

Menaces et conservation des tortues marines au Costa Rica

Mots-clés : Valeur sélective, Pêche, Pollution, Prédation, Braconnage, Sensibilisation, Écotourisme, Tortuguero



Nombre de mots : 4994

Sommaire

1. Introduction	3
2. Les menaces pesant sur la valeur sélective des tortues marines	4
A) <i>La pêche</i>	4
a) <i>Mortalité des tortues nicheuses</i>	4
b) <i>Type de pêche et dégradation de l'habitat</i>	4
B) <i>La dégradation de l'habitat côtier</i>	4
a) <i>Développement touristique</i>	4
b) <i>Facteurs diminuant le succès d'éclosion</i>	5
C) <i>La dégradation de l'habitat marin</i>	5
a) <i>La pollution</i>	5
b) <i>Les évènements climatiques</i>	5
D) <i>La consommation par les prédateurs</i>	6
a) <i>Les jaguars</i>	6
b) <i>L'Homme</i>	6
3. Conservation et sensibilisation	7
A) <i>Les objectifs et moyens de conservation</i>	7
B) <i>La protection des habitats côtiers</i>	7
a) <i>Programmes de gestion instaurés</i>	7
b) <i>Avantages et difficultés</i>	7
c) <i>Protection des tortues marines et tourisme</i>	8
d) <i>Protection des nids et braconnage</i>	8
C) <i>L'écotourisme</i>	8
D) <i>La protection des habitats marins</i>	9
a) <i>Zone marine protégée</i>	9
b) <i>Formation et sensibilisation</i>	9
c) <i>Importance d'une collaboration mondiale</i>	9
4. Conclusion	10

1. Introduction

Depuis plusieurs siècles, les actions de l'Homme ont de forts impacts sur l'environnement et sur les autres espèces qui y vivent. Ces actions ont entraîné d'importants changements globaux sur notre planète, tels que le réchauffement climatique, l'acidification des océans ou encore la diminution globale de la biodiversité. En effet, l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) recense 27.8% d'espèces menacées parmi celles étudiées en 2021 (UICN, 2021). Parmi ces dernières, six des sept espèces existantes de tortues marines : la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*), la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) et la tortue caouanne (*Caretta caretta*) vivant dans les océans du monde sont classées comme étant en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérable (Fig. n°1) (UICN, 2004 ; Watson *et al.*, 2004) et le commerce international de ces espèces est interdit (CITES, 2003 ; Watson *et al.*, 2004). La septième espèce, la tortue à dos plat (*Natator depressus*), est classée comme étant insuffisamment documentée (Fig. n°1) (Watson *et al.*, 2004). Les tortues marines sont confrontées à de multiples menaces, y compris leur consommation directe (par exemple pour la viande, les œufs ou la carapace) à tous les stades de leur vie par les humains et d'autres prédateurs, les captures accidentelles dans les engins de pêche, la perte de l'habitat de nidification par le développement côtier et la dégradation de l'habitat aquatique par la pollution notamment (Campbell, 2007).

Ainsi, on a décidé de s'intéresser au Costa Rica puisque ce pays détient une zone importante de nidification pour les tortues marines ce qui fait qu'elles y sont très étudiées. En effet, la tortue olivâtre, la tortue luth, la tortue verte et la tortue imbriquée nichent dans le Pacifique costaricien (James et Melero, 2014) mais il est aussi possible d'observer des nids de tortue caouanne de manière plus exceptionnelle. De plus, le site de Tortuguero est un lieu important de nidification pour les tortues vertes, les tortues luths, les tortues imbriquées et plus rarement pour les tortues caouannes (Troëng *et al.*, 2007). C'est pourquoi, le Costa Rica s'est imposé comme un leader dans le domaine de la conservation en général (Evans, 1999 ; Campbell, 2007) et des tortues marines en particulier (Campbell, 2007). Cependant, l'histoire de la vie des tortues marines n'est généralement pas comprise : elles sont longévives, présentent une maturité sexuelle tardive, un faible taux de survie dans les premiers stades de vie et un taux de survie élevé dans les stades ultérieurs (Campbell et Lagueur, 2005). Le manque de connaissance sur leur mode de vie complexifie la mise en place d'actions et de plans de gestion nécessaires à leur conservation.

On va donc voir quelles menaces influencent la valeur sélective (survie et reproduction), des tortues marines au Costa Rica. Premièrement, on va voir quelles sont les menaces anthropiques et écosystémiques qui impactent cette valeur sélective. Deuxièmement, on verra comment la conservation et la sensibilisation deviennent des outils intéressants pouvant permettre de pallier à ces menaces.

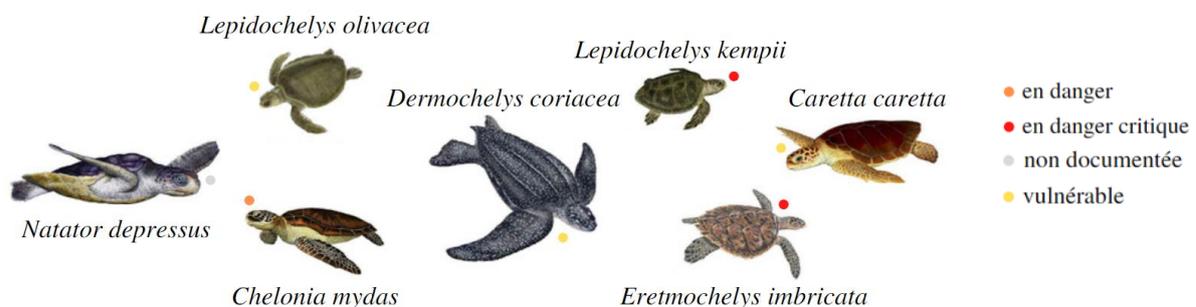


Figure n°1 : Représentation des 7 espèces de tortues marines en fonction de leur état de conservation (tirée et adaptée de <https://tortuesmarines.wordpress.com/> et UICN, 2021).

2. Les menaces pesant sur la valeur sélective des tortues marines

A) La pêche

a) Mortalité des tortues nicheuses

La pêche est, vraisemblablement, le facteur le plus impactant pour la valeur sélective des tortues marines. En effet, ces dernières peuvent se retrouver piégées de manière intentionnelle dans les pêcheries illégales ou de manière accidentelle en tant que prises accessoires dans les pêcheries artisanales. De ce fait, les prises accessoires constituent l'un des principaux facteurs de déclin des populations de tortues marines (Wallace *et al.*, 2010 ; Dapp *et al.*, 2013). Le principal problème de cette menace est qu'elle touche tout particulièrement les individus au stade adulte. Ainsi, lorsque la mortalité des adultes va augmenter, le nombre de tortues nicheuses va diminuer (Tomillo *et al.*, 2008). C'est pourquoi, on voit une réduction du nombre de pontes associée à une diminution de tortues nicheuses qui se retrouvent piégées ou tuées dans les pêcheries.

Par exemple, Troëng *et al.* (2005) ont montré que le déclin de la nidification des tortues imbriquées variait de 77,2 à 94,5% à Tortuguero, entre 1956 et 2003, en raison de la pêche excessive des tortues. De plus, les pêcheries artisanales comptent parmi les menaces les plus graves pour les populations de tortues vertes dans les Caraïbes (Campbell et Lagueux, 2005). En effet, Campbell *et al.* (2005) ont estimé que les probabilités de survie des grands juvéniles et des adultes marqués sur le lieu de pêche étaient faibles (0.55) et inférieures par rapport à celles (0.82) des adultes marqués sur la plage. Ainsi, la pêche réduit considérablement le taux de survie et l'efficacité de reproduction des tortues marines. Cependant, l'impact des prises accessoires sur ces dernières va dépendre des différentes méthodes de pêche employées.

b) Type de pêche et dégradation de l'habitat

Parmi les pêcheries les plus impactantes pour les tortues marines, on retrouve la pêche à la palangre, au filet maillant, à la senne ou au chalut. Les prises accidentelles (captures non

intentionnelles et rejetées) dans les chaluts, sont identifiées comme la source la plus importante de mortalité associée à l'être humain (Magnuson *et al.* 1990 ; Watson *et al.*, 2005). Cependant, cette source de mortalité reste importante pour les autres types de pêche comme pour les pêches à la palangre où la mortalité des tortues marines après leur capture varie de 4% à 27% (Camiñas, 2004 ; Lewison et Crowder, 2007 ; Dapp *et al.*, 2013). Selon Dapp *et al.* (2013), la tortue olivâtre représentait la deuxième espèce la plus abondante du total des espèces capturées sur les palangriers, au Costa Rica, entre 1999 et 2010. Ces prises accessoires ont été associées à une diminution globale de la taille de ces tortues et à un déclin des populations nicheuses sur les plages d'arribada (nuée de milliers de tortues).

De plus, les engins de pêche comme les filets, peuvent se casser et se retrouver dérivant dans les océans. De ce fait, on retrouve souvent des tortues mortes ou blessées à cause de ce genre de phénomène. Enfin, la pêche contribue à la dégradation des habitats de recherche de nourriture par des pratiques de pêche destructrices (Bjordnal *et al.*, 1999). Ainsi, l'impact de la pollution et de la dégradation de l'habitat va être lié à la pêche en mer mais également aux activités côtières humaines.

B) La dégradation de l'habitat côtier

a) Développement touristique

Les activités côtières humaines sont importantes économiquement pour les humains mais possiblement destructrices d'un point de vue environnemental. Ceci est notamment vrai dans le cas du tourisme et des plages de nidification. En effet, Tortuguero est une plage de nidification clé pour les tortues vertes dans les Caraïbes mais une grande partie de son tourisme est liée à leur nidification (Troëng et Rankin, 2005 ; Meletis et Harrison, 2010). Ainsi, fatalement, le tourisme s'est développé (Fig. n°2) et les plages de nidification se sont transformées avec un aménagement pour l'usage humain, souvent de manière incompatible avec la nidification des tortues (Bjordnal *et al.*, 1999). De ce fait, le développement côtier, l'éclairage des plages adjacentes, l'infrastructure touristique, les interférences des touristes avec la nidification ou l'émergence, et les lumières et photographies

des touristes peuvent tous avoir des impacts négatifs sur les tortues (Sutherland, 1985 ; Margaritoulis, 1990 ; Campbell, 1994 ; Harrison *et al.*, 2005 ; Margaritoulis, 2005 ; Safina, 2006 ; World Wildlife Fund, 2008 ; Ballantyne *et al.*, 2009 ; Meletis et Harrison, 2010).

Par exemple, Cruz *et al.* (2018) ont étudié l'impact de la pollution lumineuse en fonction de l'intensité et de la longueur d'onde de lumières artificielles afin de déterminer si elles perturbaient les jeunes tortues olivâtres. Leur résultat ont montré que, même une fois dans l'eau, les tortues peuvent être attirées par ces lumières ce qui va modifier leur comportement naturel et, de manière générale, impacter leur survie. Ainsi, le développement touristique entraîne aussi une diminution du succès reproducteur.

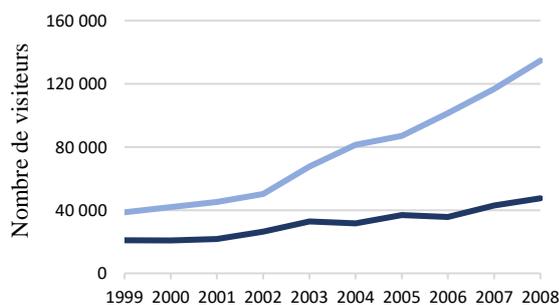


Figure n°2 : Représentation du nombre de visiteurs dans le parc national de Tortuguero (bleu clair) et de visiteurs ayant participé à une visite touristique de tortues (bleu foncé) de 1999 à 2008 (tirée et adaptée de Meletis et Harrison, 2010).

b) Facteurs diminuant le succès d'éclosion

D'autres facteurs naturels ou anthropiques peuvent contribuer à dégrader l'habitat côtier où a lieu la nidification des tortues marines. Par exemple, Tiwari *et al.* (2006) ont étudié l'impact des facteurs dépendant de la densité (destruction naturelle des nids, prédation) et indépendant de la densité (érosion, inondation) sur les éclosions des tortues vertes à Tortuguero. Leur résultat indique que le nombre d'éclosions réel est 6 à 10 fois plus faible que la capacité de charge estimée par les modèles de simulation en raison de ces facteurs. De plus, Horikoshi (1992) a découvert qu'une source importante de mortalité était la noyade des œufs par les eaux souterraines. Il a supposé qu'elle était due aux changements d'utilisation des terres et des

bassins versants dans les parties supérieures de la rivière de Tortuguero. Par contre, en terme de pollution, Dennis *et al.* (2015) ont démontré qu'il n'y avait pas une réelle corrélation négative entre le succès d'éclosion et la présence de métaux non-essentiels (sauf possiblement pour le manganèse et le vanadium). Cependant, bien que l'environnement côtier soit important pour le recrutement d'individus, le lieu de vie principal des tortues marines reste la mer qui fait face à des menaces importantes telles que la pollution ou les événements climatiques.

C) La dégradation de l'habitat marin

a) La pollution

La pollution des océans constitue une menace importante pour la valeur sélective des tortues marines. En effet, en mer, les tortues marines carnivores peuvent confondre les sacs plastiques avec certaines de leurs proies comme les méduses, ce qui peut entraîner leur mort. De plus, de nombreux polluants chimiques persistent dans les tissus et se bioaccumulent au fil du temps. Ils pourraient atteindre des niveaux toxiques chez les espèces longévives et occupant les niveaux trophiques supérieurs de la chaîne alimentaire marine (Meyers-Shone et Walton, 1994 ; Andreani *et al.*, 2007). Chez les tortues caouannes et vertes, Andreani *et al.* (2007) ont montré que la bioaccumulation de métaux était fortement liée à leur régime alimentaire plus qu'à la présence libre de ces composés dans le milieu. Ainsi, les tortues caouannes étaient plus soumises aux métaux présents chez leurs proies (par exemple les céphalopodes) alors que les tortues vertes étaient soumises à l'accumulation de métaux provenant des végétaux.

b) Les événements climatiques

Les événements climatiques peuvent modifier quantitativement et qualitativement la disponibilité en nourriture pour les tortues marines. En effet, Bruno *et al.* (2020), ont découvert que la dégradation de l'herbe marine par les phénomènes El Niño et La Niña affectaient le rendement reproductif des tortues vertes. En tant que consommatrices primaires, ces dernières sont fortement contraintes par les conditions environnementales, et si la

productivité des prairies sous-marines diminue en raison de l'élévation de la température de surface de la mer par exemple, moins de femelles seront en mesure d'accumuler de l'énergie pour la reproduction (Bruno *et al.*, 2020). De plus, d'après Solow *et al.* (2008), plus l'anomalie de température de surface de la mer est importante, plus l'intervalle de remigration (période entre deux évènements de nidification successifs) sera importante et plus le nombre de nids sur les plages sera faible pour les tortues vertes nichant à Tortuguero. De surcroît, Troëng *et al.* (2005) ont montré l'existence d'une corrélation entre les zones de recherche de nourriture des tortues imbriquées et la distribution des récifs coralliens. Ainsi, pour eux, deux hypothèses sont plausibles : soit le déclin des récifs coralliens des Caraïbes réduit la disponibilité de nourriture et impacte négativement les tortues imbriquées ; soit le déclin de ces dernières modifie l'équilibre des récifs coralliens en réduisant la pression de prédation sur les éponges et donc rendent les récifs coralliens moins résistants aux menaces naturelles et anthropiques. Ainsi, les phénomènes climatiques entraînent une diminution du rendement reproductif par une acquisition plus faible d'énergie, une augmentation de l'intervalle de remigration et une diminution du nombre de nids. Enfin, à une plus large échelle, l'altération de la valeur sélective des tortues marines peut entraîner des modifications d'interactions avec d'autres espèces et donc altérer la santé du biotope et de l'écosystème.

D) La consommation par les prédateurs

a) Les jaguars

La prédation des tortues est connue mais ses effets sur la valeur sélective et le maintien des espèces sont encore peu documentés sauf pour celle faisant intervenir l'Homme. Les prédateurs peuvent induire des changements comportementaux chez les proies qui peuvent conduire à des modifications des schémas d'activité, une réduction du temps de recherche de nourriture ou une redistribution spatiale et temporelle (Nelson *et al.*, 2004 ; Heithaus *et al.*, 2008, Valeix *et al.*, 2009 ; Fitzpatrick *et al.*, 2012 ; Arroyo-Arce et Salom-Pérez, 2014). En revanche, selon Arroyo-Arce et Salom-Pérez (2014), l'influence qu'exerce la prédation des

jaguars sur les tortues marines (et notamment sur les tortues vertes, les tortues luths et les tortues imbriquées) ne représente pas une menace qui pourrait pleinement expliquer le déclin de ces espèces. En effet, la période de nidification associée à une plus forte abondance explique le fait que les jaguars prédatent plus les tortues vertes que les tortues luths ou imbriquées. De plus, Arroyo-Arce *et al.* (2017) ont documenté pour la première fois une prédation des jaguars sur les tortues caouannes qui nichent exceptionnellement sur la plage de Tortuguero. Ainsi, il y a bien une relation entre la disponibilité des proies et leur prédation. D'après Guilder *et al.* (2015), l'augmentation de la prédation sur les tortues vertes par les jaguars est due en partie à la réduction de proies primaires et à l'augmentation des pressions anthropiques à Tortuguero. Aussi, Verissimo *et al.* (2012) ont suivi la prédation, dans l'espace et dans le temps (2005 à 2010), des tortues marines adultes par les jaguars à Tortuguero. Ils ont supposé que l'augmentation de la prédation des tortues (moins de 2 à plus de 5 en moyenne par transect) était due à la destruction et à la fragmentation de l'habitat du jaguar (Troëng, 2000) en raison des activités humaines autour et dans le parc national de Tortuguero.

b) L'Homme

L'Homme, en tant que super-prédateur, contribue également au déclin des tortues marines. En effet, la récolte illégale (braconnage) des jeunes et des adultes est l'une des plus grandes menaces pour la survie des populations de plantes et d'animaux (Manel *et al.*, 2002 ; Tomillo *et al.*, 2008). Selon Tomillo *et al.* (2008), le braconnage des œufs a été la cause la plus importante du déclin (1500 à 100 individus nicheurs en 19 ans) de la population nicheuse de tortues luths au parc national marin Las Baulas mais, après la réduction de ce dernier, la pêche (les prises accessoires) semble être devenue le facteur le plus impactant. Selon le modèle de Troëng *et al.* (2007), la nidification des tortues luths a diminué de 67,8% entre 1995 et 2006. Et d'après eux, ceci pourrait être fortement lié aux forts taux de collecte illégale d'œufs, estimés de 13 à 21,5% entre 2000 et 2005.

3. Conservation et sensibilisation

A) *Les objectifs et moyens de conservation*

Comme on l'a vu, diverses menaces mettent en danger les populations de tortues marines au Costa Rica. Ainsi, il est généralement recommandé que les efforts de conservation se concentrent sur la protection des derniers stades de vie des espèces longévives et que la gestion soit orientée de manière à assurer la survie des juvéniles et des adultes aux derniers stades (Crouse *et al.*, 1987 ; Heppell *et al.*, 1996 ; Tomillo *et al.*, 2008). Pour pouvoir gérer correctement ces espèces, l'établissement de scénarios d'extinction est nécessaire pour suivre les tendances des populations dans les cas où des actions de conservation se mettent en place et dans les cas où rien n'est fait. Par exemple, The Laud OPO Network (2020) a déterminé à l'aide de scénarios que la tortue luth était sur la voie de l'extinction sauf si des efforts de conservation étaient appliqués de manière ciblée et pérenne.

Ces mêmes auteurs soulignent l'importance de la modification des engins de pêche, de la surveillance et de mesures envers les prises accessoires, d'une meilleure protection des nids, de la pédagogie envers les pêcheurs et de la nécessité d'une collaboration entre les acteurs et les autorités pour promouvoir la conservation. Cependant, l'engagement des communautés peut parfois devenir l'un des plus grands défis de la conservation, en particulier lorsque les gens ont des attitudes différentes à l'égard de l'utilisation de ces ressources (Heinen, 1993 ; Barrios-Garrido *et al.*, 2019 ; Mejías-Balsalobre *et al.*, 2021).

B) *La protection des habitats côtiers*

a) Programmes de gestion instaurés

Des actions et des programmes de gestion ont été mis en place pour permettre la conservation des tortues marines au Costa Rica, notamment au niveau du milieu côtier. Par exemple, pour les tortues vertes, un programme de gestion comprenant des restrictions sur la récolte des œufs et des tortues adultes a débuté à la fin des années 1950 (Bjordnal *et al.*, 1999). Ce programme s'est poursuivi avec la création du

parc national de Tortuguero en 1976, qui permet la protection de la population nicheuse de tortue verte et de son habitat (Bjordnal *et al.*, 1999). Par conséquent, à Tortuguero, le suivi et la conservation des tortues marines sont devenus exemplaires, notamment pour les tortues vertes nicheuses (Hays 2004 ; Troëng et Rankin 2005 ; Meletis et Harrison, 2010). De plus, le projet de récolte légalisée des œufs à Ostional a été développé pour réglementer la récolte des œufs par les locaux et protéger les nids de la contamination. Cependant, bien que globalement bénéfiques, de telles pratiques, sont confrontées à des difficultés.

b) Avantages et difficultés

D'après Campbell (1998), les avantages, sur le long terme, du projet de récolte légalisée des œufs à Ostional sont tant socio-économiques qu'environnementaux. Par exemple, les bénéfices servent à financer les patrouilles visant à réduire le braconnage. De surcroît, les perceptions des locaux, vis-à-vis de ce projet ont été globalement positives (Fig. n°3). Cependant, Campbell *et al.* (2007), ont mis en lumière trois problèmes majeurs pour la pérennité de ce projet : la demande d'œufs a diminué, l'industrie touristique est en hausse, et la conservation au Costa Rica est de plus en plus protectionniste. D'après les auteurs, cette initiative représente un exemple type de conservation à base communautaire permettant une amélioration de la protection de l'environnement et une appréciation globale positive de la communauté. Malgré cela, la consommation illégale d'œufs (commerce ou prise directe) est une pratique qui perdure, bien que les individus soient conscients de son impact négatif sur la conservation, l'économie et le tourisme (Meijas-Balsalobre, 2021).

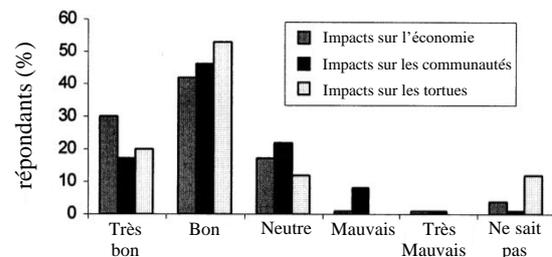


Figure n°3 : Perception de l'impact du projet de récolte légalisée des œufs à Ostional sur l'économie, les communautés et les tortues marines (tirée et adaptée de Campbell, 1998).

c) Protection des tortues marines et tourisme

Il est nécessaire de protéger les milieux côtiers des impacts importants qu'apportent le tourisme afin d'éviter des changements de comportements, notamment lors des nidifications. En effet, d'après Cruz *et al.* (2018), il est nécessaire de déterminer des seuils de lumière minimaux dans les villes et sur les côtes, notamment pour la lumière blanche, qui est la plus utilisée afin de réduire l'impact anthropique sur les tortues marines. Des actions de gestion du tourisme vis-à-vis des tortues marines ont permis l'augmentation de leurs populations. Par exemple, le modèle de Troëng et Rankin (2005) a indiqué une augmentation de 417% de la nidification des tortues vertes de Tortuguero entre 1971 et 2003. Pour eux, les événements et les décisions politiques au Costa Rica, au Nicaragua et au Panama (principales zones de nidification, d'alimentation et d'accouplement de ces tortues), ont probablement permis l'augmentation de la production d'éclosions et la diminution de la mortalité des adultes et des juvéniles pour contribuer, à long terme, à la tendance positive de la nidification. Cependant, les actions employées pour réduire le braconnage sont nécessaires pour permettre un recrutement important des populations de tortues marines.

d) Protection des nids et braconnage

En effet, d'après James et Melero (2016), la protection des nids contre le braconnage a permis de faire passer de 85% à 10% le pourcentage de perte annuelle des nids à Drake Bay pour les tortues olivâtres entre 2005 et 2012 (Fig n°4). De plus, ils indiquent que le programme de développement communautaire et de sensibilisation était une réussite puisque 90% des nids ont été protégés entre 2006 et 2012. Il reste à savoir si la relocalisation des nids n'entraînent pas une diminution du succès d'éclosion par rapport aux nids *in situ*. C'est pourquoi, l'utilisation de la relocalisation doit se faire avec parcimonie et en cas d'extrême nécessité. Cependant, il peut arriver que le pillage des œufs de tortues marines soit tel que la création d'écloserie soit nécessaire pour la conservation de l'espèce. Enfin, de 2006 à 2015, Velez-Espino *et al.* (2018) ont déterminé que les taux de survie annuel moyen des tortues vertes nichant à Playa Norte étaient importants (0,85)

et que cette population grandissait. Cependant, malgré ces résultats positifs, l'éloignement de Playa Norte rend le contrôle du braconnage difficile et l'application de lois contre ce phénomène reste faible malgré des patrouilles régulières et organisées dans cette zone. Malgré cela, le braconnage peut être limité par la volonté des touristes d'agir pour la nature.

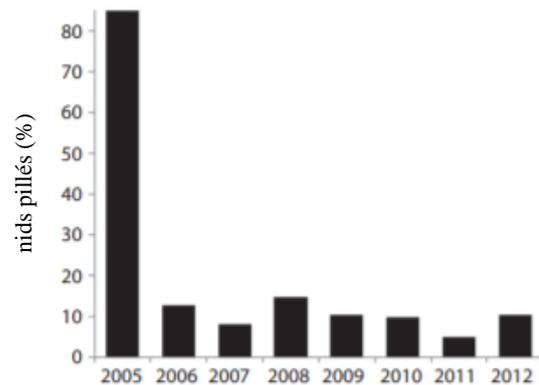


Figure n°4 : Pourcentage du nombre de nids de *L. olivacea* pillés par an, à Drake Bay, de 2005 à 2012 (tirée et adaptée de James et Melero, 2016).

C) L'écotourisme

Les organisations de conservation des tortues marines promeuvent le tourisme comme un moyen de "sauver les tortues" et de concilier conservation et développement à proximité des plages de nidification (Meletis et Harrison, 2010). En effet, l'écotourisme, ou tourisme orienté vers l'histoire naturelle a été identifié comme une initiative importante de développement durable au Costa Rica (Hill, 1990 ; Jacobson et Robles, 1992). L'écotourisme représente une utilisation potentiellement peu consommatrice des ressources naturelles qui peut générer un retour économique substantiel, jouant ainsi un rôle dans la gestion durable des ressources (Jacobson et Robles, 1992).

Cependant, le but premier de ce phénomène doit rester la conservation des espèces et le bien-être animal. En effet, d'après Campbell et Smith (2006), bien que les touristes volontaires travaillant avec la CCC (Caribbean Conservation Corporation) apportaient beaucoup d'intérêt aux valeurs scientifiques et de conservation, certains oubliaient de prendre en compte le stress que ce travail causait aux tortues marines. De plus, à Tortuguero, une

réforme a permis de réduire l'invasivité des excursions touristiques envers les tortues grâce à un encadrement des approches de ces dernières par un guide. D'après Meletis et Harrison (2010), différents profils de touristes s'opposaient alors par rapport à cette réforme. Certains étaient contre (règle stricte, attente longue et inutile, nocivité pour les tortues) et d'autres pour (vision des tortues, aide pour les tortues, sensibilisation). Par conséquent, ces différents témoignages, permettent d'améliorer les actions réalisées par les organisations de conservation.

Ainsi, un changement dans les pratiques de l'écotourisme est primordial pour assurer une conservation sur le long terme. Cependant, d'après Hunt *et al.* (2018), bien que les parcs comme Tortuguero et Ostional aient compris l'importance de l'écotourisme pour la conservation des tortues et pour l'économie des communautés locales, des efforts sont encore à fournir que ce soit dans ces deux parcs en lien avec l'augmentation importante du nombre de touristes ou que ce soit dans d'autres parcs comme celui de Las Baulas où l'écotourisme n'est pas encore exploité. Enfin, l'écotourisme permet de modifier principalement l'impact humain sur les côtes mais il devrait s'étendre en mer, là où vivent les tortues marines et où la menace la plus importante pèse sur elles.

D) *La protection des habitats marins*

a) Zone marine protégée

Une des seules solutions pour réduire les prises accidentelles de tortues marines au Costa Rica est de créer des zones protégées où les tortues et les poissons sont à l'abri des palangres et autres engins de pêche (Dapp *et al.*, 2013). Les régimes de prise limitée qui fournissent un accès partiel aux ressources naturelles sont la forme la plus courante d'aire marine protégée, bien que des réserves strictes sans prise subsistent dans de nombreux endroits (Pegas *et al.*, 2015 ; Aswani *et al.*, 2017 ; Hunt *et al.*, 2018). En effet, Shillinger *et al.* (2008) ont étudié, via suivi satellite, les migrations des tortues luths afin de comprendre leur mode de vie, de déplacement, de migration et d'alimentation qui permettraient de déterminer des zones de convergences potentielles de ces tortues où exercer une gestion efficace vis-à-vis

des pêcheries. Une de leur solution envisagée pour éviter les interactions avec ces pêcheries était de créer des zones à fermeture dynamique en fonction des zones à forte fréquentation, notamment dans le couloir de migration post-nidification et dans la zone de recherche de nourriture.

b) Formation et sensibilisation

De plus, il pourrait être intéressant de former les pêcheurs à des techniques de pêches plus spécifiques vis-à-vis des espèces ciblées ou encore à des moyens pour relâcher les espèces sans réduire leur valeur sélective. D'après Watson *et al.* (2005), il est possible d'atténuer les interactions des tortues avec la pêche à la palangre en gérant le style d'hameçons et le type d'appâts tout en maintenant la capture des espèces de poissons ciblées. En effet, les chercheurs ont démontré que l'utilisation d'hameçons circulaires et/ou d'appâts à maquereaux permettaient de réduire les interactions des tortues avec les palangres.

c) Importance d'une collaboration mondiale

Le fait que les tortues marines soient des espèces migratrices rend difficile la mise en place d'actions de conservation étant donné la complexité de la juridiction et de l'établissement des frontières associées aux océans. Ainsi, il serait nécessaire que les pays s'unissent pour la conservation de ces espèces pour éviter de mettre en place des plans de gestion qui ne sont pas compatibles et qui ne permettraient pas le rétablissement des tortues marines. Si la protection des tortues qui nichent sur la plage doit être assurée, il convient d'agir davantage dans l'environnement marin où, ne l'oublions pas, les tortues passent la grande majorité de leur vie (James et Melero, 2016) et où les pêcheries impactent le plus ces espèces, notamment en raison des prises accessoires.

4. Conclusion

Pour conclure, on peut simplifier les problèmes auxquels sont confrontés les tortues marines en résumant deux faits importants : d'un côté les populations de tortues marines ne peuvent pas être maintenues sans plages sur lesquelles les œufs peuvent se développer et les juvéniles trouver le chemin de l'océan ; et de l'autre elles ne peuvent pas survivre si les adultes sont tués par la pêche en mer (Tomillo *et al.*, 2008). Il est donc nécessaire de garantir une protection sur la plage pour réduire les impacts anthropiques tels que le braconnage, la pollution lumineuse, le tourisme, et de protéger les tortues marines des prises accidentelles, des captures directes et de la contamination dans l'océan (Tomillo *et al.*, 2008). Cependant, la population mondiale continue de croître et la demande en ressources halieutiques augmente, c'est pourquoi les prises accessoires sont devenues une préoccupation sérieuse dans l'effort de gérer judicieusement les ressources halieutiques mondiales (Alverson *et al.*, 1994 ; Watson *et al.*, 2005).

De plus, la sensibilisation à la conservation et la compréhension des communautés locales et des autorités nationales sont nécessaires pour permettre d'abord de sauvegarder les espèces et ensuite de générer des avantages au niveau social et économique. Ainsi, pour sauver ces espèces de l'extinction, il est primordial que les parties prenantes des gouvernements, des organisations non gouvernementales (ONG), des communautés locales et des institutions de recherche collaborent pour étendre, soutenir et coordonner les efforts de conservation prioritaires et efficaces à l'échelle locale, nationale et internationale (The Laud OPO Network, 2020). Le problème majeur pour l'accord des différents acteurs est qu'il existe des différences de perspectives, d'attitudes et de comportements des communautés locales à l'égard des ressources naturelles (comme les tortues marines) qui peuvent entraîner des conflits potentiels (Kinan et Dalzell, 2005 ; Mejías-Balsalobre *et al.*, 2021).

Enfin, dans une revue réalisée en 2007, Campbell recommande trois voies pour la préservation des tortues marines. Premièrement, elle préconise l'utilisation de certaines approches de l'étude de l'écologie des tortues marines comme l'utilisation de la

télémétrie par satellite ou de l'analyse ADN pour mieux comprendre les migrations sur de longues distances. Deuxièmement, elle recommande l'utilisation de certaines stratégies de conservation telles que l'absence d'utilisation ou l'utilisation non consommatrice par le biais du tourisme. Troisièmement, elle préconise la réunion de certains acteurs du processus décisionnel comme les ONG, les gouvernements et les scientifiques, travaillant en collaboration au niveau régional et, de préférence, mondial. La prise de conscience de la nécessité d'utiliser la multidisciplinarité a contribué à l'amélioration du statut des tortues marines au Costa Rica. Par exemple, la tendance à la hausse de la population de tortue verte de Tortuguero est encourageante malgré qu'elle soit probablement bien en dessous de son niveau naturel (Bjordnal *et al.*, 1999).

Pour finir, il est important de prendre en compte le réchauffement climatique pour le devenir et la conservation future de ces espèces. En effet, Segura et Cajade (2010), ont démontré une association négative entre l'augmentation de la température du sable à Tortuguero et le pourcentage d'émergence des œufs de tortues vertes. De plus, chez les tortues marines, la détermination du sexe lors de l'incubation est régulée par les températures environnementales (Yntema et Mrosovsky 1982). Ainsi, si les températures s'élèvent, dans le futur, il est possible de voir un ratio mâle/femelle déséquilibré avec une majorité de femelles et donc un problème pour la pérenité de l'espèce. De telles observations supposent que les changements globaux pourraient devenir des menaces sérieuses et considérables pour les tortues marines et pour beaucoup d'autres espèces dans le monde.

Bibliographie

- [1] Alverson D.L., Murawski S.A., et Pope J.G. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fish. Tech. Pap.* 339 pp. 1–233.
- [2] Andreani G., Santoro M., Cottignoli S., Fabbri M., Carpenè E., Isani G. (2008). Metal Distribution and Metallothionein in Loggerhead (*Caretta Caretta*) and Green (*Chelonia Mydas*) Sea Turtles. *Science of The Total Environment*. 390(1): 287-94.
- [3] Arroyo-Arce S. et Salom-Pérez R. (2014). Impact of Jaguar Panthera Onca (*Carnivora: Felidae*) Predation on Marine Turtle Populations in Tortuguero, Caribbean Coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 63(3): 815.
- [4] Arroyo-Arce S., Thomson I., Harrison E., Wilmott S. et Baker G. (2017). First Record of Jaguar (*Panthera Onca*) Predation on a Loggerhead Sea Turtle (*Caretta Caretta*) in Tortuguero National Park, Costa Rica. *Herpetology Notes*. 10: 17-18.
- [5] Aswani S., Basurto X., Ferse S., Glaser M., Campbell L., Cinner J. E., Dalton T., Jenkins L. D., Miller M. L., Pollnac R., et Vaccaro I. (2018). Marine resource management and conservation in the Anthropocene. *Environmental Conservation*. 45(2), 192–202.
- [6] Ballantyne R., Packer J. et Hughes K. (2009). Tourists' support for conservation messages and sustainable management practices in wildlife tourism experiences. *Tourism Management*. 30(5): 658–664.
- [7] Barrios-Garrido H., Wildermann N., Diedrich A. et Hamann M. (2019). Conflicts and solutions related to marine turtle conservation initiatives in the Caribbean Basin: identifying new challenges. *Ocean Coast Manag.* 171: 19–27.
- [8] Bjorndal K.A., Wetherall J.A., Bolten A.B. et Mortimer J.A. (1999). Twenty-Six Years of Green Turtle Nesting at Tortuguero, Costa Rica: An Encouraging Trend. *Conservation Biology*. 13(1): 126-34.
- [9] Camiñas J.A. (2004). Sea turtles of the Mediterranean Sea: population dynamics, sources of mortality and relative importance of fisheries impacts. Expert Consultation on Interactions between Sea Turtles and Fisheries within an Ecosystem Context. *Food and Agriculture Organization Fisheries*. Report 738. FAO, Rome.
- [10] Campbell C.L. (1994). The effects of flash photography on nesting behavior of green turtles (*Chelonia mydas*) at Tortuguero, Costa Rica. *14th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. Hilton Head Island, North Carolina.
- [11] Campbell L.M. (1998). Use Them or Lose Them ? Conservation and the Consumptive Use of Marine Turtle Eggs at Ostional, Costa Rica. *Environmental Conservation*. 25(4): 305-19.
- [12] Campbell L.M. et Lagueux C.J. (2005). Survival probability estimates for large juvenile and adult green turtles (*Chelonia mydas*) exposed to an artisanal marine turtle fishery in the western caribbean. *Herpetologica*. 61(2): 91-103.
- [13] Campbell L.M. (2007). Local Conservation Practice and Global Discourse: A Political Ecology of Sea Turtle Conservation. *Annals of the Association of American Geographers*. 97(2): 313-34.
- [14] Campbell L.M., Haalboom B.J. et Trow J. (2007). Sustainability of Community-Based Conservation: Sea Turtle Egg Harvesting in Ostional (Costa Rica) Ten Years Later. *Environmental Conservation*. 34(2): 122-31.
- [15] Campbell L.M. et Smith C. (2006). What Makes Them Pay ? Values of Volunteer Tourists Working for Sea Turtle Conservation. *Environmental Management*. 38(1): 84-98.
- [16] Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora : CITES (2003). Appendices I, II, and III. Geneva, Switzerland. Available from <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml> [accessed July 2003; updated December 2021].
- [17] Crouse D.T., Crowder L.B. et Caswell H. (1987). A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology*. 68:1412–1414.
- [18] Cruz L.M., Shillinger G., Robinson N.J., Tomillo P.S. et Paladino F.V. (2018). Effect of Light Intensity and Wavelength on the In-Water Orientation of Olive Ridley Turtle Hatchlings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 505: 52-56.
- [19] Dapp D., Arauz R., Spotila J.R. et O'Connor M.P. (2013). Impact of Costa Rican Longline Fishery on Its Bycatch of Sharks, Stingrays, Bony Fish and Olive Ridley Turtles (*Lepidochelys Olivacea*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 448: 228-39.
- [20] Dennis M.M., Poppenga R., Conan A., Hill K., Hargrave S., Maroun V. et Stewart K.M. (2020). Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys Coriacea*) Hatch Success and Essential and Nonessential Metals in Eggs and Embryos from Nests in St. Kitts. *Marine Pollution Bulletin*. 161: 111726.
- [21] Evans S. (1999). The green republic: A conservation history of Costa Rica. Austin: *University of Texas Press*.
- [22] Fitzpatrick R., Thums M., Bell I., Meekan M.G., Stevens J.D. et Barnett A. (2012). A comparison of the seasonal movements of tiger sharks and green turtles provides insight into their predator-prey relationship, *Plos One*. 7: 1-11.

- [23] Guilder J., Barca B., Arroyo-Arce S., Gramajo R. et Salom-Pérez R. (2015). Jaguars (*Panthera Onca*) Increase Kill Utilization Rates and Share Prey in Response to Seasonal Fluctuations in Nesting Green Turtle (*Chelonia Mydas Mydas*) Abundance in Tortuguero National Park, Costa Rica. *Mammalian Biology*. 80(2): 65-72.
- [24] Hays G.C. (2004). Good news for sea turtles. *Trends in Ecology and Evolution*. 19(7): 349–351.
- [25] Heinen J.T. (1993). Park-people relations in kosi tappu wildlife reserve, Nepal: a socioeconomic analysis. *Environ. Conserv.* 20(1): 25–34.
- [26] Heithaus M.R., Wirsing A.J., Thomson J.A. et Burkholder D.A. (2008). A review of lethal and non-lethal effects of predators on adult marine turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 356(1-2): 43-51.
- [27] Heppell S.S., Crowder L.B., et Crousse D.T. (1996). Models to evaluate headstarting as a management tool for long-lived turtles. *Ecological Applications*. 6: 556–565.
- [28] Hill C. (1990). The paradox of tourism in Costa Rica. *Cultural Survival Quarterly*. 14(1): 14-19.
- [29] Horikoshi K. (1992). Egg survivorship and primary sex ratio of green turtles, *Chelonia mydas*, at Tortuguero, Costa Rica. *Ph.D. dissertation*. University of Florida, Gainesville.
- [30] Hunt C.A. et Vargas E. (2018). Turtles, Ticos, and Tourists: Protected Areas and Marine Turtle Conservation in Costa Rica. *Journal of Park and Recreation Administration*. 36(3): 101-14.
- [31] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources : IUCN (2004). IUCN redlist of threatened species. Cambridge, UK. Available from <http://www.redlist.org/> [accessed April 2005; updated December 2021].
- [32] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2021. IUCN redlist of threatened species. Cambridge, UK. Available from <http://www.redlist.org/> [accessed November 2021; updated November 2021].
- [33] Jacobson S.K. et Robles R. (1992). Ecotourism, Sustainable Development, and Conservation Education: Development of a Tour Guide Training Program in Tortuguero, Costa Rica. *Environmental Management*. 16(6): 701-13.
- [34] Robert J. et Melero D. (2016). Anidación y conservación de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en playa Drake, península de Osa, Costa Rica (2006-2012). *Revista de Biología Tropical*. 117-29.
- [35] Kinan I. et Dalzell P. (2005). Sea turtles as a flagship species: different perspectives create conflicts in the Pacific Islands. *MAST*. 195–212.
- [36] Lewison R.L. et Crowder L.B. (2007). Putting longline bycatch of sea turtles into perspective. *Conserv. Biol.* 21 (1): 79–86.
- [37] Magnuson J.J., Bjorndal K.A., Dupaul W.A., Graham G.L., Owens F.W., Peterson C.H., Pritchard P.C.H., Richardson J.I., Saul G.E. et West C.W. (1990). Decline of the sea turtles: causes and prevention. *National Academy Press*, Washington, D.C.
- [38] Manel S., Berthier P. et Luikart G. (2002). Detecting wildlife poaching: identifying the origin of individuals with Bayesian assignment test and multilocus genotypes. *Conservation Biology*. 16: 650–659.
- [39] Margaritoulis D. (1990). Successes and failures: Conservation and tourism on the nesting beaches of Laganas Bay, Zakynthos, Greece, 1989. *Marine Turtle Newsletter*. 49: 13–14.
- [40] Margaritoulis D. (2005). Nesting activity and reproductive output of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, over 19 seasons (1984–2002) at Laganas Bay, Zakynthos, Greece: The Largest rookery in the Mediterranean. *Chelonian Conservation and Biology*. 4(4): 916–929.
- [41] Mejías-Balsalobre C., Restrepo J., Borges G., Garcia R., Rojas-Cañizales D., Barrios-Garrido H., Barrios-Garrido H., Valverde R., Valverde R. (2021). Local Community Perceptions of Sea Turtle Egg Use in Tortuguero, Costa Rica. *Ocean & Coastal Management*. 201: 105-423.
- [42] Meletis Z.A. et Harrison E.C. (2010). Tourists and Turtles: Searching for a Balance in Tortuguero, Costa Rica. *Conservation and Society*. 8(1): 26.
- [43] Meyers-Shone L. et Walton B.T. (1994). Turtles as monitors of chemical contaminants in the environment. *Bull Environ Contam Toxicol*. 135: 93–152.
- [44] Morera-Chacón B.H., Posadas-García A.C., Mora-Benavides J.M. et Carrillo E. (2019). Relationship between Vegetation Cover and Feeding Areas of Jaguars (*Panthera Onca*) on Sea Turtles in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Food Webs*. 21: 100-127.
- [45] Nelson E.H., Matthews C.E. et Rosenheim J.A. (2004). Predators reduce prey population growth by inducing changes in prey behavior. *Ecology*. 85(7): 1853-1858.
- [46] Pegas F., Grignon J., et Morrison C. (2015). Interdependencies among traditional resource use practices, sustainable tourism, and biodiversity conservation: A global assessment. *Human Dimensions of Wildlife*. 20(5): 454–469.
- [47] Safina C. (2006). Voyage of the turtle. *In pursuit of the Earth's last dinosaur*. New York: Henry Holt and Company.

- [48] Bruno S., Renato, Restrepo J.A. et Valverde R.A. (2020). Effects of El Niño Southern Oscillation and Local Ocean Temperature on the Reproductive Output of Green Turtles (*Chelonia Mydas*) Nesting at Tortuguero, Costa Rica. *Marine Biology*. 167(9): 128.
- [49] Segura L.N. et Cajade R. The effects of sand temperature on pre-emergent green sea turtle hatchlings. *Herpetological Conservation and Biology*. 11.
- [50] Shillinger G.L., Palacios D.M., Bailey H., Bograd S.J., Swithenbank A.M., Gaspar P., Wallace B.P., Spotila J.R., Paladino F.V., Piedra R., Eckert S.A. et Block B.A. (2008). Persistent Leatherback Turtle Migrations Present Opportunities for Conservation. *PLoS Biology*. 6(7): 100-171.
- [51] Solow A.R., Bjorndal K.A. et Bolten A.B. (2002). Annual Variation in Nesting Numbers of Marine Turtles: The Effect of Sea Surface Temperature on Re-Migration Intervals: Re-Migration of Green Turtles. *Ecology Letters*. 5(6): 742-46.
- [52] Sutherland J.M. (1985). Marine turtles in Greece and their conservation. *Marine Turtle Newsletter*. 32: 6–8. <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn32/mtn32p6.sh> tml. [Accessed December 2021].
- [53] The Laúd OPO Network (2020). Enhanced, Coordinated Conservation Efforts Required to Avoid Extinction of Critically Endangered Eastern Pacific Leatherback Turtles. *Scientific Reports*. 10(1): 4772.
- [54] Tiwari M., Bjorndal K.A., Bolten A.B. et Bolker B.M. (2006). Evaluation of Density-Dependent Processes and Green Turtle (*Chelonia Mydas*) Hatchling Production at Tortuguero, Costa Rica. *Marine Ecology Progress Series*. 326: 283-93.
- [55] Tomillo P.S., Saba V.S., Piedra R., Paladino F.V. et Spotila J.R. (2008). Effects of Illegal Harvest of Eggs on the Population Decline of Leatherback Turtles in Las Baulas Marine National Park, Costa Rica. *Conservation Biology*. 22(5): 1216-24.
- [56] Troëng S. (2000). Predation of green (*Chelonia mydas*) and leatherback (*Dermochelys coriacea*) turtles by jaguars (*Panthera onca*) at Tortuguero National Park, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*. 3: 751–753.
- [57] Troëng S., Harrison E., Evans D., Haro A. et Vargas E. (2007). Leatherback Turtle Nesting Trends and Threats at Tortuguero, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*. 6(1): 117-22.
- [58] Troëng S., Dutton P.H. et Evans D. (2005). Migration of Hawksbill Turtles *Eretmochelys Imbricata* from Tortuguero, Costa Rica. *Ecography*. 28(3): 394-402.
- [59] Troëng S. et Rankin E. (2005). Long-Term Conservation Efforts Contribute to Positive Green Turtle *Chelonia Mydas* Nesting Trend at Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation*. 121(1): 111-16.
- [60] Valeix M., Loveridge A.J., Chamaillé-Jammes S., Davidson Z., Murindagomo F., Fritz H. et Macdonald D.W. (2009). Behavioral adjustments of African herbivores to predation risk by lions: spatiotemporal variations influence habitat use. *Ecology*. 90(1): 23-30.
- [61] Velez-Espino A., Pheasey H., Araújo A. et Fernández L.M. (2018). Laying on the Edge: Demography of Green Sea Turtles (*Chelonia Mydas*) Nesting on Playa Norte, Tortuguero, Costa Rica. *Marine Biology*. 165(3): 53.
- [62] Veríssimo D., Jones D.A., Chaverri R. et Meyer S.R. (2012). Jaguar *Panthera Onca* Predation of Marine Turtles: Conflict between Flagship Species in Tortuguero, Costa Rica. *Oryx*. 46(3): 340-47.
- [63] Wallace B.P., Lewison R.L., McDonald S.L., McDonald R.K., Kot C.Y., Kelez S., Bjorkland R.K., Finkbeiner E.M., Helmbrecht S. et Crowder L.B. (2010). Global patterns of marine turtle bycatch. *Conserv. Lett.* 3: 131–142.
- [64] Watson J.W., Epperly S.P., Shah A.K. et Foster D.G. (2005). Fishing Methods to Reduce Sea Turtle Mortality Associated with Pelagic Longlines. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 62(5): 965-81.
- [65] World Wildlife Fund (WWF) (2008). Coastal development problems: Tourism. http://www.panda.org/about_our_earth/blue_planet/problems/tourism/tourism_pressure/. [Accessed on December 2021].
- [66] Yntema C.L. et Mrosovsky N. (1980). Sexual differentiation in hatchling Loggerheads (*Caretta caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica*. 36: 33–36.