

Evolution historique du nombre d'hameçons entre flotteurs et des espèces cibles de la pêche palangrière japonaise dans la zone équatoriale de l'ouest de l'océan Indien

par Pascal Bach ¹ and Alain Fonteneau ¹

Résumé :

Le nombre d'hameçons entre flotteurs (HBF = number of hooks between floats) est la variable indicatrice classiquement utilisée dans les études de la standardisation de l'effort de pêche des palangres pour caractériser l'extension verticale de la distribution des hameçons. La raison de ce choix est simple : l'augmentation du nombre d'hameçons (donc de la longueur de ligne mère) entre flotteurs implique une augmentation de la profondeur maximale de pêche. La validité de cette relation a probablement été en grande partie respectée avec les palangres à gréement traditionnel utilisées jusqu'à la fin des années 80. La modernisation de la technique de pêche avec l'introduction de la ligne monofilament, du lanceur de ligne et des agrafes d'hameçons a profondément modifié la tradition et a conduit à une large diversification des tactiques de filage. Une conséquence immédiate de cette modernisation est que le HBF ne traduit plus l'extension verticale de la distribution des hameçons. Dans ce travail, nous présenterons une simple démonstration de l'absence de relation entre le HPB et la profondeur maximale de pêche. De plus, une comparaison des séries historiques de la proportion des espèces cibles (patudo et albacore) dans les captures et du nombre moyen d'HBF pour la pêche palangrière japonaise conforte cette hypothèse. Ce constat pose le problème de l'utilisation des HBF pour la standardisation de l'effort de pêche (GLM). La nécessité d'informations additionnelles pour caractériser la stratégie de pêche est discutée.

1 - IRD/CRH – BP 171 – 34203 Sète Cedex – E-mail : bach@ird.fr

1 – Introduction

La palangre dérivante représente une guirlande d'hameçons déployée sur plusieurs dizaines de milles et maintenue en surface par des flotteurs régulièrement attachée à la ligne mère. Une unité de pêche caractéristique de la palangre est « le basket » qui correspond à une section de palangre entre 2 flotteurs. Plusieurs facteurs agissent sur l'efficacité de l'engin, cependant le facteur le plus important concerne la superposition entre les distributions verticales des hameçons d'une part et des poissons ciblés d'autre part. De cette interaction entre ces deux distributions dépendra la capturabilité. Les possibles variations de cette capturabilité ont contribué au développement de méthodes de standardisation de l'effort de pêche puis des modèles basés sur l'habitat (Hinton et Nakano, 1996 ; Bigelow *et al.*, 2002 ; Goodyear *et al.*, 2003 ; Campbell, 2004). L'estimation de l'impact des palangres sur la ressource est communément lié à la distribution des profondeurs des hameçons qui explique largement la sélectivité spécifique des prises (Koido, 1985 ; Boggs, 1992 ; Nakano *et al.*, 1997 ; Bach *et al.*, 2003). Dans ce contexte, le nombre d'hameçons entre flotteurs (HBF = number of hooks between floats) a été et est toujours utilisé comme variable indicatrice de la profondeur maximale de pêche. Ce choix basé sur la configuration traditionnelle de la palangre (Yamaguchi 1989 a, b) est pertinent jusqu'à la modernisation de la méthode de pêche à la fin des années 80 avec en particulier l'introduction du monofilament (ou assimilé), les agrafes d'hameçons et le lanceur de ligne. La théorie et l'analyse des données disponibles de la pêcherie palangrière japonaise dans la zone équatoriale suggère que le HPB n'est plus un indicateur valable de la distribution verticale des hameçons. Une réflexion sur de nouveaux indicateurs de la stratégie de pêche des palangres doit être menée.

2 - Matériel et méthodes

2 A – Le modèle caténaire

La profondeur théorique d'un hameçon j peut être estimée à partir de l'expression théorique d'une géométrie caténaire (Yoshihara, 1951, 1954; Suzuki *et al.*, 1977) :

$$D_j = LF + LB + (LLBF/2) * \{(1 + \cot^2 \varphi)^{1/2} - [(1 - (2j / N))^2 + \cot^2 \varphi]^{1/2}\} \quad (1)$$

et

$$SR = DBF/LLBF = (\cot \varphi) * \ln [(\tan(45^\circ + \varphi / 2))] \quad (2)$$

Où D_j est la profondeur de l'hameçon j , LF = longueur de l'orin de bouées, LB = longueur de l'avançon et $LLBF$ = longueur de la ligne mere entre deux flotteurs, $N = HBF + 1$, j = le numéro de l'hameçon par rapport au flotteur, φ = l'angle entre l'horizontale et la droite tangente à la ligne mère, SR = le taux de courbure et DBF = distance horizontale entre les flotteurs. L'angle φ est estimé par iteration à partir de l'expression (2), (Figure1).

Au milieu de la ligne mère d'un basket (i.e. le point où $j = N/2$), l'expression (1) devient :

$$D_j = LF + LB + (LLBF/2) * \{(1 + \cot^2 \varphi)^{1/2} - (\cot^2 \varphi)^{1/2}\} \quad (3)$$

ou

$$\{(D_j - (LF + LB))/LLBF\} = \{(1 + \cot^2 \varphi)^{1/2} - (\cot^2 \varphi)^{1/2}\} / 2 \quad (4)$$

Supposant que la profondeur au centre du basket correspond à la profondeur maximale de pêche ($D_j = MFD$), l'expression (5) montre que le rapport entre la profondeur maximale théorique et la longueur de la ligne mère entre bouées ne dépend que de l'angle φ (donc, le taux de courbure). Ainsi, pour des valeurs fixes de LF et LB, une unique relation relie la valeur théorique du rapport MFD/LLBF et le taux de courbure (Figure 2).

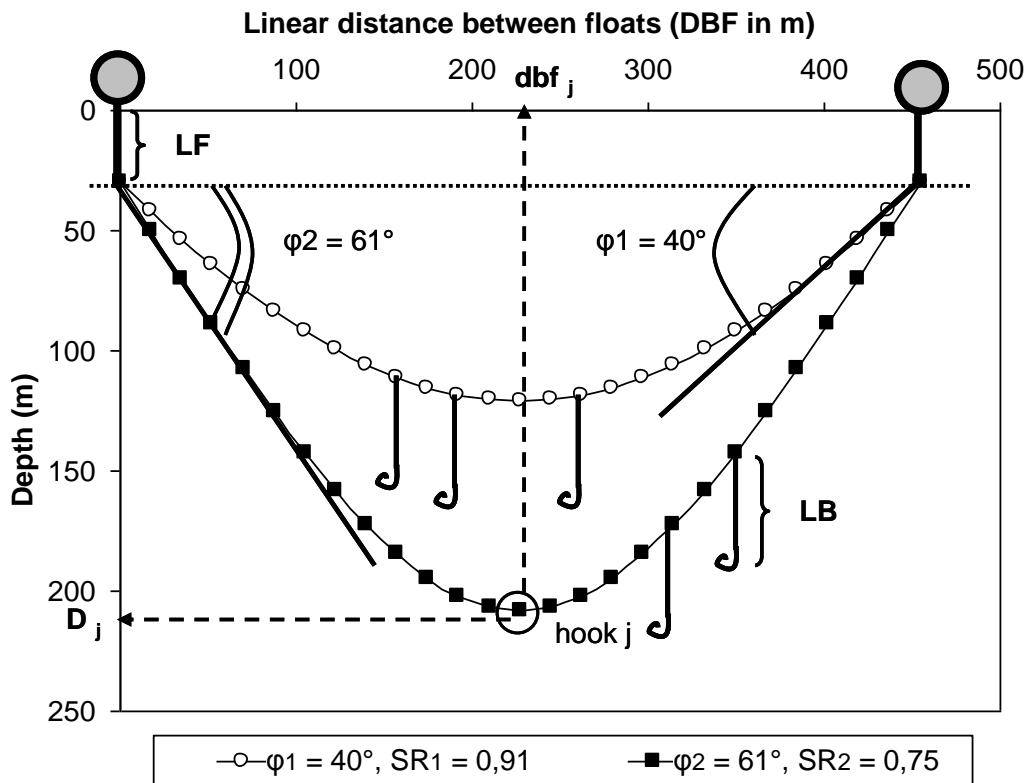


Figure 1 – Forme caténaire théorique de 2 baskets définie par des valeurs respectives du taux de courbure de 0,91 ($\varphi_1 = 40^\circ$) et 0,75 ($\varphi_2 = 61^\circ$). D_j est la profondeur d'un hameçon j situé à une distance dbf_j de l'orin de bouée, LF = longueur de l'orin de bouée et LB = longueur de l'avançon (d'après Bach *et al.*, 2005).

*Figure 1 – Theoretical catenary shape of two baskets defined by respective values of the sagging rate of 0,91 ($\varphi_1 = 40^\circ$) and 0,75 ($\varphi_2 = 61^\circ$). D_j is the depth of the hook j located at a distance dbf_j from the floatline, LF is the length of the floatline and LB is the length of the branchline (from Bach *et al.*, 2005).*

2 B – Les données

Nous considérerons les données de la pêcherie palangrière japonaise dans la zone équatoriale de l'océan indien ouest (zone située à l'ouest de la longitude 70° et entre les latitudes 10° N et 10° S). Historiquement, cette zone correspond à l'activité majeure de la flottille (Figure 3). Les séries historiques du nombre moyen d'hameçons entre flotteurs (HPB) et des contributions des prises de l'albacore (YFT) et du patudo (BET) seront comparées.

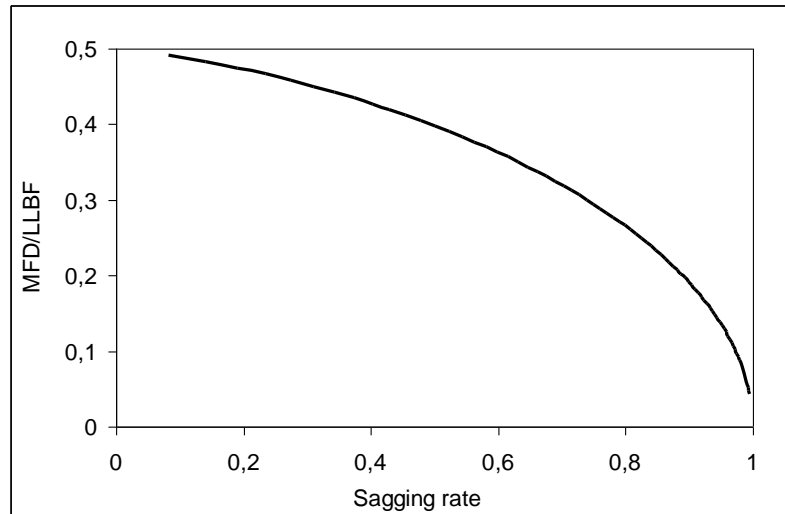


Figure 2 – Relation théorique entre le rapport MFD/LLBF et le taux de courbure SR ($0 < SR < 1$), MFD = profondeur maximale théorique, LLBF = longueur de la ligne mère entre flotteurs. Sur cette figure la longueur respective de l'avançon et de l'orin de bouée est égale à zéro (d'après Bach *et al.*, 2005).

*Figure 2 – Theoretical relationship between the ratio MFD/LLBF and SR ($0 < SR < 1$). MFD is the theoretical maximum depth, LLBF is the length of the mainline between floats and SR is the sagging rate. On this figures the value of the length of floatline (LF) and the length of branchline (LB) is supposed equal to zero (from Bach *et al.*, 2005).*

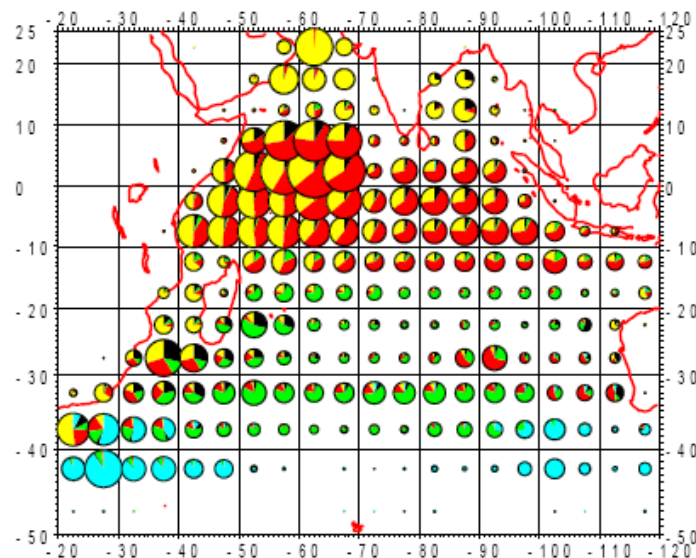


Figure 3 – Distribution spatiale des captures cumulées de la flottille palangrière japonaise (période 1970 – 2003). La zone considérée dans l'étude ($10^{\circ} S < \text{latitude} < 10^{\circ} N$, ouest de la longitude $70^{\circ} W$) correspond aux prises majeures de l'albacore et du patudo.

Figure 3 – Spatial distribution of cumulated catches of the japanese longline fishery (period 1970 – 2003). The area considered in the study ($10^{\circ} S < \text{latitude} < 10^{\circ} N$, west of the longitude $70^{\circ} W$) corresponds to major capture for both yellowfin tuna and bigeye tuna.

3 – Résultats

3 A – Caractéristiques de filage et profondeur maximale de pêche

Il est communément considéré la profondeur maximale de pêche de baskets avec un HBF de 20 hameçons est supérieure à 400 m. D'un point de vue théorique, on peut montrer que la tactique de filage peut permettre de cibler la couche homogène de l'océan avec des baskets configurés de la sorte (Figure 4). En effet, comme nous l'avons rappelé ci-dessus, la profondeur théorique maximale dépend de la distance entre flotteurs (ou de la longueur de ligne mère) et du taux de courbure. Ainsi, avec un taux de courbure élevé (ligne à faible concavité), et un vitesse de filage faible, plusieurs tactiques permettent de localiser tous les hameçons d'un basket dans les 200 premiers mètres de l'océan.

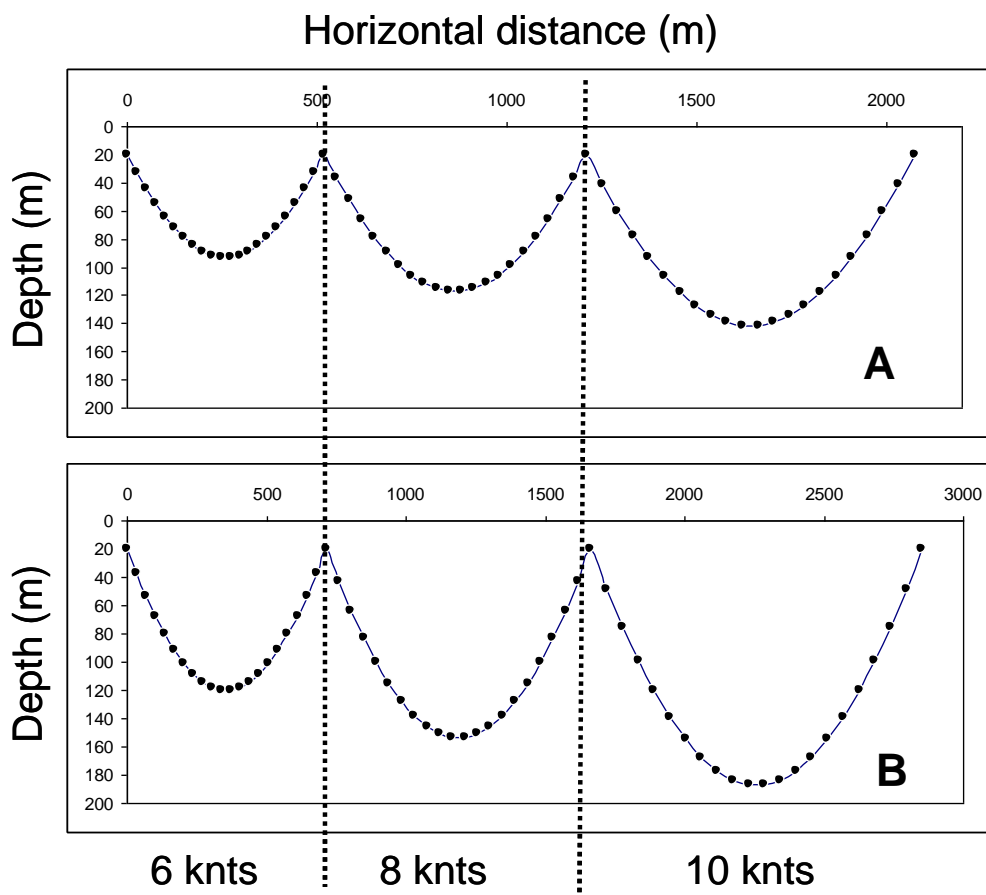


Figure 4 – Variations de la profondeur théorique maximale de la ligne mère pour des baskets de 20 hameçons et un taux de courbure de 0.95 en fonction de l'intervalle de temps entre hameçons (A = 8 s, B = 11 s) et de la vitesse de filage du bateau (6 nœuds, 8 nœuds et 10 nœuds).

Figure 4 – Variations of the theoretical maximum fishing depth of the mainline for similar baskets in terms of both HBF = 20 hooks and the sagging rate = 0.95 according to different time intervals between hooks (A = 8 s, B = 11 s) and setting speeds of boat (6 knts, 8 knts and 10 knts).

3 B – Observations des séries historiques du nombre d’hameçons entre flotteurs et des contributions de l’albacore (YFT) et du patudo (BET) dans les captures.

L’observation des séries temporelles (1) du nombre d’hameçons entre flotteurs (HBF = hook between floats) et (2) des contributions de l’albacore (YFT) et du patudo (BET) de la pêcherie palangrière japonaise dans la zone équatoriale ouest de l’Océan Indien montrent assez clairement trois périodes distinctes (Figures 5 et 6):

1) Jusqu’en 1974-1977 (et ceci très probablement dès les premières années de la pêcherie à partir de 1954), les palangres sont gréées avec 5 HBF avec pour la plupart une distance entre hameçons de 50 m soit une longueur de ligne mère entre flotteurs de 300 m. Des études (par exemple l’étude théorique de Bigelow et al., 2002) ont montré que la profondeur maximale de pêche atteignait environ 200 m, et la majorité des hameçons se situaient dans la couche homogène (dans les 100 premiers mètres qui correspondent à la strate située au dessus de la thermocline dans la zone considérée). Pendant cette période, les proportions en poids du YFT et du BET dans les captures sont équivalentes.

2) A partir de 1978, cette configuration à 5 HBF disparaît dans la zone pour être remplacée presque intégralement par des configurations avec un HPB qui varie entre 9 à 14 HBF. Ce changement de stratégie s’accompagne immédiatement d’une nette augmentation de la proportion du BET dans les captures. Ce changement d’espèce cible est très logique et lié à la brutale augmentation des prix relatifs du patudo sur le marché du sashimi. Simultanément, un accroissement marqué des rendements nominaux du BET est observé (Figure 7). Cet accroissement des HBF entraînait un accroissement des profondeurs de pêche avec une fraction des hameçons pouvant être située à plus de 300 m de profondeur (Bigelow *et al.*, 2002).

3) A partir de 1992, et ceci très brutalement, la configuration dominante devient 20 HBF, et l’ancienne configuration 9 – 14 HBF n’est pratiquement plus mise en œuvre. Cette nouvelle augmentation du HBF laisse supposer une extension verticale de la distribution des hameçons. Cependant, une réponse opposée à celle que suggérerait l’évolution du HPB est observée durant cette période. D’une part, le YFT devient dominant dans les prises et d’autre part on note une amélioration marquée des rendements nominaux de cette espèce qui atteignent même des niveaux jamais observés depuis 30 ans (Figure 7). Ce ciblage préférentiel du yellowfin avec une configuration de palangre à 20 HPB serait par ailleurs logique du fait de la forte réduction du différentiel de prix BET/YFT sur le marché du sashimi au cours des années récentes.

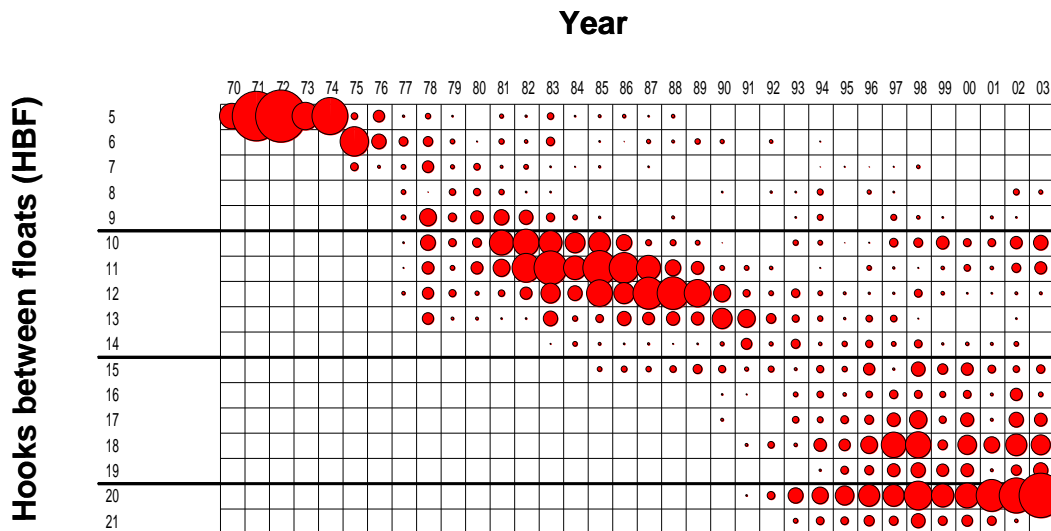


Figure 5 : Série temporelle du nombre moyen d'hameçons entre flotteurs (HPB) utilisés par la flottille palangrière japonaise dans l'ouest de l'océan Indien montrant 3 périodes majeures de l'accroissement du HPB.

Figure 5 : Temporal series of the average hooks between floats statistics for the Japanese longline fishery operating in the Western Indian Ocean, showing 3 major periods of increasing HBF.

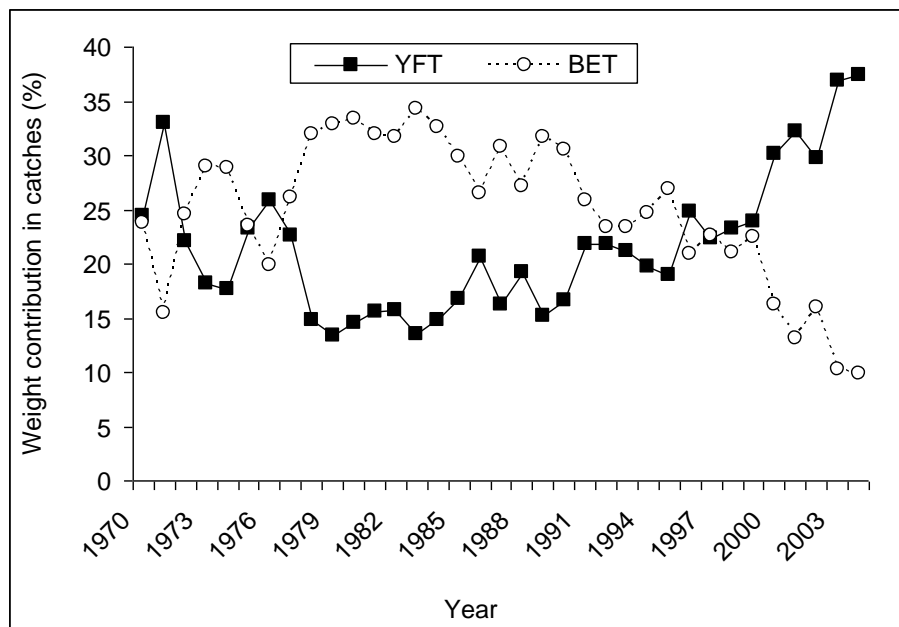


Figure 6 – Série historique des contributions pondérales de l'albacore (YFT) et du patudo (BET) dans les captures de la pêcherie palangrière japonaise opérant dans la zone équatoriale de l'ouest de l'Océan Indien traduisant 3 périodes majeures dans la stratégie de pêche.

Figure 6 – Historical series of weight contributions of BET and YFT in catches for the Japanese longline fishery operating in the Western Equatorial Indian Ocean showing 3 major periods of the fishing strategy.

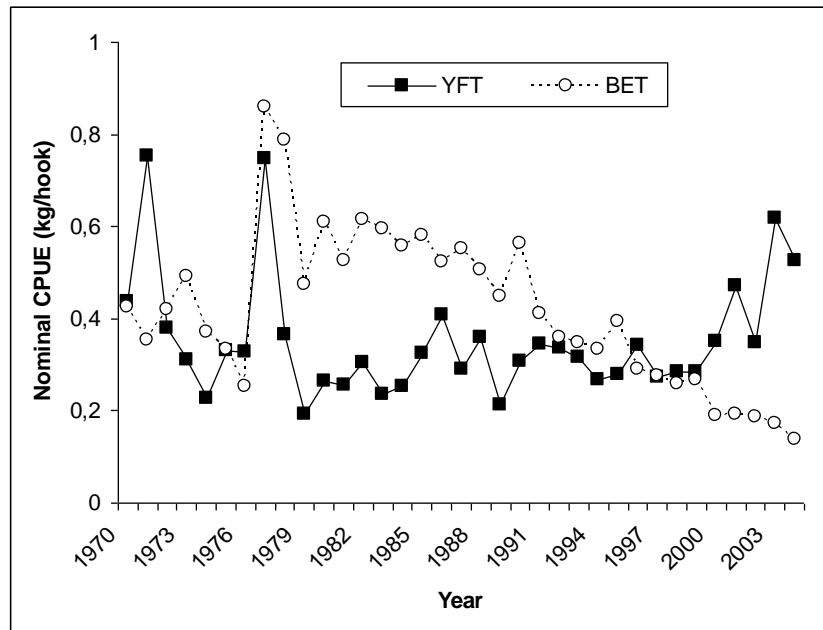


Figure 7 – PUE nominales de l'albacore (YFT) et du patudo (BET) de la pêcherie palangrière japonaise dans l'ouest de l'Océan Indien.

Figure 7 – Nominal CPUE of yellowfin (YFT) and bigeye (BET) for the Japanese longline fishery in the Western Equatorial Indian Ocean.

4 - Discussion

4 A - HBF, profondeur maximale et espèce cible réelle dans la période récente

La composition spécifique des captures et les rendements par espèce indiquent que, si l'accroissement de la profondeur de pêche lié à l'augmentation du HBF était sans doute réel jusqu'en 1991, il est très peu probable, voire biologiquement impossible, que le nouvel accroissement des HBF observé depuis 1992 corresponde aussi à un accroissement de la profondeur de pêche.

Les connaissances de l'environnement de la région (thermocline homogène entre 100 et 120 mètres de profondeur, figure 8) et de l'habitat préférentiel des 2 espèces (Brill *et al.*, 1999 ; Dagorn *et al.*, 2000 ; Musyl *et al.*, 2003 ; figure 9) suggèrent logiquement que cette pêche à 20 HBF vise des thons distribués entre la surface et la thermocline, YFT principalement.

Sur le plan de la technique de pêche, comme nous l'avons vu précédemment (cf. § 3 A) ce résultat n'est pas surprenant. La modernisation de la pêche à la palangre avec lanceur de ligne et épingles à hameçons permet de positionner les hameçons dans la couche homogène de l'océan tout en déployant des configurations récentes à 15 HBF voire 20 HBF (cf. Bach *et al.*, 2005).

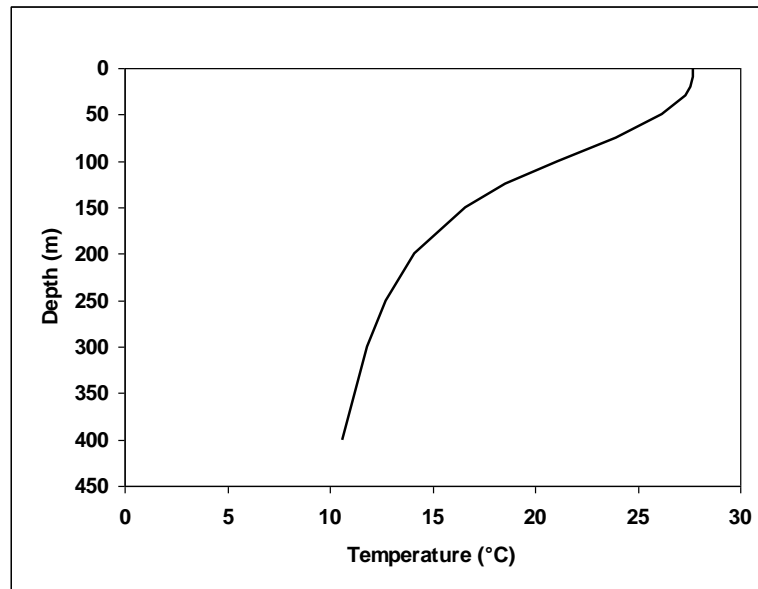


Figure 8 – Profil de température moyen observé dans la zone considérée (données extraites du World Ocean Atlas 2001, <ftp://ftp.nodc.noaa.gov/pub/WOA01/temperat/>).

Figure 8 - Average temperature profile in the central Western Indian Ocean (data obtained from the World Ocean Atlas 2001, <ftp://ftp.nodc.noaa.gov/pub/WOA01/temperat/>).

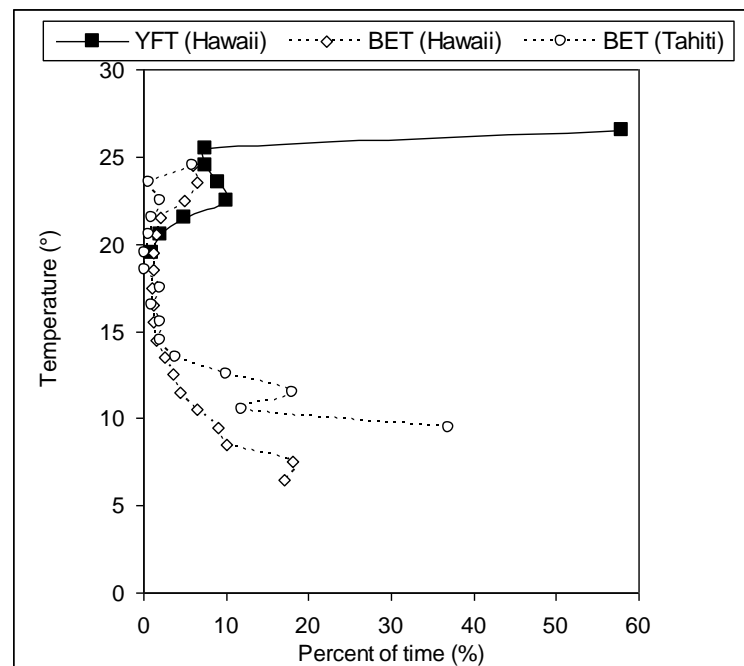


Figure 9 – Distribution des fréquences du temps passé à différents intervalles de température pendant le jour pour l'albacore (YFT à Hawaii d'après Brill *et al.*, 1999) et le patudo (BET à Hawaii, d'après Musyl *et al.*, 2003 et à Tahiti d'après Dagorn *et al.*, 2000).

*Figure 9 – Time-at-depth curves during daytime for the yellowfin (YFT in Hawaii, from Brill *et al.*, 1999) and the bigeye (BET in Hawaii, from Musyl *et al.*, 2003 and in Tahiti from Dagorn *et al.*, 2000).*

4 B - Usage du HBF dans les études de standardisation de l'effort et/ou modèles basés sur l'habitat

Depuis le début des années 1990, plusieurs faits majeurs suggèrent que le paramètre HBF ne traduit plus la profondeur maximale des lignes, donc la stratégie de pêche déployée par la pêcherie palangrière japonaise.

Le paramètre HBF ne devient qu'un indicateur du gréement des palangres, et la connaissance détaillée de la stratégie de filage est désormais incontournable (vitesse filage bateau, vitesse du lanceur de ligne, temps de pose d'un basket, HPB, longueur des orins de bouées, longueur des avançons, heures de filage et de virage, type d'appât).

Pour connaître la profondeur des lignes, il est indispensable (1) de collecter des données in situ (observateurs équipés d'enregistreur de profondeur) et/ou (2) de disposer, aussi grâce à des observateurs embarqués, des données caractérisant la tactique de filage de la palangre. Cependant, un certain nombre de ces données détaillées ont déjà été collectées par des observateurs embarqués, et il serait donc très important de les analyser dans ce contexte.

Cette hypothèse permettrait aisément de comprendre les divergences marquées dans les CPUE nominales des palangriers japonais et de Taiwan opérant dans la même zone de l'Océan Indien (figure 10) avec un HBF moyen par palangre qui semble être identique :

- la pêcherie palangrière japonaise avec des PUE croissantes pour l'albacore et qui régressent pour le patudo.
- la pêcherie palangrière taiwanaise avec des PUE décroissantes d'albacore et stables pour le patudo.

Ces différences d'espèces cibles pour une même configuration de palangre résulteraient de stratégies différentes de filage des lignes donc des distributions verticales des hameçons.

Ainsi, la prise en compte dans les analyses GLM du seul paramètre HBF pour la standardisation des CPUEs se révèle extrêmement dangereuse puisque cette information n'est probablement plus un bon indicateur de la stratégie de pêche. La seule prise en compte de la composition spécifique ne permet pas de corriger ce problème, du fait qu'il est impossible de savoir si un changement de PUE d'une espèce est dû à une baisse réelle de sa densité locale ou à une baisse du facteur capturabilité. La prise en compte des prises d'espèces accessoires telles que les poissons à rostre (en particulier les marlins qui occupent préférentiellement la couche homogène de surface) est une autre voie à explorer pour une évaluation qualitative de la distribution verticale des hameçons.

Sachant que la zone de pêche et l'océan sont des facteurs secondaires dans cette problématique à caractère mondial, ces analyses devraient logiquement être menées pour les pêcheries palangrières de l'Océan mondial. Les études de ces pêcheries qui opèrent dans des régions océaniques très diverses apporteraient de précieuses informations additionnelles.

Des campagnes scientifiques de prospection devraient aussi être menées pour l'étude du comportement de l'engin de pêche in situ et apporter des informations sur la relation entre PUE nominale et effective des espèces majeures de la pêcherie.

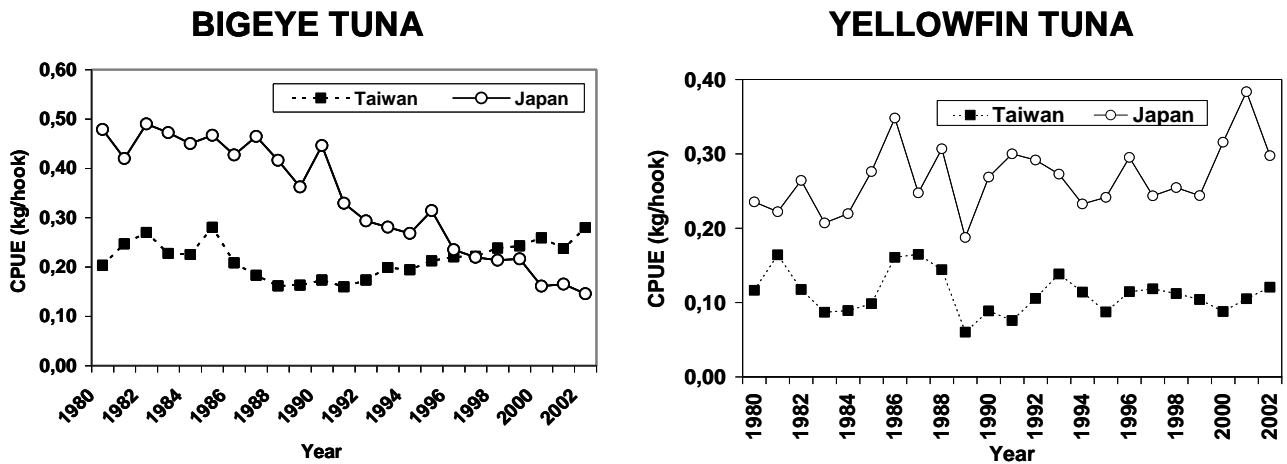


Figure 10 – Séries temporelles des PUEs nominales annuelles du patudo (bigeye tuna) et de l’albacore (yellowfin tuna) des pêcheries palangrières japonaise et taiwanaise opérant dans la zone équatoriale de l’ouest de l’océan Indien.

Figure 10 – Temporal series of annual nominal CPUEs for bigeye and yellowfin tunas of both japanese and taiwanese longline fisheries in the western equatorial Indian Ocean.

5- Conclusion

Tout laisse donc à penser dans l’examen des données palangrières et environnementales de l’ouest de l’Océan Indien équatorial, que le paramètre HBF ne devrait plus, à partir des années 1990, être utilisé pour standardiser les CPUEs de l’albacore et du patudo.

Des recherches actives devraient donc être menées par la CTOI, de préférence en coopération étroite avec les autres commissions thonières et à une échelle mondiale, sur des méthodes alternatives ou complémentaires qui permettraient, par exemple à partir d’autres paramètres sur le déploiement des palangres et/ou la composition spécifique des captures, de caractériser les stratégies de pêche, et donc les espèces réellement ciblées par ces pêcheries.

Remerciements :

Ce travail a été réalisé à partir de données de capture et d’effort de pêche de la pêche palangrière japonaise transmises par nos collègues japonais du laboratoire de Shimizu. Les informations concernant les configurations des palangres en terme de nombre d’hameçons entre flotteurs (HBF) nous ont été communiquées par le Dr. Okamoto-San. Nous remercions très sincèrement nos collègues japonais pour leur active collaboration scientifique nous ayant permis l’accès à ces données d’une excellente qualité.

Références

- Bach P., L. Dagorn, A. Bertrand, E. Josse, C. Misselis, 2003. Acoustic telemetry versus monitored longline fishing for studying the vertical distribution of pelagic fish : bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in French Polynesia. Fish. Res., 60 (2-3), 281-292.
- Bach P., P. Travassos, D. Gaertner, 2005. Why the number of hooks per basket (HPB) is not a good proxy indicator of the maximum fishing depth in drifting longline fisheries ? Doc. ICCAT, SCRS/2005/112, 19 p.
- Bigelow K. A., J. Hampton, N. Miyabe, 2002 – Application of a habitat-based model to estimate effective longline fishing effort and relative abundance of Pacific bigeye tuna (*Thunnus obesus*). Fish. Ocean. 11 (3) : 143 – 155.
- Boggs C. H., 1992 – Depth, capture time, and hooked longevity of longline-caught pelagic fish: timing bites of fish with chips. Fish Bull. 90 : 642 – 658.
- Brill R.W., B.A. Block, C.H. Boggs, K.A. Bigelow, E.V. Freund, D.J. Marcinek, 1999 – Horizontal movements and depth distribution of large adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) near the Hawaiian Islands, recorded using ultrasonic telemetry: implications for the physiological ecology of pelagic fishes. Mar. Biol., 133: 395 – 408.
- Campbell R., 2004 – CPUE standardisation and the construction of indices of stock abundance in a spatially varying fishery using general linear models. Fisheries Research, 70 : 209 – 227.
- Dagorn L., P. Bach, E. Josse, 2000 – Movement patterns of large bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the open ocean determined using ultrasonic telemetry. Mar. Biol., 136 : 361 – 371.
- Goodyear C. P., D. Die, D. W. Kerstetter, D. B. Olson, E. Prince, G. P. Scott, 2003 – Habitat standardization of CPUE indices: Research needs. Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55 (2) : 613 – 623.
- Hinton M.G. and H. Nakano, 1996 – Standardizing catch and effort statistics using physiological, ecological, or behavioural constraints and environmental data, with an application to blue marlin (*Makaira nigricans*) catch and effort data from the Japanese longline fisheries in the Pacific. IATTC Bull. 21 : 169 – 200.
- Koido T., 1985.- Comparison of fishing efficiency between regular and deep longline gears on bigeye and yellowfin tunas in the Indian Ocean. IPTP document TWS/85/25.
- Musyl M.K., R.W. Brill, C.H. Boggs, D.S. Curran, T.K. Kazama, M.P. Seki, 2003 – Vertical movements of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) associated with islands, buoys and seamounts of the Hawaiian Archipelago from archival tagging data. Fish. Oceanogr. 12:3 : 152 – 169.
- Nakano H., M. Okazaki, H. Okamoto, 1997 – Analysis of catch depth by species for tuna longline fishery based on catch by branch lines. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. 34 : 43 – 62.
- Suzuki Z., Y. Warashina, M. Kishida, 1977 – The comparison of catches by regular and deep tuna longline gears in the western and central equatorial Pacific. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. 15 : 51 – 89.
- Yoshihara T.,1951. Distribution of fishes caught by the longline-II. Vertical distribution. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. (Japanese, English abstract) , 16 (8), 370-374.
- Yoshihara T.,1954. Distribution of catch of tuna longline-IV. On the relation between k and ϕ° with a table and diagram. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. (Japanese, English abstract), 19 (10), 1012-1014.