



Statistiques des données historiques des attaques à La Réunion depuis 1980

Erwan Lagabrielle et Nicolas Loiseau, mai 2012

Programme CHARC (Connaissances de l'écologie et de l'HAbitat de deux espèces de Requins Côtiers sur la côte Ouest de La Réunion), Phase I









1. Introduction

L'objectif est de cette étude est d'analyser la quarantaine d'attaques de requin sur les humains recensées à la Réunion depuis 1980 ainsi que les conditions environnementales, les pratiques et les usages de la mer associés. Nous apportons des éléments quantitatifs à l'analyse de ces attaques afin de contribuer à fonder une gestion raisonnée et intégrée des risques associés à la cohabitation entre requins et usagers de la mer. Soulignons d'emblée qu'il s'agit ici d'analyser les conditions associées avec les attaques de requin et non d'expliquer les attaques par ces conditions.

Le nombre annuel d'attaques de requins rapportées dans le monde augmente. Cette amplification a été attribuée à l'augmentation du nombre de personnes pratiquant des activités nautiques telles que le surf et la chasse sous-marine. Cette augmentation doit également être mise en relation avec la croissance urbaine sur les littoraux ainsi qu'avec une amélioration des chaînes de traitement de l'information sur les cas d'attaques Dans le sud ouest de l'océan indien (Mayotte, Madagascar, les Seychelles, L'île Maurice et la Réunion), 51 attaques de requins on été recensés sur cette dernière décennie. L'île de la Réunion comprend 68% de ces attaques avec 36 cas reportés depuis 1980. En 2011, la Réunion a connu un pic d'attaques avec 6 incidents, incluant 2 attaques fatales. Ces évènements ont déclenchés l'établissement d'un comité régional de gestion du risque requins à la Réunion ayant pour but d'approfondir les connaissances sur les requins présents dans les eaux côtières de la Réunion.

Une attaque de requin sur humain, évènement dramatique, peut être considérée comme la mise en relation d'un système écologique et d'un système sociétal, à l'interface entre le domaine terrestre et marin. Ces systèmes sont couplés et ont des interactions complexes. Il est essentiel de prendre en compte ce couplage pour tenter de comprendre les occurrences d'attaque de requin à la Réunion. Il s'agit donc d'aborder chaque attaque sous l'angle de l'environnement, de la biologie mais également sous l'angle des pratiques et usages de la mer et du littoral. Les variables que nous avons pris en compte pour cette analyse relèvent ainsi de ces différentes composantes.

2. Données et méthodes

2.1. Site d'étude

La Réunion est localisée dans le sud ouest de l'Océan Indien (21°S, 55°E). C'est un département d'outre mer français. L'île étant née de la récente émergence d'un volcan, elle est caractérisée par une topographie escarpée avec une altitude maximum de 3059 m. Sa cote est composée de trois principaux habitats : la cote ouest est protégées par un récif corallien frangeant, des plages composées de sédiment coralligènes ou basaltique, tandis que le reste de l'île est bordé de côtes rocheuses. Le climat est typiquement tropical avec une saison humide de Novembre à Avril et une saison sèche de Mai à Octobre.

2.2 Méthodologie de sélection des variables et de traitement des données

Les données présentées dans cette étude permettent d'évaluer l'état de variables décrivant les attaques et le contexte de ces attaques. Les variables prise en compte ont été identifiées sur la base d'hypothèses scientifiques attestées par des publications scientifique mais nous avons également cherché à tester des hypothèses récemment avancées à la Réunion par différents groupe sociaux (pêcheurs, surfers, etc.) pour « expliquer » les attaques de requin.





Chaque variable décrit l'attaque et l'état de l'environnement au moment de l'attaque ou durant une période qui la précède: le contexte géomorphologique, la température de l'eau, la saison, la pluviométrie, etc. Certaines variables ont une forte variabilité spatio-temporelle (par exemple la houle) tandis que d'autres variables traduisent des éléments plus stables et pérennes du système, tels que la démographie par exemple. Toutes les données sur les attaques et l'environnement ont été stockées dans une base de données sous la forme de fichiers Excel décrivant 1) les attaques et les activités pratiquées 2) l'état de l'environnement pendant et avant l'attaque. Nous disposions par ailleurs de l'état de certaines variables sur un pas de temps annuel entre 1980 et 2011. Ces données annuelles nous ont permis de resituer les attaques dans une perspective historique continue.

Toutes les données ont été extraites d'articles de journaux, de bases de données existantes et de couches d'informations géographiques accessibles localement ou en ligne. Ce corpus de données est stocké physiquement à l'IRD Réunion.

Le traitement des données a été réalisé sur l'ensemble de la période 1980-2011 avec des données d'occurrence/absence annuelle à l'échelle de la Réunion, ou des données d'occurrence à l'échelle locale, Les analyses ont été réalisées ensuite en appliquant des filtres croisés sur les données selon l'activité pratiquée, la fatalité des attaques, etc. A noter que toutes les variables n'ont pu être renseignées compte tenu de l'incertitude sur la localisation de l'accident ou tout simplement de l'absence de données.

2.3. Les variables et les données

2.3.1 Description des attaques

Des informations temporelles, géographiques et anecdotières relatives aux attaques ont été extraites de l'International Shark Attack File (Museum d'Histoire Naturelle de Floride). Ces données ont été mises à jour, précisées ou corrigées à partir d'une synthèse d'articles parus dans le Journal de l'Île et le Quotidien depuis 1980. Cette synthèse d'article (publiés généralement le lendemain des attaques) a été compilée sous la forme d'un document numérique d'une centaine de pages De ces articles nous avons pu obtenir des informations sur la date et le lieu de l'attaque (commune, site), l'activité pratiquée par la victime, son âge et genre, ainsi que les blessures infligées à l'issue de l'accident. La sévérité des blessures a été mesurée sur l'échelle du « shark induced trauma (SIT)» (Lentz *et al.* 2010) selon une échelle graduée de 1 (pas de blessure) à 5 (fatal). Pour certaines attaques, le nombre, l'espèce et la taille des requins ont également été renseignés, même si cette donnée doit être abordée avec précaution compte tenu de la difficulté d'identification des espèces et des approximations qui en résultent.

De la date et de l'heure de l'attaque nous avons pu déduire des données telles que le moment de la journée (matin, après midi), le mois, la semaine, le jour de la semaine, la saison (hiver, été), la marée (basse, basse montante, haute montante, haute, haute descendante, basse descendante) ainsi que la phase lunaire (nouvelle lune, premier quartier, pleine, dernier quartier). Nous avons également calculé le temps le plus court écoulé en minute depuis le lever ou le coucher du soleil (0 mn comptant pour la nuit, l'heure de lever ou de coucher du soleil).

L'activité nautique pratiquées par la victime a été renseignée et généralisée selon la typologie suivante : surf (y compris bodyboard), windsurf, baignade, pêche ou autre activité





(chute accidentelle de falaise par exemple). Les attaques ont également été catégorisées en attaque provoquée (présence probable d'un appât de pêche) ou non provoquée. Le surf se pratique à la Réunion principalement sur la côte Ouest et Sud (une quarantaine de spots) et de manière plus marginale dans l'Est, il concerne une population d'environ 2000 pratiquants (source : Fédération Française de Surf). Le windsurf concerne environ 200 pratiquants principalement à Saint-Pierre, Etang-Salé, Saint-Leu, La Saline et La Possession. Il n'est plus pratiqué à Saint-Denis depuis les deux attaques de 1994 et 1995. La chasse sous-marine est pratiquée sur l'ensemble du littoral. La baignade hors lagon est pratiquée de manière très marginale et résulte souvent d'une chute accidentelle à la mer ou d'un emportement par les courants.

2.3.2. Géolocalisation des attaques

Les attaques ont été géolocalisées à une précision d'une dizaine de mètre sur le littoral et de plusieurs centaines de mètre lorsqu'il s'agissait d'attaques au large, généralement sur des plongeurs. Nous avons ainsi pu déduire la profondeur des attaques à laquelle celles-ci ont eu lieu. La précision de la géolocalisation a été évaluée selon un score gradué de 1: faible précision de l'ordre du kilomètre, 2 : précision modérée de l'ordre de 100 m et 3: bonne précision de l'ordre de 10 m.

Cette géolocalisation a été réalisée en utilisant le logiciel ArcGIS 10, en conjonction avec Google Earth, la BDOrtho 2008 de l'IGN (photographies aérienne) et la synthèse d'articles de presse décrivant les attaques. Nous nous sommes également appuyé sur des données hydrographiques issues du modèle numérique Litto3D obtenues auprès de l'IFREMER. Litto3D a été développé dans le cadre du Projet HYDRORUN. coordonné par la Délégation Ifremer océan-Indien et le laboratoire Dynéco-Ifremer/Brest, cette "plate-forme de modélisation hydrodynamique du littoral Réunionnais" a été développée par les équipes du laboratoire LOCEAN (Université Pierre et Marie CURIE, PARIS VI) et des sociétés ACTIMAR, SAFEGE et PARETO-Ecoconsult de La Réunion. Le Projet HYDRORUN a bénéficié, entre 2009 et 2012, du soutien financier de l'Union Européenne (Fonds FEDER Réunion), du Conseil Régional de la Réunion, de l'Office de l'Eau de La Réunion, de l'Etat-DEAL de La Réunion et de l'Ifremer).

2.3.3. Conditions atmosphériques et état de la mer

L'objectif était d'identifier si les jours d'attaque correspondent à une couverture nuageuse ou à un état de la mer (houle, température, turbidité) particulier. Nous avons tout d'abord caractérisé le temps (couverture nuageuse et précipitations) et la hauteur de houle les 7 jours précédents l'attaque. En l'absence d'archives facilement accessibles, ces informations furent extraites du bulletin météo des archives du Journal de l'Île et du Quotidien. Ces bulletins utilisent une description codifiée des états de mer et de l'atmosphère. Le temps a ainsi été décrit selon la typologie suivante : 1: ensoleillé, 2: partiellement nuageux, 3: nuagueux, 4: nuageux avec averses, 4: pluvieux, 5: fortes pluies. L'état de la mer a été apprécié selon la typologie suivante : 1 : mer calme (houle de 0 à 0,5 m), 2 : légèrement agitée (houle de 0,5 m à 1,25 m), 3 : modérément agité (1,25m à 2,5 m), 4 : agité (2,5m à 4 m), 5 : très agité à forte (plus de 4 m).

Les données de température de la mer en surface ont été extraites des bases de données de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) d'une résolution





temporelle d'une semaine et d'une résolution spatiale de 1 degré. La source de ces données est la suivante : NOAA_OI_SST_V2 data provided by the NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, USA, from their Web site at http://www.esrl.noaa.gov/psd/. Nous avons également extrait les données hebdomadaires et mensuelles relatives à l'état du dipôle de l'Océan Indien ou « Indian Ocean Dipole » (IOD) en anglais de 1982 à 2011, téléchargées depuis http://www.jamstec.go.jp/frsgc/research/d1/iod/. L'IOD est l'équivalent de l'indice ENSO (Pacifique) sur l'Océan Indien et renseigne sur l'anomalie de distribution des températures de surface de la mer à l'échelle de l'Océan Indien.

La turbidité de l'océan le jour de l'attaque a été évaluée sur une échelle de 1 à 3 (1: faible, 2: moyenne, 3: forte). Cette information a été croisée ensuite avec les données sur la houle et la pluviométrie, variables qui influent fortement sur la turbidité.

2.3.4. Le substrat benthique

Le substrat peut jouer un rôle supposé dans la localisation des populations de requin mais il est également très lié aux activités marines pratiquées, en particulier le surf qui se pratique à proximité de récifs coralliens ou de zones de dépôt sédimentaires sur le littoral. Le substrat sédimentaire sur les sites d'attaque a été décrit en utilisant notre connaissance empirique des sites côtiers, selon la typologie suivante : galet, sable, récif corallien, fond rocheux, coraux sur fond rocheux, galet sur fond rocheux. Nous avons également utilisé la cartographie de la nature du substrat sédimentaire CARTOMAR (BRGM). Nous en avons extrait un indice décrivant l'environnement benthique dans un périmètre de 2 km sous la forme d'un ratio exprimant, en pourcentage, le rapport entre la surface couverte par du substrat sédimentaire et du substrat rocheux (100 % comptant pour un environnement de substrat sédimentaire uniquement, 0% pour un environnement rocheux).

2.3.5. Pluviométrie

Le premier objectif était d'identifier si les mois d'attaque correspondaient à des anomalies de précipitation. Toutes les données pluviométriques ont été extraites de la climathèque de METEOFRANCE. Afin de comparer la pluviométrie des périodes précédents les attaques avec la pluviométrie moyenne nous avons extrait des moyennes mensuelles entre 1980 et 2011 pour les stations de: Saint-Denis (située à 8m d'altitude), Saint-Benoit (située à 43m), Saint-Joseph (située à 17m) et Saint-Pierre (située à 61m). Ces stations sont les seules disposant de séries temporelles complètes sur la période. Compte tenu du manque de données, les moyennes mensuelles ont été calculées pour les stations de Trois-Bassins (située à 5m d'altitude) entre 2002 et 2011 et de Saint-Gilles-les-Bains (située à 5m) entre 1980 et 2001. Nous avons ensuite calculé le rapport (en %) entre les précipitations du mois d'attaque et les précipitations moyenne du mois correspondant sur la station météorologique la plus proche.





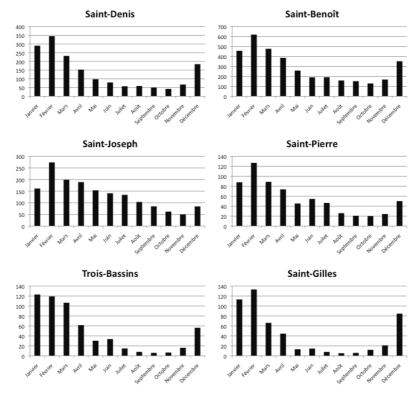


Figure 1: Pluviométries moyennes mensuelles (en mm) sur 6 stations météorologiques METEO FRANCE côtières à enregistrement continu entre 1980 et 2011 à La Réunion dont la station de Trois-Bassins (2002-2011) et Saint-Gilles-les-Bains (1980-2001).

Le second objectif était d'étudier si la distribution temporelle des pluies dans les jours précédent l'attaque pouvait jouer un rôle. Nous avons ainsi mesuré les précipitations cumulées (en mm) le jour de l'attaque et durant les 3 jours, 7 jours, 15 jours, 30 jours et 45 jours précédents. Compte tenu de la forte variance locale de la distribution spatiale des précipitations à la Réunion, nous avons calculé extrait ces données en moyennant les mesures de précipitation issues des 3 stations météorologiques les plus proches situées sur le littoral et les mi-pentes. Cette méthode visait notamment à palier aux biais liés des précipitations plus faibles sur le littoral que dans les Hauts de l'île. A partir de ces données, nous avons extrait la pluviométrie cumulée sur les périodes suivantes : 0-1 jours, 1-3 jours, 3-7 jours, 7-15 jours, 15-30 jours et 30-45 jours. A noter que les mesures de pluviométrie cumulées à 0-30 jours diffèrent des mesures de pluviométries cumulées issues de la climatologie en raison des méthodes différentes de traitement.

2.3.6. L'urbanisation

L'occupation du sol, en particulier l'urbanisation, peut influencer l'écosystème marin par différent mécanismes : surfréquentation, surexploitation, pollution et rejets divers, etc. L'urbanisation à La Réunion est en forte croissance constante depuis 30 ans et concerne l'ensemble de l'île surtout dans les Bas et les mi-pentes, excepté sur les flancs du volcan.

Nous disposions de cartes de l'urbanisation pour les années 1989 et 2002 réalisées par l'auteur de la présente étude. Nous avons cartographié l'état de l'urbanisation en 2011 à partir d'une extraction automatique sur des images SPOT 5 fournies à l'IRD par le CNES dans le cadre du projet KALIDEOS. Nous avons alors calculé des surfaces urbaines dans une





périmètre de 500 m, 1 km, 2 km, et 5 km autour du site de l'attaque. Les surfaces obtenues ont alors été interpolées pour chaque année en fonction du taux d'urbanisation annuelle luimême ajusté en fonction de la dynamique démographique (données INSEE 1974-2011). La surface totale urbanisée a ainsi été calculée annuellement pour l'ensemble de l'île, de même que la démographie afin de la mettre en relation avec le nombre d'occurrence d'attaque par années.

2.3.7. Autres éléments

Des éléments particuliers ayant une influence supposée sur les attaques de requin ont été pris en compte dans l'analyse. Il s'agit des ports, des cours d'eau, de la Réserve Naturelle Marine de la Réunion et de ses bouées de balisage, des dispositifs de concentration de poissons, des récifs artificiels et des cages aquacoles. Nous avons ainsi calculé la distance de chaque attaque par rapport au port le plus proche (Saint-Pierre, Sainte-Marie, Saint-Pierre, Saint-Leu, Saint-Gilles-les-Bains, Le Port, La possession). Nous avons également évalué la distance à la ravine la proche en prenant en compte les 13 ravines pérennes de la Réunion ainsi que toutes les ravines temporaires dont le toponyme contenait le mot «ravine» ou «bras» (source : BDTOPO 1997 IGN). Nous avons évalué la distance à la réserve marine, données récoltées sur le site de la DEAL Réunion. Nous avons également mesuré la distance aux cages aquacoles de Saint-Paul (ARDA) ainsi qu'aux dispositifs de concentration de poisson (DCP) le plus proche (données fournies par le CRPMEM - Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages en Mer de la Réunion) et aux récifs artificiels (même source). Les DCP, les cages aquacoles et les récifs artificiels ont été implantés respectivement à partir de 1988, 1998 et 2000. La Réserve Naturelle Marine de la Réunion a été créée en 2007. En plus de ces données, les tonnages pêchés à l'échelle de l'Océan Indien ont été extraits annuellement à partir des données de la Commission des Thons de l'Océan Indien Indian Ocean Tuna (www.iotc.org/).





3. Résultats préliminaires

3.1. Chronologie des attaques

36 attaques de requins ont été répertoriées à la Réunion entre 1980 et 2011, soit 1,16 attaques par an. Ce nombre d'attaque est distribué de façon hétérogène dans le temps avec 4 pics en 1992 (n=4), 1997 (n=3), 2006 (n=3) et 2011 (n=7 dont 2 sur embarcation) (Figure 2).

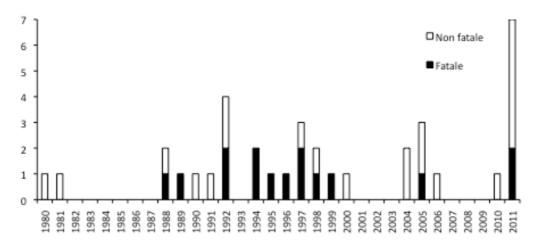


Figure 2: Nombre d'attaque fatale/non fatale par année.

Le nombre d'attaques a été de 5 pour la décennie 1980-90, de 17 en 1990-00 et de 8 en 2000-10. Par contre l'année 2011 concentre à elle seule 7 attaques. Cependant, après une série noire durant la décennie 1990-00 (10 décès) le nombre d'attaques avec une issue fatale est tombé à 3 sur la période 2000-11.

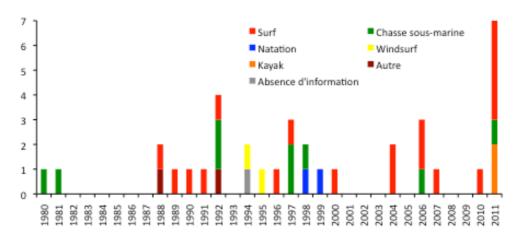


Figure 3: Nombre d'attaque par année et par activité

L'activité surf est surreprésentée avec en moyenne 0,6 attaques par an sur la période 1980-2011. Les attaques sur surfer commencent en 1988 et on compte en moyenne une attaque par an sur surfeur sur la période 2000-2011, avec une forte contribution de l'année 2011 (4 attaques). La chasse sous-marine est la seconde activité la plus concernée avec 0,3 attaques par an (Figure 3).





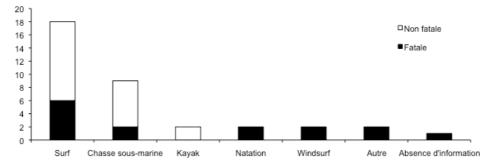


Figure 4: Nombre d'attaques fatales/non fatales par activité

Sur les 36 attaques, en excluant les deux attaques sur kayak, 44 % furent fatales : 33 % pour les surfeurs (sur 18 attaques) et 22 % pour les chasseurs sous-marins (9 attaques). Par contre l'issue a été fatale pour tous les pratiquants d'autres activités dont le windsurf, la pêche et la natation. On ignore l'activité pratiquée pour une des attaques (Figure 4).

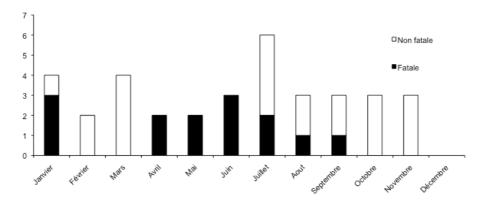


Figure 5: Nombre d'attaques fatales/non fatales en fonction des mois

La distribution mensuelle des attaques montre une réparation relativement homogène, avec une fatalité beaucoup plus importante (60%) durant la période avril-septembre correspondant à l'hiver (Figure 5).

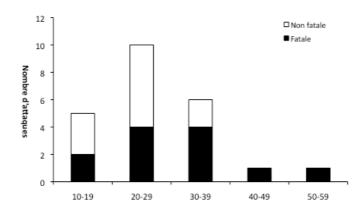


Figure 6: Nombre d'attaques fatale en fonction de l'âge

Les attaques se sont toutes déroulées sur des personnes de sexe masculins avec en majorité un âge compris entre 20 et 29 ans. Cette classe d'âge correspond aux pratiquants des sports nautiques. La proportion d'attaques fatales augmente avec l'âge (Figure 6).





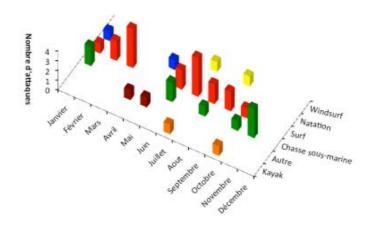


Figure 7: Nombre d'attaques en fonction du mois et de l'activité (n=35, 1 attaque sans information)

L'analyse des attaques mensuelles par activité montre une distribution bi-modale des attaques sur surfer correspondant aux périodes mai-septembre et janvier-mars. Mis à part une absence d'attaque sur chasseur sous-marin entre février et juin, aucune tendance mensuelle n'est détectée pour les autres activités (Figure 7).

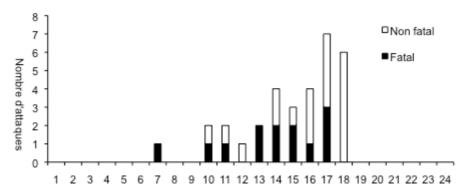


Figure 8: Nombre d'attaques en fonction de l'heure de la journée (n=32, 4 attaques sans information)

Les 36 attaques ont eu lieu de jour (Figure 8). La majorité des attaques eurent lieu l'après midi et au crépuscule (Fig x). Il y a ainsi très peu d'attaques le matin (17 % soit 6 attaques). Le nombre d'attaque est plus important l'après midi (83 % soit 30 attaques) avec 36 % des attaques (soit 13 attaques) qui ont eu lieu entre 17 h et 19 h. On note que la proportion d'attaques fatales est plus importante en journée : elle est de 50 % entre 10 h et 17 h contre 23 % après 17 h.





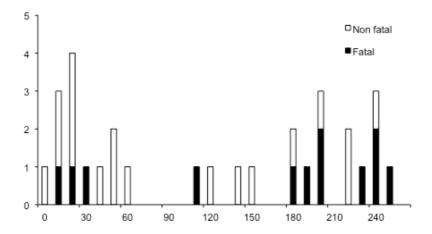


Figure 9: Nombre d'attaques en fonction de la distance en minutes au coucher ou au lever du soleil (n=32, 4 attaques sans information)

Plus précisément, en mesurant la période en minutes entre l'heure exacte de l'attaque et l'heure de lever ou coucher du soleil (variable en fonction de la saison), on observe une surreprésentation des attaques dans les minutes précédent le crépuscule. Ainsi, 8 attaques ont eu lieu entre 0 et 30 minutes avant le crépuscule, soit 15% des attaques tandis que cette période de 30 mn représente moins de 8 % de la durée d'une journée d'une durée de 12 h (Figure 9).

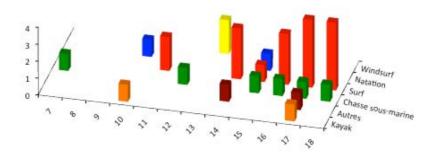


Figure 10: Nombre d'attaques en fonction de l'heure de la journée par activité. (n=32, 4 attaques sans information)

L'analyse par type d'activité pratiquée montre que les attaques sur surfer contribuent fortement aux attaques en fin de journée : 44 % des attaques sur surfer ont lieu entre 17 h et 19 h. Les attaques sur des pratiquants d'autres activités sont plus équitablement réparties dans la journée avec un biais vers l'après midi (Figure 10).

Sur les 34 attaques pour lesquelles des informations temporelles ont pu être relevés, 11 se sont déroulées un jour de pleine lune, 9 au premier quart, 10 au dernier quart et 4 lors d'une nouvelle lune. On ne peut donc dégager de tendance significative concernant





l'occurrence des attaques en fonction de la phase lunaire. Il en va de même pour la variable de marée.

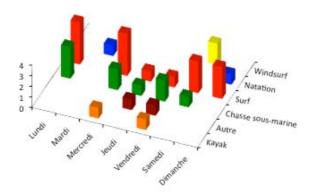


Figure 11: Nombre d'attaques en fonction du jour de la semaine (n=35, 1 attaque sans information)

L'analyse des attaques en fonction des jours hebdomadaires révèle une surreprésentation des attaques le lundi, mercredi et les jours de week-end, en particulier pour les surfeurs et les windsurfers (Figure 11).

3.2. Localisation des attaques

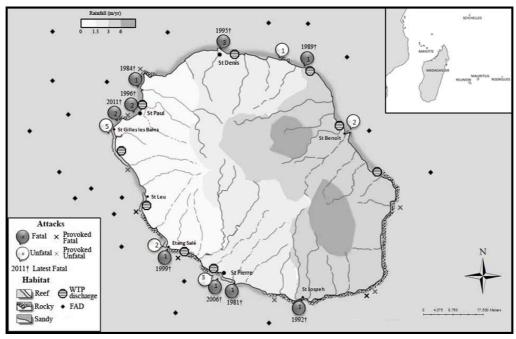


Figure 12 : Distribution spatiale des attaques à la Réunion entre 1980 et 2011





Secteur :	Nord	Est	Sud	Ouest	(par an)
1980	0	0	1	0	1
1981	0	0	1	0	1
1982	0	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0
1988	0	0	2	0	2
1989	1	0	0	0	1
1990	1	0	0	0	1
1991	0	0	1	0	1
1992	0	0	1	3	4
1993	0	0	0	0	0
1994	1	0	1	0	2
1995	1	0	0	0	1
1996	0	0	0	1	1
1997	0	1	1	1	3
1998	0	1	1	0	2
1999	0	0	1	0	1
2000	0	0	1	0	1
2001	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0
2004	0	1	1	0	2
2005	0	0	0	0	0
2006	0	0	1	2	3
2007	0	0	0	1	1
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0
2010	0	1	0	0	1
2011	0	1	0	6	7
TOTAL par secteur)	4	5	13	14	36

Tableau 1: Diagramme spatio-temporel des attaques par secteur et par année, toutes activités confondues.

Plus de 80% des attaques de requins ont eut lieu dans les secteurs Sud et Ouest, et 20 % dans le Nord et l'Est. Les attaques dans le Sud sont récurrente sur la période (n=13, soit pratiquement une tous les deux ans). On observe une forte augmentation des attaques dans l'Ouest (n=6) en 2011, dont deux attaques sur des embarcations. On peut noter l'absence d'attaques dans le Nord depuis 1995 (Tableau 1).

Secteur :	Nord	Est	Sud	Ouest	TOTAL (par an)
1980	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0
1988	0	0	1	0	1
1989	1	0	0	0	1
1990	1	0	0	0	1
1991	0	0	1	0	1
1992	0	0	0	1	1
1993	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	1	1
1997	0	0	1	0	1
1998	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0
2000	0	0	1	0	1
2001	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0
2004	0	1	1	0	2
2005	0	0	0	0	0
2006	0	0	1	1	2
2007	0	0	0	1	1
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0
2010	0	1	0	0	1
2011	0	0	0	4	4
TOTAL (par secteur)	2	2	6	8	18

Tableau 2: Diagramme spatio-temporel des attaques par secteur et par année, pour le surf uniquement.





La distribution spatiale des attaques de requin sur surfeur est conforme à la distribution des attaques toutes activités confondues. 77% des attaques de requins sur des surfeurs ont eut lieu dans les secteurs Sud et Ouest, et 23 % dans le Nord et l'Est (Tableau 2).

3.3. Analyse des facteurs à l'échelle de la Réunion

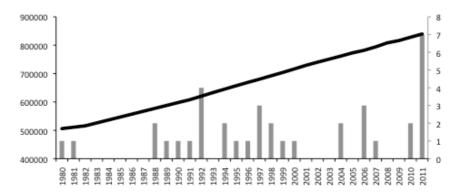


Figure 13: Distribution annuelle des attaques (axe de droite) superposée à la population de La Réunion (axe de gauche).

La distribution annuelle des attaques est relativement décorrélée de la démographie réunionnaise (Figure 13). On constate cependant un « rattrapage » statistique en intégrant l'année 2011. La démographie réunionnaise est en croissance constante depuis les années 1980 (+66% sur la période 1980-2011).

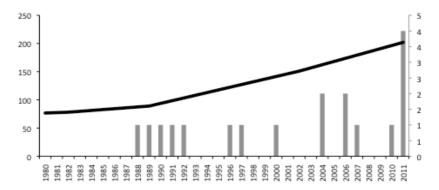


Figure 14 : Distribution annuelle des attaques sur des surfeurs (axe de droite) superposée à la surface urbanisée de La Réunion (en km², axe de gauche).

La distribution annuelle des attaques sur des surfeurs a une croissance relativement synchrone (en prenant un pas de temps de 5 ans) avec la croissance démographique, phénomène directement corrélé avec l'urbanisation à La Réunion (Figure 14). Cette urbanisation en croissance importante depuis les années 1990 (+181% sur la période 1989-2011) s'est faite principalement dans les Bas de l'île en dessous de l'isohypse 400 m.





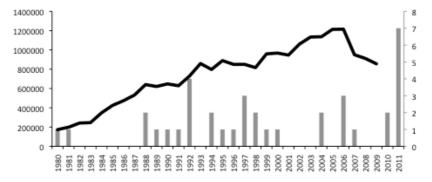


Figure 15: Distribution annuelle des attaques (axe de droite) superposée au tonnage annuel de pêche dans la zone de la Commission des Thons de l'Océan Indien (axe de gauche).

Il n'existe pas de synchronicité entre les tonnages de pêche à l'échelle de l'Océan Indien et les occurrences d'attaque à La Réunion. A noter que la quantité de prise dans l'océan indien ouest a été multiplié par 6 en 20 ans (Figure 15).

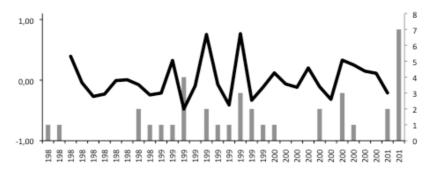


Figure 16 : Distribution annuelle des attaques (axe de droite) superposée aux l'index de l'Indian Ocean Dipole IOD (axe de gauche).

Le dipôle pôle Océan Indien est positif quand la température de la surface de l'eau de l'océan Indien est supérieure à la normale à l'Ouest et inférieure à la normale à l'Est. Un index IOD fortement positif implique des pluies plus importantes sur l'Océan Indien occidental. A l'inverse, un index IOD dipôle négatif implique des pluies anormalement faibles. La moyenne de l'IOD sur 1981-1011 est de 0 (propriété mathématique de l'Index). Sur la Figure 16, on n'observe pas de correspondance nette entre l'IOD et les attaques. Par ailleurs, il n'y pas non plus de correspondance avec l'IOD hebdomadaire : sa moyenne pour l'ensemble des attaques est de 0.

3.3.1. Nature des fonds

Les attaques ont lieu principalement sur des fonds meubles de type galet ou sable ainsi qu'à proximité des récifs coralliens (Figure 17).





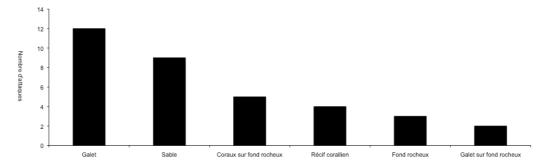


Figure 17 : Nombre d'attaque par substrat benthique, toutes activités confondues.

3.3.2. Blessures

Sur les 26 attaques de requins non provoqués, 13 furent fatales (50%), dans 3 cas les corps ne furent jamais retrouvés (Figure 18). Seulement trois des attaques non fatales ne donnèrent suite à aucune blessure et 23 % ne nécessitèrent aucune chirurgie. Ces attaques sont classifiées comme étant du niveau 1 à 2 sur l'échelle du « shark induced trauma (SIT) ». La majorité des attaques a provoqué des blessures aux membres, dont deux ont nécessité une amputation (jambe et bras). Toutes les attaques mortelles étaient dues à une hémorragie externe.

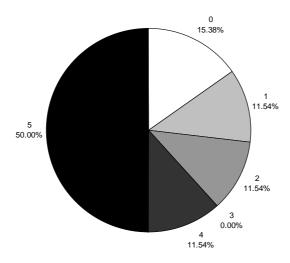


Figure 18 : Distribution de la sévérité des blessures sur les victimes impliquées dans des attaques de requins non-provoquées a la Réunion entre 1980 et 2011 (n=26).

3.3.3 Bathymétrie

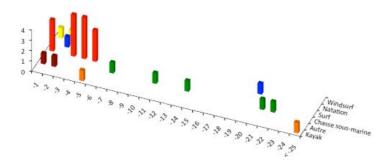


Figure 19: Nombre d'attaque et profondeur du fond (m)





66 % des attaques se sont produites entre 0 et 5 m de profondeur. On note des biais logiques en fonction des activités, ainsi les surfeurs se font exclusivement attaquer à moins de 5 m de profondeur. A l'inverse, les chasseurs sous marins sont attaqués sur des fonds de profondeurs plus importantes comprises entre 7 et 22 m. A noter une attaque sur embarcation à la verticale de l'isobathe -50m (Figure 20).

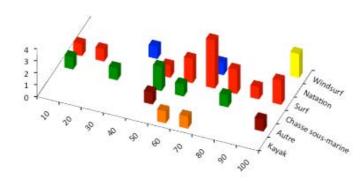


Figure 20 : Nombre d'attaque et ratio substrat meuble/solide dans un périmètre de 2 km autour du site d'attaque.

3.3.4. Temps et état de la mer

Afin d'analyser l'influence des conditions environnementale, nous nous sommes concentré uniquement sur les attaques sur des surfers (Figure 21). 36 % des attaques ont eu lieu un jour ou le temps était ensoleillé. Pour 16% des attaques, la météo du jour n'a pas pu être relevé. En moyenne sur la semaine précédant l'attaque, 24% des attaques se sont passés pendant une semaine ensoleillée. 33% des attaques se sont passés des jours de houles « modérées » (entre 1.25 m et 2,5m) c'est à dire de niveau 3. Pour 19% des attaques l'état de la mer n'a pas pu être relevé. Pour 40 % des attaques, l'état de la mer pendant la semaine précèdent l'attaque était en moyenne avec une houle modérée (de niveau 3).





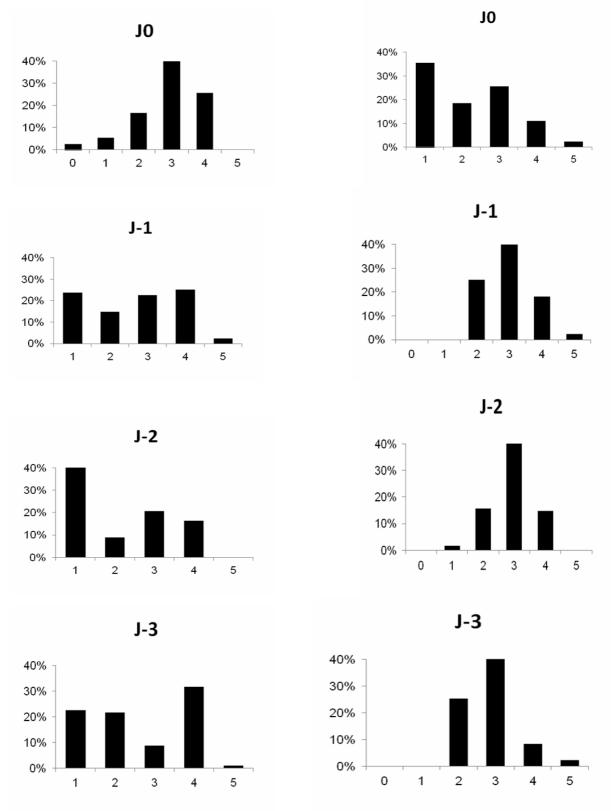


Figure 21: Proportion d'attaques qui ont eu lieu lors d'une météo (à gauche) ensoleillé (1), partiellement ensoleillé (2), nuageux (3), pluvieux (4) et très pluvieux (5), pour le jour de l'attaque et les 7 jours précédents l'attaque; et proportion des attaques qui eurent lieu dans des conditions de mer (à droite) calmes (0), lisse (1), légèrement calme (2), modérés (3), forte (4), très forte (5).





3.3.5. Effet du nycthémère

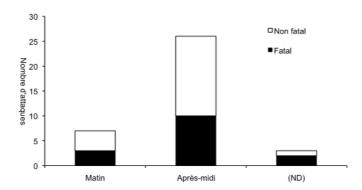


Figure 22: Nombre d'attaque par période la journée toutes activités confondues. Le nombre d'attaques est beaucoup plus important l'après midi avec 69% des attaques.

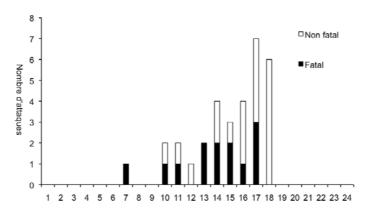


Figure 23 : Nombre d'attaques par heure de la journée toutes activités confondues. Les attaques sont plus nombreuses de 16h à 18h.

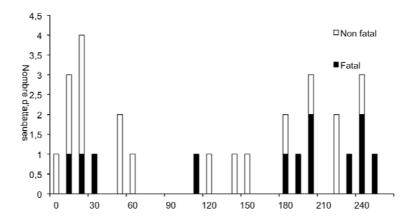


Figure 24: Nombre d'attaques par rapport au coucher du soleil toutes activités confondues. Ce graphe souligne que les attaques sont plus nombreuses en fin d'après midi avec 9 attaques, 30 minutes avant le coucher du soleil.





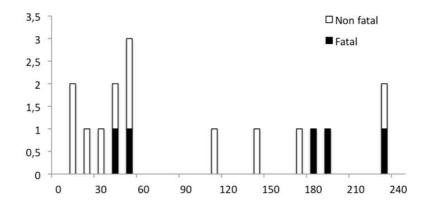


Figure 25 : Nombre d'attaques par rapport à la distance au coucher du soleil pour le surf. 50% des attaques de surfeur ont eu lieu moins d'une heure avant le coucher du soleil. A noter qu'une attaque a eu lieu au levé du jour.

3.3.6. Espèces de requins impliquées dans les attaques

Les attaques répertoriées entre 1980 et 1999 ont été étudiés pour une thèse de médecine et de ce fait une évaluation des morsures de requins pour les attaques mortelles et provoquant des blessures a été faite dans le but d'identifier l'espèce à l'origine de l'attaque. Les requins listés dans cette thèse sont le requin bouledogue (*Carcharhinus leucas*), le requin tigre (*Galeocerdo cuvier*) et le requin gris de récif (*Carcharhinus amblyrhinchos*). Pour les attaques de requins non provoquées après 1999, le requin n'était jamais suffisamment aperçu pour une estimation appropriée de sa taille ou de son espèce. De ce fait l'espèce de requin à l'origine de la majorité des attaques à la Réunion repose sur le témoignage des victimes ou des témoins qui évoquent soit le requin tigre, soit le requin bouledogue.

Conclusion et synthèse

La base initiale obtenue à partir des données du fichier FAAR (Fichier des Attaques de requins à La Réunion) a été mise à jour et contrôlée. Cette vérification a consisté à reprendre l'ensemble des articles de presse parus depuis 1980 et autres éléments de la littérature grise qui ont pu être collectés pour réajuster et recouper les informations sur les circonstances des attaques. A partir de cette base un travail important de compilation a permis d'associer à ces attaques différents facteurs anthropiques et environnementaux. Ces facteurs sont principalement : les conditions atmosphériques, l'état de la mer, la température de surface, le substrat, la pluviométrie et l'urbanisation.

Les premiers résultats de l'analyse sont les suivants. 36 attaques de requins ont été répertoriées à la Réunion entre 1980 et 2011 avec 4 pics en 1992 (n=4), 1997 (n=3), 2006 (n=3) et 2011 (n=7). L'identification des espèces à l'origine des attaques repose sur le témoignage des victimes ou des témoins qui évoquent soit le requin tigre, soit le requin





bouledogue. Ces attaques ont eu lieu tout autour de l'île. Les attaques sur les surfers commencent en 1988 et sont en moyenne d'une attaque par an avec une forte contribution de l'année 2011 (4 attaques). La distribution mensuelle des attaques montre une fatalité beaucoup plus importante (60%) durant la période avril-septembre correspondant à l'hiver (pic en juillet). Sur 34 attaques, 44 % furent fatales : 33 % pour les surfeurs (sur 18 attaques) et 22 % pour les chasseurs sous-marins (9 attaques). L'issue a été fatale pour tous les pratiquants d'autres activités dont le windsurf, la pêche et la natation. La majorité des attaques a eu lieu l'après midi et surtout au crépuscule. Les attaques sont plus fréquentes le lundi, le mercredi et les jours de week-end. Le nombre d'attaques par décennie a augmenté de 1980 à 1992. Pour les deux dernières décennies ce nombre est resté stable mais le nombre d'attaques mortelles a diminué. 24 % des attaques ont eu lieu pendant une semaine ensoleillée. 40% des attaques apparaissent les semaines de houles modérées (entre 1.25 m et 2,5m). L'étude statistique est en cours mais ces résultats montrent les tendances suivantes : les attaques reflètent les activités et restituent les pratiques nautiques ; la réserve marine et les installations aquacoles n'ont aucun impact démontré (les attaques ayant lieu partout autour de l'île et avant / après la création de ces 2 structures) ; la turbidité de l'eau joue un rôle dans l'attaque ; les attaques ont lieu a une heure proche du couché du soleil ; la lune et la marée ne semblent pas avoir d'impact ; il y a plus d'attaques en hiver du fait peut-être des hauteurs de houle et du nombre de surfeurs à l'eau; la pluviométrie au jour J-7 semble être déterminante mais une étude plus poussée par comparaison avec la moyenne mensuelle doit être réalisée.

Cette base pourra servir de base de données « officielle » des attaques mais il sera nécessaire de la mettre à jour, de la sécuriser et peut-être d'envisager d'y inclure d'autres facteurs pour l'heure non analysés mais qui pourraient s'avérer pertinents à la suite de cette étude (cas de la turbidité observée par télédétection) et des résultats du programme CHARC. Il reste un travail important de gestion de cette base mais son architecture est suffisamment développée pour qu'elle puisse être intégrée dans les systèmes d'information développés au niveau du SINP Mer ou être interopérable avec les systèmes d'information existants et notamment ceux concernant les réseaux de surveillance marins tel que la base Quadrige de l'IFREMER.