



PRISE EN CONSIDÉRATION DES CHANGEMENTS DANS LA MORTALITÉ NATURELLE AU SEIN DES STOCKS DE MORUE DU GOLFE DU SAINT-LAURENT

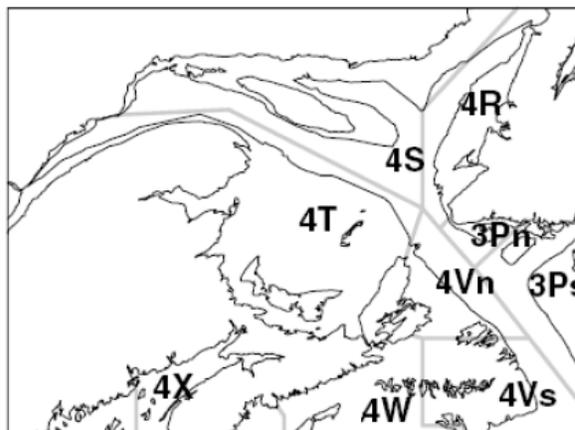
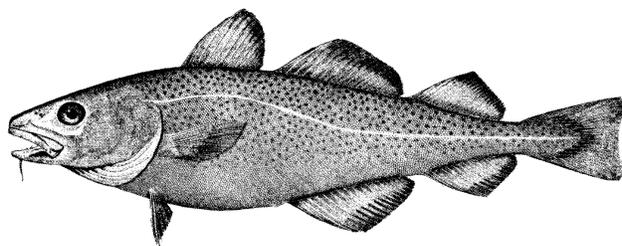


Figure 1. Carte du golfe du Saint-Laurent indiquant les divisions de l'OPANO.

Contexte :

Au cours d'une réunion du processus d'évaluation zonale qui a eu lieu à Terre-Neuve en 1998, on avait décidé que, pour les stocks de morue (*Gadus morhua*) du nord et du sud du golfe du Saint-Laurent, les valeurs M (mortalité naturelle) seraient augmentées de 0,2, qui est la valeur historique, à 0,4 et ce, rétrospectivement jusqu'en 1986. Cette décision avait été prise en fonction des données disponibles à ce moment-là. Or, à la lumière d'analyses ultérieures, les participants à l'évaluation régionale de 2005, qui a eu lieu à Mont-Joli, ont décidé d'abaisser la valeur M pour les morues du nord du golfe de 0,4 à 0,3 pour la période allant de 1997 à 2000 et de 0,4 à 0,2 pour celle s'étendant de 2001 à aujourd'hui. Toutefois, pour les morues du sud du golfe, les données examinées au cours d'évaluations régionales laissent supposer qu'aucun déclin récent de M n'est apparent et qu'une valeur de M de 0,4 demeure appropriée. On a tenu un examen zonal de la mortalité naturelle à l'Institut Maurice-Lamontagne de Mont-Joli, au Québec, les 31 janvier et 1^{er} février 2007, afin d'évaluer les données, les méthodes et les résultats associés à la détermination des changements dans la valeur de M pour les deux stocks ainsi que l'information provenant d'études connexes et, ensuite, de produire un avis sur la façon de considérer M dans les évaluations régionales des stocks de morue du golfe qui auront lieu en 2007.

SOMMAIRE

- Les tendances concernant la longueur à l'âge (croissance), la condition et l'âge à la maturité ont été comparées entre les deux stocks de morue du golfe du Saint-Laurent, car ces tendances peuvent être associées à des changements dans la mortalité naturelle. La principale différence entre ces paramètres est qu'après une période de déclin, la

croissance chez les morues du nord du golfe semble s'être rétablie aux niveaux des années 1970, tandis que cela n'a pas été le cas pour les morues du sud du golfe.

- La valeur Z (mortalité totale), estimée d'après des données obtenues dans le cadre de relevés effectués durant le moratoire (c'est-à-dire depuis le milieu et jusqu'à la fin des années 1990), a été de 0,56 et de 0,58 pour les morues du nord et du sud du golfe respectivement. Étant donné que la valeur F (mortalité par la pêche) a été minime, la valeur de M est demeurée à 0,4 environ pour les deux stocks durant le moratoire.
- Il est possible d'estimer la valeur de M au moyen de modèles de population structurés selon l'âge ainsi que de données de relevés et de données sur les prises (p. ex., modèle ADAPT). Lorsqu'on a appliqué à chaque stock des formulations identiques du modèle ADAPT, on a obtenu des valeurs de M estimées compatibles avec les valeurs hypothétiques utilisées au cours des évaluations de 2006. Ces analyses indiquent que, au cours de la dernière décennie, la valeur de M a diminué à environ 0,25 pour les morues du nord du golfe, mais qu'elle est demeurée élevée (0,4-0,5 environ) pour les morues du sud du golfe.
- Les évaluations de 2007 concernant les morues du nord et du sud du golfe doivent être généralement compatibles avec les méthodes utilisées pour estimer la valeur de M avec le modèle ADAPT. Toutefois, il y aura de légères différences entre les deux stocks. Pour les deux stocks, la valeur de M doit être fixe (0,2) pour une période antérieure à 1985 pour demeurer compatible avec les études antérieures dans lesquelles la valeur de M correspondait à cette 0,2 ou moins. Pour les deux stocks, la valeur de M doit être fixe (à 0,4) pour les années du moratoire – pour les morues du nord du golfe, entre 1994 et 1996; pour les morues du sud du golfe, entre 1994 et 1997. Des périodes où la valeur de M est fixe sont nécessaires pour ancrer l'estimation faite avec le modèle ADAPT.
- Pour la période allant de 1980 à 1993, la valeur de M peut être estimée pour le sud du golfe. En ce qui concerne le nord du golfe, la valeur de M doit être fixe : 0,2 jusqu'en 1985 et 0,4 entre 1986 et 1996. Pour la période allant de 1997-1998 à 2006, la valeur de M doit être estimée en deux blocs pour les deux stocks, à moins qu'il n'y ait une raison statistique de considérer trois blocs.
- L'avis scientifique sur la gestion des stocks de morue du nord et du sud du golfe est fondé sur une analyse des risques. Les incertitudes concernant l'estimation de la valeur de M doivent être incluses de façon concrète dans l'analyse des risques.
- On recommande que l'estimation de la valeur de M pour ces stocks de morue et d'autres stocks fasse l'objet d'analyses plus poussées et que l'on tienne compte de la variabilité dans la capturabilité au cours des relevés, de l'incertitude concernant les prises déclarées et de la sensibilité aux hypothèses et aux contraintes associées au modèle d'évaluation.
- Les raisons expliquant les différences récentes dans la mortalité naturelle entre les deux stocks demeurent mal comprises.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

La mortalité naturelle (M) est un composant important de toute évaluation d'un stock selon l'âge. Habituellement, la valeur de M est fixe (valeur constante de 0,2) dans les évaluations analytiques des stocks de morue au large de la côte est du Canada, cette valeur étant établie selon les caractéristiques naturelles du cycle biologique de ces populations. Le moratoire a fourni une occasion unique d'examiner la valeur de M dans des conditions où l'on pouvait présumer que la mortalité par la pêche (F) était proche de zéro pour un certain nombre de stocks. L'analyse des données issues des relevés indiquait que la valeur de M avait été supérieure à 0,2 pour certains stocks au cours du moratoire et, après une analyse plus poussée, on a jugé qu'une valeur de 0,4 serait valable pour les morues du nord du golfe (3Pn4RS) et du sud du golfe (4TVn(nov-avr)) pour la période de 1986 à aujourd'hui. En 2005, au cours d'une réunion d'évaluation régionale tenue à Mont-Joli, on a décidé d'abaisser la valeur de M pour les morues du nord du golfe de 0,4 à 0,3 de 1997 à 2000 et de 0,4 à 0,2 à partir de 2001. Cette décision était fondée sur des estimations faites avec le modèle ADAPT, sur une augmentation du pourcentage de poissons plus âgés, sur une diminution des déclarations erronées et sur une hausse des températures de l'eau. Pour ce qui est des évaluations régionales portant sur le sud du golfe, les données soutenaient l'hypothèse voulant que la valeur de M n'ait pas décliné, et une valeur de M de 0,4 a été utilisée. Les différences dans le traitement de la mortalité naturelle au cours des deux évaluations ont des conséquences quant à la productivité perçue des stocks et quant aux risques associés aux différentes options envisageables en matière de TAC. L'objectif du présent examen zonal est, d'une part, de déterminer si les valeurs de M actuellement utilisées pour l'évaluation des deux stocks sont étayées par les meilleures preuves scientifiques disponibles et, d'autre part, de produire un avis sur le traitement le plus approprié de la mortalité naturelle dans le cadre des évaluations des stocks de morue du nord et du sud du golfe de 2007.

ÉVALUATION

Approches

Un certain nombre de facteurs liés à la biologie et à l'environnement peuvent affecter la mortalité naturelle. La pêche peut également avoir des effets indirects. Ces facteurs ont été brièvement passés en revue. On dispose d'un certain nombre de méthodes pour estimer la mortalité naturelle. Le choix d'une méthode plutôt qu'une autre a été fait en fonction des données disponibles pour les deux stocks de morue du golfe. On a également passé en revue le traitement de la mortalité naturelle dans les évaluations des stocks de morue du golfe réalisées en 2006. En outre, on a brièvement examiné les données et les analyses effectuées pour les morues du nord et pour celles de l'est du plateau néo-écossais afin d'inscrire le problème dans un contexte plus large. Des formulations presque identiques du modèle ADAPT ont été précisées pour les morues du golfe et appliquées au cours de la réunion, ce qui a permis une comparaison des changements dans la mortalité naturelle pour les deux stocks. À partir de ces résultats, on a recommandé des formulations pour les évaluations de 2007 des stocks de morue du nord et du sud du golfe. Ces formulations étaient très similaires. On a fait des suggestions concernant la prise en considération de la mortalité naturelle dans les projections afin d'évaluer les risques associés aux différentes options de TAC.

Causes possibles des changements dans la valeur de M

On reconnaît que le cycle biologique des espèces de poissons est adapté, par l'entremise du processus évolutif, aux conditions vécues afin d'optimiser la valeur adaptative des espèces. Cette optimisation suppose des ajustements entre différentes caractéristiques du cycle biologique. Certains de ces ajustements se produisent à l'échelle phylogénétique et ont été définis comme des « invariants » du cycle biologique par Beverton-Holt. Selon ces invariants, le taux de mortalité naturelle augmente avec la diminution de l'âge à la maturité et avec l'augmentation du taux de croissance dans les groupes phylogénétiques. Le degré auquel ces invariants se maintiennent dans les taxons ou les stocks demeure inconnu, et des facteurs tels que la disponibilité de la nourriture et d'autres effets environnementaux pourraient être importants.

Dans le nord du golfe, la longueur moyenne à l'âge 6 dans les prises commerciales a diminué du milieu des années 1970 jusqu'au début des années 1990 et s'est ensuite rétablie aux valeurs observées durant les années 1970. Les longueurs en fonction de l'âge observées au cours des relevés effectués par des navires de recherche sont compatibles avec les tendances tirées des données sur la pêche commerciale. En effet, la série de données obtenue à partir du NM *Gadus Atlantica* (1978-1994) indique un déclin graduel, tandis que celle obtenue à partir du NGCC *Alfred Needler* (1990-2005) montre le contraire. Dans le sud du golfe, la longueur moyenne à l'âge 6 a diminué de façon importante vers la fin des années 1970 jusqu'au milieu des années 1980 mais a, par la suite, affiché une légère tendance à la hausse et est, essentiellement, demeurée très faible. Dans le nord du golfe, l'âge à la maturité a décliné du milieu des années 1980 jusqu'au milieu des années 1990 et a, par la suite, affiché un retour partiel vers des âges plus avancés. Chez les morues du sud du golfe, l'âge à la maturité a décliné durant les années 1960 et 1970 et a peu changé depuis. Dans le nord du golfe, l'augmentation du taux de croissance et la diminution de l'âge à la maturité depuis le milieu des années 1980 jusqu'à la fin des années 1990 seraient compatibles avec une mortalité naturelle accrue selon les invariants du cycle biologique de Beverton-Holt. Chez les morues du sud du golfe, les faibles taux de croissance enregistrés depuis le milieu des années 1980 n'indiqueraient pas une mortalité naturelle accrue si l'on se fonde sur la relation phylogénétique entre la mortalité et la croissance.

La pression causée par la pêche intensive au cours des 50 dernières années a soumis un certain nombre de stocks de poissons de fond du large de la côte est du Canada à une forte mortalité sélective en fonction de la taille, et il est prouvé que cela peut causer des changements d'ordre génétique liés à la croissance dans certains stocks, notamment chez la morue du sud du golfe. Ainsi, la pêche pourrait être en partie responsable de changements dans la mortalité naturelle : sous l'effet de la sélection naturelle, il se produirait des ajustements entre la fécondité, la survie et la croissance chez les poissons afin de maintenir un certain équilibre optimal dans des conditions de forte mortalité due à la pêche.

On sait que le taux de croissance des morues est affecté par la température ambiante, mais la tendance observée pourrait être fonction de la disponibilité de la nourriture. Les températures de l'eau ont été élevées à la fin des années 1970 et au début des années 1980, mais elles ont diminué vers le milieu et la fin des années 1980 pour atteindre un minimum vers le début et le milieu des années 1990. Par la suite, les températures sont revenues à la normale. La longueur en fonction de l'âge est corrélée avec la température chez les morues du nord du golfe, mais on a démontré que la température n'avait qu'un effet mineur sur la croissance des morues du sud du golfe. En outre, les tendances relatives à la température ambiante dans le sud du golfe

durant la saison d'alimentation de la morue ont différé des tendances environnementales générales, les morues ayant occupé des eaux plus chaudes au milieu des années 1990 qu'au début des années 1980. Les effets de la température pourraient avoir joué un rôle dans les changements touchant la mortalité naturelle chez les morues du nord du golfe en affectant les ajustements entre les caractéristiques du cycle biologique.

On a trouvé que l'état physique des morues avait un effet sur leur survie en laboratoire. L'état physique des morues du nord du golfe en hiver a atteint des valeurs minimales au début des années 1990 et est revenu aux valeurs moyennes au début des années 2000. Pour ce qui est de l'état physique des morues du sud du golfe, il a décliné à partir du milieu des années 1970 jusqu'au début des années 1980 et, par la suite, a fluctué autour d'un niveau intermédiaire sans que l'on ne puisse observer de tendances. L'état des morues du nord du golfe au début des années 1990 a atteint des niveaux qui pourraient avoir engendré une mortalité accrue.

La prédation est indubitablement un facteur important dans les deux stocks, notamment aux stades juvéniles. L'abondance des phoques dans le golfe a augmenté depuis la fin des années 1970. Cela correspond à une augmentation de la valeur de M estimée pour les deux stocks de morue du golfe. La consommation de gros poissons est beaucoup plus importante chez les phoques gris que chez les phoques du Groenland. Les phoques gris pourraient être plus abondants au sud du chenal Laurentien, où ils résident toute l'année. L'augmentation de la valeur de M estimée chez la morue du sud du golfe suit les hausses de l'abondance des phoques gris. Toutefois, l'information disponible sur le régime alimentaire donne à penser que les phoques gris consomment principalement des morues juvéniles, tandis que les preuves d'une augmentation de la valeur de M concernent des morues de plus grande taille (âge 3 ou plus). Si les phoques gris ne consomment pas souvent la tête des grands poissons, la consommation de grosses morues sera sous-estimée par les données disponibles sur le régime alimentaire. La détermination du régime alimentaire est fondée sur des parties dures comme les otolithes. Bien que la prédation par les phoques du Groenland contribue indubitablement à la mortalité chez les morues du nord du golfe, ces phoques demeurent abondants à cet endroit et, par conséquent, ne sont vraisemblablement pas responsables du déclin de la valeur de M pour ce stock qui est survenu au cours des dernières années.

Méthodes d'estimation des changements dans la valeur de M

Un certain nombre de méthodes peuvent être utilisées pour estimer la mortalité naturelle. Parmi celles-ci, citons les méthodes empiriques fondées sur des caractéristiques liées à la longévité, à la croissance et à la maturation, l'analyse des données des relevés, l'analyse des données de marquage et l'estimation à l'aide de modèles de la population. Les méthodes empiriques fondées sur les caractéristiques liées à la longévité, à la croissance et à la maturation, comme les méthodes utilisant les invariants du cycle biologique de Beverton-Holt, sont considérées comme étant les meilleures eu égard aux différences dans la mortalité à l'échelle de l'espèce et aux changements généraux auxquels on peut s'attendre pour différentes caractéristiques de croissance ou de maturation. Les méthodes empiriques sont cependant moins utiles pour obtenir des estimations quantitatives pour les évaluations annuelles des stocks.

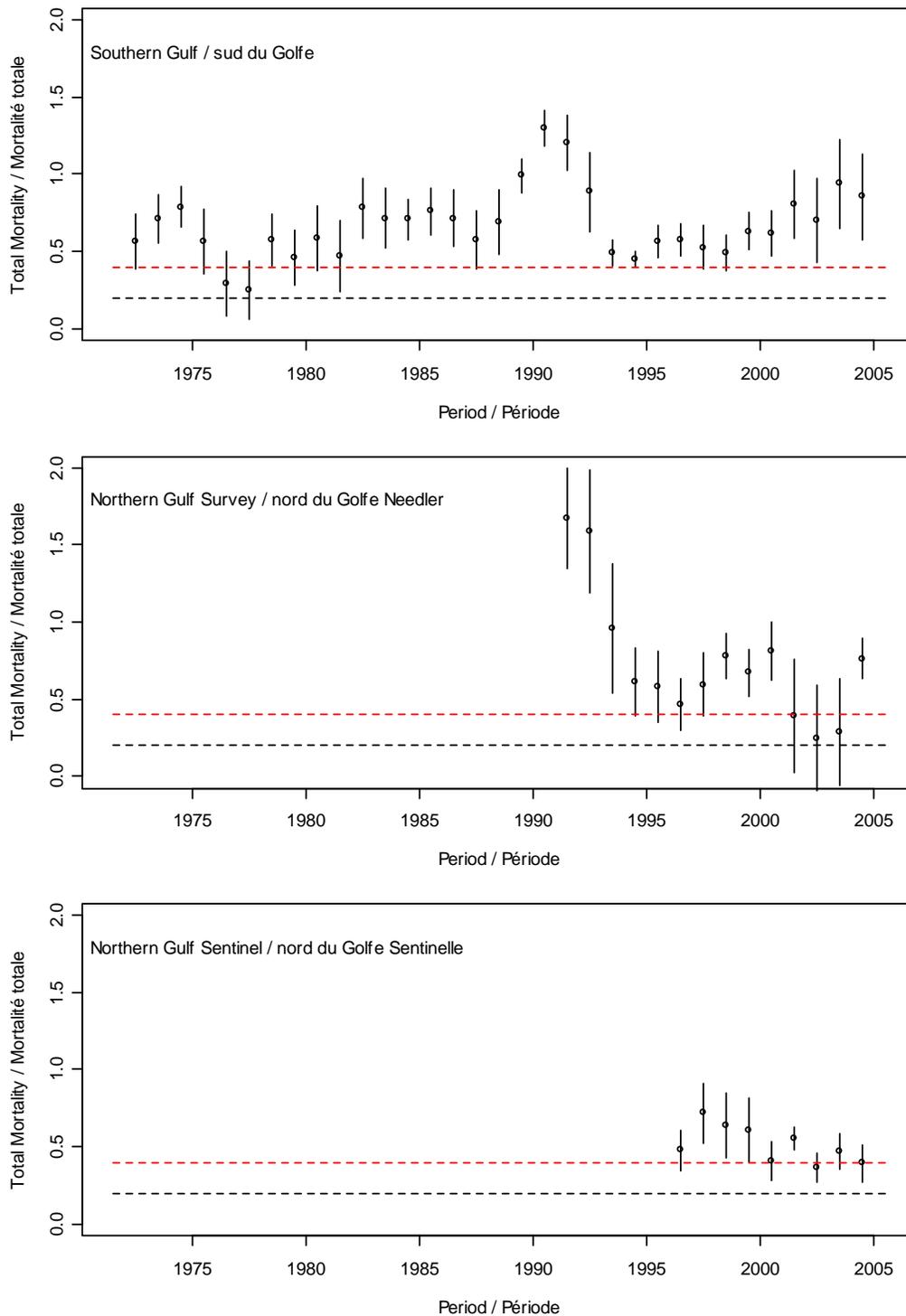


Figure 2 Les analyses de la courbe des prises modifiée effectuées à l'égard de données sur la morue dans le nord et dans le sud du golfe indiquent des taux de mortalité totale significativement supérieurs au taux de mortalité naturelle de référence de 0,2 (ligne tiretée du bas); ces taux se situeraient aux alentours de 0,4 (ligne tiretée du haut). Les barres d'erreur représentent +/- deux erreurs types.

Analyse de la courbe des prises

Les analyses de la courbe des prises non regroupées en fonction de l'âge reposant sur des données provenant de relevés effectués à partir de navires de recherche peuvent fournir des estimations de la mortalité totale (Z) pour des classes d'âge entièrement recrutées. Des analyses de la courbe des prises mises à jour pour le nord du golfe ont été menées à partir de données recueillies en août par le navire de recherche *Needler* (1990-2006) et à partir de données des relevés de pêche sentinelle au chalut (1995-2006). En ce qui concerne le sud du golfe, les analyses ont été effectuées à partir de données recueillies en septembre par un navire de recherche. Les estimations de la mortalité totale (Z) étaient significativement supérieures à la valeur de référence de 0,2 au cours des années qui ont suivi immédiatement l'imposition du moratoire dans les deux zones (figure 2). Les estimations étaient également supérieures à 0,4 dans les deux zones, bien que les différences n'aient pas toujours été significatives sur le plan statistique. Étant donné que la pêche a été grandement réduite durant le moratoire, les analyses antérieures indiquant une valeur de M de 0,4 durant cette période ont été confirmées. Les analyses de la courbe des prises donnent à penser que la mortalité totale (Z) augmente dans le sud du golfe et ne fournissent aucune preuve voulant que la valeur de M soit revenue à 0,2 (valeur historique) depuis le moratoire. Les estimations de la valeur de Z ont augmenté initialement durant la période suivant le moratoire dans le nord du golfe, ont décliné au début des années 2000 pour s'établir pour valeur inférieure à 0,4, puis ont augmenté au cours de la période la plus récente. Le déclin de la mortalité totale (Z) dans le nord du golfe au début des années 2000 pourrait annoncer un déclin de la mortalité naturelle (M).

Estimation de la mortalité naturelle au moyen d'un modèle de la population

Historiquement, les modèles de la population utilisés pour l'évaluation des stocks de morue au large de la côte est du Canada utilisaient une valeur de M estimée de 0,2, laquelle coïncidait avec les caractéristiques du cycle biologique durant les années 1960. Or, cette hypothèse apparaît plus fragile pour les 20 dernières années si l'on se fonde sur l'analyse des données des relevés effectués au cours du moratoire et sur les changements survenus dans les caractéristiques du cycle biologique. Des modèles comme le modèle ADAPT, communément utilisés dans les évaluations des stocks de poissons de fond dans l'Atlantique canadien, peuvent traiter la valeur de M comme un paramètre à estimer pour différentes combinaisons d'âges et d'années, le nombre de paramètres M supplémentaires étant fonction de la marge de manœuvre disponible. La mesure dans laquelle de telles estimations sont utiles est également tributaire d'erreurs liées à l'observation, au processus et au modèle, incluant les diverses hypothèses et contraintes applicables à la procédure d'estimation. Les erreurs liées à l'observation sont habituellement importantes pour la plupart des séries de données de relevés, tandis que les erreurs liées au processus et associées à la capturabilité lors des relevés peuvent être significatives. Selon le modèle ADAPT, on présume que l'on connaît bien les prises commerciales (débarquements plus rejets à la mer et autres formes de mortalité non déclarée), alors que dans les faits, la fiabilité de la déclaration des prises varie dans le temps et entre les stocks. Les erreurs d'observation au cours des relevés, les changements dans la capturabilité au cours des relevés et les changements dans la relation entre les prises déclarées et les mortalités réellement causées par la pêche peuvent tous affecter les tentatives d'estimer la valeur de M avec le modèle ADAPT. Il faudra donc mener des analyses de sensibilité de l'estimation de la mortalité naturelle en regard des hypothèses et des contraintes de la procédure d'estimation. Malgré ces limites, on pense que les approches d'estimation de la mortalité naturelle ont progressé, passant d'un outil de diagnostic utile à une méthode

statistique permettant d'obtenir des estimations plus exactes du nombre de poissons par âge et de la mortalité par la pêche dans les évaluations des stocks. Lorsque la valeur de M est systématiquement traitée comme un paramètre à estimer dans le cadre de l'évaluation, on peut calculer l'incertitude dans l'estimation et la transposer dans les projections stochastiques pour déterminer les risques associés aux différentes options de TAC. On peut faire des estimations de la mortalité naturelle en utilisant d'autres modèles que le modèle ADAPT. Par exemple, on a examiné des estimations préliminaires de la mortalité naturelle, obtenues à partir d'un modèle de marche aléatoire qui a été appliqué aux morues du sud du golfe. Les résultats tendent à confirmer les estimations fondées sur le modèle ADAPT.

Estimations de la mortalité naturelle à partir de données de marquage

Un groupe de poissons marqués, qui a fait l'objet d'une surveillance menée sur plusieurs années successives, peut constituer une population à partir de laquelle peuvent être effectuées des inférences sur la mortalité naturelle annuelle. Les survivants appartenant à la population initiale de poissons marqués chaque année sont ceux qui n'ont pas été capturés dans le cadre de pêches, qui ne sont pas morts durant le marquage initial, qui ne sont pas morts de cause naturelle (mortalité annuelle résultant de causes naturelles) et qui n'ont pas perdu leurs marques. Il est également important de quantifier les taux de déclaration des marques. Le taux de mortalité initiale durant le marquage peut être inféré à partir d'expériences menées dans des cages sur des poissons marqués et des poissons non marqués. Le taux de perte de la marque peut être inféré à partir de poissons portant une double marque. Une bonne approche pour estimer les taux de déclaration consiste à récompenser fortement les retours de marques, certaines récompenses étant suffisamment importantes pour s'assurer que toutes les marques fortement primées sont retournées. Dans ce cas, il est également possible d'estimer les taux de déclaration des marques dont le retour est associé à une prime moins élevée. Lorsque des séries chronologiques annuelles sur les marquages/remises à l'eau et les recaptures sont disponibles, il est également possible d'estimer la valeur de M . Plusieurs progiciels servant à analyser les données de marquage le font. Une autre approche consiste à rajuster les hypothèses concernant la valeur de M pour faire correspondre les retours de marques prédites par le modèle avec les marques observées. La principale information sur la valeur de M vient des différences entre la fraction de marques retournées et provenant de campagnes de marquage plus anciennes, où le temps laissé aux poissons marqués est suffisant pour que M ait un effet, et celle provenant de campagnes plus récentes, où la mortalité naturelle n'a pas encore touché les survivants et où la fraction retournée est principalement déterminée par la pêche et les taux de déclaration. On a appliqué cette approche aux morues du nord et à celles du banc de Saint-Pierre, pour lesquels on dispose d'une vaste quantité de données de marquage. L'approche générale peut également être appliquée aux données de marquage des morues du nord du golfe. Une autre approche utilisant de l'information similaire mais fondée sur l'équation des prises de Baranov peut également être envisagée. Les résultats préliminaires de l'application de cette dernière méthode à la morue du nord du golfe laissent croire que la valeur de M est supérieure à 0,3 pour la période allant de 1999 à 2006.

Analyses comparatives réalisées avec le modèle ADAPT pour les morues du nord et du sud du golfe

Dans les évaluations des morues du nord et du sud du golfe en 2006, on a présumé que la valeur de M variait dans le temps selon un profil déterminé (figure 3) d'après des passages antérieurs du modèle ADAPT pour lesquels la valeur de M avait été estimée pour différents blocs de temps. Pour la morue du nord du golfe, les valeurs de M présumées étaient les suivantes : 0,2 de 1975 à 1985; 0,4 de 1986 à 1996; 0,3 de 1997 à 2000; 0,2 de 2001 à 2005. Pour la morue du sud du golfe, les valeurs de M présumées étaient les suivantes : 0,2 de 1971 à 1985; 0,4 de 1986 à 2005.

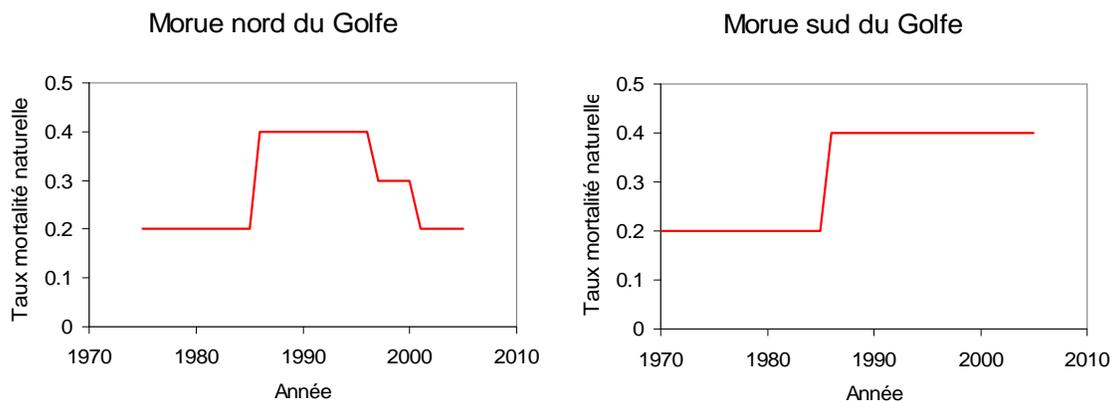


Figure 3 Séquence des valeurs de M présumées dans le cadre d'évaluations sur les morues du nord et du sud du golfe menées en 2006.

Afin d'approfondir davantage le fondement des différentes hypothèses dans les évaluations de 2006, des essais exploratoires identiques ont été menés sur les deux stocks dans le cadre de l'examen de la mortalité naturelle. Pour ces essais (figure 4), la valeur de M a été fixée à 0,2 jusqu'en 1985, estimée pour la période allant de 1986 à 1992, fixée à 0,4 pour la période allant de 1993 à 1997, estimée pour la période allant de 1998 à 2001 et, ensuite, estimée séparément pour la période allant de 2002 à 2005-2006. La seule différence était que, pour les morues du nord du golfe, les analyses incluaient les données de 2006 (c.-à-d., les données à utiliser dans l'évaluation de 2007), tandis que les analyses concernant les morues du sud du golfe n'incluaient que les données allant jusqu'à 2005 (c.-à-d., les données utilisées dans l'évaluation de 2006).

Les résultats de l'expérience corroboraient, de façon générale, les valeurs utilisées dans l'évaluation de 2006 de chaque stock. Pour la morue du nord du golfe, les estimations pour la période allant de 1986 à 1992 étaient d'environ 0,6, une valeur sensiblement plus élevée que la valeur présumée dans l'évaluation de 2006, mais non significative étant donné l'erreur type importante. Pour la morue du sud du golfe, l'estimation pour cette même période correspondait presque à 0,4 avec une petite erreur type. Pour la période allant de 1998 à 2001, les estimations concernant la morue du nord du golfe étaient de 0,26, ce qui se rapproche de la valeur estimée de 0,3 pour la période allant de 1997 à 2000 dans l'évaluation de 2005. Pour la morue du sud du golfe, l'estimation pour cette période était de 0,36, ce qui n'est pas significativement différent de la valeur de 0,4 applicable à la période allant de 1986 à 2005 dans l'évaluation de 2006. Pour la période allant de 2002 à 2006, l'estimation pour la morue du nord du golfe était de 0,25, ce qui se rapproche de la valeur estimée de 0,2 dans l'évaluation de 2005.

pour cette même période. L'estimation pour la morue du sud du golfe pour la période allant de 2002 à 2005 était de 0,47, une différence significativement marginale par rapport à 0,4.

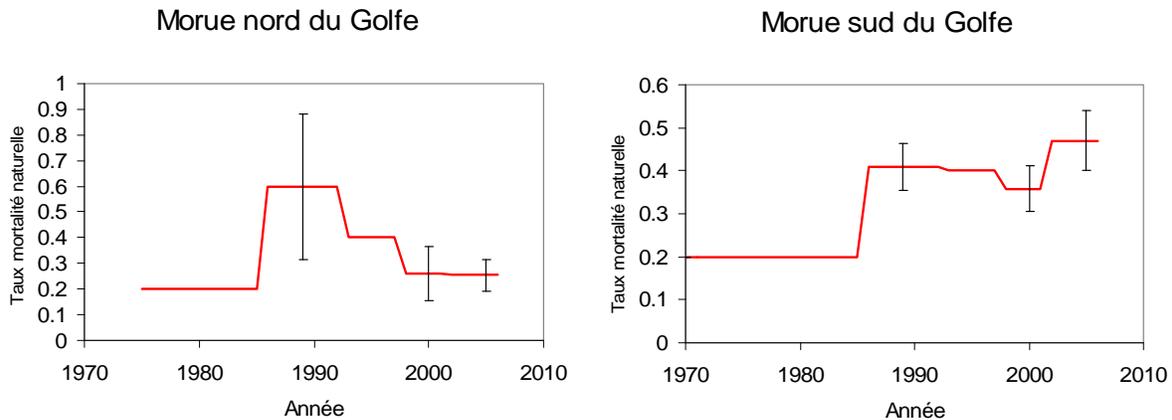


Figure 4 Essais exploratoires comparatifs pour l'estimation de la mortalité naturelle (M) incluant des valeurs fixes et des estimations, +/- deux erreurs types.

Traitement proposé de la valeur de M dans les évaluations de 2007

La conclusion de l'examen est que l'on dispose de preuves empiriques voulant que la mortalité naturelle ait diminué ces dernières années dans le nord du golfe, mais qu'elle demeure élevée dans le sud du golfe. Les auteurs de l'examen recommandent que des formulations quasi-identiques du modèle ADAPT soient utilisées pour les deux stocks de morue au cours des évaluations de 2007. Pour les deux stocks, la valeur de M doit être fixe (0,2) pour la période antérieure à 1985, afin que les résultats soient compatibles avec les résultats d'études antérieures qui montraient que la valeur de M correspondait à 0,2 ou était inférieure à celle-ci. Pour les deux stocks, la valeur de M doit être fixe (0,4) pour les années du moratoire (morue du nord du golfe, 1994-1996 ; morue du sud du golfe, 1994-1997). L'utilisation de périodes où la valeur de M est fixe est nécessaire si l'on veut ancrer l'estimation faite avec le modèle ADAPT. Pour la période allant de 1980 à 1993, on peut estimer la valeur de M dans le sud du golfe. Pour le nord du golfe, M doit être fixée à 0,2 avant 1985 et à 0,4 de 1986 à 1996. Pour la période allant de 1997-1998 à 2006, la valeur de M doit être estimée en deux blocs pour les deux stocks, à moins qu'il y ait une justification statistique pour l'utilisation de trois blocs.

CONCLUSIONS ET AVIS

On dispose de bonnes preuves empiriques voulant que la mortalité naturelle des morues dans le nord et dans le sud du golfe ait varié au cours des 20 dernières années. Ces changements peuvent avoir un impact très important sur les estimations de la taille de la population et de sa productivité faites au cours des évaluations de stocks. Les tentatives d'incorporer ces changements dans les évaluations récentes de ces deux stocks en estimant la valeur de M en blocs d'années avec le modèle ADAPT sont considérées comme un pas dans la bonne direction, mais certaines mises en garde s'imposent. L'estimation de la mortalité naturelle peut être faussée par des changements dans la capturabilité au cours des relevés et dans la déclaration des prises, et elle pourrait être sensible aux hypothèses et aux contraintes liées à la procédure d'estimation du modèle ADAPT. Les évaluations pour lesquelles la valeur de M est

estimée avec le modèle ADAPT ou tout autre modèle d'évaluation doivent être accompagnées d'évaluations supplémentaires et d'un examen par des pairs. Le meilleur moyen serait d'effectuer cet examen au cours de réunions cadres ou d'examen zonaux, au cours desquelles on dispose d'une masse critique d'experts dans le domaine des méthodes quantitatives. L'examen de la mortalité naturelle constitue une première étape à cet égard. L'avis consensuel est que les changements dans la mortalité naturelle doivent être incorporés dans les évaluations de 2007 des deux stocks de morue du nord et du sud du golfe, mais que l'estimation doit être restreinte à un nombre limité de blocs d'années entre lesquels s'insèrent des périodes au début et au milieu de la période au cours de laquelle la valeur de M est fixe de façon à ancrer l'estimation. Les auteurs du présent examen ne voient aucune raison pour laquelle l'approche adoptée au moment des deux évaluations ne serait pas essentiellement similaire, bien que l'on ait enregistré de légères différences entre les blocs où la valeur de M est fixe et ceux où la valeur de M est estimée. Des recommandations détaillées sont fournies à cet égard. Les auteurs du présent examen conseillent de transposer l'incertitude dans l'estimation de la valeur de M pour la période récente dans les projections stochastiques utilisées pour calculer les profils des risques associés aux différentes options de TAC. Cela n'a pas été fait dans l'évaluation de 2006 pour ces deux stocks. On recommande également de faire d'autres travaux sur des méthodes d'estimation de la mortalité naturelle avec le modèle ADAPT et d'autres modèles d'évaluation.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- Cadigan, N. et Bratney, J. 2003. Analyses de la dynamique de la pêche et des stocks de morue dans 3Ps et 3KL reposant sur des données d'études d'étiquetage menées de 1997 à 2002. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2003/037.
- Charnov, E.L. et Gillooly, J.F. 2004. Size and temperature in the evolution of fish life histories. *Integr. Comp. Biol.* 44:494-497.
- Chouinard, G.A., Swain, D.P., Hammill, M.O., et Poirier, G.A. 2005. Covariation between grey seal (*Halichoerus grypus*) abundance and natural mortality of cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62: 1991-2000.
- Chouinard, G.A., Currie, L., Poirier, G.A., Hurlbut, P.T., Daigle, D. et Savoie, L. 2006. Évaluation du stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent, février 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech 2006/006.
- Dutil, J.-D., et Lambert, Y. 2000. Natural mortality from poor condition in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 826-836.
- Fréchet, A., *et al.* 2005. L'état du stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent (3Pn, 4RS) en 2004. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2005/060.
- Grégoire, F. et Fréchet, A. 2005. Calcul de la mortalité naturelle de la morue (*Gadus morhua*) du nord du golfe du Saint-Laurent pour la période de 1990 à 2004. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech 2005/019.

- Gunderson, D.R. 1997. Trade-off between reproductive effort and adult survival in oviparous and viviparous fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 990-998.
- Lilly, G.R., Bratley, J., Cadigan, N. ., Healey, B. ., Murphy, E. 2005. Évaluation du stock de morue (*Gadus morhua*) dans les divisions 2J3KL de l'OPANO, en mars 2005. Secr. can de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2005/018.
- Jensen, A.L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 820–822.
- Shelton, P.A., et Lilly, G.R. 2000. Interpreting the collapse of the northern cod stock from survey and catch data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 2230–2239.
- Sinclair, A.F. 2001. Natural mortality of cod (*Gadus morhua*) in the Southern Gulf of St. Lawrence. *ICES J. mar. Sci.* 58: 1-10.
- Swain, D. P., Sinclair, A.F., et Hanson, J.M. 2006. Evolutionary response to size-selective mortality in an exploited fish population. *Proc. Roy. Soc.* 274:1015-1022.
- Trzcinski, K.M., Mohn, R. et Bowen, W.D. 2006. Continued decline of an Atlantic cod population: How important is grey seal predation? *Ecol. Appl.* 16:2276-2292.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec : Dr. Martin Castonguay
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
C.P. 1000
Mont-Joli, Québec
G5H 3Z4

Téléphone : (418) 775-0634
Télécopieur : (418) 775-0740
Courriel : CastonguayM@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Québec
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, Mont-Joli
Québec (Canada)
G5H 3Z4

Téléphone : (418) 775-0825
Télécopieur : (418) 775-0679
Courriel : Bras@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2007

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



LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO, 2007. Prise en considération des changements dans la mortalité naturelle au sein des stocks de morue du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2007/002.