

Indicateurs de la biomasse potentiellement utilisables pour l'allocation du total admissible de captures dans l'océan Indien

Préparé pour la Commission des Thons de l'Océan Indien

1^{er} juillet 2025

Rapport préparé par:

Charles T T Edwards

Pour toute information concernant le présent rapport,
veuillez contacter l'auteur à:

CESCAPE Consultancy Services
Switzerland, South Africa & New Zealand

Email: cescapecs@gmail.com

Téléphone: +41 78 300 08 91

Rapport client CESCAPE

Code projet du client : MTF/INT/661/MUL – TF.NFITD.TFAA970097099

Nom du projet : Examen des critères d'allocation basés sur la biomasse

Date du rapport: 1^{er} juillet 2025

Préparé pour: Comité Technique sur les Critères d'Allocation

© CESCAPE Consultancy Services 2025. Dans toute la mesure prévue par la loi, tous les droits sont réservés et aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ou copiée sous quelque forme que ce soit sans l'autorisation du détenteur des droits d'auteur. Cette autorisation ne sera accordée que conformément aux modalités du contrat du client avec CESCAPE.

Introduction

Depuis 2011, le Comité Technique sur les Critères d'Allocation (CTCA) de la CTOI s'emploie à mettre en place un mécanisme pour l'allocation du Total Admissible de Captures (TAC) pour les espèces relevant de la CTOI. L'allocation du TAC aux Parties contractantes (CP) et aux Parties coopérantes non-contractantes (CNCP, conjointement désignées CPC) est essentielle pour la gestion durable des stocks sous mandat de la CTOI. Elle garantit non seulement que les captures seront réparties de sorte à éviter un épuisement régional mais elle est également nécessaire pour une gouvernance efficace de la part de chaque CP et CNCP conformément à son allocation.

L'un des principaux points des récentes discussions du CTCA a été l'utilisation des données de captures historiques (IOTC, 2024a, 2025), qui est un critère important dans les régimes d'allocation au sein des Organisations Régionales de Gestion des Pêches thonières (ORGPt ; Seto et al., 2020). Toutefois, les données de captures dont dispose le Secrétariat de la CTOI sont souvent inadéquates à cette fin en raison de la contribution significative des pêcheries artisanales et à petite échelle qui manquent de robustes protocoles de collecte et de déclaration des données. Cette lacune complique la reconstruction des captures historiques (Zeller et al., 2023), en particulier pour les espèces côtières (IOTC, 2024b).

L'utilisation des captures comme moyen d'allocation est justifiée en ce sens qu'elle apporte des preuves d'un intérêt historique légitime envers la ressource. Indépendamment ou en plus de cet intérêt historique, les États côtiers jouissent d'un droit souverain inhérent sur la ressource dans leurs Zones Économiques Exclusives (ZEE ; Sinan & Bailey, 2020). Cependant, la souveraineté ne peut être exercée que par la connaissance des pêcheries et/ou de la biomasse dans chaque ZEE, par rapport aux autres ZEE et la haute mer. Pour répondre à cette problématique, le CTCA a discuté de la possibilité d'utiliser un système de mesures de l'allocation qui respecte aussi bien l'historique de captures que la répartition de la biomasse de chacune des principales espèces commerciales (albacore, patudo, listao, germon et espadon ; IOTC, 2024a, 2025).

Il est difficile d'estimer la répartition de la biomasse pour les principales espèces commerciales en raison de la réactivité de leur productivité et de leurs déplacements dans un milieu marin très dynamique, et des limites en matière de données. À sa 14^{ème} réunion, le CTCA a élaboré un programme de travail ciblé, qui inclut la soumission d'un avis par le Secrétariat sur des mesures de substitution viables pour la répartition de la biomasse et l'historique des captures artisanales (IOTC, 2025). Le présent rapport donne un bref aperçu visant à identifier les méthodes d'estimation et les mesures de substitution qui pourraient s'avérer utiles.

Indicateurs de la biomasse

Pour une espèce dont la répartition de la biomasse est raisonnablement uniforme, la taille d'une ZEE fournirait une indication de la proportion de biomasse qu'elle renferme. Il existe, toutefois, une grande hétérogénéité spatiale, ce qui motive l'adoption d'une approche plus éclairée. Ces approches peuvent être basées sur des processus, s'appuyant sur la compréhension de la biologie de l'espèce, ou empiriques.

Principes biologiques

Les connaissances de la biologie des thons offrent un moyen mécaniste de comprendre la répartition de la biomasse. Spalding et al. (2012), par exemple, décrivait les régions pélagiques du monde, y compris l'océan Indien, qui diffèrent quant à leurs propriétés biophysiques. L'hypothèse est que ces différences induiront des différences spatiales dans la biodiversité (c.-à-d. la productivité relative des différentes espèces). Dans le cadre de l'Accord sur la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale (BBNJ), qui incite à l'établissement d'aires marines protégées en haute mer, de nouveaux efforts scientifiques ont été déployés en vue de cartographier les caractéristiques biologiques de l'océan Indien (Dunstan et al., 2020, Crespo, 2025). Ces initiatives ont délimité des régions sur la base de leur biodiversité. Cependant, l'identification de régions distinctes d'un point de vue biologique est actuellement conçue pour guider la gestion écosystémique et spatiale des pêches (Juan-Jordá et al., 2024). Sous leur forme actuelle, ces efforts scientifiques ne fournissent pas de mesure quantitative, spécifique aux espèces, de la productivité ou de la biomasse relative qui pourrait être utile dans le contexte actuel. Néanmoins, ils pourraient guider des approches empiriques qui évaluent plus directement la répartition de la biomasse.

Approches empiriques

Recréer la répartition spatiale de la biomasse à partir des données des pêches est de plus en plus reconnu comme étant un objectif important de l'évaluation des stocks halieutiques (Punt, 2019), et a conduit au développement de modèles spatio-temporels de la dynamique de la biomasse sophistiqués. Ceux-ci dépendent de modèles de l'abondance tout aussi représentatifs, qui convertissent les données brutes des taux de captures empiriques en un indice qui peut alors être interprété par le modèle d'évaluation.

Modèles d'abondance

Dans le cadre du cycle d'évaluation des stocks de la CTOI, des modèles statistiques des données des taux de captures commerciales sont utilisés pour extraire un indice d'abondance temporel ou spatio-temporel. Ces modèles sont conçus pour éliminer les facteurs de confusion que sont par exemple le comportement de pêche, l'utilisation de l'engin ou la localisation, tout changement résiduel du taux de capture étant interprété comme un changement de la densité de biomasse sous-jacente (Maunder & Punt, 2004). Compte tenu de leur importance pour l'évaluation des stocks, ces méthodes ont un long historique de développement et d'application. Dans le contexte actuel, elles pourraient également être utilisées pour fournir des informations sur la répartition de la biomasse à l'appui de la procédure d'allocation du TAC.

Dans l'océan Indien, des modèles spatio-temporels sont utilisés pour construire un indice d'abondance pour toutes les principales pêcheries (par ex. Fu et al., 2022, Fu, 2023, Haputhantri et al., 2023, Kaplan et al., 2023, Urtizberea et al., 2024). Un indice est construit pour chaque flottille de pêche industrielle. Même si les captures artisanales des États côtiers peuvent être importantes, la qualité des données est trop faible pour pouvoir les utiliser dans la construction d'un indice d'abondance.

Pour chaque flottille industrielle, la résolution spatiale du modèle est déterminée par la

résolution des données. En général, les données de la senne sont agrégées par cellule de $1^\circ \times 1^\circ$ tandis que les données de la palangre sont agrégées par cellule de $5^\circ \times 5^\circ$. Une agrégation de $1^\circ \times 1^\circ$ est suffisamment petite pour permettre une représentation significative des données au sein d'une ZEE, contrairement à une cellule de $5^\circ \times 5^\circ$. Malheureusement, même si les données de la senne de $1^\circ \times 1^\circ$ incluent les captures de la ZEE de certains États côtiers d'Afrique de l'est, de nombreuses ZEE ne sont pas incluses. Les flottilles industrielles de senneurs sont également limitées dans leurs répartitions spatiales, largement confinées à la moitié occidentale de l'océan Indien. Les données de la palangre, en revanche, ont une couverture spatiale bien plus vaste, mais à une résolution qui ne permet pas de modéliser le taux de capture au niveau de la ZEE. Il existe également des données des taux de captures de la ligne à canne mais elles se limitent à la pêche des Maldives.

Le type d'engin et la résolution des données détermineront quelles espèces pourront être efficacement modélisées. Il est notamment peu probable qu'une répartition utile de la biomasse de listao puisse être obtenue à partir de la modélisation spatiale des données des taux de captures car le listao est essentiellement capturé à la senne et à la ligne à canne. Les autres espèces (albacore, patudo, germon et espadon) sont capturées à la palangre et se prêtent donc davantage à cette approche.

Afin de modéliser l'abondance au niveau de la ZEE en utilisant les données de la palangre de $5^\circ \times 5^\circ$, il serait nécessaire de : a) prédire l'abondance à une résolution spatiale supérieure à celle des données ; b) prédire l'abondance de manière fiable dans les régions côtières avec des données halieutiques limitées. Ces conditions pourraient être facilitées en utilisant des covariables environnementales. Si de solides relations peuvent être identifiées entre le taux de capture et les conditions environnementales, il pourrait alors être possible d'augmenter la résolution spatiale de la prédiction et d'inclure des zones où les données sont rares.

Il est techniquement possible d'inclure les conditions environnementales lors de la modélisation de l'abondance, et justifié au vu de leur influence perçue sur le taux de capture (par ex. Maunder et al., 2006). Cette idée a récemment été étudiée par Langley (2024), qui a appliqué le modèle spatio-temporel autorégressif vectoriel (VAST pour vector autoregressive spatio-temporal) de Thorson (2019) aux données des taux de captures à la palangre pour l'albacore. Le modèle VAST peut inclure des covariables environnementales et peut également interpoler la surface de la densité prédite à une résolution qui est supérieure à la résolution des données du taux de capture, deux caractéristiques qui le rendent approprié pour prédire la biomasse au niveau de la ZEE. Toutefois, la capacité explicative de l'environnement mesuré semble être généralement faible. Les covariables environnementales ont normalement une capacité prédictive limitée, nettement inférieure à celle d'un terme d'interaction spatio-temporel géoréférencé. En d'autres termes, c'est le moment et l'endroit de la pêche, plutôt que les conditions environnementales, qui déterminent le taux de capture. Même en utilisant des covariables environnementales, il est difficile pour un modèle de prédire la biomasse de manière fiable dans des zones avec très peu de données. Cependant, cette conclusion pourrait être due, en partie, à la résolution spatiale des données utilisées pour paramétrer le modèle, ce qui signifie que les relations environnementales pourraient être plus facilement identifiées si des données à plus haute résolution étaient disponibles (par ex. Mondal & Lee, 2023).

Il est difficile de prédire la biomasse de manière fiable au niveau de la ZEE ; pour les espèces pêchées à la palangre, au moins, (albacore, patudo, germon et espadon) il est possible de prédire la biomasse sur une grande partie de l'océan Indien au niveau des cellules de $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ en utilisant les données disponibles publiquement. Si cette approche est adoptée, la biomasse par cellule devrait être répartie entre chaque ZEE qu'elle recouvre. Par exemple, la biomasse pourrait être répartie en partant du principe qu'elle est uniforme dans chaque cellule (c.-à-d. en utilisant la taille relative de la zone au sein et en dehors de chaque ZEE).

Un produit des approches de modélisation des taux de captures est l'évaluation de la mesure dans laquelle la dynamique de la population peut induire de grands changements saisonniers et annuels de l'abondance. Lors de l'estimation de la répartition de la biomasse aux fins de l'allocation du TAC, une période de référence adaptée serait donc requise. Le changement au niveau supra-annuel induit par les cycles (Wu et al., 2022) et tendances (Dueri, 2017, Dalpadado et al., 2024) environnementaux au niveau mondial complique encore la question. La répartition spatiale des données palangrières est également devenue plus limitée au fil du temps, notamment dans le nord-ouest de l'océan Indien. Afin de pouvoir utiliser ces méthodes pour l'allocation du TAC, il conviendra de prendre des décisions quant à savoir si la période de données devrait être limitée aux années considérées comme représentatives. Autrement, des modèles spatio-temporels comme VAST peuvent estimer des effets spatiaux invariants temporellement qui pourraient fournir une estimation adaptée de la répartition spatiale de la biomasse.

Modèles d'évaluation

Les modèles d'évaluation des stocks modernes adoptent une approche intégrée dans le cadre de laquelle diverses sources d'informations sont combinées pour paramétrer le modèle (par ex. Maunder & Punt, 2013, Methot & Wetzel, 2013, Doonan et al., 2016). Ils sont généralement conçus pour représenter notre meilleure compréhension de l'état, de la productivité et de la future dynamique de la ressource. Compte tenu de la réponse de la ressource aux captures dans ces modèles d'évaluation et du fait que les captures sont allouées spatialement, les meilleurs modèles d'évaluation des stocks tentent de diviser la ressource spatialement plutôt que de regrouper la dynamique en une seule unité spatiale (Punt, 2019). Il s'agit d'un problème difficile qui peut être atténué par des informations sur la biomasse relative dans différentes unités spatiales. Étant donné que le taux de capture reflète la densité de biomasse, la modélisation spatiale des évaluations des stocks crée donc un précédent pour l'utilisation des données des taux de captures pour diviser la biomasse entre de grandes unités spatiales à l'échelle océanique.

Les évaluations des stocks d'albacore, de patudo et de germon divisent la ressource en régions au sein de l'océan Indien qui visent à permettre une estimation plus exacte de la dynamique par région (Langley, 2019, Fu et al., 2022, Rice, 2022, Urtizberea et al., 2024). L'estimation de la répartition de la biomasse par région est renseignée par une relation partagée entre la densité de biomasse prédite par le modèle et un indice de taux de capture standardisé (c.-à-d. un indice de taux de capture plus élevé équivaut à une densité de biomasse estimée plus élevée pour cette région). La construction de

l'indice de taux de capture utilise un *facteur de mise à l'échelle régionale* qui ajuste l'indice à la hausse ou à la baisse en fonction de la biomasse relative pour cette région (Hoyle, 2019, Hoyle & Langley, 2020).

Le facteur de mise à l'échelle régionale est également déduit d'un ajustement du modèle aux données des taux de captures commerciales. Toutefois, par rapport aux méthodes de standardisation des taux de captures utilisées pour construire des tendances spatio-temporelles de l'abondance, les facteurs de mise à l'échelle régionale sont relativement simples. Par exemple, ils peuvent être construits sans un changement de la répartition de la biomasse dépendant de l'année. À la place, on part du principe que la répartition de la biomasse est constante sur une période pluri-annuelle modélisée, et qui a été sélectionnée comme période de référence (Hoyle & Langley, 2020). La biomasse relative est extraite des coefficients du modèle spatial, ce qui peut être additionné sur des unités spatiales par région pour donner une mesure de la biomasse relative. Cette approche est actuellement utilisée pour les évaluations des stocks de patudo et d'albacore de l'océan Indien (Hoyle & Langley, 2020, Fu et al., 2022, Urtizberea et al., 2024) et a historiquement été appliquée pour les évaluations des thons dans le Pacifique centre-ouest, y compris pour le listao (par ex. Hoyle et al., 2010).

Conclusions

Les meilleures données disponibles permettant d'informer l'estimation de la répartition de la biomasse sont probablement les données des taux de captures commerciales. Des approches de modélisation bien établies permettent d'estimer la densité de biomasse relative dans l'espace. Néanmoins, la plupart des données des taux de captures de l'océan Indien proviennent des navires commerciaux en haute mer et peu des régions côtières (à l'exception de la pêche de listao des Maldives). Ces données sont généralement agrégées en de plus grandes unités spatiales avant d'être déclarées à la CTOI. Tant le manque de données côtières que l'agrégation des données enregistrées empêchent une modélisation fiable de la biomasse au niveau de la ZEE.

Toutefois, il est possible d'estimer la biomasse relative par $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ pour une grande partie de l'océan Indien à l'aide des données palangrières disponibles publiquement. Ces estimations pourraient être utilisées de différentes façons, en fonction de la structure du processus d'allocation du TAC. Une estimation de la biomasse pourrait être requise pour permettre l'allocation entre les CPC pêchant en haute mer et les États côtiers combinés (c.-à-d. une estimation de la proportion de la biomasse qui existe en dehors de la juridiction de tout État côtier). La répartition de la biomasse pourrait également être requise pour allouer le TAC entre les CPC côtières et de la haute mer simultanément. Finalement, si des critères distincts sont utilisés pour allouer une proportion du TAC aux États côtiers uniquement, la répartition de la biomasse pourrait alors être utilisée pour allouer ce TAC parmi les CPC côtières. Chacune de ces utilisations place des attentes différentes à l'égard de la modélisation.

L'allocation potentielle du TAC entre les États côtiers et non-côtiers en utilisant la biomasse nécessiterait de prendre une décision sur la répartition présumée de la biomasse dans chaque cellule de $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ qui est modélisée. Cela est nécessaire pour permettre de diviser la biomasse prédite dans les cas où la cellule de $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ traverse une ou plusieurs délimitations d'une ZEE.

Si un critère d'allocation basé sur la biomasse n'est requis que pour diviser la capture entre les CPC côtières, il aura plus de chances de réussite. En effet, des données de meilleure qualité provenant de la haute mer peuvent être utilisées pour informer les estimations de la biomasse relative dans des régions plus vastes, chaque région contenant de multiples ZEE. Ces régions, et leurs valeurs de biomasse relative, seraient construites d'une manière similaire à celle utilisée pour les évaluations des stocks des principales espèces de l'océan Indien. Les CPC côtières recevraient alors une allocation qui dépend de la région qui contient leur ZEE. Il est concevable que l'allocation puisse dépendre tant de la taille de la ZEE que des scalaires de la biomasse régionale qui sont développés dans le cadre du cycle d'évaluation des stocks.

Il est intéressant de noter que les critères d'allocation au sein de la CPPOC ont également tenté d'utiliser une biomasse relative par ZEE (Aqorau, 2009), mais qu'ils se basent désormais, dans une large mesure, sur l'effort de pêche (Clark et al., 2021) en raison des difficultés liées à l'estimation des facteurs de mise à l'échelle de la biomasse appropriés. Toutefois, ces facteurs de mise à l'échelle relatifs (Hoyle & Langley, 2020) font l'objet d'un processus de développements et d'examen continu et pourraient avoir une utilité potentielle dans l'océan Indien. S'ils sont utilisés pour calculer l'allocation du TAC, l'allocation reflèterait les différences régionales de l'abondance qui concordent avec notre meilleure compréhension de la ressource (c.-à-d. l'évaluation des stocks).

Remerciements

Les idées présentées dans le présent rapport ont pu être consolidées grâce à d'utiles discussions tenues avec Adam Langley, Simon Hoyle, Graham Pilling, Emmanuel Chassot, Lucia Pierre et Sarah Martin, avec les conseils de Dan Fu et de Quentin Hanich.

Références

- Aqorau, T. (2009). Recent developments in pacific tuna fisheries: the Palau Arrangement and the Vessel Day Scheme. *The International Journal of Marine and Coastal Law* 24: 557–581.
- Clark, S.; Bell, J.; Adams, T.; Allain, V.; Aqorau, T.; Hanich, Q.; Jaiteh, V.; Lehodey, P.; Pilling, G.; Senina, I.; Smith, N.; Williams, P.; Yeeting, A. (2021). Adaptive management of fisheries in response to climate change. Chapter 12: The Parties to the Nauru Agreement (PNA) 'Vessel Day Scheme': A cooperative fishery management mechanism assisting member countries to adapt to climate variability and change. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 667
- Crespo, G.O. (2025). Bioregionalization Beyond National Jurisdiction: Principles, Methods, and Applications for an Ecologically Representative MPA Network under the BBNJ Agreement. *International Union for Conservation of Nature (IUCN) World Commission on Protected Areas (WCPA) High Seas Specialist Group*
- Dalpadado, P.; Roxy, M.K.; Arrigo, K.R.; van Dijken, G.L.; Chierici, M.; Ostrowski, M.; Skern-Mauritzen, R.; Bakke, G.; Richardson, A.J.; Sperfeld, E. (2024). Rapid climate change alters the environment and biological production of the indian ocean. *Science of The Total Environment* 906: 167342.
- Doonan, I.; Large, K.; Dunn, A.; Rasmussen, S.; Marsh, C.; Mormede, S. (2016). Casal2: New Zealand's integrated population modelling tool. *Fisheries Research* 183: 498–505.
- Dueri, S. (2017). Impacts of climate change and ocean acidification on Indian Ocean tunas. *Institute for Sustainable Development and International Relations: ANR-10-LABX-01*
- Dunstan, P.K.; Hayes, D.; Woolley, S.N.C.; Bernawis, L.; Foster, S.D.; Chassot, E.; Khani, E.; Walton, R.; Blamey, L.; Bristol, U.; Porter, S.; Kanapatipillai, A.A.; Karenyi, N.; Ingole, B.; Pranowo, W.; Sreepada, R.; Shimal, M.; Bodin, N.; Mohamed, S.; White, W.; Last, P.; Bax, N.; Vanderklift, M.; Kloser, R.; Dutra, L.; Molony, B. (2020). Bioregions of the Indian Ocean. *CSIRO, Australia*
- Fu, D. (2023). Indian ocean skipjack tuna stock assessment 1950-2022 (stock synthesis). *Working Party on Tropical Tuna IOTC-2023-WPTT25-09*
- Fu, D.; Merino, G.; Winker, H. (2022). Preliminary indian ocean bigeye tuna stock assessment 1950-2021 (stock synthesis). *Working Party on Tropical Tuna IOTC-2022-WPTT24-10*
- Haputhantri, S.; Jayasinghe, G.; Gunasekara, S. (2023). Accounting for spatial, temporal and operational effects in the Catch Per Unit Effort standardization of Skipjack tuna in tuna drift gillnet fishery in Sri Lanka. *Working Party on Tropical Tunas IOTC-2023-WPTT25-06*
- Hoyle, S. (2019). Regional scaling factors for indian ocean albacore tuna. *Working Party on Temperate Tuna (Data Prep.) IOTC-2019-WPTmT07(DP)-13*
- Hoyle, S.; Kleiber, P.; Davies, N.; Harley, S.; Hampton, J. (2010). Stock assessment of skipjack tuna in the Western and Central Pacific Ocean. *Regular session of the scientific committee WCPFC-SC6-2010/SA-WP-10 rev.1*
- Hoyle, S.D.; Langley, A.D. (2020). Scaling factors for multi-region stock assessments, with an application to indian ocean tropical tunas. *Fisheries Research* 228: 105586.
- IOTC (2024a). Report of the 13th technical committee on allocation criteria. *IOTC-2024-TCAC13-R[E]*

- IOTC (2024b). Uncertainty in IOTC data for neritics: exploring the interest of catch reconstruction from the Sea Around Us project. *IOTC-2024-WPNT14-INF08*
- IOTC (2025). Report of the 14th technical committee on allocation criteria. *IOTC-2025-TCAC14-R[E]*
- Juan-Jordá, M.J.; Murua, H.; Idárraga-Garcías, V.; Andonegi, E. (2024). Ecosystem Fisheries Overviews - Assessing the applicability of IOTC candidate ecoregions as a spatial framework for developing ecosystem-based advisory products. *IOTC-2024-WPEB20(AS)-24*
- Kaplan, D.M.; Grande, M.; Correa, G.M.; Lourdes, M.; Alonso, R.; Báez, J.C.; Uranga, J.; Duparc, A.; Imzilen, T.; Floch, L.; Santiago, J. (2023). CPUE standardization for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) of the EU purse-seine fishery on floating objects (FOB) in the Indian Ocean. *Working Party on Tropical Tunas IOTC-2023-WPTT25-08*
- Langley, A. (2019). Stock assessment of albacore tuna in the indian ocean using stock synthesis for 2019. *Working Party on Temperate Tuna IOTC-2019-WPTmT07-11*
- Langley, A. (2024). Exploratory analysis of yellowfin tuna longline catch and effort data using VAST. *Working Party on Methods IOTC-2024-WPM15-INF01*
- Maunder, M.; Hinton, M.; Bigelow, K.; Langley, A. (2006). Developing indices of abundance using habitat data in a statistical framework. *Bulletin of Marine Science* 79: 545–559.
- Maunder, M.N.; Punt, A.E. (2004). Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fisheries Research* 70 (2): 141–159.
- Maunder, M.N.; Punt, A.E. (2013). A review of integrated analysis in fisheries stock assessment. *Fisheries Research* 142: 61–74.
- Methot, R.D.; Wetzel, C.R. (2013). Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. *Fisheries Research* 142: 86–99.
- Mondal, S.; Lee, M.A. (2023). Habitat modeling of mature albacore (*Thunnus alalunga*) tuna in the Indian Ocean. *Frontiers in Marine Science* 10
- Punt, A.E. (2019). Spatial stock assessment methods: A viewpoint on current issues and assumptions. *Fisheries Research* 213: 132–143.
- Rice, J. (2022). Stock assessment of albacore tuna (*thunnus alalunga*) in the indian ocean using stock synthesis. *Working Party on Temperate Tuna IOTC-2022-WPTmT08-09*
- Seto, K.; Galland, G.R.; McDonald, A.; Abolhassani, A.; Azmi, K.; Sinan, H.; Timmiss, T.; Bailey, M.; Hanich, Q. (2020). Resource allocation in transboundary tuna fisheries: A global analysis. *Ambio* 50: 242–259.
- Sinan, H.; Bailey, M. (2020). Understanding barriers in indian ocean tuna commission allocation negotiations on fishing opportunities. *Sustainability* 12 (16): 6665.
- Spalding, M.D.; Agostini, V.N.; Rice, J.; Grant, S.M. (2012). Pelagic provinces of the world: A biogeographic classification of the world's surface pelagic waters. *Ocean & Coastal Management* 60: 19–30.
- Thorson, J.T. (2019). Guidance for decisions using the Vector Autoregressive Spatio-Temporal (VAST) package in stock, ecosystem, habitat and climate assessments. *Fisheries Research* 210: 143–161.

- Urtizberea, A.; Correa, G.M.; Langley, A.; Merino, G.; Fu, D.; Chassot, E.; Adam, S. (2024). Stock assessment of yellowfin tuna in the indian ocean for 2024. *Working Party on Tropical Tuna IOTC-2024-WPTT26-11*
- Wu, Y.L.; Lan, K.W.; Evans, K.; Chang, Y.J.; Chan, J.W. (2022). Effects of decadal climate variability on spatiotemporal distribution of Indo-Pacific yellowfin tuna population. *Scientific Reports* 12: 13715.
- Zeller, D.; Ansell, M.; Andreoli, V.; Heidrich, K. (2023). Trends in indian ocean marine fisheries since 1950: synthesis of reconstructed catch and effort data. *Marine and Freshwater Research* 74: 301–319.