

Mémoire de stage

présenté par
Lara Mornet-Hess

pour obtenir le certificat de spécialité
Gestion Environnementale des Écosystèmes et Forêts Tropicales

Sujet :
**Évaluation des pressions et définition des usages
acceptables sur les habitats terrestres des tortues marines
en Martinique**

Soutenu publiquement le __ janvier 2021

à AgroParisTech,
campus de Montpellier

devant le jury suivant :

Julie Gresser

Fabian Rateau

Jérémy Vendé

Examinatrice - DEAL Martinique

Tuteur de stage - ONF Martinique

Enseignant référent - AgroParisTech

REMERCIEMENTS

Je remercie chaleureusement Fabian Rateau, mon maître de stage, et Julie Gresser pour leur disponibilité et des échanges toujours utiles. Plus généralement, merci à l'équipe PNA : Fabian Rateau, Alicia Bonanno, Nicolas Paranthoens et Fabien Caron. J'ai beaucoup appris à leurs côtés, et ce dans une bonne ambiance.

Je voudrais vraiment remercier le PNA, les membres de l'ONF et Jérémy Vendé, qui m'ont beaucoup aidée pour que je puisse terminer mon stage dans les meilleures conditions possibles.

Une grande reconnaissance également à Marine et Ludo, mes colocataires, pour leur soutien et leur aide, au moment de mon départ prématuré de Martinique.

Merci à mes collègues, mes ami.e.s, ma famille pour leurs gentilles et précieuses paroles pendant les (trop) nombreux obstacles échelonnés au cours de ce stage.

RÉSUMÉ

Les tortues marines sont menacées par des pressions qui concernent leurs habitats marin et terrestre, les sites de ponte. En Martinique, le plan national d'actions en faveur des tortues marines des Antilles françaises a pour but de restaurer et de maintenir ces populations.

Cette étude définit les usages acceptables sur les sites de nidification des tortues pour mieux encadrer la délivrance d'arrêtés d'occupation temporaire. Le niveau de fréquentation a été mesuré par le ratio entre le nombre de traces de tortues et de suivis entre 2009 et 2020. Pour chaque site de ponte, les indicateurs des menaces ont été croisés avec ces ratios pour déterminer des niveaux de vulnérabilité. Une doctrine a été établie. Elle porte sur les modalités d'aménagement des plages. De plus, des préconisations ont été amenées sur le suivi d'activité des tortues, les besoins d'acquisition de données et leur gestion et sur les actions à mener. Le contexte de crise sanitaire a empêché l'organisation d'ateliers et d'entretiens avec les gestionnaires. Enfin, cette étude insiste sur l'urgence d'agir pour la restauration écologique et la réduction de la pollution lumineuse de sites identifiés comme prioritaires.

ABSTRACT

Sea turtles are threatened by pressures affecting their marine and terrestrial habitats: nesting sites. In Martinique, the national action plan for sea turtles in the French West Indies aims to restore and maintain these populations.

This study defines the acceptable uses on turtle nesting sites to better regulate the issuing of temporary occupation permits. The sea turtle's activity was assessed using the ratio between the number of turtle tracks and monitoring between 2009 and 2020. For each nesting site, the threat indicators were crossed with these ratios to determine levels of vulnerability. A doctrine was established. It concerns the modalities of beach planning. In addition, recommendations were made on turtle monitoring, data acquisition needs and management, and actions to be taken. The health context prevented the organization of workshops and interviews with managers. Finally, this study emphasizes the urgent need to act for ecological restoration and reduction of light pollution of sites priority sites.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	6
1.1. LES ENJEUX DE PROTECTION DES TORTUES MARINES À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE.....	6
1.2. LA PROTECTION DES TORTUES MARINES : DE L'ÉCHELLE INTERNATIONALE À LA MARTINIQUE.....	6
1.3. LE PLAN NATIONAL D' ACTIONS, UN OUTIL POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX DE PROTECTION DES ESPÈCES MENACÉES.....	8
2. PROBLÉMATISATION.....	9
2.1. LES BESOINS DU PLAN NATIONAL D' ACTIONS TORTUES MARINES ET LES OBJECTIFS DE CETTE ÉTUDE.....	9
2.2. RISQUE, VULNÉRABILITÉ, ENJEU ET ALÉA	9
2.3. CADRE ANALYTIQUE DE L'ÉTUDE.....	10
3. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	12
3.1. SITES ET ESPÈCES CONCERNÉES PAR L'ÉTUDE.....	12
3.1.1. <i>Le littoral de la Martinique</i>	12
3.1.2. <i>Les tortues marines de Martinique</i>	13
3.2. ACQUISITION DES DONNÉES.....	15
3.2.1. <i>Données utilisées pour quantifier l'activité des tortues marines</i>	16
3.2.2. <i>Données utilisées pour caractériser le niveau de protection des sites de ponte</i>	17
3.2.3. <i>Données utilisées pour caractériser l'état de la végétation des sites de ponte</i>	17
3.2.4. <i>Données utilisées pour caractériser les pressions</i>	18
3.3. ANALYSE DES DONNÉES.....	19
3.3.1. <i>Analyse de la fréquentation des sites par les tortues marines</i>	19
3.3.2. <i>Analyse du niveau de protection des sites de ponte</i>	20
3.3.3. <i>Analyse de l'état de la végétation des sites de ponte</i>	20
3.3.4. <i>Analyse des pressions</i>	20
3.4. MISE EN PLACE D'INDICATEURS POUR MESURER LA VULNÉRABILITÉ DES SITES DE PONTE.....	21
3.4.1. <i>Une proposition de scénarios agrégeant les indicateurs</i>	22
3.4.2. <i>Une nouvelle proposition avec des indicateurs de vulnérabilité plus adaptés aux mesures de gestion</i>	22
4. DIAGNOSTIC DES PRESSIONS SUR LES SITES DE PONTE DES TORTUES MARINES DE MARTINIQUE.....	24
4.1. HIÉRARCHISATION DES SITES DE PONTE EN FONCTION DE LA FRÉQUENTATION PAR LES TORTUES MARINES.....	24
4.2. INDICE DE PROTECTION DES SITES DE PONTE.....	27
4.3. INDICE DE LA QUALITÉ DE L'HABITAT DES TORTUES MARINES.....	30
4.4. DÉTERMINATION DES VULNÉRABILITÉS DES SITES DE PONTE : ALÉAS, PRÉDATION PAR LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES ET BÂTI.....	32
4.4.1. <i>Vulnérabilité liée aux aléas</i>	32
4.4.2. <i>Vulnérabilité liée au à la prédation par les espèces exotiques envahissantes</i>	34
4.4.3. <i>Vulnérabilité due au bâti</i>	36
4.5. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS.....	38
5. DOCTRINE PROPOSÉE AUX SERVICES INSTRUCTEURS DES ARRÊTÉS D'OCCUPATION TEMPORAIRE ET AUTRES RECOMMANDATIONS.....	40
5.1. RECOMMANDATIONS POUR AMÉLIORER LA CARACTÉRISATION DE L'ENJEU « TORTUES MARINES ».....	40
5.2. LA DOCTRINE PROPOSÉE À LA DEAL : VULNÉRABILITÉ ET AMÉNAGEMENT DES SITES DE PONTE.....	41
5.3. RECOMMANDATIONS : SITES PRIORITAIRES ET ACTIONS À MENER POUR RÉDUIRE CERTAINES PRESSIONS.....	42
6. DISCUSSION : LIMITES ET MISE EN PERSPECTIVE.....	45
6.1. VALIDITÉ DES DONNÉES ET DES RÉSULTATS.....	45
6.2. PERSPECTIVES SUR L'APPLICATION DE LA DOCTRINE.....	47
7. CONCLUSION.....	49
8. RÉFÉRENCES.....	50
9. LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	55

10. TABLE DES TABLEAUX.....	56
11. TABLE DES FIGURES.....	57
12. TABLE DES ANNEXES.....	58
13. ANNEXES.....	59

1 INTRODUCTION

1.1 LES ENJEUX DE PROTECTION DES TORTUES MARINES À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE

Si l'on peut encore observer les tortues marines aux Antilles françaises, leurs effectifs ont drastiquement baissé à l'échelle mondiale. Par exemple, les effectifs des tortues luths (*Dermochelys coriacea*) ont diminué d'environ 90 % dans l'océan Pacifique ces trois dernières générations (Enraygues, 2014). Il est aujourd'hui complexe de trouver des données historiques chiffrées au sujet des effectifs des espèces de tortues marines. Au vu de la littérature existante, ils se sont effondrés par rapport au XVII^{ème} siècle (Père de Tertre : *Histoire générale des Antilles habitées par les français*, 1667), ou même aux années 1950. En effet, le géographe Pierre Gourou écrit en 1964 : « *des îles des Philippines de la mer de Soulou [...] livrent au commerce près d'un million d'œufs par an* » ou encore « *Il est surprenant que la tortue franche [tortue verte] n'ait pas encore disparu [...], dans l'année 1918, il fut capturé 9000 tortues dans l'île Cosmoledo* » (Gourou, 1964).

La surexploitation de ces espèces a grandement participé à la chute de ces populations. Les tortues marines sont l'objet de représentations et d'utilisations variées à travers le monde. Certains peuples pêcheurs togolais et ghanéens ont développé un tabou sur ces espèces, elles ne sont ni tuées ni consommées (WWF-Gabon, 2017). Cependant dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest, elles représentent encore une importante source de revenu et de nourriture, en tant que viande de brousse aquatique (Dossa *et al.*, 2006 ; Luber et Toole, 2017). Aux Petites Antilles, les tortues marines ont été abondamment consommées localement ou exportées à l'époque coloniale (Gourou, 1964). Elles ont été également utilisées en médecine traditionnelle (Gourou, 1964). Aujourd'hui, ces valeurs culturelles semblent avoir perdu de l'ampleur au profit de l'intérêt économique : le tourisme étant très dynamique dans ces îles, les tortues marines sont attractives en ce sens. De plus, elles représentent un symbole de l'histoire et du patrimoine qui doit être préservé (Ballot, 2014). Enfin, elles ont une valeur écologique en favorisant la présence des poissons par la consommation de méduses (tortue luth) ou l'entretien des herbiers (tortue verte) (WWF-Gabon, 2017 ; Seeturtles, 2020).

D'autres facteurs les menacent et participent aussi à la diminution de leurs effectifs. Il s'agit davantage de pressions indirectes qui portent atteinte aux tortues marines ou à leurs habitats. Ceci sera détaillé dans la partie 3.1.2.

1.2 LA PROTECTION DES TORTUES MARINES : DE L'ÉCHELLE INTERNATIONALE À LA MARTINIQUE

Au vu des différents enjeux relatifs à leur protection, toutes les espèces de tortues marines sont menacées et présentent une diminution des populations à l'échelle mondiale selon l'Union internationale de conservation de la nature (UICN) (UICN, 2020) :

- Tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) : en danger critique ;
- Tortue verte (*Chelonia mydas*) : en danger ;
- Tortues caouanne *Caretta caretta*) et olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) : vulnérable ;
- Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) : vulnérable à l'échelle mondiale et préoccupation mineure sur l'Atlantique Ouest.

La protection de ces espèces de tortues marines est cadrée par un certain nombre de conventions internationales :

- Annexe I de la convention sur le commerce des espèces de faune et de flore menacées d'extinction¹ (ratifiée par la France en 1978) : commerce interdit et transport strictement régulé ;
- Annexe 1 de la convention sur les espèces migratrices appartenant à la faune sauvage² (ratifiée en 1990) : prélèvement interdit et mesures favorisant la protection des habitats et la migration obligatoires ;
- Annexe II de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe³ (ratifiée en 1990) : favoriser les actions de sensibilisation et intégration de ces espèces dans les politiques nationales de conservation, d'aménagement, de développement ;
- Convention sur la diversité biologique⁴ (ratifiée en 1994) : développement de stratégies, plans et programmes nationaux ;
- Convention pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes⁵ (ratifiée en 1986) : protection des milieux, évaluation des impacts, coopération.

En Martinique, il y a cinq espèces de tortues marines : la tortue imbriquée, la tortue luth, la tortue verte, la tortue olivâtre et la tortue caouanne. Les trois premières sont celles que l'on observe le plus sur les plages de l'île (Crillon et Cuzange, 2018). Leur état de conservation à l'échelle locale a été mesuré à l'aide de différents indicateurs (Crillon et Cuzange, 2018) :

- L'évolution des effectifs ;
- L'évolution des aires de répartition ;
- L'état des habitats et leur disponibilité ;
- Les menaces ;
- Les statuts de conservation.

Les principaux points négatifs concernent leurs habitats dont les menaces sont importantes et en augmentation. Ainsi, l'état de conservation des tortues vertes et des tortues imbriquées est jugé défavorable et celui des tortues luths est indéterminé par manque d'informations. Malgré le statut UICN « préoccupation mineure » des tortues luths en Atlantique Ouest, une récente étude montre un fort déclin des populations dans ce secteur, soit également à la Martinique (Northwest Atlantic Leatherback Working Group, 2018).

Dans le but de pallier l'effondrement de ces espèces, leur pêche a été prohibée en 1991 en Guadeloupe et en 1993 en Martinique. Puis, la totalité des espèces de tortues marines a été protégée par un arrêté ministériel en 2005 (MEDD, 2005). Celui-ci stipule notamment qu'il est interdit de détruire leurs habitats, leurs nids et leurs œufs. Il est aussi proscrit de les perturber intentionnellement, de les tuer, de les détenir ou de les vendre.

¹ Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (convention de Washington), Washington, 03 mars 1973.

² Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (convention de Bonn), Bonn, 01 novembre 1979.

³ Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (convention de Berne), Berne, 19 septembre 1979.

⁴ Convention sur la diversité biologique (convention de Rio), Rio de Janeiro, 05 juin 1992.

⁵ Convention pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes (convention de Carthagène), Carthagène, 24 mars 1983.

1.3 LE PLAN NATIONAL D’ACTIONS, UN OUTIL POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX DE PROTECTION DES ESPÈCES MENACÉES

Lorsque les dispositifs de protection des espèces menacées mis en œuvre ne sont pas suffisants, il existe les plans nationaux d’actions (PNA) (MTES, 2019). Ces derniers sont non contraignants juridiquement. Ils ont été mis en place à la fin des années 1990 par la France. Ils s’inscrivent dans le cadre des directives européennes « Oiseaux » de 1979 (2009/147/CE) et « Habitat, Faune Flore » de 1992 (92/43/CE). En 2007, ils ont été renforcés grâce au Grenelle de l’environnement (INPN, 2020b). Ils « visent à assurer la conservation ou le rétablissement dans un état de conservation favorable d’espèces de faune et de flore sauvages menacées » (MTES, 2019). Il en existe deux types. En premier lieu, les PNA à but de rétablissement des populations sont mis en place. Une fois leurs objectifs atteints, les PNA à but de conservation sont établis. Environ 70 PNA ont été institués depuis leur création.

Ils sont issus d’une démarche volontaire et de la concertation des divers acteurs des territoires. Ils sont généralement coordonnés par les directions régionales de l’environnement, de l’aménagement et du logement (DREAL⁶) qui en suivent l’élaboration. Les DREAL sélectionnent aussi les acteurs chargés de l’animation et de la mise en œuvre des actions, en particulier l’Office français de la biodiversité (OFB) ou bien l’Office national des forêts (ONF). Ce dispositif met en œuvre différents types d’actions : sensibilisation, protection et inclusion des espèces ciblées et de leurs habitats dans la gestion des activités anthropiques et l’établissement des politiques publiques.

Toutes les espèces de tortues marines bénéficient du PNA en faveur des tortues marines aux Antilles françaises (Crillon et Cuzange, 2018). Un premier plan de restauration (ancien nom du PNA) sur les tortues marines des Antilles a été animé par l’ Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) de 2006 à 2016. Les objectifs étaient les suivants :

- Identification des sous-populations et détermination de l’aire de répartition des tortues marines ;
- Détermination de leur statut de conservation ;
- Amélioration de la connaissance des menaces et limitation de leurs impacts ;
- Sensibilisation.

Une évaluation de ce premier plan réalisée en 2016 a montré que de nombreuses menaces persistaient malgré les actions entreprises (Biotope, 2016). Ainsi, le PNA a été renouvelé pour la période 2018-2029.

L’actuel PNA a pour objectif de restaurer les populations de toutes les tortues marines que l’on peut observer en Martinique. Il s’articule autour d’actions portant sur la conservation, la gestion, les connaissances et la sensibilisation. Le PNA s’applique en Guadeloupe, en Martinique et à Saint-Martin. Il est piloté par la DEAL Guadeloupe, co-piloté par la DEAL Martinique sur le territoire de la Martinique, animé par l’ONF Guadeloupe et le réseau Tortues Marines Guadeloupe pour la Guadeloupe/Saint Martin et animé par l’ONF Martinique et l’ensemble du réseau des tortues marines de Martinique (RTMM) pour la Martinique. Le RTMM est impliqué dans la mise en œuvre des actions du PNA. Le RTMM est constitué d’« associations, bénévoles, scientifiques, gestionnaires d’espaces naturels, organismes d’État en charge de la protection de la nature mais également de socio-professionnels dont les activités concourent à suivre, préserver et communiquer sur les tortues marines ». (RTMM, 2020).

⁶ En Martinique : direction de l’environnement, de l’aménagement et du logement (DEAL)

2 PROBLÉMATISATION

2.1 LES BESOINS DU PLAN NATIONAL D' ACTIONS TORTUES MARINES ET LES OBJECTIFS DE CETTE ÉTUDE

Les activités des tortues marines sont suivies et bancarisées dans une base de données depuis 2009. Un réseau de bénévoles et d'associations participe au suivi des traces de tortues sur les sites de ponte. « *Est considéré comme site de nidification pour les tortues marines toute surface où au moins une femelle d'une espèce quelconque de tortue marine a pondu dans des temps historiques* » (Girondot et Fretey, 1996). Des acteurs scientifiques et environnementaux du RTMM mènent des études et des projets qui visent l'amélioration des connaissances sur les populations et les habitats de ces espèces. D'autres données, en lien avec les pressions qui menacent les tortues marines, existent et sont produites par une multitude d'acteurs. Cependant, elles sont récoltées dans un but différent que celui de développer les connaissances sur les habitats des tortues.

Toutes ces données n'avaient jamais encore été rassemblées et analysées afin de les associer à l'enjeu de la conservation de ces espèces protégées. Il était donc nécessaire de mener un tel diagnostic pour le PNA. Il a été décidé de focaliser l'étude sur les habitats terrestres des tortues : leur site de ponte. D'une part, la volonté de l'équipe du PNA était d'utiliser le diagnostic et les préconisations associées pour définir les usages acceptables sur les sites de nidification. En effet, l'objectif était de fournir une doctrine aidant à la prise de décision lors de la délivrance des autorisations d'occupation temporaire (AOT) par les services instructeurs (DEAL, collectivités territoriales). Les AOT sont « *un instrument juridique qui permet à l'État d'accorder à un tiers un droit réel sur son domaine afin que ce dernier construise un ouvrage qu'il exploite ou qu'il loue à l'État* » (Marché public, 2020). D'autre part, le diagnostic visait à mieux orienter les actions de gestion, de conservation et d'animation en proposant des recommandations destinées à l'équipe du PNA et aux partenaires.

Plus généralement, ce travail répond à trois enjeux identifiés dans le PNA : « *connaissance des menaces s'exerçant sur les tortues marines* », « *connaissances des populations et habitats des tortues marines* » et « *bonne qualité des habitats prioritaires des tortues marines* » (Crillon et Cuzange, 2018). Cette étude s'inscrit en continuité d'un diagnostic des sites de ponte en Martinique réalisé par l'ONCFS en 2015, d'un diagnostic de la pollution lumineuse mené à la Martinique (Magdelonnette, 2019) et d'un travail similaire mis en place à la Guadeloupe (Burg, 2019).

2.2 RISQUE, VULNÉRABILITÉ, ENJEU ET ALÉA

Lorsque les services instructeurs reçoivent des demandes d'AOT, ils doivent être en mesure de se prononcer sur l'impact potentiel du projet sur le site de ponte. Aussi, il paraît pertinent de déterminer leur vulnérabilité. Cette dernière constitue un critère fréquemment étudié en évaluation des risques, au même titre que les enjeux et les aléas. Les enjeux représentent les « *personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, etc. susceptibles d'être affectés directement ou indirectement par un phénomène naturel* » (MTES, 2020). Un aléa est un « *processus ou phénomène naturel qui peut causer des pertes de vie humaine, des blessures ou d'autres effets sur la santé, des dommages aux biens, la perte de moyens de subsistance et de services, des*

perturbations socio-économiques ou des dommages à l'environnement » selon la stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations unies.

Si les définitions d'enjeu et d'aléa font consensus, cela est plus complexe pour les notions de risque et de vulnérabilité. Une étude du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) résume les concepts et définitions de la vulnérabilité. La conclusion est que les termes vulnérabilité et risque reposent sur de multiples composantes intrinsèques et définitions intimement liées (Foerster, 2009 ; Hoareau *et al.*, 2018). Par exemple, la définition du risque naturel prise par l'État est « *un événement dommageable, doté d'une certaine probabilité, conséquence d'un aléa survenant dans un milieu vulnérable. Le risque résulte, donc, de la conjonction de l'aléa et d'un enjeu* » (MTES, 2020). De plus, les stratégies de réduction des risques doivent être à la fois préventives et curatives (Clergeau et Le Lay, 2006). Il est ainsi nécessaire de connaître la fragilité de l'enjeu, soit sa vulnérabilité, pour le préserver.

La vulnérabilité peut être définie comme « *la qualité de tout enjeu exposé à un aléa naturel* ». Selon les auteurs, cette définition prend parfois en compte la capacité de réponse propre à l'enjeu (Hoareau *et al.*, 2018). Cette définition a été critiquée, car elle n'intègre pas les causes anthropiques qui impactent les enjeux ou participent à l'augmentation des risques naturels.

Dans le cadre de cette étude, la définition de la vulnérabilité sera la suivante : « *propension d'un [enjeu] à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique* » (Clergeau et Le Lay, 2006). Plus l'enjeu, soit la présence des tortues marines, et les aléas sont forts, plus la vulnérabilité des sites et le risque augmentent.

2.3 CADRE ANALYTIQUE DE L'ÉTUDE

Pour répondre aux questions que ce travail soulève, il convient de définir les cadres analytiques associés à cette étude. Les PNA ont pour but de conserver les espèces menacées : ils relèvent de la biologie de la conservation. Les missions relatives à cette étude demandent de s'intéresser à l'habitat des tortues marines. Cette notion mérite d'être approfondie.

Les fondements de la biologie de la conservation ont progressivement émergé à partir de la deuxième moitié du XX^{ème} de manière concomitante aux prises de conscience mondialisées de la détérioration des écosystèmes. Elle s'est développée au départ pour enrayer le déclin de la biodiversité. C'est pour cela qu'elle est souvent considérée comme une discipline de crise (Soulé et Wilcox, 1980). Elle fait notamment appel à l'écologie, l'anthropologie, la géographie ou encore l'économie. (Primack *et al.*, 2012). Les principaux champs de recherche sont (Primack *et al.*, 2012) :

- La connaissance de la diversité biologique ;
- La connaissance des impacts des activités anthropiques à plusieurs échelles ;
- Le développement de solutions pour empêcher l'extinction des espèces, maintenir la biodiversité dans son ensemble, restaurer les populations et les écosystèmes.

Les travaux issus de la biologie de la conservation ont porté principalement sur la création de dispositifs de gestion et de protection des espaces naturels, la restauration écologique, la réintroduction d'espèces, la conservation ex-situ, ou encore le suivi scientifique.

En France, la biologie de la conservation s'est davantage développée sous la désignation d'écologie de la conservation (Primack *et al.*, 2012). La biologie de la conservation a été parfois critiquée, car son caractère transdisciplinaire ne se restreignait la plupart du temps qu'aux différents champs de la biologie (Primack *et al.*, 2012 ; Mathevet et Godet, 2015).

L'écologie de la conservation se veut plus intégrative en prenant davantage en compte les sciences économiques, humaines et sociales (Mathevet et Poulin, 2006 ; Primack *et al.*, 2012).

Toutefois, les activités anthropiques influencent la biodiversité à plusieurs échelles comme celle des processus écologiques lors des modifications des paysages. Aussi, cela implique des méthodes et des savoir-faire propres à la géographie (Primack *et al.*, 2012 ; Mathevet et Godet, 2015). En effet, la géographie étudie le développement des territoires et les modifications associées, l'utilisation des ressources et leur valorisation ainsi que les évolutions des usages de l'espace. On peut donc parler de géographie de la conservation (Mathevet et Godet, 2015).

La biologie de la conservation, dans son ensemble, est nécessaire pour appuyer les prises de décisions dans un contexte où les impacts anthropiques sont grandissants. C'est aussi une science de l'action. Elle est en relation étroite avec les politiques de gestion de l'environnement.

Ainsi, ce travail repose sur le cadre de la biologie de la conservation et des courants qui en découlent puisqu'il s'agit de :

- Accroître les connaissances sur les tortues marines et leurs habitats ;
- Accroître les connaissances sur les pressions qui les menacent ;
- Proposer des préconisations à l'échelle des sites de ponte, mais également à celle de la Martinique.

Il convient alors de délimiter la notion d'habitat. La directive « Habitats Faune Flore » (92/43/CE) définit l'habitat naturel comme étant : « *un espace homogène par ses conditions écologiques [...]), par sa végétation (herbacée, arbustive et arborescente), hébergeant une certaine faune, avec des espèces ayant tout ou partie de leurs diverses activités vitales sur cet espace* ». Un habitat est associé à des échelles spatiales et temporelles définies, mais évolutives. Plus largement, il représente le milieu dans lequel une espèce donnée vit. On parle d'habitat d'espèce (Sordello et al., 2011). Ce dernier inclut une dimension écologique et géographique. Il peut regrouper plusieurs habitats naturels. Par exemple, les zones de ponte et d'alimentation des tortues marines sont deux habitats naturels différents, mais n'en forment qu'un au titre de l'habitat d'espèce. Cette définition sera privilégiée dans le cadre de cette étude.

Ainsi, les objectifs de ce travail font émerger plusieurs questions relatives à la caractérisation de l'enjeu et des pressions :

Comment quantifier la présence des tortues marines sur les plages et où sont les sites les plus fréquentés par les tortues marines ?

Comment caractériser l'ensemble des pressions qui s'exercent sur les sites de pontes ?

Utilisant une approche fondée sur la biologie de la conservation, nous tâcherons de répondre à cette dernière question :

Quelles sont les recommandations qui permettront de diminuer les pressions sur ces sites pour favoriser la conservation des tortues marines ?

Par la suite, les termes de « pression » et « menace » seront utilisés indifféremment pour qualifier l'ensemble des aléas naturels et autres phénomènes anthropiques qui portent atteinte aux tortues et à leurs habitats. De même, les sites de ponte pourront être appelés « plages » ou « sites de nidification ».

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 SITES ET ESPÈCES CONCERNÉES PAR L'ÉTUDE

3.1.1 LE LITTORAL DE LA MARTINIQUE

L'île de la Martinique bénéficie d'un climat tropical humide. La saison humide, pendant laquelle des épisodes cycloniques sont fréquents, s'étale de juillet à octobre. La saison sèche, ou carême, dure de février à mai.

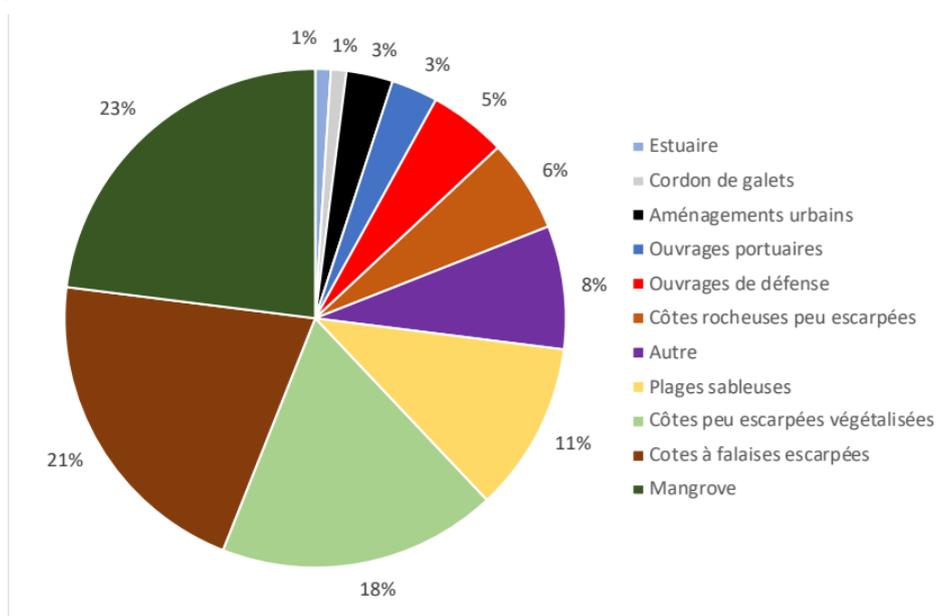


Figure 1 : Part relative des différentes occupations du sol au niveau du littoral de la Martinique (% du linéaire total).

La Martinique s'étend sur 1 128 km². Le linéaire côtier représente environ 510 km dont 58 km répartis entre les quelque 150 plages sableuses (Figure 1). La Figure 1 a été établie grâce à des données du BRGM de 2010. Une carte présentant la répartition des occupations du sol est consultable en Annexe 1. La majeure partie du littoral est naturelle. Le trait de côte est de plus en plus menacé par la montée des eaux et par l'érosion lors de phénomènes cycloniques (Cerema, 2020). La côte atlantique est plus découpée que la côte caraïbe. Elle est aussi davantage exposée aux alizées et à l'arrivage des sargasses, algues brunes de la famille des *Sargassaceae*, dont les échouages sont massifs depuis 2011. Quant aux parties aménagées, elles morcellent le littoral sauf pour certaines grandes portions naturelles : nord de l'île, le long de la presqu'île de la Caravelle, baie de Génipa, etc.

La zone des cinquante pas géométriques est un dispositif du droit français qui s'applique notamment à la Martinique (Clément et Morin, 2015). Il s'agit d'une frange de 81,20 m de large sur laquelle les conditions d'appartenance au domaine public maritime (DPM) sont particulières. Elle est divisée en trois groupes : la zone urbanisée, la zone d'urbanisation diffuse et la zone naturelle. La partie urbaine est gérée par l'Agence des cinquante pas géométriques. En Martinique, environ 72 % de la surface des cinquante pas géométriques est naturelle. Environ 70 % de cette zone est gérée par l'ONF : c'est la forêt domaniale du littoral (FDL). Le reste est géré par le conservatoire du littoral (CDL) ou par la DEAL. Cette

dernière peut réaliser des conventions de gestion aux collectivités ou des AOT auprès des collectivités ou des privés qui en font la demande.

De plus, des portions du littoral sont incluses dans les périmètres de plusieurs dispositifs de protection des espaces naturels. Ceci sera détaillé dans la partie 3.2.2.

3.1.2 LES TORTUES MARINES DE MARTINIQUE

Les espèces ciblées par le PNA et concernées par cette étude sont la tortue imbriquée, la tortue luth et la tortue verte (Figure 2). Seule la tortue luth appartient à la famille des *Dermochelyidae*. Les deux autres appartiennent à la famille des *Chaloniidae*. Ce sont les tortues imbriquées que l'on observe le plus souvent sur les plages de la Martinique.



Figure 2 : De gauche à droite, tortue verte (cliché : E. Dumont-Dayot), tortue luth (cliché : D. Laffite), et tortue imbriquée (cliché : D. Laffite) en bas.

Les tortues passent la majeure partie de leur vie en mer. Les tortues vertes s'alimentent sur les herbiers, les tortues imbriquées sont omnivores (éponges, mollusques) et les tortues luths consomment principalement des mollusques (Crillon et Cuzange, 2018).

À partir de 20 ans, elles sont en âge de se reproduire. Tous les deux à cinq ans, elles migrent vers les zones de reproduction situées à proximité des sites de nidification. Un individu peut s'accoupler et pondre plusieurs fois par saison, généralement la nuit, entre mars et octobre (Tableau 1). Environ une centaine d'œufs sont pondus à chaque fois. Elles sont plus ou moins fidèles aux sites de ponte selon les espèces (Mortimer et Portier, 1989 ; Beaufort *et al.*, 2015 ; Crillon et Cuzange, 2018). Les femelles pondent généralement à différents niveaux : dans la bande sableuse pour la tortue luth, à la limite de la végétation basse pour la tortue imbriquée et sous le couvert de végétation pour la tortue imbriquée. Il n'est cependant pas rare d'observer des tentatives de ponte dans des endroits particuliers, comme sur des plages avec des gros galets/cailloux. Après deux mois d'incubation, c'est l'émergence : les œufs ont éclos et les tortillons remontent à la surface pour rejoindre la mer.

Tableau 1 : Saison de ponte et d'émergence des espèces de tortues marines de la Martinique.

	Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Tortue verte	Ponte												
	Émergence												
Tortue imbriquée	Ponte												
	Émergence												
Tortue luth	Ponte												
	Émergence												

Le temps passé sur terre est court par rapport à la durée de vie d'une tortue, mais il est crucial pour leur pérennité. Toutefois, sur les plages, ces espèces sont menacées à plusieurs stades de leur développement : les femelles adultes lors de la ponte, les œufs dans les nids, et les tortillons lorsqu'ils tentent de regagner la mer. De plus, même si la Martinique compte de nombreuses plages et qu'elles peuvent potentiellement toutes accueillir les pontes, ces habitats sont aussi soumis à plusieurs pressions. Le Tableau 2 présente les principales pressions que subissent les tortues marines ainsi que leur habitat terrestre.

Tableau 2 : Types de pressions et impact sur le cycle de vie terrestre des tortues marines.

Pressions	Habitat	Tortues marines
Érosion (aménagements, houles, cyclones)	Destruction temporaire ou définitive de la surface de ponte et de la végétation	Destruction possible de nids
Sargasses et ramassage		Blocage des tortillons lors de leur trajet vers la mer Destruction des nids si le ramassage est mal effectué Accès au site de ponte perturbé
Prédation par les espèces exotiques envahissantes		Destruction des nids et/ou consommation des œufs (mangoustes, chiens, rats)
Pollution lumineuse		Désorientation des tortues lorsqu'elles viennent pondre ou des tortillons
Bâti	Occupation de la surface de ponte	Dérangement (lumière, bruit)
Fréquentation balnéaire	Tassement du sol, destruction de la végétation	Dérangement lors de l'observation des tortues
Braconnage		Destruction des tortues adultes ou des œufs.

Parmi ces menaces, toutes n'ont pas le même impact. Par exemple, le braconnage, aussi dommageable soit-il, reste peu fréquent en Martinique tandis que les conséquences de la pollution lumineuse sont considérables (RTMM, 2020). Régulièrement, les tortues sont désorientées et meurent déshydratées ou écrasées (Figure 3).



Figure 3 : Tortillon désorienté par un lampadaire - Guadeloupe. (Cliché : S. Barrioz).

Il ne faut pas oublier que ces tortues sont également fortement menacées en mer (Louis-Jean, 2015) : ingestion de matières plastiques, captures accidentelles de pêche, collision avec les bateaux, destruction des herbiers et des récifs coralliens, etc. Enfin, même si cela reste encore peu développé à ce jour à la Martinique, les tortues marines sont sensibles à la fibropapillomatose, une maladie due à un virus.

Notons également qu'il existe différents niveaux de protection en fonction des dispositifs de gestion des espaces naturels (Mathevet et Godet, 2015):

- Inventaire patrimonial ;
- Protection au titre d'un texte international ou européen ;
- Protection conventionnelle ;
- Protection législative directe ;
- Protection par la maîtrise foncière ;
- Protection réglementaire.

Ces différentes couches et niveaux de protection impactent les sites de ponte : en fonction de leur localisation, certains seront plus protégés que d'autres.

Toutes ces menaces additionnées à la prédation des tortillons par les oiseaux et les crabes, expliquent qu'il faut environ mille œufs pour obtenir une tortue en âge de se reproduire (Crillon et Cuzange, 2018).

3.2 ACQUISITION DES DONNÉES

Il est nécessaire de rappeler ici que l'objectif des analyses est de connaître le niveau de vulnérabilité des sites de ponte. Elle est définie comme étant le croisement entre l'enjeu, soit la présence des tortues marines, et les menaces, présentées dans la partie précédente. Aussi, il convient de présenter les données utilisées pour la caractérisation des différents paramètres de cette relation.

3.2.1 DONNÉES UTILISÉES POUR QUANTIFIER L'ACTIVITÉ DES TORTUES MARINES

L'activité des tortues marines se mesure de différentes manières. Cela dépend des données et des moyens disponibles. Plusieurs méthodes visant à modéliser l'activité ont été traitées dans la littérature (Jacob et Gardes, 2011). Une première méthode se base sur l'abondance des femelles (Balazs et Chaloupka, 2006). Une deuxième méthode consiste à estimer le nombre total de pontes durant une saison à partir d'un comptage partiel de nids (Girondot, 2010a). Une dernière façon est de comptabiliser les traces et de modéliser la saison de ponte à l'aide de paramètres biologiques qui ne fluctuent pas sur le court terme comme le pic de la saison de ponte, sa durée, son début et sa fin, etc. Un modèle détermine le nombre de nids pondus durant la saison avec ces paramètres (Girondot, 2010b).

Pour rappel, le suivi de traces des tortues marines est bancarisé depuis 2009. L'année 2016 a été l'année de transition entre les structures portant le PNA : l'ONCFS puis l'ONF. Il n'y a donc pas eu de suivi cette année-là. Depuis 2018, le protocole Girondot, appelé par la suite « comptage de trace matinal » a été mis en place avec l'aide du CNRS (cf. Annexe 2). Pendant la saison de ponte, les plages sont suivies tous les trois jours. Ainsi, tous les bénévoles sont censés utiliser une méthode standardisée.

D'autres suivis sont réalisés : marquage nocturne et suivi matinal hors protocole. Les données de suivi sont rassemblées dans un unique tableur : la base de données de suivi d'activité. Même si aucune trace n'est relevée lors d'un suivi, une ligne est créée pour annoncer l'existence d'un suivi. Puis une ligne est ajoutée à chaque trace observée (Figure 4).



Figure 4 : Trace de tortue imbriquée venue pondre sur la plage du Diamant, 2020. (Cliché : A. Bonnano).

Depuis 2009, environ 15 000 données y ont été inscrites. Plusieurs types d'informations y sont consignés :

- Informations générales : date, heure, nom du bénévole, etc.
- Informations sur le site : localisation, nom, secteur, etc.
- Informations sur le suivi : type de suivi, présence de trace, ponte, dimensions, coordonnées de la trace, espèce, etc.

Il est difficile de juger avec précision si une trace a donné lieu à une ponte. D'une part, les traces peuvent être altérées. D'autre part, les tortues font parfois plusieurs tentatives avant de pondre ou d'abandonner et de retourner à la mer.

Ainsi, au vu des données disponibles, l'activité des tortues marines sera quantifiée par le nombre de traces observées.

3.2.2 DONNÉES UTILISÉES POUR CARACTÉRISER LE NIVEAU DE PROTECTION DES SITES DE PONTE

Les différents dispositifs de protection des espaces naturels existant sur le littoral martiniquais ont été répertoriés (INPN, 2020a) : sites inscrits, sites classés, arrêtés de protection de biotope (APB), réserve naturelle nationale (RNN), réserve naturelle régionale (RNR), sites du CDL, les espaces remarquables du littoral et la FDL gérée par l'ONF. Dans un premier temps, d'autres dispositifs avaient également été pris en compte comme les zones naturelles d'intérêt faunistique et floristique (ZNIEFF), les zones sous convention Ramsar et le parc naturel régional de la Martinique (PNR).

Les périmètres de tous les dispositifs de protection des espaces naturels ont été récoltés auprès de la DEAL Martinique, de l'ONF et de l'INPN (INPN, 2020a).

Des données qualitatives ont été utilisées ici. D'une part, le fonctionnement de chaque dispositif a été étudié : usages autorisés, contraintes juridiques et intégration des espèces protégées (en particulier des tortues marines) dans les mesures de gestion (Lefebvre *et al.*, 2013 ; MTES et Commissariat général au développement durable, 2019). D'autre part, des entretiens semi-directifs ont été prévus avec différents gestionnaires. Le but était d'obtenir des informations sur le contexte de mise en œuvre. Toutefois, les conditions de réalisation du stage ayant été impactées en particulier en raison de la crise sanitaire, seuls l'ONF et le CDL ont pu être rencontrés. Les grilles d'entretien sont en Annexe 3.

3.2.3 DONNÉES UTILISÉES POUR CARACTÉRISER L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION DES SITES DE PONTE

Les données sont issues d'un diagnostic mené par l'ONCFS en 2015. La plupart des sites étudiés dans le cadre de cette étude sont inclus dans le diagnostic. Les données relevées sont les suivantes :

- Quantité de végétation haute (strate arborée) selon trois modalités : faible, moyenne et abondante ;
- Qualité de la végétation basse selon trois modalités : présence, présence, mais discontinuité de la strate et absence.

Pour ces deux paramètres, les notes de 0 (faible quantité d'arbres ou absence de la végétation basse), 1 et 2 (végétation haute abondante ou présence de la végétation basse) ont été attribuées.

3.2.4 DONNÉES UTILISÉES POUR CARACTÉRISER LES PRESSIONS

Les données utilisées pour caractériser les pressions proviennent de sources variées. Le Tableau 3 présente l'intégralité des pressions et des données qui ont été récoltées et analysées. Cependant, toutes les pressions n'ont pas été retenues. C'est le cas du braconnage, de la fréquentation balnéaire et de la pollution lumineuse. De plus, au sein des pressions retenues, certaines données n'ont pas été utilisées. Les raisons ayant mené à ce choix seront exposées en 3.3.4.

Tableau 3 : Présentation des données recensées pour le diagnostic des pressions.

Pressions	Données	Origine
Érosion (aménagements côtiers, houles, cyclones)	Indicateur national de l'érosion côtière 1951-2020 Données cartographiques de la position de la limite de végétation en 1951, 2004, 2010 et 2017.	BRGM
Sargasses et ramassage	Indicateur du niveau de la présence des sargasses : la côte est découpée en mailles d'1km ² et a été survolée 20 fois en 2019 Base de données de suivi d'activité de 2009 à 2020 Base de données « échouages »	DEAL ONF Aquasearch
Prédation par les espèces exotiques envahissantes	Base de données de suivi d'activité de 2009 à 2020 Base de données « échouages »	ONF Aquasearch
Bâti	Diagnostic de certains sites de ponte – 2015 Données SIG sur la répartition du bâti en 2020	ONCFS DEAL
Pollution lumineuse	Diagnostic de la pollution lumineuse de 2018 sur quelques sites de ponte Données SIG : répartition des sources lumineuses des communes Base de données de suivi d'activité de 2009 à 2020 Base de données « échouages »	ONF SMEM ONF Aquasearch
Fréquentation balnéaire	Occurrence des noms de sites sur un moteur de recherche Dires d'expert	ONF, PNA, observatoire économique du tourisme
Braconnage	Base de données de suivi d'activité de 2009 à 2020 Base de données « échouages »	ONF Aquasearch

La base de données « échouages » est gérée par le bureau d'études Aquasearch. Lorsqu'une personne est témoin d'une tortue en difficulté, elle appelle le RTMM qui donne les consignes à suivre ou intervient selon les cas. La situation est alors répertoriée sur un tableur : tortue prise dans les sargasses, prédation, etc.

Une fois l'ensemble de ces données récoltées, elles ont été analysées. Ceci aboutit à plusieurs indicateurs. La méthodologie employée est détaillée dans la prochaine partie.

3.3 ANALYSE DES DONNÉES

Pour chaque indicateur, plusieurs classes, souvent trois, sont proposées.

Au début de l'étude, il était prévu d'organiser des ateliers participatifs avec des acteurs du littoral pour échanger sur les résultats et intégrer leurs remarques. En raison de la crise sanitaire actuelle, il n'a pas été possible de mener à bien ce projet. Les discussions ont donc essentiellement eu lieu entre la DEAL et l'équipe du PNA.

3.3.1 ANALYSE DE LA FRÉQUENTATION DES SITES PAR LES TORTUES MARINES

En comptabilisant les lieux où au moins une trace est recensée entre 2009 et 2020, tous types de relevés confondus, il existe 112 sites de ponte. En prenant en compte d'autres sites identifiés dans des travaux antérieurs menés par l'ONCFS pour lesquels le nombre de suivis n'est pas disponible, 140 sites de nidification potentiels sont recensés sur toute la Martinique. N'ont été retenus dans l'étude que les plages où plus de 30 données de suivi de traces matinal étaient disponibles afin d'avoir des résultats exploitables. Les données de suivi de marquage nocturne et hors relevé de traces matinal n'ont pas été prises en compte. Ainsi, l'étude a été menée sur 57 sites.

Afin de caractériser au mieux la fréquentation par les tortues marines, le ratio entre le nombre de traces et le nombre de suivis réalisés entre 2009 et 2020 a été calculé pour chaque plage. Il représente le nombre moyen de traces observées par suivi. Le ratio rend la comparaison des plages possible puisque le suivi n'est pas identique : nombre d'années de suivi différent, nombre de suivi annuel différent, etc.

Pour hiérarchiser les plages à partir des ratios d'activité, une analyse statistique simple a été menée en utilisant le calcul de fréquence cumulée. Pour un site donné, le pourcentage de son ratio sur la somme des ratios (fréquence en %) a été calculé. Ces pourcentages ont été classés dans l'ordre décroissant puis cumulés. Par exemple, l'anse Trabaud à Sainte-Anne a le ratio le plus élevé, soit environ 4 traces par suivi. La somme des 57 ratios étant approximativement égale à 40, sa fréquence est de 10 %. La fréquence cumulée est identique puisqu'il s'agit du site le plus fréquenté. Le site avec le deuxième ratio le plus élevé est Sainte-Philomène à Saint-Pierre. Sa fréquence est d'environ 8 %. Ainsi sa fréquence cumulée est de 18 %. Il en va de même pour tous les sites. Cela aboutit aux quatre catégories suivantes :

- Fréquentation très importante : jusqu'à 90 % des fréquences cumulées ;
- Fréquentation importante : 90 % à 99 % (exclu) des fréquences cumulées ;
- Fréquentation modérée : de 99 % à 100 % (exclu) des fréquences cumulées ;
- Fréquentation faible : 100 % des fréquences cumulées.

Conformément à un souhait de la DEAL, une analyse complémentaire a été menée en séparant les données de suivi en deux périodes consécutives : 2009-2017 et 2018-2020. Cela précise l'évolution récente de l'activité des tortues marines sur les plages.

3.3.2 ANALYSE DU NIVEAU DE PROTECTION DES SITES DE PONTE

Sur un logiciel de système d'information géographique (SIG) (QGIS), les périmètres des dispositifs ont été croisés avec l'emplacement des sites de ponte (Équipe de développement de QGIS, 2019). Une base de données qui répertorie les dispositifs concernés pour les 140 sites potentiels de nidification a été créée sur Microsoft Excel (2019) (Microsoft, 2019).

Une analyse qualitative a été menée sur le type de mesures de gestion employée : usages autorisés, contraintes juridiques, intégration des espèces protégées (en particulier des tortues marines) dans les mesures de gestion. Les entretiens avec le CDL et l'ONF ont permis de pondérer les résultats des recherches bibliographiques et de les replacer dans le contexte dans lequel ils sont mis en œuvre.

Après prise en compte des avis de représentants du pôle Biodiversité Nature et Paysages du service Paysage Eau et Biodiversité de la DEAL, il a été décidé de ne pas retenir les dispositifs qui n'ont pas un but de protection (ZNIEFF, PNR, Ramsar). Ainsi, l'indicateur suivant a été proposé et validé :

- 0 : Absence de dispositif de protection sur le site de ponte ;
- 1 : Protection modérée : le site de ponte fait uniquement partie des sites inscrits ;
- 2 : Protection forte : le site de ponte présente au moins l'un des dispositifs suivants : APB, RNN, RNR, RBD, CDL, sites classés, FDL et les espaces remarquables du littoral.

3.3.3 ANALYSE DE L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION DES SITES DE PONTE

Les données issues du diagnostic de l'ONCFS concernent la majeure partie des sites étudiés dans l'étude. Un travail de terrain a été mené sur la plupart des sites où il manquait des données. Il en manque sur quatre d'entre eux. La démarche est très similaire à celle employée par l'ONCFS afin d'avoir des données homogènes et comparables. La fiche de terrain (cf. Annexe 4) a été testée sur des sites connus de l'animateur.

Puis les indicateurs qualifiant la végétation haute et la végétation basse ont été additionnés. Cela donne un unique indicateur attestant de l'état de l'ensemble de la végétation sur les sites de ponte :

- 0 : Très mauvais état ;
- 1 : Mauvais état ;
- 2 : État intermédiaire ;
- 3 : Bon état ;
- 4 : Très bon état.

3.3.4 ANALYSE DES PRESSIONS

Après avoir étudié toutes les données recensées, un ensemble d'indicateurs a d'abord été adressé à la DEAL et à l'équipe du PNA lors de la première proposition concernant la construction de l'indicateur de vulnérabilité (cf. 3.4.1). Les remarques issues de ces échanges ont été prises en compte. Pour chaque menace, le Tableau 4 présente comment les indicateurs ont finalement été construits. Quelques pressions n'ont pas été retenues. C'est le cas du

braconnage, de la pollution lumineuse et de la fréquentation balnéaire. En effet, les données relatives à ces paramètres ne sont pas récoltées systématiquement lors du suivi ou bien ne sont pas assez robustes. L'hypothèse suivante a donc été émise : l'indicateur de la répartition du bâti évalue de manière indirecte la pollution lumineuse et la fréquentation balnéaire. Généralement, un site fortement urbanisé est très fréquenté et la pollution lumineuse y est intense : lampadaires, luminaires des restaurants et des habitations, etc. Néanmoins, il n'est pas possible de se baser uniquement sur cet indicateur pour évaluer ces paramètres.

Toutes les données nécessaires à cette analyse ont été rassemblées dans un tableur unique, comme cela était demandé par le PNA.

Tableau 4 : Méthodologie de construction des indicateurs et valeurs retenues pour le diagnostic.

Menaces	Construction de l'indicateur	Classes
Érosion (aménagement côtiers, houles, cyclones)	Bilan des positions des limites de la végétation en 1951, 2004, 2010 et 2017	0 : stabilité ou avancée de la limite de végétation
		1 : recul de la limite de végétation
		2 : sites anthropisés et sites où la limite est stable, mais où la végétation est peu abondante.
Sargasses et ramassage	La somme « S » des 20 valeurs a été calculée pour chaque maille. La valeur de l'indicateur « I » de la présence des sargasses sur l'année 2019 pour un site de ponton a été calculée de la manière suivante : $I = \frac{\sum S \text{ des mailles en contact avec le site}}{20 \times \text{nombre de mailles}}$	0 : présence non significative
		1 : faible présence
		2 : forte présence ; <i>très forte présence (pas de cas en 2019) et présence majeure (pas de cas en 2019)</i>
Prédation par les espèces exotiques envahissantes	Ratio entre le nombre cas de prédation des deux bases de données et le nombre d'appels et de suivis	0 : absence de cas de prédation
		1 : inférieur à la moyenne
		2 : supérieur à la moyenne
Bâti	Pourcentage de la surface occupée par le bâti sur une zone de 200 m de large le long des sites	0 : inférieur de 5 %
		1 : compris entre 5 % et 10 %
		2 : supérieur à 10 %

3.4 MISE EN PLACE D'INDICATEURS POUR MESURER LA VULNÉRABILITÉ DES SITES DE PONTE

Pour rappel, la caractérisation de la vulnérabilité des sites a pour finalité de servir de base aux différents niveaux de recommandations proposées à la DEAL qui délivre les AOT. Ainsi, l'objectif est de définir un ou plusieurs niveaux de vulnérabilité en se basant sur les résultats du diagnostic des pressions.

3.4.1 UNE PROPOSITION DE SCÉNARIOS AGRÉGEANT LES INDICATEURS

La démarche initiale était de réunir les acteurs publics et privés concernés par la préservation des tortues marines et de leur habitat. En effet, il était primordial et légitime d'encourager la co-construction de l'indicateur de vulnérabilité pour qu'il soit plus facilement accepté et utilisé. Un document expliquant le déroulement de ces ateliers a été proposé à l'équipe du PNA et au coordinateur régional des PNA basé en Guadeloupe (cf. Annexe 5). Toutefois, ces ateliers n'ont pas pu avoir lieu en raison des restrictions liées à la crise sanitaire.

La volonté du PNA était donc de formuler un unique indicateur de vulnérabilité qui agrège les indicateurs des menaces et de fréquentation pour centraliser et faciliter les prises de décision. Aussi, différentes manières d'agencer les indicateurs des pressions ont été proposées au PNA et à la DEAL en remplacement des ateliers (Tableau 5). La première possibilité associe tous les indicateurs avec le même coefficient (solution 1). Une deuxième option est de séparer les menaces selon si elles impactent directement l'habitat (solution 2a) ou les tortues marines (solution 2b). Une dernière solution (solution 3) est de choisir des coefficients en fonction des menaces.

Tableau 5 : Valeurs des coefficients des indicateurs de pressions sur les sites de ponte et solutions proposées pour les agréger.

	Solution 1	Solution 2a et 2b		Solution 3
	Toutes les menaces confondues	2a - Menaces « habitat »	2b -Menaces « Tortues marines »	Exemple de coefficients
Prédation	1	0	1	1
Sargasses et ramassage	1	0	1	1
Pollution lumineuse	1	1	1	2
Limite végétation	1	1	1	2
Qualité de la végétation	1	1	0	1
Présence de construction	1	1	0	1

Puis, l'indicateur de pression aurait été croisé avec l'indicateur de fréquentation. Cela aurait donc donné un niveau de vulnérabilité global pour chaque site de ponte.

3.4.2 UNE NOUVELLE PROPOSITION AVEC DES INDICATEURS DE VULNÉRABILITÉ PLUS ADAPTÉS AUX MESURES DE GESTION

Suite à cette proposition, les échanges avec le PNA et la DEAL ont mis en évidence que le caractère composite d'un unique indicateur de vulnérabilité n'était finalement pas adapté. Ainsi, les données de l'enjeu « tortues marines » ont été croisées avec chaque indicateur de pression. Cela donne un indicateur de vulnérabilité par menace. Ils sont plus opérationnels et cohérents puisque chaque indicateur est associé à un champ d'action et de prise de décision : délivrance des AOT, actions de lutte contre les espèces exotiques envahissantes, réduction de la pollution lumineuse, etc.

Cependant, il a été décidé d'assembler les indicateurs « sargasses » et « limite de la végétation » à poids égal. Cela donne l'indicateur « aléas » qui ensuite a été mis en relation

avec l'indicateur de fréquentation des sites de ponte. Cela sert de base à la doctrine. Les prises de décisions en matière de possibilité d'aménagement des plages se basent en premier lieu sur le niveau de l'enjeu « tortues marines ». Néanmoins, ajouter les variables concernant les aléas naturels donne une vision de la durabilité des sites de ponte en identifiant ceux qui seront davantage préservés ou menacés sur le long terme. Ainsi, cela met en évidence davantage de sites sur lesquels il est préférable de ne pas aménager.

L'indicateur « aléas » prend des valeurs entre 0 et 4 :

- 0 : absence d'aléas ;
- 1 : aléas modérés ;
- 2 : aléas forts ;
- 3 : aléas très forts ;
- 4 : aléas majeurs.

Pour chaque vulnérabilité, un graphique et une carte ont été réalisés pour lesquels les données relatives à l'enjeu et à la pression sont croisées.

4 DIAGNOSTIC DES PRESSIONS SUR LES SITES DE PONTE DES TORTUES MARINES DE MARTINIQUE

Cette partie présente les résultats de l'analyse des données relatives aux sites de ponte : fréquentation par les tortues marines, niveau de protection dans le cadre des dispositifs de gestion des espaces naturels et caractérisation des différentes pressions. Ces résultats permettent de déterminer différents niveaux de vulnérabilité.

4.1 HIÉRARCHISATION DES SITES DE PONTE EN FONCTION DE LA FRÉQUENTATION PAR LES TORTUES MARINES

L'enjeu écologique, soit l'activité des tortues marines, est très important sur 30 sites ; important sur 16 sites ; modéré sur 8 sites ; et faible sur 3 sites (aucune trace recensée) (Figure 5). Il est acceptable que les deux premières catégories rassemblent une majorité des plages. Pour rappel, celles retenues dans l'étude sont les plus suivies. Cet effort de suivi se justifie principalement parce qu'il est admis que les tortues viennent pondre fréquemment sur la plupart de ces sites. Elles sont généralement plus rares sur ceux qui n'ont pas pu faire partie de l'étude : ils se retrouveraient donc majoritairement dans les classes de moindre fréquentation.

Les sites très fréquentés concentrent 96 % des traces observées parmi les 57 sites étudiés, 95 % des traces des 112 plages pour lesquelles des données de suivi de traces matinal existent et 76 % des traces pour ces mêmes sites, tous protocoles confondus.

Les sites très fréquentés sont globalement répartis de manière homogène sur tout le territoire sauf sur certains secteurs de la côte Caraïbe, entre le Carbet et Schœlcher et aux Anses-d'Arlet (Figure 6). Certains secteurs sont dépourvus de données comme dans le nord de l'île ou dans les environs du Vauclin et de la Trinité.

Sur les 55 sites non retenus dans l'étude, des traces ont été observées sur 36 d'entre eux. En Annexe 6, le tableau répertorie le nombre de traces et de suivis (protocole de relevé de traces matinal) recensés entre 2009 et 2020.

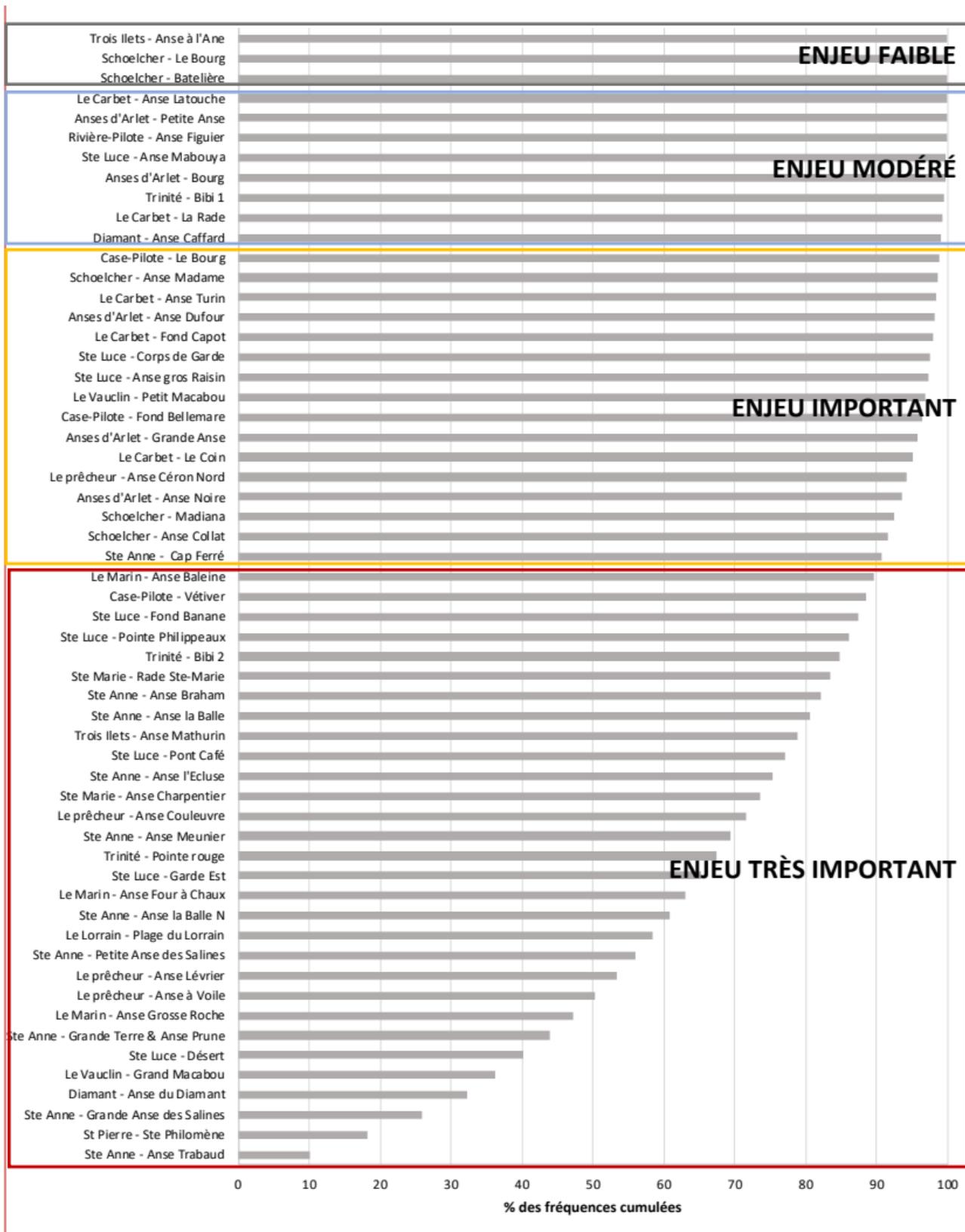


Figure 5 : Classement des sites de pontes en fonction de leur fréquentation par les tortues marines.

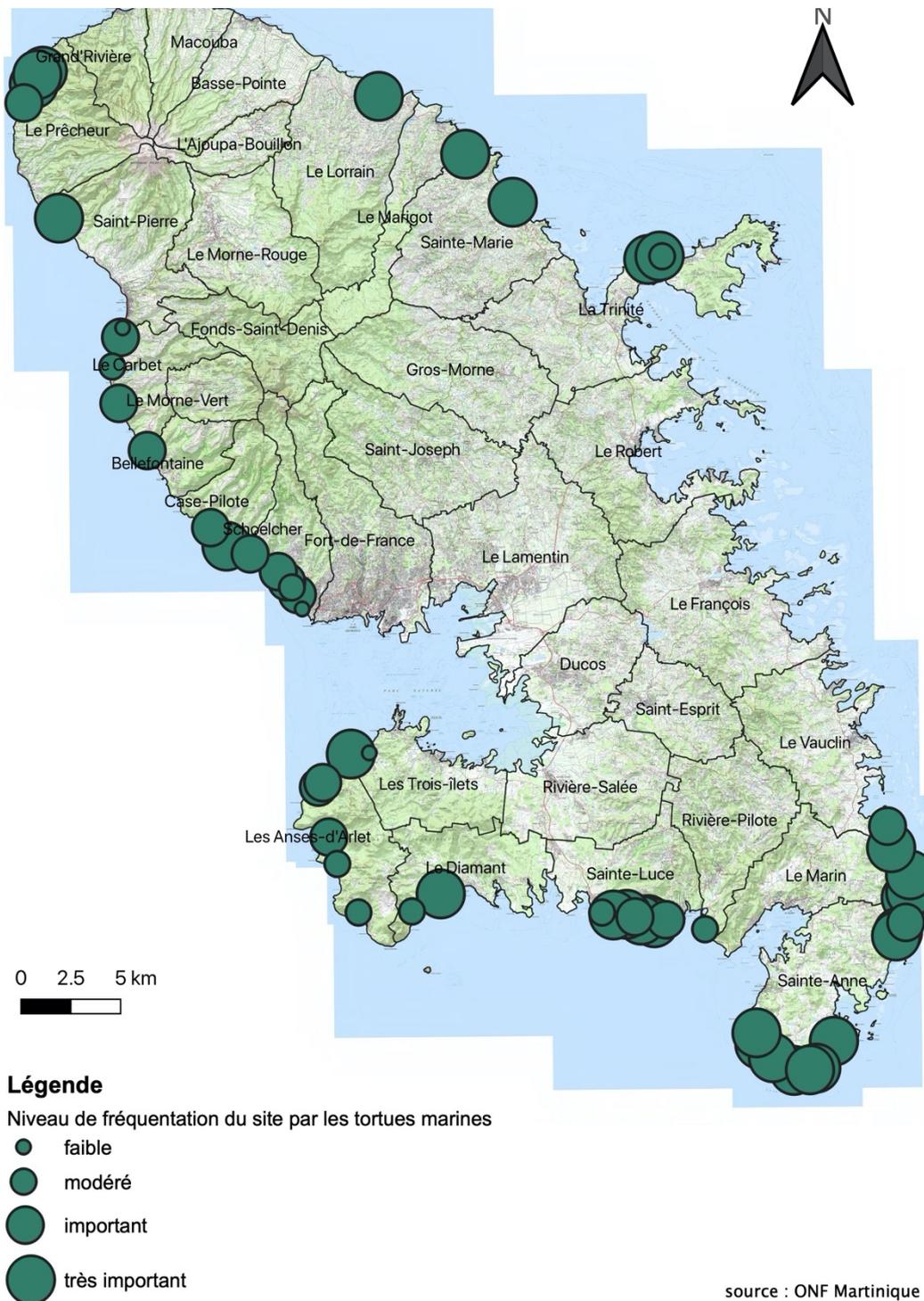


Figure 6 : Caractérisation de la fréquentation des sites de ponté par les tortues marines sur la période 2009-2020.

Si les données de suivi sont séparées en deux périodes, seules celles de 23 sites peuvent être analysées. Certains sites présentent une très forte diminution de la fréquentation ces trois dernières années (Tableau 6) : l'anse Trabaud, Grande Anse des Salines, Grande Terre et Anse à Prune. D'autres plages voient également leur fréquentation diminuer : l'anse Grosse Roche au Marin, Grand Macabou au Vauclin, l'anse Meunier à Sainte-Anne et Pont-Café à Sainte-Luce. Ce sont tous des lieux qui se trouvent dans la catégorie « fréquentation très importante » (Figure 5). Il faut souligner que la durée des périodes est inégale et que ceci tend à atténuer la significativité des différences observées dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Comparaison des indicateurs de fréquentation par site de ponte entre 2009 - 2017 et 2018-2020.

Nom des sites	Ratio 2009-2017	Ratio 2018-2020	Différence
Diamant — Anse du Diamant	2,32	2,72	0,40
Le Carbet — Le Coin	0,39	0,14	-0,25
Le Lorrain — Plage du Lorrain	0,88	2,68	1,81
Le Marin — Anse Grosse Roche	1,91	0,65	-1,25
Le pêcheur — Anse à Voile	1,25	1,36	0,11
Le pêcheur — Anse Lévrier	1,01	1,89	0,88
Le Vauclin — Grand Macabou	1,99	0,91	-1,08
Schœlcher — Anse Collat	0,43	0,34	-0,09
Schœlcher — Anse Madame	0,04	0,13	0,08
Schœlcher — Le Bourg	0,00	0,02	0,02
Schœlcher — Madiana	0,38	0,36	-0,01
Ste Anne — Anse Meunier	1,24	0,10	-1,14
Ste Anne — Anse Trabaud	5,24	1,52	-3,72
Ste Anne — Grande Anse des Salines	3,48	1,38	-2,10
Ste Anne — Grande Terre & Anse Prune	2,26	0,39	-1,86
Ste Anne — Petite Anse des Salines	1,33	0,52	-0,81
Ste Luce — Anse gros Raisin	0,31	0,08	-0,23
Ste Luce — Anse Mabouya	0,06	0,08	0,01
Ste Luce — Désert	1,52	1,64	0,12
Ste Luce — Fond Banane	0,45	0,49	0,04
Ste Luce — Garde Est	0,18	1,25	1,07
Ste Luce — Pont Café	1,24	0,23	-1,01
Ste Marie — Anse Charpentier	0,72	1,51	0,79

4.2 INDICE DE PROTECTION DES SITES DE PONTE

Au total, 42 % des sites ne sont pas protégés et 54 % ont un fort niveau de protection (Figure 7). Les plages, à dominante urbaine, où la fréquentation est importante ne sont majoritairement pas protégées (10 sites sur les 16). La plupart des sites très fréquentés sont bien protégés (23 sites sur les 30 de cette catégorie). L'entretien avec le CDL a permis de prendre du recul sur le niveau de protection en théorie accordé par le système d'acquisition foncière. En règle générale, des arrêtés sont signés et précisent les conditions de propriété, de gestion ainsi que les règles et les sanctions à appliquer. Il existe quelques sites pour lesquels ces arrêtés ne sont pas encore signés en raison de délais administratifs. Aussi, si des gardes du

littoral venaient à constater un manquement au règlement, ils ne pourraient pas appliquer les sanctions. De plus, au sein du plan d'aménagement de la FDL, il existe plusieurs séries en fonction des objectifs de gestion. Même s'il est prévu de prendre en compte les tortues marines dans chacune d'entre elles, les sites inclus dans les séries de protection générale et particulière seront plus préservés que les sites dits « phares » et « confort » de la série d'accueil au public. Des entretiens complémentaires avaient été prévus avec d'autres gestionnaires afin de pondérer davantage le système de classement mais ils n'ont malheureusement pas pu être menés en raison de la crise sanitaire.

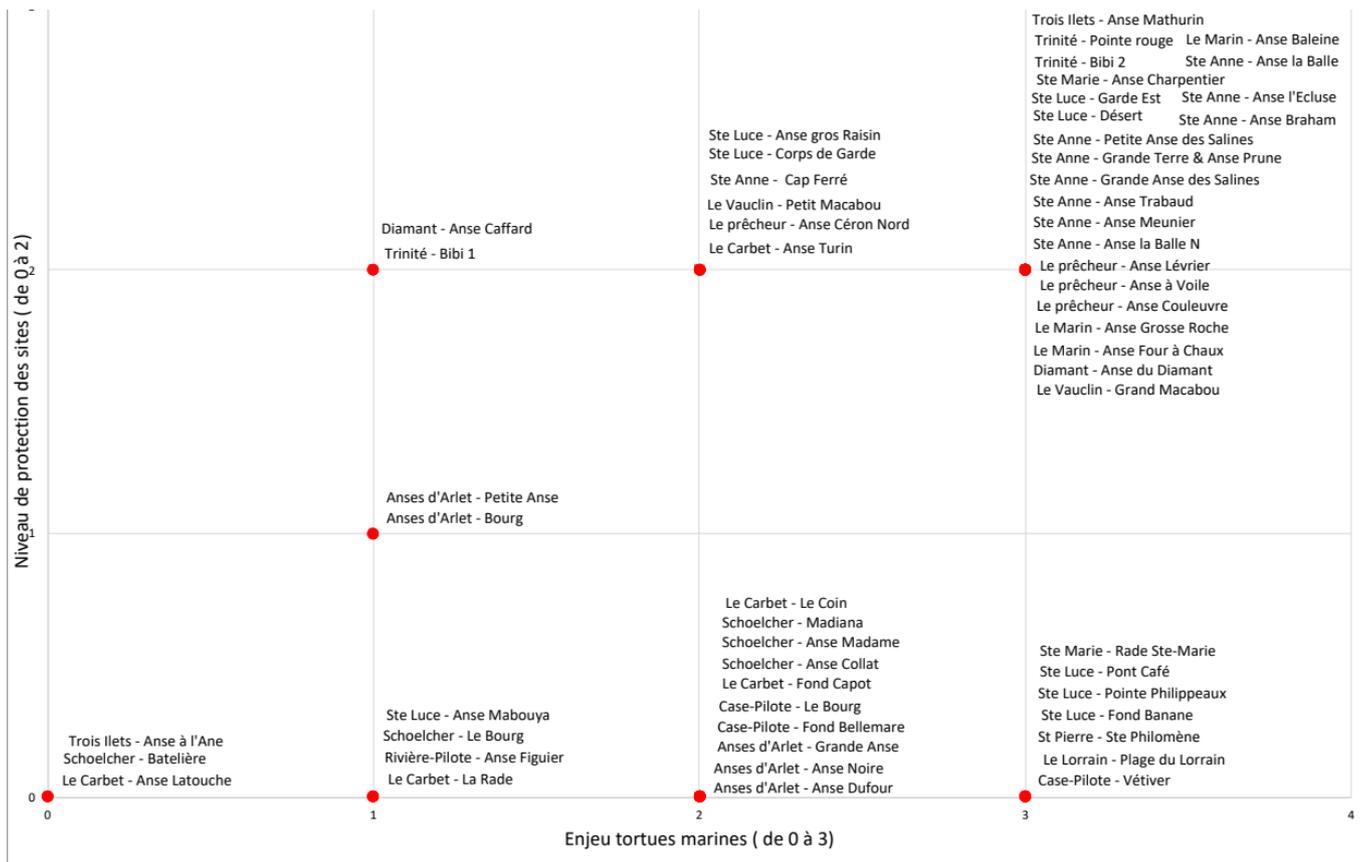


Figure 7 : Niveau de protection des sites de ponte en fonction de leur fréquentation.

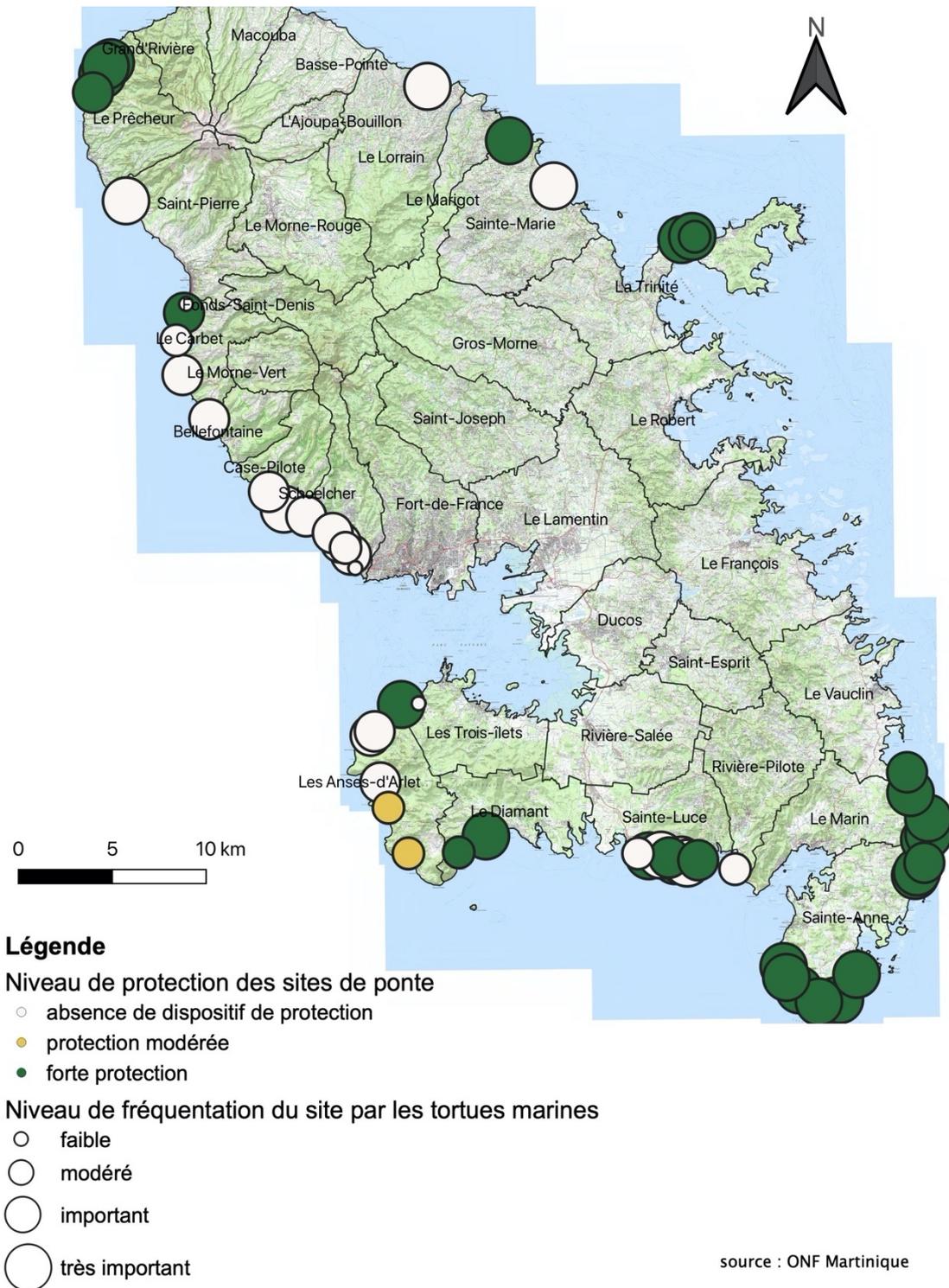


Figure 8 : Répartition des niveaux de protection des sites de pont des tortues marines en fonction de leur fréquentation.

La Figure 8 illustre une concentration élevée des sites non protégés entre Saint-Pierre et Schœlcher, un secteur très urbanisé, et une forte protection sur les plages du Prêcheur, la Trinité, Sainte-Anne et le Marin, des secteurs plus naturels.

4.3 INDICE DE LA QUALITÉ DE L’HABITAT DES TORTUES MARINES

La végétation est en mauvais état sur 30 sites (valeur 0 et 1). Ils sont généralement urbanisés. Sur ces 30 sites, 21 ont une fréquentation au minimum « importante » (Figure 9).

Les sites où la végétation est en très bon état (valeur 3 et 4) sont globalement très fréquentés par les tortues marines (14/16 sites).

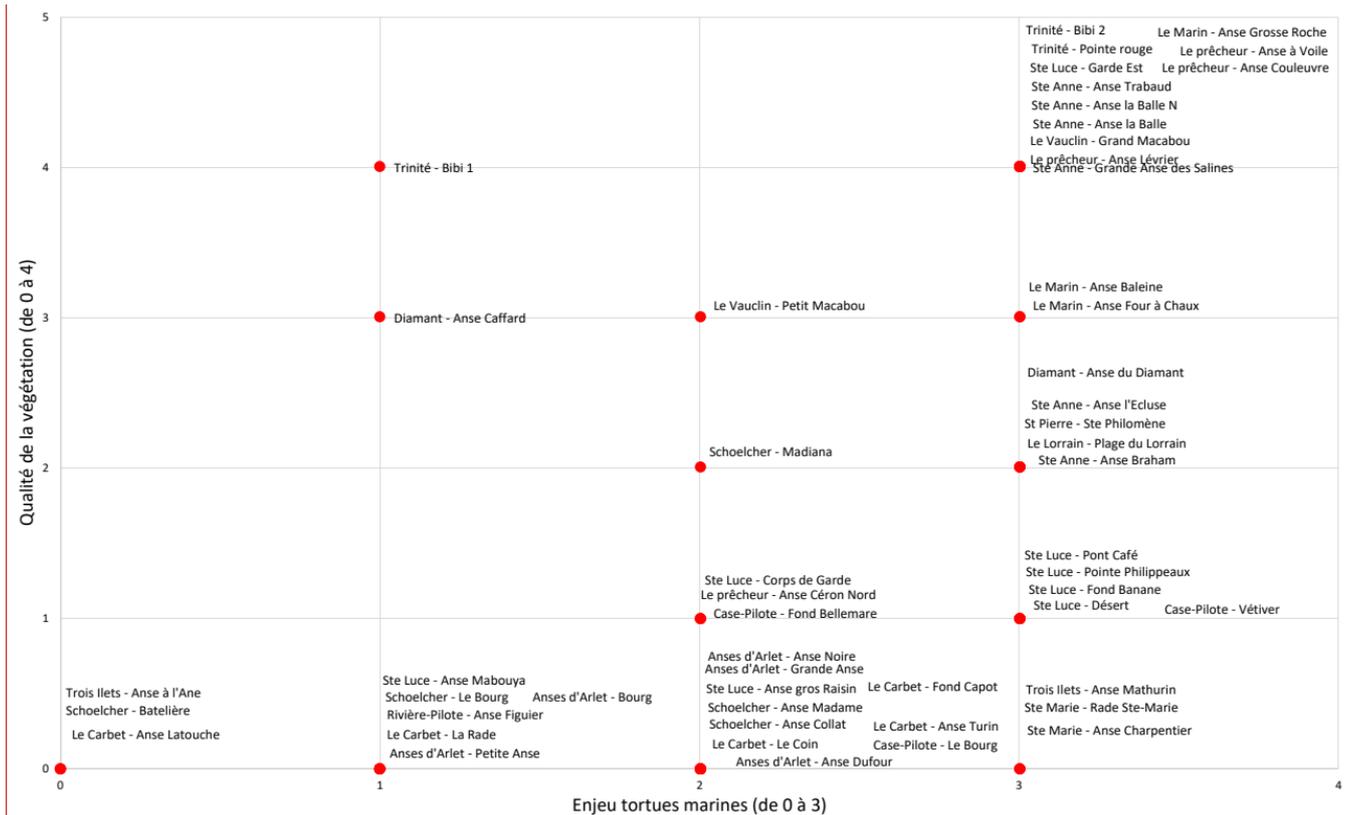


Figure 9 : Corrélation entre l'état de la végétation (0 : mauvais état, 4 : très bon état) et la fréquentation des sites par les tortues marines.

La figure 10 montre que l'état de la végétation des sites de pont de une grande partie de la façade caraïbe est dégradé. Les sites où la végétation est en bon état sont regroupées au sein de secteurs plus naturels, assez restreints et bien délimités : le Prêcheur, la Trinité et Sainte-Anne.

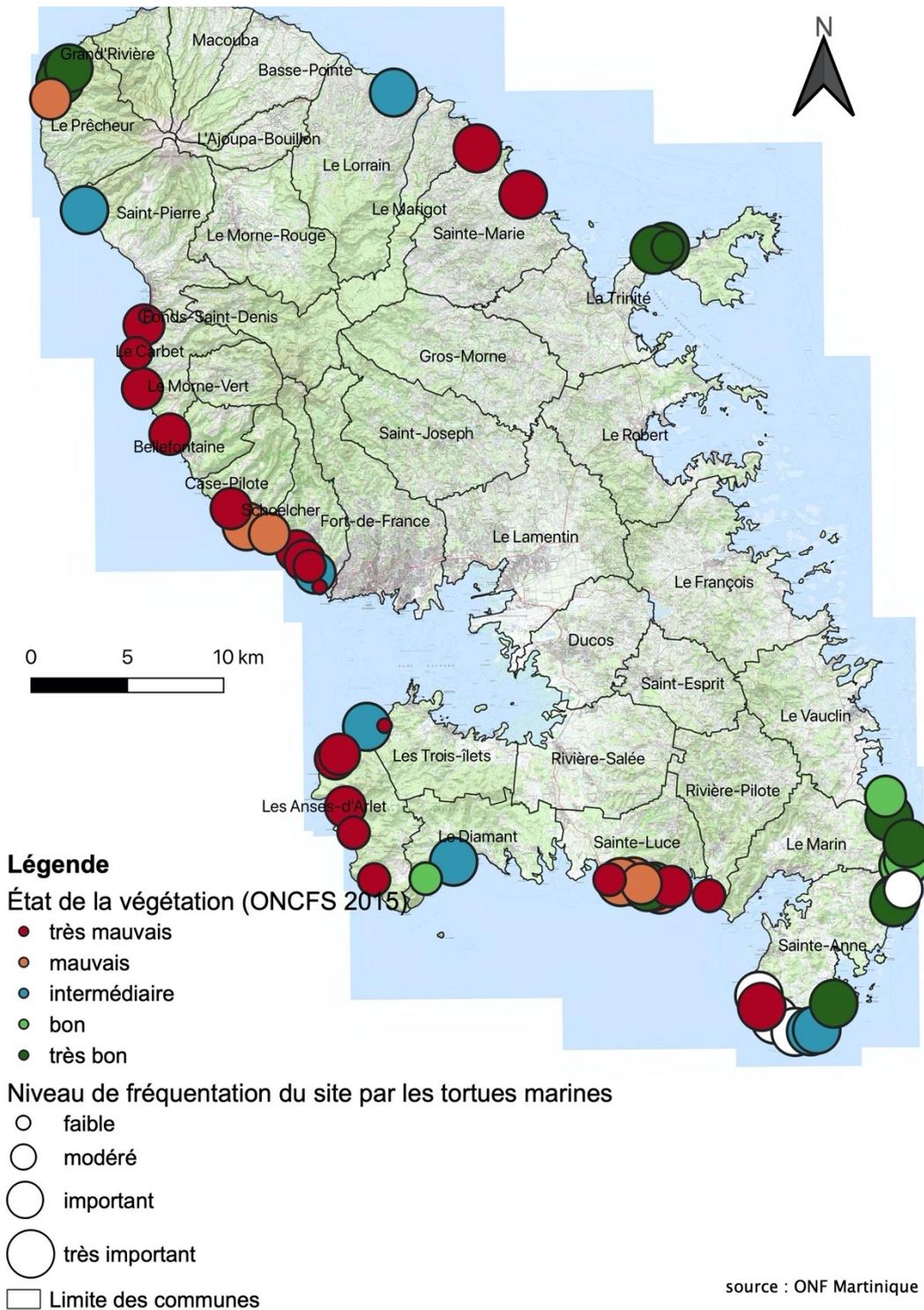


Figure 10 : Répartition de l'état de la végétation sur les sites de ponte des tortues marines en fonction de leur fréquentation.

4.4 DÉTERMINATION DES VULNÉRABILITÉS DES SITES DE PONTE : ALÉAS, PRÉDATION PAR LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES ET BÂTI

4.4.1 VULNÉRABILITÉ LIÉE AUX ALÉAS

Environ 60 % des sites sont soumis à de forts ou très forts aléas. La moitié des plages où la fréquentation par les tortues marines est au minimum « importante » est soumise à un fort ou très fort niveau d'aléas (Figure 11). C'est le cas pour les sites entre le Carbet et Schœlcher, aux Trois-Ilets et aux Anses-d'Arlet où il s'agit uniquement d'un problème lié à l'état de la végétation et à l'anthropisation. Au Marin et à Sainte-Anne, le problème vient presque exclusivement des échouages massifs de sargasses. À Sainte-Marie, il s'agit d'une combinaison des deux critères (Figure 12). Il est à noter que les sites peu fréquentés sont soumis à de forts aléas.

Les cadres vert, orange et rouges seront exploités dans la partie 5.2.



Figure 11 : Niveau des aléas en fonction de la fréquentation des sites de ponte par les tortues marines.

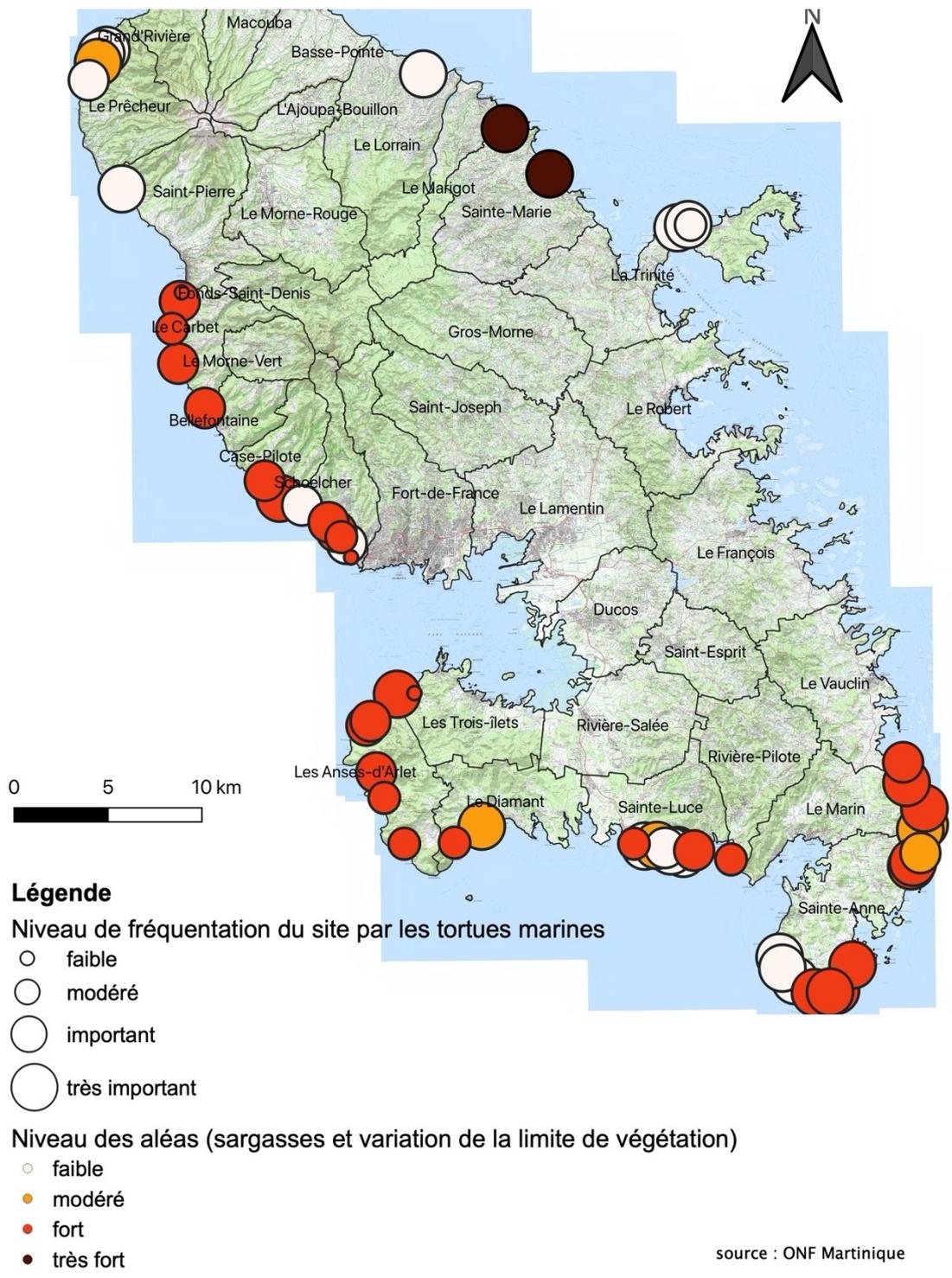


Figure 12 : Répartition du niveau des aléas sur les sites de pont en fonction de leur fréquentation.

4.4.2 VULNÉRABILITÉ LIÉE AU À LA PRÉDATION PAR LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Environ la moitié des sites de ponte est concernée par la problématique de la prédation par les espèces exotiques envahissantes (Figure 13). De plus, la Figure 14 montre que les cas de prédation sont observés de manière homogène sur le littoral. Seuls les sites où la fréquentation est au minimum « importante » montrent un nombre de cas de prédation au-dessus de la moyenne. Une grande majorité des sites où le nombre de cas de prédation est inférieur à la moyenne (14 sites sur 17) concernent ceux où la fréquentation est importante ou très importante. Excepté pour Fond Bellemare à Case-Pilote, les sites où la prédation est très importante sont naturels : le Prêcheur, le Marin, la Trinité et Sainte-Anne. Le reste des sites où la prédation est avérée sont en majorité urbanisés.

L'origine de la prédation par les espèces exotiques envahissantes est généralement différente en fonction de ces deux catégories. La prédation est surtout liée aux mangoustes dans les sites plus naturels tandis qu'elle est davantage causée par les chiens et les rats sur ceux plus urbanisés. Il existe également un problème lié à la présence de chiens errants sur la plage de Vétiver à Case Pilote. À plusieurs reprises des nids prédatés ont été observés, mais cela est apparu après le traitement des bases données.

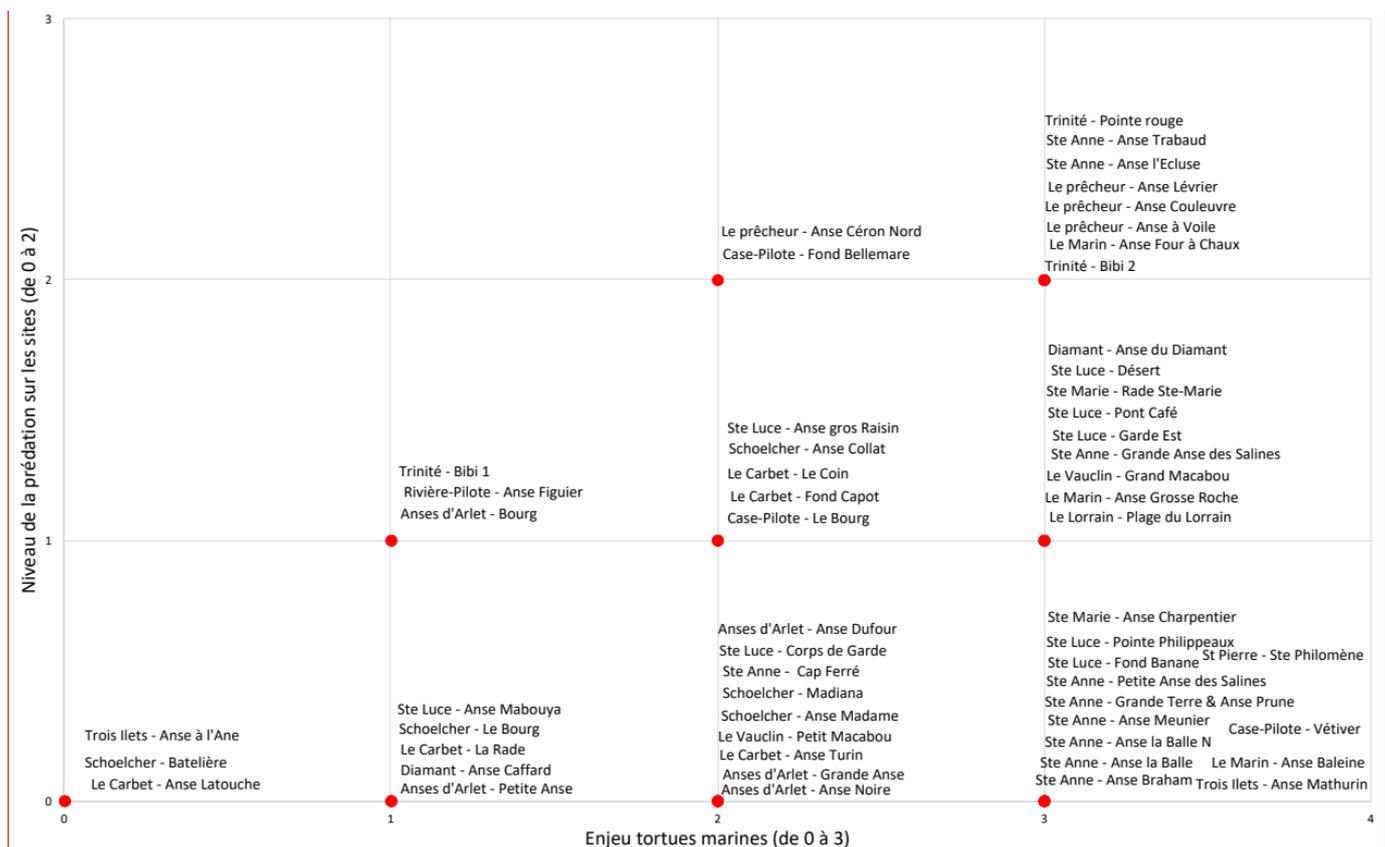


Figure 13 : Niveau de prédation par les espèces exotiques envahissantes en fonction de la fréquentation des sites de ponte par les tortues marines.

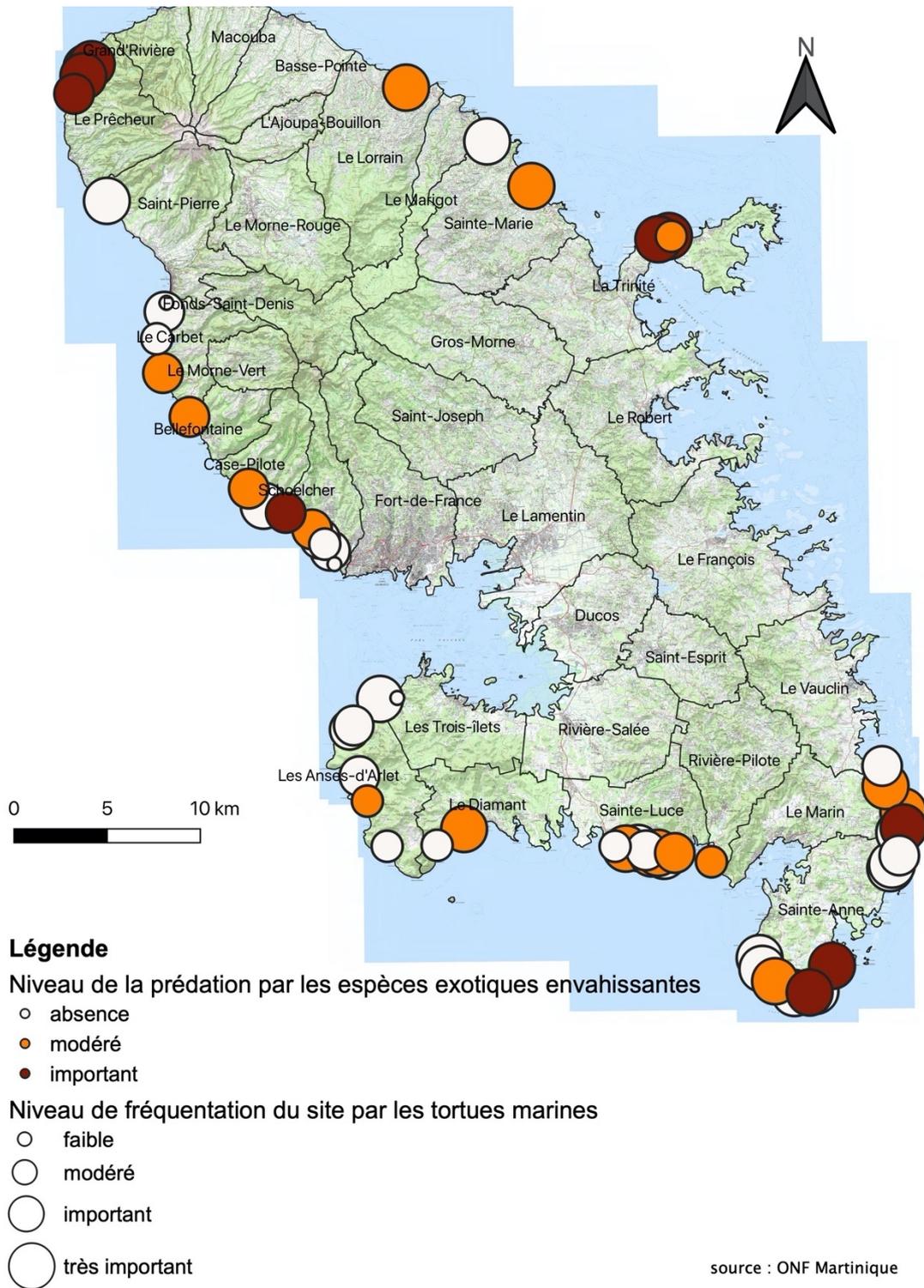


Figure 14 : Répartition du niveau de prédation par les espèces exotiques envahissantes sur les sites de ponte des tortues marines en fonction de leur fréquentation.

4.4.3 VULNÉRABILITÉ DUE AU BÂTI

Environ 84 % des sites sont répartis également dans les catégories « densité faible » et « forte densité » (Figure 15). Il existe un zonage très clair sur cet indicateur (Figure 16). Les plages avec une faible densité de bâti sont situées dans le sud-est (au Marin et à Sainte-Anne), à la Trinité et au Prêcheur. Ces sites ont tous une fréquentation jugée importante, voire très importante. Les sites où la densité du bâti est forte sont répartis entre le Carbet et Sainte-Luce ainsi que sur la commune du Lorrain et de Sainte-Marie. Parmi ces 24 plages, 16 sont fréquentées de manière importante ou très importante. Il existe quelques plages sur ces communes pour lesquelles la densité de bâti est plus modérée : sur Sainte-Luce, au Carbet, aux Trois-Ilets et aux Anses-d'Arlet.

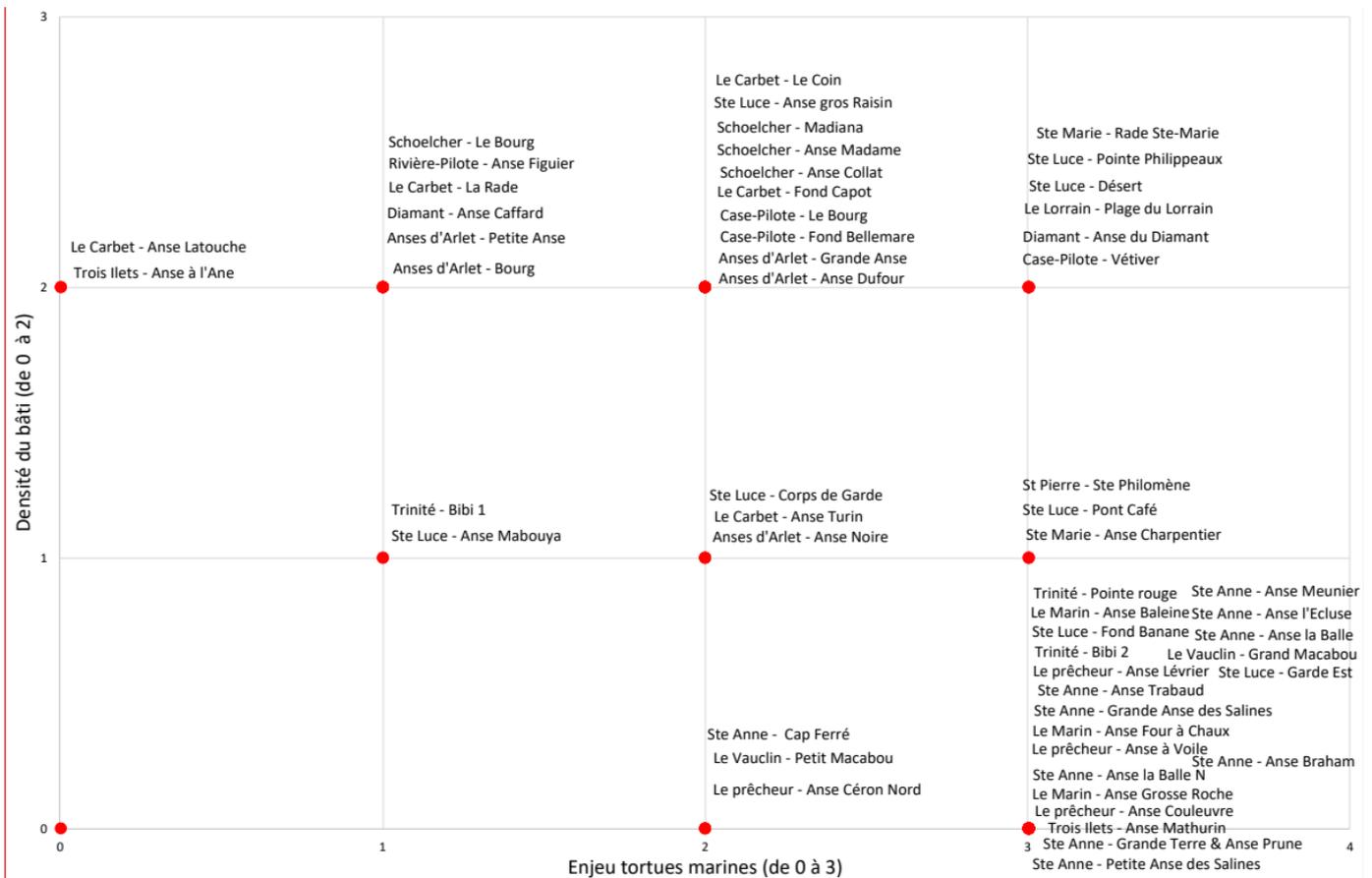


Figure 15 : Densité du bâti en fonction de la fréquentation des sites de pontes par les tortues marines.

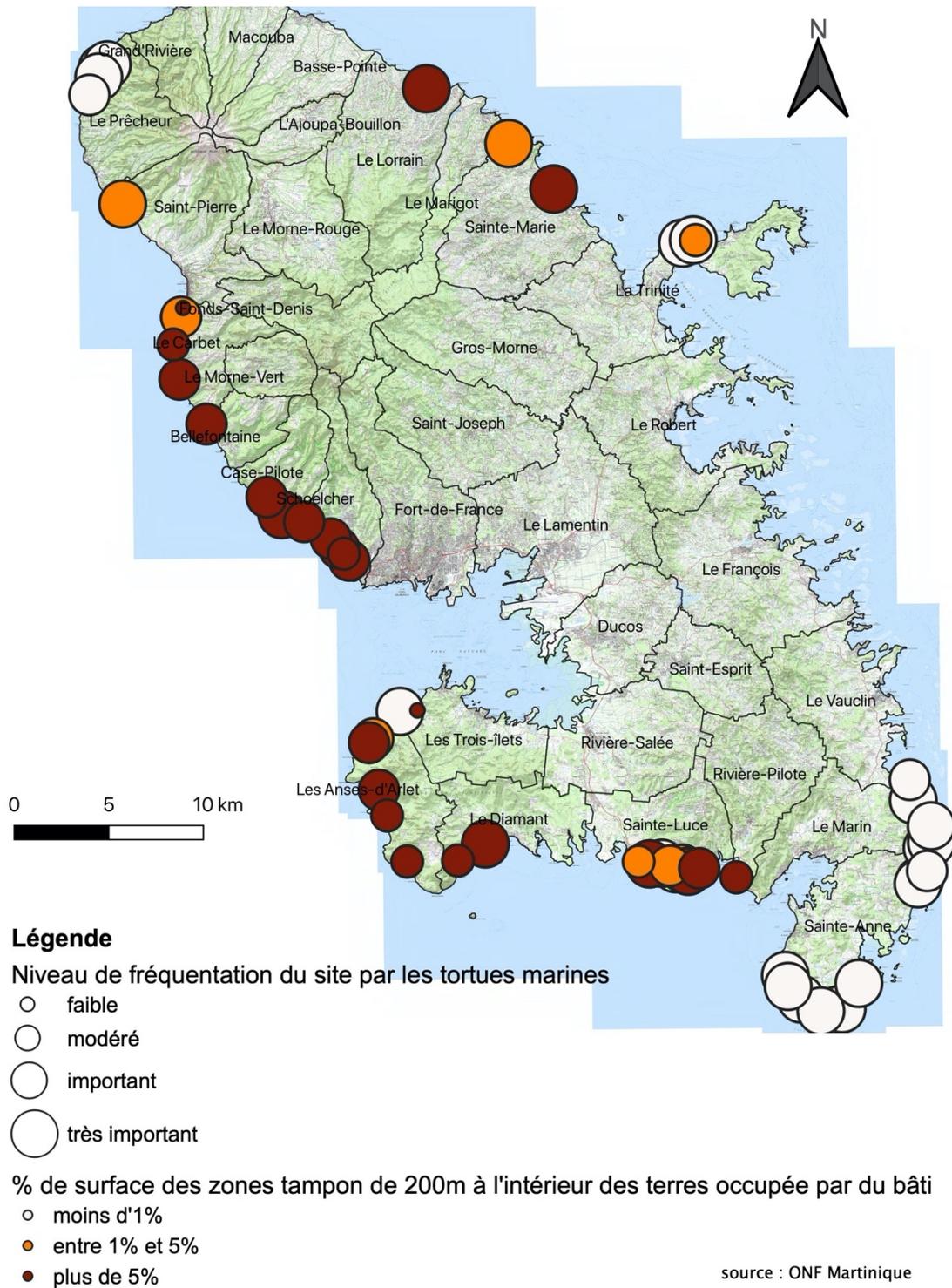


Figure 16 : Répartition de la densité du bâti sur les sites de ponte des tortues marines en fonction de leur fréquentation.

4.5 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Le Tableau 7 présente la valeur des indicateurs pour tous les sites de ponte. Les couleurs indiquent les sites non protégés ou les valeurs correspondant aux catégories où les pressions sont les plus élevées.

Tableau 7 : Synthèse de la valeur des indicateurs pour les sites de ponte des tortues marines

Nom du site	Fréquentation	Aléas	Protection	Prédation	Bâti	État végétation
Le Carbet - Anse Latouche	0	2	0	0	2	0
Schoelcher - Batelière	0	2	0	0		0
Trois Ilets - Anse à l'Ane	0	2	0	0	2	0
Anses d'Arlet - Bourg	1	2	1	1	2	0
Anses d'Arlet - Petite Anse	1	2	1	0	2	0
Diamant - Anse Caffard	1	2	2	0	2	3
Le Carbet - La Rade	1	2	0	0	2	0
Rivière-Pilote - Anse Figuier	1	2	0	1	2	0
Schoelcher - Le Bourg	1	2	0	0	2	0
Ste Luce - Anse Mabouya	1	2	0	0	1	0
Trinité - Bibi 1	1	0	2	1	1	4
Anses d'Arlet - Anse Dufour	2	2	0	0	2	0
Anses d'Arlet - Anse Noire	2	2	0	0	1	0
Anses d'Arlet - Grande Anse	2	2	0	0	2	0
Case-Pilote - Fond Bellemare	2	0	0	2	2	1
Case-Pilote - Le Bourg	2	2	0	1	2	0
Le Carbet - Anse Turin	2	2	2	0	1	0
Le Carbet - Fond Capot	2	2	0	1	2	0
Le Carbet - Le Coin	2	2	0	1	2	0
Le pêcheur - Anse Céron Nord	2	0	2	2	0	1
Le Vauclin - Petit Macabou	2	2	2	0	0	3
Schoelcher - Anse Collat	2	2	0	1	2	0
Schoelcher - Anse Madame	2	2	0	0	2	0
Schoelcher - Madiana	2	0	0	0	2	2
Ste Anne - Cap Ferré	2	1	2	0	0	
Ste Luce - Anse gros Raisin	2	2	2	1	2	0
Ste Luce - Corps de Garde	2	0	2	0	1	1
Case-Pilote - Vétiver	3	2	0	0	2	1
Diamant - Anse du Diamant	3	1	2	1	2	2
Le Lorrain - Plage du Lorrain	3	0	0	1	2	2
Le Marin - Anse Baleine	3	1	2	0	0	3
Le Marin - Anse Four à Chaux	3	1	2	2	0	3
Le Marin - Anse Grosse Roche	3	2	2	1	0	4
Le pêcheur - Anse à Voile	3	0	2	2	0	4
Le pêcheur - Anse Coulevre	3	1	2	2	0	4
Le pêcheur - Anse Lévrier	3	0	2	2	0	4
Le Vauclin - Grand Macabou	3	2	2	1	0	4
St Pierre - Ste Philomène	3	0	0	0	1	2
Ste Anne - Anse Braham	3	2	2	0	0	2

Ste Anne - Anse l'Ecluse	3	2	2	2	0	2
Ste Anne - Anse la Balle	3	2	2	0	0	4
Ste Anne - Anse la Balle N	3	2	2	0	0	4
Ste Anne - Anse Meunier	3	0	2	0	0	
Ste Anne - Anse Trabaud	3	2	2	2	0	4
Ste Anne - Grande Anse des Salines	3	0	2	1	0	4
Ste Anne - Grande Terre & Anse Prune	3	2	2	0	0	
Ste Anne - Petite Anse des Salines	3	0	2	0	0	
Ste Luce - Désert	3	0	2	1	2	1
Ste Luce - Fond Banane	3	1	0	0	0	1
Ste Luce - Garde Est	3	0	2	1	0	4
Ste Luce - Pointe Philippeaux	3	0	0	0	2	1
Ste Luce - Pont Café	3	0	0	1	1	1
Ste Marie - Anse Charpentier	3	3	2	0	1	0
Ste Marie - Rade Ste-Marie	3	3	0	1	2	0
Trinité - Bibi 2	3	0	2	2	0	4
Trinité - Pointe rouge	3	0	2	2	0	4
Trois Ilets - Anse Mathurin	3	2	2	0	0	0

Le croisement des données de l'enjeu « tortues marines » et des menaces met en évidence les sites sur lesquels il est nécessaire de mener différents types d'actions. La partie suivante présente les recommandations qui sont issues de ce diagnostic. Les préconisations ont été élaborées en collaboration avec le PNA et la DEAL.

5 DOCTRINE PROPOSÉE AUX SERVICES INSTRUCTEURS DES ARRÊTÉS D'OCCUPATION TEMPORAIRE ET AUTRES RECOMMANDATIONS

Les préconisations de la doctrine découlent du diagnostic, des échanges avec la DEAL et l'équipe du PNA et d'observations réalisées tout au long de l'étude. Elles ont surtout une visée préventive. Les recommandations dirigées à l'équipe du PNA sont plus générales. Elles concernent les actions à mener, des conseils sur la gestion des données et l'animation du réseau des bénévoles chargés du suivi de traces. Elles ont pour objectif de réduire les pressions sur les sites de ponte.

5.1 RECOMMANDATIONS POUR AMÉLIORER LA CARACTÉRISATION DE L'ENJEU « TORTUES MARINES »

Plusieurs recommandations ressortent à la suite de l'analyse de ces données. Elles concernent le suivi, la gestion des données et leur analyse.

Les sites suivis

Certains sites gagneraient à rentrer dans le cadre du protocole de relevé de trace matinal. Des plages semblent présenter un nombre de traces élevé par rapport au nombre de suivis réalisés (cf. Annexe 6). De même, des secteurs sont dépourvus de données comme le nord de l'île et autour du Vauclin et de la Trinité. Toutefois, quelques-unes de ces plages sont connues pour accueillir la ponte des tortues. Mais cela reste compliqué à assurer car l'accès est parfois difficile, ou bien le PNA peine à recruter des bénévoles dont la formation demande du temps et de l'organisation.

Les sites étudiés dans le cadre de ce diagnostic sont à la base de la doctrine visant à mieux cadrer la délivrance des AOT. Si les plages qui paraissent fortement fréquentées étaient davantage suivies, elles rentreraient dans le cadre du diagnostic. Certaines pourraient alors appartenir à la catégorie des sites les plus protégés. En effet, pour l'instant, elles ont été placées par défaut dans la catégorie des sites de priorité 2 (cf. 5.2).

La gestion et l'analyse des données

Les polygones des sites de ponte n'ont pas encore été délimités sur QGIS. Actuellement, ils sont définis par une position qui correspond à leur centre. Certains dispositifs de protection des espaces naturels n'ont potentiellement pas pu être pris en compte dans le traitement informatisé des données. Il serait utile de créer un SIG où le périmètre de chaque site de nidification serait renseigné. Même si c'est un travail de longue haleine, l'utilisation de leur périmètre fournirait des analyses SIG de meilleure qualité et plus rapides. S'il n'est pas possible de le faire sur le terrain, le contour peut être tracé depuis le logiciel utilisé.

De plus, pour un même site, il existe souvent plusieurs noms connus des personnes en charge du suivi. Il arrive qu'il y ait des confusions avec le nom des plages adjacentes. À plusieurs reprises, il a été remarqué que le nom du site sur lequel des traces avaient été observées était

incorrect. Par exemple, des traces ont été observées à Cap Macré alors que leurs coordonnées les situent à l'anse Baleine, deux plages voisines. Ce problème a également été remarqué pour des suivis réalisés en 2020. Cela peut avoir un réel impact sur le nombre de traces et de suivis comptabilisés pour un site donné et ainsi fausser le ratio. Les problèmes recensés ont été pris en compte autant que possible. Il est crucial d'harmoniser la dénomination des plages et d'apporter les modifications restantes à la base de données. De plus, lors de la formation des bénévoles qui assurent le suivi, il est capital d'insister sur la précision du nom du site lorsqu'ils remplissent le formulaire en leur communiquant la liste des noms attendus.

En ce qui concerne l'indicateur utilisé, les ratios estiment la fréquentation des différentes plages. Il est essentiel de mener des analyses statistiques plus poussées afin de modéliser le nombre de pontes en fonction des données disponibles. Cela améliorerait considérablement la connaissance des populations des tortues marines, ce qui est un objectif du PNA. Cet indicateur est à la base de toutes les analyses, il est donc nécessaire qu'il reflète au mieux l'activité de ces espèces.

5.2 LA DOCTRINE PROPOSÉE À LA DEAL : VULNÉRABILITÉ ET AMÉNAGEMENT DES SITES DE PONTE

Les préconisations concernent les aménagements des sites de ponte, l'éclairage aux abords des plages et la gestion des sargasses. Les sites sont départagés en trois catégories :

- **Les sites de priorité 1 :** les sites de fréquentation importante où les aléas sont plutôt faibles et toutes les plages très fréquentées (cadres rouges de la Figure 11). Des sites de ponte très importants subissent une diminution conséquente de la fréquentation ces trois dernières années (Tableau 6). Il est donc essentiel de prendre en compte des plages où l'enjeu est « important », mais sans aléa. Plus stables, elles constitueront de bons sites de ponte de replis, si leur état écologique est préservé ou amélioré. Ainsi, les nouveaux aménagements ou l'extension des structures actuellement en place ne doivent pas être acceptés. De plus, l'emplacement des sites de priorité 1 devra être croisé avec les données d'occupation (légale et illégale) du DPM. Les aménagements illégaux ne pourront pas être maintenus. Pour les plages où il existe une forte problématique liée aux sargasses, il convient d'établir un plan de ramassage adapté afin d'en limiter les impacts : localisation des points d'entrées des engins, plan de circulation en bas de plage, etc. Au cours des échanges entre le PNA et l'équipe qui travaille sur la problématique des sargasses à la DEAL, un projet d'élaboration de plan d'intervention de gestion des sargasses sur les sites à enjeu prioritaire a été lancé. L'Anse du Diamant et l'anse Caffard sont les premières à en avoir bénéficié. Malgré le temps de terrain nécessaire à l'établissement d'un tel plan, les efforts doivent être déployés sur d'autres plages où l'enjeu « tortues marines » et l'indicateur « sargasse » sont forts.
- **Les sites de priorité 2 :** les sites à fréquentation modérée, à fréquentation importante avec un fort niveau d'aléas (cadres orange de la Figure 11) et les plages qui n'ont pas été retenus dans l'étude, mais où des traces ont été observées (cf. Annexe 6). Les aménagements y sont autorisés tout en répondant à des exigences strictes. Les emplacements devront être situés en retrait de la zone de ponte et limiter l'impact sur la végétation : leur localisation sera validée au préalable. Pour les structures existantes, le matériel devra être rangé après la fermeture quotidienne.

Ces structures devront réduire l'impact de la pollution lumineuse : éteindre complètement la nuit si l'activité le permet, adapter le type d'éclairage (teinte orange/rouge de préférence), l'orienter loin du rivage et le dissimuler par un système de cache artificiel ou végétal, (Magdelonnette, 2019). Des contrôles devront avoir lieu afin de veiller au respect des préconisations. L'arrêté de 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses le prévoit (MTES, 2018).

Si la circulation d'engins est impliquée, il faudra favoriser en premier lieu leur passage hors saison de ponte. Sinon, un plan de circulation dans les zones où les impacts sur les nids sont moindres devra être réalisé.

Il n'est pas recommandé d'accepter des aménagements sur les sites naturels du tableau en Annexe 6. La fréquentation n'est pas encore connue, il est essentiel de conserver un bon état de la végétation.

- **Les sites de priorité 3** : les sites où la fréquentation est faible (cadre vert de la Figure 11).
Les aménagements y sont autorisés. Sur ces sites, les structures devront limiter la pollution lumineuse afin de favoriser la venue des tortues marines. Les mêmes préconisations qui concernent la réduction de la pollution lumineuse décrites pour les sites de priorité 2 s'appliquent.

Ces recommandations ont un rôle plutôt préventif. De plus, elles garantissent que l'instruction des demandes d'AOT soit équitable pour de nombreux sites. Les préconisations qui découlent de l'analyse des autres pressions visent à réduire directement leur impact. Elles ont donc un rôle curatif.

5.3 RECOMMANDATIONS : SITES PRIORITAIRES ET ACTIONS À MENER POUR RÉDUIRE CERTAINES PRESSIONS

Les actions proposées ci-dessous sont de plusieurs natures : actions ponctuelles ou continues, projet multi partenarial, etc.

Premièrement, l'étude du zonage des parcelles des différents sites de ponte est conseillée. En effet, les catégories prévues dans les plans locaux d'urbanisme (PLU) répondent à différents niveaux de protection, comme la possibilité de construire ou d'étendre le bâti. Ainsi, si des plages ont une fréquentation importante ou très importante, mais ne présentent pas des parcelles classées en zone naturelle « N », il est nécessaire d'encourager une évolution du zonage en priorité sur ces sites lors de la révision des PLU. De même, si des parcelles sont classées en catégorie « N », mais dans des sous-catégories moins restrictives, il serait pertinent de favoriser leur classement vers celles qui limitent fortement la constructibilité afin de ne pas y augmenter la densité en bâti.

Comme l'analyse des données sur le bâti l'a montré, il existe plusieurs plages où l'enjeu « tortues marines » et la densité de bâti sont forts. Ce sont les sites où il est recommandé d'agir en priorité. Les mesures prises doivent viser à réduire l'impact lié à une forte densité de bâti : dérangement dû à une forte urbanisation et fréquentation balnéaire des sites, pollution lumineuse, etc. Les actions envisagées pour réduire la pollution lumineuse sont par exemple :

- De la sensibilisation sur le terrain auprès des usagers et des établissements présents, des médias ou sur les réseaux sociaux ;

- Des courriers et un accompagnement pour les démarches visant à réduire la pollution lumineuse et sonore auprès des riverains et des collectivités concernées. Il est urgent de se rapprocher des collectivités qui sont pour beaucoup en train de procéder à une actualisation de leurs sources lumineuses. Des conseils peuvent leur être prodigués afin de réduire les impacts des nouvelles sources lumineuses ;
- La clarification de la question de la compétence en matière de contrôle du respect de l'arrêté de 2018 relatif aux nuisances lumineuses et à son application (MTES, 2018). En effet, l'article 5 de cet arrêté prévoit des contrôles de conformité à réaliser par les maires pour les installations non communales et par l'État dans le cas contraire. Actuellement, en Martinique, il n'est pas encore mis en œuvre. Pourtant, cet arrêté apporte des solutions à cette problématique.

L'indicateur basé sur la répartition du bâti est pratique dans le sens où il est régulièrement mis à jour, facilement disponible, et ce pour tout le littoral. Il serait intéressant de caractériser l'évolution de la répartition du bâti ces dernières années. Ces données gagneraient à être mises en lien avec les ratios de fréquentation pour rechercher une éventuelle corrélation statistique entre l'évolution du bâti et la fréquentation.

Cependant, il est essentiel de caractériser plus précisément la pollution lumineuse sur les sites de ponte ainsi que la fréquentation balnéaire. Ces études sont longues, coûteuses et demandent la mobilisation de plusieurs partenaires. Une connaissance affinée de ces paramètres améliorerait notamment la connaissance sur les habitats et la compréhension de l'origine des évolutions de la fréquentation des sites. De plus, de telles études fourniraient des arguments supplémentaires à utiliser dans le cadre de la protection des habitats et des tortues marines.

La connaissance des communautés végétales est également indispensable pour connaître les habitats. En effet, la végétation représente l'indicateur de l'état de l'habitat, de par son caractère intégrateur des conditions écologiques et du fonctionnement de l'écosystème (Sordello *et al.*, 2011). Il est capital de mettre à jour et d' étoffer les données récoltées pour caractériser l'état de la végétation. Il serait utile de mener cette étude à l'échelle de l'ensemble des plages. En plus des données relatives à la végétation, des données spécifiques qui portent atteinte à leur état écologique devront être consignées. Elles devront faire l'objet d'actions visant à résorber les impacts engendrés. Par exemple, sur Macabou et au Lorrain, des chevaux parcourent les plages régulièrement. Cela engendre un tassement du sol et porte potentiellement atteinte à la végétation et aux nids. À Sainte-Marie, la Municipalité ouvre des bras d'eau se jetant à la mer, ce qui réduit la surface de ponte. Sur l'anse Charpentier, une décharge sauvage est située en bordure de mer, ce qui dégrade fortement l'état écologique du site. Enfin, l'état écologique de l'anse Trabaud est très bon, mais il est nécessaire de trouver une solution au fait que des tortues soient prises au piège dans la mangrove.

Un suivi de l'état de la végétation où l'enjeu « tortues marines » est fort serait également pertinent : maintien d'un couvert végétal, surveillance du développement d'espèces exotiques envahissantes, etc. L'objectif serait d'organiser une collecte d'informations sur le long terme pour évaluer l'état de conservation des habitats.

Sur les sites où la végétation est dégradée (absence de végétation basse, espèces exotiques, faible densité) et où les tortues sont très présentes, des projets de restauration écologique doivent être développés. Des notes sont à rédiger à l'attention des gestionnaires, des maires et des élus des communes/EPCI concernés. Il est crucial que l'intérêt pour ces projets grandisse, car la dégradation actuelle d'importants sites de ponte peut être atténuée en les réhabilitant. Ceci favorise la venue et le retour des tortues. Par le passé, des enclos de régénération mis en

place dans des projets de restauration ont été détruits malgré une mise en défens. D'une part, il serait utile d'augmenter les suivis/contrôles sur ces sites. D'autre part, plusieurs facteurs sociaux doivent être pris en compte afin d'encourager la réussite et la pérennité de ces projets (El Jai et Pruneau, 2015) :

- L'acceptation et l'adhésion citoyenne ;
- Vulgariser les concepts de la restauration aux citoyens ;
- L'inclusion des riverains dans le choix des emplacements de projets et des enclos de restauration.

L'anse Mabouya à Sainte-Luce est le seul site de cette commune où la fréquentation est modérée. Il est voisin de sites de ponte importants ou très importants. Il constitue un bon exemple de plage où il est pertinent de mener des opérations de restauration écologique, même s'il n'est pas dans la catégorie des sites fréquentés de manière importante, pour favoriser la présence des tortues sur cette plage.

Concernant la prédation par les espèces exotiques envahissantes, les bénévoles ne répertorient pas de manière systématique les cas de prédation lors du suivi des traces de tortues. De plus, les données relevées à ce sujet ne sont souvent pas assez précises. Lorsque la présence de mangoustes est signalée à proximité d'un nid, il n'est pas toujours indiqué si le nid est prédaté. Ainsi, cet indicateur sous-estime la réalité. Il serait utile de demander de consigner cette information accompagnée de photos pour valider l'observation.

Des actions de lutte contre les mangoustes sont menées depuis plusieurs années sur les sites suivants : anse Trabaud, Bibi et pointe Rouge de la Trinité et certaines anses au Prêcheur. Il est nécessaire de poursuivre ces efforts et si possible de les développer sur ces sites et sur d'autres très fréquentés où la menace de la prédation est forte. En effet, la prédation est une des menaces principales pour les tortues marines. À chaque cas de prédation, de nombreux œufs, voire tout le nid, sont détruits. Étant donné que l'incubation dure environ deux mois, les risques que les nids soient détruits sont très élevés. Enfin, un intérêt particulier doit être apporté sur les plages non prédatées actuellement qui sont situées à proximité des sites où la prédation est avérée.

Pour les plages où la prédation est due aux chiens errants, il est essentiel que la brigade de capture de la commune concernée intervienne rapidement. Il faut aussi encourager les usagers à contacter le RTMM lorsqu'ils observent des cas de prédation. La mise en place de panneaux d'information rappelant la réglementation en matière d'errance animale est conseillée aux abords des plages concernées (OFB Guyane, 2019). Des campagnes de capture/stérilisation sont également à développer.

6 DISCUSSION : LIMITES ET MISE EN PERSPECTIVE

6.1 VALIDITÉ DES DONNÉES ET DES RÉSULTATS

Caractérisation de l'enjeu

Plusieurs remarques sont à énoncer sur l'évaluation de la fréquentation des sites de nidification. Tout d'abord, il faut nuancer les ratios obtenus en gardant en tête qu'ils sont dépendants des dates auxquelles les suivis sont réalisés. Par exemple, la probabilité d'observer des traces en début de saison de ponte est plus basse qu'à son pic. Ainsi, il est possible que les ratios soient sur ou sous-estimés. De plus, de nombreuses personnes sont chargées de collecter les données qui ont été analysées ici. Elles sont formées depuis quelques années et il existe un protocole standardisé depuis 2018 : le protocole Girondot. Même si le biais induit par l'observateur a réduit, il reste fort surtout pour les données récoltées entre 2009 et 2017. Les valeurs des ratios permettent surtout de constituer des classes selon différents niveaux de fréquentation. Mais le classement des sites au sein de ces catégories n'est pas significatif.

Pour continuer, l'avantage du comptage de traces par rapport au comptage des femelles, de nids ou d'œufs est que peu de doute subsiste lors du relevé et l'effort est moins important. Néanmoins, l'indicateur proposé ici ne peut servir à quantifier les pontes : une tortue laisse parfois plusieurs traces sans parvenir à pondre. Selon Marc Girondot, cet indice de fréquentation représente 120 % à 200 % des pontes, soit entre 17 % et 50 % des traces qui n'aboutissent pas à des nids (Girondot, 2010a). À Europa, ces pourcentages sont de 20 % à 30 % (ONB, 2014). Les informations contenues dans la base de données de suivi peuvent servir à modéliser plus précisément l'activité des tortues. Le SWOT⁷ a publié *les normes minimales en matière de données de suivi des plages de ponte* en 2011 (Conseil scientifique de SWOT, 2011). Aussi, il est possible de connaître le nombre de pontes en déduisant les tentatives non abouties du nombre total de traces (Conseil scientifique de SWOT, 2011). En revanche, il semble que le taux de succès de ponte soit également complexe à déterminer au vu des données de suivi du PNA. D'une part, le succès de ponte n'est pas répertorié systématiquement. D'autre part, lorsqu'il l'est, deux types d'informations existent : « ponte », et « doute de ponte ». Il est prévu qu'un chercheur s'empare des données de suivi afin d'aboutir au nombre de pontes. Cela permettra d'obtenir une modélisation de la saison de ponte en utilisant le modèle développé par Marc Girondot (Girondot, 2010b).

Dans un diagnostic similaire mené en Guadeloupe, « la moyenne annuelle du nombre d'activités recensées par site sur 6 années de suivi a été calculée » et constitue leur indicateur de fréquentation (Burg, 2019). Puis ces valeurs ont été pondérées par cinq coefficients selon le nombre de suivis (de 1 à plus de 1 000 par site) sur six années dans le but de réduire le poids des plages les plus suivies. Ici, tous les sites avec plus de 30 suivis ont été retenus. Leurs données ont donc le même poids et cela évite un biais supplémentaire en incrémentant le ratio avec des coefficients. De plus, en Guadeloupe, les indicateurs de fréquentation ont aussi été pondérés en fonction des espèces. Cela a également été envisagé ici, mais ce choix

⁷ Le State of the world's sea turtles (SWOT) est un partenariat entre le groupe de spécialistes des tortues marines de l'UICN, l'ONG « Oceanic Society », l'université de Duke et un ensemble de chercheurs et d'institutions. Leur but est de rassembler les données sur la gestion et la conservation des tortues marines à toutes les échelles.

n'a pas été validé. En effet, même si le PNA favorise les tortues imbriquées, les populations de luths semblent davantage en déclin, comme il l'a été mentionné dans la partie 1.2. De plus, la distinction des espèces lors de l'observation des traces n'est pas toujours évidente.

Caractérisation de l'état de la végétation et des pressions sur les sites de pont

L'indicateur utilisé par l'ONCFS pour caractériser l'état de la végétation manque de précision. Les critères retenus pour qualifier l'état de la végétation et leur densité ne sont pas accessibles. Le nombre de personnes qui ont fait le terrain est inconnu. Le biais lié à différents observateurs est donc difficilement évaluable. De plus, des données pertinentes pour caractériser l'état écologique des sites de pont n'ont pas été prises en compte dans le diagnostic : tassement du sol, espèces présentes, densité de peuplement, présence d'espèces exotiques envahissantes, régénération, etc. Cependant, les experts en charge de l'animation du PNA ont estimé que les données étaient globalement toujours d'actualité et pouvaient être retenues dans le cadre de ce diagnostic. Toutefois, la méthode utilisée en Guadeloupe en 2006 pour mener le diagnostic des sites de pont est plus précise et donne des informations quantifiées (Mailloux *et al.*, 2006). Par exemple, les taux de tassement du sol, de construction, de végétation dégradée, d'éclairage et de cocotiers sont calculés. À partir de ces données, une note « habitat » est constituée. De plus, un diagnostic a été mené à nouveau en 2013 permettant de constater une évolution. Aussi, les données sur la dégradation des sites de pont en Martinique gagneraient à être actualisées à l'aide d'une méthodologie plus développée. De plus, la méthode utilisée en Guadeloupe relève la distance entre la route et la plage. Étant donné que l'indicateur « bâti » du présent diagnostic ne prend pas en compte la présence des routes, il serait essentiel de procéder de manière similaire afin d'avoir cette information. En effet, ces dernières sont parfois présentes aux abords de sites de pont sans pour autant qu'il y ait une forte densité de bâti. De plus, l'hypothèse faite quant à l'établissement d'une relation entre densité de bâti et fréquentation balnéaire est à relativiser. Par exemple, les sites des Salines ont une densité faible de bâti mais sont très fréquentés. Il s'agit donc d'un argument supplémentaire pour appuyer le besoin d'une étude visant à évaluer la fréquentation balnéaire des sites de pont.

Pour l'indicateur « sargasses », les données se basent uniquement sur 2019. Cela aurait été intéressant d'utiliser des données sur plusieurs années consécutives afin de mieux refléter les impacts de cette pression et de dégager certaines tendances. De plus, une étude récente du BRGM montre qu'une surveillance par site des arrivages de sargasses est requise (Bouvier *et al.*, 2020). Une importante variabilité de la présence des sargasses entre des sites identiquement exposés peut être observée. Un lien a été mis en place entre le PNA et le service chargé de cette problématique à la DEAL pour les questions des plans de ramassage. Il serait également pertinent de travailler conjointement sur la question du suivi des échouages. En effet, les personnes en charge du suivi de trace ne consignent pas systématiquement les informations relatives aux échouages. Si des données plus robustes existent, il serait intéressant que la PNA y ait accès. En outre, cette étude fait le constat que les sargasses agiraient en faveur du maintien du trait de côte et par extension, de la préservation des nids de tortues marines. Leur présence sur les plages atténuerait l'impact de fortes houles.

En ce qui concerne l'indicateur relatif à la position de la limite de végétation, il présente l'avantage d'être disponible pour une plus grande période que la position du jet de rive. Néanmoins, il est nécessaire de combiner ces deux données pour avoir une idée de l'érosion globale du trait de côte. Ainsi, il serait utile de combiner ce diagnostic avec des études récentes de l'évolution du trait de côte qui viendront compléter ces analyses (Cerema, 2020).

6.2 PERSPECTIVES SUR L'APPLICATION DE LA DOCTRINE

La stratégie de gestion du DPM naturel en Martinique⁸ a été élaborée en 2019 (DEAL et DM, 2019). Les quatre orientations stratégiques sont les suivantes :

- Faciliter et optimiser la gestion ;
- Contrôler le respect des autorisations et des usages ;
- Maîtriser les occupations et les usages du DPM et en réduire les impacts environnementaux ;
- Aménager durablement le DPM.

Voici quelques actions qui sont prévues pour répondre à ces objectifs :

- Sensibilisation auprès des usagers et des collectivités : respect de l'environnement, meilleures pratiques, restauration de la végétation, etc.
- Planifier et programmer les contrôles : identification des occupations non autorisées pour régularisation (quand cela est possible) ou poursuite, formation des unités de police ;
- Instruire les demandes selon des critères clairs et affichés ;
- Remédier au stationnement de véhicule (normalement interdit sur le DPM) ;
- Fixer des taux d'occupation maximum de plage occupée en concertation avec les communes concernées ;
- Autoriser les installations commerciales uniquement dans des zones prédéfinies, les zones à forts enjeux environnementaux (comme les sites de ponte) seront préservées.

Ainsi, cette étude vient appuyer les actions prévues par la stratégie tout en proposant d'autres préconisations. Lors du premier contact avec la DEAL dans le cadre de cette étude, un travail de fond a été mené par cette institution pour déterminer les propriétaires et les gestionnaires de toutes les parcelles des plages de l'île. Toutes les concessions, conventions de gestion et AOT ont été identifiés. Par ailleurs, cela a mis en évidence un nombre conséquent de cas d'occupations illégales du DPM jusqu'alors sous-estimé. Cette situation soulève des questions quant à la portée des recommandations de la doctrine et aux capacités d'empêcher de nouvelles installations hors cadre AOT, les plages étant très nombreuses et les moyens limités. Cette étude a permis de prioriser les sites sur lesquels intervenir pour discerner les structures en situation d'illégalité (sur les plages de catégorie 1). Ceci servira à répartir les phases d'identification des cas d'occupation illégale du DPM.

Le bilan de l'application de la doctrine en Guadeloupe était initialement mitigé d'après Méлина Laurent, chargée de mission espèces marines et politiques de conservation à la DEAL Guadeloupe. En effet, les restrictions d'usages ont été appliquées préférentiellement aux sites à enjeux moindres, ce qui diminue grandement l'impact des préconisations. Cependant, la prise en compte des enjeux a tout de même progressé avec des prescriptions de restauration lors des régularisations d'AOT. Il y a également eu une grande évolution des prescriptions dans le cadre des conventions. De plus, la Guadeloupe est en train de s'équiper d'une stratégie de gestion du DPM qui intègre les enjeux relatifs aux tortues marines.

⁸ Pour les parties où d'autres gestionnaires sont concernés (ONF, CDL et collectivités), ces derniers sont censés développer leur propre stratégie.

Il est donc légitime de s'interroger sur l'application de la doctrine en Martinique. Il est prévu qu'elle serve d'outil assurant une équité de traitement et une cohérence globale même s'il y aura toujours besoin d'un avis au cas par cas. Avant même la fin de l'étude, ce travail s'est avéré utile pour par exemple montrer l'importance de conserver la plage de Madiana sans aménagement pour les populations des tortues marines à des prestataires qui ont accepté de développer leur projet dans un autre site où les enjeux sont moindres. De plus, les préconisations serviront pour guider les collectivités lors de la réflexion de leur PLU

7 CONCLUSION

Les tortues marines sont des espèces menacées depuis plusieurs siècles. Les causes de leur déclin ont évolué avec les changements de consommation des sociétés, une valeur touristique et patrimoniale croissante pour ces espèces et l'apparition de modalités de protection mais aussi de nouvelles menaces. Ces dernières concernent leur habitat marin et terrestre : leur site de ponte. Les plans nationaux d'actions (PNA) sont des outils français qui ont pour but de restaurer et maintenir des espèces menacées. Les actions mises en place concernent la sensibilisation, la protection et l'inclusion des espèces ciblées et de leurs habitats dans la gestion des activités anthropiques et des politiques publiques. Ils s'inscrivent dans le cadre de la biologie de conservation. En Martinique et depuis 2006, le PNA en faveur des tortues marines des Antilles françaises implique un réseau d'acteurs variés. Ils sont mobilisés pour la mise en œuvre d'actions portant sur la conservation, la gestion, les connaissances et la sensibilisation.

Cette étude a porté sur la définition des usages acceptables sur les sites de nidification des tortues marines pour mieux encadrer la délivrance d'arrêtés d'occupation temporaire (AOT). Pour ce faire, la fréquentation des plages et plusieurs menaces ont été caractérisées : la prédation par les espèces exotiques envahissantes, la pression liée au bâti, l'érosion du trait de côte et les échouages massifs de sargasses. Cette étude aura permis de rassembler et d'exploiter pour la première fois ces données dans le but de les associer à la conservation de ces espèces. Pour chaque site, les menaces ont été respectivement croisées avec le niveau de fréquentation par les tortues marines pour en déterminer les niveaux de vulnérabilité. D'une part, la doctrine à destination des services instructeurs d'AOT a été établie. Les sites ont été classés en trois catégories pour lesquels des recommandations d'ordre préventif ont été apportées. Elles portent sur les différentes possibilités et modalités d'aménagement. D'autre part, les sites sur lesquels mener chaque type d'action en priorité ont été identifiés. Différentes préconisations d'ordre curatif ont été amenées : sur le suivi d'activité des tortues et la gestion des données, sur les besoins d'acquisition de nouvelles données et sur les actions à mener. Plusieurs cartes et graphiques ont été fournis : ils permettent une visualisation claire des résultats et servent de base aux prises de décision. Un tableur qui rassemble l'ensemble des données, leur analyse et les indicateurs a été fourni.

Cette étude a été marquée par plusieurs freins. Le contexte de crise sanitaire liée à la covid-19 a notamment empêché l'organisation d'entretiens avec les différents gestionnaires et d'ateliers participatifs. La co-construction des critères servant de base à la doctrine aurait apporté davantage de légitimité et de plus-value à celle-ci. Grâce à la mobilisation de différents services de la DEAL et de l'équipe du PNA, le résultat est tout de même adapté à la demande initiale et commence déjà à être utile. Cela s'est également confirmé lors des soutenances qui ont eu lieu pour présenter les résultats aux financeurs de cette étude et aux partenaires. Cela a été aussi l'occasion d'insister sur le besoin de créer, d'actualiser et d'améliorer certaines données. Une autre plus-value de ces présentations est qu'elles ont permis d'insister sur l'urgence d'agir sur deux thématiques en particulier : la restauration écologique de certains sites identifiés par cette étude et la réduction de la pollution lumineuse en se rapprochant des collectivités. Plus généralement, cette étude met en lumière l'importance pour les différentes institutions œuvrant sur le littoral de partager leurs données et de les utiliser conjointement que cela soit pour la conservation des tortues marines, la gestion des sargasses ou le maintien du trait de côte.

8 RÉFÉRENCES

- Balazs G.H. et Chaloupka M. 2006. Recovery trend over 32 years at the Hawaiian green turtle rookery of French frigate shoals. *Atoll research bulletin*, 543, p. 12.
- Ballot V. 2014. La tortue dans les Petites Antilles, entre valeur symbolique et enjeux économiques. *Études caribéennes*, 26. Disponible sur : <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/6656> (Consulté le 27 décembre 2020).
- Beaufort O., Sebe M., et Delcroix E. 2015. *Suivi des déplacements de tortues vertes en alimentation dans la baie de Malendure, Bouillante, Guadeloupe* (07). Guadeloupe : Association Kap Natirel, 36 p. Disponible sur : https://kapnatirel.org/wp-content/uploads/2020/07/Rapport-SEATAG-Malendure_V2.pdf (Consulté le 6 janvier 2021).
- Biotope. 2016. *Évaluation du Plan d'Actions pour les Tortues Marines de la Martinique* (Juin 2016-V7). Schoelcher : DEAL Martinique, 119 p. Disponible sur : http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/art2-6-_rapport_eval_pa_tortues_marines_martinique_v7.pdf
- Bouvier C., De Cathelineau T., et Valentini N. 2020. *Suivi de la dynamique des échouages de sargasses sur le littoral Martiniquais-Développement et application des algorithmes* (RP-69651-FR). Martinique : BRGM, 53 p. Disponible sur : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-69651-FR.pdf>
- Burg M.-C. 2019. *Renforcement de la protection des habitats majeurs des tortues marines en Guadeloupe dans le cadre du Plan National d'Actions Tortues marines aux Antilles françaises*. (Master appliqué à la gestion des littoraux). La Rochelle : Université de la Rochelle, 149 p.
- Cerema. 2020. *Dynamiques et évolution du littoral - synthèse des connaissances de la Martinique*. Fort-de-France : Cerema, 276 p. (Connaissances, 14)
- Clément D. et Morin G.-A. 2015. *Les 50 pas géométriques naturels des outre-mer - Préservation de la biodiversité et maîtrise foncière* (Cgaaer_14122_2016). Paris : MEDDE, MAAF, 122 p. Disponible sur : https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/cgaaer_14122_2016_rapport.pdf (Consulté le 2 janvier 2021).
- Clergeau P. et Le Lay G. 2006. Un outil d'aide à la décision collective appliqué à la gestion des dortoirs d'étourneaux. *Natures Sciences Sociétés*, Supplément(Supp.1), p. 48-51.
- Conseil scientifique de SWOT. 2011. *Normes minimales en matière de données de suivi des plages de ponte*. Arlington : State of the World's sea turtles, 28 p. Disponible sur : https://static1.squarespace.com/static/5b80290bee1759a50e3a86b3/t/5bce01b3eef1a11fcf93bbe1/1540227510208/042811_Nesting+Data+Bro_French_FinalA.pdf search.safefinderformac.com/?aid=80801239&affid=VKI3OeyJhSUQiOjUxMDQsImciOiJGUiIsInBpZCI6IiJWWjgwODAxMjM5IiwidWlkIjojMDYxNDc3MDciLCJiSUQiOiI5MCJ9+x87KtufVprnakA50A/e
- Crillon J. et Cuzange P.-A. 2018. *Plan national d'actions en faveur des tortues marines des Antilles françaises - 2018 -2027*. Guadeloupe : DEAL de Guadeloupe, 250 p.

DEAL et DM. 2019. *Stratégie de gestion du domaine public maritime naturel en Martinique*. DEAL et DM, 31 p. Disponible sur : http://www.dm.martinique.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/strategie_dpm.pdf

Dossa S.J., Mensah G.A., et Laleye A.P. 2006. Etude et valorisation des potentialités endogènes des tortues marines dans le sud-ouest du Bénin. *Bulletin de la Recherche agronomique du Bénin*, 53, p. 9.

El Jai B. et Pruneau D. 2015. Favoriser la restauration de la biodiversité en milieu urbain : les facteurs de réussite dans le cadre de quatre projets de restauration. *Vertigo*, 15(3). Disponible sur : <http://journals.openedition.org/vertigo/16807> (Consulté le 26 décembre 2020).

Entraygues M. 2014. *Plan national d'actions en faveur des tortues marines de Guyane. Partie I - Etat des connaissances et état de conservation*. ONCFS, 150 p. Disponible sur : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNA_%20TM_%20GUYANE%20PARTIE%20I%20ET%20II.pdf (Consulté le 3 janvier 2021).

Équipe de développement de QGIS. 2019. *QGIS*. Disponible sur : <https://www.qgis.org/fr/site/> (Consulté le 7 janvier 2021).

Foerster E. 2009. *Vulnérabilité : état de l'art sur les concepts et méthodologies d'évaluation* (RP-57471). BRGM, 32 p. Disponible sur : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-57471-FR.pdf> (Consulté le 3 janvier 2021).

Girondot M. 2010a. Analyse critique des stratégies d'étude des tortues marines à terre. Dans : *Les Tortues marines en France métropolitaine et d'outre mer*. Bulletin de la société herpétologique de France, p. 16. Disponible sur : http://gtmf.mnhn.fr/wp-content/uploads/sites/13/2015/08/Girondot2011_colloqueTortuesMariesParis2010.pdf (Consulté le 3 janvier 2021).

Girondot M. 2010b. Estimating density of animals during migratory waves: a new model applied to marine turtles at nesting sites. *Endangered Species Research*, 12(2). DOI: 10.3354/esr00292

Girondot M. et Fretey J. 1996. *Mise au point d'une fiche de description de sites de ponte*. Paris : Ministère de l'Environnement direction de la nature et des paysages, 15 p.

Gourou P. 1964. L'homme et la tortue. *Revue française d'anthropologie*, 4(3), p. 110-117.

Hoareau J.-F., Peyen L., Goujon M., et Dupéré O. 2018. Vulnérabilité, risques naturels, aménagement du territoire et politique de la ville. *Revue des droits et libertés fondamentaux*, chapitre 7, p. 28.

INPN. 2020a. *INPN - Cartes et information géographique*. Dans : *INPN - Inventaire National du Patrimoine Naturel*. Disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique> (Consulté le 20 juin 2020).

INPN. 2020b. *INPN - Les Plans Nationaux d'Actions*. Dans : *INPN - Inventaire National du Patrimoine Naturel*. Disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/programme/plans-nationaux-d-actions/presentation> (Consulté le 29 février 2020).

Jacob T. et Gardes L. 2011. *Synthèse des méthodes de suivi des tortues marines / Synthesis of marine turtles monitoring methods*. Agence des aires marines protégées, 42 p. Disponible sur : <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.4917.0808> (Consulté le 13 juin 2020).

Lefebvre T., Moncorps S., et Union mondiale pour la nature. 2013. *Les espaces naturels protégés en France: une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité*. Paris : UICN, 43 p.

Louis-Jean L. 2015. *Étude de la pêche artisanale côtière au filet de fond aux Antilles françaises afin de réduire la capture accidentelle de tortues marines et obtenir une activité plus durable*. (Sciences et techniques des pêches). École pratique des hautes études, 271 p. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02099616/document>

Luber S. et Toole J. 2017. Viande de brousse aquatique en Afrique de l'Ouest. Dans : *Cop12*. OceanCare, p. 11. Disponible sur : https://www.oceancare.org/wp-content/uploads/2017/03/OceanCareBriefing_AqauticBushmeat-Backgrounder_FR.pdf

Magdelonnette J. 2019. *La pollution lumineuse sur les sites de nidification des tortues marines à la Martinique*. (Master aménagement durable des espaces insulaires). Schoelcher : Université des Antilles, 91 p.

Mailloux J., Delcroix E., et Gorjux E. 2006. *L'habitat terrestre des tortues marines. Prise en compte dans l'aménagement du littoral et restauration écologique aux Antilles françaises*. ONF, RTMG, 113 p. Disponible sur : <http://www.tortuesmarinesguadeloupe.org/wp-content/uploads/2014/12/Lhabitat-terrestre-des-tortues-marines.-Prise-en-compte-dans-lamenagement-du-littoral-et-restauraion-ecologique.pdf> (Consulté le 3 janvier 2021).

Marché public. 2020. *AOT autorisation d'occupation temporaire*. Dans : *Marché-public.fr*. Disponible sur : <http://www.marche-public.fr/Marches-publics/Definitions/Entrees/AOT-autorisation-occupation-temporaire.htm> (Consulté le 4 décembre 2020).

Mathevet R. et Godet L., 2015. *Pour une géographie de la conservation: biodiversités, natures et sociétés*. Paris : L'Harmattan, 397 p. (Colloques & Rencontres).

Mathevet R. et Poulin B. 2006. De la biologie à la géographie de la conservation. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 83(3). DOI : 10.3406/bagf.2006.2520

MEDD. 2005. *Arrêté du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection*. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000424977> (Consulté le 7 janvier 2021).

Microsoft. 2019. *Excel*. Disponible sur : https://www.microsoft.com/fr-fr/microsoft-365/p/excel/cfq7ttc0k7dx?=&ef_id=EAIAIQobChMIxbrTxZ6K7gIVSAwGAB3Y6AVXEAAAYAiAAEgKqtPD_BwE%3aG%3as&OCID=AID2100139_SEM_EAIAIQobChMIxbrTxZ6K7gIVSAwGAB3Y6AVXEAAAYAiAAEgKqtPD_BwE%3aG%3as&lnkd=Google_O365SMB_App&gclid=EAIAIQobChMIxbrTxZ6K7gIVSAwGAB3Y6AVXEAAAYAiAAEgKqtPD_BwE&activetab=pivot%3aoverviewtab (Consulté le 7 janvier 2021).

Mortimer J.A. et Portier K.M. 1989. Reproductive Homing and Internesting Behavior of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) at Ascension Island, South Atlantic Ocean. *Copeia*, 1989(4). DOI : 10.2307/1445982

MTES. 2018. *Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses*. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037864346/> (Consulté le 26 décembre 2020).

MTES. 2020. *Glossaire - géorisque*. Dans : *Géorisques*. Disponible sur : <https://www.georisques.gouv.fr/glossaire/risque-naturel-0> (Consulté le 22 décembre 2020).

MTES. 2019. *Plans nationaux d'actions en faveur des espèces menacées*. Dans : *Ministère de la Transition écologique*. Disponible sur : <http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plans-nationaux-dactions-en-faveur-des-especes-menacees> (Consulté le 29 février 2020).

MTES et Commissariat général au développement durable. 2019. *Les dispositifs français de protection des espaces naturels*. Dans : *L'environnement en France - Rapport sur l'état de l'environnement*. Disponible sur : <https://ree.developpement-durable.gouv.fr//themes/defis-environnementaux/erosion-de-la-biodiversite/mesures-de-protection/article/les-dispositifs-francais-de-protection-des-espaces-naturels> (Consulté le 15 décembre 2020).

Northwest Atlantic Leatherback Working Group. 2018. Northwest Atlantic Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) status assessment. *WIDECAST Technical Report*, 16, p. 41.

OFB Guyane. 2019. *Protection des tortues marines contre la divagation des chiens*. Disponible sur : <https://guyane.ofb.fr/protection-des-tortues-marines-contre-la-divagation-des-chiens/> (Consulté le 26 décembre 2020).

ONB. 2014. *Evolution du nombre de traces de pontes de tortues marines en Outre-mer*. ONB, 4 p. Disponible sur : http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/sites/default/files/fichiers/indicateurs/analyse-frb/snb-b04-12-ttm1_tortues_marines_fiche1.pdf (Consulté le 3 janvier 2021).

Primack R., Sarrazin F., et Lecomte J. 2012. *Biologie de la conservation: cours et applications*. Paris : Dunod, 351 p.

RTMM. 2020. *Tortues marines Martinique*. Dans : *rtmm*. Disponible sur : <https://www.tortuesmarinesmartinique.org> (Consulté le 29 février 2020).

Seeturtles. 2020. *Why Are Sea Turtles Important — SEE Turtles*. Dans : *SEE Turtles*. Disponible sur : <https://www.seeturtles.org/why-are-sea-turtles-important> (Consulté le 28 décembre 2020).

Sordello R., Siblet J.P., Touroult J., et Gaudillat V. 2011. *Trame verte et bleue - critères nationaux de cohérence - contribution à la définition du critère sur les habitats* (19). MNHN-SPN/MEDDTL, 31 p. Disponible sur : http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/111221_-_tvb_-_rapport_mnhn_habitats.pdf (Consulté le 3 janvier 2021).

Soulé M.E. et Wilcox B.A., éd. 1980. *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sunderland, Mass : Sinauer Associates, 395 p.

IUCN. 2020. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Dans : *IUCN Red List of Threatened Species*. Disponible sur : <https://www.iucnredlist.org/en> (Consulté le 27 décembre 2020).

WWF-Gabon. 2017. *4 raisons pour se prêter au jeu de la conservation des tortues marines au Gabon*. Disponible sur : <https://www.wwf-congobasin.org/news/?302370/4%2Draisons%2Dpour%2Dse%2Dprter%2Dau%2Djeu%2Dde%2Dla%2Dconservation%2Ddes>

%2Dtortues%2Dmarines (Consulté le 28 décembre 2020).

9 LISTE DES ABRÉVIATIONS

AOT : Autorisations d'Occupation Temporaire

APB : Arrêtés de Protection de Biotope

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CDL : Conservatoire Du Littoral

DPM : Domaine Public Maritime

DREAL : Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

FDL : Forêt Domaniale du Littoral

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

ONF : Office National des Forêts

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNA : Plans Nationaux d'Actions

PNR : Parc Naturel Régional de la Martinique

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

RTMM : Réseau des Tortues Marines de Martinique

SIG : Système d'Information Géographique

UICN : Union internationale de Conservation de la Nature

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique

10 TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Saison de ponte et d'émergence des espèces de tortues marines de la Martinique.	13
Tableau 2 : Types de pressions et impact sur le cycle de vie terrestre des tortues marines.....	14
Tableau 3 : Présentation des données recensées pour le diagnostic des pressions.....	18
Tableau 4 : Méthodologie de construction des indicateurs et valeurs retenues pour le diagnostic.....	21
Tableau 5 : Valeurs des coefficients des indicateurs de pressions sur les sites de ponte et solutions proposées pour les agréger.....	22
Tableau 6 : Comparaison des indicateurs de fréquentation par site de ponte entre 2009 - 2017 et 2018-2020.....	27
Tableau 7 : Synthèse de la valeur des indicateurs pour les sites de ponte des tortues marines	38

11 TABLE DES FIGURES

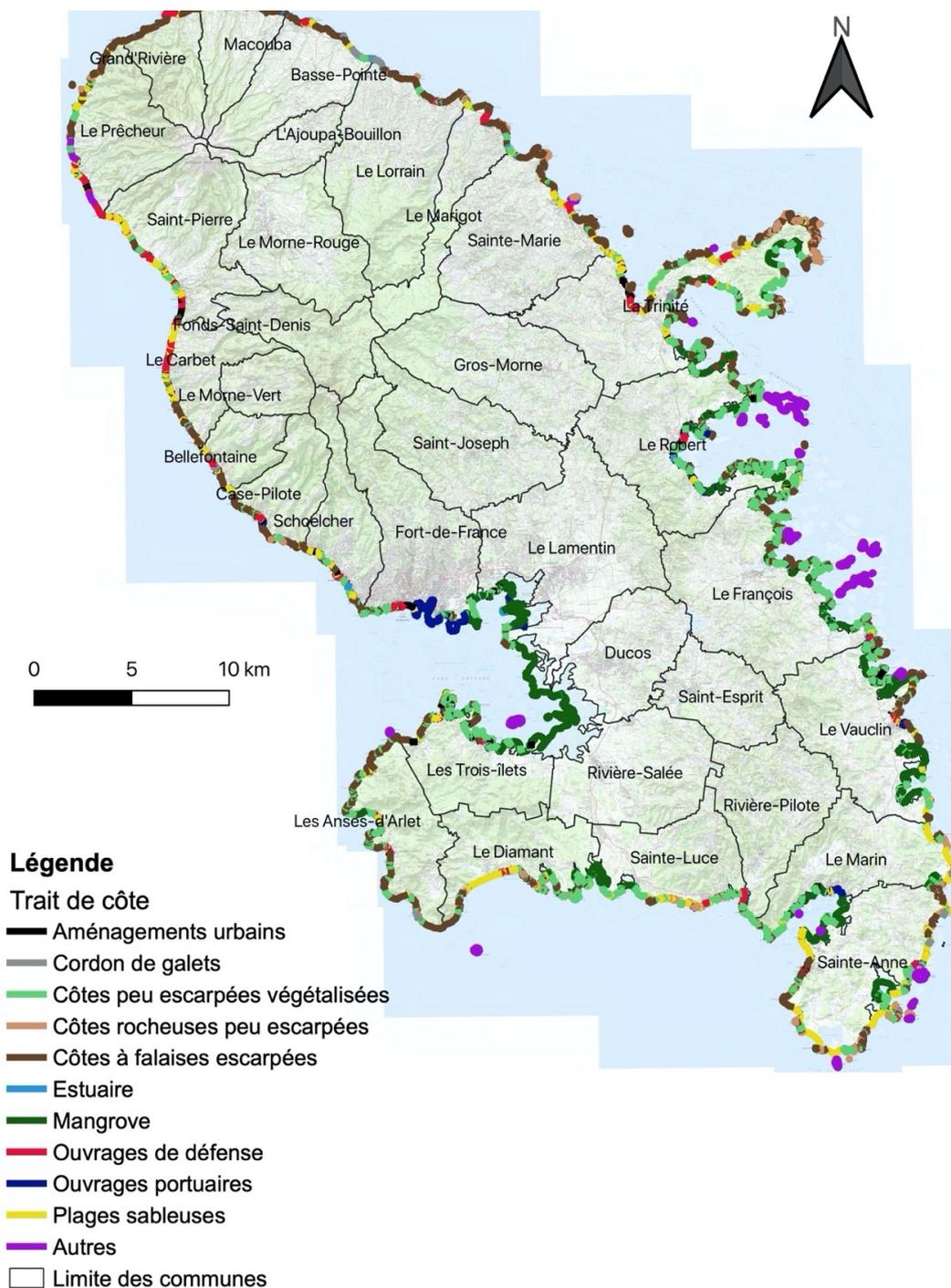
Figure 1 : Part relative des différentes occupations du sol au niveau du littoral de la Martinique (% du linéaire total).....	12
Figure 2 : De gauche à droite, tortue luth (cliché : D. Laffite), tortue verte (cliché : E. Dumont-Dayot) et tortue imbriquée (cliché : D. Lafitte) en bas.....	13
Figure 3 : Tortillon désorienté par un lampadaire - Guadeloupe. (Cliché : S. Barrioz).....	15
Figure 4 : Trace de tortue imbriquée venue pondre sur la plage du Diamant, 2020. (Cliché : A. Bonnano).....	16
Figure 5 : Classement des sites de pontes en fonction de leur fréquentation par les tortues marines.....	25
Figure 6 : Caractérisation de la fréquentation des sites de ponte par les tortues marines sur la période 2009-2020.....	26
Figure 7 : Niveau de protection des sites de ponte en fonction de leur fréquentation.....	28
Figure 8 : Répartition des niveaux de protection des sites de ponte des tortues marines en fonction de leur fréquentation.....	29
Figure 9 : Corrélation entre l'état de la végétation (0 : mauvais état, 4 : très bon état) et la fréquentation des sites par les tortues marines.....	30
Figure 10 : Répartition de l'état de la végétation sur les sites de ponte des tortues marines en fonction de leur fréquentation.....	31
Figure 11 : Niveau des aléas en fonction de la fréquentation des sites de ponte par les tortues marines.....	32
Figure 12 : Répartition du niveau des aléas sur les sites de ponte en fonction de leur fréquentation.....	33
Figure 13 : Niveau de prédation par les espèces exotiques envahissantes en fonction de la fréquentation des sites de ponte par les tortues marines.....	34
Figure 14 : Répartition du niveau de prédation par les espèces exotiques envahissantes sur les sites de ponte des tortues marines en fonction de leur fréquentation.....	35
Figure 15 : Densité du bâti en fonction de la fréquentation des sites de ponte par les tortues marines.....	36
Figure 16 : Répartition de la densité du bâti sur les sites de ponte des tortues marines en fonction de leur fréquentation.....	37

12 TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : carte de l'occupation des sols en Martinique réalisée dans le cadre de cette étude	59
Annexe 2 : protocole de relevé de traces matinal élaboré à l'aide de Marc Girondot pour le PNA.....	60
Annexe 3 : grille d'entretien réalisée dans le cadre de cette étude.....	62
Annexe 4 : fiche terrain pour récolter les données manquantes sur l'état de la végétation des sites de ponte.....	63
Annexe 5 : document élaboré dans le cadre de cette étude pour organiser les ateliers participatifs.....	65
Annexe 6 : données de suivi sur les sites avec moins de 30 suivis entre 2009 et 2020 et au moins une trace observée.....	68

13 ANNEXES

ANNEXE 1 : CARTE DE L'OCCUPATION DES SOLS EN MARTINIQUE RÉALISÉE DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE



source : ONF Martinique

ANNEXE 2 : PROTOCOLE DE RELEVÉ DE TRACES MATINAL ÉLABORÉ À L'AIDE DE MARC GIRONDOT POUR LE PNA

Protocole de suivi des pontes de Tortues Marines en Martinique

► Pourquoi suivre les traces de pontes des tortues marines ?

Les tortues marines des Antilles françaises font l'objet d'un Plan National d'Action (PNA). Un PNA met tout en œuvre pour stopper la perte de biodiversité en définissant les objectifs et les stratégies nécessaires pour améliorer le statut de conservation des espèces protégées et menacées. Cela signifie simplement que l'objectif principal est l'augmentation des effectifs de tortues marines aux Antilles et la sauvegarde de leurs habitats.

Le suivi des pontes est un indicateur, il évalue l'état de santé des populations de tortues marines et donc des actions de conservation mises en œuvre dans le cadre du PNA.

► Les 3 espèces présentes en Martinique

Tortue Luth

Carapace souple
5 carènes distinctes
Peau ressemblant à du cuir



- **Largeur trace : 150 – 230 cm**
- Trace profonde
- Trace de la queue faisant un sillon au niveau de l'axe médian
- Traces des nageoires antérieures et postérieures nettement visibles et **symétriques**

Tortue Verte

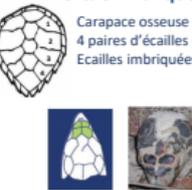
Carapace osseuse
4 paires d'écaillures costales
Ecaillures juxtaposées



- **Largeur trace : 100 – 130 cm**
- Trace profonde
- Trace de la queue discontinue
- Traces des nageoires antérieures visibles
- Traces des nageoires postérieures moins visibles
- Traces **symétriques** par rapport à l'axe médian

Tortue Imbriquée

Carapace osseuse
4 paires d'écaillures costales
Ecaillures imbriquées



- **Largeur trace : 70 – 85 cm**
- Trace peu profonde
- Trace de la queue peu ou pas visible
- Seul les nageoires postérieures sont visibles
- Trace des **nageoires alternées** par rapport à l'axe médian

► Protocole de suivi

La saison de ponte des 3 espèces s'étend de mars à novembre. Il y a 5 sessions de suivis sur l'ensemble de la période. Pendant ces sessions le comptage de trace matinale est réalisé pendant 4 matinées espacées de 3 jours entre 6h et 9h afin d'avoir une bonne lisibilité de la trace. **Matériel nécessaire : mètre, fiche terrain, crayon papier et un smartphone.**

Exemple d'une session :

Matin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X si comptage				X				X				X				X				
	Début				3 jours d'intervalle				Fin											



Schéma mesure trace

A chaque comptage de trace matinale une **fiche de terrain** doit être correctement remplie avec toutes les informations demandées (ou le formulaire en ligne). La **mesure de la trace** se fait sur la largeur (voir schéma 1).

Le **point GPS** de chaque trace doit être relevé au **point le plus haut de la trace** lorsqu'il n'y a pas de nid ou à la **place du nid** s'il y en a un. Application GPS pour smartphone : GPS Status & Toolbox (format degré décimaleux : DD.DDDDD°)

Pensez à **bien chercher les traces sur l'ensemble de la surface du site**, faire un passage limite bord de l'eau et faire un passage hauteur de la plage. Une fois qu'une trace est repérée après avoir pris les données pensez à **barrier la trace** avec le talon pour faire une croix ou mettre des bouts de bois sur les plages peu sableuses afin de ne pas la recompter les jours suivants.

Contact Réseau Tortues Marines :
Alicia BONANNO 0696 267 451
Fabian RATEAU 0696 266 962
tortuesmarinesmartinique@gmail.com

Contact Réseau Echouage
(Tortue morte ou en détresse) :
0696 234 235



Feuille Terrain – Suivi des Traces de Tortues Marines

Informations générales

Date :
 Heure de début du suivi :
 Heure de fin de suivi :
 Structure :
 Nom et Prénom de l'observateur :
 Nom de la plage suivie :
 Nombres de traces relevées :
 Type de comptage* :

IMPORTANT : Effacez la trace notée pour ne pas la compter à nouveau lors des prochains suivis !
Rédigez svp une fiche même si aucune trace n'est relevée !
Remplissez svp une fiche par plage et une ligne par trace.

Détail des traces observées

N° Trace	Activité de ponté **	Emergence ***	GPS - Latitude	GPS - Longitude	Espèce ****	Habitat de ponté *****	Largeur trace (cm)	Sargasses *****	Menaces *****
1									
Observation :									
2									
Observation :									
3									
Observation :									
4									
Observation :									
5									

Légende:

* **Type de comptage** : Comptage trace matinal ; Comptage hors protocole trace matinal
 ** **Activité de ponté** : RAS = pas de trace ; Trace avec doute de ponté ; Trace sans ponté ; Trace avec ponté
 *** **Emergence** : oui ; non
 **** **Espèce** : Imbriquée ; Verte ; Luth ; NI = non Identifiée
 ***** **Habitat de ponté** : Sable ; VB = Végétation basse ; Lisière ; Forêt
 ***** **Sargasses** : RAS ; modéré = présence mais pas sur tout le linéaire et pas d'odeur ; important = présence mais pas sur tout le linéaire ; majeur = +50 cm sur tout le linéaire et en mer, plage difficilement accessible
 ***** **Menaces** : RAS ; Chien = présence problématique d'un ou de plusieurs chiens ; mangouste = présence de mangoustes ou de traces autour de la zone de ponté, prédatons des œufs ; véhicule à moteur ; feu ; campeur

N'hésitez pas à prendre des photos en cas de problèmes et préciser sa nature dans les observations



ANNEXE 3 : GRILLE D'ENTRETIEN RÉALISÉE DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE

Entretien CDL- Marie-Michèle Moreau 17/09/2020

Objectifs :

Comprendre le rôle du CDL dans la gestion et la protection du littoral : ses pratiques, ses liens avec les autres acteurs du territoire

Connaître avec précision les sites du CDL : quelles sont les mesures prises sur ces sites ? Qu'est-ce qui est fait pour les espèces protégées en particulier pour les tortues et leurs habitats ?

Questions

Présentations : le conservatoire en Martinique : combien de personne, petit historique... Quelles sont vos fonctions au sein du CDL ?

Les missions principales du CDL

Quelle est la stratégie du CDL pour protéger les espaces naturels ?

Comment le CDL « choisit » les sites sur lesquels il décide d'intervenir, sur quels critères ?

Comment est-ce que le CDL devient propriétaire d'un site ?

Lien entre CDL et gestionnaires

Comment les gestionnaires sont-ils choisis et qui sont-ils aujourd'hui ?

Quelles sont les relations entre les gestionnaires et le CDL ? (à quelles occasions, sous quelles formes, fréquence, ...)

Quel est le rôle du CDL une fois que le site est acquis et que le gestionnaire est choisi ?

Pouvez-vous m'illustrer un cas : de l'acquisition foncière à la gestion du site ?

Comment se passe la gestion dans les zones où il y a différents périmètres de protection des espaces naturels ?

Dans quelle mesure le CDL est-il impliqué dans le réseau des acteurs du littoral ?

Est-ce que le CDL a pour projet d'acquérir de nouveaux sites ?

Les habitats et les tortues marines : la gestion dans le détail

Quels sont les moyens et les actions mises en œuvre dans le cadre de la gestion des sites du CDL ? (plan de gestion ? autres type ? pratiques, contrôles, limites ?)

Comment les usages des sites du CDL sont-ils définis ?

Comment est-ce que les habitats et/ou les espèces protégées sont-ils pris en compte dans la gestion des sites du CDL et la définition des usages ? (niveau de protection)

Qui sont les gestionnaires de ces sites ? Est-ce que les tortues et les habitats sont pris en compte ? Comment ?

Quelles sont vos recommandations en tant que représentante du CDL pour mieux prendre en compte les espèces protégées et notamment les tortues et leurs habitats dans les politiques d'aménagement du littoral ?

ANNEXE 4 : FICHE TERRAIN POUR RÉCOLTER LES DONNÉES MANQUANTES SUR L'ÉTAT DE LA VÉGÉTATION DES SITES DE PONTE

FICHE TERRAIN

Date :

Commune :

Nom du site

Nom prospecteur.trice :

Végétation :

Strate haute : surface Abondante ; Moyenne ; faible; absente

Densité : dense, moyen, épars

Continuité : oui non

Présence d'espèces exotiques (cocotiers...): non, peu, moyen, beaucoup

Régénération (entre 30 et 40 cm) : absence, présence

Largeur de la bande de végétation : minimum :.....m ; maximum :m ; moyen :.....m

Commentaires :

Strate basse : (surface) : Abondante ; Moyenne ; faible; absente

Densité : dense, irrégulier, épars

Continuité : oui non

Largeur de la bande de végétation : minimum :.....m ; maximum :m ; moyen :.....m

Commentaires :

Substrat :

Sable fin, grossier ; Galets petits, moyens, mixte

Tassé ; meuble

Commentaires :

Aménagements (prendre les relevés GPS):

Restaurants/bars/ :

- Nombre :
- Nom :
- Eclairage : non, oui : décrire :

Habitations :

- Nombre :
- Eclairage visible depuis la plage : direct indirect non

Eclairage :

- Nombre de sources lumineuses, préciser le type (projecteur, lampadaire...) :
- Nombre de sources lumineuses visibles depuis la mer : direct (sur la plage), indirect (derrière beaucoup de végétation par exemple)

Autres aménagements

Route : distance à la ligne d'eau (m)

Camping :

Autres :

ANNEXE 5 : DOCUMENT ÉLABORÉ DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE POUR ORGANISER LES ATELIERS PARTICIPATIFS

Préparation de l'atelier : « Comment prioriser les sites de pontes en vue de la mise en place d'une doctrine pour mieux prendre en compte les tortues marines et leurs habitats ? »

Le comité technique du matin permettra de présenter les résultats : données utilisées, méthodes, analyse et résultats. Je présenterai donc les menaces, leur localisation et leur intensité (cartes). Il sera sans doute nécessaire de faire un petit récapitulatif de 5 minutes en intro au moins pour les personnes qui ne sont pas présentes au comité technique

Les participants envisagés sont les suivants (proposés par Fabian et moi-même):

- DEAL : 5 personnes ; SPEB : biodiversité nature et paysage, unité littoral + service bâtiment durable et aménagement (sargasse)
- OFB : 3 ; chef du service départemental et inspecteur de l'environnement + directeur territorial
- Aquasearch (bureau d'études) : directeur
- CNRS : damien chevalier
- L'asso-mer (association de protection du milieu marin): directrice
- ONF : 5 ; chef de l'ut, SIG, foncier
- ADDUAM : 2 ; planification urbanisme aménagement paysage
- DM : planification et environnement marin
- Agence des 50 pas géométriques
- CTM (collectivité territoriale de Martinique) : concessions à Case pilote, Grand Rivière et Le Carbet.
- Procureure
- Parc Naturel Marin de Martinique : 2
- Conservatoire du Littoral
- BRGM : connaissance et évolution du milieu physique des plages
- = 26 personnes
- A rajouter ?
- Les trois communautés d'agglomération :
 - CAESM : gestionnaire de sites du CDL : anse four à chaux, anse grosse roche, grand macabou, anse mathurin, ileet ramier, anse à l'ane
 - CACEM : gestionnaire etang z'abricot
 - Cap nord
- Commune de sainte anne : gestionnaire des sites du CDL : cap ferré, anse meunier, anse trabaud (mais le CDL veut résilier cette convention de gestion pour la confier à la CAESM).
- DEAL : une personne en charge des sites classés et sites inscrits ?
- Communes qui ont des parcelles sur les plages : Anses d'Arlet, Case Pilote, Le Carbet, Fdf, Le Vauclin, Sainte Anne, Sainte Luce, Sainte Marie, Le lorrain,
- Police de l'environnement ?

Les différents profils : Des experts, des instructeurs d'AOT, des gestionnaires, planification urbanisme et police de l'environnement.

Introduction du thème choisi aux participants : 5 minutes

Nous avons vu avec la présentation que les tortues fréquentent de nombreux sites à différentes intensités et qu'elles et leurs habitats sont soumis à de nombreuses pressions réparties de manières plus ou moins hétérogènes sur le littoral. Pour être en mesure de proposer des recommandations sur les usages acceptables aux services instructeurs d'AOT qui soient cohérentes et qui reflètent au mieux la situation, il est nécessaire de connaître le niveau de vulnérabilité de chaque plage. Cela demande de combiner plusieurs informations : la fréquentation des tortues, le statut de protection des sites, les menaces, l'état du site, et d'autres facteurs. Il est donc pertinent de travailler ensemble sur cette question afin d'aboutir vers une proposition consensuelle qui sera à la base de cette doctrine.

Fixer quelques règles : pas de monopolisation du discours, expression égalitaire, l'écoute de chacun, pas d'agressivité.

Commencer par un petit « ice-breaker » tous ensemble : 15 minutes. Quelques propositions en fonction du nombre de participants, des restrictions sanitaires, etc.

- « La prise en compte des tortues marines dans les aménagements des plages c'est ... » en 3 mots. Donner deux ou trois minutes pour que chacun mette un mot par post-it. Les récolter, les trier et les afficher sur un tableau. Faire une rapide synthèse à l'oral.
Mots attendus : nécessaire, difficile, sujet aux tensions, problématique des installations hors AOT.
- Débat mouvant : pour lancer les échanges et commencer à réfléchir. Proposition de thèmes à voir en fonction des participants
- Le web humain : tout le monde en cercle. Une personne tient une pelote de ficelle, garde l'extrémité et la lance à quelqu'un à qui il est relié par le travail et sur cette thématique et en explique les raisons. But : faire réaliser à tous les participants que les actions de chacun sont reliées et que chacun a sa place dans cet atelier. (peut-être compliqué à mettre en place avec les gestes barrières du covid)

Les ateliers 1h30

En fonction du nombre de participants : on fera des petits groupes de 4 à 7 personnes maximum. Dans tous les cas il faut au moins deux groupes. Faire des groupes aux profils différents au préalable (en fonction des gens qui répondront positivement à l'invitation). Dans l'idéal, un animateur par groupe : soit l'un de l'équipe PNA (et il peut alors être envisagé de tourner entre les groupes), soit un des participants. Soit un mix des deux (mais dans ce cas, on ne tourne pas entre les groupes)

Chaque groupe a toutes les cartes qui localisent et précisent l'intensité des menaces, et localisent l'activité des tortues marines.

Fournir aussi : des grandes feuilles de papiers, des cartons+gomme fix, des feutres de couleurs différentes, des gommettes de couleurs différentes

Pour chaque groupe : 30 minutes

- Thème 1 : Qu'est ce qui doit être pris en compte pour attester de la vulnérabilité des sites de pontes des tortues ?
 - o échanges au sein du groupe. Possible de les guider : les menaces étudiées dans le cadre du diagnostic, fréquentation par les tortues, statuts de protection, état écologique des sites, paramètres temporel/saisonnier, différence géographique ? ...
 - o 15 minutes

- Leur faire écrire la liste des facteurs
- Thème 2 : Comment agencer tous ces facteurs pour aboutir à un système qui reflète la vulnérabilité des sites ?
 - Echanges au sein des groupes : pour les guider : en fonction du nombre de menaces par site ? De leur intensité ? un mélange des deux ? d'autres facteurs ?
 - 20 minutes
 - Attente : pour chaque groupe les participants doivent énoncer leurs points de convergence, de divergence, les problèmes que ça soulève.
 - Proposer à l'aide du matériel disponible la ou les propositions

Petite pause pour les participants le temps de réunir et afficher les propositions et de les découvrir nous-même (organisateurs). 5/10 minutes

Exemple de possibilité de restitution des propositions :

Facteurs	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Menace 1	2 (degré de prise en compte)	1	3
Menace 2	0	1	3
Menace X	1	1	3
Fréquentation TM	3	2	3
Intérêt économique du site	1	3	1

Demander aux autres groupes de réagir sur les autres propositions. 15 minutes

Noter ensemble les points de convergence et de divergence.

Ecrire une proposition ensemble. 15 minutes

Fin : 15 minutes

Conclure 5 minutes : ce qu'a permis l'atelier : réfléchir collectivement sur un moyen de prendre en compte tout un ensemble de paramètres. Chacun a amené de son champ d'expertise, son regard, et a enrichi cette analyse. Permettra d'aboutir à un classement des sites, soit des indicateurs de vulnérabilité en phase avec la vision de plusieurs acteurs du territoire. Et formera une bonne base pour établir la doctrine.

Des questions, des remarques, suggestions ? 10 minutes.

Total : environ 2h

**ANNEXE 6 : DONNÉES DE SUIVI SUR LES SITES AVEC MOINS
DE 30 SUIVIS ENTRE 2009 ET 2020 ET AU MOINS UNE
TRACE OBSERVÉE**

Nom des sites	Nombre de suivis	Nombre de traces
Anses d'Arlet - Petite Anse Marigot	1	1
Anses d'Arlet - Anse Bellay	16	4
Bellefontaine - Le Bourg	25	1
Case-Pilote - Grand Fourneau	1	1
Case-Pilote - Petit Fourneau	5	1
Grand'Rivière - Anse Cassius N	1	7
Grand'Rivière - Anse Dufour	2	2
Grand'Rivière - Anse Morne Rouge N	2	1
Grand'Rivière - Anse Morne Rouge S	2	2
Grand'Rivière - La Table	2	8
Le Carbet - Anse Marigot	2	2
Le Carbet - Plage du Marouba	23	10
Le Prêcheur - Anse Céron Sud	10	4
Le pêcheur - L'Oratoire	9	1
Le pêcheur - La Charmeuse	9	4
Le pêcheur - Les Abymes	9	2
Le Robert - Ilet Loup Garou	1	3
Marigot - Anse Massé	2	2
Ste Anne - Anse au Bois	1	4
Ste Anne - Anse Esprit	9	8
Ste Anne - Anse la Balle S	8	1
Ste Anne - Anse La Rose	10	1
Ste Anne - Anse Noire	1	1
Ste Anne - Anse Poirier	11	3
Ste Anne - Ilet Hardy	1	1
Ste Anne - Pointe Marin	28	3
Ste Anne - Pointe Pie	25	8
Ste Anne - Trou Cadia	13	5
Ste Anne - Trou sardines	29	8
Ste Marie - Anse Azerot	6	1
Ste Marie - Anse Madame	15	10
Ste Marie - Petite anse	3	4
Trinité - Anse Bonneville	9	1
Trinité - Anse l'Etang	22	1
Trinité - Bibi 3	17	2
Trois Ilets - Ilet Ramier	2	3