

Les engins et techniques de pêche utilisés dans la baie de Loango, République du Congo, et leurs incidences sur les prises accessoires

by

Alexandre GIRARD* (1), Hélène DEMBE LOUVINGUILA (2), Nathalie BREHERET (2),
Jonathan MONSINJON (2, 3), Margaux CHARRA (2, 3), Elodie PROTAT (2, 3),
Hélène ROCHE (3), Christophe NGOKAKA† (4) & Marc GIRONDOT (3)



© SFI
Received: 10 Sep. 2013
Accepted: 2 Jun. 2014
Editor: J. Y. Sire

Key words

Artisanal fisheries
East Central Atlantic
Republic of the Congo
Marine turtles
Dormant gillnet
By-catch

Résumé. – Une étude a été menée pour évaluer les risques de captures accessoires par les différents engins et techniques de pêche utilisés dans la baie de Loango au Congo-Brazzaville. La liste des espèces cibles est donnée de même que les espèces non-ciblées. Parmi celles-ci, seules des tortues marines sont observées. L'étude montre que les filets dormants à grandes mailles sont plus nocifs pour les tortues marines que les filets à petites mailles. Les filets à petites mailles sont toutefois peu sélectifs et peuvent compromettre le renouvellement de la ressource. La réglementation congolaise n'autorise que des mailles dont la taille est supérieure à 10 cm. Cette situation correspond à un conflit d'usage entre la ressource à préserver et la biodiversité à maintenir. Cinq des sept espèces de tortues marines fréquentent le littoral congolais. La pêche artisanale constitue une importante menace pour ces espèces au Congo. Ces résultats seront mis à profit pour expérimenter un filet conforme à la réglementation locale et regroupant des caractéristiques identifiées comme pouvant réduire la fréquence des prises accidentelles de tortues marines tout en maintenant le taux de capture des espèces commerciales (poissons et crustacés).

Abstract. – Fishing gears and techniques used in the Bay of Loango, Republic of Congo, and their by-catch risks.

A study was undertaken to assess the by-catch risk in the different type of fishing gears and techniques commonly used in the Republic of Congo (Congo-Brazzaville). Targeted and non-targeted species were listed. Among the non-targeted species, only sea turtles were observed. The study shows that dormant-gillnets with large meshes are more noxious for sea turtles than small meshes dormant gillnets. Small meshes are nevertheless poorly selective and thus can compromise the renewal of the resources. The Congolese law does not allow meshes smaller than 10 cm stretched. According to the literature, other factors can influence the risk of sea turtle by-catch. The nets badly tightened or little vertical increase the risk, the implementation of delusions or phosphorescent or bright elements may reduce the risk. Five of the seven species of sea turtles are present along the coast of the Republic of Congo. Artisanal fishing is one of the main threats for these species. The results of this study will be used to create and experiment a fishing net prototype fulfilling the Congolese regulation requirements and putting together factors and specifications identified as able to reduce the frequency of sea turtle incidental captures while maintaining the commercial species catch rate (fishes and crustaceans).

Selon des statistiques de 2011, près de 30% des stocks de poissons mondiaux sont surexploités, 57% sont exploités à la limite supérieure de leur productivité et seulement 13% ne sont pas pleinement exploités (FAO, 2011). La plupart des zones de pêche subissent donc une très forte pression et de nombreuses espèces cibles sont surexploitées (Worm *et al.*, 2006). Les prises accessoires, définies comme les espèces non ciblées par l'activité de pêche subissent elles aussi de fortes pressions. Certaines de ces prises accessoires sont des espèces patrimoniales menacées et/ou protégées localement ou au niveau international. Citons les cétacés, les requins et les tortues marines (Moore *et al.*, 2009). Autant il est possible d'avoir de l'information, même si elle est biaisée et par-

tielle, de la part des pêcheries industrielles qui sont suivies, autant il y a un manque criant d'information sur l'impact de la pêche artisanale. Or celle-ci peut être prépondérante dans certaines régions du monde (Wallace *et al.*, 2010b). Par exemple, à notre connaissance, les seules données disponibles sur ce sujet au Congo datent de plus de 25 ans (Gobert, 1986).

Située à cheval sur l'équateur, la République du Congo est un pays d'Afrique centrale pourvu d'une façade maritime étroite de 170 km environ donnant sur l'Atlantique. Le Congo dispose d'une ZEE (Zone Economique Exclusive) qui s'étend sur environ 60 000 km² (FAO, 2006). Le plateau continental sur lequel s'effectue l'activité de pêche s'étend

(1) Rénatura France, 47 rue des 5 Diamants, 75013 Paris.

(2) Rénatura Congo, BP 414, Pointe Noire, République du Congo. [helenedembe@gmail.com] [nathalie.breheret@renatura.org] [jonathan.monsinjon@gmail.com] [elodie.protat@hotmail.fr]

(3) Laboratoire d'écologie, systématique et évolution, Département d'écologie des populations et des communautés, Université Paris Sud, AgroParisTech et CNRS - Université Paris-Sud XI, Bât. 362, 91405 Orsay CEDEX, France. [helene.roche@ese.u-psud.fr] [marc.girondot@u-psud.fr]

(4) Dernière adresse : Institut de développement rural, BP 69, Brazzaville, République du Congo.

* Corresponding author [agirard6@gmail.com]

sur une largeur de 50 km et une surface estimée à environ 10 700 km² (FAO, 2006). Le littoral maritime borde la partie Ouest des départements du Kouilou et de Pointe-Noire au sud du pays (Fig. 1). La côte présente des baies (Pointe Noire, Loango) et des pointes (Pointe-Indienne, Pointe-Noire). La baie de Loango se situe sur ce littoral au Nord de la capitale économique Pointe-Noire. Cette baie est limitée au sud par le cap de Loango, appelé Pointe-Indienne, et l'embouchure du fleuve Kouilou au nord. Une bande rocheuse sous marine présente à la Pointe-Indienne (Giresse, 1980) constitue un lieu favorable au développement de la faune marine. Une intense activité de pêche artisanale a lieu dans cette zone que fréquentent de nombreuses espèces protégées par les lois nationales congolaises, comme les tortues marines, les baleines et les dauphins à bosse, mais également plusieurs espèces de requins (Ministère du Développement durable de l'Économie forestière et de l'Environnement, 2011). Il convient de noter que ces prises accessoires, outre leur impact négatif sur la biodiversité, posent un problème

pour l'activité économique de la pêche. En effet, les prises accessoires peuvent endommager les filets et être un danger pour les pêcheurs lors de la libération de l'animal, car les pirogues manquent de stabilité (Bourget *et al.*, 2012).

Pour remédier à cette situation, RENATURA Congo a initié en 2005 un programme de libération des captures accidentelles de tortues marines dans les filets de pêche artisanale (Bal *et al.*, 2007). Une mesure d'accompagnement consiste à fournir le matériel nécessaire à la réparation du filet endommagé en échange de la libération de l'animal. Plus de 1500 relâchers sont ainsi effectués annuellement depuis huit ans par les agents de terrain de cette ONG (Godgenger *et al.*, 2009). La libération des tortues ne constitue cependant pas une solution à long terme et devant la fréquence de leurs captures accidentelles, il est apparu nécessaire de chercher à réduire le nombre de captures dans les filets. C'est pourquoi il a été entrepris de recenser les engins et les techniques de pêche artisanale utilisés au Congo et de les comparer afin de mettre en évidence ceux qui minimisent les captures acci-

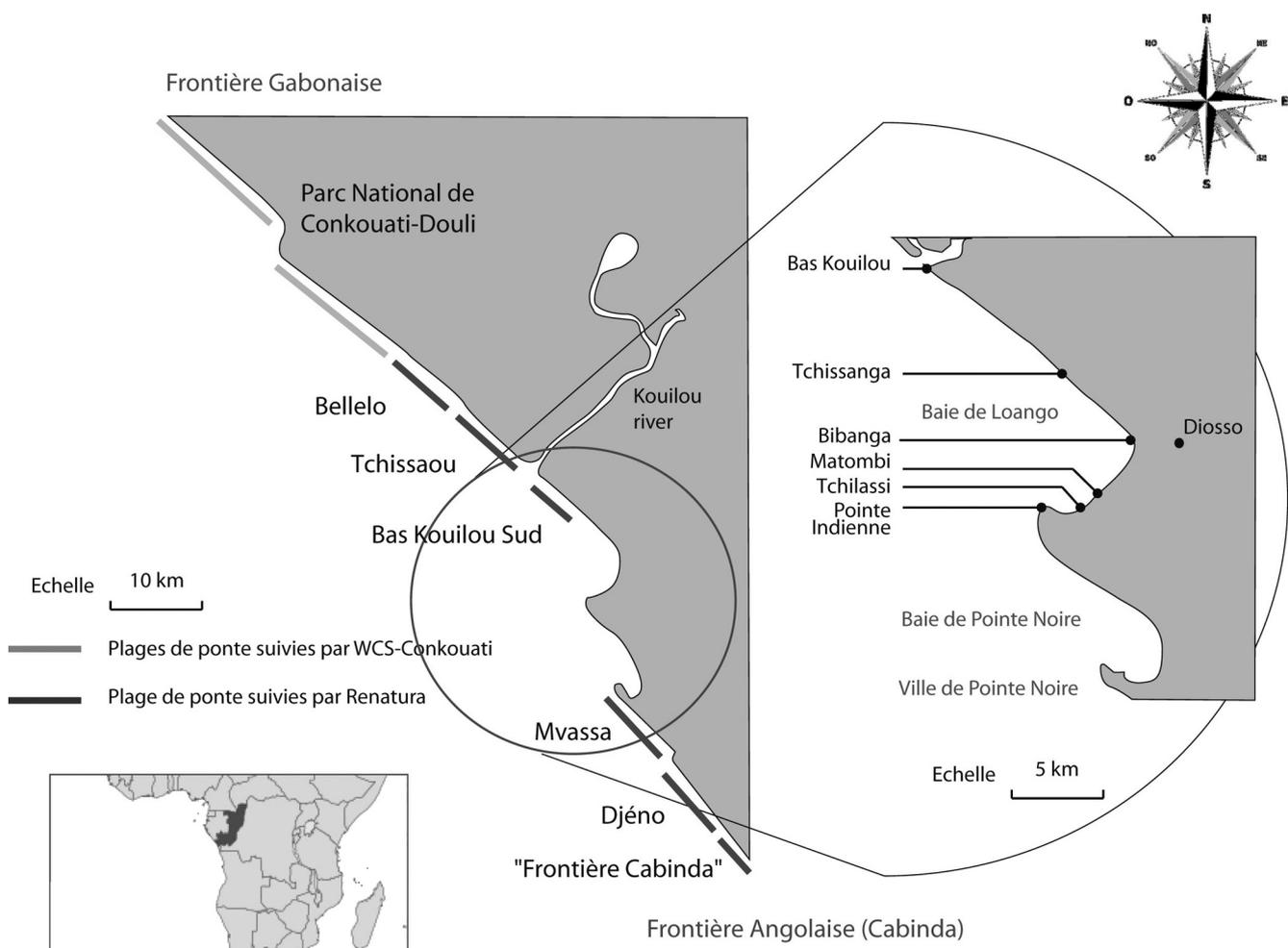


Figure 1. - Carte du littoral congolais (République du Congo) et de la zone d'étude : la baie de Loango. [Map of the Congo coastline (Republic of Congo) and of the study area: Loango Bay.]

dentelles de tortues tout en maintenant un niveau de prise acceptable sur les espèces cibles. Ces résultats seront mis à profit pour proposer une évolution des techniques de pêche rentable économiquement et limitant les prises accessoires.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'étude s'est déroulée d'octobre 2010 à mai 2011 à la Pointe Indienne, un quartier côtier du village de Loango dont l'économie est principalement tournée vers la mer (Fig. 1). Environ 100 pêcheurs sont officiellement enregistrés dans ce quartier qui compte 460 habitants adultes (Direction Département de la Pêche et d'Aquaculture du Kouilou, 2010).

Enquête et entretiens

Une enquête a été menée sur la base du volontariat auprès de la communauté de pêcheurs à l'aide d'un questionnaire. Cette enquête a permis de décrire les différents engins et techniques de pêche utilisés dans la zone afin de déterminer pour chacun d'eux les milieux, les périodes, les espèces cibles et les fréquences d'utilisation. Il a également été demandé aux professionnels de la pêche d'évaluer les fréquences de capture et de mortalité des tortues marines pour chacune des techniques recensées.

Suivi des captures accessoires

Dans le cadre du programme de libération des captures accidentelles de tortues marines dans les filets de pêche artisanale, les agents Rénatura ont répertorié toutes les captures accessoires observées. Pour chaque événement de capture d'une tortue marine, ils ont ainsi enregistré quels étaient la technique de pêche et le type de filet en cause, et si la tortue capturée était retrouvée morte ou vivante à la levée du filet.

Les résultats de l'enquête, complétés par l'analyse rétrospective des données collectées dans le cadre du programme de libération des tortues marines, ont permis d'identifier les techniques les plus nocives pour les tortues marines afin d'orienter la suite de l'étude.

Expérimentation des techniques de pêche

Les techniques de pêche les plus souvent impliquées dans les prises accessoires de tortues marines ont été comparées expérimentalement. Deux équipes, composées chacune de deux pêcheurs, ont été mobilisées. L'une d'elle a utilisé des filets dormants avec des mailles de 6 à 8 cm (maille étirée) et l'autre des filets dormants à grandes mailles (12 à 20 cm de maille étirée). Dans la mesure du possible, ces filets ont été déployés de façon couplée, à faible distance l'un de l'autre, pendant les mêmes périodes, dans les mêmes zones, sur des fonds et à des profondeurs identiques. Selon les périodes, ils étaient utilisés flottants ou calés au fond.

Pour chaque événement de pêche, les coordonnées GPS et la profondeur du lieu où le filet était posé ont été relevées. Les heures de pose et de relevé ont également été notées afin de déterminer la durée pendant laquelle le filet était resté calé.

Les filets ont été déployés dans des eaux de 4 à 93 m de profondeur. Le temps de calée variait de 2 h à 16 h. Trente relevés ont été suivis pour chaque filet.

À l'issue de chaque événement de pêche, les poissons et les crustacés capturés ont été identifiés. Les prises étaient pesées individuellement ou par espèces pour les plus petites. Le nombre de tortues vivantes et mortes capturées par événement de pêche était enregistré.

Les résultats obtenus ont permis de comparer l'efficacité des engins et techniques de pêche ainsi que leur nocivité pour les tortues marines. Afin d'évaluer la valeur commerciale d'une pêche, un indice semi-quantitatif (de 1 à 3) de valeur commerciale a été attribué à chaque espèce ciblée. Ces indices ont été établis sur le terrain avec l'aide des pêcheurs et des intermédiaires achetant les poissons sur les sites de débarquement. Un indice de la valeur d'une pêche a été ensuite calculé en multipliant la masse d'une espèce pour un événement de pêche par son indice de valeur commerciale, puis en additionnant les valeurs obtenues pour chaque espèce capturée.

L'efficacité d'une technique de pêche a été évaluée à travers deux paramètres : la biomasse de poissons et de crustacés capturés par événement de pêche, et la valeur commerciale estimée des prises par événement de pêche. Les prises accessoires n'ont pas été comptabilisées dans cette estimation.

La nocivité des techniques de pêche a été estimée à travers, d'une part, le nombre moyen de tortues marines prises accidentellement par événement de pêche et, d'autre part, la proportion de tortues retrouvées mortes lors du relevé du filet.

Traitement statistique

Un modèle de régression linéaire est utilisé afin de rechercher, parmi les différents facteurs liés à la technique de pêche et au matériel utilisé, lesquels ont une influence significative sur les performances de la pêche puis sa nocivité en termes de nombre et de survie des captures accessoires.

Sachant que l'on ne peut pas présumer de la distribution normale des variables à expliquer et que le modèle inclut une mixité de variables explicatives qui peuvent être continues, discrètes, binomiales ou catégorielles, un modèle linéaire généralisé (GLM) a été utilisé. Quatre variables ont été successivement testées à l'aide de ce modèle : la masse de poissons et de crustacés capturés, la valeur commerciale estimée des prises, le nombre de tortues marines capturées, la proportion de tortues retrouvées mortes à la levée du filet. Les variables explicatives retenues pour le modèle GLM sont :

la technique de pêche utilisée, filet calé au fond ou flottant ; la taille des mailles du filet, mesurée maille étirée en cm ; la longueur du filet en mètres ; la hauteur de la colonne d'eau sur le lieu de déploiement du filet ; la proportion de colonne d'eau couverte par la hauteur de la partie maillée du filet ; le temps de calée, c'est-à-dire la durée écoulée en heures entre le filage et le virage du filet ; le temps linéaire sous la forme du nombre de jours écoulés depuis le début de l'étude ; la saisonnalité après transformation de la variable temps par une transformée de Fourier.

L'analyse a été réalisée à l'aide du logiciel libre R et du package "Mass" pour la fonction "glm", ainsi que le package "car" pour les fonctions diagnostique, notamment pour la détection des valeurs aberrantes et la vérification de la qualité de l'ajustement.

Les variables à expliquer continues "masse de poissons et crustacés" et "valeur commerciale des prises" ont été modélisées à l'aide d'une loi Gamma. Une fonction de lien inverse a été utilisée dans le modèle GLM.

La distribution du nombre de tortues capturées par événement de pêche a été modélisée à l'aide d'une loi de Poisson, l'observation d'une tortue prise dans un filet de pêche pouvant être considérée comme un événement rare. Une fonction de lien logarithmique a été utilisée dans le modèle GLM.

Le nombre de tortues retrouvées mortes parmi les tortues capturées a été modélisé à l'aide d'une loi binomiale (fonction de lien logit dans le modèle GLM).

Le meilleur modèle a été sélectionné par comparaison des "Akaike Information Content" AIC (Akaike, 1974), selon une approche pas-à-pas ("backward", "forward" et "stepwise") à l'aide de la commande "stepAIC" du package "Mass" dans le logiciel R.

Nous avons ensuite testé l'hypothèse selon laquelle la masse des prises commerciales a une influence sur la probabilité de prises accidentelles de tortues. Deux scénarios étaient possibles : soit la masse des poissons et des crustacés et le nombre de tortues sont deux événements indépendants, soit ces deux événements sont liés par la relation suivante : $y = a + bx$ (y = nombre de tortues, x = masse de poissons et crustacés).

La sélection du modèle utilise l'AIC qui est une méthode de classement qui prend en compte la qualité du modèle en le comparant aux données et en pénalisant par le nombre de paramètres utilisés :

$$AIC = -2\ln L + 2N$$

L correspond au maximum de vraisemblance et N au nombre de paramètres. Le modèle qui présente la valeur d'AIC la plus basse est retenu comme le meilleur modèle.

L'Akaike weight ω est utilisé pour comparer les modèles entre eux :

Soit ω_i l'Akaike weight du modèle i et ΔAIC la différence entre l'AIC du modèle i et l'AIC du meilleur modèle :

$$\omega_i = \exp(-\Delta AIC / 2)$$

L'Akaike weight normalisé à 1 peut être directement interprété comme la probabilité relative d'un modèle parmi les n modèles candidats comparés (Burnham et Anderson, 2002).

$$P = \omega_i / \sum \omega$$

Le modèle avec l'AIC le plus bas est sélectionné pour être éventuellement de nouveau comparé à d'autres modèles. Les modèles avec des Akaike weights similaires sont retenus puis discutés.

RÉSULTATS

Engins et techniques de pêches utilisés à la Pointe Indienne

Vingt pêcheurs, trois ramendeurs et sept autres acteurs en lien avec le monde de la pêche ont accepté de participer à l'enquête.

Quatre grandes catégories d'engins et de techniques de pêche ont ainsi été répertoriées : les filets droits, les sennes, les plateaux et les lignes à hameçon. Le tableau I précise, pour chaque technique inventoriée, le milieu, la période pendant laquelle il est pratiqué, ainsi qu'une évaluation de sa fréquence d'utilisation sur la base des interviews.

Les pêches au filet droit sont les plus répandues au Congo. Elles sont utilisées toute l'année et les produits de pêche sont principalement destinés à la commercialisation. Les filets peuvent atteindre 100 à 350 m de longueur avec une hauteur de 1,5 à 6 m, voire plus. Le filet est fabriqué à partir du fil en nylon le plus souvent tressé, parfois monobrin.

Ce type de filet est constitué d'un maillage uniforme. La taille des mailles est très variable selon les espèces ciblées, variant de 6 cm à 24 cm, bien que la législation congolaise fixe la taille minimale autorisée à 10 cm, maille étirée.

Les pêcheurs interviewés font la différence entre les filets dont la maille étirée mesure moins de 10 cm, dits filets à petites mailles, et ceux dont la taille de la maille étirée est supérieure à 10 cm, dits filets à grandes mailles. Les filets à grandes mailles sont parfois appelés "folles". Ces deux types de filets sont utilisés dans des buts différents. Les filets à petites mailles (entre 5 et 10 cm maille étirée) visent les poissons de petites tailles. Les filets à grandes mailles (> 10 cm et jusqu'à 24 cm maille étirée) ciblent les plus gros spécimens ainsi que les crustacés. Le filet est équipé de flotteurs sur la ralingue supérieure et de lests sur la ralingue inférieure. L'armement sur compas, qui consiste à prendre un certain nombre de mailles pour amarrer la nappe aux ralingues, est le plus utilisé. La souplesse du filet est définie par la quantité de flotteurs et de lests utilisés ainsi que le rapport d'armement, c'est-à-dire la fréquence de mailles amarrées aux ralingues relativement à la longueur du filet. Les informa-

Tableau I. - Les engins et techniques de pêche utilisés à la Pointe Indienne et dans la baie de Loango : milieux, périodes, espèces ciblées et fréquence d'utilisation. * : Voir les noms scientifiques Tab. V. [Fishing gears and techniques used at the Pointe Indienne and in the Loango Bay: area of use, periods, targeted species and frequency of use. *: See scientific names Tab. V.]

Engins et techniques de pêche		Milieu de pêche	Période de pêche	Espèces cibles*	Fréquence d'utilisation
Filets maillants	Filet à petites mailles calé au fond	Dans la baie et au large, sur les fonds rocheux et sableux.	Toute l'année	Varie selon les saisons. Orphie et bar en saisons de pluie	Élevée
	Folle calée au fond	Dans la baie, sur les fonds rocheux et sableux	Toute l'année, beaucoup plus en saison sèche et en décembre	Bar, requin, raie, capitaine	Élevée
	Folle flottante	Au large, sur les fonds rocheux et sableux.	Saison sèche	Bar, requin, raie, capitaine, mérrou	Faible
Sennes	Senne de plage ou filet tiré	Dans la baie, sur les fonds rocheux et sableux.	Toute l'année	Toutes les espèces se trouvant sur le plateau	Faible
	Filet encerclant	Dans la baie et au large, sur les fonds rocheux et sableux.	Saison des pluies	Aiguillette	Élevée
Nasses ou plateaux		Dans la baie, sur les fonds rocheux et sableux.	Saison sèche	Sardinelle	Élevée de mai à septembre
Lignes à hameçons		Dans la baie et au large	Toute l'année	Murène, orphie, dorade	Faible

teurs indiquent que la souplesse du filet aurait un effet sur la prise de poisson car elle semble favoriser l'emmêlement. L'armement maille à maille, qui tend mieux le filet est plus rare.

La technique la plus fréquemment utilisée est le filet "dormant et maillant" calé au fond. La méthode consiste à déposer longitudinalement le filet qui vient se déposer au fond afin de cibler des espèces benthiques. Le filet est dit "dormant et maillant" car il est déposé pour une durée déterminée (jusqu'à 24 h) et les poissons qui rencontrent le filet s'emmêlent dans les mailles par les ouïes ou les mâchoires.

Ces filets peuvent être déployés au large, calés au fond. Ils sont alors destinés à attraper de gros poissons démersaux.

La seconde technique, le filet "dormant et maillant" flottant, consiste à suffisamment délester le filet de manière à le laisser flotter entre deux eaux ou à la surface. Cette technique cible les espèces benthopélagiques et pélagiques. L'engin est davantage sujet aux mouvements provoqués par les courants. Les filets dormants flottants sont fréquemment utilisés à de faibles profondeurs, la partie maillée du filet couvrant alors toute la hauteur de la colonne d'eau et le filet se comportant comme un filet à la fois flottant et calé au fond.

La troisième technique, le filet "dormant et dérivant", est la moins utilisée car elle s'exerce principalement au large. Cette technique n'est pas interdite par la loi Congolaise. Le principe est semblable à la technique précédente à la différence que le filet est attaché à la pirogue, et non fixé à l'ancre. Le filet suit donc les mouvements de la pirogue et des courants.

Ces filets sont dits "dormants" parce qu'ils sont immergés pendant une durée déterminée. Les filets maillants dormants restent en place pour une période qui peut correspondre à un flux de marées, "flot ou jusant" de quelques heures à quelques jours avant d'être levés selon la fragilité des captures (Le Douguet, 2009). En pratique, le temps de calée excède rarement 24 h. A la Pointe Indienne, les temps de mouillage observés dans le cadre de notre étude variaient de 1 h 30 à 16 h.

Un même filet peut être aménagé et modifié pour adapter la technique de pêche en fonction des saisons. Ainsi, une "folle" calée au fond peut être modifiée en folle flottante en l'équipant de flotteurs disposés de telle sorte que le filet est maintenu plus vertical, et en surface. La folle flottante est déployée le plus souvent au large pour une durée variant de 4 h à quelques jours selon les pêcheurs. Cette technique nécessite deux pêcheurs et ne capture que des gros poissons pélagiques. De même, les filets dormants à petites mailles qui sont utilisés calés au fond toute l'année à des profondeurs variables, sont transformés en filets flottants pour la pêche au large en saison sèche.

La pêche à la senne est également utilisée toute l'année mais occasionnellement car les prises sont destinées à la consommation locale. Deux techniques utilisent la senne : sennes de plages et filets encerclant.

Le principe d'utilisation de la senne est actif. Le filet ne reste pas dans l'eau pour une durée déterminée. La technique repose sur trois étapes : le repérage du banc de poissons et/ou le moment favorable de la marée ; l'encercllement du banc de

Tableau II. - Engins et techniques de pêches impliqués dans les captures et la mortalité des tortues marines. Résultats du programme de libération des captures accidentelles des tortues marines (2008). [*Fishing gears and techniques involved in sea turtle by-catch and mortality. Results of the sea turtle by-catch release program (2008).*]

Engins et techniques de pêche	Effort de pêche	Nombre de tortues capturées	Proportion des tortues capturées par une technique identifiée et rang	Nombre de tortues retrouvées mortes	Taux de mortalité des tortues capturées (IC 95%)
Filets à petites mailles calés au fond	Élevé	27	2,49% (3)	5	19% (6,3-38,1)
Filets à grandes mailles calés au fond	Élevé	310	28,62% (1)	67	21% (17,2-26,6)
Filets à grandes mailles flottants	Faible	307	28,35% (2)	NA	NA
Senne de plage	Faible	13	1,20% (4)	0	0
Filet encerclant	Faible	0	0 (5)	0	0
Nasses ou plateaux	Élevé certains mois	0	0 (5)	0	0
Lignes et hameçons	Faible	0	0 (5)	0	0
Technique non renseignée		426			

Tableau III. - Récapitulatif des espèces de tortues capturées dans la baie de Loango (2008- 2011). [*Overview of the sea turtle species captured in the Loango Bay (2008-2011).*]

Espèces Plages	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)	<i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766)	<i>Dermochelys coriacea</i> (Vandelli, 1761)	Total
Pointe-Indienne	4152	23	59	3	4237
Tchilassi	17	3	0	3	23
Matombi	35	2	0	10	47
Bibanga	52	8	0	6	66
Tchissanga	0	1	0	1	2
Bas- Kouilou	23	7	1	15	46
Total	4279	44	60	38	4421

Tableau IV. - Stades de vie des individus capturés par espèce. [*Living stages of captured sea turtles according to species.*]

	<i>Chelonia mydas</i>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Total
Juveniles	2814	0	32	0	2846
Adultes	80	43	5	26	154
Indéterminés/Subadultes (individus de taille intermédiaire)	1385	1	23	12	1421
Total	4279	44	60	38	4421

poisson visualisé ou présumé ; et l'opération de "virage" qui consiste à rapporter les prises en diminuant le filet.

La senne de plage consiste à déposer le filet en mer depuis la plage à un moment favorable, le plus souvent lors d'une marée descendante et le tirer pour piéger le poisson. Son utilisation nécessite 6 à 8 personnes.

Généralement, les sennes de plage sont des filets d'une longueur de 150 à 200 m, mais ils peuvent atteindre plus de

500 m. Le filet est constitué de quatre parties qui ont chacune un maillage, une longueur et une chute propre. Une longue corde de 100 à 150 m est attachée à chaque extrémité du filet. Les mailles sont larges aux extrémités et se rétrécissent au centre ce qui forme une sorte de poche. Le filet est fabriqué à partir de fils de coton tressés. Les mailles sont très fines, entre 1 et 2 cm de longueur pour une maille étirée, ce qui est très inférieur à la taille minimale autorisée par la

Tableau V. - Espèces de poissons et de crustacés observées dans les filets et leurs indices de valeurs commerciales. [Fish and shellfish species observed in fishing nets and their commercial value indexes.]

Noms pilotes	Noms vernaculaires	Famille	Nom scientifique	Coeff. de valeur commerciale
Alose rasoir	Tchibeli	Pristigasteridae	<i>Ilisha africana</i> (Bloch, 1795)	1
Bar	Likalala	Sciaenidae	<i>Pseudotolithus senegalensis</i> (Valenciennes, 1833)	2
Bar royal	Tchilondo	Sciaenidae	<i>Pseudotolithus typus</i> Bleeker, 1863	3
Maigre (Bar noir)	Nkokoto	Sciaenidae	<i>Argyrosomus regius</i> (Asso, 1801)	1
Barbillon	N'kang	Polynemidae	<i>Pentanemus quinquarius</i> (Linnaeus, 1758)	1
Barracuda	Mouéndji	Paralepididae	<i>Sphyaena</i> sp.	3
Capitaine	Likuimbimbi	Polynemidae	<i>Polydactylus quadrifilis</i> (Cuvier, 1829)	3
Carangue jaune	Nkaba	Carangidae	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	3
Carangue noire	Nkaba	Carangidae	<i>Caranx senegallus</i> Cuvier, 1833	3
Carpe	Tiale	Haemulidae	<i>Plectorhynchus macrolepis</i> (Boulenger, 1899)	2
Ceinture	Nongou	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	2
Disque	Tchipaple Pangou	Drepaneidae	<i>Drepane africana</i> Osório, 1892	1
Dorade grise	Tchikuate	Haemulidae	<i>Pomadasys jubelini</i> (Cuvier, 1830)	2
Ethmalose	Manzi	Clupeidae	<i>Ethmalosa fimbriata</i> (Bowdich, 1825)	1
Fiatole	Likouf	Stromateidae	<i>Stromateus fiatola</i> Linnaeus, 1758	2
Hareng (sardinelle)	Makouala	Clupeidae	<i>Sardinella maderensis</i> (Lowe, 1838) <i>S. aurita</i> Valenciennes, 1847	1
Mâchoiron	Nchiendo	Ariidae	<i>Arius africanus</i> Günther, 1867	2
Mérou	–	Serranidae	<i>Epinephelus</i> spp. Bloch, 1793	3
Ladyfish d'Afrique de l'Ouest	Sounze	Elopidae	<i>Elops lacerta</i> Valenciennes, 1847	2
Murène	'Livil	Muraenidae	<i>Muraena helena</i> Linnaeus, 1758	1
Orphie ou Aiguillette	Moeho	Belonidae	<i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1761)	1
Pelon	Lindongo	Haemulidae	<i>Brachydeuterus auritus</i> (Valenciennes, 1832)	1
Plat-plat ou Sélène	Mboulou	Carangidae	<i>Selene dorsalis</i> (Gill, 1863)	1
Poisson perroquet vert	–	Scaridae	<i>Scarus hoefleri</i> (Steindachner, 1881)	1
Poisson volant	–	Exocoetidae	<i>Cheilopogon</i> sp.	1
Pastenague marguerite	Tchibouel	Dasyatidae	<i>Dasyatis margarita</i> (Günther, 1870)	2
Requin soyeux	Dukudaka	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839)	2
Requin renard	Dukudaka	Alopiidae	<i>Alopias pelagicus</i> Nakamura, 1935	2
Remora	Lubana		<i>Remora remora</i> (Linnaeus, 1758)	
Sardine	Nveni	Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	3
Sole	Libondo	Cynoglossidae	<i>Cynoglossus senegalensis</i> (Kaup, 1858)	3
Tarpon	–	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847	3
Thon	Mouémbila	Scombridae	<i>Thunnus</i> sp.	2
Crabe fantôme	Oural (N'kala ?)	Ocypodidae	<i>Ocypode gaudichaudii</i> H. Milne-Edwards & Lucas, 1843	1
Crabe bleu	Oural (N'kala)	Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896	2
Crabe marbré	Oural (N'kala)	Portunidae	<i>Portunus hastatus</i> (Linnaeus, 1767)	1
Langouste royale	Nkosso	Palinuridae	<i>Panulirus regius</i> De Brito Capello, 1864	3

réglementation congolaise (10 cm maille étirée).

Le filet encerclant (ou senne tournante) consiste à réaliser la même manœuvre d'encerclant actif d'un banc de poissons, mais à partir d'une pirogue en mer. Avant de lancer

le filet, les pêcheurs suivent le mouvement des poissons. Le filet est déployé en encerclant le banc de poissons. Le ramassage s'effectue 2 à 4 h plus tard. Les filets encerclant sont des engins qui restent dans l'eau pendant 5 h au maximum.

Tableau VI. - Espèces de poissons, de tortues et de crustacés observées dans les filets ayant un statut dans la liste rouge de l'IUCN. [Fish, Turtles and shellfish species observed in fishing nets with a particular status in the IUCN red listing.]

Nom commun	Nom scientifique	Statut liste rouge	Critères liste rouge (ver 3.1)	Tendance de la population
Poissons				
Ethmalose	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	Least concern	–	Unknown
Ladyfish d'Afrique de l'Ouest	<i>Elops lacerta</i>	Least concern	–	Unknown
Poisson perroquet vert	<i>Scarus hoefleri</i>	Least concern	–	Unknown
Raie pastenague	<i>Dasyatis margarita</i>	Endangered	A2bd+3bd+4bd	Decreasing
Requin soyeux	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Near Threatened	–	Decreasing
Requin renard	<i>Alopias pelagicus</i>	Vulnerable	A2d+4d	Decreasing
Tarpon	<i>Megalops atlanticus</i>	Vulnerable	A2bd	Decreasing
Thon albacore	<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre, 1788)	Near threatened	–	Decreasing
Thon jaune	<i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788)	Near threatened	–	Decreasing
Thon obèse	<i>Thunnus obesus</i> (Lowe, 1839)	Vulnerable	A2bd	Decreasing
Tortues marines				
Tortue luth	<i>Dermochelys coriacea</i>	Vulnerable	A2bd	Decreasing
Tortue olivâtre	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Vulnerable	A2bd	Decreasing
Tortue verte	<i>Chelonia mydas</i>	Endangered	A2bd	Decreasing
Tortue imbriquée	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Critically endangered	A2bd	Decreasing
Crustacés				
Langouste royale	<i>Panulirus regius</i>	Data Deficient	–	Decreasing

Cette technique cible principalement les aiguillettes (*Belone belone*) pendant la saison des pluies. Ces filets de surface ont plus de flotteurs que de lests et une longueur de 100 à 250 m environ, avec une chute de 4 à 10 m. La taille de la maille est généralement de 2 cm (maille étirée).

La pêche au plateau est, quant à elle, saisonnière. Elle vise exclusivement les sardinelles (*Sardinella* sp.) destinées à la commercialisation, et qui sont présentes pendant la saison sèche. Le plateau est un engin de pêche composé d'un filet au maillage très fin (entre 0,5 et 1 cm de longueur pour une maille étirée) fixé sur un cadre en bois rectangulaire pouvant mesurer jusqu'à 8 m de long pour 5 m de large, soit une surface de 40 m². Le milieu du plateau forme une poche dont la profondeur n'excède pas 1 m et où se concentrent les poissons. Cette pêche est pratiquée depuis la plage, elle ne nécessite pas de pirogue. La technique consiste à immerger le plateau, tenu aux extrémités par au moins deux pêcheurs, puis de le soulever lors du passage d'un banc de sardinelles pour les récolter.

La pêche à la traîne utilise une ligne munie d'un ou plusieurs hameçons. Elle est pratiquée au large en ciblant un banc de poissons mais aussi depuis le bord, notamment par les enfants. Cette technique est utilisée toute l'année par les pêcheurs du village principalement pour l'autoconsom-

mation. Il existe aussi une pêche de loisir pratiquée par des expatriés. Il s'agit d'une pêche à la canne. La ligne est équipée d'un leurre ou d'appâts.

Techniques responsables des prises accessoires de tortues marines

D'après les données issues du suivi des captures accessoires (Tab. II), les techniques de pêche impliquées dans les captures accidentelles de tortues marines sont par ordre décroissant du pourcentage de capture et en relation avec la fréquence d'utilisation de la technique (Tab. I) : 28% : filets à grandes mailles calés au fond (technique très utilisée) ; 28% : folles flottantes (technique peu utilisée) ; 2,5% : filets à petites mailles calés au fond (technique fréquemment utilisée).

Environ une tortue sur cinq capturées dans les filets calés au fond, petites mailles et grosses mailles confondues, est retrouvée morte dans le filet (Tab. II).

Les tortues sont essentiellement capturées à la Pointe Indienne (Tab. III). Il s'agit majoritairement de tortues vertes, le plus fréquemment au stade juvénile [longueur courbe de carapace inférieure à 80 cm (Godley *et al.*, 2002)] (Tab. IV).

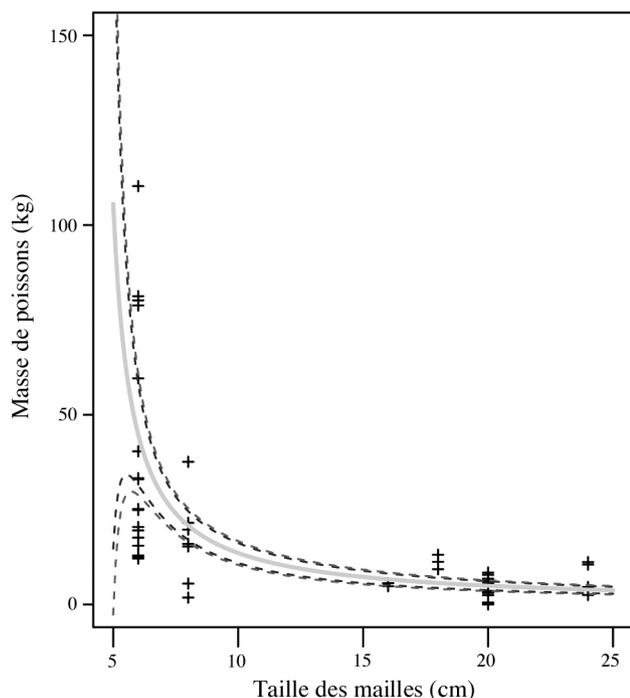


Figure 2. - Courbe réponse de la masse de poissons et crustacés (kg) en fonction de la taille des mailles (cm, maille étirée). L'intervalle de confiance à 95% apparaît en pointillés. + : valeurs observées. [Response curve of fish weight (kg) by fishing event according to mesh size (in cm mesh stretched). The 95% confidence interval appears in dotted lines. + : observed values.]

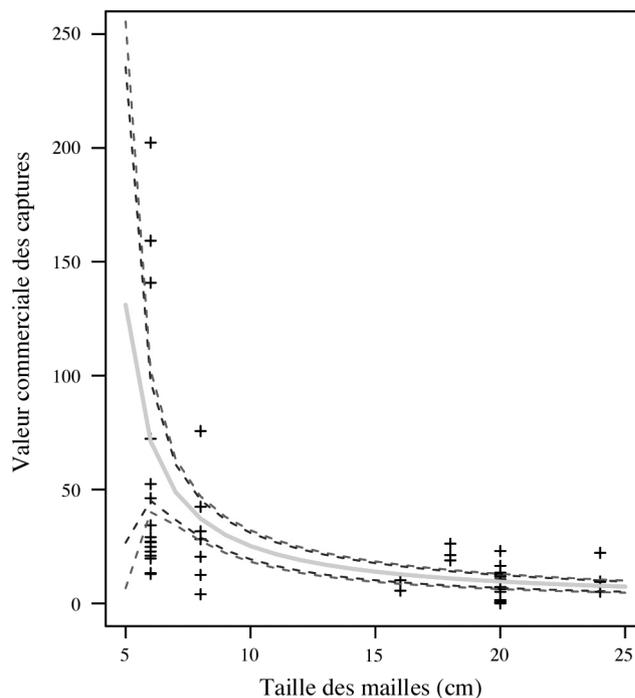


Figure 3. - Courbe réponse de la valeur commerciale des prises en fonction de la taille des mailles (cm, maille étirée). L'intervalle de confiance à 95% apparaît en pointillés. + : valeurs observées. [Response curve of commercial value of the catches by fishing event according to mesh size (in cm mesh stretched). The 95% confidence interval appears in dotted lines. + : observed values.]

Comparaison expérimentale des techniques

L'efficacité des filets testés est comparée en termes de masse d'espèces ciblées capturées par événement de pêche, puis en termes de valeur commerciale des prises. Nous n'avons pas réalisé d'appariement pour les tests dans la mesure où, pour des raisons logistiques, dans quelques cas la pose des filets n'a pas été réalisée en couple.

Au cours de la phase expérimentale, 33 espèces de poissons pélagiques et démersaux et quatre espèces de crustacés (une espèce de langouste et trois espèces de crabes) ont été observées (Tab. V). Seuls quatre des taxons rencontrés ont un statut documenté dans la liste rouge de l'IUCN (Tab. VI).

La modélisation GLM de la variable à expliquer "Masse de poissons et crustacés" met en évidence un effet hautement significatif de la taille des mailles ($p < 0,01$) (Fig. 2). La masse de poissons et de crustacés capturés par événement de pêche augmente quand la taille de la maille diminue.

Pour le facteur "Valeur commerciale des prises", deux variables explicatives ont un effet : la taille des mailles (significatif, $p < 0,05$) (Fig. 3) et la proportion de la colonne d'eau couverte par la partie maillante du filet (faiblement significatif, $p < 0,1$) (Fig. 4). La valeur commerciale des prises évolue en sens inverse de la taille des mailles et de la proportion de colonne d'eau occupée. La valeur de prises

diminue lorsque la taille des mailles augmente et lorsque la proportion de colonne d'eau augmente.

Captures accessoires de tortues marines

Le modèle linéaire GLM appliqué à la variable à expliquer "Nombre de tortues par événement de pêche" détecte un effet significatif ($p < 0,05$) de la variable "taille de maille" (Fig. 5). Le nombre de prises accessoires de tortues marines augmente avec la taille des mailles. Sur les 31 événements de pêche étudiés avec les filets à grosses mailles, déployés sur les fonds rocheux peu profonds et rarement sableux, 23 tortues ont été capturées soit une moyenne de 0,74 tortue par événement de pêche. Sur les 27 événements de pêche réalisés avec les petites mailles, seules deux tortues ont été capturées, soit une moyenne de 0,07 tortue par événement de pêche. Selon que l'on utilise le filet à grandes mailles ou le filet à petites mailles, la fréquence des captures de tortues marines est significativement différente ($p < 0,05$) (Fig. 6).

La modélisation GLM de la variable à expliquer "Proportion de tortues retrouvées mortes" ne met en évidence aucun effet significatif. La variable temps de calée a l'effet le plus fort ($p = 0,16$) mais il n'est pas significatif (Fig. 7). Le nombre d'événements de pêche comptabilisant des captures de tortues marines est insuffisant pour permettre une

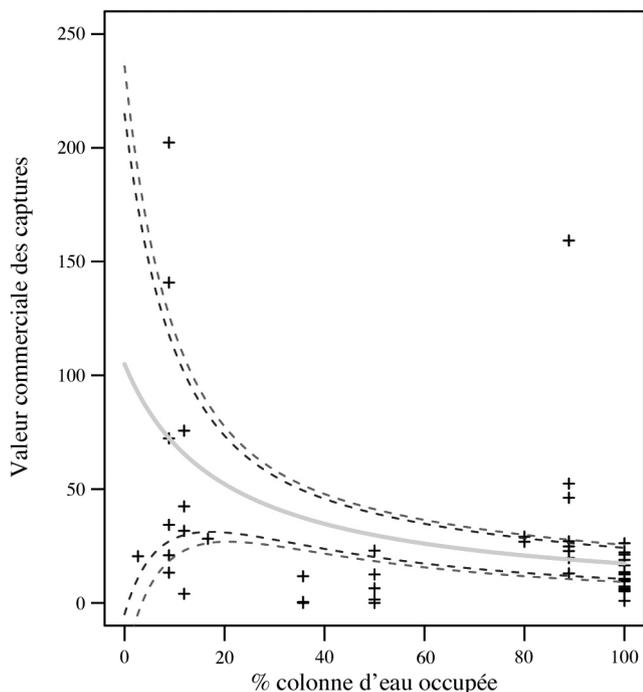


Figure 4. - Courbe réponse de la valeur commerciale des prises en fonction de la proportion de colonne d'eau couverte par la partie maillante du filet. L'intervalle de confiance à 95% apparaît en pointillés. + : valeurs observées. [Response curve of the commercial value of the catches by fishing event according to the height of water column covered by the meshes. The 95% confidence interval appears in dotted lines. + : observed values.]

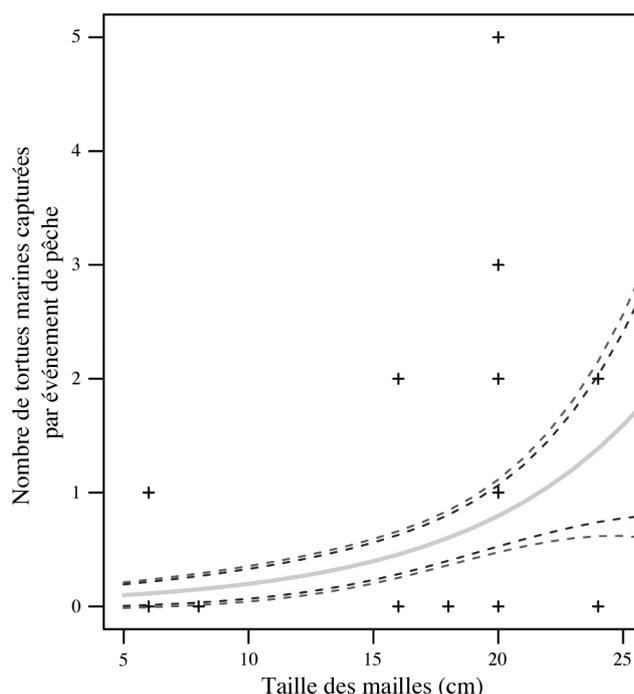


Figure 5. - Courbe réponse du nombre de tortues capturées par événement de pêche en fonction de la taille des mailles (cm, maille étirée). L'intervalle de confiance à 95% apparaît en pointillés. + : valeurs observées. [Response curve of the number of sea turtles caught by fishing event according to mesh size (in cm mesh stretched). The 95% confidence interval appears in dotted lines. + : observed values.]

recherche efficace des facteurs influençant la proportion de tortues retrouvées mortes.

Dans les filets à petites mailles, aucune tortue morte n'a été observée, mais il n'y avait que deux événements. Les cas de mortalité ne sont observés que lorsque le filet à grandes mailles reste déployé plus de 12 h (Fig. 6).

Un éventuel lien a aussi été recherché entre la masse de poisson et le nombre de prises accessoires. Les résultats montrent que la probabilité P du modèle «événement indépendant» ($p = 0,73$) est supérieure à celle du modèle «événement lié» ($p = 0,27$) (Tab. VII). Il n'existe donc pas de

lien entre la masse de prises de poissons et de crustacés et le nombre de tortues capturées dans les filets à grosses mailles.

DISCUSSION

Les engins et techniques de pêche

Les différentes techniques de pêche se distinguent principalement par la taille des mailles utilisées, la position de la partie maillante dans la colonne d'eau, le temps de calé et le mode actif ou passif de la pêche. Ainsi le filet encerclant a de petites mailles (1 à 2 cm), le filet droit a des mailles de 4 à 8 cm et la "folle" a des grandes mailles 12 à 20 cm. Cependant, les dimensions des mailles sont réglementées par la loi congolaise en matière de pêche maritime. La taille minimale est de 10 cm maille étirée pour les filets dormants de fond et 6 cm maille étirée pour les filets encerclants (Décret n° 2009-33 du 6 février 2009) (Ministère de la Pêche et de l'Aquaculture, 2009). Les filets à grosses mailles (folles) utilisés à la Pointe Indienne ont donc des mailles dont la dimension est conforme à la réglementation congolaise. En revanche certains filets droits et certains filets encerclants ont des mailles de dimensions inférieures à celles qui sont autorisées par la réglementation.

Tableau VII. - Recherche d'un éventuel lien entre masse de poissons et nombre de prises accessoires de tortues marines. [Analysis of a putative link between fish weight and number of sea turtle by-catch.]

	Modèle : événements liés	Modèle : événements indépendants
a	0,902521074	0,741935483
b	-0,025847858	0
x	0,548806869	0,546654729
Δ AIC	1,943289666	0
p	0,274552773	0,725447227

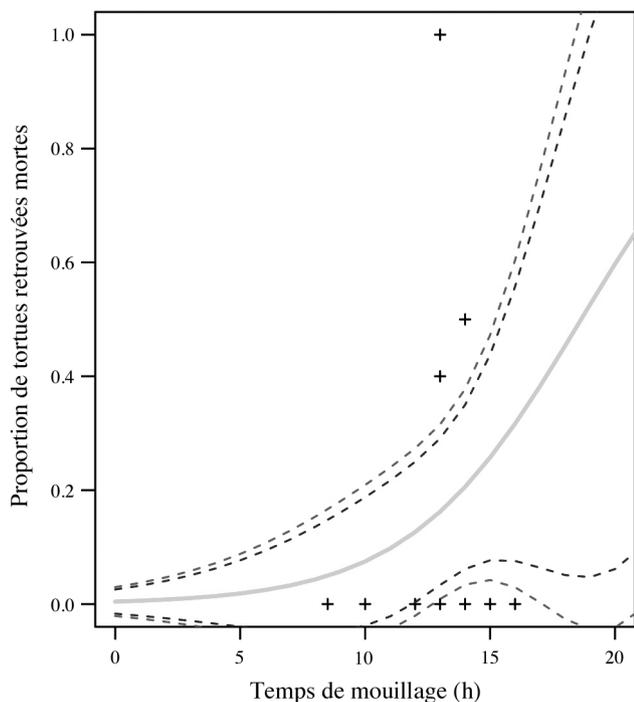


Figure 6. - Courbe réponse de la proportion de tortues retrouvées mortes par événement de pêche en fonction du temps de calée (en heures). L'intervalle de confiance à 95% apparaît en pointillés. + : valeurs observées. [Response curve of the proportion of sea turtles found dead per fishing event according to soaking time (in hours). The 95% confidence interval appears in dotted lines. +: observed values.]

Les engins peuvent être utilisés de différentes manières : calé au fond, flottant encerclant, pêche au plateau, et pêche à la ligne. De toutes ces techniques, les plus utilisées sont les filets calés au fond qui pêchent en profondeur principalement les poissons démersaux très recherchés pour leur qualité, et les filets flottants qui capturent les poissons pélagiques souvent très abondants sur les côtes congolaises (Nguigiri, 1995).

Les techniques responsables des prises accessoires

Les résultats de l'enquête auprès des professionnels de la pêche, associés à l'analyse des données collectées dans le cadre du programme de libération ont permis de classer les techniques de pêche en fonction de leur fréquence d'utilisation et de leur implication dans les captures accessoires de tortues marines (Tab. II). Les filets maillants dormants sont majoritairement impliqués ; la pêche au filet à grandes mailles calé au fond est au premier rang, suivie de la pêche au filet à grandes mailles flottant, puis de celle au filet à petites mailles calé au fond. En revanche, si l'on considère la fréquence d'utilisation de ces techniques, la pêche au filet à petites mailles calé au fond et celle au filet à grandes mailles calé au fond sont fréquentes, tandis que l'utilisation du filet à grande maille flottant est plus occasionnelle. Ces

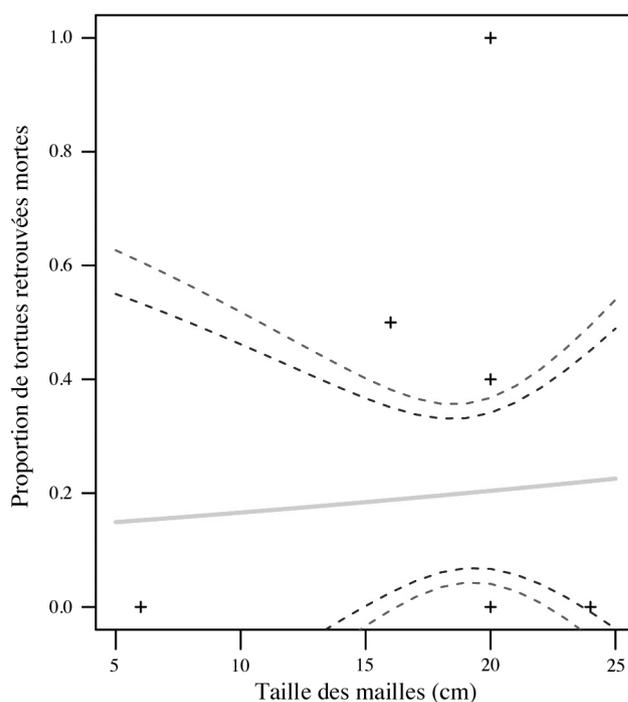


Figure 7. - Courbe réponse de la proportion de tortues retrouvées mortes par événement de pêche en fonction de la taille des mailles (cm, maille étirée). L'intervalle de confiance à 95% apparaît en pointillés. + : valeurs observées. [Response curve of the proportion of sea turtles found dead per fishing event according to mesh size (cm mesh stretched). The 95% confidence interval appears in dotted lines. +: observed values.]

résultats suggèrent que les grandes mailles sont plus nocives pour les tortues marines que les petites mailles. En effet, un grand nombre de captures impliquent les filets à grosses mailles, calés au fond ou flottant. Dans le même temps, les filets droits à petites mailles calés au fond sont moins souvent impliqués dans les captures accessoires alors que leur fréquence d'utilisation est élevée.

Les données issues du programme de libération ne renseignent toutefois pas sur l'effort de pêche déployé pour chacune des techniques de pêche répertoriées. Il n'était donc pas possible d'apprécier et de comparer précisément le risque de prises accessoires selon les différentes techniques d'après ces seuls résultats. Pour compléter l'étude, nous avons donc choisi de comparer expérimentalement les techniques de pêche les plus souvent impliquées dans les prises accessoires. Cette étude expérimentale a permis de mettre en évidence un lien significatif entre la taille des mailles et le nombre de captures accessoires. Le risque de captures accessoires de tortues marines est significativement plus élevé dans les filets à grandes mailles par rapport aux filets à petites mailles.

D'autres études ont montré que la largeur des mailles a une influence sur les prises des tortues marines. Les pêcheurs ciblant les tortues marines utilisent d'ailleurs des filets dont

les mailles mesurent de 20 à 60 cm (Gilman *et al.*, 2010). Acosta et Appeldoorn (1995) indiquent que les gros spécimens comme les requins, les raies et les tortues marines s'emmêlent d'autant plus facilement que la maille est large.

Les filets maillants calés au fond sont décrits comme les plus nuisibles par différents auteurs. Selon Delcroix (2003), tous les filets maillants calés sur le fond (filets droits, folles et trémaills) sont impliqués dans la capture des tortues marines.

Les sennes peuvent également occasionner des captures de tortues marines. Elles n'apparaissent cependant pas dans les données du suivi du programme de libération (Tab. II) car les pêcheurs ne sollicitent pas les équipes de Rénatura dans ce contexte. Soit la capture est évitée en raison de la visualisation de la tortue, soit la tortue est relâchée immédiatement. Le risque de mortalité est donc minime.

La littérature montre que les lignes d'hameçons, notamment les palangres sont responsables de la capture de nombreuses tortues marines dans les océans du monde (Casale, 2008 ; Wallace *et al.*, 2010a). Au Congo, les tortues marines sont périodiquement pêchées par les lignes équipées d'hameçons. Il arrive souvent que la ligne, voire la canne, casse sous le poids de la tortue. Des hameçons sont parfois retrouvés sur les individus observés dans les filets de pêche. Ils sont alors le plus souvent plantés au niveau des palettes natatoires plutôt que dans la bouche.

Espèces et stades de vie des tortues marines capturées

Quatre espèces de tortues marines sont capturées par les pêcheurs de la baie de Loango. Ce sont principalement des tortues vertes (*Chelonia mydas*) mais également des tortues luths (*Dermochelys coriacea*), des tortues olivâtres (*Lepidochelys olivacea*) et des tortues imbriquées (*Eretmochelys imbricata*) (Tab. IV). La grande majorité des tortues vertes et des tortues imbriquées observées dans les filets de pêche artisanale sont des individus juvéniles.

Dans la baie de Loango, la Pointe Indienne (Fig. 1 ; Tab. III) est le lieu où la majorité des captures accessoires de tortues marines est observée. La prédominance des captures à la Pointe Indienne est certainement le résultat de la conjonction de plusieurs facteurs. Cette zone a un intérêt en terme de biodiversité marine, elle est constituée d'une bande de rochers riche en plantes, algues et animaux benthiques marins ce qui favorise le développement de la faune aquatique (Fontana, 1981). Les tortues vertes y trouvent les végétaux et les petits animaux benthiques qui constituent leur alimentation. Les tortues imbriquées y recherchent certainement des éponges, base de leur régime alimentaire. La richesse liée à la bande rocheuse est également la raison d'une concentration des activités de pêche. La forte concentration de tortues marines, notamment des tortues vertes juvéniles, sur les rochers, associée à une pression de pêche particulièrement élevée, favorise les captures accessoires à la Pointe Indienne.

Si les tortues vertes et imbriquées sont essentiellement juvéniles sur les rochers de la Pointe Indienne, les tortues olivâtres et les tortues luths capturées sont des adultes qui fréquentent les côtes congolaises pour la reproduction. Ces deux espèces pondent régulièrement de septembre à mars sur les plages de sable du Congo et fréquentent les eaux côtières à partir du mois d'août quand débutent les accouplements. C'est pourquoi les tortues luths et olivâtres capturées le long des côtes sont des adultes, essentiellement des femelles et quelques mâles.

Les captures accidentelles observées ont un impact sur ces espèces classées sur la liste rouge de l'IUCN (IUCN, 2013) : la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) est classée "en danger critique d'extinction" (Cr) ; la tortue verte (*Chelonia mydas*) est classée "en danger" (En) ; la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) et la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) sont classées "vulnérables" (Vu). Il est intéressant de mettre en rapport le nombre de tortues marines relâchées dans le cadre du programme Rénatura avec les estimations de taille des populations connues sur les côtes occidentales de l'Afrique. Entre 2008 et 2011, plus de 4000 tortues vertes ont été libérées. Il convient de nuancer ce chiffre car il s'agit parfois d'une même tortue relâchée plusieurs fois. Toutefois, la libération de plus de 4000 individus essentiellement juvéniles (seulement 2% d'adultes, Tab. IV) semble pouvoir avoir un impact réel sur la tendance des populations lorsqu'on compare ce chiffre aux 3 à 5000 femelles nidifiantes estimées sur les plages des îles d'Ascension au centre de l'océan Atlantique (Godley *et al.*, 2001), et aux 7000 nids comptabilisés en une saison sur l'îlot de Poilao, dans l'archipel des Bijagos en Guinée Bissau (Catry *et al.*, 2002). En Afrique centrale, les sites de ponte de tortues vertes les plus importants sont l'île de Bioko (800 à 1700 nids par an) (Tomás *et al.*, 1999 ; Rader *et al.*, 2006 ; Tomás *et al.*, 2010) et l'île de Principe (89-151 nids : intervalle de confiance à 95% sur Praia Jalé ; 230-407 nids : IC à 95% sur Praia Grande) à Sao Tome-et-Principe (Godgenger *et al.*, 2008 ; Loureiro *et al.*, 2011). Au Congo les pontes de tortues vertes sont rares.

La libération de 60 tortues imbriquées semble également importante lorsque l'on sait que la population nidifiante de tortues imbriquées recensées dans l'Atlantique Est ne dépasse pas une centaine d'individus (soit un équivalent de 350 nids par an ; Mortimer et Donnelly, 2007). En Afrique centrale, le plus important site de ponte pour la tortue imbriquée est constitué des archipels de Sao Tome-et-Principe et de Bioko en Guinée équatoriale (Fretay, 2001 ; Abreu-Grobois et Le Roux, 2008 ; Mortimer et Donnelly, 2007). L'île de Bioko a accueilli moins de 10 femelles en ponte par an depuis 1997 (soit environ 35 nids par saison ; Tomás *et al.*, 2010). Le suivi est irrégulier à Sao Tome-et-Principe mais on s'accorde pour estimer que l'île de Principe accueille moins de 50 femelles nidifiantes chaque année (soit environ 175 nids par saison ; Loureiro, com. pers.).

Promouvoir des filets minimisant les captures accessoires

Cette étude des techniques de pêches artisanale utilisées au Congo et de leur incidence sur les tortues marines au Congo a été réalisée avec un objectif plus large : proposer une stratégie de conservation et des solutions pratiques afin de limiter les captures accessoires de tortues marines. Le programme de relâcher des tortues marines mis en place par Rénatura est coûteux et ne constitue pas une solution viable sur le long terme. L'étude présentée ici pourrait permettre de trouver une solution plus pérenne. L'identification des pratiques les plus nocives est un préalable nécessaire pour envisager de limiter l'utilisation des techniques qui occasionnent le plus de prises accessoires et de promouvoir des techniques qui capturent peu de tortues marines. Or, une technique peu nocive pour les tortues ne pourra être raisonnablement proposée aux pêcheurs et adoptée par eux que si elle se révèle au moins aussi efficace et économiquement rentable que les autres techniques. L'étude expérimentale incluait donc le recensement des prises commerciales. En termes de biomasses de poissons et crustacés capturés par événement de pêche, le modèle linéaire généralisé a montré l'influence hautement significative de la taille des mailles. Les filets à petites mailles se sont révélés plus efficaces que les filets à grandes mailles : 32,38 kg en moyenne par événement de pêche contre 7,83 kg.

En termes d'indice de valeurs commerciales des prises par événement de pêche, la taille des mailles avait également un effet significatif, la valeur de la pêche augmentant lorsque la taille des mailles diminue. Les filets dormants à petites mailles sont donc les plus efficaces et également ceux qui capturent le moins fréquemment les tortues marines. Il semble donc intéressant d'encourager cette technique et de limiter l'utilisation des filets à grandes mailles.

Toutefois, la technique utilisant les filets droits à petites mailles est connue pour affecter les ressources marines avec des captures considérables de poissons (Gobert, 1992). Dans cette étude, la taille des mailles des filets dits "à petites mailles" n'excédait pas 8 cm (maille étirée), une taille de maille non réglementaire. Ces filets, bien que productifs, pêchent des espèces de poissons sans distinction de taille et sont donc potentiellement impliqués dans la dégradation des ressources marines.

Afin de concilier les exigences réglementaires, la gestion de la ressource et la minimisation des risques de captures de tortues marines, il paraît raisonnable d'envisager de promouvoir l'usage des filets dormants dont la taille des mailles sera proche du minimal réglementaire, c'est-à-dire 10 cm de maille étirée. Concomitamment, la limitation de l'usage des filets dormants à grandes mailles, et leur interdiction pendant le pic de la saison de ponte des tortues olivâtres et des tortues luths, est susceptible de limiter les prises accessoires.

Co-facteurs susceptibles de modifier le risque de captures accessoires

Outre la promotion ou la limitation de l'utilisation des techniques existantes en fonction de leur efficacité et de leur innocuité, nous envisageons de créer un prototype de filet dormant amélioré pour limiter les prises accessoires. La création d'un tel filet requiert d'identifier les cofacteurs liés au matériel susceptibles de minimiser les prises accessoires.

Dans la présente étude, nous avons pu montrer que la biomasse de poisson capturé n'était pas corrélée au risque de capture de tortue marine. Les deux phénomènes étant indépendants, il devient possible de chercher à aménager le matériel et/ou la technique de pêche pour réduire le risque de prise des tortues sans réduire la quantité des espèces cibles pêchées.

La souplesse et le rapport d'armement peuvent aussi favoriser l'emmêlement des tortues marines. L'armement sur "compas" de la nappe de maille sur la ralingue supérieure est la méthode la plus utilisée par les pêcheurs. Le tissage d'une maille sur quatre amarrée à la ralingue accentue la souplesse de la nappe de mailles et provoque un effet de festonnage. Modifier ce rapport d'armement en tissant la nappe mailles à mailles permettrait de faire varier la souplesse en conférant plus de rigidité aux filets.

Le comportement de ces filets droits varie également en fonction de la quantité de bouées et de lests utilisés. Réduire le nombre de flotteurs au niveau des lignes de flottaison horizontale et verticale permet de réduire le taux de captures accidentelles de tortues marines (Gilman *et al.*, 2010). L'utilisation de barres verticales de maintien du filet a aussi un effet sur le risque d'emmêlement des tortues marines. Un effet "sac" est créé par les courants marins lorsque la barre de maintien utilisée est moins longue que la hauteur du filet. Utiliser une barre de maintien aussi longue que la hauteur du filet ou ne pas appliquer de barres permet de conférer plus de rigidité à l'engin et ainsi permettre aux tortues de le contourner (Gilman *et al.*, 2010).

Les pêcheurs utilisent parfois des filets tissés à l'aide de monofilaments de nylon, peu coûteux, au détriment des filaments tressés synthétiques ou en coton. Les monofilaments de nylon semblent favoriser l'effet emmêlement et présentent deux inconvénients majeurs : leur effet coupant peut causer de graves blessures aux tortues capturées et aussi aux prises commerciales, et étant non biodégradables, ces filets augmentent le risque de pêche "fantôme" lorsqu'ils sont perdus et persistent sur les fonds marins (Eckert *et al.*, 1999).

L'utilisation d'avertissements visuels sur les engins de pêches peut être une amélioration intéressante. Des expérimentations ont montré une diminution prometteuse des captures accessoires dans les filets traditionnels de pêche côtière ainsi équipés (Wang *et al.*, 2010).

CONCLUSION

Les tortues marines qui fréquentent le littoral congolais font, depuis le 9 avril 2011, l'objet d'une législation établie par le ministère du Développement durable, de l'Économie forestière et de l'Environnement (MDDEFE). Un arrêté les classe comme espèces intégralement protégées (MDDEFE, 2011). Les individus capturés accidentellement dans les engins de pêche sont donc maintenant considérés comme captures accessoires. Selon ces conditions, toute tortue capturée doit être relâchée morte ou vivante.

La pêche artisanale au Congo fait, depuis le 26 avril 2011, l'objet de décrets établis par le ministère de la Pêche et de l'Aquaculture déterminant les conditions et la législation relatives à l'exercice de la pêche maritime artisanale professionnelle. L'utilisation de filets de plus de 500 m est interdite. La zone de pêche réservée à la pêche maritime artisanale professionnelle va de 0 à 6 miles marins (10 km) (Décret n° 2011-317 du 26 avril 2011 : déterminant les conditions d'exercice de la pêche maritime artisanale professionnelle). Des suivis Argos® nous ont permis de mettre en évidence que les tortues vertes juvéniles restent la plupart du temps inféodées aux zones rocheuses très proches de la côte. Elles sont donc uniquement soumises à la pression de pêche artisanale dans la zone de 6 miles. En revanche, les tortues olivâtres et les tortues luths évoluent plus au large. Il est fort probable que la pêche industrielle ait un impact sur ces dernières. Les chalutiers utilisent en effet des filets peu sélectifs et peuvent également impacter les populations de tortues marines. Rénatura a établi un premier contact avec les armateurs de pêche industrielle du Congo afin de créer le Programme d'Accompagnement des Pratiques de Pêche au Congo (PAPPC). Ce projet vise à sensibiliser et former les pêcheurs sur les mesures à prendre en vue de limiter la mortalité des tortues marines dans les engins de pêche (Gerosa et Aureggi, 2001). Une alternative envisageable est la mise en application de Turtle Excluder Devices (TED) sur les chaluts. Cette modification devra toutefois être évaluée dans le contexte particulier du Congo car elle peut avoir des impacts négatifs notamment sur la prise des espèces ciblées. Le TED a été évalué sur les pêcheries industrielles au Gabon, dans des conditions proches de celles du Congo. Les essais ont été globalement convaincants (Nalovic *et al.*, 2014) et des démarches sont en cours pour reproduire au Congo les ateliers réalisés par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) au Gabon. L'évaluation du TED en collaboration avec les pêcheries industrielles locales permettra aussi de mieux faire accepter la mesure si elle s'avérait efficace.

Remerciements. – Les auteurs tiennent à remercier les partenaires financiers de Rénatura qui ont permis la réalisation de cette étude : la Fondation Nature et Découvertes, US Fish and Wildlife Service,

le Fond français pour l'Environnement mondial, les sociétés pontégnines PUMA, Daron Shiphandler, CODISCO, Optic Congo et Eucalyptus Fibre Congo. Nous souhaitons également dédier ce travail aux partenaires techniques de Rénatura Congo : l'Institut de Développement Rural (IDR) de Brazzaville, le ministère de la Pêche et de l'Aquaculture, sans oublier les pêcheurs artisans de la Pointe-Indienne avec un remerciement spécial à M. Noël.

RÉFÉRENCES

- ABREU-GROBOIS F.A. & LEROUX R., 2008. - Hawksbill genetics explained. *In*: SWOT Report, Vol. 3. The State of the World's Sea Turtles (Mast R.B., Bailey L.M. & Hutchinson B.J., eds), p. 16.
- ACOSTA A. & APPELDOORN R., 1995. - Catching efficiency and selectivity of gillnets and trammel-nets in coral-reefs from Southwestern Puerto-Rico. *Fish Res.*, 22: 175.
- AKAIKE H., 1974. - A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans. Autom. Control*, 19: 716-723.
- BAL G., BREHERET N. & HILDE V., 2007. - An update on sea turtle conservation activities in the Republic of Congo. *Mar. Turtle Newsl.*, 116: 9-10.
- BOURGET T., BREHERET N., BERRY A. & GIRARD A., 2012. - Programme de suivi et de libération des captures accidentelles de tortues marines dans les filets de pêche artisanale. 17 p. Pointe Noire, Congo: Renatura.
- BURNHAM K.P. & ANDERSON D.R., 2002. - Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. 488 p. New York: Springer-Verlag.
- CASALE P., 2008. - Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean sea: captures, mortality, priorities. 73 p. WWF Mediterranean Marine Turtle Programme c/o WWF Italy.
- CATRY P., BARBOSA C., INDJAI B., ALMEIDA A., GODLEY B.J. & VIE J.C., 2002. - First census of the green turtle at Poilao, Bijagos Archipelago, Guinea-Bissau: the most important nesting colony on the Atlantic coast of Africa. *Oryx*, 36: 400-403.
- DELCROIX E., 2003. - Etude des captures accidentelles de tortues marines par la pêche maritime dans les eaux de l'archipel guadeloupéen. 84 p. Metz, France: Maîtrise des Sciences et Techniques Aménagement et Environnement.
- ECKERT K.L., BJORN DAL K.A., ABREU-GROBOIS F.A. & DONNELLY M. (eds), 1999. - Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. 235 p. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. Washington, DC.
- FAO, 2006. - Fishery Profile of the Republic of Congo. Fishery Country Profile. Roma, Italy: Food and Agriculture Organisation.
- FAO, 2011. - Directives internationales sur la gestion des prises accessoires et la réduction des rejets en mer. 73 p. Roma.
- FONTANA A., 1981. - Milieu marin et ressources halieutiques de la République Populaire du Congo. Paris: ORSTOM, Trav. & Doc., pp. 219-221.
- FRETEY J., 2001. - Biogeography and conservation of marine turtles of the Atlantic coast of Africa. Bonn, Germany: UNEP/CMS Secretariat.
- GEROSA G. & AUREGGI M., 2001. - Sea turtle handling guidebook for fishermen. 48 p. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas.
- GILMAN E., GEARHART J., PRICE B. *et al.* [16 authors], 2010. - Mitigating sea turtle by-catch in coastal passive net fisheries. *Fish. Fish.*, 11: 57-88.

- GIRESSE P., 1980. - Carte sédimentologique du plateau continental du Congo. ORSTOM. 33 p.
- GOBERT B., 1986. - La pêche artisanale maritime au Congo. Pointe Noire: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. 84 p.
- GOBERT B., 1992. - Impact of the use of trammel-nets on a tropical reef resource. *Fish Res.*, 13: 353-367.
- GODGENDER M.C., GIBUDIA. & GIRONDOT M., 2008. - Activités de ponte des tortues marines sur l'Ouest africain. 700 p. Orsay, France: Université Paris Sud, CNRS et Protomac.
- GODGENDER M.C., BRÉHERET N., BAL G., N'DAMITÉ K., GIRARD A. & GIRONDOT M., 2009. - Nesting estimation and analysis of threats for Leatherback (*Dermochelys coriacea*) and Olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) marine turtles nesting in Congo. *Oryx*, 43: 556-563.
- GODLEY B.J., BRODERICK A.C. & HAYS G.C., 2001. - Nesting of green turtles (*Chelonia mydas*) at Ascension Island, South Atlantic. *Biol. Conserv.*, 97: 151-158.
- GODLEY B.J., BRODERICK A.C., FRAUENSTEIN R., GLEN F. & HAYS G.C., 2002. - Reproductive seasonality and sexual dimorphism in green turtles. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 226: 125-133.
- IUCN, 2013. - IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2 Cambridge, UK: World Conservation Monitoring Centre.
- LE DOUGUET L., 2009. - Guide de reconnaissance des engins et filets de pêche artisanale utilisés dans les Aires Marines Protégées d'Afrique de l'Ouest. 36 p. PRCM - FIBA - RAMPAO.
- LOUREIRO N.S., CARVALHO H. & RODRIGUES Z., 2011. - Praia Grande of Príncipe Island (Gulf of Guinea): an important nesting beach for the green turtle *Chelonia mydas*. *Life Mar. Sci.*, 28: 89-95.
- MINISTÈRE DE LA PÊCHE ET DE L'AQUACULTURE, 2009. - Décret N° 2009-33 du 6 février 2009 portant définition des dispositions relatives aux maillages des filets et aux engins de la pêche maritime. 33. Brazzaville, République du Congo: Ministère de la Pêche et de l'Aquaculture.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ÉCONOMIE FORESTIÈRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2011. - Arrêté n° 6075 du 9 avril 2011 déterminant les espèces animales intégralement et partiellement protégées. Brazzaville, République du Congo.
- MOORE J.E., WALLACE B.P., LEWISON R.L., ZYDELIS R., COX T.M. & CROWDER L.B., 2009. - A review of marine mammal, sea turtle and seabird bycatch in USA fisheries and the role of policy in shaping management. *Mar. Pollut.*, 33: 435-451.
- MORTIMER J.A. & DONNELLY M., 2007. - Marine Turtle Specialist Group. 2007 IUCN Red List Status Assessment. Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*). 121 p. IUCN.
- NALOVIC M., BIBANG J.N., FORRESTER J., MITCHELL J., PARNELL R., AGAMBOUE P.D. & FORMIA A., 2014. - The TED program in Gabon. 34th Annual Symp. on Sea Turtle Biology and Conservation. Abstract. New Orleans, Louisiana, USA.
- NGUIGUIRI J.C., 1995. - Des pêcheurs face au développement : acteurs, stratégies et trajectoires des pêcheries vili du Congo : analyse socio-anthropologique. 273 p. Marseille: École des Hautes Etudes en sciences Sociales.
- RADER H., ANGEL ELA MBA M., MORRA W. & HEARN G., 2006. - Marine turtles on the southern coast of Bioko Island (Gulf of Guinea, Africa), 2001-2005. *Mar. Turtle Newsl.*, 111: 8-10.
- TOMÁS J., CASTROVIEJO J. & RAGA J.A., 1999. - Sea turtles in the south of Bioko Island (Equatorial Guinea). *Mar. Turtle Newsl.*, 84: 4-6.
- TOMÁS J., GODLEY B., CASTROVIEJO J. & RAGA J.A., 2010. - Bioko: critically important nesting habitat for sea turtles of West Africa. *Biodiversity Conserv.*, 19: 2699-2714.
- WALLACE B., LEWISON R., McDONALD S. et al. [10 authors], 2010a. - Global patterns of marine turtle bycatch. *Conserv. Lett.*: 1-12.
- WALLACE B.P., DIMATTEO A.D., HURLEY B.J. et al. [32 authors], 2010b. - Regional management units for marine turtles: a novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales. *PLoS ONE*, 5: e15465.
- WANG J., FISLER S. & SWIMMER Y., 2010. - Developing visual deterrents to reduce sea turtle bycatch: testing shark shapes and net illumination. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 408: 241-250.
- WORM B., BARBIER E.B., BEAUMONT N. et al. [14 authors], 2006. - Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, 314: 787-790.