

PECHERIE ARTISANALE DE THON ROUGE DANS LE DETROIT DE GIBRALTAR, ATTENUATION DES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ECOLOGIQUES DU PHENOMENE DE DEPREDATION DES ORQUES

RAPPORT FINAL



Par :

Nouredine Abid¹, Malouli Idrissi Mohamed², Aziz Lamatai¹, Sanae Laaraf¹, Fanichi Chaib¹

¹Octobre 2017

¹ INRH, Centre régional de Tanger

² INRH, laboratoires centraux, Casablanca

Table des matières

1. Introduction	3
2. Description de la pêche artisanale au thon rouge dans le détroit de Gibraltar	5
2.1. Sites de pêche	5
2.2. Flottille de pêche	7
2.3. Technique de pêche	7
2.4. Période et zones de pêche.....	8
3. L'interaction des orques avec les pêcheries dans le monde	8
3.1. La pêche palangrière française ciblant la légine australe en Archipel de Crozet	8
3.2. La pêche palangrière uruguayenne dans l'Atlantique Sud-ouest	9
3.3. La pêche palangrière dans les eaux de la nouvelle Zélande	10
3.4. La pêche palangrière ciblant la légine australe au sud de la Géorgie en Atlantique Sud..	11
3.5. La pêche palangrière ciblant l'espadon et les thonidés au large du Sud-est du Brésil	12
4. Interaction des orques avec la pêche artisanale au thon rouge dans le détroit de Gibraltar	13
4.1. Description de la population d'orques dans le détroit de Gibraltar	13
4.2. Impact socio-économiques du phénomène de prédation des orques	14
4.3. Impact écologique du phénomène de prédation	14
5. Estimation de la perte économique due au phénomène de prédation.....	16
5.1. Approche méthodologique	16
5.2. Principaux résultats	17
5.2.1. Estimation de la perte économique du revenu quotidien potentiel causée par le phénomène de prédation	18
5.2.2 Estimation de la perte économique liée aux dommages sur les engins	19
5.2.3 Nombre de jours de pêche perdus liés à la réparation d'engins de pêche	20
5.2.4 Le coût d'opportunité	20
5.2.5 Coût total des attaques de l'orque.....	21
6. Identification des options techniques pour atténuer le phénomène de prédation	23
7. Conclusion.....	24
8. Références bibliographiques.....	26

1. Introduction

La déprédation est l'un de plusieurs types d'interactions directes entre les mammifères et les pêcheries. Elle se produit lorsque les mammifères marins enlèvent ou endommagent les poissons capturés par les engins de pêche (Donoghue et al., 2003 ; Hamer et al., 2012).

Ce phénomène peut avoir des conséquences négatives à la fois sur les mammifères marins que pour les pêcheurs. Concernant ces derniers, les dommages causés aux engins de pêche ou à la capture entraîne des pertes économiques, dues à un investissement supplémentaire du temps, du carburant et de la nourriture pour l'équipage et dans la recherche des zones de pêche alternatives afin d'éviter la déprédation (Purves et al., 2004 ; Goetz et al., 2011 ; Peterson et al., 2013). Les mammifères peuvent être accrochés dans les hameçons des pêcheurs lors du retrait de la capture ou de l'appât (Read et al., 2006 ; Dalla Rosa et Secchi, 2007 ; Garrison, 2007) ou subir les conséquences de représailles de la part des pêcheurs qui pourraient utiliser des armes à feu, des harpons, ou d'explosifs sous-marins pour les tuer (Secchi et Vaske, 1998 ; Brum et Marin, 2000 ; Visser, 2000), ce qui représente un véritable problème pour la conservation de ces espèces.

Le thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*) effectue une migration génétique, entrant dans la mer Méditerranée par le détroit de Gibraltar à la fin du printemps (Rodríguez-Roda, 1964). Après la ponte, le thon effectue une migration trophique vers l'Atlantique nord Est en été (de la Serna et al., 2004 ; Aranda et al., 2013). Dans le détroit, le thon était pêché pendant des siècles par des madragues (Doumenge, 1998). En 1995, une nouvelle pêcherie artisanale à la ligne à main, a été développée par l'Espagne et le Maroc dans le détroit de Gibraltar pour capturer le thon rouge lors de sa migration trophique (Srour, 1994 ; de la Serna et al., 2004).

Pendant l'été, les orques étaient observés chasser activement au détroit (de Stephanis et al., 2008). Cependant, une nouvelle interaction biologique a été décrite entre les orques et la pêcherie artisanale à la ligne à main, où les orques s'alimentent sur les thons pris dans les lignes des pêcheurs, pour lesquels ils investissent probablement moins d'énergie (Guinet et al., 2007 ; de Stephanis et al., 2008 ; Estéban et al., 2013).

Afin d'évaluer les impacts socio-économiques et écologiques liés au phénomène de la déprédation de l'orque dans le détroit de Gibraltar et de tester des techniques à même d'atténuer ce phénomène, un projet de recherche coordonné par l'ACCOBAMS et la CGPM a été mis en place en 2015 en collaboration avec l'INRH.

Le présent rapport donne en premier lieu une description de la pêche artisanale marocaine au thon rouge dans le détroit de Gibraltar. Ensuite, il présente une synthèse des résultats d'études portant sur le phénomène de déprédation par les orques à l'échelle mondiale, tout en mettant l'accent particulièrement sur la région du détroit de Gibraltar. La dernière partie du rapport évalue l'impact socio-économique du phénomène de déprédation sur la pêche artisanale en analysant les données d'enquêtes collectées durant les saisons de pêche 2015 et 2016. Enfin, le rapport termine par une conclusion et des recommandations.

2. Description de la pêcherie artisanale au thon rouge dans le détroit de Gibraltar

La pêche au thon rouge dans le détroit de Gibraltar a été développée au nord-ouest du Maroc en 1994. Au début, cette activité était pratiquée par une flottille de pêche artisanale, composée de 70 unités dont la majorité était équipée d'un moteur in-bord. La pêche s'étalait presque toute l'année avec un maximum d'activité en été (Srouf, 1994)

2.1. Sites de pêche

L'activité de pêche de thon rouge est pratiquée au niveau de trois principaux sites : « Ksar Sghir », « Dikky » et « Ferdioua ». Le site de Ksar Sghir est un petit port de pêche équipé d'une halle aux poissons et des magasins pour les pêcheurs. Les sites de « Dikky » et « Ferdioua » sont des plages ouvertes, très attractives en été par le tourisme balnéaire en raison de leur nature vierge (**Figure 1**) et (**Photos 1 et 2**) (Malouli et al., 2013).

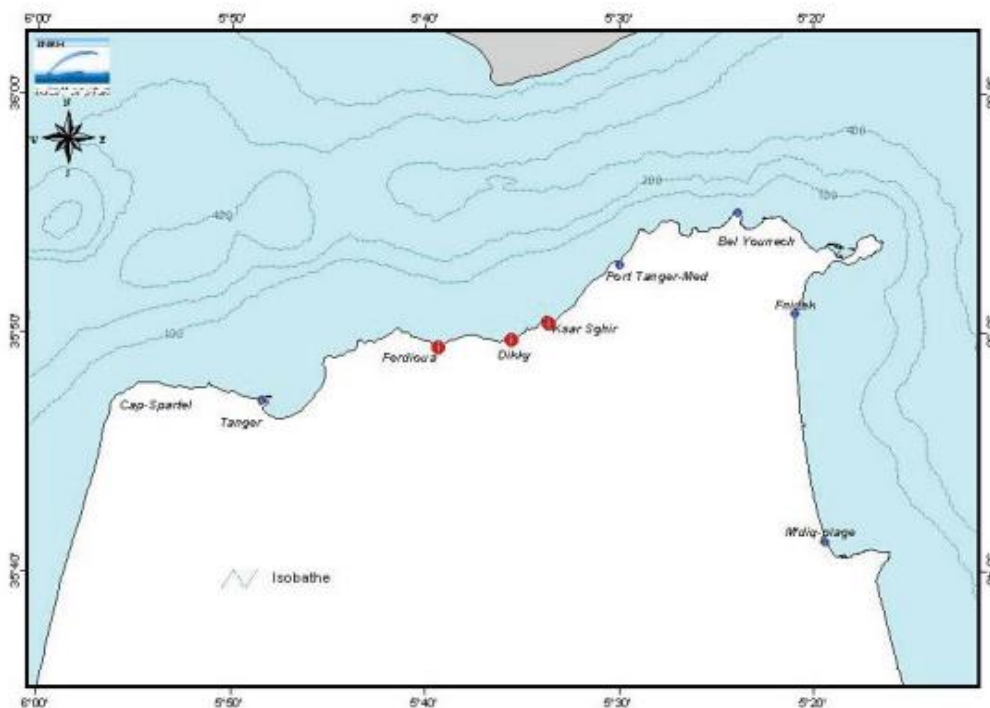


Figure 1. Localisation géographique des sites de pêche artisanale au thon rouge



Photo 1. Le site de Ksar sghir sur le détroit de Gibraltar ([Malouli et al. 2013](#))



Photo 2. Le site de Dikky sur le détroit de Gibraltar ([Malouli et al. 2013](#))

2.2. Flottille de pêche

La flottille active qui cible le thon rouge dans le détroit de Gibraltar à partir de 3 sites de pêche susmentionnés s'élève à 95 embarcations, ce qui représente 70% de la flottille composé d'environ 140 unités artisanales. Les embarcations ont un tonnage de jauge brut moyen de 1.75 tx, une longueur moyenne de 6.2 m et une puissance motrice moyenne de 32cv. Elles sont équipées soit d'un moteur hors-bord ou in-bord moteur (**Photo 3**) (Malouli et al., 2013)



Photo 3. Une embarcation à moteur hors-bord au site de Ksar sghir (Malouli et al. 2013)

2.3. Technique de pêche

L'engin de pêche utilisé par les pêcheurs de la région est la ligne à main, appelé communément « Palangre de toun ». Elle est munie généralement de 2 à 3 hameçons de numéros référencés 0 ou 1. C'est un engin sélectif qui capture rarement des espèces accessoires comme les requins de petite taille. L'appât utilisé est constitué principalement du maquereau commun. La longueur de la ligne principale est de 600 m de diamètre de 2 mm. Des pierres lourdes (3-5 kg) servent pour le lestage de l'engin.

Les marées réalisées sont journalières, avec une durée moyenne de 7 heures. Le poids moyen de thon capturé est de 160 kg, mais il peut dépasser 300 kg dans certains cas.

2.4. Période et zones de pêche

La flottille artisanale ciblant le thon rouge dans le détroit de Gibraltar opère au niveau de deux principales zones de pêche appelées localement « Zemmije » et « Bakhat », situées à 1 à 2 heures de la navigation des sites de pêche. Ces zones sont profondes, localisées à des profondeurs allant de 150 à 500 m.

3. L'interaction des orques avec les pêcheries dans le monde

3.1. La pêcherie palangrière française ciblant la légine australe en Archipel de Crozet

La pêcherie palangrière française ciblant la légine australe dans l'Archipel de Crozet subissait le phénomène de déprédation par les orques (**Figure 2**). La présence d'orques dans cet archipel a été signalée toute l'année, mais ils étaient plus fréquemment rencontrés tout au long de la côte d'octobre à décembre ([Guinet, 1991b](#) ; [Tixier, 2012](#)).

Les orques pratiquaient la déprédation sur les lignes de façon sélective en enlevant entièrement des hameçons la légine australe et en laissant intacte le grenadier (*Macrourus sp.*). Les orques pratiquaient des attaques en petits groupes, en effet le nombre moyen d'orques observés en interaction sur la palangre, était de l'ordre de 8, avec généralement deux ou plusieurs unités sociales d'orques présentes simultanément par palangre ([Tixier et al, 2010](#)).

Ce phénomène de déprédation a entraîné des pertes importantes des captures. En effet, de 2003 à 2012, un volume total de 5054 t de la légine australe ont été débarquées et des pertes supplémentaire estimées à 1941 t (soit une perte annuelle moyenne de 194 tonnes) étaient dues à la déprédation par les orques ([Guinet et al., 2014](#)). Les orques étaient responsables des pertes de 27% des captures totales de la légine australe dans cette pêcherie, ce qui représente une perte économique de 28 millions d'Euros, soit 2,8 millions Euros/an ([Gasco, 2013](#)). Les niveaux de déprédation par les orques dans l'archipel de Crozet ont dépassé de loin celui rapporté pour les mêmes espèces dans d'autres parties du monde ([Guinet et al., 2014](#)).

Les 70 orques qui interagissaient avec la pêcherie présentaient un taux de survie (0,95) plus élevé par rapport à ceux qui ne pratiquaient pas la déprédation. Toutefois, ce taux de survie est

inférieur à ceux observés dans des populations stables ou en légère hausse, comme rapporté en Colombie-Britannique (0,97 à 0,98) (Olesiuk et al., 2005) ou en Norvège (0,98) (Kuningas et al., 2013). En outre, ces orques présentaient un taux de vêlage estimé à 0,195 bébés/ femelle/an, avec une relation positive entre le niveau de la déprédation et le taux de vêlage (Tixier et al., 2014d).

Certaines mesures techniques simples étaient suffisantes pour réduire significativement le taux de déprédation par les orques. Celles-ci incluent la réduction de la longueur de la palangre et l'augmentation de la vitesse de halage de la ligne, l'éloignement d'une distance minimale de 40 miles de la zone où les orques étaient présents, et la pêche pendant les saisons où les unités sociales d'orques ont tendance à se nourrir sur d'autres proies (Tixier et al, 2010 ; Tixier, 2012 ; Tixier et al, 2014a). Les dispositifs de dissuasion acoustiques ont été inefficaces pour faire éloigner les orques des palangres (Guinet et al., 2014)



Figure 2. Déprédation des orques sur les lignes des pêcheurs dans l'Archipel de Crozet (D'après Guinet et al., 2014)

3.2. La pêcherie palangrière uruguayenne dans l'Atlantique Sud-ouest

La déprédation dans la pêcherie uruguayenne dans l'Atlantique Sud-ouest, a eu lieu toute l'année même si une variabilité saisonnière dans son intensité a été enregistrée. Dix (10) sur 57 espèces de poissons capturées par cette pêcherie faisaient l'objet de déprédation par les orques. L'espadon (*Xiphias gladius*) était la proie préférée avec un taux d'endommagement de 1,17%.

Durant la période 1998-2007, la déprédation par les orques sur cette pêcherie a concerné 6.5% des opérations de pêche (soit 67 sur un total de 1029 opérations de pêche). La grande partie de dégâts a été observée dans la zone où le maximum d'effort était concentré ([Passadore et al., 2015](#)).

Aucune différence n'a été trouvée entre les CPUE lorsque l'on compare les opérations de pêche avant, pendant, et après les observations d'orques associées avec les événements de déprédation. La perception des pêcheurs que la présence d'orques dans la zone de pêche effraie l'espèce et la fait fuir loin de la palangre (en réduisant les captures) ne tenait pas pour cette pêcherie ([Passadore et al., 2015](#)).

Le pourcentage moyen des poissons endommagés était de 0,37%, il est légèrement plus élevé en automne. Les pertes provoquées par la déprédation sur les prises étaient faibles avec des effets économiques probablement mineurs sur la pêcherie palangrière.

Bien que certaines techniques ont été testées pour réduire la déprédation par les cétacés tels que les dispositifs acoustiques ([Mooney et al, 2009](#)) et la modification des engins de pêche tel que le système de parapluies et pierres " pour réduire la déprédation des cachalots de palangres de fond ([Goetz et al., 2011](#)), aucune technique ne s'est révélé être suffisamment efficace pour justifier le coût de sa mise en œuvre à l'échelle industrielle. La façon la plus efficace pour réduire les dommages causés par les mammifères marins sur les activités de pêche était le changement d'engin de pêche ou la zone de pêche ([Northridge et Hoffman, 1999](#)).

3.3. La pêcherie palangrière dans les eaux de la nouvelle Zélande

Deux espèces proies ont été particulièrement prises par l'orque des lignes de pêcheurs, le palombu (*Galeorhinus galeus*) et la rouffe antarctique (*Hyperoglyphe antarchia*). Les orques étaient sélectifs au moment de la déprédation, en prenant seulement les deux espèces et en laissant les autres espèces ([Visser, 2000](#)). Les pêcheurs interrogés ont signalé des pertes de 5 à 10% par jeu de ligne ([Visser, données non publiées](#)).

La déprédation se produisait uniquement au moment de halage de l'engin à la surface. Les orques n'enlevaient pas les hameçons. Typiquement, les orques prenaient la proie entière, mais

ils pourraient prendre également le corps seul, le coupant juste derrière le couvrir branchies et laissant la tête attachée à l'hameçon (Visser, 2000).

Pour la pêche récréative de la Nouvelle-Zélande, les pêcheurs ont confirmé que les orques prenaient également de l'appât de la pêche à la canne et moulinet (Visser, données non publiées). Par ailleurs, un appât vivant (*Thunnus albacares*) d'environ 4 kg était pris sur la ligne par un orque, ne laissant que la tête (Visser, données non publiées).

Les pêcheurs de la Nouvelle-Zélande utilisaient « les bombes à thon » et les fusilles pour dissuader les orques (Visser, 2000).

3.4. La pêche palangrière ciblant la légine australe au sud de la Géorgie en Atlantique Sud

Les interactions des orques avec des palangres de fond visant la légine australe (*Dissostichus eleginoides*) à des profondeurs de 170 à 2 150 m, ont été enregistrées en Géorgie du Sud (Purves et al., 2004).

La prédation des orques sur les lignes de pêcheurs étaient principalement observées pendant le jour. Durant la nuit, elles étaient relativement moins nombreuses et se produisaient avant minuit. Seules des interactions occasionnelles ont été notées après minuit et avant le lever. Les groupes d'orques généralement rencontrés étaient de petite taille (2 à 8 animaux) (Purves et al., 2004).

Les orques procèdent également à la sélection de leurs proies en prenant la légine australe et laissant les autres espèces telles que les grenadiers (*Macrouridae*) et *Antimora rostrata* sur les lignes des pêcheurs.

La présence d'orque a été observée lors de 5% des remontées de palangres. Ces interactions étaient principalement corrélées à l'effort de pêche sur les différentes zones de pêche. Lors des poses effectuées en présence d'orques, les taux de capture étaient nettement moins élevés qu'en l'absence de tout orque (Purves et al., 2004).

Certaines techniques visant la réduction d'interaction ont été testés par les pêcheurs, tels que les dispositifs d'harcèlement acoustique (AHD), la rétention des déchets à bord (donnés comme appât aux orques). Mais la méthode d'atténuation qui semblait être la plus efficace, était l'interruption des opérations de halage et rester loin des sites de virage. Les observateurs ont signalé que lorsque les navires restaient loin des sites de halage entre 20 et 30 miles, les orques étaient souvent absents du site de halage lorsque ce dernier a été repris (Purves et al., 2004).

3.5. La pêche palangrière ciblant l'espadon et les thonidés au large du Sud-est du Brésil

Les interactions des orques avec la pêche palangrière brésilienne ciblant l'espadon se produisaient de juin à février, principalement entre juin et octobre (Dalla Rosa et Secchi, 2007).

Le taux moyen de déprédation était de 45.3% des opérations de pêche, avec un nombre moyen de 17 poissons endommagés par opération de pêche. Sur les 20 opérations de pêche suivies, les orques ont endommagé 47% des espadons capturés (soit 56 sur 540 espadons) et 25% des thons (soit 69 sur 276). Il semble que les orques préfèrent beaucoup plus l'espadon que le thon pour leur alimentation (Dalla Rosa et Secchi, 2007). La déprédation de l'orque sur le marlin blanc (*Tetrapturus albidus*) et le thon à nageoires noires, (*Thunnus atlanticus*) et les requins, a été rapportée une seule fois (Dalla Rosa et Secchi, 2007).

En juillet 1994, un orque femelle a été capturé accidentellement par le navire de thon « Toshin Maru 106 » pendant sa deuxième sortie de pêche en utilisant la palangre mono filament (**Figure 3**). L'orque a échappé vivant lorsque l'hameçon a été ouvert (O'Connel, communication personnelle).

Les taux de déprédation dans cette pêche étaient relativement similaires à ceux rapportés pour l'océan Indien. Lorsque les orques pratiquaient la déprédation sur les palangres des pêcheurs, 55% des captures totales étaient endommagées (Sivasubramaniam, 1964)



Figure 3. Un orque femelle pris accidentellement par un palangrier Brésilien ciblant les thons et les espadons dans l’Atlantique Sud ([Dalla Rosa et Secchi, 2007](#))

4. Interaction des orques avec la pêche artisanale au thon rouge dans le détroit de Gibraltar

4.1. Description de la population d’orques dans le détroit de Gibraltar

Une petite communauté de 39 individus a été observée dans le détroit au printemps et en été. Tous les individus de cette population faisaient la chasse active dont 18 pratiquaient également la prédation sur la pêche au thon rouge. ([Estéban et al., 2016](#)).

Lorsque les orques pratiquaient la prédation sur les lignes des pêcheurs, ils patrouillaient les unités de pêche, en attendant que le thon soit accroché sur la ligne ([Estéban et al., 2015](#)). En revanche, lorsqu’ils faisaient de la chasse active, ils poursuivaient le thon pendant environ 30 minutes à grande vitesse ([Guinet et al., 2007](#)).

La pêche à la ligne à main, ciblant le thon rouge dans le détroit de Gibraltar, a été développée en 1995. Cela pourrait avoir donné l'occasion à certains groupes d'orques de surmonter la faible abondance de thon à travers la prédation, et assurer ainsi le recrutement de jeunes animaux dans les groupes par de nombreuses naissances. En effet, quand le thon rouge traverse le détroit lors de sa migration trophique vers l'Atlantique, il préfère les eaux profondes (Wilson et Block, 2009) et serait donc inaccessible pour les orques. Cependant, la pêche à la ligne à main ramène le thon à la surface et agit en conséquence comme un accumulateur local de poissons, accroissant ainsi la disponibilité du thon rouge (Estéban et al., 2016).

4.2. Impact socio-économiques du phénomène de prédation des orques

Dans le détroit de Gibraltar, le phénomène de prédation de l'orque sur les lignes des pêcheurs marocains entraîne des pertes économiques non négligeables. En effet, les pertes de captures de thon rouge en 2009, dues à ce phénomène, ont été évaluées à 5794 kg, ce qui représente 17% des prises totales de thon rouge dans la région. En revanche, aucun thon n'aurait fait l'objet de prédation en 2010 (Malouli et al. 2013).

Des pertes de captures comparables ont été rapportées dans la pêche à la ligne à main espagnole opérant dans le détroit de Gibraltar. En effet, en 2004, 42 thons, d'un poids total d'environ de 7870 kg, ont fait l'objet de prédation et 6 autres pesant environ 780 kg ont été mordus par l'orque. Au total, environ 8650 kg de thon rouge ont été fournis aux orques par le biais de l'interaction avec la pêche à la ligne à main espagnole (Estéban et al., 2016).

De la Serna et al., (2010) ont estimé qu'en moyenne, 15 thons débarqués annuellement à Tarifa entre 1998 et 2007, présentaient des signes de prédation par les orques (seuls des individus mordus, pas complètement avalés). Par contre, en 2005, aucun thon n'a été mordu.

4.3. Impact écologique du phénomène de prédation

Le taux de survie des orques adultes qui interagissent et ceux qui n'interagissent pas avec la pêche au thon rouge était estimé à 0.99 et 0.90, respectivement. Donc, les adultes qui pratiquent la prédation affichent des taux de survie plus élevés que ceux qui font la chasse active (Estéban et al., 2016)

De même, le taux de vêlage chez les femelles qui pratiquaient la déprédation était significativement plus élevé que celui des femelles qui faisaient la chasse active. Il a été estimé à 0,22 pour les individus qui interagissent avec la pêche contre 0.02 pour ceux qui ne pratiquent la déprédation.

Aucun des orques-bébés interagissant avec la pêche n'a survécu entre 2006 et 2010, suite à la diminution des captures de la pêche à la ligne à main dans le détroit (**Figure 4**). Le taux de survie des orques bébés au cours d'une année donnée dépend des captures de thon rouge de l'année précédente. Des niveaux de captures de thon rouge de 573 et 687 tonnes permettraient d'avoir un taux de survie de 0.91 et 0.97, respectivement (Estéban et al., 2016)

Le taux de croissance de la population a été positif, de l'ordre de 4% pour les individus interagissant avec la pêche, et aucune croissance n'a été observée pour les individus qui n'interagissaient. Ces différences dans les paramètres démographiques entre les deux groupes d'orques pourraient être expliquées par l'accès du groupe pratiquant la déprédation aux gros thons. Par conséquent, les orques auraient besoin de plus de thon pour couvrir leurs besoins énergétiques quotidiennes pendant leur chasse active (Estéban et al., 2016)

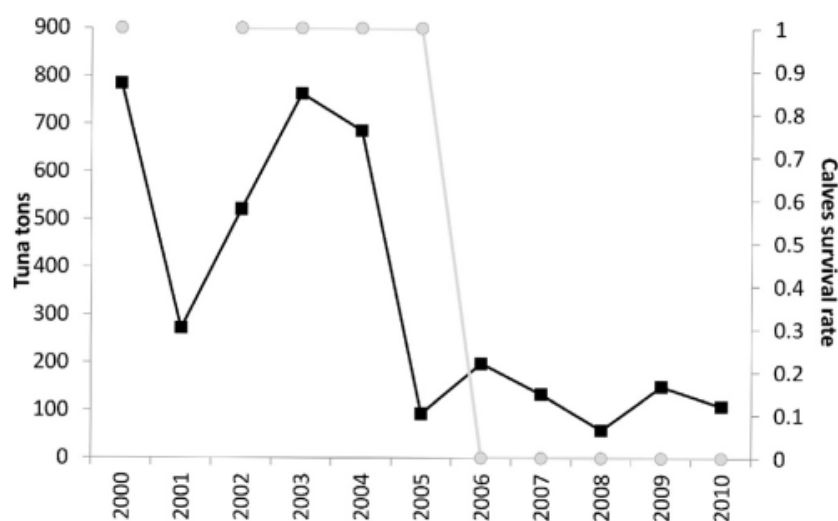


Figure 4. Relation entre le niveau de capture de thon rouge capturé par les flottilles artisanales marocaine et espagnole et le taux de survie des orques bébés des femelles interagissant avec les pêcheries. En noir les captures de thon rouge et en gris le taux de survie des orques bébés (Estéban et al., 2016)

5. Estimation de la perte économique due au phénomène de déprédation

Dans le cadre du programme de suivi de la pêche artisanale du thon rouge au niveau du Ksar Sghir, des enquêtes de terrain ont été effectuées pour estimer les pertes économiques dues au phénomène d'interaction entre cette pêcherie et l'orque (*Orcinus Orca*). Ces enquêtes ont été réalisées en parallèle avec l'échantillonnage biologique au cours des saisons de pêche 2015 et 2016.

5.1. Approche méthodologique

La méthodologie utilisée pour réaliser cette partie est basée sur trois principaux points :

- La collecte de donnée nécessaire pour cette analyse. Cette collecte de données a été faite, d'une part, par des enquêtes directes auprès des patrons de pêche. Il s'agit évidemment de la fréquence des attaques par barque durant toute la saison de pêche du thon rouge, le nombre et le poids estimé des pièces attaquées ; les dommages causés à l'engin de pêche (la palangrotte), les autres charges etc. D'autre part, par l'exploitation des bases de données existantes auprès de la Gendarmerie Royale relatives à l'effort de pêche journalier par barque et par type de pêche et auprès de l'Office National des Pêches (ONP), relatives à la production par jour, par barque, par type de pêche et par espèce (en poids et en valeur) ;
- La saisie des enquêtes dans une base de données Excel et sa compilation avec les autres bases de données collectées auprès des institutions présentes sur place ;
- L'analyse des données collectées pour donner une estimation économique des pertes causées par ce phénomène d'interaction.

Les pertes de captures du thon rouge dû à ce phénomène d'interaction sont estimées en multipliant le nombre de sorties positives des barques du site de Ksar Sghir (y compris les sorties avec attaques) aux fréquences des attaques. Le tout est multiplié par le poids moyen du thon rouge capturé la même année au niveau du site. Alors que la perte des captures totales en poids du thon rouge multipliée par son prix moyen donne la perte du revenu annuel.

Le coût moyen annuel lié aux dommages sur l'engin de pêche est obtenu en multipliant le coût moyen de la réparation de l'engin endommagé par le nombre de barques attaquées. Le coût lié

aux heures de travail supplémentaires pour la réparation de l'engin endommagé peut être estimées par la valeur du travail (salaire) comme si ce travail de réparation a effectué par un marin tiers pour le compte d'une autre barque avec laquelle il ne sorte pas en mer.

Le coût d'opportunité serait la somme d'argent (le manque à gagner) que la barque attaquée aurait gagné en utilisant une autre stratégie de pêche utilisant un autre engin et ciblant une ou autres espèces autres que le thon rouge.

5.2. Principaux résultats

Durant 2015, le nombre de d'enquête a été de l'ordre de 11 jours contre 6 jours par les chercheurs du Centre de l'INRH à Tanger qui assure cette tâche de suivi des grands thonidés depuis son instauration 2009. Le nombre d'enquête dépend du nombre de jour d'enquête mais aussi de la coopération de la profession qui plusieurs montre une grande réticence.

Le tableau suivant montre le taux d'échantillonnage en fonction des moyens logistiques et personnels disponibles (Tableau 1)

Tableau 1 : Le taux d'échantillonnage durant les saisons de pêche
2015-2016

	2015	2016
Nombre de jours d'enquête	11	6
Taux d'échantillonnage	72%	41%
Nombre d'enquêtes effectuées	60	32

Dans la présente étude, les données collectées et analysées couvrent la saison de pêche de 2015 et celle de 2016.

En 2015, les barques de Ksar Sghir ont réalisé environ 577 sorties ciblant le thon rouge contre 638 en 2016. Les sorties positives ont représenté 37% des sorties totales en 2015 contre 59% en 2016.

De l'autre côté, les débarquements du thon rouge réalisés par cette flottille artisanale durant 2016 ont connu une augmentation d'environ 22% par rapport à l'année 2015. En effet, les

débarquements du thon rouge au niveau de la région de Ksar Sghir était de 87 tonnes en 2016 contre 68 tonnes en 2015.

En 2016, la période de pêche effective a duré 19 jours du mois de juillet alors qu'en 2016 la période a été étalée sur trois mois durant juillet, août et septembre avec une activité de 44 jours de pêche.

5.2.1. Estimation de la perte économique du revenu quotidien potentiel causée par le phénomène de déprédation

L'analyse des données disponibles relatives à l'année 2015, montre qu'environ 14 barques attaquées sur les 486 sorties observées. Par conséquent, la fréquence des attaques de l'orque à Ksar Sghir durant 2015 était de l'ordre de 2,9% contre 7,1% enregistrée en 2009 ([Malouli et al, 2013](#)). Alors qu'en 2016, sur les 177 sorties suivies environ 20 barques a été attaquées. Ce qui résulte une fréquence d'attaque d'environ 11,3%. Selon les pêcheurs de la région, cette augmentation d'environ 8.4% des fréquences des attaques entre 2015 et 2016 a été dû à l'augmentation à la rapacité de l'orque surtout à la zone de pêche de « Zamij » dont 73% des attaqués ont été constatées.

Les pertes de captures du thon rouge sont estimées à 1,1 tonnes en 2015 contre 4.7 tonnes en 2016 représentant ainsi 1,6% des débarquements au niveau de Ksar Sghir en 2015 contre 11.41% en 2016.

La perte du revenu annuel a connu une augmentation d'environ 27% en 2016 par rapport à l'année 2015. En effet, en 2015, cette perte annuelle a été de 48,5 milles dirhams en 2015 contre une perte en 2016 avoisinant les 227 milles dirhams. Ce qui alourdi les charges des pêcheurs surtout ceux qui n'ont pas eu l'opportunité de pêcher une quantité relativement importante.

Quotidiennement, les pêcheurs de Ksar Sghir ont perdu un montant de 2555 dirhams en 2015 contre 12 200 dirhams en 2016 ce qui a impliqué une perte du revenu potentiel de 1,6% et de 12.2% du revenu global respectivement en 2015 et 2016.

Il faut noter qu'en 2016, la fréquence des attaques a été observé uniquement durant juillet et août avec respectivement 14% et 10% (Tableau 2 et 3).

Tableau 2 : Estimation des pertes due au phénomène de déprédation de l'orque durant 2015 au site de Ksar Sghir

<i>Indicateurs économiques</i>	<i>juil-15</i>
Sorties totales	577
Sorties positives (y compris sorties avec attaques)	215
Nombre jours de pêche effectif	19
Captures totales	68 093
Poids moyen du thon rouge (kg)	173
Fréquence d'attaque (%)	0,03
Perte de captures thon rouge (kg)	1 079
Perte du revenu annuel potentiel (%)	1,6%
Perte du revenu annuel (dhs)	48 539
Perte du revenu quotidien potentiel (%)	1,6%
Perte du revenu quotidien (dhs)	2 555

Tableau 3 : Estimation des pertes due au phénomène de déprédation de l'orque durant 2016 au site de Ksar Sghir

Indicateurs économiques	juil-16	août-16	sept-16	Total
Sorties totales	305	220	113	638
Sorties positives (y compris sorties avec attaques)	179	132	64	375
Nombre jours de pêche effectif	20	15	9	44
Captures totales	51 042	25 008	11 112	87 162
Poids moyen du thon rouge (kg)	141	85	90	105
Fréquence d'attaque (%)	0,14	0,1	0	0,11
Perte de captures thon rouge (kg)	3 533	1 122	0	4 655
Perte du revenu annuel potentiel (%)	6,9%	4,5%	0,0%	11,41%
Perte du revenu annuel (dhs)	176 673	50 490	0	227 163
Perte du revenu quotidien potentiel (%)	7,7%	4,5%	0,0%	12,2%
Perte du revenu quotidien (dhs)	8 834	3 366	0	12 00

5.2.2 Estimation de la perte économique liée aux dommages sur les engins

Selon les marins pêcheurs, le phénomène d'attaque du thon rouge par l'orque cause la perte partielle de l'engin de pêche. Ce qui suppose la réparation de l'engin endommagé pour continuer à pêcher les jours suivants. Le coût moyen de la réparation de l'engin endommagé est estimé à 233 dirhams sachant que la valeur moyenne de l'engin de pêche (la palangrotte) est

égale à 456 dirhams. Ainsi, la perte liée aux dommages de l'engin de pêche représente 51% de la valeur moyenne de l'engin.

5.2.3 Nombre de jours de pêche perdus liés à la réparation d'engins de pêche

Aussi, la réparation d'un engin endommagé lors de l'attaque de l'orque au thon rouge implique un autre coût. Il s'agit des heures de travail supplémentaires pour la réparation de l'engin endommagé. En effet, en termes de coût de main d'œuvre incorporé dans la préparation des engins avant la sortie en mer, s'ajoute en moyenne, deux heures de travail de plus pour les marins pêcheurs. Dans ce sens, les pêcheurs estiment qu'un marin ne faisant pas partie des marins officiels de la barque attaquée et assurant cette tâche peut recevoir entre 50 et 80 dirhams. Ce qui donne que la valeur moyenne de travail supplémentaires pour la réparation de l'engin endommagé égale à 65 dirhams par jours.

5.2.4 Le coût d'opportunité

Un autre coût peut être soulevé en relation avec ce phénomène de prédation du thon rouge par l'orque. Il s'agit du coût d'opportunité. Ce coût d'opportunité est défini comme l'avantage ou l'inconvénient résultant d'un choix alternatif. Quand on est en présence de deux décisions possibles, si on choisit l'une, du même coup on renonce aux avantages ou on évite les inconvénients liés à l'autre. En finances publiques, le coût d'opportunité prend souvent la forme d'un inconvénient (Kébé et Horemans, 1998). Cet inconvénient peut être soit de nature économique, d'est-à-dire traduire un manque à gagner, soit de nature sociale avec des implications économiques réelles comme les dommages et pertes produites par le phénomène d'interaction.

Dans notre cas, on est en présence de deux stratégies possibles. La première consiste à ce que le patron de pêche choisira la palangrotte ciblant le thon rouge et risque d'être attaqué et donc perde sa capture. La deuxième, consiste à ce qu'il préférera la palangre de fond pour la dorade rose (PAFD). A noter que ce dernier engin a été choisi comme choix alternatif vu son utilisation régulière en mois de juillet et août durant les trois dernières années et aussi vu sa contribution importante avec environ 90% dans la valeur des débarquements au niveau de Ksar Sghir durant la même période (figure 5).

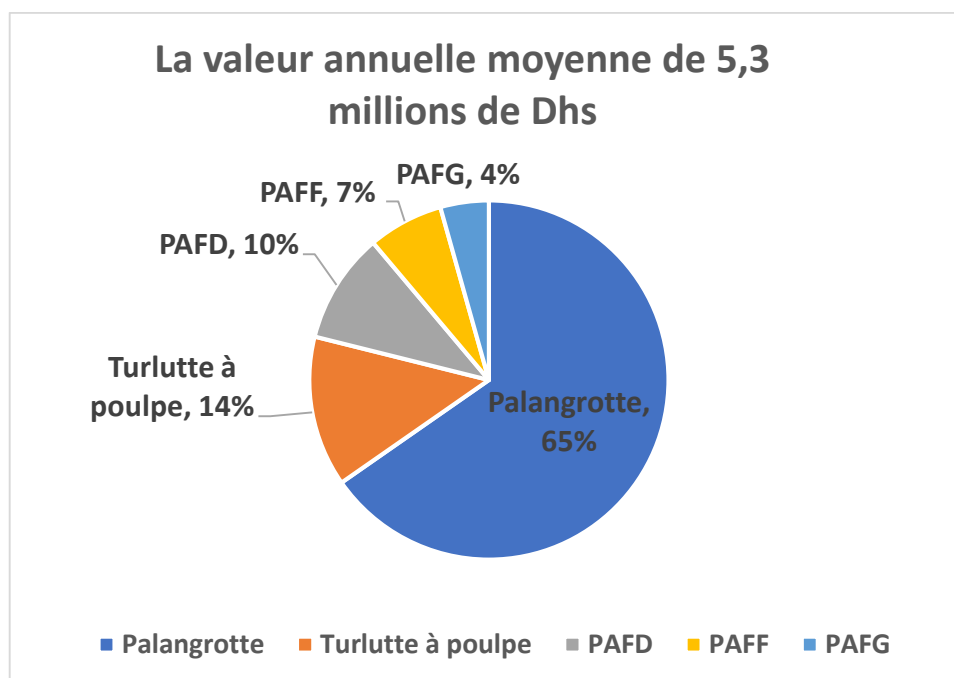


Figure 5 : Contribution des engins de pêche dans le chiffre d'affaire globale des barques de Ksar Sghir durant 2014-2016

Supposons qu'une barque attaquée un jour j au lieu d'utiliser la palangrotte ciblant le thon rouge a utilisé la palangre de fond pour la dorade rose (PAFD). Elle aura éventuellement réalisé un chiffre d'affaire égale au chiffre d'affaire journalier moyen réalisé le même jour j . En revenant à notre base de données MAIA de l'Office National de Pêche (ONP), on trouve que le chiffre d'affaire journalier moyen réalisé par les barques utilisant la palangre de fond ciblant la dorade rose était en juillet 2015 de l'ordre de 2574 dirhams contre 2130 dirhams en 2016. Ces deux chiffres représentent ainsi le coût d'opportunité quotidien supporté par une barque attaquée respectivement en 2015 et en 2016.

5.2.5 Coût total des attaques de l'orque

On peut résumer la somme des pertes économiques dues au phénomène d'interaction entre l'orque et le thon rouge durant 2015-2016 au niveau de la région de Ksar Sghir en regroupant tous les pertes et coût estimés au paravent. En 2015, le phénomène de déprédation coûte à la région une somme de 88 milles dirhams contre 274 milles dirhams en 2016. Quotidiennement, ce phénomène coût aux barques de la région montant de 5 milles dirhams en 2015 contre 15 milles dirhams en 2016 (tableau 4).

Tableau 4 : Estimation de la somme des pertes due au phénomène de déprédation de l'orque durant 2015 -2016 au site de Ksar Sghir

<i>Indicateurs économiques</i>	2015	2016
Sorties totales	577	638
Sorties positives (y compris sorties avec attaques)	215	375
Nombre jours de pêche effectif	19	44
Captures totales	68 093	87 162
Poids moyen du thon rouge (kg)	173	119
Fréquence d'attaque (%)	0,03	0,11
Perte de captures thon rouge (kg)	1 079	4 655
Perte du revenu annuel potentiel (%)	1,6%	11,41%
Perte du revenu annuel (dhs)	48 539	227 163
Perte du revenu quotidien potentiel (%)	1,6%	12,2%
Perte du revenu quotidien (dhs)	2 555	12 200
Nombre de barque attaqué	14	20
Coût moyen quotidien de réparation de l'engin endommagé	233	233
Coût moyen annuel de réparation de l'engin endommagé	3262	4660
Coût d'opportunité quotidien (dhs)	2574	2130
Coût d'opportunité annuel (dhs)	36036	42600
La somme des pertes économiques annuelles (dhs)	87 837	274 423
La somme des pertes économiques quotidiennes (dhs)	5 362	14 563

6. Identification des options techniques pour atténuer le phénomène de déprédation

Lors de la réunion de coordination avec les pêcheurs artisans de la région de Ksar sghir, tenue le mois de mai 2016, ces derniers ont exprimé leur intérêt à collaborer dans le cadre de ce projet, notamment leur disponibilité à tester les pingers au cours de la saison de pêche 2016. Il a été également convenu de voir la faisabilité de tester les moulinets électriques et le filet de masquage dans un second temps. La conclusion des discussions générales plaide pour donner une priorité au premier système. A cet effet, des contacts ont été pris par l'expert du projet Jacques Sachi auprès des fabricants pour voir la possibilité d'acquérir des pingers suffisamment puissants pour éloigner l'orque au moment de la remontée de la ligne. Malheureusement, les résultats d'échange avec les fabricants de pingers, ont conclu qu'il n'existe pas à l'heure actuelle, des dispositifs satisfaisants pour les orques. En conséquence aucun dispositif acoustique n'a pu être testé pour son efficacité à réduire le phénomène de déprédation.

En conséquence, il a été suggérée de passer à la deuxième option consistant à étudier la faisabilité de mettre en essai des moulinets électriques ou des filets de masquage, bien que ces options ont reçu peu d'intérêt de la part des pêcheurs en raison des difficultés liées à leur mise en œuvre, compte tenu des caractéristiques techniques des unités artisanales et de l'engin de pêche. Pour l'augmentation des vitesses de remontée des lignes, les contraintes imposent de trouver des dispositifs de virage adaptés d'une part, à l'espace des embarcations et d'autre part à la puissance des moteurs. Il est nécessaire d'explorer le matériel existant auprès des fabricants.

Concernant l'usage des dispositifs de masquage, un projet est actuellement à l'étude par l'IRD de Sète. Ce dispositif est destiné aux pêcheries palangrières de l'Océan indien et du Pacifique. Il était initialement prévu que des prototypes soient disponibles en fin d'année 2016, pour être testés durant la saison de pêche 2017, mais des contacts pris avec le coordinateur de ce projet ont révélé qu'il y avait un retard dans la finalisation de ces prototypes en raison des contraintes de financement.

7. Conclusion

Le phénomène de déprédation d'orques sur les lignes des pêcheurs se produit dans plusieurs pêcheries palangrières pélagiques et de fond de l'Atlantique. Cette interaction d'orque avec les pêcheries peut avoir lieu toute l'année, mais souvent elle présente un caractère saisonnier.

La déprédation sur les lignes des pêcheurs se fait en petit groupes d'orques. Elle a un caractère sélectif, c'est-à-dire que les orques procèdent au prélèvement des prises de certaines espèces préférentielles, telles que la légine australe, l'espadon et les thons, en laissant les autres espèces intactes. L'ampleur des pertes économiques causées par ce phénomène est variable selon les pêcheries, il varie de moins de 1% à près de 50% des prises totales des palangriers. Dans la région de détroit de Gibraltar, ces pertes de prises ont été évaluées à près de 6 tonnes en 2009, soit 17% des prises totales de thon rouge.

Les études antérieures réalisées dans l'Atlantique, ont montré qu'il existe une relation positive entre le niveau de déprédation et les paramètres du cycle biologique des orques. En effet, les individus qui interagissaient avec les pêcheries présentaient des meilleurs taux de survie et de vêlage que ceux qui pratiquaient seulement la chasse active. Cela est confirmé par les résultats d'une étude récente portant sur la pêcherie au thon rouge dans le détroit de Gibraltar, qui a montré que cette déprédation est bénéfique aussi pour le taux de survie des orques bébés dans la région.

L'étude d'impact économique du phénomène de déprédation des prises de thon rouge par l'orque dans le détroit de Gibraltar, a montré que la fréquence d'attaques en 2016, a connu une augmentation d'environ 8,4% par rapport à l'année 2015.

La perte du revenu annuel a connu une augmentation d'environ 27% en 2016 par rapport à l'année 2015. Elle était estimée à environ 48,5 milles dirhams en 2015 contre 227 milles dirhams en 2016. La perte du revenu a été multiplié par cinq, passant ainsi de 2 555 dirhams en 2015 à 12 200 dirhams en 2016.

Le coût moyen de la réparation de l'engin endommagé est estimé à 233 dirhams, représentant 51% de la valeur moyenne de l'engin. Le nombre de jours de pêche perdus liés à la réparation d'engins de pêche, a été estimé à environ 65 dirhams par jour.

Le coût d'opportunité que la barque pourrait rapporter en utilisant la palangre de fond ciblant la dorade rose, a été estimé à 2574 dirhams en 2015 contre 2130 dirhams en 2016.

L'évaluation du coût total des attaques de l'orque, a été estimé à environ 88 000 dirhams en 2015 contre 274 000 dirhams en 2016.

En perspectives, et comme il n'existe pas actuellement sur le marché des dispositifs acoustiques pouvant faire éloigner les orques loin des zones de pêche, des études de faisabilité de mettre en œuvre des deux autres techniques permettant d'atténuer le phénomène de prédation par les orques, notamment l'installation des moulinets électriques à bord des unités artisanales ou l'utilisation des filets de masque pourraient être envisageables pour l'année 2018, en collaboration avec ce projet.

8. Références bibliographiques

- Aranda, G., F.J. Abascal., J.L. Varela and A. Medina. 2013. Spawning behaviour and post-spawning migration patterns of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) ascertained from satellite archival tags. PLoS One 8, e76445. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0076445>.
- Brum, F. L and Y. H. Marin. 2000. Interacciones entre mamíferos marinos y la pesquería de pez espada *Xiphias gladius* con palangres pelágicos en el Atlántico Sudoccidental. In Captura de grandes peces pelágicos (pez espada y atunes) en el Atlántico Sudoccidental y su interacción con otras poblaciones, pp. 89–96. Ed. by G. Arena, and M. Rey. INAPE, MGAP, PNUD, Montevideo.
- Dalla Rosa, L and E. R. Secchi. 2007. Killer whale (*Orcinus orca*) interactions with the tuna and swordfish longline fishery off Southern and Southeastern Brazil: a comparison with shark interactions. Journal of Marine Biological Association. U.K., 87, 135–140. doi: 10.1017/S0025315407054306
- De la Serna, J., E. Alot., E. Majuelos and P. Rioja. 2004. La migración trófica post reproductiva del atún rojo (*Thunnus thynnus*) a través del estrecho de Gibraltar. Collect Vol Sci Pap ICCAT 56, pp. 1196–1209.
- De la Serna, J., J. Ortiz de Urbina., M. Godoy., E. Majuelos. 2010. Interacción de la orca (*Orcinus orca*), con las pesquerías de atún rojo (*Thunnus thynnus* L.) en el área del Estrecho de Gibraltar. Collect Vol Sci Pap ICCAT 65, pp. 744–754.
- De Stephanis, R., T. Cornulier., P. Verborgh. 2008. Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. Mar. Ecol. Prog. Ser. 353, 275–288. <http://dx.doi.org/10.3354/meps07164>
- Donoghue, M., R. R. Reeves and G. Stone. 2003. Report of the workshop on interactions between cetaceans and longline fisheries held in Apia, Samoa, November 2002. New England Aquarium Aquatic Forum Series Report, 03-1: 1–44.
- Doumenge, F. 1998. L'histoire des pêches thonières. Collect Vol Sci Pap ICCAT 50, pp. 753–803.
- Esteban, R., P. Verborgh and P. Gauffier. 2013. Identifying key habitat and seasonal patterns of a critically endangered population of killer whales. J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 94, 1317–1325. <http://dx.doi.org/10.1017/S002531541300091X>.
- Esteban, R., P. Verborgh., P. Gauffier., J. Giménez., A.D. Foote., R. de Stephanis. 2015. Maternal kinship and fisheries interaction influence killer whale social structure. Behav. Ecol. Sociobiol. <http://dx.doi.org/10.1007/s00265-015-2029-3>.
- Esteban, Ruth., P. Verborgh., P. Gauffier., J. Giménez., C. Guinet., R. de Stephanis. 2016. Dynamics of killer whale, bluefin tuna and human fisheries in the Strait of Gibraltar Biological Conservation 194, 31–38.

Garrison, L. P. 2007. Interactions between marine mammals and pelagic longline fishing gear in the U.S. Atlantic Ocean between 1992 and 2004. *Fishery Bulletin*, 1005: 408–417.

Gasco, N. 2013. Déprédation de la légine (*Dissostichus eleginoides*) par les orques (*Orcinus orca*), les cachalots (*Physeter macrocephalus*) et les otaries (*Arctocephalus* spp.) à Kerguelen et Crozet (Océan indien sud). Conséquences sur la gestion de la pêche et évaluation de solutions. Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. 92p.

Goetz, S., M. Laporta., J. Martinez Portela., M. B. Santos and G. J. Pierce. 2011. Experimental fishing with an “umbrella-and-stones” system to reduce interactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) and seabirds with bottom-set longlines for Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in the Southwest Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 68: 228–238

Guinet, C. 1991b. L'orque autour de l'archipel Crozet, comparaison avec d'autres localités. *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)*, 46: 321–337.

Guinet, C., P. Domenici., R. de Stephanis. 2007. Killer whale predation on bluefin tuna: exploring the hypothesis of the endurance-exhaustion technique. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 347, 111–119. <http://dx.doi.org/10.3354/meps07035>.

Guinet, C., P. Tixier., N. Gasco, and G. Duhamel. 2014. Long-term studies of Crozet Island killer whales are fundamental to understanding the economic and demographic consequences of their depredation behaviour on the Patagonian toothfish fishery. *ICES Journal of Marine Science Advance Access*, doi:10.1093/icesjms/fsu221.

Hamer, D. J., S. J. Childerhouse and N. J. Gales. 2012. Odontocete bycatch and depredation in longline fisheries: a review of available literature and of potential solutions. *Marine Mammal Science*, 28: 345–374.

Kébé, M et Horemans B., 1998.- Guide méthodologique pour l'étude des coûts et revenus en pêche artisanale en Afrique. Programme de Développement Intégré des Pêches Artisanales en Afrique de Ouest (DIPA). 32 p.+ annexes, DIIPA/WP/127.

Kuningas, S., Simila, T., and Hammond, P. S. 2013. Population size, survival and reproductive rates of northern Norwegian killer whales (*Orcinus orca*) in 1986–2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, doi: 10.1017/S0025315413000933

Passadore, C., A. Domingo, and E. R. Secchi. 2015. Depredation by killer whale (*Orcinus orca*) and false killer whale (*Pseudorca crassidens*) on the catch of the Uruguayan pelagic longline fishery in Southwestern Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science Advance Access*, doi:10.1093/icesjms/fsu251.

Peterson, M. J., F. Mueter., D. Hanselman., C. Lunsford., C. Matkin, and H. Fearnbach., 2013. Killer whale (*Orcinus orca*) depredation effects on catch rates of six groundfish species: implications for commercial longline fisheries in Alaska. *ICES Journal of Marine Science*, 70: 1220–1232. doi:10.1093/icesjms/fst045.

Malouli Idrissi, M., N. Abid., M. Bernardon., J.A. Camiñas. 2013. Situation de la pêche artisanale au Thon Rouge dans le Détroit du Gibraltar, en Méditerranée Marocaine. FAO-ArtFiMED. Développement durable de la pêche artisanale méditerranéenne au Maroc et en Tunisie. (GCP/INT/005/SPA) CopeMed II. Technical document N°34, Malaga, 2013,39pp.

- Mooney, T. A., A. F. Pacini and P. E. Nachtigall. 2009. False killer whale (*Pseudorca crassidens*) echolocation and acoustic disruption: implications for longline bycatch and depredation. *Canadian Journal of Zoology/Revue Canadienne De Zoologie*, 87: 726–733.
- Northridge, S. P., and R. J. Hofman. 1999. Marine mammal interactions with fisheries. In *Conservation and Management of Marine Mammals*, pp. 99–119. Ed. by J. R. Twiss, Jr, and R. R. Reeves. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Olesiuk, P. F., G. M. Ellis., and J. K. B. Ford. 2005. Life history and population dynamics of northern resident killer whales in British Columbia. Research document 2005/45. Canadian Science Advisory Secretariat, Fisheries and Oceans Canada, Ottawa, Canada.
- Purves, M. G., D. J. Agnew., E. Balguerías., C. A. Moreno and B. Watkins. 2004. Killer whale (*Orcinus orca*) and sperm whale (*Physeter macrocephalus*) interactions with longline vessels in the Patagonian toothfish fishery at South Georgia, South Atlantic. *CCAMLR Science*, 11: 111–126.
- Read, A. J., P. Drinker and S. Northridge. 2006. Bycatch of marine mammals in U.S. and global fisheries. *Conservation Biology*, 20:163–169.
- Rodríguez-Roda, J. 1964. Talla, peso y edad de los atunes, *Thunnus thynnus* (L.), capturados por la almadraba de Barbate (costa sudatlántica de España) en 1963 y comparación con el período 1956 a 1962. *Investig. Pesq.* 26, 3–48.
- Secchi, E. R., and T. Vaske. 1998. Killer whale (*Orcinus orca*) sightings and depredation on tuna and swordfish longline catches in southern Brazil. *Aquatic Mammals*, 24: 117–122.
- Sivasubramaniam, K. 1964. Predation of tuna longline catches in the Indian Ocean, by killer whales and sharks. *Bulletin of the Fisheries Research Station*, 17, 221–236.
- Srour, A. 1994. Développement de la nouvelle pêche artisanale au thon rouge dans la région de Ksar sghir. Note d'information ISPM 26, pp. 10–11.
- Tixier, P., N. Gasco., G. Duhamel., M. Viviant., M. Authier., and C. Guinet. 2010. Interactions of Patagonian toothfish fisheries with killer and sperm whales in the Crozet islands Exclusive Economic Zone: an assessment of depredation levels and insights on possible mitigation strategies. *CCAMLR Science*, 17 : 179–195
- Tixier, P. 2012. Déprédation par les orques (*Orcinus Orca*) et les cachalots (*Physeter Macrocephalus*) sur les palangriers à la légine australe dans la ZEE de l'archipel de Crozet. PhD dissertation, Université d'Aix Marseille II. 367 pp. <http://www.cebc.cnrs.fr/Fthese/PUBLI/Tixier.pdf>
- Tixier, P., Gasco, N., Poupart, T., and Guinet, C. 2014a. Type-D killer whales of the Crozet Islands. doi: 10.6084/m9.figshare.1060259.
- Tixier, P., N. Gasco., M. Authier., and C. Guinet., 2014d. Influence of artificial food provisioning from fisheries on killer whales reproductive output. *Animal Conservation*, doi: 10.1111/acv.12161.
- Wilson, S., B. Block. 2009. Habitat use in Atlantic bluefin tuna *Thunnus thynnus* inferred from diving behavior. *Endanger. Species Res.* 10, 355–367. <http://dx.doi.org/10.3354/esr00240>.

Visser, I.N. 2000. Killer whale (*Orcinus orca*) interactions with longline fisheries in New Zealand waters. *Aquatic Mammals*, 26.3, 241–252