



## ÉVALUATION DU POINT DE RÉFÉRENCE LIMITE DE LA BIOMASSE DE LA MORUE DU NORD (DIVISIONS 2J3KL DE L'OPANO)



Image : (*Gadus morhua*)

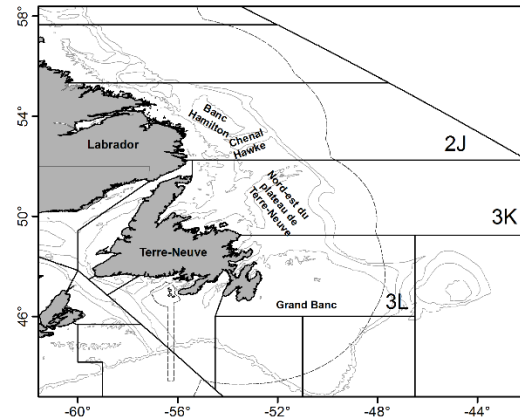


Figure 1. Zone occupée par le stock de morue du Nord (2J3KL). Le trait discontinu indique les limites de la zone économique exclusive (ZEE) de 200 milles marins du Canada.

### Contexte

Un point de référence limite (PRL) de conservation a été établi pour la morue du Nord (div. 2J3KL; figure 1) en 2010 (MPO 2010) et correspond à la moyenne de la biomasse du stock reproducteur (BSR) au cours des années 1980. La BSR est plus faible depuis et ne produit qu'un faible recrutement. Ce point de référence définit la limite entre la zone critique et la zone de prudence à l'intérieur du cadre intégrant l'approche de précaution (MPO 2009) et définit le niveau au-dessous duquel le stock subit d'importants dommages. À ces niveaux, on considère que le stock a subi de sérieux dommages et que sa capacité à produire un recrutement satisfaisant est affaiblie.

À l'époque, on a mentionné que les PRL seraient réévalués encore une fois, lorsque d'autres données, en particulier des niveaux plus élevés de BSR, seraient disponibles. Depuis, on a observé des augmentations générales de la BSR de 2012 à 2017. Gestion des pêches a demandé que le PRL actuel soit réévalué en fonction du Cadre de l'approche de précaution du MPO pour déterminer la mesure dans laquelle l'approche précédente relative à l'adoption du PRL (ainsi que le PRL lui-même) demeure valide.

Le présent avis scientifique découle de la réunion de l'Évaluation du point de référence limite (PRL) pour la morue franche des divisions 2J3KL qui a eu lieu du 22 au 23 janvier 2019. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

## SOMMAIRE

- La réévaluation du point de référence limite (PRL) était fondée sur les renseignements environnementaux disponibles pour la zone de stock, l'évaluation du stock de 2018 (1983-2018) et un modèle de population exploratoire qui s'est étendu sur une plus longue période (xteNCAM; 1962-2018).
- L'approche antérieure relative à l'adoption de la PRL, ainsi que la PRL elle-même, demeure valide,  $B_{lim}$  correspondant à la moyenne de la biomasse du stock reproducteur (BSR) des années 1980.
- Les faibles niveaux de BSR qui règnent depuis les années 1980 ne produisent qu'un faible recrutement, ce qui indique des dommages graves causés au stock. Il subsiste toutefois un écart dans la relation stock-recrutement aux niveaux de BSR situés entre ceux des années 1980 et ceux que l'on observe aujourd'hui.
- Le PRL sera réévalué à la lumière des nouveaux renseignements sur la productivité du stock dans cette aire de répartition, dérivant du raffinement de xteNCAM ou des années futures où la BSR sera plus élevée.
- Plusieurs mesures de la productivité ont été examinées et malgré la variabilité, rien ne prouve actuellement que la morue du Nord connaît actuellement une période prolongée de moindre productivité des stocks.

## RENSEIGNEMENTS DE BASE

### Cadre de l'approche de précaution du Canada et points de référence limites

Le cadre de l'approche de précaution du Canada (MPO 2009) se décline en trois zones d'état du stock : la zone saine, la zone de prudence et la zone critique (figure 2). Le point de référence supérieur (PRS) sépare la zone saine de la zone de prudence et le point de référence limite (PRL) sépare la zone de prudence de la zone critique. Les taux d'exploitation généraux et les mesures d'action à prendre sont associés à ces zones. Il faut tenir compte de l'incertitude et du risque au moment de développer ces points de référence.

Le PRL se définit comme le niveau d'un stock *en dessous duquel il risque de subir des dommages sérieux*. Toutefois, l'une des difficultés inhérentes à l'établissement du PRL est la détermination de ce qui constitue des « *dommages sérieux* » au stock. Le PRL est fondé sur des critères biologiques et est établi par le Secteur des sciences du MPO au moyen d'un processus d'évaluation par des pairs. Dans la zone critique, les considérations biologiques sont censées être les principaux facteurs de la prise de décisions de gestion (plutôt que les facteurs socioéconomiques), et il ne faut tolérer aucune baisse évitable puisque l'objectif premier est de sortir le stock de la zone critique. Donc, les mesures de gestion liées à cette zone consistent à favoriser la croissance du stock et à maintenir les prélèvements au niveau le plus bas possible, quelle que soit la trajectoire du stock.

Au moment d'établir un PRL, les lignes directrices conseillent de choisir une mesure du stock qui peut tenir compte de la productivité changeante; en général, la biomasse du stock reproducteur (BSR) dans le cas des stocks avec des évaluations analytiques fondées sur l'âge. Dans la mesure du possible, des séries chronologiques devraient être utilisées pour déterminer le PRL, comme les périodes de productivité élevée et faible devraient être prises en compte. Le Cadre de l'approche de précaution stipule que : « ... *toutefois, à titre de règle générale, les points de références ne devraient pas être basés uniquement sur l'information correspondant à*

une période de production basse à moins qu'il n'y ait aucune attente à retrouver des conditions de haute productivité qui seraient occasionnées naturellement ou par des mesures de gestion ». Même si les points de référence devraient faire l'objet d'un examen périodique, le délai imparti pour l'examen n'a pas été établi et aucun facteur déclenchant la réévaluation n'a été déterminé. Toutefois, puisque la BSR de la morue du Nord a augmenté récemment et que le PRL actuel est établi depuis 2010, Gestion des pêches a demandé un examen de la justification et du niveau du PRL pour ce stock. En général, les lignes directrices indiquent que les points de référence ne devraient pas être diminués à moins que le changement de la productivité soit bien compris et irréversible et que la capacité de l'environnement à soutenir le stock ait changé (MPO 2013).

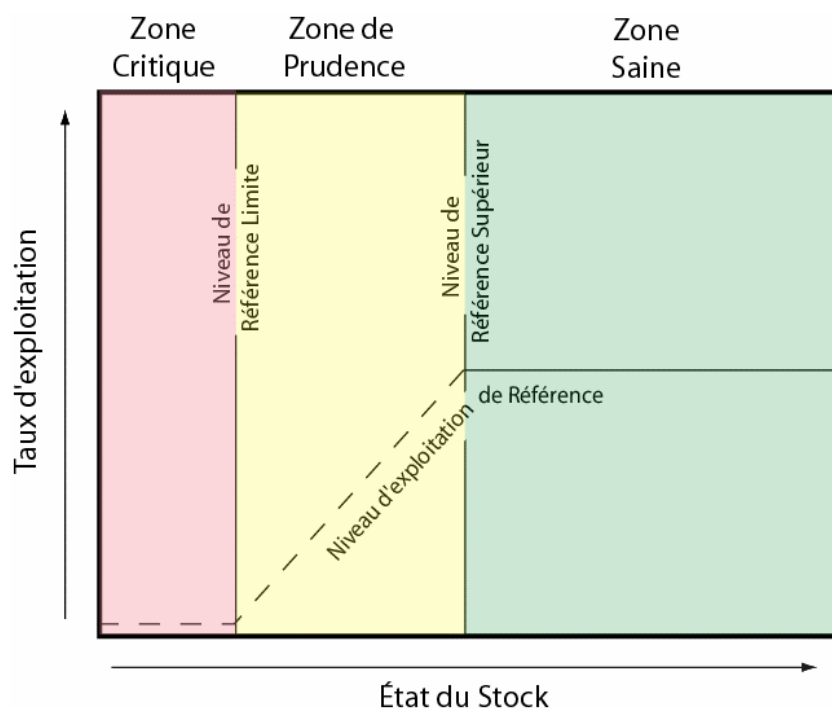


Figure 2. Les différents éléments du Cadre de l'approche de précaution du Canada (tiré de MPO 2009).

## RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉCOSYSTÈME

### Environnement physique/productivité de l'océan

Le milieu marin au large de Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.) connaît une variabilité considérable sur les échelles temporelles décennales à pluridécennales (p. ex. Cyr *et al.* 2019). La couche intermédiaire froide (CIF), une couche subsuperficielle qui se forme l'hiver en raison du refroidissement de l'atmosphère et qui remplit une grande portion des plateaux de T.-N.-L. d'eaux à moins de 0 °C le reste de l'année, est un bon indicateur de ces changements, notamment parce que généralement, les conditions d'une année donnée dépendent de celles des années précédentes (conditionnement préalable). Par conséquent, les lentes évolutions qui s'opèrent sur les plateaux sont bien représentées par la température du cœur de la CIF (température minimale dans les profils mensuels). Les données de 1948 (figure 3) indiquent que la période de 1960 à 1975 est la plus chaude période sur les plateaux de T.-N.-L. au cours des 70 dernières années (de 1 à 1,5 °C plus chaude que les périodes plus fraîches de 1948 à 1955 et de 1985 à 1995). Après une récente période de réchauffement qui a duré de la fin des

années 1990 au début des années 2010, le coeur de la CIF affiche maintenant une tendance de refroidissement marquée depuis 2012. Les températures plus fraîches du coeur de la CIF sont généralement associées à une colonne d'eau plus salée au-delà du plateau (plage de profondeur de 0 à 200 m), alors que les températures plus chaudes du coeur de la CIF se sont faites plus fraîches, sauf depuis environ 2010, où des conditions plus froides ont commencé à se profiler. Les températures au fond dans les divisions 2J3LNO de l'OPANO sont aussi bien corrélées avec l'évolution de la CIF depuis le début des relevés plurispécifiques en 1980. Ces cycles de température suivent l'oscillation nord-atlantique (ONA) hivernal, et les périodes froides et plus salées sont généralement associées à une prédominance d'anomalies positives de l'indice ONA. Ces dernières années, l'indice ONA positif prédominant a causé un refroidissement marqué de la CIF.

Une collecte régulière de données biogéochimiques a été lancée en 1999 dans le cadre du Programme de monitoring de la zone Atlantique (voir Pepin *et al.* 2015 pour les plus récentes mises à jour). Ces données indiquent que la concentration des nutriments profonds (50 à 150 m) est en déclin dans toute la région de T.-N.-L. depuis 1999. L'intensité et l'amplitude de la prolifération du phytoplancton (production totale et maximale telle qu'elle est déterminée par la couleur de l'océan observée par satellite) diminuent depuis environ 2011, et la biomasse du zooplancton demeure faible après une chute abrupte en 2014. Ces changements observés à des niveaux trophiques inférieurs et dans la composition communautaire du zooplancton indiquent une réduction des intrants primaires et secondaires qui pourrait avoir une incidence sur le transfert d'énergie vers des niveaux trophiques supérieurs.

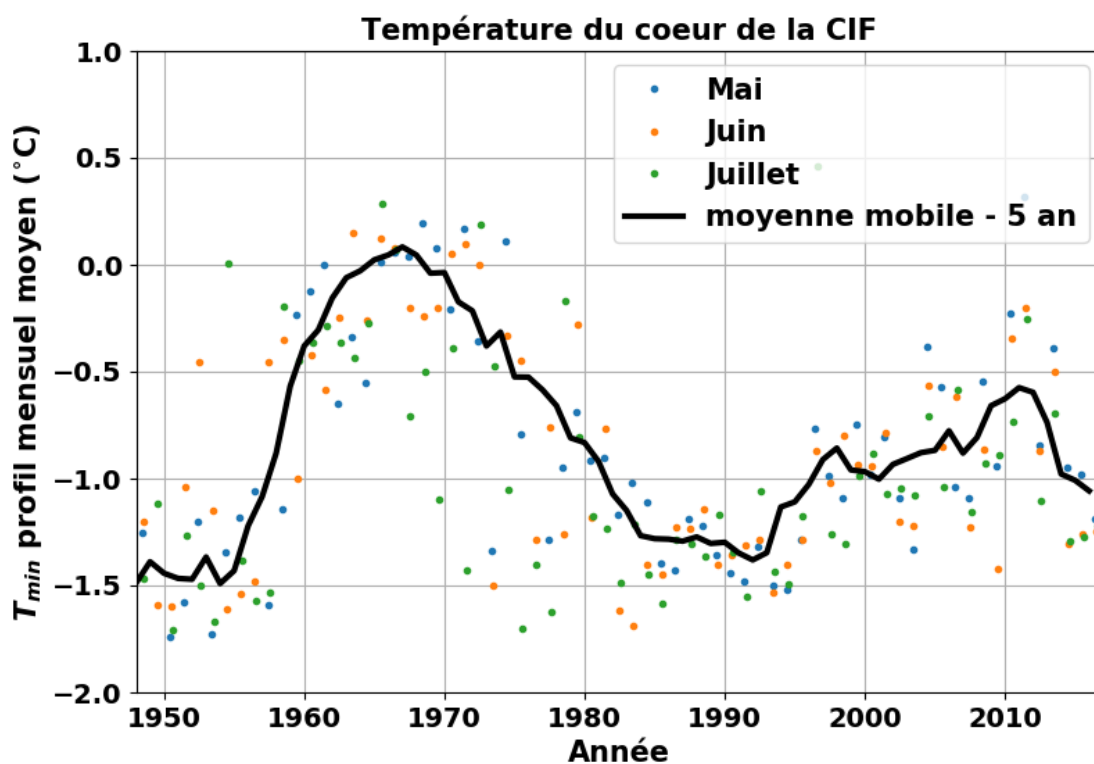


Figure 3. La température du coeur de la CIF (température minimale du profil de la moyenne mensuelle) pour mai (en bleu), juin (en orange) et juillet (en vert) dans les zones 45-50N et 50-55O. La moyenne mobile quinquennale est représentée par une ligne noire pleine.

## Régulation de la dynamique de la morue du Nord

Des études ont montré que la dynamique du stock de morue du Nord est déterminée par une interaction entre les prélèvements des pêches et les facteurs ascendants, tels que la disponibilité de la nourriture, en particulier du capelan. Les forces descendantes, en particulier la prédation de la morue par les phoques, ne sont pas considérées comme un facteur important (Drinkwater 2005, Halliday et Pinhorn 2009, Shelton *et al.* 2006, Buren *et al.* 2014, Morgan *et al.* 2017, Sherwood *et al.* 2007, Rose et O'Driscoll 2002). Les petites morues ont tendance à se nourrir de petits crustacés, leur alimentation passant à des crustacés plus gros et à des poissons à mesure que la taille des morues augmente. Le capelan (*Mallotus villosus*), en particulier, constitue depuis longtemps une part importante de l'alimentation de la morue. Il a été avancé que la disponibilité du capelan pourrait limiter la capacité du stock à atteindre le PRL (MPO 2010).

## ANALYSE

### Graphique en nuage du stock-recrutement (modèle d'évaluation de la morue et xteNCAM)

L'évaluation actuelle est fondée sur un modèle intégré de la dynamique des populations de type espace d'états élaboré précisément pour la morue du Nord (modèle d'évaluation du stock de morue du Nord). Le modèle d'évaluation du stock de morue du Nord modélise la dynamique du stock de morue du Nord de 1983 à 2018 et intègre la majeure partie des renseignements existants au sujet de la productivité du stock (détails dans Cadigan 2015, Cadigan 2016, Bratney *et al.* 2018; Dwyer *et al.* rapport non publié<sup>1</sup>). Le modèle actuel comprend des renseignements du relevé au chalut d'automne effectué à bord d'un NR du MPO (1983-2017), du relevé de pêche sentinelle (1995-2017), du relevé acoustique dans le détroit de Smith (1995-2009), du programme de marquage (1983-2017) et de la pêche (débarquements déclarés et prises selon l'âge; 1983-2017). Un modèle de population exploratoire a été réalisé afin de fournir une perspective à long terme de l'historique du stock, qui a fait remonter la série chronologique jusqu'en 1962 à l'aide des données sur les débarquements, les prises selon l'âge et le marquage de la période de 1962 à 1982. (xteNCAM; rapport régulier non publié<sup>2</sup>). xteNCAM a permis d'examiner un plus grand nombre d'années et donc, un plus grand nombre d'estimations du stock et du recrutement, afin de faciliter l'analyse des relations stock-recrutement qui présument une compensation et aident à définir des points de référence (p. ex. Beverson-Holt, régression segmentée). On a aussi pensé qu'une plus longue série chronologique serait utile pour cerner les changements potentiels dans la productivité.

Plusieurs modèles ont été appliqués aux estimations du stock-recrutement produites par le modèle xteNCAM. Toutefois, dans tous les cas, et de même que pour les résultats du cadre de 2010, l'ajustement du modèle était mauvais et aucun point de rupture clair où le recrutement est perturbé par les réductions de la BSR n'a été déterminé. En raison de l'absence d'un modèle

---

<sup>1</sup> Dwyer, K.D., Bratney, J., Cadigan, N., Healey, B.P., Ings, D.W., Lee, E.M., Mello, L., Morgan, M.J., Regular, P., Rideout, R.M., Rogers, R. et L. Wheeland. 2019. Évaluation du stock de morue (*Gadus morhua*) dans les divisions 2J3KL de l'OPANO en 2018. Rapport non publié du MPO.

<sup>2</sup> Regular, P. 2019. Extension of the Northern Cod (*Gadus morhua*) State-Space Integrated Assessment Model back to 1962. Rapport non publié du MPO.

permettant de déterminer un point de rupture clair, la relation entre la BSR et le recrutement (deux ans), le graphique en nuage du stock-recrutement (S-R) du modèle d'évaluation du stock de morue du Nord a été examinée visuellement (figure 4; panneaux supérieurs) et comparée au graphique en nuage du S-R de xteNCAM (figure 4; panneaux inférieurs). Le graphique en nuage du S-R du modèle d'évaluation du stock de morue du Nord indique un nuage de recrutement de niveau « modéré » durant les années 1980 lorsque la BSR était d'environ 850 kT et les niveaux de recrutement à une BSR de moins de 400 kT. On n'a pas observé une BSR entre 400 et 800 kT à cette période; on ignore donc quel serait ou sera le niveau de recrutement à ce niveau. Un examen du graphique en nuage du S-R de xteNCAM a toutefois révélé que ce niveau a été observé pendant quatre ans depuis les années 1970, deux points avec de faibles niveaux de recrutement et deux avec des niveaux de recrutement modérés. Les niveaux de BSR et le nombre de recrues des années 1960 étaient beaucoup plus élevés (figure 4; en bas à gauche).

Les résultats et diagnostics du modèle xteNCAM indiquent qu'il pourrait s'agir d'un modèle acceptable pour évaluer les tendances à long terme en matière d'état et de productivité du stock. Cependant, la sensibilité aux hypothèses entourant la mortalité naturelle et les limites de prises durant la période de 1962 à 1982, ainsi que la possible inclusion d'autres ensembles de données disponibles (p. ex. série de relevés, renseignements accrus sur le marquage, etc.), indique que xteNCAM devrait être retravaillé afin de préciser plus avant et de perfectionner ce modèle avant qu'il ne puisse servir de modèle d'évaluation. Ainsi, les chiffres tels qu'ils sont présentés à cette réunion ont été abordés seulement à titre de niveaux relatifs afin de contextualiser les valeurs absolues de la série chronologique plus courte fournie par le modèle d'évaluation du stock de morue du Nord. On recommande de raffiner xteNCAM, ce qui pourrait renseigner davantage sur la productivité du stock dans l'écart du graphique en nuage du stock-recrutement à des niveaux BSR situés entre 400 et 800 kT.

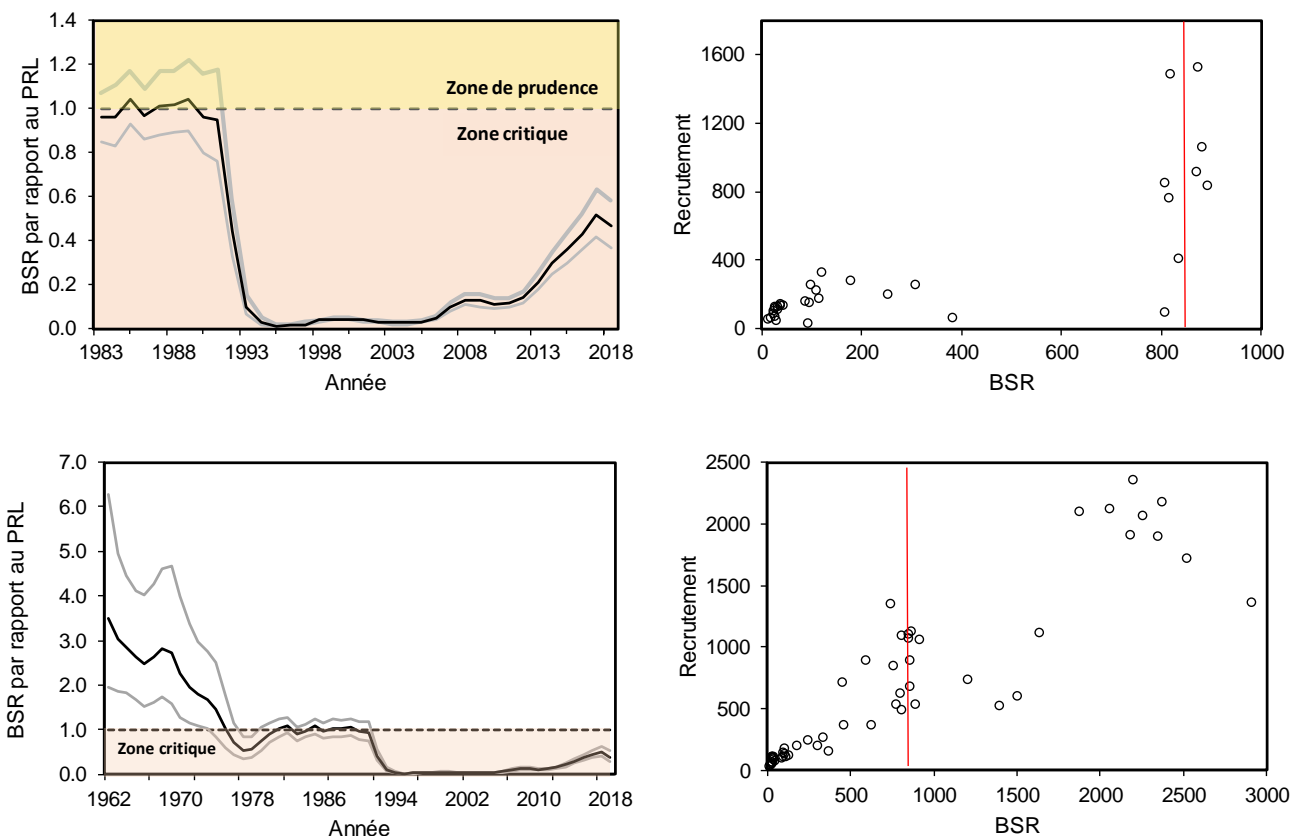


Figure 4. Les panneaux supérieurs indiquent la BSR par rapport au PRL (BSR moyenne de 1983 à 1989), de 1982 à 2018 du modèle d'évaluation du stock de morue du Nord (à gauche) et le graphique en nuage du stock-recrutement connexe (à droite). Les panneaux inférieurs indiquent la BSR par rapport au PRL (BSR moyenne de 1980 à 1989) d'un modèle de population exploratoire, de xteNCAM (à gauche) et du graphique en nuage du stock-recrutement (à droite). La ligne pointillée et les lignes rouges indiquent la valeur  $B_{lim}$  dans les panneaux à gauche et à droite respectivement.

### Productivité du stock

Selon les lignes directrices de l'AP, il est recommandé d'utiliser la plus longue période possible au moment d'établir des points de référence afin de tenir compte des périodes de faible et de forte productivité. Une période prolongée de faible productivité pourrait signaler qu'une population ne retrouvera peut-être pas les conditions de productivité qui lui permettraient de croître jusqu'aux niveaux historiques utilisés pour établir un point de référence limite de la biomasse.

Diverses mesures de la productivité, comme la longueur selon l'âge, le poids selon l'âge, l'état de santé, le nombre de géniteurs par recrue, le nombre de recrues par géniteur, le taux de croissance potentiel de la population et la production excédentaire ont tous été examinés dans l'intention de trouver des éléments probants faisant état d'une période prolongée de faible productivité dans les divisions 2J3KL. Toutes les mesures de la productivité ont affiché des variations au cours des séries chronologiques. De brèves périodes de productivité faible (et élevée) sont évidentes, notamment une période de faible productivité qui est allée du milieu des années 1980 au milieu des années 1990, dont quatre années consécutives affichant la

productivité la plus faible au cours des séries chronologiques (figure 5 pour la croissance potentielle de la population). Depuis le milieu des années 1990, on a enregistré des années de productivité élevée et des années de productivité faible. Dans l'ensemble, nous ne disposons pas d'éléments probants indiquant que la morue des divisions 2J3KL affiche une période prolongée de faible productivité, ce qui indiquerait qu'on ne pourrait pas atteindre les niveaux de biomasse historiques dans des conditions environnementales semblables.

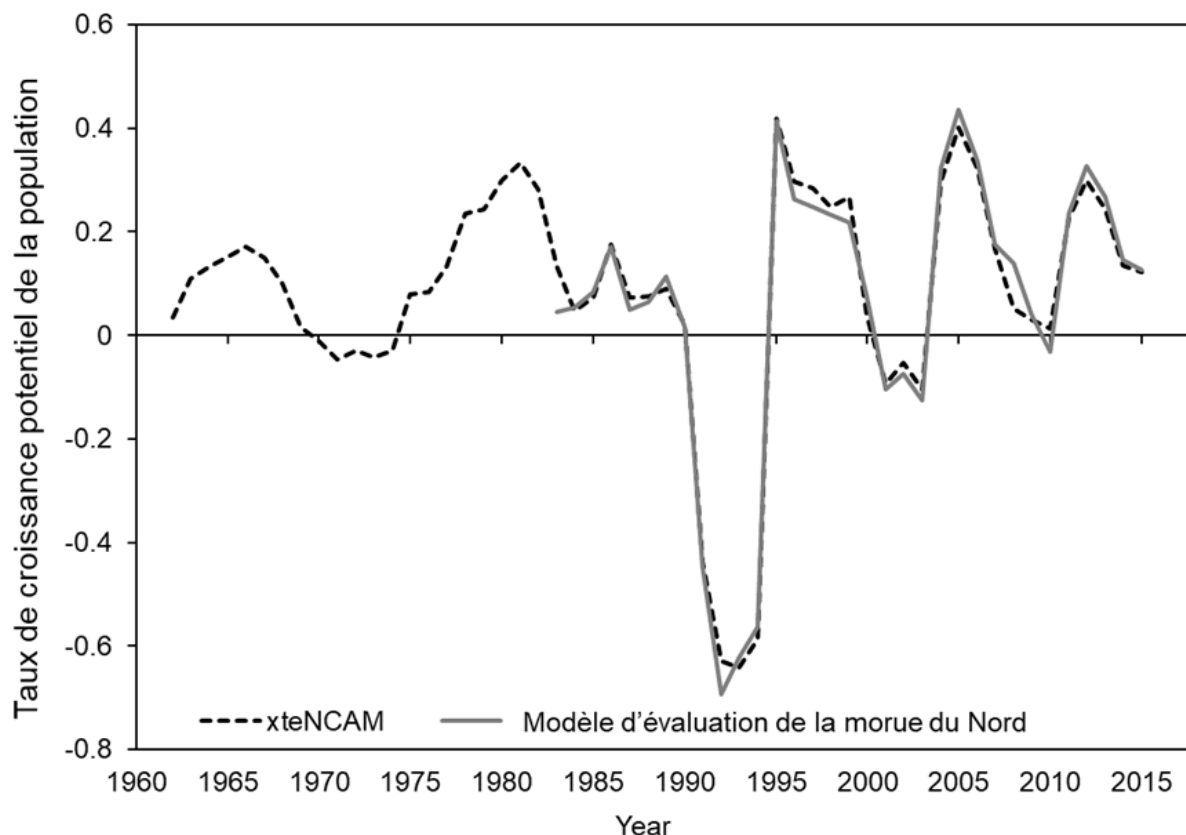


Figure 5. Taux de croissance potentiel de la population en tant que proportion de la croissance de la BSR pour la morue des divisions 2J3KL dérivé des résultats du modèle d'évaluation de la morue débutant en 1983 (ligne grise pleine) et de xteNCAM en 1962 (ligne noire pointillée).

### Autres méthodes

Tel qu'il est mentionné plus haut, aucun point de rupture clair où le recrutement est perturbé par des diminutions de la BSR n'a été déterminé, ce qui est attribuable au fait que la relation entre la BSR et le recrutement semble linéaire au fil de la période, avec une tendance générale de recrutement à la hausse accompagnant l'accroissement de la BSR. Dans une telle situation, le PRL est parfois considéré comme la plus haute BSR observée (p. ex. Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) 2017). Cette observation est potentiellement corroborée par d'autres résultats de la modélisation, qui indiquent que le stock s'effondrait déjà dans les années 1960 (Rose 2004, Lilly 2008); il est donc possible que le stock se trouvait déjà dans un état critique en 1962, ce qui donne à penser que le véritable point de rupture pour la relation S-R de ce stock n'a pas encore été observé ou est postérieur à la période couverte par xteNCAM.



La possibilité d'utiliser  $B_{\text{rétablissement}}$  (le plus bas niveau de BSR jamais enregistré dont le stock s'est facilement rétabli ou à partir duquel il a produit un bon recrutement; MPO 2004) comme PRL a été abordée, comme le stock a cru à partir d'une plus petite taille de la population au milieu des années 1970. Toutefois, le début de la série chronologique n'a pas pu être pris en compte puisque les entrées de données et les diagnostics du modèle pour la période de 1962 à 1982 n'ont pas été complètement examinés et que plus de travail sur le modèle élargi est nécessaire. De plus, le rétablissement de la population a eu lieu à la fin des années 1970 en dépit du faible recrutement, et cette période a également connu une mortalité naturelle faible. Au moins deux autres facteurs compliquent cette approche : les températures océaniques étaient chaudes à cette époque et le Canada a étendu sa compétence (à 200 milles) en 1977 (on peut présumer que la mortalité par pêche a diminué dans le stock à cette période; Lilly *et al.* 2008). Néanmoins, il a été convenu que cette période de rétablissement apparent à la fin des années 1970 serait examinée de plus près dans les travaux futurs.

Une autre méthode suggérée a été l'utilisation de la BSR pour la première année de xteNCAM, 1962, comme  $B_0$  (c.-à-d. la biomasse vierge non pêchée). Ainsi, 50 % de cette valeur correspondrait à  $B_{\text{msy}}$  et ensuite, comme le suggèrent les lignes directrices de l'AP du Canada, 40 % de  $B_{\text{msy}}$  pourrait être le point de référence limite potentiel. Encore une fois, puisque le modèle xteNCAM et les intrants associés n'ont pas encore été examinés et acceptés dans leur totalité, la période antérieure à 1983 n'a pas pu être utilisée pour établir des points de référence et, comme il a été mentionné précédemment, un débat entoure la quantité de prises dans le stock avant 1962. Ainsi, il y a lieu de se demander si la BSR estimée en 1962 était une estimation appropriée de  $B_0$ .

### Sources d'incertitude

Il y a plusieurs incertitudes à considérer au moment d'examiner la série chronologique plus longue utilisée pour xteNCAM. Bien que xteNCAM ait généralement englobé les tendances de 1962 à 1982 et malgré sa comparabilité avec les résultats de modèles de population antérieurs datant de cette période (analyse des populations virtuelles; par exemple, Baird *et al.* 1992, Shelton *et al.* 2006, Lilly *et al.* 2008), le modèle s'est avéré sensible aux hypothèses concernant la mortalité naturelle et les limites de prises de 1962 à 1982. Cette formule de modèle devrait être considérée comme provisoire et il y a du travail à y faire avant qu'elle puisse être considérée comme une reconstruction acceptée de la dynamique des populations.

Il y a un écart clair dans le graphique en nuage du stock-recrutement du modèle d'évaluation de la morue entre 400 et 800 kT de BSR. À mesure que d'autres données deviennent disponibles, grâce à la croissance continue du stock ou au perfectionnement de l'approche de modélisation des populations intégrant les premières séries chronologiques, il faudra réévaluer la PRL afin de prouver que le niveau de BSR donnant seulement un faible recrutement est différent du PRL actuel. D'après les BSR et les estimations du recrutement modélisées actuellement disponibles, il n'y a pas de signe clair de compensation dans ce stock.

Enfin, bien que nous ne disposions pas d'éléments probants indiquant que le stock de morue des divisions 2J3KL connaisse une période prolongée de faible productivité, il faut tenir compte de la capacité de l'environnement, et des niveaux adéquats de proies doivent être disponibles pour que le stock atteigne le PRL. On ignore l'incidence des faibles niveaux actuels de nutriments et de zooplancton sur les niveaux trophiques supérieurs (p. ex. taille du stock de capelan, état de la morue, survie des larves) sur le plateau de Terre-Neuve. En outre, la série chronologique pour les producteurs primaires et secondaires ne remonte qu'à 1999; on en sait donc peu sur les tendances à long terme en matière de productivité.

Pour les sources d'incertitude associées au modèle accepté, le modèle d'évaluation de la morue, consultez le rapport d'avis scientifique pour l'évaluation de la morue du Nord (MPO 2018). Divers éléments de la formule du modèle d'évaluation de la morue du Nord devraient être pris en compte au moment d'interpréter les résultats de l'analyse de reproducteurs par recrue. D'abord, le modèle ne présente pas de lien explicite entre le recrutement et la biomasse du stock reproducteur (BSR) et si une relation stock-recrutement était utilisée dans le modèle, les estimations du recrutement pourraient en être changées. De plus, aucun groupe « plus » n'est actuellement utilisé dans le modèle d'évaluation de la morue du Nord et l'influence de la prise en compte des contributions de poissons âgés de plus de 14 ans sur les estimations de la BSR est inconnue.

## **CONCLUSIONS ET AVIS**

L'approche antérieure relative à l'adoption de la PRL, ainsi que la PRL elle-même, demeure valide, la  $B_{lim}$  établie correspondant à la moyenne de la biomasse du stock reproducteur (BSR) des années 1980. Le PRL sera réévalué à la lumière des nouveaux renseignements sur la productivité du stock, dérivant du perfectionnement de xteNCAM ou des années futures où la BSR sera plus élevée.

## **LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION**

<b>NOM</b>	<b>Affiliation</b>
Steve Devitt	Conseil du poisson de fond de l'Atlantique
Jennifer Duff	Communications du MPO
Erika Parrill	Centre des avis scientifiques – Région de Terre-Neuve et du Labrador
Connie Korchoski	Centre des avis scientifiques – Région de Terre-Neuve et du Labrador
Julie Diamond	MPO, Gestion des pêches, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Daniel Dulpisea	Secteur des sciences du MPO, région du Québec (examineur externe)
Brian Healey	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Heather Penney	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Keith Lewis	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Eric Pedersen	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Greg Robertson	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Danny Ings	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Ben Davis	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Karen Dwyer	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Paul Regular	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Bob Rogers	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Laura Wheeland	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Joanne Morgan	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Pierre Pepin	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Rick Rideout	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Peter Upward	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Frederic Cyr	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Hilary Rockwood	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Jonathan Babyn	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.

<b>NOM</b>	<b>Affiliation</b>
David Belanger	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Martha Krohn	Secteur des sciences du MPO, région de la capitale nationale
Dale Richards	Communications du MPO, région de T.-N.-L.
Hannah Murphy	Secteur des sciences du MPO, région de T.-N.-L.
Erin Carruthers	Fish, Food and Allied Workers Union
Tom Dooley	Pêches et Ressources terrestres, gouvernement de T.-N.-L.
Gilbert Penney	Pêcheur
Juliette Champagnet	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)
Carmen Fernandez	Instituto Español de Oceanografía (examineur externe)
Noel Cadigan	Marine Institut
James Baird	Newfoundland Groundfish Industry Development Council
Devon Archibald	Oceana Canada
Chelsey Karbowski	Océans Nord
Alexander Kempf	Institut Thunen en Allemagne (examineur externe)

## SOURCES DE RENSEIGNEMENT

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 22 au 23 janvier 2019 sur l'Évaluation du point de référence limite (PRL) pour la morue franche des divisions 2J3KL. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

Baird, J. W., Bishop, C. A., and E. F. Murphy. 1992. An assessment of the cod stock in NAFO Divisions 2J3KL. NAFO SCR Doc. 92/18 Ser NO N2063. 77 p.

Bratley, J., Cadigan, N., Dwyer, K.S., Healey, B.P., Ings, D.W., Lee, E.M., Maddock Parsons, D., Morgan, M.J., Regular, P., and R.M. Rideout. 2018. Assessment of the Northern Cod (*Gadus morhua*) stock in NAFO Divisions 2J3KL in 2016. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/018. v + 107p

Buren, A.D., Koen-Alonso, M., and G.B. Stenson. 2014. The role of harp seals, fisheries and food availability in driving the dynamics of northern cod. *Marine Ecology Progress Series*. 511: 265-284.

Cadigan, N. G. 2015. A state-space stock assessment model for Northern cod, including underreported catches and variable natural mortality rates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73(2): 296- 308.

Cadigan, N. 2016. Updates to a Northern cod (*Gadus morhua*) state-space integration assessment model. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/022. v + 58p.

Cyr, F., Colbourne, E., Holden, J., Snook, S., Han, G., Chen, N, Bailey, W, Higdon, J., Lewis, S., Pye, B., and D. Senciall. 2019. Physical oceanographic conditions on the Newfoundland and Labrador Shelf during 2017. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2019/051. iv + 58 p

DFO. 2004. Proceedings of the national meeting on applying the Precautionary Approach in fisheries management. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proc. Ser. 2004/003. vi + 41 p.

DFO. 2010. Proceedings of the Newfoundland and Labrador Regional Atlantic Cod Framework Meeting: Reference Points and Projection Methods for Newfoundland cod stocks; November 22-26, 2010. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2010/053.

DFO. 2013. Proceedings on the National Workshop for Technical Expertise in Stock Assessment (TESA): Maximum Sustainable Yield (MSY) Reference Points and the Precautionary Approach when Productivity Varies. December 13-15, 2011. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2012/055.

Drinkwater, K.F. 2005. The response of Atlantic cod (*Gadus morhua*) to future climate change. *ICES Journal of Marine Science*, 62(7): 1327-1337.

Halliday, R.G. and A.T. Pinhorn. 2009. The roles of fishing and environmental change in the decline of Northwest Atlantic groundfish populations in the early 1990s. *Fisheries Research*, 97(3): 163-182.

ICES. 2017. ICES fisheries management reference points for category 1 and 2 stocks. ICES Technical Advice 12.4.3.1. DOI: 10.17895/ices.pub.3036.

- Lilly, G. R., Wieland, K., Rothschild, B.J., Sundby, S., Drinkwater, K., Brander, K., Ottersen, G., Carscadden, J.E., Stenson, G.B., Chouinard, G.A., Swain, D.P., Daan, N., Enberg, K., Hammill, M.O., Rosing-Asvid, A., Svedang, H., and A. Vasquez. 2008. Decline and recovery of Atlantic cod (*Gadus morhua*) stocks throughout the North Atlantic. In Resiliency of gadid stocks to fishing and climate change. Edited by Gordon H. Kruse, Kenneth Drinkwater, J.N. Ianelli, J.S. Link, D.L. Stram, V. Wespestad, and D. Woodby. Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks Alaska. pp. 39–66.
- Morgan, M.J., Koen-Alonso, M., Rideout, R.M., Buren, A.D., and D. Maddock Parsons. 2017. Growth and condition in relation to the lack of recovery of Northern cod. ICES Journal of Marine Science. 75(2), pp.631-641.
- Morgan, M.J. 2019. Évolution de la productivité du stock de morues du Nord (*Gadus morhua*) dans les divisions 2J3KL de l'OPANO. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2019/052. vi + 13 p.
- MPO. 2009. [Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de précaution](#).
- MPO. 2018. Évaluation du stock de morue du Nord (divisions 2J3KL de l'OPANO) en 2018. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2018/038
- Pepin, P., Maillet, G., Fraser, S., Shears, T. and G. Redmond. 2015. Optical, chemical, and biological oceanographic conditions on the Newfoundland and Labrador Shelf during 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/027. v + 37p.
- Rose, G.A. and R. O' Driscoll. 2002. Capelin are good for cod: can the northern stock rebuild without them? ICES Journal of Marine Science. 59(5), pp.1018-1026.
- Rose, G. 2004. Reconciling overfishing and climate change with stock dynamics of Atlantic cod over 500 years. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61(9): 1553-1557
- Shelton, P.A., Sinclair, A.F., Chouinard, G.A., Mohn, R. and D.E. Duplisea. 2006. Fishing under low productivity conditions is further delaying recovery of Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*). Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences. 63(2), pp.235-238.
- Sherwood, G.D., Rideout, R.M., Fudge, S.B. and G.A. Rose. 2007. Influence of diet on growth, condition and reproductive capacity in Newfoundland and Labrador cod (*Gadus morhua*): Insights from stable carbon isotopes ( $\delta^{13}C$ ). Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 54(23-26), pp.2794-2809.

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques  
Région de Terre-Neuve-et-Labrador  
Pêches et Océans Canada  
C.P. 5667  
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1  
Téléphone : 709-772-8892  
Courriel : [DFONLCentreforScienceAdvice@dfo-mpo.gc.ca](mailto:DFONLCentreforScienceAdvice@dfo-mpo.gc.ca)  
Adresse Internet : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>

ISSN 1919-5117

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2019. Évaluation du point de référence limite de la biomasse de la morue du nord (divisions 2J3KL de l'OPANO). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2019/058.

*Also available in English:*

DFO. 2019. *Evaluation of the Limit Reference Point for Northern Cod (NAFO Divisions 2J3KL).* DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2019/058.