (A) coho et (B) quinnat dans le détroit de Géorgie durant l'année où ils ont migré vers la mer entre 1997 et 2005.

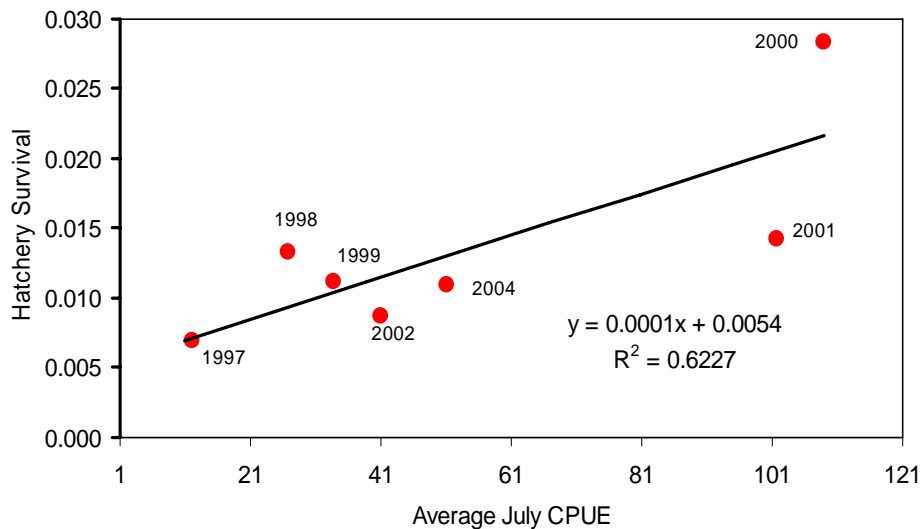


Figure 77. Corrélation entre la survie des saumons coho des écloséries et la capture moyenne par unité d'effort (CPUE) en juillet pour les années entre 1997 et 2004 (donnée non disponible pour 2003).

- Beamish, R.J., Benson, A.J. Sweeting, R.M. and Neville, C.M. 2004. Regimes and the history of the major fisheries off Canada's west coast. *Progress in Oceanography* 60: 355-385.
- Beamish, R.J., Sweeting, R.M, and Neville, C.M.. 2004. Improvement of juvenile Pacific salmon production in a regional ecosystem after the 1998 climatic regime shift. *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 1163-1175.
- King J.R. 2005. Report of the study group on the fisheries and ecosystem responses to recent regime shifts. *PICES Science Report*, No. 28. 159pp.
- McFarlane, G.A., King, J.R. and Beamish, R.J. 2000. Have there been recent changes in climate? Ask the fish. *Progress in Oceanography* 47: 147-169.
- Simpson, K., Chamberlain, M., Fagan, J., Holtby, B., Sweeting, R. and Tanasichuk, R.W. 2003. Forecast for southern and central British Columbia coho salmon in 2003. *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document* - 2003/102.
- Sweeting, R.M., Beamish, R.J. Noakes, D.J. and Neville, C.M.. 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.

Sources d'informations additionnelles

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

Environnement Canada. 2006. [Bulletin des tendances et des variations climatiques. Températures et précipitations dans une perspective historique.](#) Année 2006.

Liens du MPO [Rapports précédents de l'état de l'océan](#)
[Division des sciences océaniques](#)
[Division des écosystèmes marins et de l'aquaculture](#)
[Division du saumon et des écosystèmes d'eau douce](#)
[Service hydrographique du Canada](#)
[Comité d'examen des évaluations scientifiques du Pacifique](#)

Environnement Canada [La voie verte](#)

[Musée Royal de la C.-B.](#)

POUR PLUS D'INFORMATION

Contactez: Ian Perry
Station Biologique du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190 route Hammond Bay
Nanaimo, CB V9T 6N7

et

Bill Crawford
Institut des sciences de la mer
Pêches et Océans Canada
B.P 6000
Sidney, CB V8L 4B2

Tel: Perry: 250-756-7137; Crawford: 250-363-6369
Télécopieur: Perry: 250-756-7053; Crawford: 250-363-6746
Courriel: PerryI@pac.dfo-mpo.gc.ca; CrawfordB@pac.dfo-mpo.gc.ca

Citation exacte pour cette publication:

MPO, 2006. L'état de l'océan Pacifique en 2005. Rapport sur l'état de l'océan 2006/001.