



MISE À JOUR SUR L'ÉTAT DU STOCK ET OPTIONS EN MATIÈRE DE QUOTAS POUR LA PÊCHE AUX OURSINS VERTS, *STRONGYLOCENTROTUS DROEBACHIENSIS*, EN COLOMBIE-BRITANNIQUE, 2013-2016

Contexte

On effectue des évaluations du stock et l'on estime les options en matière de quotas pour la pêche aux oursins verts (*Strongylocentrotus droebachiensis*) tous les trois ans. Ces documents formulent des recommandations à l'intention de la Gestion des pêches du MPO pour l'élaboration des plans de gestion intégrée des pêches (PGIP) pluriannuels. La dernière évaluation du stock date de 2010 (Waddell et al. 2010). Le présent document constitue une mise à jour des résultats de l'évaluation déjà publiée en utilisant les données de relevé et de prises commerciales les plus récentes. Un nouveau PGIP de trois ans (2013-2016) sera mis au point en fonction des recommandations de ce document.

La Gestion des pêches du MPO a demandé qu'un avis soit formulé sur la pêche aux oursins verts en Colombie-Britannique (B.-C.) avant le printemps 2013 sur les questions suivantes :

- 1) les quotas de pêche durable pour les zones de pêche commerciale (secteurs de gestion des pêches du Pacifique ou SGPP) 12, 13, 18 et 19;
- 2) les risques ou les incertitudes que comportent les différentes options de pêche;
- 3) les tendances récentes au sein des populations locales et la structure des populations d'oursins verts là où l'on dispose de données;
- 4) les recommandations en matière de recherche supplémentaire ou de programmes d'évaluation des stocks.

Dans le présent document, on évalue les stocks d'oursins verts dans les régions de la C.-B. où la pêche commerciale est autorisée à l'aide d'analyses des données dépendantes et indépendantes de la pêche. Les options présentées en matière de quotas ont été formulées à partir du modèle bayésien d'évaluation utilisé dans les évaluations du stock d'oursins verts de la C.-B. depuis 2003 (Perry et al. 2003; Zhang et Perry 2005; Perry et al. 2006; Waddell et al. 2010). Les modifications apportées au protocole de relevé effectué en 2011 sont décrites et les résultats, comparés aux méthodes antérieures.

La présente réponse des Sciences découle du processus spécial de réponse des Sciences d'avril 2013 sur la Mise à jour de l'état du stock et option de quota pour la pêche à l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) en Colombie-Britannique, 2013-2016.

Renseignements de base

Biologie

Les oursins verts (figure 1) sont des invertébrés benthiques avec une aire de répartition très étendue qui fréquentent les eaux tempérées fraîches des océans Pacifique et Arctique. Dans le Pacifique, ils sont présents du nord de l'État de Washington aux îles Aléoutiennes et à l'Alaska, et vers l'est jusqu'à la péninsule coréenne, le Kamtchatka, la Russie et l'île de Hokkaido au

Japon. L'oursin vert est présent autant dans la zone intertidale que dans la zone intertidale jusqu'à plus de 140 m de profondeur. Les substrats composés de roches, de gravier et de coquilles constituent son habitat préféré. L'oursin vert s'alimente surtout de varech et d'algues marines.

Il s'agit d'une espèce qui se reproduit par libération de gamètes. Le frai est saisonnier et varie d'une région à l'autre; en Colombie-Britannique, il a lieu en février et mars. La durée de la période larvaire est de 7 à 22 semaines (Strathmann 1978). Dans le sud de la C.-B., les oursins verts atteignent la maturité sexuelle lorsque le diamètre de leur test atteint 25 mm (Waddell et al. 2002); la taille minimale réglementaire est de 55 mm, ce qui correspond en Alaska à des poissons respectivement de 2 à 3 ans et de 4 ans (Munk 1992).



Figure 1. Oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) Photo gracieusement offerte par Pauline Ridings.

Pêche

En Colombie-Britannique, la pêche commerciale aux oursins verts a débuté en 1987. Peu de restrictions s'appliquaient à la gestion de cette pêche avant 1991, année où l'on a introduit les limites de permis pour mettre un frein à l'effort de pêche et aux prises qui avaient atteint des niveaux records. En 1994, des restrictions de quotas entraient en vigueur et un an plus tard, en 1995, on adoptait un système de quotas individuels avec vérification à quai.

En C.-B., on pratique la pêche aux oursins verts dans deux régions de la côte : le nord-est de l'île de Vancouver (NEIV), qui comprend les SGPP 12 et 13, et le sud-est de l'île de Vancouver (SEIV), qui comporte les SGPP 18 et 19 (figure 2).

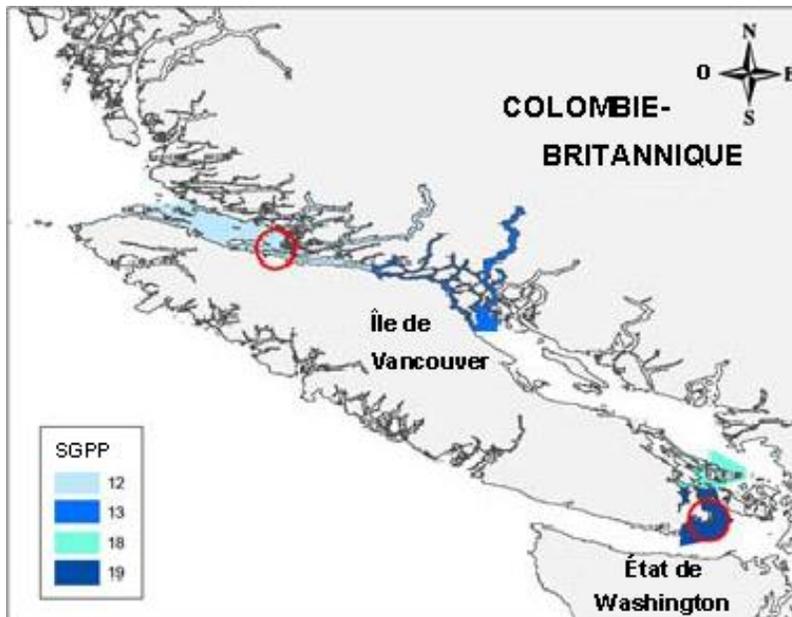


Figure 2. Carte du sud de la Colombie-Britannique montrant les quatre secteurs de gestion des pêches (12, 13, 18 et 19) où la pêche aux oursins verts est autorisée. Les cercles rouges signalent les emplacements des relevés.

Les oursins verts sont pêchés à la main par des plongeurs qui travaillent à partir de petits bateaux de pêche. La pêche commerciale a généralement lieu entre le début de l'automne et le printemps de l'année suivante; c'est habituellement à Noël que les prix du marché plafonnent. Le Plan de gestion intégrée des pêches va du 1^{er} septembre au 31 août. La gestion de la pêche commerciale prévoit un diamètre du test maximum de 55 mm, des limites de permis, des quotas par zone, des quotas individuels et des fermetures de zone. La plupart des prises sont expédiées vers les marchés de poissons vivants au Japon, où l'on utilise les œufs (appelés « uni ») pour faire du sushi.

Analyse et réponse

Données de la pêche

Les données sur la pêche proviennent des registres de captures et de validation ainsi que des bordereaux de vente.

Depuis la mise en place de quotas individuels en 1995 jusqu'à 2003-2004, les débarquements d'oursins verts tendaient à presque remplir les quotas (figure 3). Depuis 2004 jusqu'à nos jours, toutefois, les débarquements totaux, la valeur au débarquement et l'effort total ont été les plus bas depuis le début de la pêche. Au cours des huit dernières saisons de pêche, les débarquements n'ont représenté que 11 à 50 % des quotas (figure 3). On a attribué ces niveaux de débarquements aussi bas aux prix également bas des oursins du Canada; ces niveaux n'indiquent donc pas une faible abondance des stocks de la C.-B.

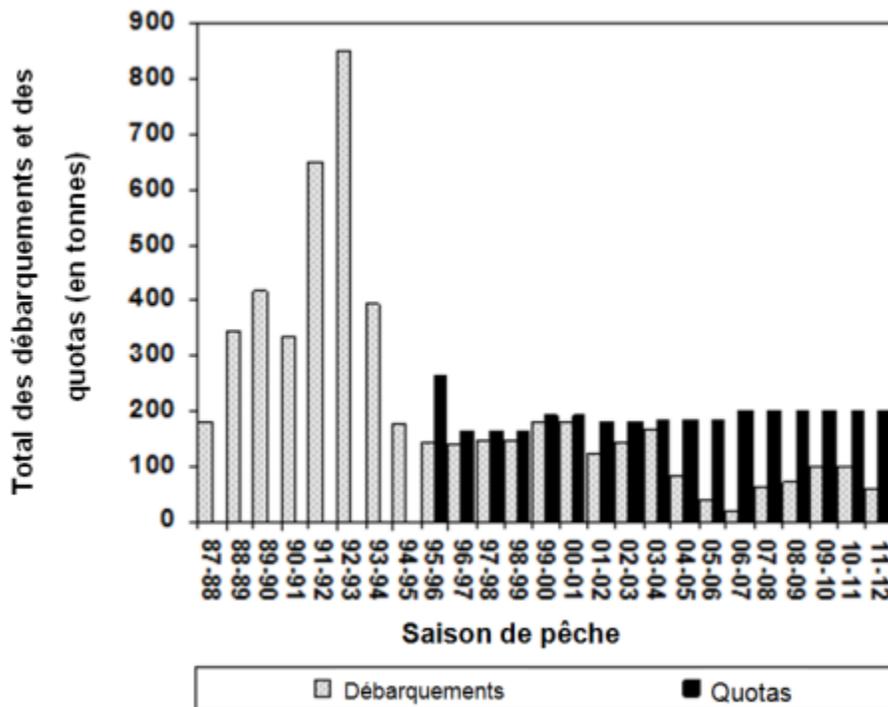


Figure 3. Débarquements totaux (depuis le début de la pêche; depuis que l'on dispose de données des talons de capture jusqu'à 1995; depuis la mise en place des registres de captures et de validation) et quotas (depuis l'entrée en vigueur des quotas individuels et de la vérification à quai en 1995) en tonnes métriques par saison de pêche commerciale.

La faible demande d'oursins du Canada au cours des huit dernières années s'expliquerait par la concurrence des produits russes de la pêche aux oursins dans les îles Kouriles, au large de la côte est de l'île de Hokkaido, au Japon (Krause 2006). En Russie, la pêche aux oursins est, en grande partie, illicite, non déclarée et non réglementée; ses produits à faible coût ont inondé le marché japonais, ce qui a entraîné une chute de la demande et de la valeur de l'oursin vert en provenance de la C.-B. et d'autres régions (Krause 2006; figure 4). Parmi les autres facteurs défavorables à la pêche aux oursins verts en C.-B., on peut mentionner l'appréciation du dollar canadien par rapport au yen japonais, qui fait passer l'oursin vert de la C.-B. à une catégorie de prix supérieure, et la faiblesse de l'économie japonaise, qui s'est traduite par une diminution de la consommation de marchandises de luxe de milieu de gamme.

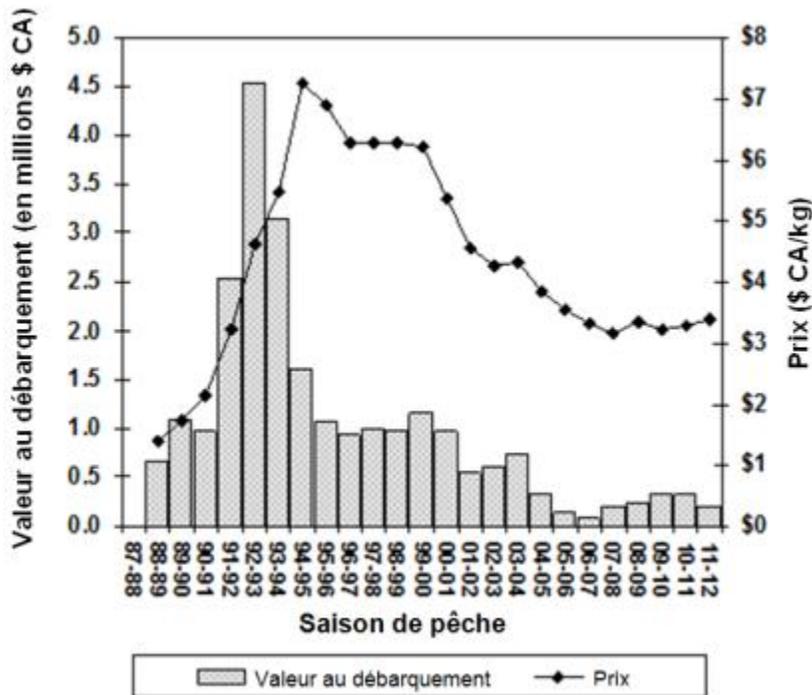


Figure 4. Valeur au débarquement (M\$ CA) et prix par kilogramme (\$ CA/kg) par saison de pêche commerciale.

Un des indicateurs de la santé du stock examinés dans la présente évaluation est la tendance de la médiane des prises par unité d'effort (CPUE). On utilise la médiane des CPUE parce qu'elle est moins sensible aux données d'effort aberrantes que les autres mesures de la tendance centrale comme la moyenne. On a calculé l'écart-type de la médiane des CPUE comme Waddell et al. (2010), en multipliant l'écart-type de la moyenne des CPUE par 1,2533 (Sokal et Rohlf 2012). Depuis 1993, la médiane des CPUE a enregistré une hausse constante jusqu'à atteindre un chiffre record en 2008-2009 (figure 5). À l'exception de ce pic, la médiane des CPUE s'est maintenue relativement constante au cours de la dernière décennie à des niveaux plus élevés que ceux observés au début de la pêche commerciale. Ces dernières années, les tendances de la médiane des CPUE dans les régions du NEIV et du SEIV étaient très semblables (figure 5).

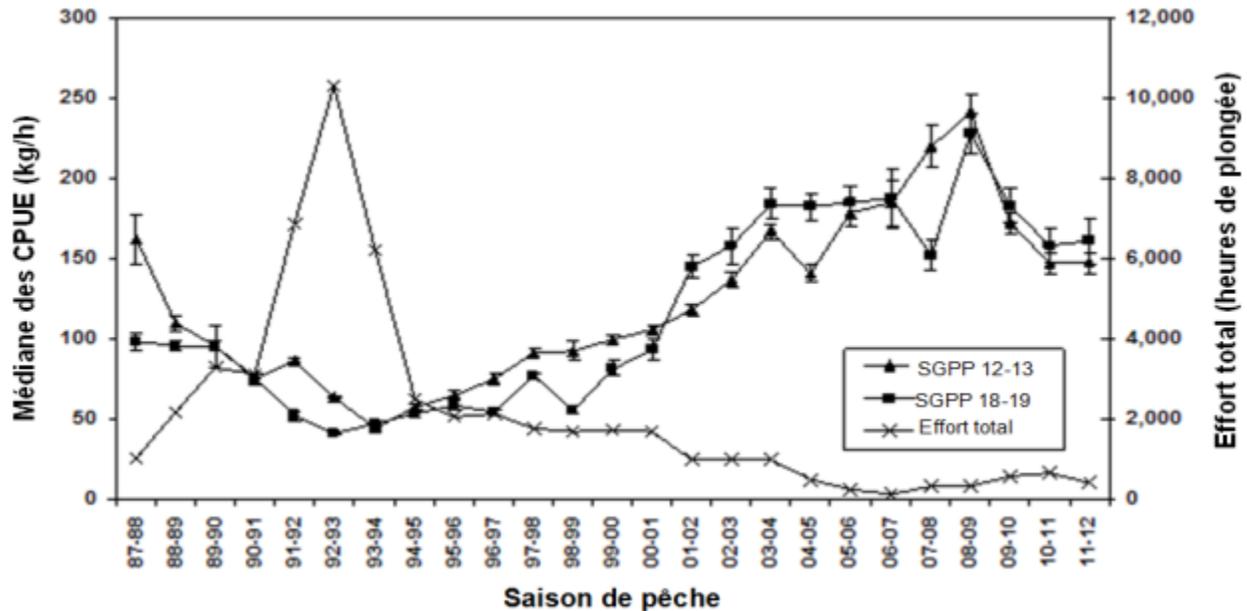


Figure 5. Médiane des prises par unité d'effort (CPUE) (kg/h) \pm 1 écart-type pour les SGPP 12-13 et 18-19, et efforts total (heures de pêche) par saison de pêche commerciale.

Données indépendantes de la pêche

Modifications apportées aux protocoles de relevé

Les données indépendantes de la pêche proviennent des relevés en plongée effectués dans des sites témoins (figure 2). En 1995, on a élaboré un protocole de relevé pour étudier la variabilité interannuelle de l'abondance de l'oursin vert et les impacts de la pêche commerciale sur les populations d'oursins verts dans le SGPP 12 (Waddell et Perry 2012). On peut décrire la méthode de base comme il suit : les plongeurs dénombraient et mesuraient les oursins présents dans un quadrat de un (1) mètre carré qu'ils retournaient par-dessus le substrat sur toute la longueur du transect, en suivant une ligne de sonde ou un relèvement au compas. Les transects sont perpendiculaires à la ligne de côte et/ou aux isobathes, et vont des eaux profondes aux eaux moins profondes, de 10 m *33 pi) en dessous du zéro des cartes au zéro des cartes. Selon le protocole original, il fallait mesurer tous les oursins verts de l'ensemble des quadrats le long des transects et prélever 9 exemplaires par transect pour analyser en laboratoire le poids et la taille, et examiner la qualité des œufs. Avec l'augmentation des densités dans le SGPP 12, le protocole original de relevé s'est révélé si laborieux que les plongeurs n'arrivaient pas toujours à terminer dans les délais prévus le relevé de l'ensemble des transects sur toute leur longueur. En 2002, on a modifié le protocole : désormais, on relèverait les oursins verts d'un quadrat sur deux et uniquement dans un des trois sous-emplacements (îlots Stephenson) et on prélèverait 10 oursins supplémentaires pour les données de diamètre, de taille et de poids. Cependant, les densités ont continué à être élevées et il était toujours difficile de terminer le relevé dans les délais impartis. Pour le relevé du SGPP 19, commencé en 2008, on a appliqué depuis le début le sous-échantillonnage par quadrat. On a recommandé une séquence MESURER – OMETTRE – MESURER – OMETTRE pour les transects avec des densités faibles et une séquence MESURER – OMETTRE – DÉNOMBRER – OMETTRE pour les transects aux densités élevées. Les séquences d'échantillonnage étaient laissées à la discrétion du plongeur. En raison de la longueur des transects du SGPP 19, le relevé a pris très longtemps.

En 2011, afin d'améliorer l'efficacité et de réduire les coûts, on a apporté les modifications suivantes au protocole de relevé : un sous-échantillonnage supplémentaire des quadrats sur la

longueur des transects et l'abandon de la collecte d'échantillons biologiques, ce qui permettait d'effectuer le relevé du même nombre de transects en moins de temps. Le sous-échantillonnage par quadrat est une pratique habituelle en C.-B. dans les protocoles d'échantillonnage sur le terrain d'autres invertébrés, tels que les oursins rouges (*Strongylocentrotus franciscanus*) (Leus et al. 2013), la panope du Pacifique (*Panopea generosa*) (Bureau et al. 2012), et l'ormeau nordique (*Haliotis kamtschatkana*) (Lessard et Egli 2011). On a modifié une fois de plus le protocole de relevé de l'oursin vert pour introduire des plans de relevé qui dépendent de la longueur des transects et qui prévoient un procédé systématique d'omission de quadrats. Pour les transects de moins de 20 m de longueur, la séquence d'échantillonnage est devenue : MESURER – OMETTRE – DÉNOMBRER – OMETTRE. Pour les transects de 21 à 100 m de longueur, la séquence est devenue : MESURER – OMETTRE – DÉNOMBRER – OMETTRE – DÉNOMBRER – OMETTRE. Pour les transects de plus de 100 m de longueur, on utiliserait la séquence suivante : MESURER – OMETTRE – DÉNOMBRER – OMETTRE – DÉNOMBRER – OMETTRE – DÉNOMBRER – OMETTRE. Dans un quadrat où il faut « mesurer », on consigne la profondeur, le temps, le substrat et les algues, et l'on mesure le diamètre du test de chaque oursin vert. Dans un quadrat à « omettre », on ne consigne aucune donnée et l'on passe au quadrat suivant. Dans un quadrat à « dénombrer », on consigne la profondeur, le temps, le substrat et les algues, et on dénombre les oursins verts, mais sans prendre de mesures. Le nouveau protocole exige que la séquence d'échantillonnage commence dans le premier quadrat qui contient des oursins verts du transect.

Pour évaluer l'effet du nouveau protocole sur les estimations de la densité de la biomasse (g/m^2), les données des relevés de 2000 à 2010 ont été sous-échantillonnées pour imiter les effets d'une diminution de l'effort d'échantillonnage. Les estimations de la densité de biomasse des ensembles de données sous-échantillonnés étaient semblables aux estimations à partir d'ensembles complets de données (figure 6). En outre, le nouveau protocole réduit les coûts, car les relevés prennent maintenant environ la moitié à deux tiers du temps qu'ils prenaient.

Modifications relatives à l'analyse de données

Le Green Urchin Analysis Program (GUAP) a été mis au point en 2013 dans le but d'estimer la densité moyenne d'oursins verts à partir des données de relevés antérieurs; c'est un programme analogue au programme d'analyse utilisé pour estimer les densités dans le cadre des évaluations du stock d'oursins rouges de la C.-B. (Leus et al. 2013). L'analyse présuppose la continuité de l'aire de répartition des oursins entre les quadrats pris en considération pour le relevé le long des transects. Les principales différences entre cette analyse et la précédente (Waddell *et al.* 2010) tiennent au recours à l'interpolation pour combler les lacunes dans les données résultant du sous-échantillonnage des quadrats et à l'utilisation d'une relation allométrique générale pour convertir les diamètres du test en poids pour les années où l'on n'a pas recueilli de données de taille et de poids (c.-à-d. à partir de 2012).

À l'intérieur d'un transect, le programme GUAP utilise l'interpolation linéaire pour estimer le nombre d'oursins dans les quadrats à « omettre » à partir du nombre d'oursins dans les quadrats les plus proches dont les oursins ont été dénombrés et/ou mesurés. Ensuite, pour chaque quadrat à « mesurer », la probabilité que la taille de l'oursin soit réglementaire (≥ 55 mm) est générée à partir de la fréquence des tailles observées et d'après la distribution bêta. La probabilité qu'un oursin n'ayant pas été mesuré soit de taille réglementaire (≥ 55 mm) ou de taille inférieure à la taille réglementaire (< 55 mm) est ce que l'on appelle la probabilité relative à la catégorie de taille. On a encore recours à l'interpolation linéaire pour générer les probabilités relatives à la catégorie de taille pour des quadrats dont les oursins n'ont pas été mesurés (quadrats à « dénombrer » ou à « omettre » à partir des probabilités relatives à la catégorie de taille commerciale des deux quadrats à « mesurer » les plus proches. Les deux quadrats « mesurés » les plus proches correspondent au quadrat à « mesurer » qui précède ou qui suit le

quadrat à « dénombrer » ou à « omettre » dont il est question. Si le quadrat à « omettre » ou à « dénombrer » est situé vers la fin du transect et qu'il n'est pas suivi d'un quadrat à « mesurer », alors la probabilité relative à la catégorie de taille est obtenue par extrapolation à partir uniquement du quadrat « à mesurer » précédent.

Aux fins du calcul des densités de biomasse (g/m^2), le transect est l'unité d'échantillonnage. Le programme GUAP tient compte de la variabilité entre les différents transects à l'aide de la méthode d'amorçage. Les transects font l'objet d'un rééchantillonnage avec remise et chaque fois, les probabilités relatives à la catégorie de taille des oursins qui n'ont pas été mesurés sont générées à nouveau selon le calcul susmentionné. Pour chaque rééchantillonnage, on se sert de l'estimateur par le ratio pour calculer la densité des catégories de tailles réglementaires et non réglementaires. On répète le processus de rééchantillonnage et l'on génère 1 000 estimations de la densité. La fréquence de ces estimations est utilisée comme une approximation de la distribution de la densité par catégorie de taille. L'utilisation d'intervalles percentiles de biais corrigé et accéléré permet d'affiner le calcul des limites de confiance (Efron et Tibshirani 1993).

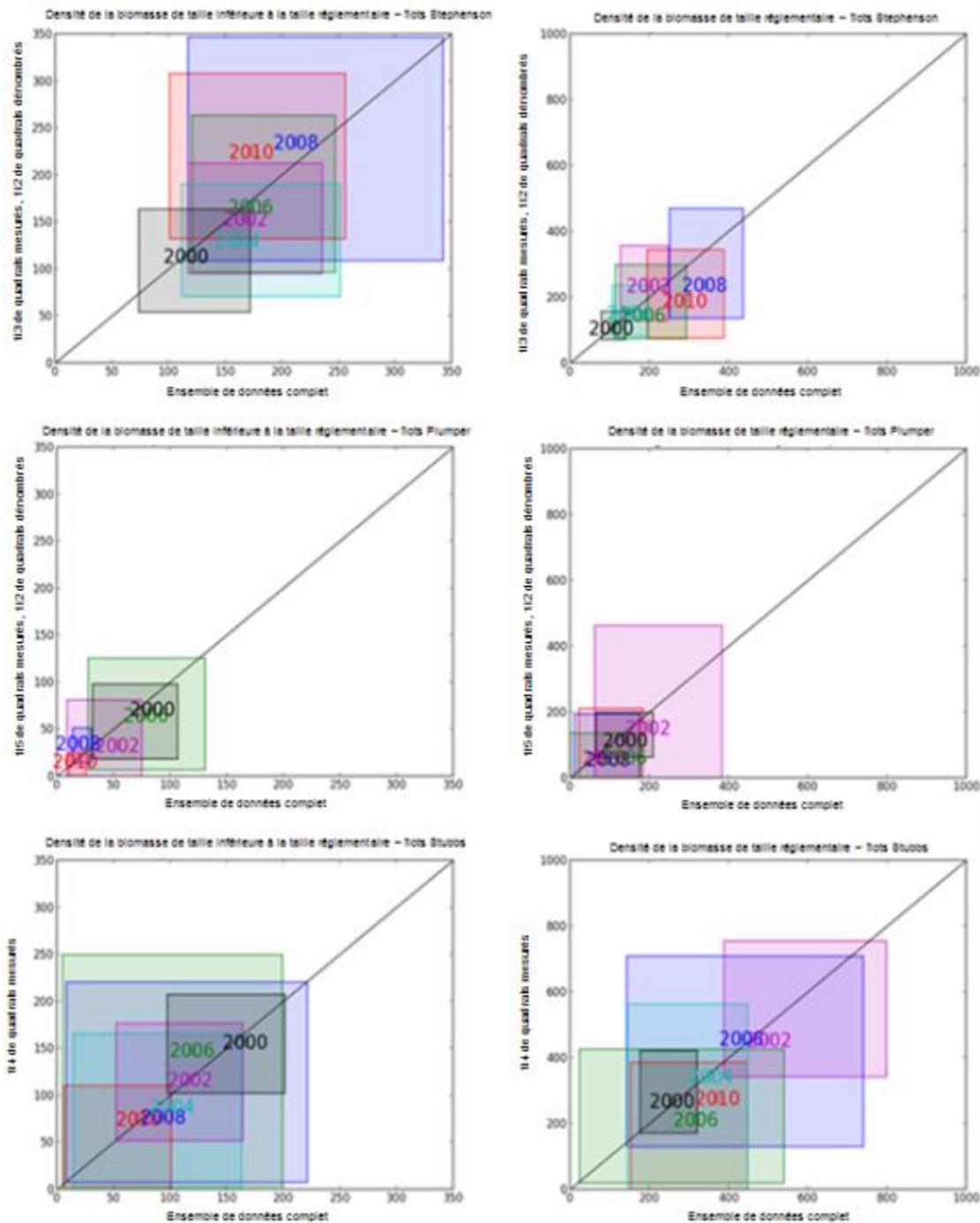


Figure 6. Densités de biomasse (g/m^2) des oursins de taille inférieure à la taille réglementaire (< 55 mm) et de taille réglementaire (≥ 55 mm), par sous-emplacment dans le NEIV pour les années paires de 2000 à 2010 en utilisant l'ensemble complet de données (axe des abscisses) par rapport à ensemble de données sous-échantillonné qui a été réduit pour s'adapter au nouveau protocole de relevé (axe des ordonnées). Les rectangles colorés représentent les limites de confiance à 95 %.

On utilise la relation diamètre du test (DT)-poids pour convertir le DT d'oursins verts mesurés en poids. Ces poids estimés servent alors à calculer les poids moyens réglementaire et inférieur au poids réglementaire qui s'appliquent aux oursins des quadrats à « dénombrer » et à « omettre ».

De 2002 à 2011, on a prélevé 19 oursins par transect et par an afin de les mesurer et de les peser en laboratoire; quelques-uns de ces exemplaires ont été disséqués pour en savoir davantage sur la qualité des œufs. Avant 2002, on échantillonnait 9 oursins par transect. Pour toutes les années d'échantillonnage, le programme GUAP convertit les diamètres du test en poids au moyen d'une méthode semblable à celle qui est utilisée dans les évaluations d'oursins verts depuis 2002. On a obtenu les relations DT-poids séparément pour chacun des sous-emplacements dans le cadre d'un relevé qui utilisait les mesures en laboratoire effectuées cette année-là (Waddell et Perry 2005, 2006, 2007, 2012). En 2012, on n'a pas prélevé d'échantillons et le DT a été converti en poids au moyen d'une relation allométrique générale obtenue à partir de données de tous les relevés jusqu'alors où des données de taille et de poids des oursins verts avaient été recueillies. La relation allométrique générale comprend des données de 29 relevés, dont 15 menés dans le SGPP 12; 10, dans le SGPP 18; 2, dans le SGPP 19; 1, dans le SGPP 20 et 1 qui portait sur les SGPP 18 et 19. Le nombre d'échantillons biologiques prélevés par relevé allait de 17 à 286. La relation allométrique générale est fondée sur un modèle hiérarchique; par conséquent, tous les relevés ont la même pondération indépendamment du nombre d'échantillons prélevés. La relation allométrique générale rend compte de la variabilité d'une année et d'un sous-emplacement à l'autre concernant leur poids moyen selon la taille qui a été observée dans les données recueillies à ce jour sur l'oursin vert de la côte du Pacifique (figure 7).

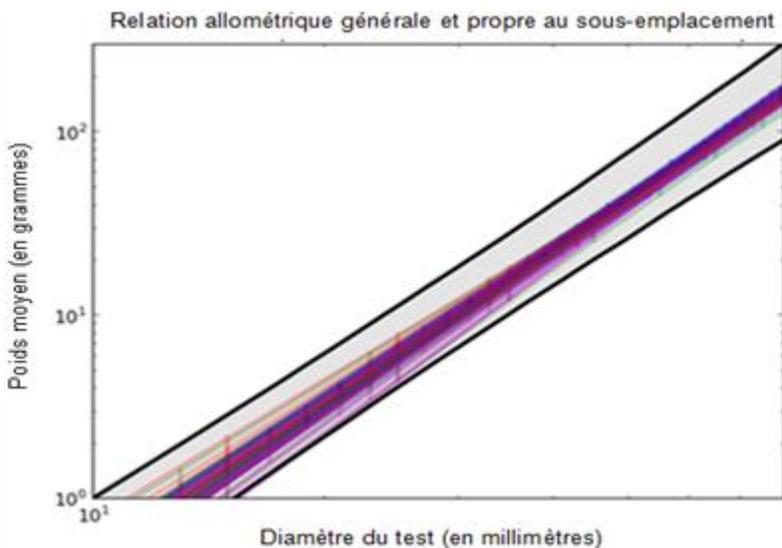


Figure 7. Poids moyen selon la taille sur une échelle logarithmique. Chaque bande colorée avec les lignes horizontales correspondantes donne les limites de confiance à 95 % du poids moyen selon la taille calculé pour un sous-emplacement et une seule année depuis 2000. La bande grise et noire montre les limites de confiance à 95 % qui correspondent à la relation allométrique générale utilisée lorsqu'on ne dispose pas de données de taille et de poids.

Une comparaison des estimations du programme GUAP de la densité de biomasse (g/m^2) selon le sous-emplacement/l'année et selon la relation allométrique générale indique que ces dernières ont tendance à fournir des estimations de la biomasse qui sont similaires ou légèrement plus élevées et des intervalles de confiance d'une plus grande amplitude (figure 8). Les estimations de la densité de biomasse sont donc plus élevées, car pour des diamètres du test plus réduits, la relation allométrique générale prévoit des moyennes de poids selon la taille plus importantes que les relations allométriques propres à la plupart des emplacements/années. Pour un oursin vert de 30 mm, la différence est d'environ 10 %. Cela est probablement dû à l'absence de petits oursins dans les sous-emplacements/années en question; les sous-emplacements/années où il y

a des oursins verts de petite taille cadrent mieux avec l'équation allométrique par défaut que les sous-emplacements/années sans petits oursins.

Tendances et structure des populations

La première série de relevés, et la plus longue, a été menée dans la région du SGPP 12 (NEIV), où 14 relevés d'automne ont été réalisés depuis 1995. Jusqu'en 2004, les relevés d'automne se faisaient tous les ans et depuis, tous les deux ans. Il y a eu quelques augmentations et des diminutions considérables des densités d'oursins verts entre les années de relevés, mais en général les densités se sont accrues depuis les premiers relevés (figure 9). Les densités moyennes de biomasse (g/m^2) d'oursins de taille réglementaire et de taille inférieure à la taille réglementaire ont atteint les valeurs les plus élevées jamais observées dans le plus récent relevé de 2013 (figure 9A). Le diamètre du test s'est maintenu (autour de 50 mm) depuis 2006; par conséquent, l'augmentation observée de la densité de biomasse devrait être attribuée à une augmentation du nombre, et non de la taille, des oursins de taille réglementaire et de taille inférieure à la taille réglementaire (figure 9B).

Les transects à Stubbs Island et à Plumper Island se trouvent dans une zone visée par une fermeture aux fins de recherche, où la pêche aux oursins verts est interdite; en revanche, les transects des îlots Stephenson se trouvent à l'intérieur d'un sous-secteur de la gestion des pêches du Pacifique (GPP) exploité dans lequel on a pu pratiquer la pêche tous les ans. Une comparaison des tendances en matière de biomasse entre les sites où l'on pratique la pêche et les sites témoins indique qu'il y a d'autres facteurs, en plus de la pêche commerciale, qui ont un impact sur les populations d'oursins verts. Ces dernières années, les densités de la biomasse dans les sites témoins ont augmenté (Plumper Island) ou diminué (Stubbs Island) tandis que la densité de biomasse dans le site où l'on pratique la pêche a augmenté depuis 2004.

Des relevés indépendants de la pêche ont été également menés dans le SGPP 19 (SEIV) en mars 2008, mars 2009, août 2009, mars 2010 et mars 2012. Les densités moyennes de biomasse d'oursins verts de taille réglementaire (g/m^2) ont d'abord affiché une chute, du relevé de mars 2008 à celui de mars 2009, mais les densités sont depuis restées relativement constantes au cours des quatre derniers relevés (figure 11A). Les densités moyennes de biomasse d'oursins verts de taille inférieure à la taille réglementaire (g/m^2) n'ont pratiquement pas changé d'un relevé à l'autre, mais elles ont doublé en 2012, par rapport au relevé précédent de 2010, pour atteindre la valeur la plus élevée jamais observée (figure 11A). L'augmentation de la densité ($\#/m^2$) d'oursins de taille inférieure à la taille réglementaire en 2012 (figure 11B) est probablement liée au recrutement ou à l'immigration. Il faut noter que l'évaluation antérieure (Waddell *et al.* 2010) ne comprenait pas de données indépendantes de la pêche pour le SGPP 19 en raison de la courte série chronologique dont on disposait en 2010. Cependant, cette évaluation intègre les données tirées des cinq relevés menés dans le SGPP 19 au modèle bayésien dynamique de biomasse, ce qui fournira des options en matière de quotas plus fiables pour cette région.

L'idéal serait que les distributions de la fréquence des âges servent à examiner la structure de la population. Toutefois, on n'a toujours pas mis au point de méthode en ce sens pour les oursins verts de la côte du Pacifique. À défaut des renseignements sur l'âge des oursins verts, les distributions de la fréquence du diamètre du test des quatre relevés de plongée les plus récents dans les SGPP 12 et 19 ont été représentées pour examiner la structure de population (figures 12 et 13). Le diamètre du test n'est pas un indicateur fiable de l'âge des oursins verts, car ceux-ci peuvent afficher une croissance irrégulière : la croissance peut varier selon la disponibilité de nourriture ou la saison, et diminuer avec l'âge (Vadas 1977; Larson *et al.* 1980; Himmelman *et al.* 1983; Munk 1992; Vadas *et al.* 2002).

Les distributions de la fréquence du diamètre du test montrent un large éventail de tailles et elles semblent bimodales dans les deux régions à partir de 2008 (figures 12 et 13). La présence de catégories de taille petite, associée à l'augmentation observée de la densité des oursins de taille inférieure à la taille réglementaire (figures 9 et 11), pourrait indiquer que le recrutement et/ou l'immigration sont à l'œuvre.

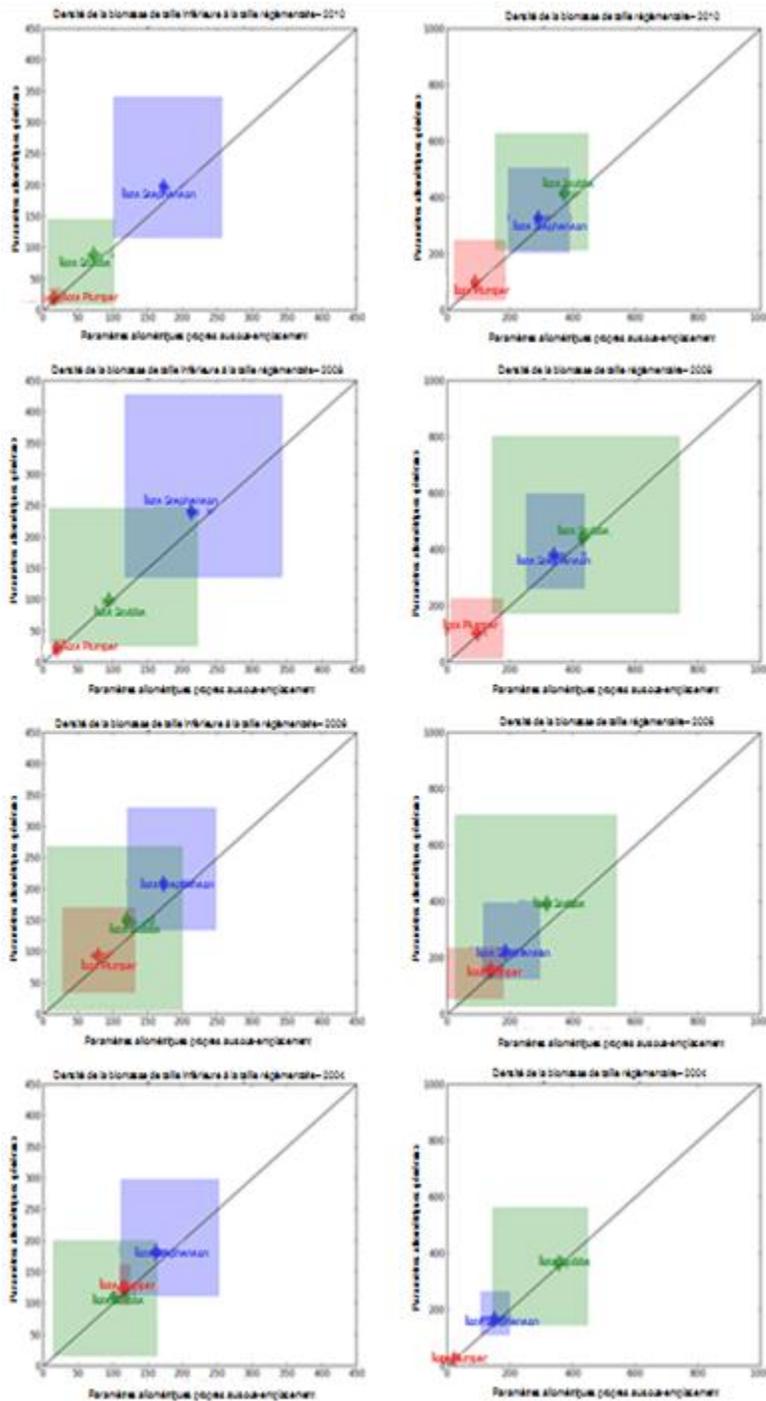


Figure 8. Densités moyennes de biomasse (g/m^2) (losange placé au centre du nom du sous-emplacemement) et intervalles de confiance à 95 % (les bords des rectangles colorés) pour les oursins verts de taille inférieure à la taille réglementaire (< 55 mm) et de taille réglementaire (≥ 55 mm) estimées par le Green Urchin Analysis Program (GUAP) à partir des données de relevés du SGPP 12 des années 2004, 2006, 2008 et 2010. L'axe horizontal correspond aux densités de biomasse calculées grâce à des relations allométriques, propres au sous-emplacemement et à l'année, entre le diamètre du test et le poids. L'axe vertical affiche les densités de biomasse calculées grâce à la relation allométrique générale du programme GUAP.

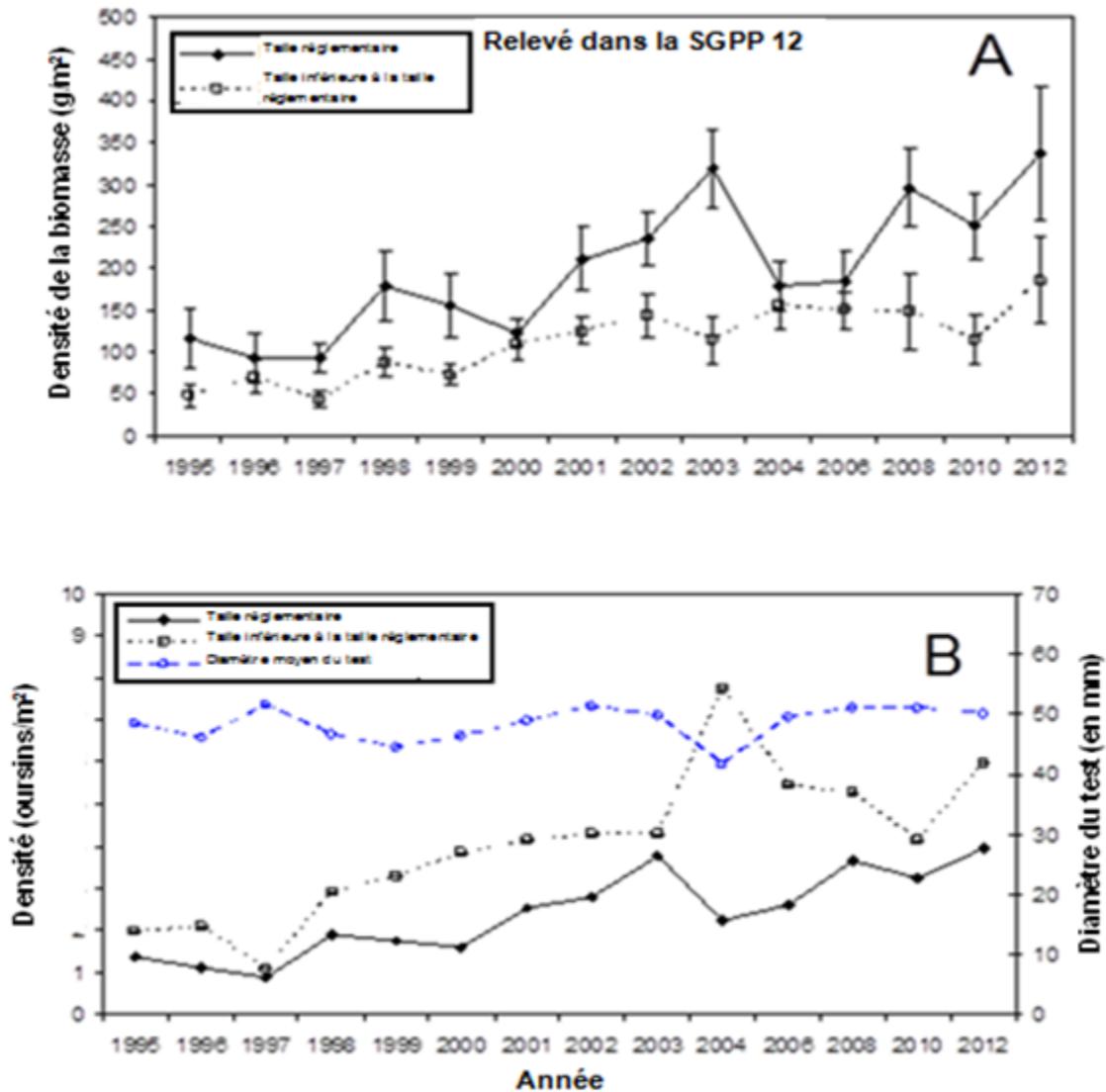


Figure 9. A) Densité moyenne de biomasse (g/m^2) ± 1 écart-type; B) estimations de la densité moyenne (oursins/ m^2) d'oursins verts de taille réglementaire (≥ 55 mm) et de taille inférieure à la taille réglementaire (< 55 mm); B) diamètres moyens du test estimés à l'aide de relevés de plongée indépendants de la pêche dans les sites témoins du SGPP 12.

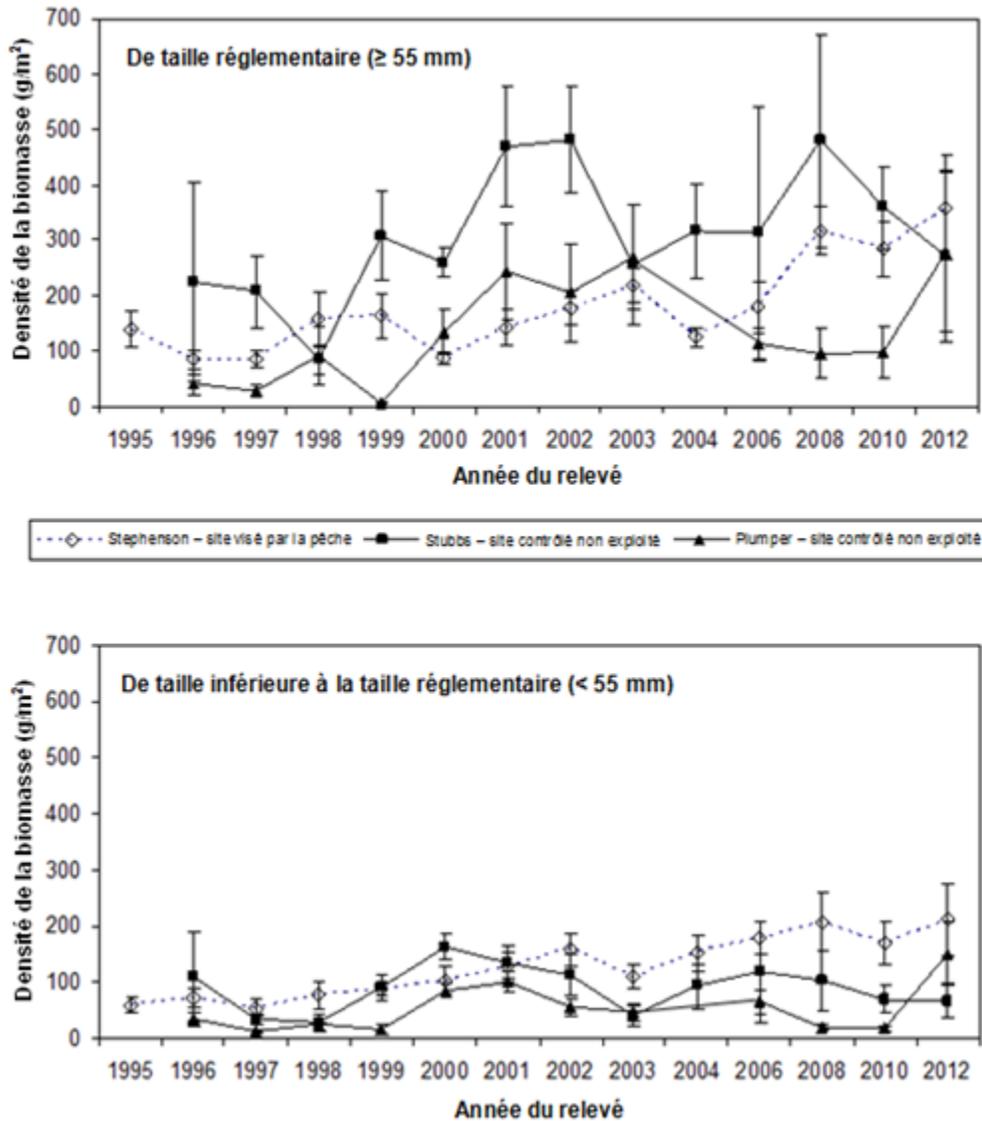


Figure 10. Densité moyenne de biomasse (g/m^2) ± 1 écart-type pour les oursins verts de taille réglementaire (≥ 55 mm) et de taille inférieure à la taille réglementaire (< 55 mm) de trois sous-emplacements [Stephenson (site exploité), Stubbs (site témoin non exploité) et Plumper (site témoin non exploité)] du relevé de plongée du SGPP 12. On n'a terminé un seul transect de Plumper Island en 2004; les données pour cette année-là ne sont donc pas affichées.

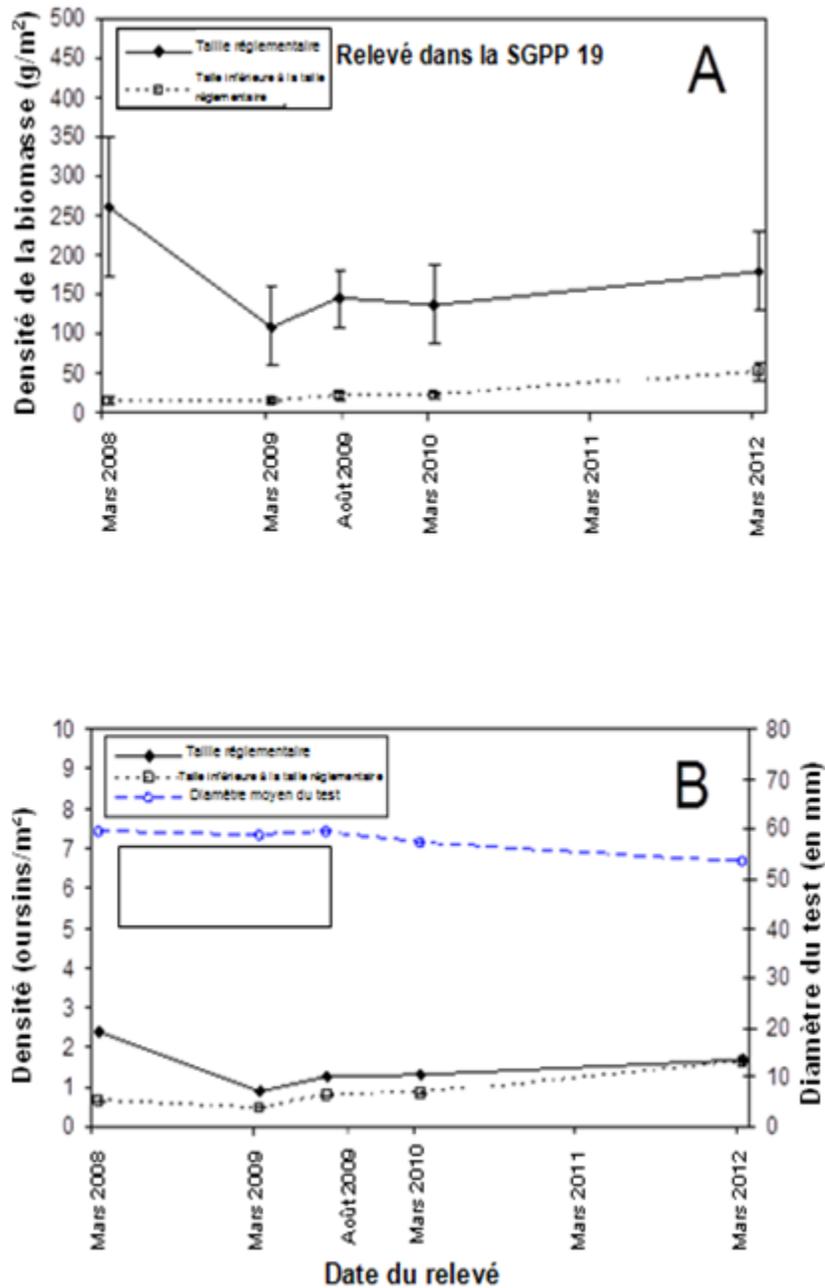


Figure 11. A) Densité moyenne de biomasse (g/m^2) \pm 1 écart-type; B) estimations de la densité (oursins/ m^2) d'oursins verts de taille réglementaire (≥ 55 mm) et de taille inférieure à la taille réglementaire (< 55 mm); B) diamètres moyens du test (mm) estimés à l'aide de relevés de plongée indépendants de la pêche dans les sites témoins du SGPP 19.

Options en matière de quotas

La présente évaluation met à jour les options en matière de quotas déjà publiées, en utilisant le même modèle bayésien dynamique de biomasse dont on s'est servi dans les évaluations du stock d'oursins verts de la C.-B. depuis 2003 (Perry et al. 2003; Zhang et Perry 2005; Perry et al. 2006; Waddell et al. 2010). Les variables du modèle sont les prises totales et la moyenne des CPUE (kilogramme par heure de plongée) pour chaque saison de la pêche commerciale de 1987-1988 à 2011-2012 ainsi que les estimations de la biomasse totale (accompagnées des écarts-type) des oursins verts de taille réglementaire à partir de 14 relevés d'automne effectués dans les sites témoins du SGPP 12 et de 5 relevés des sites témoins du SGPP 19. On a calculé la biomasse totale en multipliant les estimations du programme GUAP de la densité de biomasse (g/m^2) propre à chaque emplacement/année par la surface totale de fond marin (de 0 à 10 m en dessous du zéro des cartes) calculée au moyen du programme d'information géographique Compugrid (Geo-Spatial Systems Ltd. 1996). On a appliqué ce modèle séparément au NEIV et au SEIV et obtenu des distributions de probabilité de la production maximale soutenable (PMS) de chaque région.

On a toujours considéré les valeurs de la PMS comme des cibles à atteindre dans le cadre des mesures de gestion (Mace 2001). Cependant, bon nombre des présupposés qui sous-tendent les modèles de production excédentaire ne sont pas valables pour la pêche commerciale aux oursins verts (tels que l'absence d'amélioration de l'efficacité des engins, la capturabilité constante (dans le temps et l'espace et pour tous les âges), un rapport linéaire entre les CPUE et l'effort ainsi qu'une disponibilité égale de tous les poissons pour la pêche; Zhang et Perry 2005). L'approche actuelle, adoptée en 2013, est une approche de précaution selon laquelle des valeurs comme la PMS constituent des points de référence limite (PRL) à ne pas dépasser au moyen de mesures de gestion. Il faudrait que les points de référence cible (PRC), que les mesures de gestion devraient viser, soient suffisamment éloignés des PRL pour qu'il y ait une faible probabilité que le PRC dépasse la PMS réelle.

Les PRL pour les régions du NEIV et du SEIV sont incertains; ces PRL pourraient correspondre à toute estimation de la PMS représentée par les distributions de probabilité *a posteriori* à partir du modèle bayésien. Les PRC correspondent à diverses réductions de la médiane de la distribution *a posteriori* de la PMS et sont présentés dans le tableau 1 tout comme les probabilités que les PRC soient plus élevés que la PMS réelle. Pour chacune des deux régions, l'attribution de quotas pour chaque SGPP se fait selon la proportion de la contribution du secteur aux débarquements combinés des saisons de pêche 1995-1996 et 2011-2013 (tableau 1).

Les estimations de la PMS médiane pour la présente évaluation sont semblables à celles de l'évaluation antérieure. Pour le NEIV, l'estimation médiane de la PMS de 306 t (tonnes métriques) est légèrement supérieure à l'estimation antérieure de 298 t. Pour le SEIV, l'estimation médiane de la PMS de 74 t est légèrement en dessous de l'estimation de la dernière évaluation de 78 t.

Depuis la saison de pêche 2006-2007, les quotas se sont maintenus à 177,3 t dans le NEIV et à 25,5 t dans le SEIV. Si les quotas se maintenaient autour de ces niveaux pour le prochain plan de gestion triennal, la probabilité qu'ils soient d'une valeur égale ou supérieure à la PMS réelle serait de 2,6 % pour le NEIV et de 1,0 % pour le SEIV. Il s'agit de quotas de précaution qui entraînent un faible risque de surexploitation.

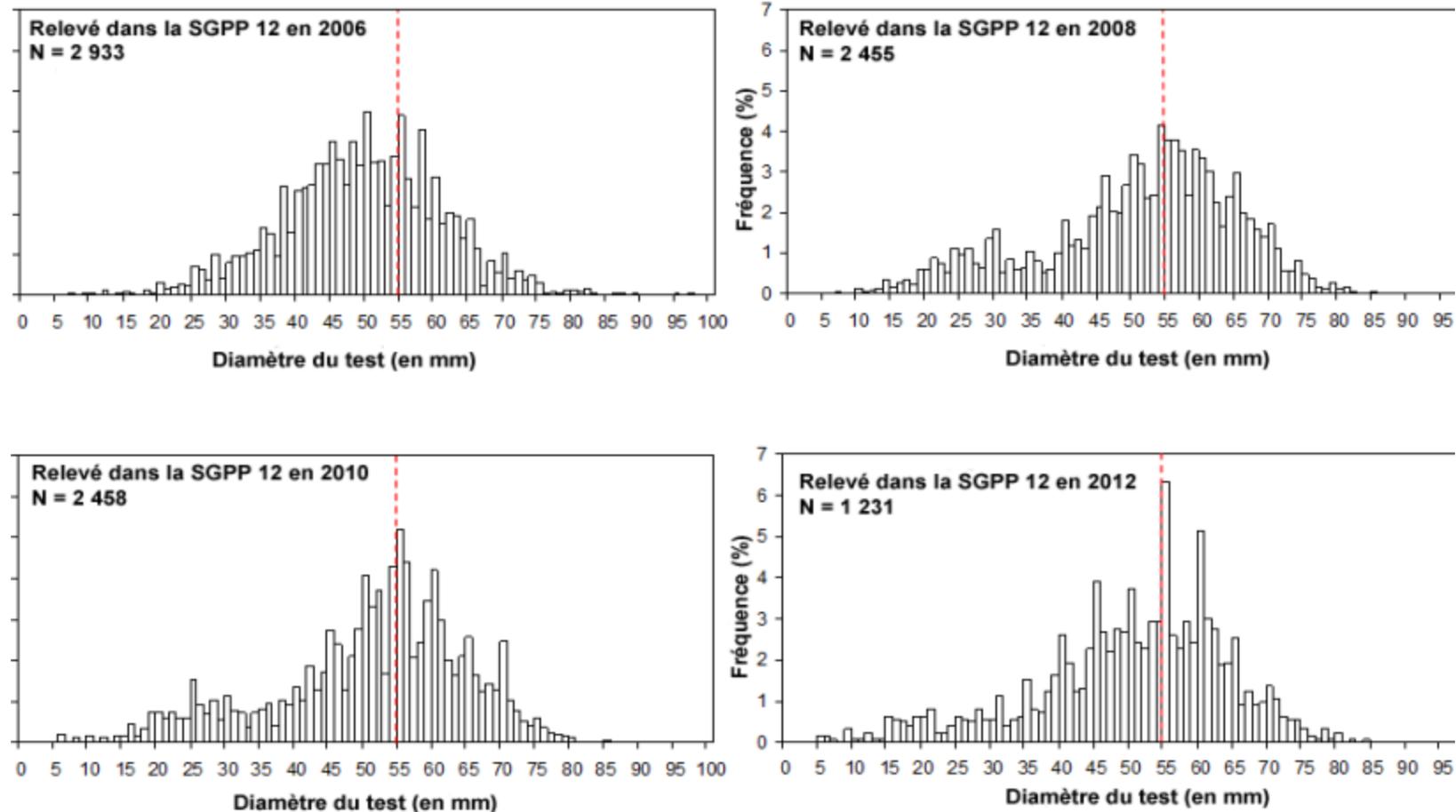


Figure 12. Répartition en pourcentage par fréquence de taille du diamètre du test des oursins verts mesuré au cours des relevés d'automne du SGPP 12 de 2006, de 2008, de 2010 et de 2012. La ligne tiretée rouge indique la taille commerciale réglementaire de 55 mm.

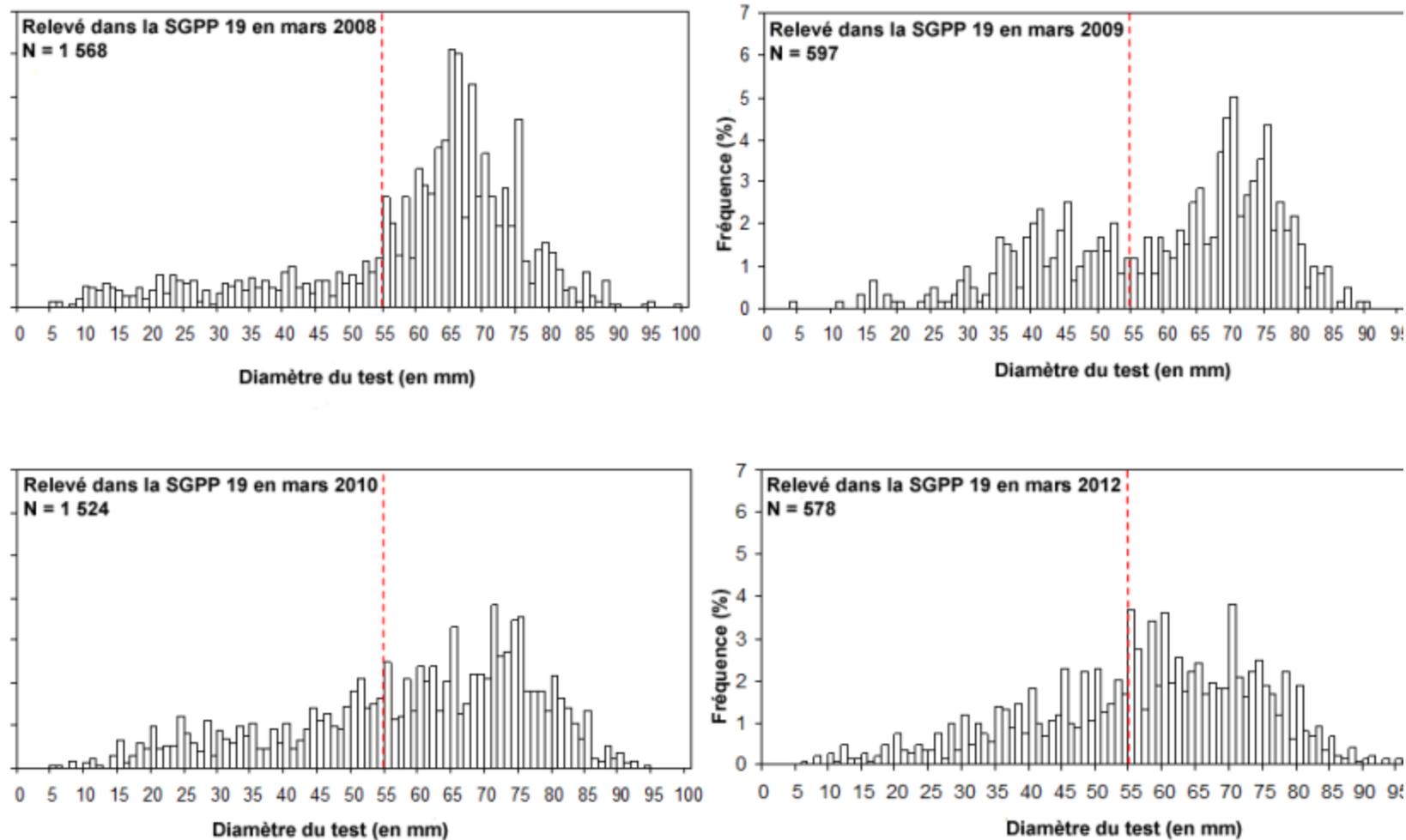


Figure 13. Répartition en pourcentage par fréquence de taille du diamètre du test des oursins verts mesuré au cours des relevés d'automne du SGPP 19 de mars 2006, 2008, 2010 et 2012. La ligne tiretée rouge indique la taille commerciale réglementaire de 55 mm.

Tableau 1. Points de référence cible (PRC) en tonnes métriques correspondant aux réductions de la PMS médiane estimée, la probabilité que le PRC soit supérieur à la PMS réelle, et attribution du quota total à chacune des deux régions de pêche : A) le nord-est de l'île de Vancouver (NEIV) et B) le sud-est de l'île de Vancouver (SEIV).

A. NEIV	Points de référence cible (PRC) (tonnes)r			Probabilité PRC ≥ PMS réelle
	SGPP 12 et 13	SGPP 12	SGPP 13	
PMS médiane estimée	305,60	191,31	114,29	0,500
PMS médiane à 90 %	275,04	172,18	102,86	0,336
PMS médiane à 80 %	244,48	153,04	91,44	0,189
PMS médiane à 70 %	213,92	133,91	80,01	0,084
PMS médiane à 60 %	183,36	114,78	68,58	0,031
PMS médiane à 50 %	152,80	95,65	57,15	0,012
PMS médiane à 40 %	122,24	76,52	45,72	0,004
PMS médiane à 30 %	91,68	57,39	34,29	< 0,001
PMS médiane à 20 %	61,12	38,26	22,86	< 0,001
PMS médiane à 10 %	30,56	19,13	11,43	<< 0,001

B. SEIV	Points de référence cible (PRC) (tonnes)r			Probabilité PRC ≥ PMS réelle
	SGPP 18 et 19	SGPP 18	SGPP 19	
PMS médiane estimée	73,84	29,16	44,66	0,500
PMS médiane à 90 %	66,44	26,24	40,19	0,379
PMS médiane à 80 %	59,06	23,33	35,73	0,261
PMS médiane à 70 %	51,67	20,41	31,26	0,173
PMS médiane à 60 %	44,29	17,50	26,80	0,105
PMS médiane à 50 %	36,01	14,58	22,33	0,055
PMS médiane à 40 %	29,53	11,66	17,86	0,022
PMS médiane à 30 %	22,15	8,75	13,40	0,004
PMS médiane à 20 %	14,76	5,83	8,93	< 0,001
PMS médiane à 10 %	7,38	2,92	4,47	<< 0,001

Sources d'incertitude

Une source d'incertitude de la présente évaluation concerne les CPUE, des données dépendantes de la pêche qui sont tirées des registres tenus par les pêcheurs. En premier lieu, les données sur les CPUE peuvent s'avérer problématiques en raison de l'hyperstabilité, c'est-à-dire lorsque les CPUE demeurent élevées au fur et à mesure que des concentrations successives sont épuisées. En deuxième lieu, les données de prises et effort des premières années de pêche (1987-1995) sont jugées incertaines, car dans cette phase initiale de forte expansion, on ne tient pas toujours les registres, les pêcheurs ont des niveaux différents d'expérience et il n'y a pas de stratégie de pêche unifiée. Pour aborder ce problème, on a intégré les incertitudes liées aux données de prises et effort dans les neuf premières années de la pêche au modèle dynamique de biomasse. En particulier, le modèle suppose un coefficient de variation de 30 % pour l'incertitude liée aux prises et un coefficient de variation de 50 % pour l'incertitude associée aux CPUE. Depuis 1995, toutefois, le poids débarqué total est déterminé à quai par des responsables portuaires de la validation, dans le cadre du système des quotas individuels; depuis cette année, les données sur l'effort ont été consignées avec plus de soin. Par conséquent, le modèle présume que, depuis 1996, les prises déclarées et les CPUE estimées représentent les valeurs réelles.

Les données indépendantes de la pêche comportent des incertitudes inhérentes liées à la méthodologie d'échantillonnage. En omettant certains quadrats, en dénombrant les oursins de certains quadrats, sans les mesurer, et en convertissant les diamètres du test en poids à l'aide de relations allométriques, on accentue l'incertitude des estimations de la densité et de la biomasse. Le programme GUAP utilise : l'interpolation pour estimer le nombre d'oursins dans les quadrats dont on ne dénombre pas les oursins; la méthode d'amorçage paramétrique pour

tenir compte des incertitudes de la répartition par taille des oursins; la méthode d'amorçage non paramétrique pour tenir compte des incertitudes liées aux estimations de la densité des différents transects. Les écarts-types des estimations de la densité sont intégrés au modèle bayésien.

L'utilisation d'une relation allométrique générale pour convertir les diamètres du test en poids pour les années où l'on n'a pas recueilli de données de taille et de poids (à partir de 2012) constitue une source d'incertitude supplémentaire. Les poids estimés servent à calculer les poids moyens réglementaires et les poids inférieurs aux poids réglementaires qui s'appliquent aux oursins dans les quadrats dénombrés et les quadrats omis; ces données et les poids estimés des oursins que l'on a mesurés sont utilisés pour calculer la densité de biomasse (g/m^2). La relation allométrique générale regroupe des données de relevé des deux zones de la pêche commerciale (NEIV et SEIV) et des données de différentes périodes de l'année. On n'a pas évalué le bien-fondé de l'application de cette relation allométrique générale aux oursins verts de relevés particuliers dont le rapport entre le diamètre du test et le poids pourrait bien différer.

Le fait d'attribuer les quotas aux SGPP selon la proportion de la contribution de chaque secteur aux débarquements de 1995-1996 et de 2011-2012 constitue une autre source d'incertitude. Cette méthode comporte le risque de perpétuer une éventuelle surexploitation ou que certains SGPP soient exploités plus que prévu si la répartition et l'abondance des oursins verts varient d'un secteur à l'autre au fil du temps. Pour déterminer si c'est le cas, on a eu recours à des relevés indépendants de la pêche.

Conclusions

Les oursins verts représentent toujours une petite part, mais importante, de la pêche en plongée de la C.-B. En 2012, la densité moyenne des oursins (de taille réglementaire et de taille inférieure à la taille réglementaire) estimée à partir des relevés indépendants de la pêche du SGPP 12 était la plus élevée depuis le début des relevés en 1995; la densité des oursins (aussi bien de taille réglementaire que de taille inférieure à la taille réglementaire) estimée à partir des relevés du SGPP 19 s'est maintenue au cours des quatre dernières années. À l'exception de ce pic, la médiane des CPUE s'est maintenue au cours de la dernière décennie à des niveaux plus élevés que ceux observés au début de la pêche commerciale. Les données de CPUE récentes pourraient être influencées par l'efficacité accrue, par rapport aux premières années de la pêche. Le prix unitaire des oursins verts est resté bas au cours de ces huit dernières années en raison d'une diminution de la demande de produits de la C.-B. dans le marché japonais. Cela s'est traduit par une valeur au débarquement et une pression de la pêche faibles.

Avis

- 1) Le tableau 1 fournit les options en matière de quotas calculées à l'aide d'un modèle bayésien dynamique de biomasse pour le nord-est de l'île de Vancouver (NEIV; SGPP 12 et 13) et le sud-est de l'île de Vancouver (SEIV; ZGPP 18 et 19). La production maximale soutenable (PMS) est établie comme point de référence limite (PRL); des points de référence cible (PRC) sont établis en tant que réductions de la PMS médiane.
- 2) Les risques liés aux options en matière de quota pour le NEIV et le SEIV sont définis dans le tableau 1 comme la probabilité que le PRC soit plus élevé que la PMS réelle (tableau 1). Pour des quotas établis à leurs niveaux actuels de 177,3 t pour le NEIV et de 25,5 t pour le SEIV, le risque que les niveaux de prises soient plus élevés que la PMS réelle concerneraient les deux zones respectivement de 2,6 % et de 1,0 %.

- 3) Il faudrait continuer à effectuer régulièrement des relevés indépendants de la pêche dans les SGPP 12 et 19 afin d'obtenir une série chronologique indépendante de la pêche pour évaluer les tendances des populations d'oursins verts. L'idéal serait d'étendre les relevés à tous les SGPP n'ayant pas fait l'objet de relevés et où l'on pratique la pêche commerciale (c.-à-d. les SGPP 13 et 18).

Collaborateurs

Nom	Organisme de rattachement
Dominique Bureau	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Nicholas Duprey	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Graham Gillespie	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Wayne Hajas	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Claudia Hand	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Dan Leus	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Janet Lohead *	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Chris Pearce	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Ian Perry	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Brenda Waddell	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Zane Zhang	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Juanita Rogers	Gestion des pêches du MPO, région du Pacifique
Erin Wylie	Gestion des pêches du MPO, région du Pacifique

* principale personne-ressource

Approuvé par :

Dr. Laura Richards
 Directeur régional, Sciences
 Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
 Nanaimo (Colombie-Britannique)

Le 6 novembre 2013

Sources de renseignements

- Bureau, D., Hand, C.M., et Hajas, W. 2012. Stock assessment framework for the British Columbia geoduck fishery, 2008. Secr. can. de consult. sci du MPO. Doc de rech. 2011/121 viii + 79 p.
- Efron, B., and Tibshirani, R.J. 1993. An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, New York, NY.
- Geo-Spatial Systems Ltd. 1996. Compugrid Spatial Analysis Tool Kit, Version 7.1W. Reference Manual. Nanaimo, BC, Canada. 190 p.
- Himmelman, J.H., Lavergne, Y., Axelsen, F., Cardinal, A., and Bourget, E. 1983. Sea urchins in the Saint Lawrence Estuary: their abundance, size-structure, and suitability for commercial exploitation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 474-486.
- Krause, G. 2006. [Sea urchins from Canada marketing initiative, 2005-2006 project report](#). Explorations Unlimited Inc., Brentwood Bay, BC, March 30, 2006.
- Larson, B.R., Vadas, R.L., and Keser, M. 1980. Feeding and nutritional ecology of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in Maine, USA. Mar. Biol. 59: 49-62.

- Lessard, J., and Egli, T.P. 2011. Survey of northern abalone, *Haliotis kamtschatkana*, population in Queen Charlotte Strait, British Columbia, May 2009. Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2959.
- Leus, D., Campbell, A., Merner, E., Hajas, W.C., et Barton, L.L. 2013. Framework for estimating quota options for the red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) fishery in British Columbia using shoreline length and linear density estimates. Secr. can. de consult. sci du MPO. Doc de rech. 2013/094. vi + 68 p
- Mace, P.M. 2001. A new role for MSY in single-species and ecosystem approaches to fisheries stock assessment and management. Fish and Fisheries 2: 2-32.
- Munk, J.E. 1992. Reproduction and growth of green urchins *Strongylocentrotus droebachiensis* (Müller) near Kodiak, Alaska. J. Shellfish Res. 11: 245-254.
- Perry, R.I., Zhang, Z., and Waddell, B.J. 2003. Assessment of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) stocks in British Columbia, 2003. Secr. can. de consult. sci du MPO. Doc de rech. 2003/082. 55 p
- Perry, R.I., Zhang, Z. et Waddell, B. 2005. Évaluation du stock et options de quotas pour la pêche à l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) en Colombie-Britannique, 2006-2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/064.
- Sokal, R.R., and Rohlf, J.F. 2012. Biometry: the principals and practice of statistics in biological research. 4th Edition. W.H. Freeman and Co., New York.
- Strathman, R. 1978. Length of pelagic period in echinoderms with feeding larvae from the Northeast Pacific. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 34: 23-27.
- Vadas, R.L. 1977. Preferential feeding: an optimization strategy in sea urchins. Ecol. Monogr. 47: 337-371.
- Vadas, R.L. Sr., Smith, B.D., Beal, B., and Dowling, T. 2002. Sympatric growth morphs and size bimodality in the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Ecol. Monogr. 72: 113-132.
- Waddell, B.J., Crossley, C.M., Tzotzos, D.P., Perry, R.I., et Kensall, D. 2002. Survey results of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations in Queen Charlotte Strait, British Columbia, November 1996 and February 1997. Rapp. tech. can. sci. halieut. Aquat. 2419.
- Waddell, B.J., et Perry, R.I. 2005. Survey results of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations in Queen Charlotte Strait, British Columbia, November 1998, 1999, 2000, 2001, and October 2002. Rapp. tech. can. sci. halieut. Aquat. 2591.
- Waddell, B.J., et Perry, R.I. 2006. Survey results of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations in Queen Charlotte Strait, British Columbia, October 2003 and November 2004. Rapp. tech. can. sci. halieut. Aquat. 2633.
- Waddell, B.J., et Perry, R.I. 2007. Survey results of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations in Queen Charlotte Strait, British Columbia, October 2006. Rapp. tech. can. sci. halieut. Aquat. 2742.
- Waddell, B.J., et Perry, R.I. 2012. Survey results of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) populations in Queen Charlotte Strait, British Columbia, October 2008 and November 2010. Rapp. tech. can. sci. halieut. Aquat. 3000.
- Waddell, B., Zhang, Z., et Perry, R.I. 2010. Stock assessment and quota options for the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, fishery in British Columbia, 2010-2013. Secr. can. de consult. sci du MPO. Doc de rech. 2010/027. vi + 36 p

Zhang, Z., and Perry, R.I. 2005. Use of state-space modeling with a Bayesian approach to estimate target reference points for green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) stocks in the Queen Charlotte Strait regions, British Columbia, Canada. Fish. Res. 74: 253-264.

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208

Courriel: CSAP@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Mise à jour sur l'état du stock et options en matière de quotas pour la pêche aux oursins verts, *Strongylocentrotus droebachiensis*, en Colombie-Britannique, 2013-2016. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2014/052

Also available in English:

DFO. 2015. *Stock status update and quota options for the Green Sea Urchin (Strongylocentrotus droebachiensis) fishery in British Columbia, 2013-2016. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2014/052.*