

À moitié plein ou à moitié vide ? L'estomac des thons livre ses secrets

Pauline Machful,¹ Annie Portal,¹ Jed Macdonald,¹ Valérie Allain,¹ Joe Scutt Phillips¹ et Simon Nicol¹

Pour certains, la pêche s'apparente au loto : elle suppose d'avoir de la chance. Mais contrairement au loto, on peut aussi tirer le gros lot et réaliser de belles prises avec de l'expérience et quelques connaissances scientifiques. L'analyse en cours de plus de 16 000 estomacs de thons nous en dit plus sur le comportement alimentaire des thons. En étudiant l'état de leur estomac en fonction des méthodes de pêche utilisées, on constate que les thons capturés sur des dispositifs de concentration de poissons (DCP) dérivants avaient l'estomac vide, alors que ceux pêchés sur bancs libres avaient l'estomac plus rempli.

Écologie des thons tropicaux

Ces 20 dernières années, la Banque d'échantillons marins du Pacifique a réuni des échantillons biologiques de muscle, de foie, d'estomac ou encore de sang, prélevés sur des thons capturés en Océanie dans le cadre de programmes d'observation des pêches (Portal *et al.* 2020). Sous la houlette de la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins de la Communauté du Pacifique (CPS), 16396 estomacs ont été prélevés sur des

bonites (*Katsuwonus pelamis*), des thons jaunes (*Thunnus albacares*) et des thons obèses (*T. obesus*) – trois des principales espèces de thons ciblées dans le Pacifique occidental et central. Au total, 8 089 ont déjà été examinés au laboratoire de la CPS, en Nouvelle-Calédonie (figure 1), et de nouveaux échantillons viennent en permanence enrichir notre collection.

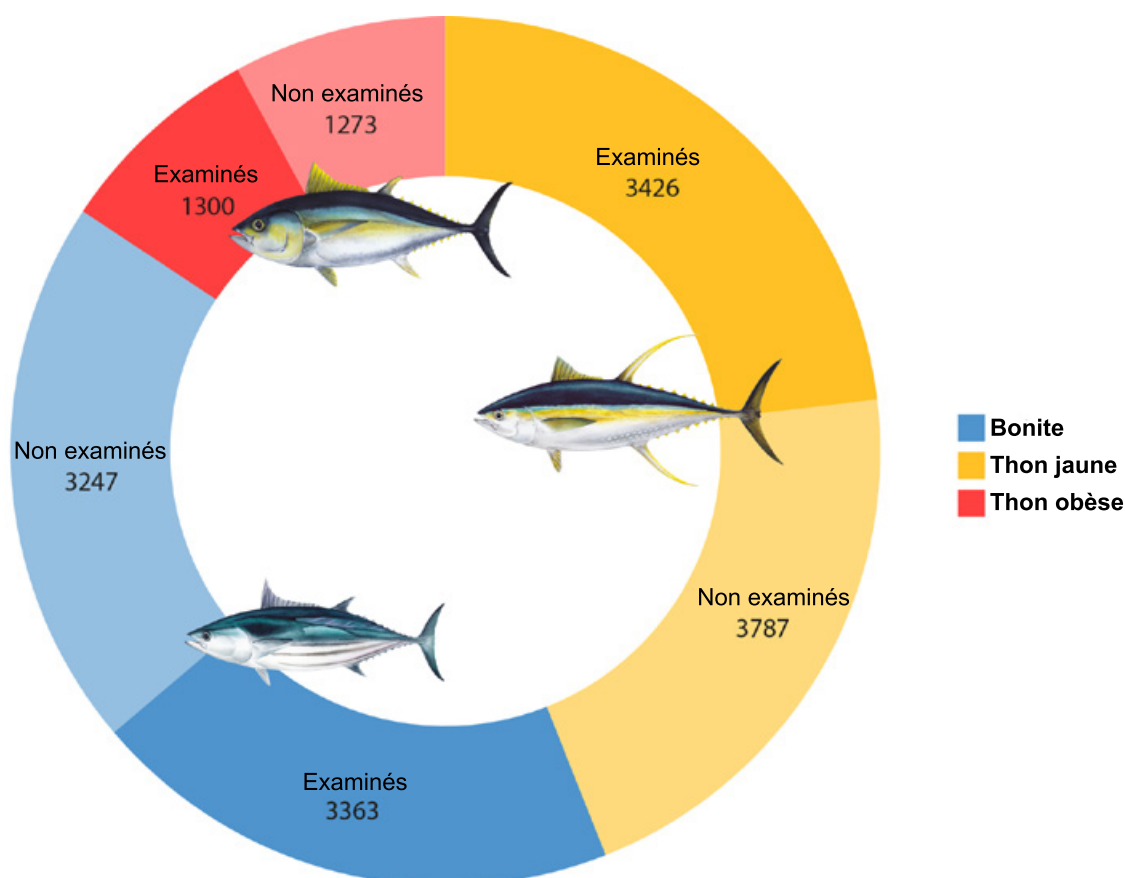


Figure 1. Échantillonnage et examen des estomacs de thons – synthèse

¹ Section suivi et analyse des pêcheries et de l'écosystème, Programme pêche hauturière, Communauté du Pacifique

* Pour toute correspondance : paulinem@spc.int

L'étude du comportement alimentaire des grands prédateurs marins comme les thons est une précieuse source d'informations sur la dynamique de l'écosystème pélagique, notamment de la structure du réseau trophique, se fondant sur la distribution prédateurs-proies et les effets de la pêche et du changement climatique sur ce système.

Le régime alimentaire des thons est fonction de facteurs comme le comportement individuel, l'utilisation des habitats, les apports énergétiques et les interactions avec d'autres thons et d'autres espèces. Plus nous en saurons sur les raisons des variations du régime alimentaire des grands prédateurs pélagiques, mieux nous pourrions assurer le suivi des écosystèmes dont ils font partie et en gérer les pêcheries.

L'examen des contenus stomacaux permet d'observer directement les principales caractéristiques du régime alimentaire des thons. On peut ainsi examiner en détail ce qu'ils ont consommé à un moment précis, et étudier les interactions trophiques entre espèces, de même que les changements susceptibles d'intervenir dans le temps et l'espace (Machful et Allain 2019). Dans le cadre de l'étude présentée ici, la Section suivi et analyse des pêcheries et de l'écosystème de la CPS a cherché à quantifier la nourriture ingérée par les thons.

Analyse des contenus stomacaux

Les estomacs sont pesés au laboratoire avant d'être ouverts. Si des appâts ont été utilisés pendant les opérations de pêche et enregistrés dans le journal de pêche à des fins d'identification, ils sont retirés des échantillons étudiés. Pour évaluer la quantité de nourriture contenue dans l'estomac, le « coefficient de remplissage », on utilise une méthode qualitative visuelle permettant un classement en cinq catégories : (0 = estomac vide, 1 = moins de la moitié de l'estomac rempli, 2 = estomac à moitié rempli, 3 = plus de la moitié de l'estomac rempli, 4 = estomac plein). Ce coefficient de remplissage correspond à la quantité (volume) de proies contenue dans l'estomac. Les proies sont ensuite identifiées, mesurées et pesées. La dernière étape consiste à peser la paroi de l'estomac après retrait des proies, afin de déduire le poids total du contenu stomacal.

Nombre des estomacs examinés étaient vides ou quasiment vides au moment de la capture ; le constat vaut en particulier pour les bonites : 46 % des estomacs de bonite examinés étaient vides, contre 16 % seulement pour les thons jaunes et 33 % pour les thons obèses (figure 2). Pourquoi ? Quels sont les facteurs influant sur le comportement alimentaire des thons ? Pourquoi certains mangent-ils moins que d'autres ?

Sélection de l'indice de remplissage le plus adapté

Plusieurs méthodes qualitatives ou quantitatives, présentant des biais variables, permettent de décrire le régime alimentaire des poissons. Dans cet article, nous nous intéressons principalement au « taux de remplissage de l'estomac », qui offre un indice utile de quantification des aliments ingérés, souvent utilisé dans les études trophiques (Hyslop 1980 ; Chipps and Garvey 2006).

S'il est suffisamment précis, l'indice de remplissage de l'estomac peut venir compléter les données recueillies par ailleurs sur les proies consommées et sur leur abondance. Il peut aussi apporter des éléments de réponse à des questions écologiques sur l'efficacité de la recherche de nourriture chez les thons, et des informations sur les choix alimentaires individuels, en indiquant si le taux de remplissage de l'estomac varie, par exemple, selon la taille et les espèces (les thons s'alimentent-ils tous de la même manière ?). Enfin, il permet de mieux cerner les nombreux processus écologiques en jeu à l'échelle communautaire, notamment le comportement des poissons pendant les opérations de pêche (ont-ils faim lorsqu'ils sont capturés ?) ou le degré de cohésion entre les poissons en fonction du type de banc associé (pourquoi et comment les thons se regroupent-ils ?).

Pour déterminer le taux de remplissage de l'estomac d'un poisson, on peut, dans un premier temps, utiliser la méthode simple et rapide d'estimation qualitative du coefficient de remplissage (calculé pendant l'examen de l'estomac). Cette méthode a toutefois été critiquée en raison de sa subjectivité potentielle (Hynes 1950), puisqu'elle repose sur l'expérience et l'appréciation de la personne pratiquant l'examen. L'estomac étant un

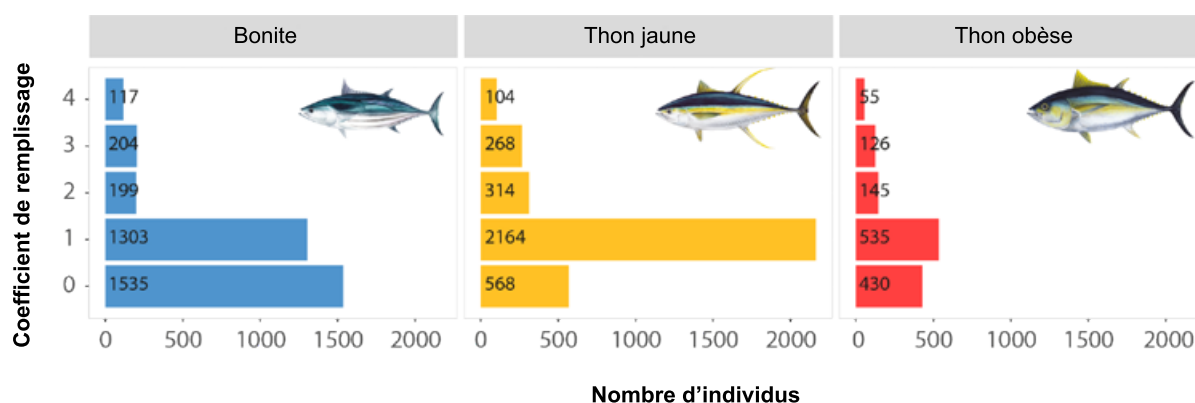


Figure 2. Distribution du coefficient de remplissage par espèce.

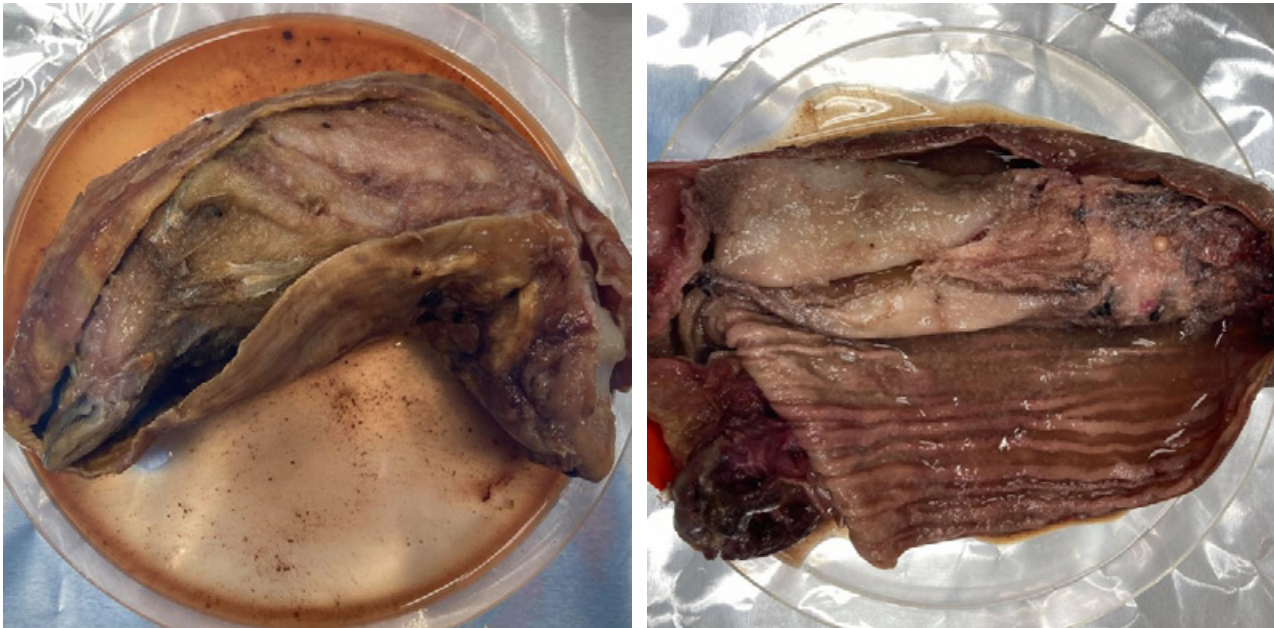


Figure 3. Deux estomacs aux parois très différentes : fine et distendue pour celui de gauche, épaisse avec des plis pour celui de droite.

muscle extensible, certains de ceux que nous avons examinés présentaient une paroi très fine, alors que d'autres étaient beaucoup plus épais, avec des plis clairement visibles indiquant une absence de dilatation. La perception même du remplissage est donc souvent biaisée (figure 3). Cet indice est jugé utile, même s'il a ses limites. Ainsi, il constitue un outil pratique pour les observateurs des pêches, qui peuvent évaluer en mer le taux de remplissage des estomacs.

Pour réduire le risque de subjectivité, nous utilisons le rapport gastrosomatique (RGS) (Herbold 1986), établi en calculant le ratio entre le poids observé de la nourriture/des proies dans l'estomac (poids des proies) et la masse corporelle du poisson (poids) :

$$\text{RGS} = \text{poids des proies/poids du poisson}$$

Le poids du poisson peut toutefois varier, notamment en période de reproduction, ce qui entraîne un biais dans le RGS et rend impossible toute comparaison dans le temps. De plus, il est impossible de comparer les valeurs RGS obtenues pour différentes espèces de thons. Pour contourner ces difficultés, nous utilisons depuis peu une métrique normalisée de taux de remplissage, qui est à la fois plus fiable et plus comparable dans le temps et entre espèces, et permet surtout de rendre compte directement du degré de remplissage des estomacs. La mesure proposée prend en considération la longueur des poissons et la capacité maximale de leur estomac (lorsqu'il est plein). Elle repose sur l'application de la formule ci-dessous, énoncée pour la première fois par Herbold en 1986 :

$$\text{métrique de taux de remplissage} \\ = \text{poids des proies/poids maximal escompté des proies}$$

Là encore, le poids des proies correspond au poids observé des proies contenues dans l'estomac, tandis que le poids maximal escompté des proies désigne le poids maximal des proies que l'on s'attend à trouver dans l'estomac d'un poisson en fonction de sa longueur. Le poids maximal escompté des proies en fonction de la longueur a été calculé à l'aide d'une régression log-log entre le poids maximal de contenu stomacal relevé (sur les 277 estomacs pleins présentant un coefficient de remplissage de 4 – voir figure 2) et la longueur des poissons, telle qu'enregistrée dans notre base de données.

Nous avons opté pour la nouvelle métrique afin d'obtenir davantage d'inférences dans nos analyses, puisqu'elle donne une valeur du taux de remplissage plus quantitative que le coefficient de remplissage, et peut de surcroît faire l'objet de comparaisons entre les poissons, toutes tailles confondues. Les valeurs de la métrique de taux de remplissage sont comprises entre 0 (estomac vide) et 5, les valeurs maximales correspondant à des estomacs pleins (figure 4).

Effets des facteurs les plus pertinents

La nouvelle métrique permet aussi de comprendre les facteurs susceptibles d'influer sur le taux de remplissage de l'estomac des thons. Nos travaux portent sur les effets des facteurs écologiques, halieutiques et environnementaux sur chacune des trois espèces considérées.

Nous avons ajusté une série de modèles linéaires généralisés à la métrique de taux de remplissage afin de mieux visualiser les effets de chaque facteur, avant d'intégrer l'ensemble de ces facteurs à un seul et même modèle. On trouvera ci-après un exposé détaillé des résultats obtenus pour la bonite, et une synthèse des résultats concernant le thon jaune et le thon obèse.

Bonite

Effets liés à l'engin de pêche

Dans le modèle retenu, l'engin de pêche est un facteur de première importance contribuant aux différences relevées dans le taux de remplissage de l'estomac des thons. Les bonites

examinées avaient été capturées principalement à la canne et à la senne. Les individus pêchés à la canne avaient l'estomac plus rempli que ceux capturés à la senne, avec des différences considérables entre les deux engins (figure 5). Pour la palangre, la moyenne est semblable à celle enregistrée pour la pêche à la canne, mais l'on relève une plus grande variabilité. Les larges intervalles de confiance observés pour la pêche à la ligne à main

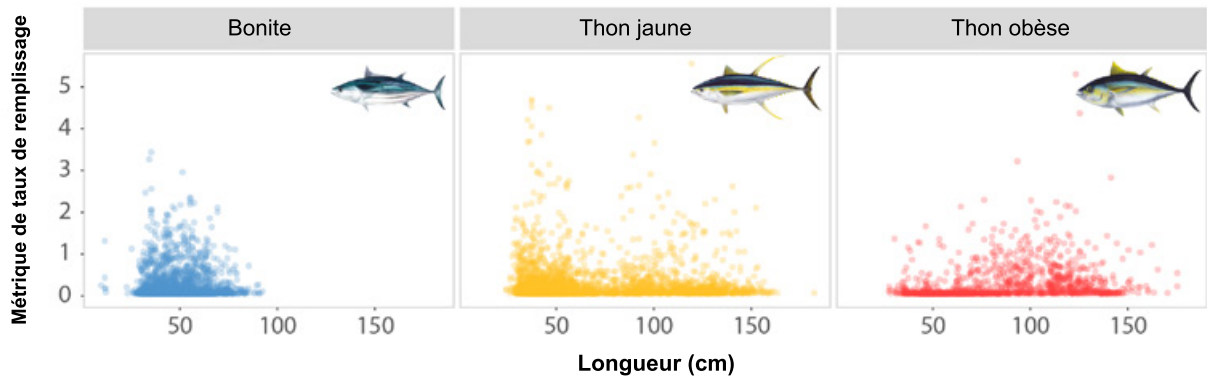


Figure 4. Distribution de la métrique de taux de remplissage par espèce et par taille.

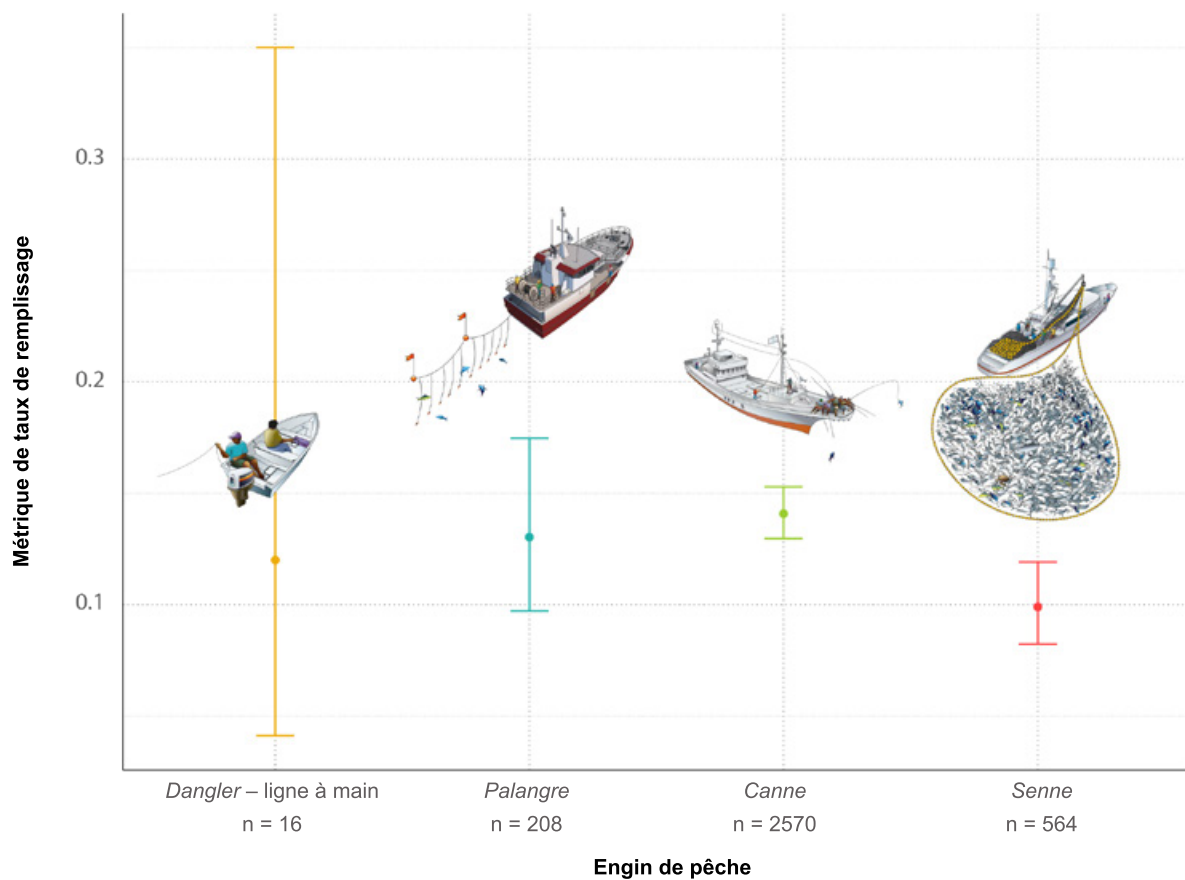


Figure 5. Moyennes prévues de la métrique de taux de remplissage et intervalles de confiance à 95 % pour chaque type d'engin de pêche (n = nombre d'observations).

pourraient être dus au faible volume de données disponibles pour cet engin. À chaque engin de pêche correspondent des méthodes d'échantillonnage différentes, ce qui pourrait expliquer les différences dans les valeurs enregistrées. Ces différences pourraient également être liées à plusieurs autres facteurs, notamment le type de bancs ciblés par les pêcheries.

Effets liés au type de banc associé

Les thons tropicaux ayant tendance à se concentrer autour d'objets flottants, les pêcheries ciblent les dispositifs de concentration de poissons (DCP) et les autres structures associées à des bancs de poissons (bois flottés, monts sous-marins, notamment). Le modèle établit une forte relation entre ce paramètre et le taux de remplissage de l'estomac des poissons. Les bonites examinées avaient été capturées principalement sur des DCP ancrés et sur bancs libres (figure 6). L'estomac est plus rempli chez les thons pêchés sur bancs libres et autour des monts sous-marins. On relève toutefois une plus forte variabilité sur les monts sous-marins, sans doute en raison d'un manque de données. Ces deux types de bancs sont principalement ciblés par les canneurs. Les thons évoluant en bancs libres ont des estomacs nettement plus remplis que ceux associés à des DCP ancrés, des DCP dérivants et des bois flottés. D'autres auteurs ont déjà mis en évidence l'effet des DCP sur le taux de remplissage de l'estomac des thons. Il pourrait être lié à l'appauvrissement de

la ressource en proies induit par la présence de nombreux prédateurs autour des DCP (Buckley and Miller 1994 ; Menard et al. 2000). L'estomac des thons associés à des DCP dérivants (le type de banc le plus fréquemment ciblé par les senneurs) est moins rempli. Outre les méthodes de pêche et la disponibilité des proies, les écarts relevés entre les différents types de bancs associés pourraient aussi être liés à l'emplacement des sites de pêche (distance depuis la côte, par exemple).

Effets du moment de la journée

Le moment de la journée où les poissons ont été capturés et ses effets sur la métrique de taux de remplissage de l'estomac ont également été analysés. Ainsi, on note une très forte probabilité que les poissons pêchés tôt le matin, comme c'est souvent le cas sur bancs associés, aient l'estomac vide ou quasiment vide, et que ceux capturés plus tard dans la journée aient l'estomac plus rempli (figure 7).

Effets de la température de surface

Nous avons également testé un modèle intégrant l'anomalie de température de surface. Ce modèle indique que la température de surface influe sur le taux de remplissage de l'estomac, et prévoit des taux plus élevés aux périodes où la température est supérieure à la normale (figure 8). On peut y voir un lien

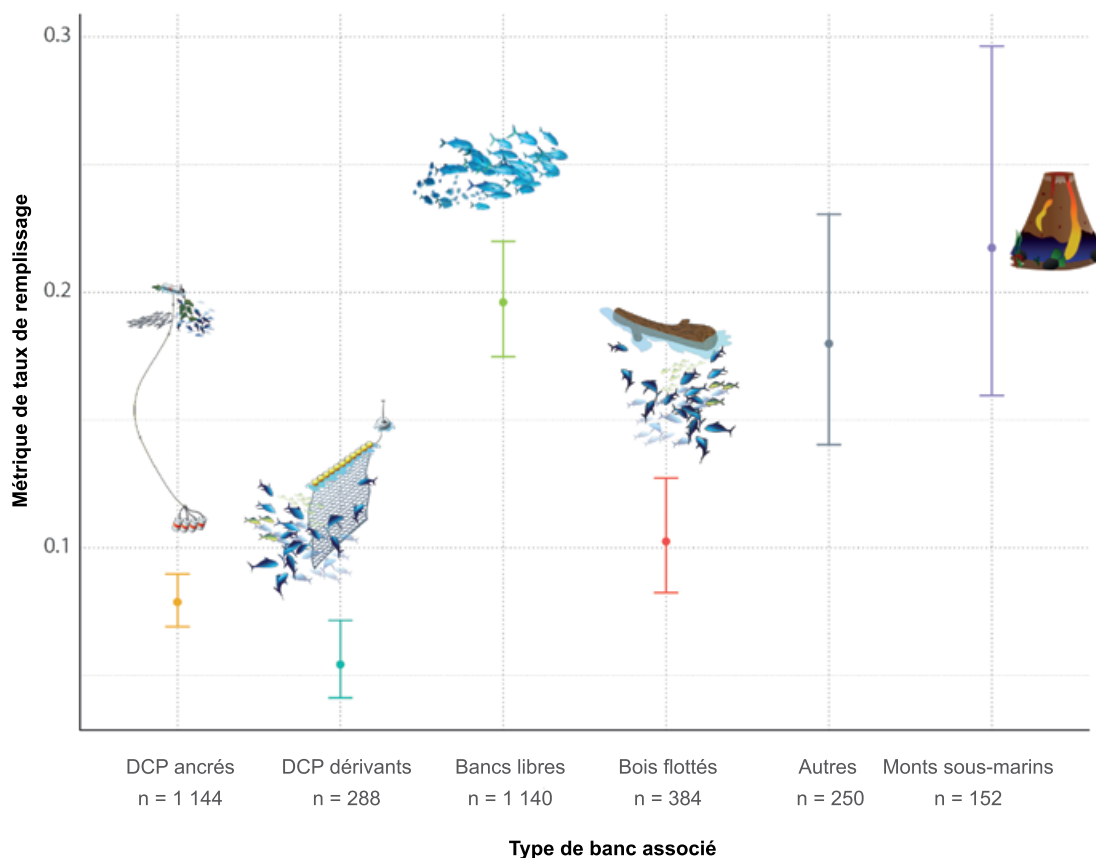


Figure 6. Moyennes prévues de la métrique de taux de remplissage et intervalles de confiance à 95 % pour chaque type de banc associé. (n = nombre d'observations).

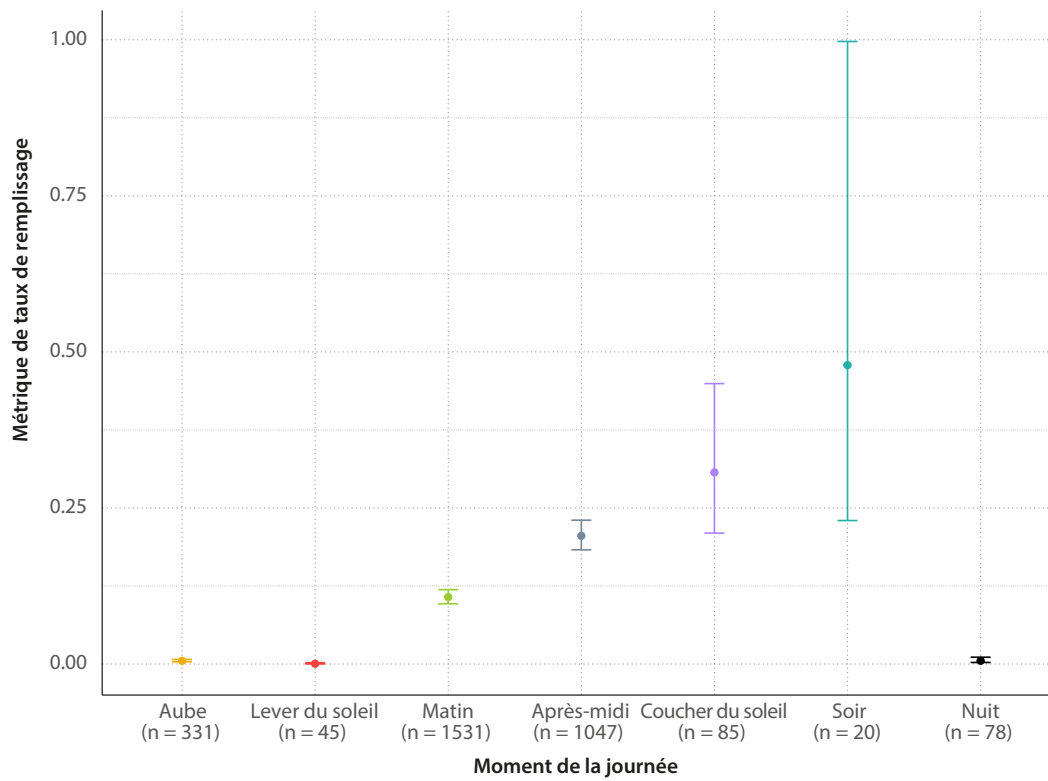


Figure 7. Moyennes prévues de la métrique de taux de remplissage et intervalles de confiance à 95 % en fonction du moment de la journée - (n = nombre d'observations).

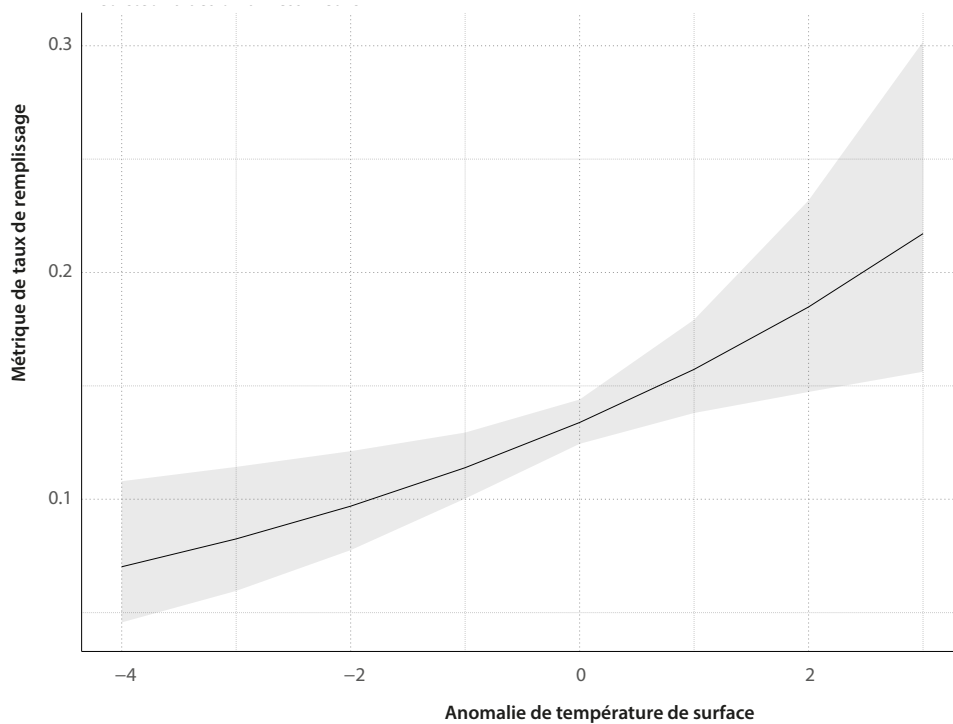


Figure 8. Moyennes prévues de la métrique de taux de remplissage et intervalles de confiance à 95 % pour l'anomalie de température de surface (en degrés Celsius).

avec les mouvements saisonniers des masses d'eau, comme l'extension de la warm pool durant les épisodes El Niño, ce qui favorise l'accès des bonites à des zones différentes et, donc, à d'autres espèces proies.

Résultats pour le thon jaune et le thon obèse

La même analyse a été menée sur le thon jaune et le thon obèse, et les résultats mettent en évidence des tendances similaires, avec cependant quelques différences chez chacune des espèces. Dans certains cas, on relève des moyennes de la métrique de taux de remplissage plus élevées pour ces deux espèces, ainsi qu'une variabilité accrue. Les thons semblent se nourrir mieux lorsqu'ils évoluent en bancs libres et sont capturés à la palangre, peut-être parce qu'ils sont en pleine chasse au moment des opérations de pêche. Comme pour la bonite, les thons jaunes et les thons obèses ont l'estomac plus rempli quand la température de surface est supérieure à la normale.

Travaux futurs

La métrique de taux de remplissage est utile pour étudier le régime alimentaire des thons, et les résultats préliminaires indiquent que le succès de la recherche de nourriture varie à des degrés divers, en fonction des espèces et d'autres facteurs. Les analyses se poursuivent, car d'autres paramètres écologiques et modèles généralisés doivent encore être testés pour étudier les résultats de plus près et déterminer si des facteurs ont pu influencer sur la capacité des thons du Pacifique occidental et central à se nourrir, ou si des changements importants ont pu se produire en la matière.

Bibliographie

- Buckley T.W. and Miller B.S. 1994. Feeding habits of yellowfin tuna associated with fish aggregation devices in American Samoa. *Bulletin of Marine Science* 55:445–459.
- Chipps S.R. and Garvey J.E. 2006. Assessment of food habits and feeding patterns. *American Fisheries Society* 43: 473-514.
- Herbold B. 1986. An alternative to the fullness index. P. 315–320. In: Simenstad C.A. and Cailliet G.M. (eds). *Contemporary studies on fish feeding: Proceedings of GUTSHOP '84*. Springer, Netherlands, Dordrecht.
- Hynes H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology* 19:36. <https://doi.org/10.2307/1570>
- Hyslop E.J. 1980. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17:411–429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>
- Machful P. et Allain V. 2019. Régime alimentaire à la carte pour les thons du Pacifique : repas premier âge, spécialités régionales et menus de saison. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 157:2–7. <https://purl.org/spc/digilib/doc/4g7qe>
- Menard F., Fonteneau A., Gaertner D. et al. 2000. Exploitation of small tunas by a purse-seine fishery with fish aggregating devices and their feeding ecology in an eastern tropical Atlantic ecosystem. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 57:525–530.
- Portal A., Roupsard F., Vourey E., Allain V. 2020. Un trésor sous bonne garde : la Banque d'échantillons marins du Pacifique. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 161:40–44. <https://purl.org/spc/digilib/doc/o8k9n>