



Dynamique de la population exploitée de deux requins: *Sphyrna zygeana* (Linnaeus, 1758) et *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1809) des côtes ivoiriennes

Abdoulaye KONE ^{1*}, Konan N'DA ¹, Sylvain Konan KOUASSI ¹ et
Jean-Paul Aka AGNISSAN ²

¹Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801Abj 02, Abidjan, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique Université Abobo-Adjamé, 02 BP 801Abj 02, Abidjan, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant; E-mail: knabdoul2006@yahoo.fr; Tél. (+225) 08-43-88-39

RESUME

Cette étude a porté sur la dynamique des populations exploitées de *Isurus oxyrinchus* (Lamnidae) et de *Sphyrna zygeana* (Sphyrnidae) par les pêcheurs artisanaux maritime d'Abidjan en vue de connaître leur niveau d'exploitation. Avec le logiciel Fisat II, les paramètres de croissance de Von Bertalanffy ainsi que les paramètres d'exploitations ont été estimés. Longueur asymptotique à la fourche obtenue chez *S. zygeana* ($L_{\infty} = 257,25$ cm) est plus élevée que celle de *I. oxyrinchus* ($L_{\infty} = 246,75$ cm). Les taux de croissance évalués indiquent que *S. zygeana* ($K = 0,13 \text{ an}^{-1}$) et *I. oxyrinchus* ($K = 0,11 \text{ an}^{-1}$) ont de faibles taux de croissance. L'âge de première maturité est plus tardif chez *I. oxyrinchus* (9,8 ans) que chez *S. zygeana* (8,23 ans). Avec une mortalité totale (Z) de $0,37 \text{ an}^{-1}$, une mortalité naturelle (M) de $0,24 \text{ an}^{-1}$ et une mortalité par pêche (F) de $0,14 \text{ an}^{-1}$, *I. oxyrinchus* (31,5 ans) vit plus longtemps que *S. zygeana* (26,66 ans) qui subit une mortalité totale (Z) de $0,55 \text{ an}^{-1}$, une mortalité naturelle (M) de $0,26 \text{ an}^{-1}$ et une mortalité par pêche (F) de $0,29 \text{ an}^{-1}$. Les taux actuel d'exploitation indiquent que le stock de *S. zygeana* ($E = 0,53$) est plus exploité que celui de *I. Oxyrinchus* ($E = 0,36$).

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Croissance, maturité, mortalité, taux d'exploitation, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

La demande croissante des produits de mer a conduit à l'intensification des stratégies d'exploitation. Alors que les stratégies conçues pour optimiser les avantages économiques et sociaux des pêcheries peuvent provoquer le déclin des espèces moins productives (FAO, 2001). Parmi les espèces marines les moins productives et vulnérables,

les requins figurent dans les premiers rangs (Fordham, 2007) en raison de leur biologie caractérisée par une croissance lente, une maturité tardive et une faible fécondité (CITES, 2013). Pourtant, la plupart des requins sont des prédateurs supérieurs dans le réseau trophique marin. Ils ont un impact significatif sur la taille des populations proies, la structure et la composition de l'écosystème

marin. La disparition de ces prédateurs dans les écosystèmes marins peut avoir des conséquences négatives sur leur fonctionnement et leurs capacités de résilience (Fordahm, 2007). Parmi les conséquences, on peut citer des perturbations des cycles et processus biogéochimiques, la favorisation des espèces invasives et les changements de distribution des méso-consommateurs comme les élasmobranches de petite taille qui peuvent concurrencer certaines espèces d'intérêt commercial (Ferretti et al., 2010). Chaque année, environ 73 millions de requins sont tués à l'appui du commerce international d'ailerons (CITES, 2010). Alors que, la capture des requins, même accidentelle, occasionne le déclin de leurs populations, même si la gestion de la pêche permet une exploitation durable des espèces ciblées (Fordham, 2007). Une fois les populations de requins surexploitées, elles se rétablissent lentement de l'épuisement des stocks, (CITES, 2010). En Côte d'Ivoire, la pêche artisanale maritime très active cible les grands pélagiques constitués des Istiophoridés, des Xiphiidés, des thonidés et des requins (N'Goran et Amon, 2002). En 2006, la pêche artisanale Ivoirienne a débarqué 81,83 tonnes de requins (ICCAT, 2007). Sur 16 espèces identifiées, *Isurus oxyrinchus* et *Sphyrna zygeana* constituent l'essentiel des captures avec des débarquements respectivement de 33,95 tonnes et 9 tonnes (N'Goran et Amon, 2002). Malgré l'exploitation de ces requins depuis plusieurs décennies en Côte d'Ivoire, leurs niveaux d'exploitation restent méconnus. Des analyses démographiques sont indispensables pour aider à la gestion des populations, en particulier celles qui sont exploitées et menacées par la surpêche (Santana et al., 2009). La présente étude apporte sa contribution à la connaissance du niveau d'exploitation des populations de *I. oxyrinchus* et de *S. zygeana* exploitées par les pêcheurs artisanaux en Côte d'Ivoire.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La zone maritime exploitée par les pêcheurs artisans marins de la Côte d'Ivoire appartient au golfe de Guinée (Figure 1). Elle s'étend du cap des palmes (8°W) à l'Ouest jusqu'au cap des trois pointes (2°30 W) à l'Est. Les requins sont capturés entre 6° et 4° de latitude Nord et entre 8° et 2° de longitude ouest. La zone de pêche se situe à environ 5 à 10 milles de la côte au-delà du plateau continental. Au niveau du littoral ivoirien, l'année est divisée en périodes chaude et froide. La période froide se caractérise par une remontée d'eaux froides profondes et riches en éléments nutritifs : c'est le phénomène d'upwelling. Pendant cette période, la température de l'eau peut descendre jusqu'à 18 °C. La salinité quant à elle est supérieure à 35‰. Durant période chaude, les eaux tropicales chaudes et dessalées sont transportées par les courants du golfe de Guinée, provoquant un réchauffement rapide des eaux ivoiriennes. Les températures oscillent entre 25 °C et 35 °C et la salinité est autour de 35‰.

Collecte et identification du matériel biologique

Le matériel biologique utilisé est constitué par deux espèces de requins qui sont: *I. oxyrinchus* encore appelé requin mako ou requin-taupe bleu et de *S. zygeana* ou requin-marteau commun. Les engins utilisés pour capturer ces requins sont constitués des pirogues en bois motorisées, toutes équipées d'une boussole, d'un filet maillant dérivant. La période d'échantillonnage s'étend de décembre 2008 à octobre 2010. Les données ont été collectées à travers des échantillonnages quotidiens (du mardi au samedi) à partir des débarquements de la pêche artisanale au port d'Abidjan. Les requins débarqués ont été identifiés selon les descriptions de Compagno (1984a ; 1984b) ; Schneider (1990) puis dénombrés. Le sexe de chaque spécimen a été déterminé en observant la présence ou l'absence de clasper au niveau

de l'abdomen. La longueur standard de chaque spécimen a été mesurée au centimètre près avec un ruban mètre. La température du milieu a été relevée quotidiennement (du mardi au samedi) à l'aide d'un thermomètre de marque SELECTA gradué de -10 °C à +120 °C.

Détermination des paramètres de croissance et de l'âge

Le programme Fisat (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) a permis de déterminer les paramètres de croissance. La valeur de la longueur asymptotique initiale (L_{∞}) a été déterminée par la méthode de Powell-Wetherall (1986). L'âge théorique (t_0) a été évalué selon la relation suivante :

$$\text{Log}_{10}(-T_0) = -0,3922 - 0,2752 \log_{10} L_{\infty} - 1,038 \log_{10} K$$

Log_{10} : logarithme en base 10, T_0 : Temps (âge théorique du poisson) où la longueur est supposée nulle, L_{∞} : Longueur asymptotique quand t tend vers l'infini (taille asymptotique du poisson) et K : Coefficient de croissance.

Les fréquences de tailles enregistrées ont permis d'estimer la croissance individuelle de *Isurus oxyrinchus* et de *S. zygeana* selon le modèle mathématique de croissance individuelle élaboré par Von Bertalanffy qui envisage la longueur corporelle en fonction de l'âge à travers l'équation suivante :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L_t : Longueur du poisson au temps t, K : Coefficient de croissance, t_0 : Temps (âge théorique du poisson) où la longueur est supposée nulle, L_{∞} : Longueur asymptotique quand t tend vers l'infini (taille asymptotique du poisson).

La longévité (t_{\max}) indiquant l'âge auquel 95% de la taille asymptotique L_{∞} est atteinte a été estimée à travers l'équation de (Cailliet et al., 1992) : $t_{\max} = 5 (\ln 2) / K$

L'âge à la première maturité (t_m) a été obtenue en utilisant la formule de Froese et Binohlan (2000): $\log(t_{\max}) = 0,5496 + 0,957 \log(t_m)$

Le mode de croissance de chaque espèce a été déterminé selon la méthode de Branstetter (1987).

Détermination des paramètres d'exploitation

Avec le logiciel Fisat II, la courbe de capture fondée sur la longueur des spécimens échantillonnés a été utilisée pour estimer la mortalité totale (Z). L'équation empirique de Pauly (1980) a servi à la détermination de la mortalité naturelle (M) :

$$\text{Log}(M) = -0,0066 - 0,279 \text{Log}(L_{\infty}) + 0,6543 \text{Log}(K) + 0,4634 \text{Log}(T)$$

M : taux de mortalité naturelle, F : taux de mortalité par pêche, Z : taux de mortalité totale Avec une température moyenne annuelle du milieu $T = 28,3$ °C.

Connaissant M et Z, le taux de mortalité par pêche est déduit de la relation : $Z = M + F$.

Le taux d'exploitation (E) a été estimé en utilisant la formule : $E = F / Z$.

avec E = taux d'exploitation du stock

Le programme, recrutement patterns, de Fisat II a été utilisé pour reconstruire les rythmes du recrutement de ces deux espèces à partir de données de fréquence de taille obtenues.

Avec ces fréquences de taille, le logiciel Fisat II également a été utilisé pour déterminer la probabilité de capture, la taille de première capture correspondant à la probabilité $P = 50\%$.

Le modèle de Beverton et Holt (1966) du Programme Fisat II a également été utilisé pour prédire le rendement relatif par recrue (Y/R)' et la biomasse relative par recrue (B/R).

$$Y/R = EU^{M/k} \{1 - (3U/1+m) + (3U^2/1+2m) - (U^3/1+3m)\}$$

où $m = (1-E)/(M/K)$, $U = 1 - (L_c/L_{\infty})$ est la fraction de la croissance qui doit être atteinte par le poisson après l'entrée dans la phase d'exploitation, L_c correspond à la longueur de la première capture. $E = F/Z$ est le taux d'exploitation, c'est-à-dire, la fraction de la mortalité des poissons causée par les pêcheurs. M : taux de mortalité naturelle, F : taux de mortalité par pêche, Z : taux de mortalité totale, Y/R : rendement relatif par recrue, B' : la biomasse relative par recrue.

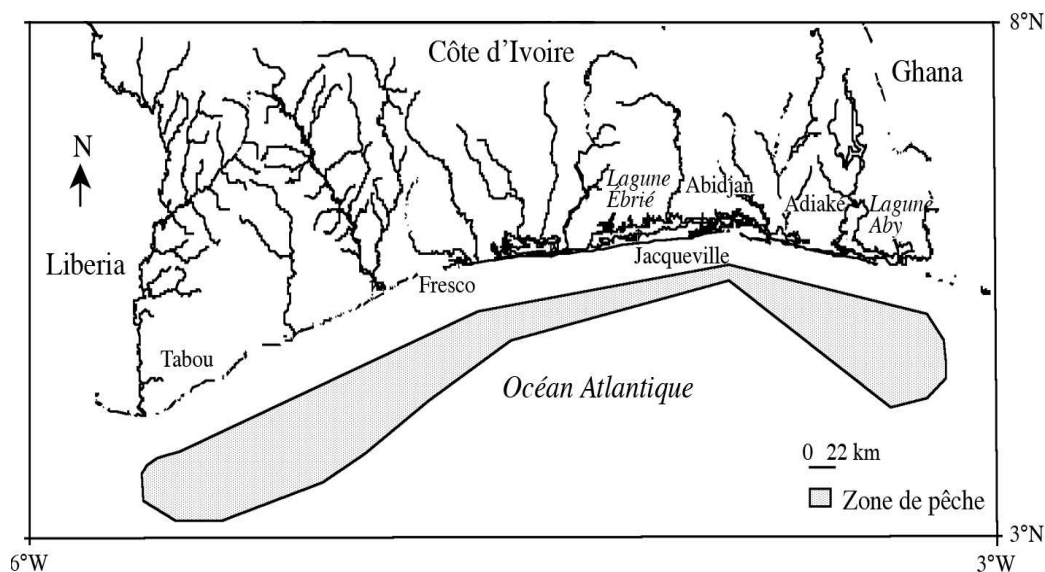


Figure 1 : Situation géographique du littoral ivoirien.

RESULTATS

Paramètres de croissance

Les informations ont été récoltées sur 483 spécimens d'*Isurus oxyrinchus* dont les tailles à la fourche sont comprises entre 105 - 235 cm avec une taille moyenne est de 167,68 cm et 678 spécimens de *S. zygeana* de tailles à la fourche situées dans l'intervalle 100 - 245 cm avec une taille moyenne de 166,06cm. Les paramètres de croissance des deux requins sont donnés dans le Tableau 1.

L_{∞} (Longueur asymptotique), K (Coefficient de croissance), T_0 (âge théorique du poisson), T_{max} (longévité).

Pour les deux sexes confondus d'*Isurus oxyrinchus*, la longueur asymptotique initiale est égale à 244,54 cm avec $Z/K = 2,061$ et $r = 0,987$. La longueur asymptotique initiale de *S. zygeana* a été évaluée à 255,14 cm avec $Z/K = 3,954$ et $r = 0,925$. Pour les deux sexes d'*I. oxyrinchus*, la longueur asymptotique (L_{∞}) est de 246,75 cm avec un taux de croissance (K) égale à $0,11 \text{ an}^{-1}$. Chez les deux sexes de *S. zygeana*, le taux de croissance (K) était égal à $0,13 \text{ an}^{-1}$ et la longueur asymptotique (L_{∞}) a atteint une valeur de 257,25cm. L'âge théorique (T_0) des requins mako (mâles et femelles) capturés dans les eaux ivoiriennes correspond à $-0,88$ ans, tandis que chez les deux sexes de *S. zygeana*, cet âge théorique (T_0) est estimé à $-0,73$ ans. Chez *Sphyrna*

zygeana, la maturité est atteinte à l'âge de 8,22 ans par les femelles et à 7,08 ans par les mâles. Les femelles d'*I. oxyrinchus* arrivent à maturité à 10,83 ans tandis que les mâles sont matures à 8,95 ans. Le modèle de la croissance individuelle des deux espèces se présente comme suit :

$$S. zygeana \text{ (mâles + femelles)} : L_f = 257,25(1 - e^{-0,13(t+0,732)})$$

$$I. oxyrinchus \text{ (mâles + femelles)} : L_f = 246,75(1 - e^{-0,11(t+0,881)})$$

La longévité potentielle chez l'ensemble des deux sexes de *S. zygeana* a été estimée à 26,66 années, celle d'*Isurus oxyrinchus* est égale à 31,5 années.

Paramètres d'exploitation

Les différents taux de mortalité estimés sont donnés par la courbe de capture des longueurs converties (Figure 2). La mortalité totale (Z) est de $0,37 \text{ an}^{-1}$ pour *I. oxyrinchus* et de $0,55 \text{ an}^{-1}$ chez *S. zygeana*. La mortalité naturelle chez *S. zygeana* a été estimée à $0,26 \text{ an}^{-1}$ et $0,24 \text{ an}^{-1}$ chez *I. oxyrinchus*. La mortalité (F) occasionnée par la pêche est respectivement équivalente à $0,14 \text{ an}^{-1}$ et $0,29 \text{ an}^{-1}$ chez *I. oxyrinchus* et *S. zygeana*. Le taux d'exploitation (E) correspondant à cette période d'étude a été estimée à $0,36 \text{ an}^{-1}$ pour *I. oxyrinchus* et $0,53 \text{ an}^{-1}$ pour *S. zygeana*.

Les recrutements effectués chez les

deux espèces sont représentés sur la Figure 3. Deux recrutements sont effectués au cours de l'année chez *I. oxyrinchus*. Le premier recrutement (17,76%) a lieu de janvier au quatrième mois. Le second recrutement (5,29%) débute dans le huitième mois. Pour l'espèce *S. zygeana*, deux recrutements sont également effectués. Le premier (9%) se déroule au cours du quatrième mois. Le second (17,65%) recrutement a lieu au huitième mois. Les différentes probabilités des captures sont représentées par la Figure 5. La taille moyenne de première capture déterminée est de 116,39 cm pour le requin mako et 103,1cm pour *S. zygeana*, elle correspond à 50% des prises chez chaque espèce. 75% des individus des requins mako sont capturés lorsqu'ils ont atteint la taille de 143, 01 cm alors que ceux de *S. zygeana* le sont à 168,86 cm.

Le rendement relatif par recrue ainsi

que la biomasse relative par recrue en fonction du taux d'exploitation (E) évalués ont permis d'obtenir des courbes d'évolution des stocks (Figures 5 et 6). Les rapports M/K et Lc/L ∞ équivalent respectivement à 2,186 et de 0,47 pour *I. oxyrinchus* alors que Chez *S. zygeana*, le rapport M/K a été de 2 et celui de Lc/L ∞ de 0,4. Les valeurs actuelles du rendement relatif par recrue et la biomasse relative par recrue de *I. oxyrinchus* sont respectivement de 0,022 et de 0,42 pour un niveau d'exploitation (E) de 0,36 relatif à un effort de pêche (F) de 0,14 an⁻¹. Les valeurs du rendement et de la biomasse relatifs par recrue de *S. zygeana* sont respectivement de 0,025 et 0,263 pour un niveau d'exploitation de 0,53 relatif à un effort de pêche de 0,29 an⁻¹. La méthode de sélection "knife edge" a permis d'obtenir E_{0,1} = 0,657; E_{0,5} = 0,357; E_{max} = 0,77 pour Mako, et E_{0,1} = 0,552 ; E_{0,5} = 0,335 ; E_{max} = 0,644 pour *S. zygeana*.

Tableau 1 : Paramètres de croissance de *I. oxyrinchus* et *S. zygeana*.

| Espèces | Sexe | L ∞ (cm) | K (an ⁻¹) | T ₀ (an) | T _{max} (ans) | T _m (ans) |
|--------------------------|----------|-----------------|-----------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| <i>Isurus oxyrinchus</i> | Combinés | 246,75 | 0,11 | -0,88 | 31,5 | 9,8 |
| | Mâles | 232,25 | 0,12 | -0,82 | 28,88 | 8,95 |
| | Femelles | 246,75 | 0,1 | -0,97 | 34,65 | 10,23 |
| <i>Sphyrna zygeana</i> | Combinés | 257,25 | 0,13 | -0,73 | 26,66 | 8,23 |
| | Mâles | 245,22 | 0,15 | -0,64 | 23,1 | 7,08 |
| | Femelles | 257,25 | 0,13 | -0,73 | 26,6 | 8,23 |

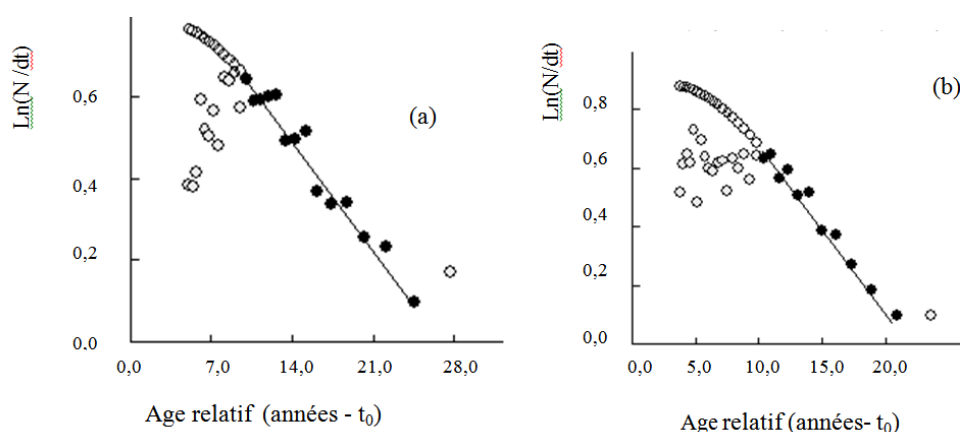


Figure 2 : Courbe de capture de *Isurus oxyrinchus* (a) pour Z = 0,37 ; M (à 28,2 °C) = 0,24 ; F = 0,14 ; E = 0,36 et de *Sphyrna zygeana* (b) pour Z = 0,55 ; M (à 28,2 °C) = 0,26 ; F = 0,29 ; E = 0,53. (z = mortalité totale, M = mortalité naturelle, F = mortalité par pêche, E = taux d'exploitation).

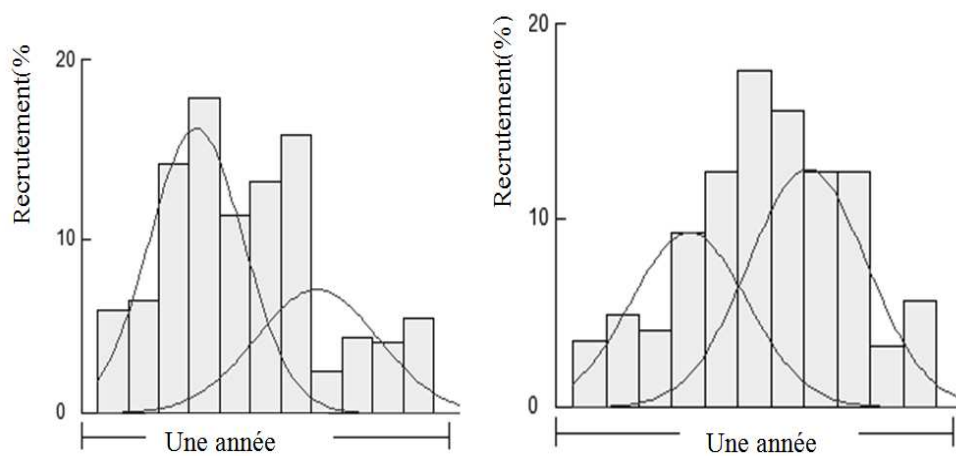


Figure 3 : Estimation des rythmes de recrutement de *Isurus oxyrinchus* (a) et de *Sphyrna zygeana* (b).

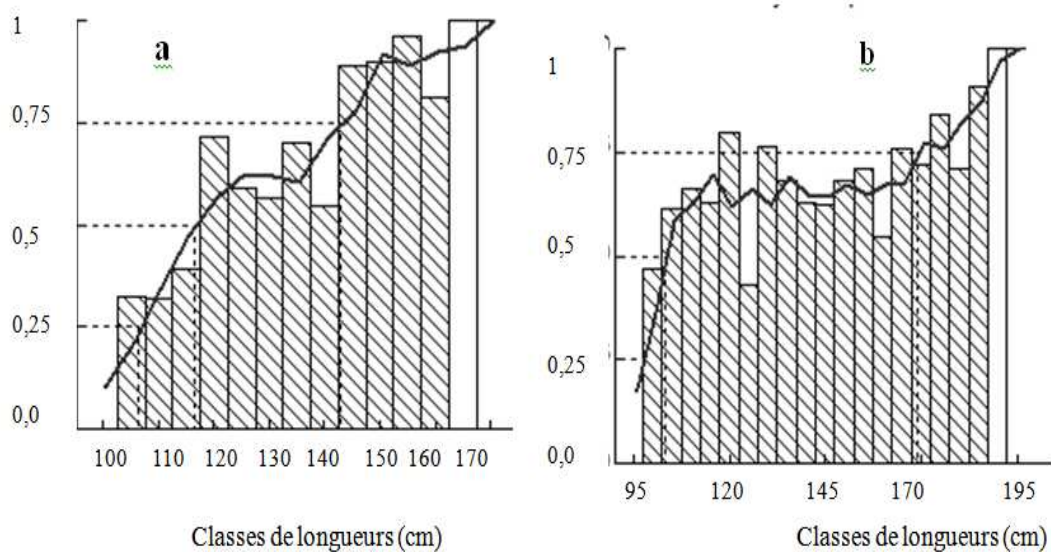


Figure 4 : Courbe de probabilité de capture de *Isurus oxyrinchus* (a) et de *Sphyrna zygeana* (b).

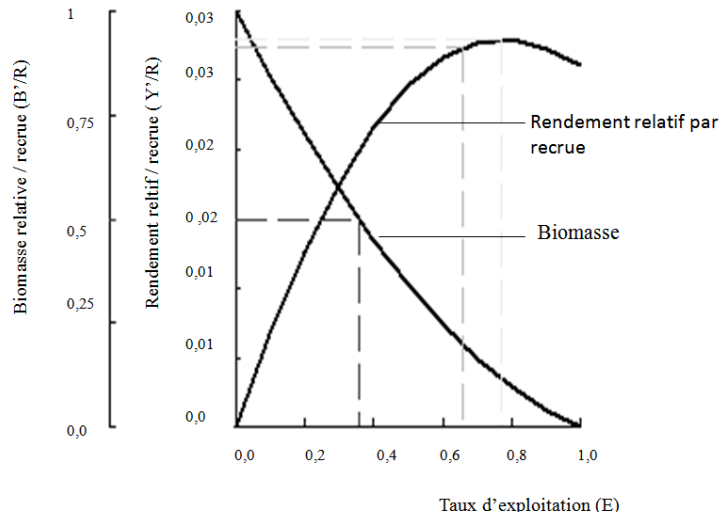


Figure 5 : Courbe de la méthode de la « sélection en lame de couteau » de *Isurus oxyrinchus* des côtes ivoiriennes.

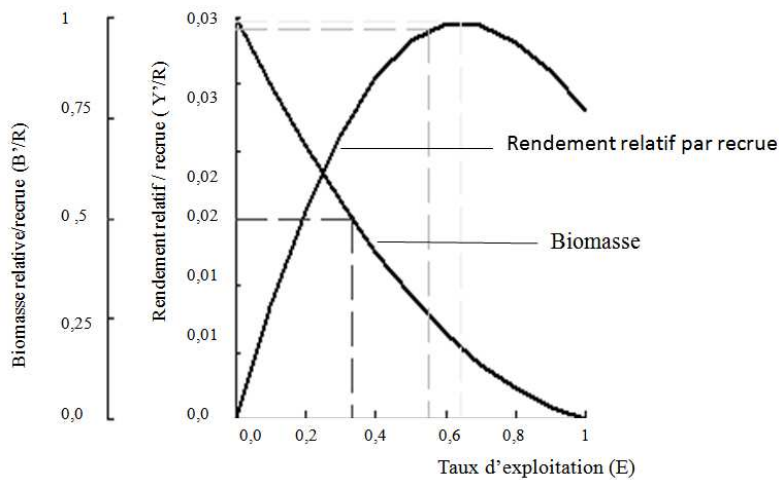


Figure 6 : Courbe de la méthode de la « sélection en lame de couteau » de *Sphyrna zygeana* des côtes ivoiriennes.

DISCUSSION

Paramètres de croissance

La longueur asymptotique obtenue (246,75 cm) pour le requin mako (*I. oxyrinchus*) capturé sur les côtes ivoiriennes est inférieure à celles estimées en Californie ($L_{\infty} = 321$ cm) (Fishbase, 2011) et sur la côte ouest de Baja en Californie ($L_{\infty} = 375,4$ cm)

(Ribot-Carballal et al., 2005). Chez l'espèce *S. zygeana*, la longueur asymptotique évaluée en Atlantique Orientale au niveau de l'équateur ($L_{\infty} = 277,7$ cm) par Coelho et al. (2011), en Inde dans la région côtière du Kerala ($L_{\infty} = 362,25$ cm) par Manjusha et al. (2011) restent également supérieure à celle de cette étude ($L_{\infty} = 257,25$ cm). Contrairement aux

longueurs asymptotiques, les taux de croissance obtenus dans cette étude sont plus élevés que ceux de certaines régions. C'est le cas chez le requin mako dont le taux de croissance obtenu en Californie est de $K = 0,07 \text{ an}^{-1}$ (Fish base, 2011) et $K = 0,05 \text{ an}^{-1}$ sur la côte Ouest de Baja (Ribot-Carballal et al., 2005). Le taux de croissance obtenu chez *S. zygeana* des côtes ivoirienne est également supérieur à celui obtenu en Atlantique Orientale ($k = 0,06 \text{ an}^{-1}$) par Coelho et al. (2011). Cependant, Manjusha et al. (2011) ont obtenu un taux de croissance ($K = 0,23 \text{ an}^{-1}$) plus élevé chez *Sphyrna zygaena* de la région côtière du Kerala en Inde. En tenant compte du sexe, le constat est identique. Chez les mâles et les femelles des deux espèces, les valeurs des longueurs asymptotiques calculées demeurent inférieures à celles obtenues dans d'autres régions. C'est le cas dans le sud-est du Pacifique au large du Chili où Cerna et Licandeo (2009) ont évalué L_{∞} à 325,29 cm chez les femelles et à 296,6 cm chez les mâles du requin mako. Quant à *S. zygeana*, les travaux de Coelho et al. (2011) sur les spécimens capturés en Atlantique Orientale au niveau de l'équateur ont permis d'évaluer la longueur asymptotique des mâles à 272 cm et 285 cm pour les femelles. En d'autres termes, les requins (*S. zygeana*) capturés dans les eaux ivoiriennes ont une longueur infinie moins grande que ceux capturés dans l'Océan pacifique et en Atlantique au niveau de l'équateur. L'absence de grands spécimens dans le débarquement explique cette infériorité de taille. En effet, les pêcheurs artisanaux ivoiriens n'exploitent que les côtes, pourtant, Mollet et al. (2000) ont affirmé que les grands spécimens, en particulier les femelles, sont susceptibles d'être trouvés dans des eaux plus profondes et/ou plus au large. Enfin, l'absence de gros poissons pourrait tout simplement être le résultat de la surpêche. Comme le résultat de Kotas et al. (2011), la valeur de la longueur asymptotique (L_{∞}) des femelles des deux espèces (*I. oxyrinchus* et *S. zygeana*) sont supérieures à celle des mâles. Le taux de croissance (K) des mâles est cependant plus élevé que celui des

femelles. Ces résultats concordent avec ceux de Piercy et al. (2010), Fishbase (2011), Farrell et al. (2010) qui ont obtenu des valeurs de L_{∞} toujours plus élevées chez les femelles que les mâles. Pauly et Moreau (1997) estiment également que les femelles présentent des valeurs de K plus faibles et de tailles asymptotiques plus élevées que les mâles. La différence de croissance entre les mâles et les femelles est bien connue chez les élasmobranches, les femelles sont de plus en plus grandes par rapport aux mâles (Skomal et Natanson, 2003). Cette différence de croissance trouve son explication au niveau des différences de métabolisme liées aux sexes. En effet, les femelles souvent plus calmes, consomment moins d'oxygène que les mâles, ce qui entraîne des différences intersexuelles de croissance (Pauly et Moreau, 1997). Selon ces mêmes auteurs, la compétition pour l'alimentation, l'espace et la compétition sexuelle induisent aussi des valeurs élevées de K et contribuent à diminuer la croissance et notamment la taille asymptotique. Selon les critères de détermination du mode de croissance de Branstetter (1987) qui a estimé qu'une espèce croît lentement lorsque $0,05 \leq K \leq 0,10 \text{ an}^{-1}$, la croissance est intermédiaire pour $0,10 \leq K \leq 0,20 \text{ an}^{-1}$ et pour les espèces à croissance rapide $0,2 \leq K \leq 0,50 \text{ an}^{-1}$, *I. oxyrinchus* et *S. zygeana* des côtes ivoiriennes ont une croissance intermédiaire. Pourtant, plusieurs travaux, notamment ceux de Cerna et Licandeo (2009) sur *I. oxyrinchus* et de Coelho et al. (2011) sur le *S. zygeana*, ont montré que ces espèces ont une croissance lente. Chez les femelles des deux espèces, la longévité est plus élevée que celle des mâles. Ces résultats concordent avec ceux de Piercy et al. (2010) qui ont obtenu une longévité plus élevée (31,4 ans) chez les femelles que chez les mâles (21,6 ans) de l'espèce *Sphyrna mokarran*. Les faibles taux de croissance ainsi que la maturité tardive observée font de *S. zygeana* et *I. oxyrinchus* des espèces particulièrement vulnérables à la surexploitation.

Paramètres d'exploitation

Dans cette étude, la mortalité liée aux facteurs naturels ($0,24 \text{ an}^{-1}$) est plus importante que celle causée par la pêche artisanale ($F = 0,14 \text{ an}^{-1}$) chez le mako. Le taux d'exploitation (E) estimé à $0,36$ indique que le stock de *I. oxyrinchus* n'est pas surexploité. En ce qui concerne l'espèce *S. zygeana*, la mortalité naturelle évaluée à $0,26 \text{ an}^{-1}$ est inférieure à celle causée par la pêche ($0,29 \text{ an}^{-1}$). Le taux d'exploitation de $0,53 \text{ an}^{-1}$ indique un début de surexploitation du stock de *S. zygeana*. Bishop et al. (2006) estiment que la probabilité de capturer les plus grands spécimens dans la population est faible. Les poissons ne subissent pas tous la même pression de mortalité par pêche. En effet, les grands spécimens représentent une faible proportion de la population, et en raison de leur taille, elles sont susceptibles d'être les plus difficiles à capturer. La méthode d'Etim et al. (1999) basée sur les paramètres de Powell-Wetheral, considérant que si le ratio $Z/K < 1$, alors la population augmente, si $1 < Z/K$ alors elle est dominée par la mortalité, si elle est $Z/K = 1$, alors la mortalité équilibre l'augmentation de la population et que lorsque $Z/K \approx 2$ la population est peu exploitée. Dans cette étude, le rapport Z/K évalué à $2,061$ chez le requin mako, confirme de nouveau que la population des requins n'est pas surexploitée. Mais chez *S. zygeana*, le rapport $Z/K = 3,954$ atteste d'une surexploitation de l'espèce. En raison de la faible résistance de la population des requins, la plupart des stocks n'arrivent pas à résister aux niveaux modestes de pêche sans être épuisés (Fordham, 2007). L'arrivée de nouvelles recrues dans la biomasse est moins importante qu'espérée alors qu'elle était censée compenser les pertes causées par les différentes mortalités (naturelle et pêche). En effet, le plus important recrutement des individus de *S. zygeana* est effectué dans le deuxième groupe, où seulement $17,65\%$ des individus exploités sont remplacés. En ce qui concerne l'espèce mako, deux recrutements sont également réalisés. Les recrues du premier groupe qui constituent le maximum des recrutements ne remplacent que $17,76\%$

des individus perdus par la population. Les pêcheurs doivent diminuer le taux d'exploitation pour équilibrer la biomasse. Le taux d'exploitation E, le rendement relatif par recrue Y/R augmente jusqu'à un maximum puis diminue. Pour *I. oxyrinchus*, les valeurs du taux d'exploitation (E) qui apportent un meilleur rendement varient de $0,4$ à $0,9$. Le taux d'exploitation (E) actuel de *I. Oxyrinchus* est de $0,36$. Pour ce stock, l'exploitation correspond à E50 ($0,357$) signifie que le stock est réduit de 50% de sa biomasse inexploitée. Avec *S. zygeana*, les meilleurs rendements sont fournis lorsque le taux d'exploitation varie de $0,3$ à $0,7$. Pour cette étude, le taux d'exploitation actuel du stock de *S. zygeana* ($0,53$) est proche d'E10 ($0,552$). Le niveau optimum d'exploitation est donc atteint avec un début de surexploitation du stock. Selon Pauly et Moreau (1997) une augmentation des mailles des filets, avec une diminution de l'effort de pêche semble constituer une solution. Le taux élevé de mortalité naturelle des jeunes s'explique par les grandes vulnérabilités aux changements éventuels des conditions du milieu d'une part, et surtout à leur exposition à une forte prédation d'autre part. Aussi, faut-il ajouter que le nombre important de jeunes de la population, augmente leur probabilité de rencontrer des prédateurs ou d'être capturé par les pêcheurs.

Conclusion

La longueur asymptotique (L_{∞}) des femelles chez les deux espèces est supérieure à celle des mâles, cependant le taux de croissance (k) des mâles est plus élevé que celui des femelles. Il a été constaté que *I. oxyrinchus* et *S. zygeana* des côtes ivoiriennes ont une croissance intermédiaire et une longévité moins longue. Chez ces deux espèces deux recrutements sont effectués chaque année, cependant l'arrivée de nouvelles recrues dans la biomasse moins importante demeure insuffisante pour compenser la perte des individus occasionnée par la pêche. Avec la pression exercée par la pêche artisanale, le stock de *S. zygeana* a atteint le maximum de son exploitation, il est

menacé de surexploitation. Par contre, le stock de *I. oxyrinchus* n'est pas surexploité. Les analyses permettent de souligner que les requins capturés par les pêcheurs artisans marins sont de tailles modestes. La capture diminue en fonction de la taille de l'espèce. Nous recommandons d'augmenter les mailles des filets et de diminuer le taux d'exploitation pour équilibrer la biomasse.

RÉFÉRENCES

- Anderson ED. 1985. Analysis of various sources of pelagic shark catches in the Northwest and Western Central Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. *NOAA Technical Report NMFS*, **31**: 1-14.
- Beverton RH, Holt SJ. 1966. Manual of methods for fish stock assessment. Part II. Tables of yield function FAO. *Fish Biolog. Techn. Pap.*, **38**: 10-67.
- Bishop SDH, Francis MP, Duffy C, Montgomery JC. 2006. Age, growth, maturity, longevity and natural mortality of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in New Zealand waters. *Mar. Fresh. Res.*, **57**: 143-154.
- Branstetter S. 1987. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the Northwestern Gulf of Mexico. *Cop.*, **4**: 964-974.
- Cailliet GM, Mollet HF, Pittenger GG, Bedford D, Natanson LJ. 1992. Growth and demography of the pacific angel shark (*Squatina californica*), based upon tag return of California. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.*, **43**: 1313-1330.
- Cerna F, Licandeo R. 2009. Age and growth of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the south-eastern pacific off chile. *Mar. Fresh. Res.*, **60**(5): 394-403.
- CITES. 2010. Consideration of proposals for amendment of Appendices I and II. Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora, US and Palau, Fifteenth meeting of the Conference of the parties, Doha (Qatar), CoP15, Prop 15, 13-25.
- CITES. 2013. Consideration of proposals for amendment of appendices I and II. Sixteenth meeting of the Conference of the Parties Bangkok (Thailand), 3-14 March 2013, p.54.
- Coelho R, Fernandez-Carvalho J, Amorim S, Santos MN. 2011. Age and growth of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, in the Eastern Equatorial Atlantic Ocean, using vertebral sections. *Aqu. Liv. Res.*, **24**(4): 351-357.
- Compagno LJV. 1984a. FAO species catalogue, Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1: Hexanchiformes to Lamniformes FAO, *Fish. Syn.*, **125**(4): 250.
- Compagno LJV. 1984b. FAO Species Catalogue, Sharks of the world. an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2: Carcharhiniformes. FAO, *Fish. Syn.*, **125**(4/2): 251-655.
- Etim L, Lebo PE, King RP. 1999. The dynamics of an exploited population of a siluroid catfish (*Schilbe intermedius*, Reupell, 1832) in the Cross River, Nigeria. *Fish. Res.*, **40**: 295-307.
- FAO. 2001. Aménagement des pêcheries 1, Conservation et gestion des requins. Service des ressources marines. Directives techniques pour une pêche responsable, No. 4, Suppl. 1. Rome, p. 59.
- Farrell ED, Mariani S, Clarke MW. 2010. Age and growth estimates for the starry smoothhound (*Mustelus asterias*) in the Northeast Atlantic Ocean. *ICES J. Mar. Sci.*, **67**: 931-939.
- Ferreti F, Worm B, Britten GL, Heithaus MR, Lotze HK. 2010. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecol. Let.*, **13**:1055-1071.
- FishBase. 2011. Fish growth parameters for *Isurus Oxyrinchus*. (25/01/2011. 12h11), <http://www.fishbase.org>.
- Fordham SV. 2007. Alerte pour les requins : Révélation sur les menaces que l'Europe fait courir aux populations de requins, The Shark alliance, p. 17.

- Froese R, Binohlan C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish. Biol.*, **56**: 578–773.
- ICCAT. 2007. Rapport du comité permanent pour la recherche et les statistiques (scrs) (madrid, Espagne (1-5 octobre 2007) <http://www.iccat.es//Documents/Meetings/Docs/SCRS%20>
- Kotas JE, Mastrochirico V, Petrere Junior M. 2011. Age and growth of the Scalloped Hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith, 1834), from the southern Brazilian coast. *Braz. J. Biol.*, **71**(3): 755-761
- Manjusha S, Kurup BM, Saravannane N, Sanjeevan VN. 2011. Studies on population structure, mortality, growth and exploitation level of smooth hammerhead *Sphyrna zygaena* (L) (Carcharhiniformes - Sphyrnidae) in the coastal region of Kerala, India. *Int. J. Biosci.*, **1**(6): 14-26.
- Mollet HF, Cliff G, Pratt HL, Stevens JD. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus Rafinesque*, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. *Fish. Bull.*, **98**: 299-318.
- N'Goran YN, Amon KJ-B. 2002. Observations biostatistiques sur les requins capturés par la pêche de filet maillant dérivant en Côte d'Ivoire. *SCRS/2001/089*, Collective Volume of *Sci. Pap.* **54**(4): 1421–1428.
- Pauly D, Moreau J. 1997. Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Collection Polytech de l'I.N.P. de Toulouse, Cépaduès-Éditions, France, p. 288.
- Piercy AN, Carlson JK, Passerotti MS. 2010. Age and growth of the great hammerhead shark, *Sphyrna mokarran*, in the north-western Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. *Mar. Fresh. Res.*, **61**: 992–998.
- Ribot-Carballal MC, Galvan-Magana F, Quinonez-Velazquez C. 2005. Age and growth of the mako shark, *Isurus oxyrinchus*, from the western coast of Baja California Sur Mexico. *Fish. Res.*, **76**: 14-21.
- Santana FM, Paulo DN, Rosângela PL. 2009. Demographic analysis of the night shark (*Carcharhinus signatus*, Poey, 1868) in the equatorial Southwestern Atlantic Ocean. *Fish. Res.*, **100**: 210-214.
- Schneider W. 1990. FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine resources of the Gulf of Guinea. Prepared and published with the support of the FAO Regional Office for Africa. Rome, p. 268.
- Skomal G, Natanson L. 2003. Age and growth of the blue shark (*Prionace glauca*) in the North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.*, **101**: 627-639.