MASTER 1 ETHOLOGIE

Promotion Claude BAUDOIN

DOMAINE DE FORMATION : SCIENCES, TECHNOLOGIES, SANTE

Étude préliminaire sur l'interaction entre les requins citron (*Negaprion Brevirostris*) juvéniles et les humains : réflexion et test d'un protocole.

par

Aurélie POIDEVIN

Association Kap' Natirel

Gheusi Giles et Beaufort Océane

Mai 2016

UNIVERSITE PARIS 13 - UFR LLHS

SOMMAIRE

I. Introduction **2**
II. Matériel et méthodes **3**
1. Site d'étude 3
2. Phase préliminaire 4
2.1. Définition des sites d'observation 4
2.2. Définition du répertoire comportemental 4
3. Protocole 5
3.1. Estimation de population 5
3.2. Réaction des requins à la présence humaine 6
4. Dispositif vidéo 7
5. Analyse des données 8
III. Résultats **8**
1. Estimation de population 8
2. Réaction des requins à la présence humaine 8
2.1. Comparaison du temps passé en zone d'interaction entre les deux sites 8
2.2. Comparaison des comportements observés entre les deux sites 9
IV. Discussion **9**
V. Remerciements **13**
VI. Bibliographie **14**
VII. Annexe **16**

I. Introduction

Le requin citron *Negaprion brevirostris* est une espèce côtière (Compagno 1984) vivant dans différentes régions du monde comme dans l'Ouest de l'océan Atlantique (du New Jersey au Sud du Brésil, Caraïbes, Golfe du Mexique, Bahamas), au Nord-Est Atlantique (Sénégal, côte d'Ivoire) et en zone tropicale Pacifique (Sud de la Californie, Golfe de Californie à l'Equateur) (Compagno 1984 ; Springer 1950). Celui-ci se reconnaît grâce à sa couleur grisâtre à jaunâtre et à ses deux nageoires dorsales de taille comparables. Sa taille se situe entre 200 et 290 cm et peut atteindre jusqu'à 340 cm (Compagno 1984). Philopatriques et vivipares (Feldheim et al 2004), les femelles reviennent au même endroit où elles sont nées pour mettre au monde entre 4 et 17 petits après environ 12 mois de gestation (Compagno 1984). Elles atteignent la maturité sexuelle à partir de 12-13 ans et ne sont capables de se reproduire que tous les 2 ans (Brown et al 1988). Les requins citron juvéniles (mesurant entre 60 et 70 cm de taille totale) se déplacent près du bord, dans des eaux chaudes peu profondes et abritées par des mangroves et des zones coralliennes (Guttridge et al 2012). Tandis que les sub-adultes (entre 70 cm et 180 cm) et les adultes (supérieur à 180 cm) (Feldheim et al 2002) utilisent des zones plus éloignées du rivage. Les eaux peu profondes (moins de 50 cm) et chaudes, ainsi que les mangroves, récifs sont le parfait refuge des juvéniles. Ils offrent une protection contre les prédateurs (requins adultes, barracudas) (Francks 2007 ; Guttridge TL et al 2012), et une source de nourriture importante (petits poissons, crustacés) (Newman SP et al 2010). Cette zone dans laquelle se développe le requin (Morrissey JF, Gruber SH 1993) durant ses premières années (3-4ans) est appelée « nurserie ». Heupel et al (2007) propose une définition de la nurserie, celle-ci se caractérisant par trois critères : l'abondance de l'espèce dans cette zone par rapport à une autre, la tendance à y rester ou y revenir pour une période prolongée et son utilisation successive année après année.

Dans les Antilles Françaises, la plus importante nurserie de requins citron connue à ce jour se situe à Petite Terre (commentaire d'Océane Beaufort). La présence de requins citron sur la Réserve naturelle des Ilets de Petite Terre attire la curiosité des visiteurs qui sont de plus en plus nombreux à venir sur l'île et ne semblent pas effrayés par leur présence. Au contraire, ils n'hésitent pas à se baigner, les suivre de près dans l'eau à l'aide de palmes, masque et tuba ou encore près du bord afin de les observer ou de les prendre en photos (observations personnelles). Des comportements inappropriés et dangereux, commis par les touristes, ont

pu être observés (observations personnelles) comme toucher les requins ou essayer de les attraper. La forte présence touristique tout au long de l'année sur un site tel que Petite Terre peut susciter des interrogations, notamment sur l'impact qu'il peut avoir sur les espèces vivantes dans le lagon et autour de l'île. En effet, des études ont montré qu'une forte présence touristique peut provoquer des modifications de comportements observés chez le requin taureau (*Carcharias taurus*) (Sean M. Barker et al 2011), de la hiérarchie, de la dominance en cas de nourrissage dans un groupe comme chez le dauphin rose (*Inia geoffrensis*) (Luiz Cláudio Pinto de Sá Alves et al 2012), ou chez les femelles macaques à bonnet (*Macaca radiata*) (Ram et al 2003). Sur le site de Petite Terre, les requins citron juvéniles ont la particularité de se déplacer près du bord (Océane Beaufort 2013), ce qui facilite leur observation et donc, sont un sujet d'étude intéressant en milieu naturel. L'objectif de cette étude a été de proposer une méthode adaptée au site afin de déterminer si la présence touristique peut influencer ou non le comportement des requins citron juvéniles.

II. Matériel et méthode

1. Site d'étude

Cette étude a été réalisée à la Réserve Naturelle des Iles de Petite Terre en Guadeloupe. Cette réserve fait partie de la commune de la Désirade et est constituée de deux ilets : Terre de Bas (117 ha) et Terre de Haut (31 ha), ses coordonnées géographique sont 16°11' Nord et 61°07 Ouest. Elle se situe à 12 km au Sud de La Désirade, et à 8 km à l'Est de la Pointe des Châteaux [1] (Annexe 1). Seule la présence permanente des gardes est autorisée afin de pouvoir maintenir une surveillance constante du site étant donné que l'île de Terre du Bas et son lagon sont très touristiques (30 000 visiteurs par an[2]) (Annexe 1). Seule Terre de Haut est interdite aux visiteurs.

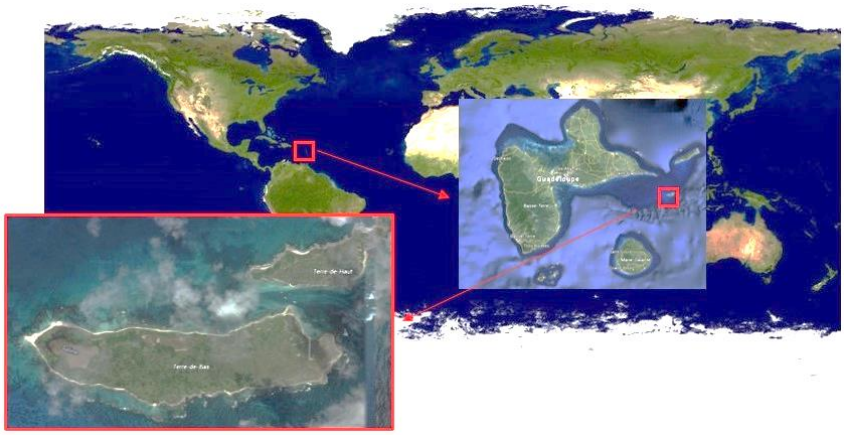


Figure 1 : Localisation du site de Petite Terre[3, 4] (Annexe 1)

2. Phase préliminaire

2.1. Définition des sites d'observation

Pour cette étude, nous avons eu besoin de comparer deux sites : un à forte affluence touristique et un à faible affluence touristique. Pour limiter les biais liés à l'environnement, il a été décidé de prendre des sites ayant une abondance de requins et une géomorphologie similaires. Les deux sites retenus sont « Cocoteraie » et « PN2 ». En effet, ils possèdent tous les deux des plages de sable fin et une abondance de requins comparable. De plus, un comptage des requins citron juvéniles depuis le rivage a été réalisé et les résultats n'ont pas montrés de différences significatives entre les deux sites (Voir partie Résultats), les mêmes résultats obtenus en 2013 par Océane Beaufort.

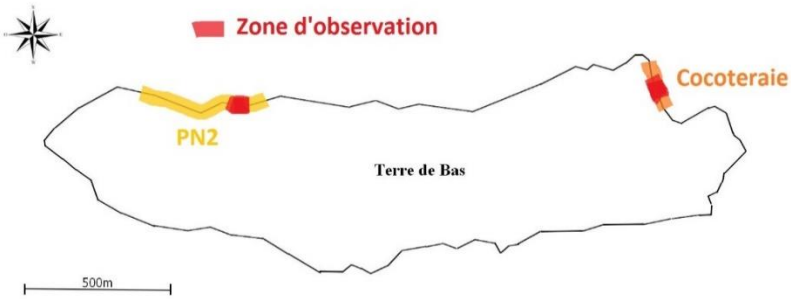


Figure 2 : Représentation des deux sites d'observation

2.2. Définition du répertoire comportemental

Le répertoire comportemental s'est construit à l'aide d'observations et par visionnage de vidéos effectuées autour de l'île de Terre de Bas.

Les comportements en trois catégories : les comportements avant interaction, les comportements de changement direction après interaction et les comportements de changement de vitesse après interaction. En tout, treize comportements ont été retenus. Pour faciliter la prise de notes lors des observations, l'utilisation de codes définissant le comportement a été utilisé (tableau ci-dessous).

Comportements avant interaction		
Code	*Nom*	*Description*
NL	Nage Lente	Le requin se déplace à une vitesse faible.
NN	Nage Normale	Le requin se déplace à une vitesse constante moyenne.
NR	Nage Rapide	Le requin se déplace à une vitesse rapide.

CH	Chasse	Le requin se déplace de manière rapide, effectue des mouvements précis, tout en cherchant ou poursuivant un animal (visible ou non) jusqu'à l'attraper ou pas.
DT	Demi-tour	Le requin se déplace dans une direction puis revient dans la direction qu'il vient de quitter dans le sens opposé.
A	Approche	Le requin vient en direction de l'observateur. Il faut que sa tête soit face à l'observateur ainsi que sa direction.
Comportements après interaction		
Changement de direction		
E	Eloignement	Le requin s'éloigne de l'observateur en changeant sa direction.
DT	Demi-tour	Le requin se déplace dans une direction puis revient dans la direction qu'il vient de quitter dans le sens opposé.
C	Contournement	Le requin se déplace autour de l'observateur qui est sur son chemin afin de l'éviter tout en restant à proximité et poursuit son chemin dans la même direction.
A	Approche	Le requin vient en direction de l'observateur. Il faut que sa tête soit face à l'observateur ainsi que sa direction.
PChD	Pas de changement de direction	Il n'y a pas de changement de direction par rapport à la direction initiale avant interaction.
Changement de vitesse		
F	Fuite	Changement de direction prononcé, accompagné d'une vitesse de déplacement très rapide par rapport à sa direction et vitesse initiale. Elle est directement causée par le déplacement de l'observateur.
ACC	Accélération	Augmentation de la vitesse de déplacement du requin. Elle est directement causée par le déplacement de l'observateur.
PACC	Pas accélération	Il n'y a pas d'augmentation de la vitesse de déplacement du requin par rapport à sa vitesse initiale avant interaction.
R	Ralentissement	Le requin diminue sa vitesse de déplacement par rapport à sa vitesse initiale.

Dans le cas où l'observateur perd la trace visuelle du requin, il est noté « ND » pour Non Déterminé.

3. Protocole

3.1. Estimation de population

Le protocole utilisé est celui défini par Océane Beaufort en 2013. Lorsqu'un requin est observé, l'observateur s'arrête et prend note de sa localisation sur une carte satellite de Terre de Bas (Figure 3) sur laquelle est inscrit le nombre de touristes (dans l'eau et sur le bord de plage) ainsi que le nombre de requins représentés par des croix noires. Ces données ont été reportées dans un tableau Excel. Cette estimation s'effectuait une fois par jour, à des heures

différentes durant les deux premières missions de terrain. D'autres paramètres ont été pris en compte comme la marée (haute ou basse), la visibilité (Annexe 2) et la température extérieure.

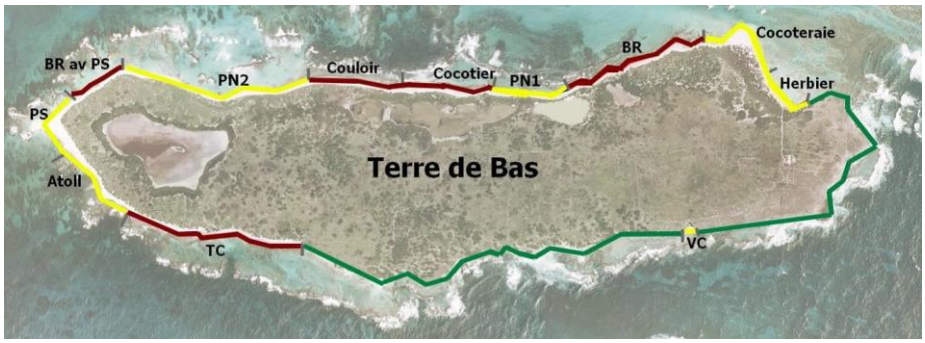


Figure 3 : Représentation des différents sites de Terre de Bas (Océane Beaufort 2013)

Légende : Jaune : zones sableuses ; Rouge : zone de Beach Rock [3] et Vert : zone de falaises.
BR : Beach Rock ; PN : Plage Nord ; PS : Pointe de Sable ; TC : Trou Canard ; VC : Voute à Cabrit.

3.2. Réaction des requins à la présence humaine

La méthode utilisée pour l'observation des comportements des requins est le Behaviour sampling (Altamann, 1974). L'observateur se focalisait sur les comportements du ou des requins qui se dirigeaient vers lui et notait tous les comportements avant et après l'interaction. Il n'y a pas de limite de temps concernant l'observation du requin observé afin de relever un maximum de comportements et de chronométrer le temps passé en zone d'interaction. Dans les tables de données, pour chaque individu observé, il est noté 0 quand le comportement n'est pas observé et 1 quand celui-ci est observé.

L'observateur est placé près du bord en ayant les pieds dans l'eau pour éviter des mouvements trop brusques en se déplaçant (Annexe 5). Un diamètre de 10 m a été établi pour définir la zone d'interaction entre l'observateur et le requin (Figure 4). Cette distance a été testée afin de permettre à l'observateur de se diriger lentement vers le requin, quel que soit sa distance avec le requin.

Le test est réalisé avec deux approches différentes considérées comme étant les comportements les plus observés par les visiteurs : En direction de l'animal (a) et en direction perpendiculaire du rivage / droit devant soit (b).

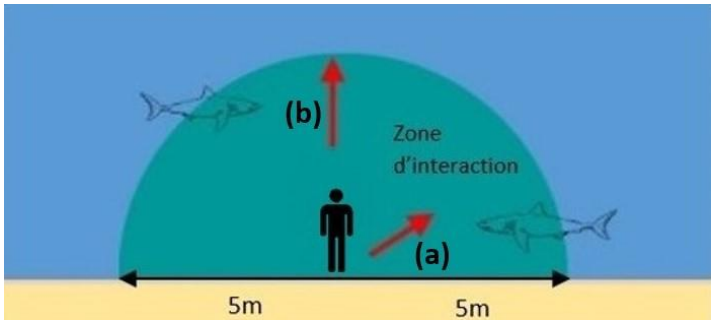


Figure 4 : Représentation des deux approches en zone d'interaction.

Ce dispositif est déployé durant 20 minutes, trois fois par jour, un le matin, l'autre en début d'après-midi et le dernier en fin d'après-midi. Les paramètres suivant ont été relevés : la marée (haute ou basse), la visibilité (Annexe 2) et la température extérieure.

4. Dispositif vidéo

Le dispositif vidéo comprenant une caméra (GoPro©Hero 3) devait être assez haut (2m60) pour filmer la zone d'interaction. Celui-ci se monte et démonte facilement pour être transportable d'un site à un autre. En effet, l'observateur marche le long du rivage pour aller du site touristique (« Cocoteraie ») au site non touristique (« PN2 »). Enfin, il doit être stable afin de résister à la marée et au vent (pot de fleur en zone touristique car peu de vagues et les barres de fer formant un trépied en zone non touristique car plus de vent et de vagues).

Figure 5 : Dispositif en zone touristique et en zone non touristique

5. Analyse de données

Les données ont été traitées avec le logiciel RStudio. Le test de Fisher-Pitman a été utilisé pour comparer les deux sites « Cocoteraie » et « PN2 » afin de voir si l'abondance des requins est comparable entre les deux zones. Puis, du fait que le nombre de requins soit important et déséquilibré entre les deux zones, le test de Welch a permis de comparer le temps passé par les requins dans la zone d'interaction en zone touristique et non touristique. Et enfin, le test du Khi-deux a permis de comparer la fréquence de chaque comportement en fonction des deux zones.

III. Résultats

1. Estimation de population

Huit réplications ont pu être réalisées. Il y a eu en tout 108 observations de requins et 59 touristes de recensés autour de l'île de Terre de Bas (sauf pour le site « VC »).

Le test de Fisher-Pitman ne montre aucune différence significative entre le nombre de requins présents sur le site « Cocoteraie » (moyenne = 3 ; écart-type corrigé = 1.07) et le nombre de requins présents sur le site « PN2 » (moyenne = 2,38 ; écart-type corrigé = 1.30) ($Z = 1.046$, $p = 0.42$).

2. Réaction des requins à la présence humaine

Il y a eu au total dix-huit réplicats du protocole dans les deux zones (six le matin, six l'après-midi et six le soir). Cent trente-sept observations de requins ont été recensées dont 98 en zone touristique et 39 en zone non touristique.

2.1. Comparaison du temps passé en zone d'interaction dans les deux sites.

Le test de Welch a montré de manière significative que les requins en zone touristique (moyenne = 34,83, écart-type corrigé = 16,20) passent plus de temps en moyenne en zone d'interaction que les requins en zone non touristique (moyenne = 19,93 ; écart-type corrigé = 10,81) ($p < 0.0001$).

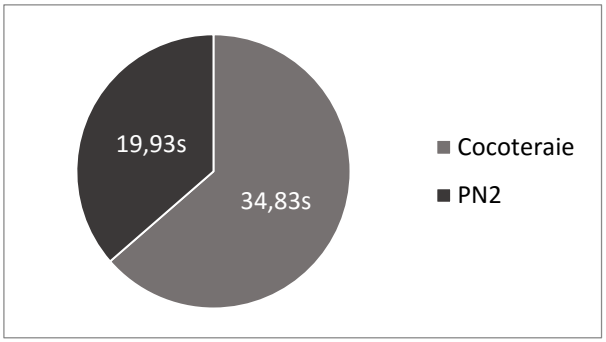


Figure 7 : Représentation du temps moyen (en secondes) passé par les requins en zone d'interaction dans les deux sites.

2.2. Comparaison des comportements observés entre les deux sites.

Les résultats obtenus au test du Khi-deux montrent des différences significatives pour deux comportements. En effet, on observe une différence significative entre les deux sites pour le comportement contournement (χ^2 = 14.16, ddl = 1, p < 0.0001). Sur le site « Cocoteraie » (Fréquence = 0.36, N = 98), le contournement est observé plus souvent que sur le site « PN2 » (Fréquence = 0.03, N = 39). On observe également une différence significative pour le comportement d'absence d'accélération entre les deux zones (χ^2 = 5.5, ddl = 1, p < 0.05). On observe davantage de comportement d'absence d'accélération en zone touristique (Fréquence = 0.41, N = 98) qu'en zone non touristique (Fréquence = 0.18, N = 39)

En revanche, il n'y a pas de différences significatives pour les autres comportements (Voir résultats en Annexe 3).

IV. Discussion

Résultats obtenus

Choix des sites d'observation

Le choix de ces deux sites, « Cocoteraie » et « PN2 » semble cohérent au vue des résultats obtenus au test de Fisher Pitman. En effet, ce test ne relève pas de différence significative au niveau de l'abondance des requins entre les deux sites (p=0.42). Mais, durant le test du protocole et la récolte des données, le nombre d'observations des requins dans les deux sites a été différent. On compte 98 observations au total sur le site « Cocoteraie » contre 39 sur le site « PN2 ». Ce résultat est dû aux conditions naturelles, on ne peut prévoir le nombre de requins présents sur chacun des sites. De plus, il est arrivé de n'avoir aucune

observation de requin à « PN2 » et d'avoir maximum 13 observations de requins à « Cocoteraie » durant un protocole.

Temps passé dans la zone d'interaction

Le test de Welche montre que les requins en zone touristique (moyenne = 34.84 ; écart-type corrigé = 16.20) passent en moyenne plus temps en zone d'interaction que les requins en zone non touristique (moyenne = 19,93; écart-type corrigé = 10.81, $p < 0.0001$). Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les juvéniles en zone touristique sont tous les jours confrontés à la présence humaine et donc s'habitueraient à leur présence. Tandis que les juvéniles en zone non touristique, n'étant pas habitués à la forte présence touristique, sont moins tolérants et donc restent moins longtemps à proximité des humains. L'habituation par définition est une diminution de la fréquence d'une réponse suite à la présentation répétée d'un même stimulus (Bejder et al 2009). Mais pour affirmer cela, il serait nécessaire à l'aide d'études, de vérifier l'hypothèse d'une habituation des requins à la présence humaine. Il faudrait prendre en compte les réponses comportementales (changement ou non de comportement en présence d'humains) mais aussi les réponses physiologiques telles que la taille, le poids, la ventilation, la vitesse de déplacement (Carrier et al 2010) en faisant un suivi avant et après la présence de touristes pour chaque individu.

Comparaison des comportements observés entre les deux sites

Deux comportements se sont différenciés en étant significativement différents entre les deux zones. Ces comportements sont le contournement ($p < 0.0001$) et l'absence d'accélération ($p < 0.05$). Ceux-ci ont été davantage observés en zone touristique. Il se pourrait que la présence de ces deux comportements en zone touristique signifie que les requins ne semblent pas affectés par l'interaction avec un humain. Mais cela ne permet pas de généraliser à l'ensemble des comportements. En effet, seuls deux comportements sur treize ce sont avérés différents. De plus, malgré qu'il y ait au total 198 observations de requins, cela reste faible et il faudrait pouvoir récolter davantage de données afin de voir des différences plus marquées entre les comportements. Dans une étude de Sean M. Barker et al 2011, en présence importante et rapprochée des plongeurs, des changements comportementaux comme le passage d'une ventilation active à passive, une augmentation de la vitesse de

déplacement et d'agrégation des requins taureaux (*Carcharias taurus*) ont pu être observés. Mais ceux-ci se sont redevenus normaux après que les plongeurs soient partis.

Site d'étude

Les sites « Cocoteraie » et « PN2 » sont légèrement différents du point de vue géomorpholique. La présence de Beach Rock[5] à environ 50 m du bord sur le site « PN2 » le différencie du site « Cocoteraie ». De plus, il y a la présence d'un petit fossé au bord de plage à « PN2 » que l'on ne trouve pas sur le site « Cocoteraie ». Cela a parfois gêné l'approche de l'observateur vers le requin qui se déplaçait dans ce fossé. L'approche était donc plus simple sur le site « Cocoteraie » que « PN2 ».

Limites du protocole

Réaction des requins à la présence humaine

Le répertoire comportemental étant établit entièrement par des observations, les comportements tels que « nage (lente, normale, rapide) », « éloignement » ainsi qu'« accélération », « fuite » sont très subjectifs. En effet, ils n'ont pas été analysés et déterminés à l'aide de logiciel ou de matériel mesurant la vitesse de déplacement. Par la suite, utiliser ce genre de matériel afin d'être plus précis dans la détermination des comportements et de leur interprétation serait nécessaire. Cela peut être par exemple l'utilisation de laser qui permet de mesurer la vitesse de déplacement comme dans l'étude de Sean M. Barker & al. 2011 ou encore des logiciels informatiques comme Noldus.

L'utilisation des deux approches a parfois réduit la possibilité d'interagir avec plusieurs requins simultanément. L'observateur a à plusieurs reprises, manqué l'observation de requins à cause de cette approche individuelle et différenciée. Il serait préférable d'utiliser une seule approche afin de réduire le nombre d'observations manquées.

Une reconnaissance individuelle des requins aurait pu permettre de limiter ce biais. En effet, ne connaissant pas l'identité des requins, l'observateur a sûrement observé plusieurs fois le même individu durant le même protocole. Quand plusieurs requins entraient en zone d'interaction, un seul était choisi. Cette méthode aurait servi à choisir l'individu non observé.

La méthode d'échantillonnage utilisée (Behaviour sampling) pour l'observation des comportements semble appropriée. Elle a permis de se focaliser sur les comportements,

même si l'individu observé était pris en compte pour faciliter la visibilité dans les prises de notes. La détermination d'un temps d'observation ainsi que le temps de chaque comportement observé seraient à prendre en compte dans une prochaine étude.

La durée du protocole (20 minutes) a été jugé suffisante. Cela a permis de récolter un nombre maximum de treize observations (en zone touristique) et minimum zéro observation (en zone non touristique).

Le diamètre de 10 m représentant la zone d'interaction a été elle aussi validée. En effet, elle permet à l'observateur de se déplacer lentement et d'arriver en même temps que le requin quelle que soit sa vitesse et sa distance par rapport au bord (inférieure à 5 m). Par ailleurs, en cas de mauvais temps, la visibilité sur les côtés ne dépasse pas les 3 m. De plus, la caméra permet d'avoir une vision de 5 m de chaque côté de l'observateur, ce qui permet de pouvoir vérifier avec précision les comportements observés durant l'interaction avec le requin.

Limites du dispositif vidéo

L'utilisation d'une caméra s'avère être un bon moyen de vérifier les comportements et d'observer d'autres faits qui nous ont échappés. Mais durant la mise en place du dispositif vidéo, plusieurs problèmes se sont posés. Tout d'abord, l'utilisation d'une caméra avec un caisson étanche n'était pas appropriée à la prise de vidéo extérieure. En effet, à plusieurs reprises, de la buée se formait à cause de la condensation, ce qui empêchait le bon visionnage des vidéos. Il suffirait pour cela de placer des pastilles antibuée dans les caissons.

L'utilisation des différents socles a permis de voir leurs avantages et inconvénients et de conseiller à l'avenir le trépied pour les deux sites. Lors de grosses rafales de vent et de marée, le pot de fleur ne résistait pas aux intempéries (chute du dispositif) au contraire du trépied.

L'angle de la caméra étant de 5 m de chaque côté, celle-ci permettait uniquement de visionner les comportements du requin en zone d'interaction et non au-delà, ce qui était suffisant pour ce protocole. Mais cela est insuffisant si l'on veut prendre en compte les comportements avant l'interaction (pris en note par l'observateur). Dans ce cas, il suffirait d'augmenter la hauteur de la caméra pour avoir un angle de vue plus important. Une autre solution serait d'installer trois caméras sur un même support afin de couvrir entièrement la

zone d'observation. Deux caméras pourraient être placées sur les extrémités, légèrement incurvées, permettant de voir correctement sur les côtés et une qui serait placée au milieu (Annexe 4). Mais encore, comme troisième solution, placer plusieurs dispositifs caméras le long de la plage, à distances égales (tous les 5 m environ), ce qui permettrait de voir l'arrivée, l'interaction et la sortie du requin dans la zone d'observation.

La seule utilisation de caméras serait suffisante au relevé des comportements des requins citron juvéniles, ce qui permettrait de supprimer la prise de notes durant l'interaction avec les requins. Ce qui permettrait des différencier la personne interagissant avec les requins et la personne relevant les données.

Nous pouvons conclure, pour cette étude, que le dispositif vidéo mis en place et les observations en bord de plage ont permis de relever des différences comportementales entre les requins citron juvéniles présents en zone touristique (« Cocoteraie ») et ceux se situant en zone non touristique (« PN2 »). Ces différences étant peu nombreuses, nous ne pouvons généraliser à l'ensemble des comportements. Des améliorations du dispositif vidéo et du protocole sont à prévoir pour permettre aux futurs chercheurs d'approfondir et de catégoriser les comportements avec plus de précision. Ce type d'étude comportementale pourrait conduire à des études plus ciblées comme l'impact de la présence de touristes sur le comportement du requin citron juvénile, à savoir s'il y a des risques pour les touristes et pour les requins et de mettre en place des préconisations, des projets de prévention et de sensibilisation.

V. Remerciements :

Mes remerciements s'adressent à Océane Beaufort qui m'a permis de réaliser ce stage ainsi qu'aux gardes de la Réserve Naturelle de Petite Terre pour la découverte du terrain et leur aide dans la construction du dispositif vidéo.

VI. Bibliographie :

Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour* 49:227– 267.

Beaufort, O. 2013. Etude préliminaire des requins citron (*Negaprion brevirostris*) dans la réserve naturelle des Ilets de Petite Terre. Master 2 Ecologie : Université des Antilles et de la Guyane.

Bejder, L., Samuels, A., Whitehead, H., Finn, H. & Allen, S. 2009. Impact assessment research: use and misuse of habituation, sensitisation and tolerance in describing wildlife responses to anthropogenic stimuli. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 395, 177–185.

Brown, C. & Gruber, S. H. 1988. Age assessment of the lemon shark, *Negaprion brevirostris* using tetracycline validated vertebral centra. *Copeia*, 747–753.

Carrier, J.C., Musick, JA. & Heithaus M.R. 2010. Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation, pp. 460-464. CRC Press.

Compagno, L.J.V. 1984. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. *FAO Fisheries Synopsis 4* (125):251-655.

Duroyon, C. 2009. Problématique de la constitution d'un répertoire comportemental chez une espèce de mammifères marins, le dauphin souffleur (*Tursiops truncatus*), Thèse : Ecole Vétérinaire d'Alfort.

Elise M. Godwin., Michael, J. Noad, Eric Kniest, Rebecca A. Dunlo. 2016. Comparing multiple sampling platforms for measuring the behavior of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*), *Marine Mammal Science*, 32, 1.

Feldheim, K.A., Gruber, S. H. & Ashley, M.V. 2002. The Breeding Biology of Lemon Sharks at a Tropical Nursery Lagoon. *Proc. R. Soc. Lond*. B 269, 1655-1661.

Feldheim, K.A., Gruber, SH. & Ashley, MV. 2004. Reconstruction of parental microsatellite genotypes reveals female polyandry and philopatry in the lemon shark, *Negaprion brevirostris*. *Evolution* 58:2332–2342.

Franks, B. 2007. The spatial ecology and resource selection of juvenile lemon *sharks Negaprion brevirostris* in their primary nursery areas. PhD thesis, Drexel University, Philadelphia, PA.

Freitas, RHA., Rosa, RS., Gruber, SH. & Wetherbee BM. 2006. Early growth and juvenile population structure of lemon sharks *Negaprion brevirostris* in the Atol das Rocas Biological Reserve, off north-east Brazil. J Fish Biol 68: 1319–1332.

Guttridge, TL., Gruber, SH., Franks, BR., Kessel, ST., Gledhill, KS., Uphill, J., Krause, J. & Sims, DW. 2012. Deep danger: intra-specific predation risk influences habitat use and aggregation formation of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris*. *Marine Ecology Progress Series* 445: 279–291.

Heupel, M.R., Carlson, J.K., & Simpendorfer, C.A. 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series* 337:287–297.

Hodgson, A.J., Marsh, H. & Corkeron, PJ. 2004. Provisioning by tourists affects the behaviour but not the body condition of Mareeba rock-wallabies (*Petrogale mareeba*). *Wildlife Research* 31, 451–456.

Jennings, DE., Gruber, SH., Franks, BR., Kessel, ST. & Robertson, AL. 2008. Effects of large-scale anthropogenic development on juvenile lemon shark (*Negaprion brevirostris*) populations of Bimini, Bahamas. *Environ Biol Fishes* 83:369–377.

Mann, J. 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: A review and critique. *Marine Mammal Science* 15:102–122.

Martin, P. & Bateson, P. 2015. Measuring behavior: An introductory guide. Third edition. Cambridge Univeristy Press, Cambridge, U.K.

Martin, R.A. 2007. A review of shark agonistic displays: comparison of display features and implications for shark–human interactions. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 40, 3–34.

Morrissey, JF. & Gruber, SH. 1993. Home range of juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. *Copeia* 425−434.

Newman, SP., Handy, RD. & Gruber, SH. 2010. Diet and prey preference of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris*. *Mar Ecol Prog Ser* 398: 221−234.

Ram, S., Venkatachalam, S. & Sinha, A. 2003. Changing social strategies of wild female bonnet macaques during natural foraging and on provisioning. *Current Science* 84: 780– 790.

Pinto de Sá Alves, L. C., Andriolo, A., Orams, M. B., & de Freitas Acevedo, A. 2013. Resource defence and dominance hierarchy in the boto (*Inia geoffrensis*) during a provisioning program. *Acta Ethologica*, 16(1), 9–19.

Sean M. Barker, Victor M. Peddemors & Jane E. Williamson. 2011. A video and photographic study of aggregation, swimming and respiratory behaviour changes in the Grey Nurse Shark (*Carcharias taurus*) in response to the presence of SCUBA divers, *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 44:2, 75-92.

Springer, S. 1950. Natural history notes on the lemon shark, *Negaprion brevirostris*. Tex J Sci 3:349–357.

Tavares, R., Rodriguez, JP. & Morales, M. 2016. Nursery area and size structure of the lemon shark population, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868), in Los Roques Archipelago National Park, Venezuela, *Universitas Scientiarum*, 21 (1): 33-52.

Wilson, ADM., Brownscombe, JW., Krause, J., Krause, S., Gutowsky, LFG., Brooks, EJ. & Cooke SJ. 2015. Integrating network analysis, sensor tags and observation to understand shark ecology and behaviour. *Behav Ecol*.

VII. Annexe :

Annexe 1 : Références et définitions :

[1] Référence : http://www.reservepetiteterre.org/Localisation.

[2] Référence : http://www.reservepetiteterre.org/Frequentation-du-site.

[3] Référence Photo de la Guadeloupe et de la Petite Terre : Google Map

[4] Référence photo de la terre : http://www.le-systeme-solaire.net/zoom-terre-008.html

[5] **Définition de Beach Rock** : Roche sédimentaire littorale qui se forme par cimentation rapide du sable ou des débris coralliens sur une plage, parallèlement au rivage, au niveau de la zone de balancement des marées : https://fr.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A8s_de_plage

Annexe 2 : Tableau des définitions de la visibilité :

Code	Visibilité	Définition
TB	Très bonne	Conditions permettant de voir parfaitement les déplacements et comportements du requin. Très bonne luminosité et pas ou peu de vagues. Peu ou pas d'observations manquées.
B	Bonne	Conditions permettant de voir en parti tous les déplacements et comportements du requin. Bonne luminosité avec quelques passages de nuages qui parfois empêche de voir correctement les requins en plus de quelques vagues. Quelques observations manquées.
M	Mauvaise	Conditions ne permettant pas de voir correctement les déplacements du requin, ni ses comportements. Pas assez de luminosité, beaucoup de vagues et parfois de la pluie. Beaucoup d'observations manquées.

Annexe 3 : Résultats et tableaux de données brutes :

Tableau de résultats obtenus au test du Khi-deux et la fréquence de chaque comportement des deux zones :

	Comparaison de chaque comportement en fonction des deux zones				Fréquence de chaque comportement	
	Test du Khi-deux			Test exact de Fisher	N = 98	N = 39
	Valeur	ddl	p-value	p-value	Cocoteraie	PN2
NL	0.12	1	0.73		0.13	0.13
NN	6.46^{e}-31	1	1		0,68	0,67
NR	0.44	1	0.51		0,19	0,13
CH	25.41	1	4.64^{e}-07		0,00	0,00
DT	0.21	1	0.65	0.56	0,03	0,00
A	0.01	1	0.91	1	0,02	0,00

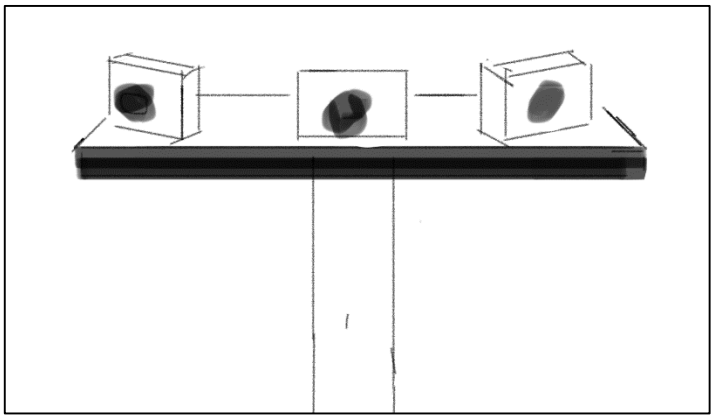
ND	1.78^{e}-33	1	1	1	0,01	0,00
E	0.01	1	0.91		0,39	0,36
DT.1	0.28	1	0.6		0,17	0,23
C	14.16	1	0.0002		0,36	0,03
A.1	2.92	1	0.09	0.06	0,11	0,00
PCHD	3.65^{e}-30	1	1	1	0,12	0,13
ACC	0.003	1	0.95		0,46	0,44
F	0.46	1	0.5		0,16	0,23
PACC	5.5	1	0.02		0,41	0,18
R	2.91	1	0.09	0.06	0,10	0,00
ND.1	5.65	1	0.02		0,10	0,28

Estimation de population de requins citron juvénile à Terre de Bas :

Session	Herbier	Cocoteraie	BR	PN1	Cocotier	Couloir	PN2	BR avec PS	PS	Atoll	TC
1	1	2	1	0	4	0	4	0	0	0	0
2	0	4	0	0	1	0	2	1	3	1	2
3	1	3	0	1	1	0	2	0	4	0	0
4	4	3	0	1	1	1	4	0	1	1	0
5	2	1	1	0	2	1	3	1	2	2	2
6	2	4	0	2	1	0	2	0	4	2	1
7	0	3	0	0	0	1	2	0	1	0	0
8	3	4	0	0	1	0	0	0	2	0	2
Total	13	24	2	4	11	3	19	2	17	6	7

Annexe 4 : Modification du dispositif vidéo :

Dispositif avec trois caméra sur un support plat :



Annexe 5 : Représentation des deux dispositifs vidéo en zone touristique et non touristique :

Dispositif en zone touristique :

Dispositif en zone non touristique :

Résumé :

La présence de requins citron (*Negaprion brevirostris)* et l'affluence touristique de plus en plus importante à la Réserve Naturelle de Petite Terre nous a amené à réfléchir à l'impact de cette présence sur le comportement du requin citron juvénile. Pour cela, deux zones ont été définies et comparées, une zone touristique et une zone non touristique. Le but de cette étude a été de mettre en place une méthode adaptée à l'étude du comportement du requin citron juvénile dans ces deux zones. Pour cela, la création d'un dispositif vidéo accompagné d'observations directes en bord de plage a permis d'obtenir des résultats. En effet, les requins en zone touristique passent en moyenne plus de temps en zone d'interaction que les requins en zone non touristique. Ensuite, le contournement et l'absence d'accélération sont les seuls comportements à s'être différenciés entre les deux zones. On observe ces deux comportements davantage en zone touristique qu'en zone non touristique. Dans le but d'une prochaine étude, le dispositif vidéo doit être modifié afin d'être mieux adapté à l'environnement (marée haute et rafales de vent) en modifiant le caisson, le socle et sa hauteur. Le répertoire comportemental et l'analyse des comportements doivent être réalisés à l'aide de matériel ou logiciels adaptés pour étudier le comportement du requin citron juvénile de manière plus objective et précise.

Mots clés : Requins citron juvéniles (*Negaprion brevirostris*), Petite Terre, comportements, dispositif vidéo, interaction humaine.

Abstract: The presence of lemon sharks and the number of tourists increasing in the nature reserve of Petite Terre led us to reflect on the impact of this presence on the behaviour of juvenile lemon sharks. For this, two zones were defined and compared, a tourist area and a non-tourist area. The aim of this study was to develop a suitable method in order to study the behaviour of juvenile lemon sharks in these two areas. In this way, the creation of a video device accompanied by direct beachfront observations has yielded results. Indeed, the first difference found is that, on average, sharks living in the non-tourist area spend more time in the interaction zone that sharks living in the tourist area. Then, the bypass and the absence of acceleration of sharks are the only difference of behaviours observed while comparing the two areas. These two behaviours are more observed in the tourist area than the non-tourist area. With the aim of a future study, the video device (housing, base and height) must be modified to fit more with the environment (high tide and winds). The behavioural repertoire and behaviour analysis should be done with using equipment or special software in order to study the behaviour of juvenile lemon sharks in a more objective and accurate way.

Keywords: Juveniles lemon sharks (*Negaprion brevirostris*), Petite Terre, behaviour, video device, human interaction.