

**Master Biodiversité, Ecologie, Evolution
Parcours EcoPhysiologie et EcoToxicologie
Master 2 – 2024-2025**

**Tortues vertes (*Chelonia mydas*) en Guyane française :
Étude combinée de la dynamique de population des
juvéniles sur l'île du Grand-Connétable et de la
contamination au mercure chez les individus échoués.**

RACOFIER Nawell

Encadrée par : MAIGNE Louis, Conservateur

Réalisé au GEPOG (Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane),
Rémire-Montjoly, Guyane française



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Louis Maigné pour la confiance qu'il m'a accordée et pour m'avoir transmis un goût encore plus profond pour le milieu de la conservation.

Je remercie également Benoît de Thoisy (Association Kwata) pour son accompagnement précieux sur la partie écotoxicologique et pour le temps qu'il m'a consacré, malgré les difficultés rencontrées avec le protocole.

Je suis très reconnaissante à Yannick Estevez (CNRS) pour son investissement, ses idées constructives et ses propositions d'amélioration du protocole, notamment sur la partie digestion.

Je tiens à remercier l'équipe du laboratoire LHE (Laboratoire Hygiène et Environnement) de Pasteur, et plus particulièrement Julrick Jean-Gilles, pour le temps qu'il a pris et ses remarques pertinentes quant aux raisons pour lesquelles le protocole n'a pas fonctionné ; ses conseils ont été précieux pour comprendre les défis rencontrés.

Je remercie toute l'équipe du GEPOG, et plus particulièrement l'équipe Connétable, pour m'avoir accueillie, intégrée, et pour tout ce que j'ai appris à leurs côtés, dans une atmosphère toujours bienveillante.

Enfin, un grand merci à mes parents pour leur relecture attentive de ce rapport et leur soutien.

Liste d'abréviations:

AIC : Akaike Information Criterion (Critère d'Information d'Akaike).

BIC : Bayesian Information Criterion (Critère d'Information Bayésien).

CCL: Curved Carapace Length (Longueur Courbe de la Carapace)

CMR : Capture-Mark-Recapture (Capture-Marquage-Recapture).

EF : Electro-Focus (Canon lens series).

EOS : Electro-Optical System (Canon EOS 80D camera).

GEPOG : Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane.

IC95% : Intervalle de confiance à 95%.

Mt : Modèle prenant en compte l'hétérogénéité temporelle de la probabilité de capture.

Pêche INN: Pêche Illicite, Non déclarée et Non réglementée.

REG: Réseau des Échouages de Guyane.

RNN : Réserve Naturelle Nationale

CNES : Centre National d'Etudes Spatiales

Résumé

Ce stage comprend deux volets complémentaires. Le premier s'intéresse à l'étude de la dynamique de population des tortues vertes juvéniles (*Chelonia mydas*) au sein de la réserve naturelle nationale de l'île du Grand-Connétable. Entre 2019 et 2025, un suivi mensuel par photo-identification a été réalisé sur l'île, permettant d'identifier 72 individus. L'estimation de l'abondance par modèles CMR fermés indique une population stable, avec une taille estimée à 84 individus (IC 95% : 74,5–92,9). L'analyse statistique ne révèle pas de variation significative de la fréquentation selon les saisons ou les années. La fidélité interannuelle est élevée, 50% des individus ont été observés sur au moins deux années différentes.

Le second volet vise à développer un protocole non invasif pour quantifier la contamination au mercure chez les tortues vertes échouées en Guyane française par l'analyse d'écailles. Une étude préliminaire a optimisé la préparation des échantillons. La digestion assistée par micro-ondes s'est révélée être la méthode la plus efficace pour libérer le mercure lié à la kératine des écailles. Ces résultats initiaux permettent d'envisager une évaluation plus approfondie de l'exposition au mercure chez les populations de tortues marines guyanaises, en tenant compte des contraintes locales et des principes éthiques.

Mots clés: ***Chelonia mydas*, Photo-identification, Dynamique de Population, Capture - Marquage - Recapture, Mercure, Écailles, Non-invasive, Guyane française.**

This internship comprises two complementary components. The first focuses on studying the population dynamics of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) within the Grand-Connétable Island National Nature Reserve. Between 2019 and 2025, monthly monitoring via photo-identification was carried out on the island, allowing the identification of 72 individuals. Abundance estimation using closed CMR models indicates a stable population, with an estimated size of 84 individuals (95% CI: 74.5–92.9). Statistical analysis reveals no significant variation in site usage according to season or year. Interannual fidelity is high, with 50% of individuals observed in at least two different years.

The second component aims to develop a non-invasive protocol to quantify mercury contamination in stranded green turtles in French Guiana through scale analysis. A preliminary study has enabled optimization of sample preparation. Microwave-assisted digestion was found to be the most effective method for releasing mercury bound to the keratin's scutes. These initial results allow for a more in-depth evaluation of mercury exposure in green turtle populations in French Guiana, taking into account local constraints and ethical principles.

Key words: ***Chelonia mydas*, Photo-identification, Population Dynamics, Capture - Mark - Recapture, Mercury, Scutes, Non-invasive, French Guiana.**

SOMMAIRE

Résumé	2
Introduction	4
A - Diversité, adaptations et cycle de vie des tortues marines	5
B - Menaces et statut de conservation	5
C - Contexte local : la Réserve Naturelle Nationale de l'île du Grand-Connétable	6
D - La tortue verte : biologie et enjeux locaux	6
E - Pollution au mercure et contexte guyanais	6
F - Lacunes des suivis démographiques	7
G - Approches non invasives	8
H - Objectifs de l'étude	9
1 - Etude de la dynamique de population de tortues vertes juvéniles du Grand-Connétable	10
Matériel et Méthode	10
1- Zone d'étude	10
2 - Protocole d'échantillonnage	11
3 - Traitement des photographies post-terrain	11
4 - Analyses des données	12
Résultats	14
1 - Estimation de l'abondance de la population	14
2 - Phénologie de la fréquentation	15
Discussion	18
2 - Elaboration d'un protocole de quantification du mercure dans les écailles de tortues vertes (C. mydas) échouées en Guyane.	20
Matériels et méthodes	20
1 - Collecte des échantillons	21
2 - Etude préliminaire	21
3 - Préparation des échantillons	22
4 - Digestion acide	22
5 - Dosage du mercure	23
Résultats	23
Discussion	25
Conclusion	27
Références	27
Annexes	31

Introduction

Les tortues marines (Cheloniidae, Dermochelyidae) sont un groupe de reptiles anciens dont l'histoire évolutive remonte à plus de 100 millions d'années (Hirayama, 1998; Rieppel and Reisz, 1999). Malgré leur remarquable plasticité écologique et des adaptations morpho-physiologiques leur permettant d'occuper une large gamme d'habitats océaniques, toutes les espèces de tortues marines sont aujourd'hui confrontées à un déclin démographique mondial, principalement sous l'effet de pressions anthropiques (Hays et al., 2025; Hutchinson and Simmonds, 1991).

A - Diversité, adaptations et cycle de vie des tortues marines

Parmi les sept espèces reconnues à ce jour, six appartiennent à la famille des Cheloniidae : la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*), la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*), la tortue caouanne (*Caretta caretta*) et la tortue à dos plat (*Natator depressus*). La septième, la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), se distingue par l'absence de plaques cornées sur sa carapace (Robinson and Paladino, 2013). Ces espèces ont développé des adaptations à la vie marine : membres transformés en palettes natatoires pour la propulsion, glandes lacrymales permettant l'excrétion de l'excès de sodium, et modifications du métabolisme pour supporter de longues apnées (Reina et al., 2002). Cependant, elles conservent certaines caractéristiques terrestres, comme la respiration pulmonaire et la nécessité de retourner sur terre pour la ponte, ce qui les rend vulnérables à de nombreux facteurs environnementaux et anthropiques (Calcagno, 2017).

Le cycle de vie des tortues marines est complexe, alternant des phases pélagiques et côtières, migrations transocéaniques et fidélité à certains sites de ponte et d'alimentation (Hays et al., 2025; Limpus, 2009).

B - Menaces et statut de conservation

Le déclin des populations de tortues vertes s'explique par des pressions multiples. À terre, le braconnage des œufs et des adultes, la destruction et l'érosion des plages de ponte, la pollution lumineuse ainsi que la prédation par les chiens errants contribuent significativement à la mortalité locale (Chevallier et al., 2023; Pheasey et al., 2021; Truscott et al., 2017). En mer, les tortues subissent des captures accidentelles dans les pêcheries, y compris par les filets fantômes, des collisions avec les navires, ainsi qu'une exposition croissante à la pollution physique (macro et micro plastiques) et chimique (pesticides, métaux lourds) (Aymak, 2021; Meaza et al., 2021; Hays et al., 2025). Par ailleurs, les changements climatiques, notamment l'augmentation des températures, modifient le sex-ratio des émergences

et aggravent la vulnérabilité des populations (Calcagno, 2017; Santidrián Tomillo et Spotila, 2020; Báez, 2024).

Face à ces menaces, toutes les espèces de tortues marines sont inscrites à l'annexe I de la « Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées D'Extinction » 1978 (CITES 2025), interdisant leur commerce international, et font l'objet de mesures de protection spécifiques dans de nombreux pays, dont la France. Des programmes de conservation locaux, des plans nationaux d'actions (PNA) et des efforts de sensibilisation visent à renforcer la gestion des populations et la préservation des habitats à enjeux.

C - Contexte local : la Réserve Naturelle Nationale de l'île du Grand-Connétable

La RNN de l'île du Grand-Connétable, située à une quinzaine de kilomètres de l'embouchure de l'Approuague, en Guyane française, couvre 7 852 hectares et est gérée par le GEPOG depuis 2008. La partie terrestre (environ 3 hectares) représentée par deux îlots rocheux (Petit et Grand-Connétable) accueille les seules colonies d'oiseaux marins nicheurs de Guyane, et des limicoles viennent y trouver abris. La vaste partie marine de la réserve est encore peu connue du fait des eaux troubles et peu accueillantes, mais elle abrite de nombreuses espèces emblématiques comme le Mérou géant, le Dauphin de Guyane ou la Tortue verte.

D - La tortue verte : biologie et enjeux locaux

La Tortue verte occupe les eaux tropicales et subtropicales de tous les océans (Hirth, 1997). Après l'émergence, les tortillons traversent une phase pélagique dite "lost years", période encore mal connue, jusqu'à atteindre une taille d'environ 30 cm de longueur de carapace (CCL), moment où elles rejoignent les habitats côtiers pour poursuivre leur croissance (Hamner, 1988). Les femelles adultes effectuent de longues migrations saisonnières entre leurs zones d'alimentation côtières et leurs plages de ponte natales, un phénomène qualifié de philopatrie (Read et al., 2014). L'ontogénie trophique de cette espèce est marquée : les juvéniles sont omnivores, tandis que les adultes deviennent principalement herbivores (Bjorndal, 1985). Elle est actuellement classée "En danger" sur la Liste Rouge de l'UICN (IUCN, 2023).

En Guyane française, le littoral offre des sites de ponte majeurs pour l'Atlantique Ouest et des habitats côtiers, notamment la RNN du Grand-Connétable, servent de zones de croissance et d'alimentation pour les juvéniles et subadultes (Ballorain et al., 2023). Cependant, cette biodiversité est menacée à la fois par des pressions globales et par des facteurs spécifiques au contexte local, tels que la dégradation des plages, les captures accidentelles liées à la pêche légale et INN (Illicite non déclarée et non réglementée), la pollution, et l'intensification des activités humaines (Chevallier et al., 2023; Emmonot et al., 2023).

E - Pollution au mercure et contexte guyanais

Depuis la révolution industrielle, les concentrations de mercure dans la couche de surface et intermédiaire des océans ont triplé, principalement en raison des émissions anthropiques croissantes (Casselman, 2014). Le mercure, devenu un contaminant global omniprésent et préoccupant à l'échelle mondiale, est particulièrement surveillé en raison de sa capacité à être absorbé et bioaccumulé dans les organismes vivants (Atwell et al., 1998; Driscoll et al., 2013; Perrault et al., 2013).

L'exposition au mercure, un élément non essentiel (Chowdhury and Chandra, 1987), est une source de perturbation de nombreux processus cellulaires fondamentaux chez les tortues marines. Cette exposition résulte principalement de la bioaccumulation du mercure ingéré via les réseaux trophiques (Da Silva et al., 2016; Perrault, 2014). Cela entraîne des effets délétères sur leur santé globale, affectant notamment leurs organes vitaux, le système nerveux central, le système immunitaire, leur reproduction et, *in fine*, leur survie (Campbell, 2001; Day et al., 2007; Wang et al., 2013). Certains scientifiques suggèrent une corrélation entre la fibropapillomatose, une maladie tumorale qui affecte fréquemment ces reptiles marins, et la pollution chimique des milieux côtiers, mais pour l'instant aucun lien direct n'est établi (Alonso Aguirre et al., 1994; Da Silva et al., 2016).

En Guyane française, le mercure est présent à des niveaux élevés du fait de l'orpaillage (légal et illégal) et de l'érosion des sols anciens (Fréry et al., 2001; Laperche et al., 2007; Driscoll et al., 2013). Une fois déposé dans les milieux aquatiques, le mercure inorganique (Hg II) peut être transformé en méthylmercure, une forme organique hautement toxique (Paranjape and Hall, 2017). Le méthylmercure est produit dans les sédiments aquatiques anoxiques sous l'action de bactéries spécifiques (sulfato-réductrices, ferro-réductrices, méthanogènes) et s'accumule dans les tissus des organismes marins, atteignant des concentrations élevées chez les prédateurs supérieurs, notamment les tortues marines (Hu et al., 2013; Kampalath et al., 2006; Villar et al., 2020).

Malgré ce contexte préoccupant, et leur statut reconnu de bioindicateurs dans les océans (Bonanno and Orlando-Bonaca, 2018), les tortues vertes de Guyane n'ont à ce jour fait l'objet d'aucune étude spécifique sur leur exposition à ce contaminant (Guirlet et al., 2008; Rodriguez et al., 2022).

F - Lacunes des suivis démographiques

La majorité des suivis de population de tortues marines repose sur le comptage des femelles en période de nidification, rendant invisibles les variations d'abondance des stades juvéniles et subadultes qui ne se révèlent que des années plus tard (Bjorndal et al., 2005). Or, la phase juvénile, qualifiée de "lost years", est cruciale pour la dynamique des populations et la compréhension des facteurs qui limitent le recrutement (Hamner, 1988). Les suivis en zone d'alimentation sont donc

indispensables pour anticiper les tendances démographiques et orienter les actions de conservation (Liebart et al., 2021).

G - Approches non invasives

Historiquement, les études de Capture-Marquage-Recapture (CMR) reposaient sur la pose de marques physiques, notamment la pose de bagues en métal sur la carapace ou les nageoires (Théa Jacob and Gardes Lionel, 2011). Bien que ces méthodes aient permis d'acquérir des connaissances précieuses sur les déplacements et la survie des tortues marines, elles présentent des inconvénients non négligeables, incluant le risque de blessures, d'infections, de perte de marques ou encore des modifications comportementales susceptibles de biaiser les résultats (Carpentier et al., 2016).

La photo-identification s'est imposée comme une méthode de CMR non invasive particulièrement adaptée à l'étude des tortues à écailles, dont la tortue verte (Annexe 1). Cette méthode repose sur la reconnaissance des motifs d'écailles céphaliques, dont la disposition (écailles frontales, préfrontales et suborbitales) est unique à chaque individu et demeure stable dans le temps (Carpentier et al., 2016). Cette approche limite le dérangement des animaux et permet un suivi fiable des individus sur le long terme. Depuis 2019, un suivi régulier par photo-identification est mené à la Réserve Naturelle Nationale de l'île du Grand-Connétable, unique aire marine protégée fonctionnelle de la côte amazonienne, qui constitue un site d'alimentation clé pour les tortues vertes juvéniles.

Au-delà du suivi démographique par photo-identification, ce stage a pour objectif le développement d'une méthode non-invasive pour évaluer la contamination au mercure chez les tortues vertes juvéniles en Guyane : le prélèvement d'écailles de carapace d'individus retrouvés morts. Jusqu'à présent, la majorité des travaux visant à quantifier le mercure chez les tortues marines dans le monde ont privilégié des prélèvements d'organes internes, principalement le foie (n=34), les reins et les muscles (n=26), tandis que les études utilisant les écailles restent plus rares (n=17) (Rodriguez et al., 2022). Il existe néanmoins une corrélation positive entre les concentrations de mercure mesurées dans les organes internes (foie, reins, muscles) et celles retrouvées dans les écailles (Bezerra et al., 2013; Day et al., 2005). Les écailles, tout comme les muscles sont des matrices pertinentes pour comparer les concentrations de mercure entre différentes régions océaniques, car elles agissent comme des "stockeurs" à long terme de métaux lourds, intégrant l'exposition au fil du temps, sans être directement impliquées dans les processus de détoxification comme le foie ou les reins (Day et al., 2005).

Le prélèvement de fragments d'écailles de carapace présente l'avantage d'être non létal, pouvant être réalisé sur des individus vivants ou morts, adultes ou juvéniles, sans impact sur leur santé (Bezerra et al., 2013; Day et al., 2005). D'un point de vue chimique, les écailles de tortue sont principalement composées de kératine, une protéine riche en cystéine dont le groupement thiol "-SH" forme des liaisons covalentes stables avec le méthylmercure, empêchant son excrétion rapide.

Ainsi, le méthylmercure reste stable dans la kératine sur de longues périodes, ce qui fait des écailles un excellent enregistrement de l'exposition chronique au mercure (Schneider et al., 2015).

Une étude suggère même que la kératine des écailles serait un meilleur indicateur de la pollution au mercure que les muscles ou les os, en raison de la stabilité chimique du métal dans cette matrice (Schneider et al., 2015). L'utilisation de cette méthode non invasive permettrait donc de surveiller efficacement la contamination au mercure chez les tortues vertes, tout en respectant les principes éthiques de la recherche sur les espèces protégées.

H - Objectifs de l'étude

Dans ce contexte, cette étude vise:

- (i) à caractériser l'abondance, la phénologie de la fréquentation ainsi que la fidélité des tortues vertes juvéniles fréquentant la RNN de l'île du Grand-Connétable.
- (ii) à développer un protocole non invasif, adapté au contexte local, de quantification de la contamination au mercure dans le but de combler le déficit de données pour cette espèce en Guyane et de permettre aux gestionnaires locaux de poursuivre le suivi à long terme des populations et de leur exposition aux contaminants.

Il est attendu que la population de tortues vertes juvéniles fréquentant la RNN de l'île du Grand-Connétable présente une dynamique globalement stable, compte tenu de la fidélité des juvéniles à leurs sites d'alimentation bien documentée dans la littérature. Bien que la fréquentation du site devrait rester constante au cours du temps, il est attendu que les comportements individuels soient influencés par les conditions de marée, qui modulent les déplacements des tortues, et par la turbidité de l'eau, qui conditionne la détection des individus et la disponibilité des ressources alimentaires. Enfin, la taille de la population devrait demeurer relativement stable au cours de la période d'étude, avec des fluctuations potentielles liées au recrutement et à la mortalité.

Concernant la contamination au mercure, on suppose qu'il existe une relation entre la taille (âge approximatif) des tortues et les concentrations de mercure dans leurs écailles, reflétant la bioaccumulation au fil du temps. On s'attend à retrouver des concentrations dans la gamme de celles mesurées dans le Nord-Est du Brésil (moyenne de 2,5 ng/g chez les adultes).

Ce travail s'inscrit dans l'objectif d'amélioration des connaissances du Plan National d'Action pour les tortues marines, ainsi que dans le plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale (RNN) de l'île du Grand-Connétable (2018-2027). La RNN dispose depuis 2019 d'une banque de données issue de photo-identification des tortues vertes, collectée jusqu'en 2025. Dans le cadre de ce stage, une participation active aux sessions de photo-identification a permis l'intégration de nouvelles observations dans cette base. Ce stage vise à exploiter cette base de données pour approfondir la connaissance de cette population et éclairer les stratégies de conservation à mettre en œuvre pour assurer leur pérennité.

1 - Etude de la dynamique de population de tortues vertes juvéniles du Grand-Connétable

Matériel et Méthode

1- Zone d'étude

Les quatre secteurs étudiés autour de l'île du Grand Connétable (Figure 1) : le "Mur Noddis", le "Chemin d'accès", la zone "Carbet" et la "Dalle Mérou" ont été choisis en raison de leur rôle essentiel dans l'alimentation des tortues vertes juvéniles. Ces zones rocheuses offrent des habitats d'alimentation privilégiés, pour les individus qui y trouvent des ressources alimentaires comme les algues indispensables à leur croissance.

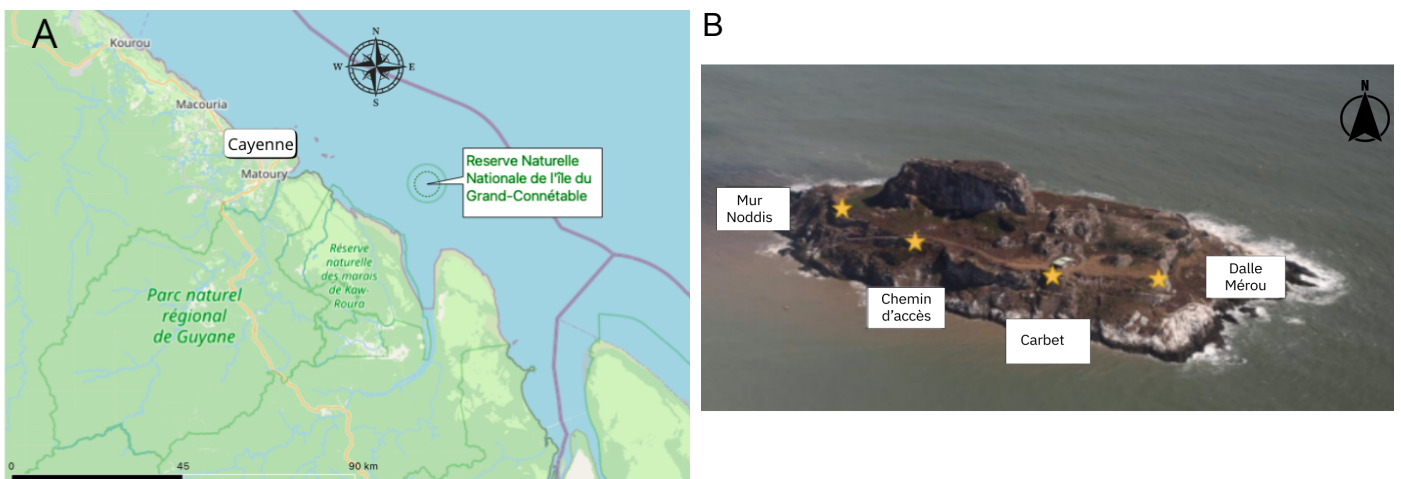


Figure 1 - A : Situation géographique de la réserve sur la côte guyanaise, avec B - un zoom sur l'île du Grand-Connétable et la position des secteurs Mûr Noddis, Chemin d'accès, Carbet et Dalle Mérou prospectés durant l'étude.

2 - Protocole d'échantillonnage

Depuis 2019, une session mensuelle de photo-identification est effectuée depuis le Grand Connétable de manière régulière. Elle couvre les 4 secteurs, avec des points fixes d'observation de trente minutes réalisés sur chacun d'eux. La mise en œuvre de la session est faite simultanément par deux observateurs, qui repèrent puis photographient les individus venant respirer en surface (trente minutes par secteur). Le premier se place sur le secteur "Mur Noddis" puis "Chemin d'accès", et le second photographie depuis le secteur "Dalle Mérou" puis "Carbet".

Pour chaque session, un bordereau de suivi est saisi par le photographe pour renseigner les conditions météo du jour : l'état de la mer (échelle de Beaufort), de la houle (échelle de Douglas), les conditions de marée (montante ou descendante),

la turbidité de l'eau (de 0 à 3) ainsi que la couverture nuageuse (de 0 à 8) et enfin le nombre d'individus vus et photographiés. Ces paramètres influencent directement le comportement des tortues marines, leur visibilité et leur détectabilité lors des observations sur le terrain. Le matériel photo utilisé est identique à chaque session : deux boîtiers Canon EOS 80D, tous deux équipés d'un objectif EF 300 mm f/4 L IS USM.

3 - Traitement des photographies post-terrain

À l'issue de chaque session de photo-identification, les données des bordereaux sont saisies dans une base de données. Les photographies sont d'abord sauvegardées, puis triées par secteur avant d'être traitées. Pour chaque tortue, un cadrage précis est réalisé sur les profils gauche et droit ainsi que sur les écailles frontales. L'identification des individus peut se faire à l'aide du logiciel TORSOOI (© Kelonia / Ifremer / CEDTM, 2025), qui automatise ce processus. Cependant, une problématique méthodologique a été rencontrée: TORSOOI, bien qu'efficace sur d'autres sites, ne s'adapte pas parfaitement aux photographies du site du Grand-Connétable, souvent caractérisées par des profils latéraux incomplets ou des images floues (Annexe 1). Par souci de rigueur, l'identification a donc été réalisée manuellement pour assurer la fiabilité des données dans ce contexte spécifique.

L'identification repose sur un catalogue photographique regroupant le dessus de la tête, les profils et la carapace des individus déjà référencés. Chaque observation est documentée avec la date de terrain, le nom du secteur prospecté, l'ID individuel correspondant à la photographie, la zone spécifique de la tête photographiée, ainsi que la présence éventuelle de fibropapillomatose (tumeurs localisées au niveau du cou, des yeux ou des nageoires) (Annexe 1). Parallèlement, une réflexion a été engagée sur l'intégration d'outils tels qu'OBSenMER, qui pourraient à terme automatiser le traitement des photographies prises dans un contexte comme celui du Grand-Connétable.

4 - Analyses des données

Les analyses statistiques et graphiques des données ont été réalisées à l'aide du logiciel Close Test et du logiciel Rstudio version 4.2.3 (R Core Team, 2024). Les packages "marked: 1.2.8 [10.32614/CRAN.package.marked](https://cran.r-project.org/web/packages/marked/index.html)" et "Rcapture: [10.32614/CRAN.package.Rcapture](https://cran.r-project.org/web/packages/Rcapture/index.html)" ont été installés pour permettre le développement de modèles adaptés aux méthodes de CMR. Pour l'ensemble des analyses portant sur la phénologie de la fréquentation, l'année 2025, n'étant pas achevée, a été exclue du jeu de données.

a) Estimation de l'abondance de la population

Une matrice de données présence/absence a été construite pour l'ensemble des individus identifiés. Chaque ligne de la matrice correspond à un individu, identifié par son numéro unique. Les colonnes représentent les différentes occasions de capture. Pour chacune d'entre elles, une valeur binaire a été enregistrée : un "1" indique la présence de l'individu lors de cette session, tandis qu'un "0" indique son absence. L'analyse de ces historiques s'appuie sur des modèles CMR qui reconnaissent que tous les individus ne sont pas systématiquement détectés à chaque session.

Afin d'utiliser le modèle le plus adapté pour estimer l'abondance de la population, il est nécessaire de déterminer l'hypothèse de départ : s'agit-il d'une population ouverte ou fermée? Les modèles fermés supposent que la population reste constante (sans naissances, décès, immigration ni émigration) pendant la période d'étude, tandis que les modèles "ouverts" permettent de prendre en compte ces mouvements.

Étant donné l'existence d'échanges d'individus entre les quatre secteurs au sein d'une même session et entre différentes sessions, ces derniers sont définis comme un seul ensemble.

Le test de fermeture a été réalisé à l'aide du logiciel Close Test. L'hypothèse H_0 de population fermée sur la période d'étude est acceptée si la p-value du test de Stanley et Burnham est supérieure à 0,05.

L'estimation de l'abondance de la population a été réalisée à l'aide de modèles CMR implémentés dans le package Rcapture (1.4-4). Différents modèles de population fermée sont testés. Pour sélectionner le modèle le plus approprié, le critère d'information bayésien (BIC), l'erreur standard et le critère d'information d'Akaike (AIC) sont utilisés.

b) Analyse de la phénologie de la fréquentation

Pour voir s'il existe une saisonnalité au cours des 12 mois des 5 années, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis est effectué. Ce test est une alternative robuste à l'ANOVA lorsque les données ne respectent pas l'hypothèse de normalité, ce qui est le cas ici (p-value = 0.03063). Il permet de comparer les distributions entre plusieurs groupes indépendants, ici les mois.

Pour tester l'existence de différences significatives dans le nombre de recaptures entre les années et étant donné le fait que les données ne suivent pas une distribution normale, un test non paramétrique de Friedman a été effectué. Ce test prend en compte la variabilité intra-annuelle liée aux mois en considérant ces derniers comme blocs de mesures répétées.

Pour évaluer si la fréquentation des tortues vertes juvéniles diffère entre la saison sèche (juillet à novembre) et la saison des pluies (décembre à juin) un test non paramétrique de Wilcoxon signé a été réalisé.

La fidélité inter-annuelle a été évaluée en déterminant pour chaque individu le nombre d'années distinctes au cours desquelles il a été observé. La proportion d'individus présents sur au moins deux années différentes a été calculée pour estimer la fidélité inter-annuelle.

FI = Fidélité inter-annuelle

N = Nombre total d'individus identifiés

$N \geq 2$ = Nombre d'individus observés sur au moins 2 années différentes

$$FI = \frac{N_{\geq 2 \text{ années}}}{N}$$

Résultats

1 - Estimation de l'abondance de la population

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des modèles de CMR en population fermée: estimation d'abondance (Abundance), erreurs standards (stderr), degré de liberté (df) , AIC (Critère d'Information d'Akaike), BIC (Critère d'Information Bayésien).

	Abundance	stderr	deviance	df	AIC	BIC	Model Fits
M0	85.0	5.0	151.987	125	226.750	231.304	OK
Mt	83.7	4.7	125.209	125.209	211.973	230.186	OK
Mh Chao (LB)	104.6	14.4	139.289	123	218.053	227.160	OK
Mh Poisson2	90.8	6.9	144.899	124	221.662	228.492	OK
Mh Darroch	116.3	19.4	140.377	124	217.140	223.970	OK
Mh Gamma3.5	159.9	51.0	139.920	124	216.683	223.513	OK
Mth Chao (LB)	102.9	13.8	110.602	117	214.366	229.133	OK
Mth Poisson2	89.3	7.5	116.979	118	215.743	229.233	OK
Mth Darroch	115.8	19.2	111.732	118	200.495	224.985	OK
Mth Gamma3.5	164.5	53.8	111.254	118	211.017	220.507	OK
Mb	114.7	29.9	146.437	124	223.201	230.031	OK
Mbh	107.2	34.9	146.262	123	225.026	234.133	OK

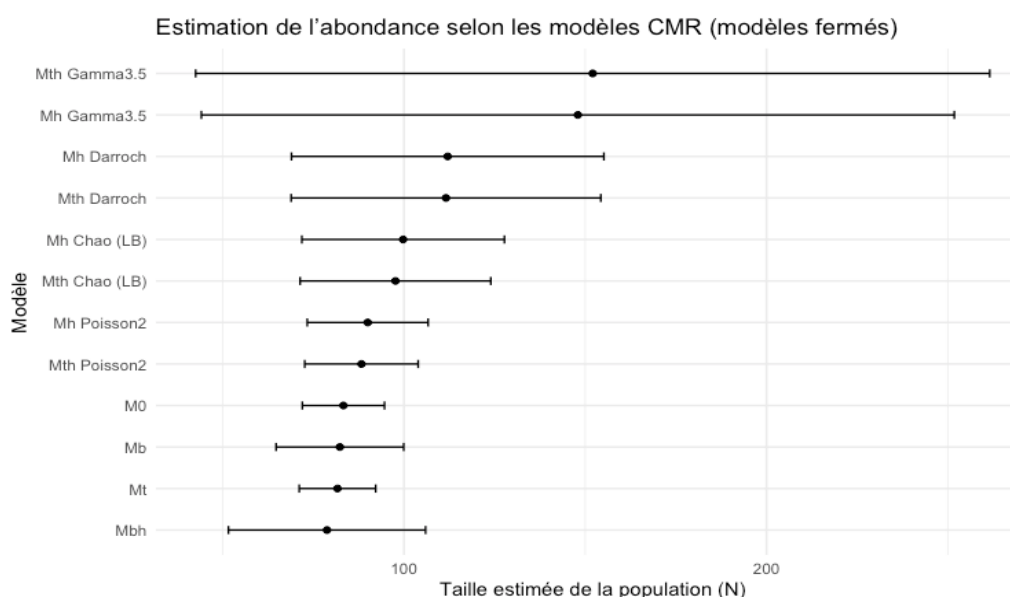


Figure 2 : Estimation de l'abondance de la population de tortues vertes juvéniles en fonction de différents modèles de CMR en population fermée.

Au total, 72 individus différents de tortues vertes juvéniles ont été identifiés au cours de 76 sessions de capture par photo-identification entre 2019 et 2025. Le test de fermeture (Stanley Burnham p-value = 0,419) indique que la population peut être considérée comme fermée sur la période d'étude, ce qui justifie l'utilisation de modèles CMR fermés pour l'estimation de l'abondance.

Le tableau comparatif (Figure 2) et les différents modèles de CMR testés (Figure 3) indiquent que le modèle Mt, qui prend en compte l'hétérogénéité temporelle de la probabilité de capture est le plus pertinent au vu de ses faibles valeurs d'AIC, BIC et d'erreur standard. Ce modèle estime la taille de la population à 83,7 soit 84 individus, (IC 95% : [74,5 ; 92,9]), avec un taux de recapture global de 0,69.

2 - Phénologie de la fréquentation

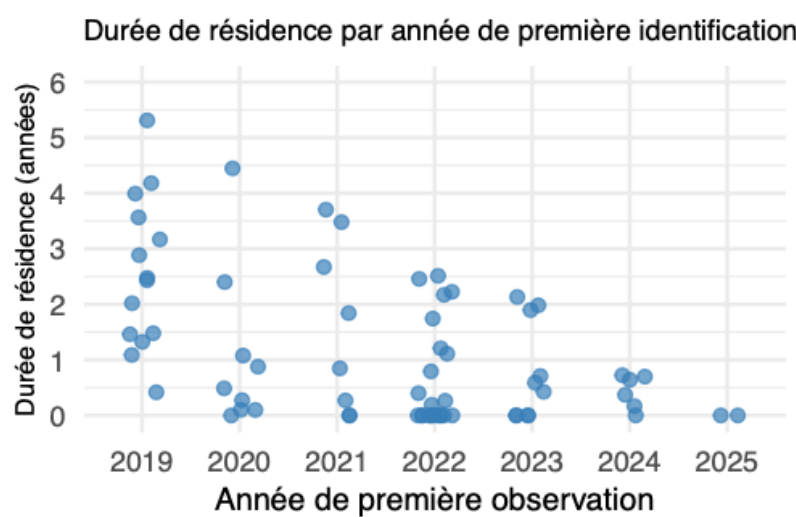


Figure 3 : Graphique de dispersion représentant la fidélité et la longévité de présence des tortues sur le site. Les points bleus correspondent à un individu unique.

En figure 3, nous pouvons observer la fidélité des tortues vertes au site et la longévité de leur présence représentée sous forme de graphique de dispersion. Chaque point correspond à un individu : sa position sur le graphique indique son année de première observation et la durée totale (en années) pendant laquelle il a été observé sur le site. On observe une variabilité importante entre les individus, certains étant présents sur une seule saison, tandis que d'autres montrent une forte fidélité, avec des présences récurrentes sur plusieurs années et des durées de résidence allant jusqu'à 5 ans.

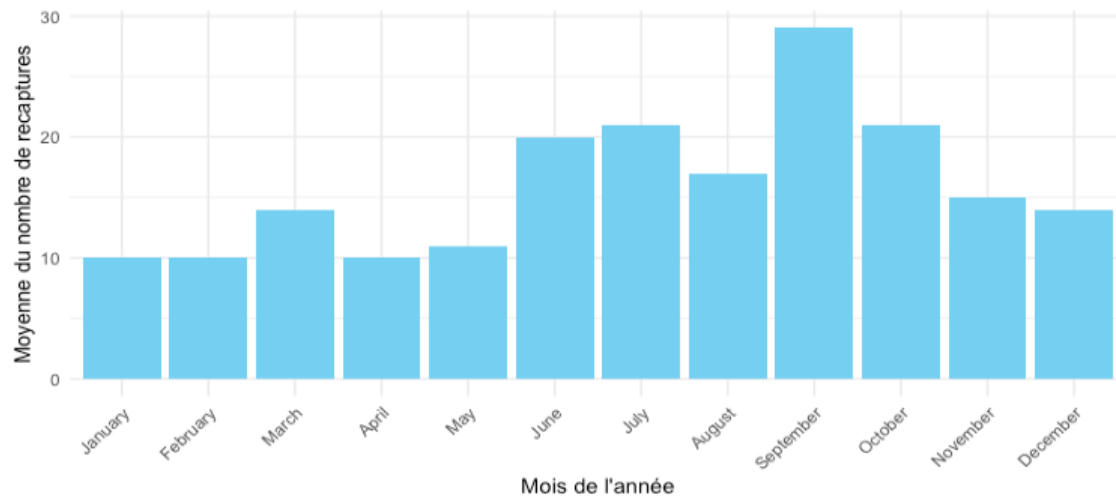


Figure 4 : Histogramme représentant la moyenne du nombre d'individus observés pour chaque mois de l'année sur la période 2019-2024.

L'histogramme (Figure 4) représente la fréquentation moyenne du site par les tortues vertes, calculée pour chaque mois de l'année sur l'ensemble de la période d'étude (2019-2024). La fréquentation du site semble relativement homogène tout au long de l'année, avec une moyenne de 15 individus observés par mois. On note un léger pic de fréquentation en septembre avec une moyenne atteignant 29 individus. Le test de Kruskal-Wallis (Kruskal-Wallis chi-squared = 15.834, df=11, p-value = 0,1474) n'indique pourtant aucune différence significative entre les mois. La fréquentation est stable au cours de l'année, sans saisonnalité marquée.

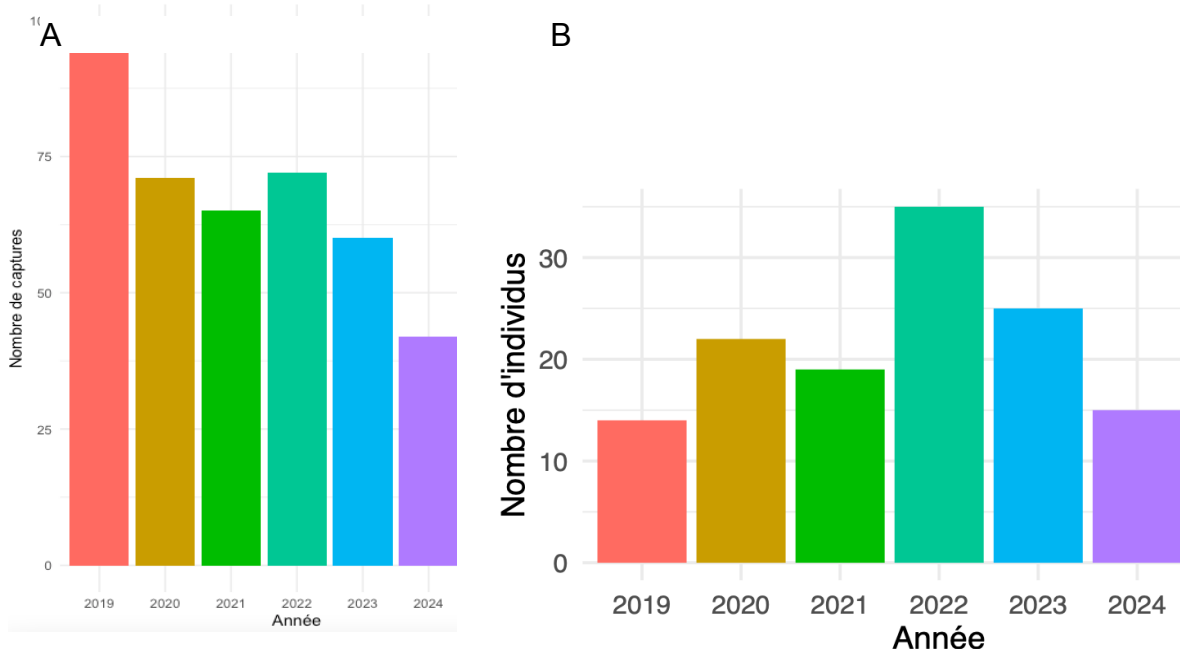


Figure 5-A: Histogramme représentant le nombre total de capture/recapture pour les années 2019 à 2024. B- Histogramme représentant le nombre d'individus différents présents sur la période 2019-2024.

Les histogrammes de la figure 5 présentent l'évolution de la fréquentation du site au cours du temps. L'histogramme de gauche (A) quantifie le nombre total de captures (et donc de recaptures) par année. L'histogramme de droite (B) montre le nombre d'individus différents identifiés chaque année. Nous observons un pic du nombre d'individus contactés au moins une fois en 2022. Malgré de légères fluctuations avec notamment une diminution en 2024, à la fois du nombre total de capture/recapture et du nombre total d'individus présent sur le site, les variations interannuelles ne sont pas statistiquement significatives (Friedman chi-squared = 6.7174, df = 3, p-value = 0.08147). Cela suggère une stabilité globale de la fréquentation du site durant la période d'étude.

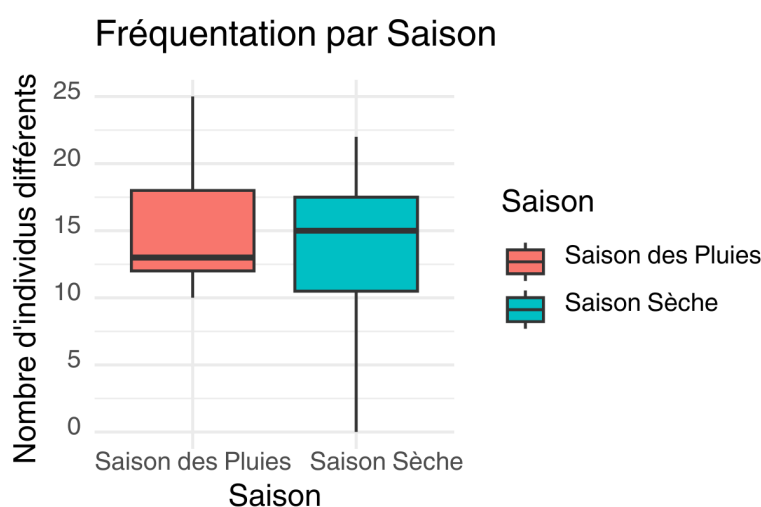


Figure 6 : Boxplot du nombre d'individus selon les deux saisons marquées en Guyane, dites saisons des pluies et sèche.

Sur la figure 6, la médiane et la distribution du nombre d'individus différents observés apparaissent légèrement plus élevées en saison sèche qu'en saison des pluies. Mais le test de Wilcoxon signé (test de Wilcoxon signé, $V = 8$, p-value = 0,3517) n'indique pas de différence significative entre la fréquentation du site par les tortues en saison sèche et en saison des pluies. La fréquentation ne semble pas influencée par la saisonnalité locale.

Enfin, l'analyse de la fidélité inter-annuelle révèle que sur un total de 72 individus identifiés, 36 ont été observés sur au moins deux années différentes, soit une proportion de 50 %. Une partie importante de la population reste régulièrement sur le site d'étude au fil des années.

Discussion

Les résultats révèlent une population de tortues vertes juvéniles stable et fidèle à son site d'alimentation. L'absence de variation significative du nombre

d'individus différents observés entre les saisons (test de Wilcoxon, $p = 0,35$) ou entre les années (test de Friedman, $p = 0,08$) indique que la fréquentation du site reste constante au fil du temps, indépendamment des fluctuations saisonnières ou interannuelles. La moitié des individus identifiés ont été revus sur au moins deux années différentes, et certains ont été suivis pendant cinq années consécutives. Les premiers individus identifiés au début de la période d'étude sont encore aperçus à la fin de la période d'étude. Cette fidélité spatiale et temporelle, déjà documentée dans d'autres populations, où les juvéniles occupent de manière continue des habitats favorables à leur croissance, souligne l'importance écologique du Grand-Connétable comme zone de croissance pour les tortues vertes juvéniles (Lelong et al., 2024; Liebart et al., 2021; Siegwalt et al., 2020). Les temps de résidence observés sont cohérents avec d'autres populations étudiées ailleurs où les temps de résidence sur un site varient entre 7 à 22 ans selon les sites et méthodologies (Bjorndal et al., 2005; Colman et al., 2015).

On peut supposer que la variabilité observée en terme de durée de résidence pour une même année de première identification - certains individus ne sont vus qu'une saison, d'autres plusieurs années - pourrait refléter des comportements et stratégies individuelles différentes. Certaines tortues resteraient plus longtemps dans des zones riches en ressources pour maximiser leur croissance, tandis que d'autres exploreraient différents sites en fonction des saisons ou des menaces. Les migrations vers les zones de reproduction, la fidélité aux sites de nidification, et l'évitement des prédateurs pourraient aussi influencer ces choix. Enfin, des différences individuelles en termes de taux de croissance, capacités de navigation, et adaptation à l'environnement pourraient expliquer cette variabilité (Casale et al., 2008). Cette variabilité pourrait également s'expliquer par le fait que les individus ne sont pas systématiquement observés pendant les sessions de photo-identification bien qu'ils puissent tout de même être présents. Les sessions de photo-identification couvrent seulement la moitié de l'île, il serait possible que les tortues privilégient temporairement d'autres zones de l'île et ne soient pas observées bien que présentes dans la zone d'étude.

Concernant le pic de fréquentation observé en septembre, en plein cœur de la saison sèche en Guyane, on peut envisager que les conditions environnementales sont davantage favorables à l'observation à cette période. En effet, la turbidité de l'eau est généralement plus faible et la mer plus calme. La hausse d'effectifs observée en 2022 peut traduire une période de recrutement de nouveaux juvéniles sur le site, possiblement liée à un pic du nombre de naissances les années précédentes ou à une immigration. Les sites d'herbiers peuvent connaître des arrivées massives de jeunes tortues selon la disponibilité des ressources et la dynamique des populations régionales (Lelong et al., 2024). Aussi, la fidélité des individus au site peut conduire à une accumulation progressive d'individus identifiés d'année en année. Enfin, l'année 2022 ayant été particulièrement sèche, on peut imaginer une diminution de la turbidité de l'eau, favorisant ainsi une meilleure détection des individus présents. La baisse observée en 2024 peut refléter un départ (émigration), un renouvellement de la population ou une mortalité (maladies,

pollution, prédation, filets fantômes). La diminution du nombre de tortues observée en 2024 pourrait effectivement s'expliquer par la mortalité due aux captures accidentelles dans les filets de pêche. Bien qu'il soit complexe d'établir un lien direct pour chaque tortue retrouvée morte dans un filet et le Connétable, la présence récurrente de ces prises accidentelles, qui affectent tortues, raies et mérous géants, suggère un impact significatif de cette activité sur la mortalité des tortues. Les données du REG en 2024 confirment cette réalité: une tortue verte a été trouvée piégée dans les roches du Petit Connétable, et l'équipe de la réserve a recensé une tortue morte à la dérive ainsi que trois tortues mortes dans des filets fantômes à proximité de la réserve. De plus, les quatorze procès-verbaux dressés pour des filets fantômes dans le périmètre de la réserve et les trois tortues vertes retrouvées mortes dans ces filets (sur un total de 55 animaux morts) soulignent l'impact non négligeable de ces engins de pêche sur la faune marine (rapport d'activité Connétable 2024).

Toutefois, ces résultats doivent être interprétés avec prudence, notamment en ce qui concerne l'utilisation d'un modèle de population fermée pour l'estimation d'abondance. Bien que le test de fermeture ait conduit à accepter l'hypothèse d'une population fermée sur la période d'étude, il est peu probable, d'un point de vue biologique et écologique, qu'aucun mouvement d'émigration, d'immigration, de décès ou de recrutement n'ait eu lieu durant toute la période de suivi. Par conséquent, l'estimation d'abondance obtenue pourrait être biaisée par des mouvements non détectés d'individus entrant ou sortant de la population, ainsi que par des événements de mortalité ou de recrutement.

Par ailleurs, la qualité de l'échantillonnage et du protocole d'identification peut également influencer la robustesse des résultats. Les sessions de terrain sont réalisées par plusieurs observateurs, parfois succinctement formés au protocole de photo-identification, ce qui introduit une hétérogénéité dans l'expérience et la rigueur de la collecte des données. Cette variabilité peut biaiser les estimations de fidélité et d'abondance. De plus, les conditions environnementales, telles que la turbidité de l'eau, la météo ou l'état de la mer, varient d'une session à l'autre et peuvent fortement impacter la probabilité de détection des tortues. Dans cette étude, il n'a pas été possible de réaliser des analyses détaillées sur la probabilité de détection en fonction de ces paramètres, car les conditions environnementales sont renseignées de façon subjective par les observateurs et les données sur les marées sont trop peu renseignées ou incomplètes.

Les cycles de marée modulent l'accès des tortues marines aux ressources alimentaires. Bien que les tortues ne pratiquent pas un transport sélectif par les courants de marée, les courants influencent fortement leurs déplacements, leur permettant d'exploiter une distribution d'algues qui est inégale et saisonnière (Brooks et al., 2009; Chambault et al., 2020). Il est donc possible que les marées hautes facilitent l'accès aux zones peu profondes riches en algues, tandis que les marées basses contraignent les tortues à se déplacer avec le courant pour trouver de nouvelles sources de nourriture.

Cette dynamique pourrait donc influencer la fréquence et le comportement des tortues sur le site. On peut également envisager que la turbidité de l'eau joue un rôle important dans la fréquentation des tortues marines au Connétable. Une turbidité plus faible favoriserait une meilleure pénétration de la lumière, stimulant ainsi la production primaire et la concentration de phytoplancton, base essentielle de la chaîne alimentaire (Cloern 1987; May et al., 2003). Cette augmentation des ressources alimentaires potentielles pourrait attirer davantage les tortues vers ces zones.

Il serait donc pertinent pour les futurs suivis, de renseigner de manière rigoureuse et systématique les conditions de marée et de turbidité lors de chaque session. Cela permettrait d'adapter les horaires de suivi aux périodes les plus favorables à la détection, et d'intégrer ces facteurs dans l'analyse statistique pour mieux contrôler les biais liés à la détection.

En conclusion, ces résultats confirment que la RNN de l'île du Grand-Connétable est un habitat de croissance important pour les tortues vertes juvéniles de Guyane. La fidélité et la stabilité interannuelle de la population renforcent la nécessité de continuer à préserver cet habitat et de continuer à suivre cette population de jeunes *C. mydas*. Il reste tout de même essentiel d'interpréter ces résultats en tenant compte des biais potentiels liés à la mobilité des individus et à la variabilité de l'échantillonnage, et de poursuivre les efforts pour améliorer la standardisation des protocoles de suivi.

2 - Elaboration d'un protocole de quantification du mercure dans les écailles de tortues vertes (*C. mydas*) échouées en Guyane.

Matériels et méthodes

Dans le cadre de cette étude visant à quantifier l'exposition au mercure chez les tortues marines (*Chelonia mydas*), un important travail bibliographique a été mené pour recenser les méthodologies existantes et adapter au mieux la démarche aux contraintes locales en Guyane. Ce choix méthodologique s'est orienté vers l'analyse de fragments d'écailles de carapace sur des individus échoués (décédés) (Annexe 4) . Cette décision fait suite à la nécessité de s'adapter à plusieurs contraintes. Premièrement, le statut protégé des tortues et de leurs habitats implique de minimiser l'impact des prélèvements. Deuxièmement, cette étude est basée sur des individus échoués, souvent en état de décomposition avancée, ce qui rend les prélèvements d'organes internes délicats, voire impossibles. Troisièmement, le contexte guyanais impose des limitations en termes de disponibilité de matériel de laboratoire. L'analyse des écailles s'avère donc être une approche pertinente, respectueuse de l'éthique, réalisable dans le contexte local, et permettant de fournir des données comparables avec la littérature scientifique internationale.

Les écailles de carapace des tortues marines sont formées de couches successives de kératine qui constituent un tissu pertinent pour l'évaluation de

l'exposition chronique aux contaminants métalliques tels que le mercure (Parry 2021; Solomon et al., 1986; Schneider et al., 2015). Cette kératine est produite à partir des zones basales de l'épiderme. Elle s'accumule en strates superposées au fil du temps, offrant ainsi un enregistrement historique de l'exposition de l'animal. Les études de Bezerra (2013), Day (2005) et leurs collaborateurs respectifs ont montré que le mercure se lie fortement aux protéines de kératine, et que la stabilité de ce tissu face aux agressions environnementales (UV, chaleur, gel, intempéries) garantit la fiabilité des mesures, même sur des animaux morts ou exposés à des conditions variables. La persistance de certains organismes épibiontes, tels que les balanes, suggère que la croissance et le renouvellement des écailles s'étendent sur plusieurs années. Cela renforce leur intérêt comme matrice d'intégration de l'exposition au mercure sur le long terme (Barrios-Rodriguez et al., 2024; Sakai et al., 2000; Schneider et al., 2015). Enfin, la concentration de mercure dans les écailles reflète à la fois la charge corporelle totale et les apports sanguins lors de la croissance de la kératine, ce qui permet d'obtenir une image fidèle de l'exposition passée de l'individu (Day et al., 2005; Rodriguez et al., 2022).

1 - Collecte des échantillons

Les prélèvements d'écailles ont été réalisés en collaboration avec le Réseau des Échouages de Guyane (REG). Ce réseau joue un rôle clé en centralisant les signalements d'échouages de tortues et de mammifères marins le long du littoral guyanais et en intervenant rapidement sur le terrain. Lorsqu'un échouage est constaté, un membre du REG se déplace pour effectuer des prélèvements biologiques, tels que des biopsies et, dans le cadre de cette étude, des prélèvements d'écailles intégrés au protocole (Annexe 4). Ces échantillons ont ainsi pu être collectés sur des individus échoués le long des plages accessibles du littoral guyanais de Cayenne, Rémire-Montjoly, Kourou et Awala-Yalimapo, sur la période de mars à juillet 2025, dans le respect de la réglementation en vigueur et sous autorisation de la Direction Générale des Territoires et de la Mer (DGTm) (Annexe 3).

En raison de contraintes logistiques (disponibilité variable des types d'écailles, état des carcasses), il n'a pas été possible de standardiser le prélèvement à un type d'écaille unique (centrale, latérale ou marginale) (Annexe 4). Pour chaque échantillon, la date, le lieu d'échouage, le sexe (si déterminable), la taille de carapace (CCL) et la nature (centrale, latérale, ou marginale, si déterminable) de l'écaille ont été systématiquement renseignés. Après prélèvement, les fragments d'écailles ont été étiquetés et placés dans des sacs de congélation, puis séchés en salle climatisée à 26°C.

2 - Etude préliminaire

Afin d'optimiser l'échantillonnage, une étude préliminaire a été menée par microscopie électronique à balayage couplée à la spectroscopie X à dispersion d'énergie (MEB-EDX) sur une écaille centrale. Cette démarche visait à détecter

d'éventuelles variations de composition ou de texture qui pourraient orienter le choix de la zone de prélèvement. Faute de temps et de disponibilité matérielle, cette analyse n'a pu être réalisée que sur un seul individu. Des transects verticaux et horizontaux ont été réalisés sur une écaille centrale : 4 fragments sur le côté haut, 4 sur le côté bas, 4 à gauche et 4 à droite à chaque extrémité qui ont été fixées sur des plots (Annexe 4).

Pour déterminer si la composition élémentaire varie significativement entre les différentes zones de l'écaille (haut, bas, gauche, droite), une ANOVA a été réalisée. Cette analyse vise à comparer les moyennes des concentrations de chaque élément (carbone, oxygène, soufre, aluminium, sodium, silicium et chlore) entre ces différentes zones. L'objectif est de vérifier si certaines zones présentent une concentration significativement différente pour un ou plusieurs éléments, ce qui pourrait justifier une stratégie d'échantillonnage spécifique pour les analyses ultérieures.

3 - Préparation des échantillons

Chaque échantillon sec a été broyé à l'aide d'un mixeur (référence non transmise) systématiquement nettoyé à l'éthanol pour éviter toute contamination croisée. Deux aliquotes de chaque échantillon (0,5 g et 1 g) ont été pesées avec une balance de précision et transférées dans des tubes Falcon de 50 mL pour les digestions à froid, à chaud, et celle réalisée avec le système micro-onde. Pour les expériences de sonication, des aliquotes de 0,1 g et 0,5 g ont été utilisées. Les tubes utilisés étaient neufs et exempts de contamination. Pour les expériences réalisées avec le système micro-onde, deux échantillons de 0,25 g ont été traités.

4 - Digestion acide

Une digestion acide est réalisée pour solubiliser le mercure lié à la matrice de kératine des écailles. Pour chaque aliquote, 10 mL d'acide nitrique pur (HNO_3 , 65%) ont été ajoutés. Différents protocoles de digestion ont été testés et comparés afin d'optimiser l'extraction du mercure. Ces expérimentations sont une adaptation du protocole décrit par Bezerra et ses collaborateurs (2013). Pour valider l'efficacité des différentes méthodes de digestion, des ajouts dosés de mercure ont été réalisés dans les échantillons afin d'évaluer la récupération analytique.

Dans un premier temps, une digestion à froid a été entreprise sur table agitatrice durant 24 et 48 heures à température ambiante. Cette méthode n'ayant pas permis une minéralisation complète de la matrice, d'autres approches ont été explorées pour améliorer la libération du mercure. Une digestion à chaud a donc été effectuée, en chauffant les échantillons à 65 °C pendant 4 et 8 heures au bain-marie. Malgré cette optimisation, la récupération du mercure restait incomplète. L'étape suivante a consisté à soumettre les échantillons, après chauffage, à une sonication. Cette technique utilise des ultrasons à haute fréquence qui génèrent par cavitation des microbulles. Ce phénomène produit des forces mécaniques intenses qui favorisent la rupture des structures organiques (Qin et al., 2023). Les aliquotes de

0,5 g et 0,1 g ont été soumises à trois conditions de sonication différentes. La première condition consiste en 5 cycles de 2 minutes à puissance maximale (100%), avec centrifugation entre chaque cycle. La deuxième consiste à réaliser 4 cycles de 10 minutes à 100% de puissance, avec centrifugation entre les cycles. La troisième condition consiste à réaliser 2 cycles de 30 minutes à 100% de puissance, toujours avec centrifugation entre les cycles.

Bien que combinant température et sonication, cette méthode n'a pas davantage amélioré la récupération du mercure. Les échecs de ces différentes méthodes peuvent s'expliquer par une difficulté à rompre efficacement les liaisons chimiques du mercure avec la kératine, ainsi qu'une minéralisation insuffisante de la matrice complexe des écailles.

Finalement, grâce à une collaboration avec le laboratoire du CNES, un système micro-onde, tel que décrit dans l'article de Bezerra et ses collaborateurs (2013) a pu être utilisé. Pour la digestion en utilisant le système micro-onde, les échantillons ont été transférés dans des tubes en Téflon contenant la matrice ainsi que l'acide nitrique. Ces tubes hermétiquement fermés résistent à de hautes températures et pressions. Le système de digestion micro-ondes a chauffé les échantillons à 200 °C pendant 30 minutes à 400 watt (W) dans ces tubes pressurisés. Le chauffage par micro-ondes fournit une énergie volumique directement aux échantillons, permettant une montée rapide en température sous pression contrôlée, ce qui accélère les réactions chimiques entre l'acide nitrique et la kératine (Ródenas De La Rocha et al., 2009). Cela favorise la rupture des liaisons covalentes, notamment les ponts disulfures de la kératine, et libère intégralement le mercure fixé. La digestion sous pression évite également la volatilisation du mercure, garantissant ainsi une récupération quantitative optimale pour l'analyse.

À l'issue de chacune de ces conditions de digestion, 1 mL de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) est ajouté pour compléter l'oxydation de la matière organique et améliorer la solubilisation des métaux. Un blanc de digestion (10 mL HNO_3 + 1 mL H_2O_2) est systématiquement préparé pour chaque série d'analyses afin de contrôler la contamination de fond. Après digestion, chaque échantillon est ajusté à 100 mL avec de l'eau ultrapure.

5 - Dosage du mercure

Le mercure est quantifié à l'aide d'un analyseur Quick Trace Mercury Analyzer 7600 (Teledyne Leeman Labs), selon la méthode de spectrométrie d'absorption atomique par vaporisation à froid (CV-AAS). Cette technique permet de détecter le mercure à l'état de trace dans des matrices biologiques, avec une sensibilité de l'ordre du ng/L (<5 ng/L).

Les échantillons digérés sont introduits dans l'analyseur, où le mercure est réduit en Hg^0 . Le Hg^0 est ensuite volatilisé et transporté par un flux de gaz porteur (argon) vers la cellule de mesure. L'absorbance du mercure élémentaire est mesurée à $\lambda = 253,7$ nm. Une courbe d'étalonnage a été réalisée à partir de standards de mercure de concentrations connues. Des blancs et des échantillons de

référence certifiés ont été analysés en parallèle pour garantir la fiabilité et la reproductibilité des mesures. Les résultats sont ensuite exprimés en nanogramme par gramme (ng/g) de matière sèche.

Résultats

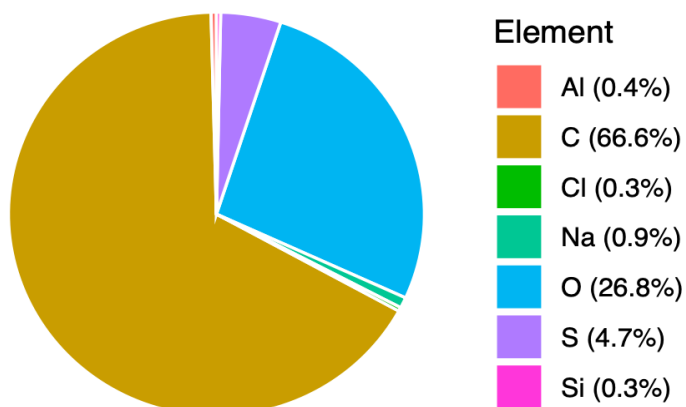


Figure 7 : Composition élémentaire moyenne (en pourcentage) de la surface d'une écaille de tortue verte (*Chelonia mydas*), obtenue par spectroscopie EDX, indiquant la proportion de chaque élément: aluminium (Al), carbone (C), chlore (Cl), sodium (Na), oxygène (O), soufre (S) et silicium (Si).

Tableau 2: Tableau récapitulatif présentant les résultats des tests statistiques de normalité (shapiro Wilk), d'égalité des variances (Levene) et d'ANOVA.

Element	C	O	S	Na	Al	Si	Cl
Shapiro Wilk - p-value	0.06323	0.0726	0.08	0.06	0.2006	0.05228	0.0663
Levene - p-value	0.9764	0.8188	0.4671	0.9988	0.9672	0.7569	0.891
ANOVA - p-value	0.948	0.592	0.441	0.843	0.897	0.781	0.972

Concernant l'étude préliminaire, les tests de Shapiro-Wilk indiquent que les données de composition élémentaire suivent une distribution normale ($p > 0.05$) pour l'ensemble des éléments considérés (Figure 7, Tableau 2). De même, les résultats du test de Levene (Tableau 2) confirment l'homogénéité des variances entre les différents groupes (différentes zones de l'écaille pour tous les éléments considérés, avec des p-values supérieures à 0.05 pour chaque élément. Le respect de ces conditions (normalité et d'homoscédasticité) permet de conduire une analyse de variance (ANOVA) pour comparer les moyennes des éléments entre les différentes zones. Les résultats de l'ANOVA (Tableau 2) ne révèlent aucune différence significative dans les concentrations moyennes des éléments étudiés entre les zones de l'écaille, avec des p-values toutes supérieures à 0.05.

Après digestion à froid (24 heures et 48 heures) et digestion chaude courte (4 heures), les concentrations de mercure retrouvées dans les solutions étaient systématiquement inférieures aux quantités attendues suite aux ajouts dosés. Cette non-récupération du mercure suggère que la digestion de la matrice de kératine n'était pas complète. Bien que la viscosité des échantillons n'ait pas été mesurée

directement, la formation d'un film à la surface des solutions laisse supposer une consistance susceptible d'entraver une vaporisation homogène du mercure lors de l'analyse.

Les traitements par sonication (5 × 2 minutes, 4 × 10 minutes et 2 × 30 minutes à puissance maximale 100%, alternés avec des centrifugations) sur des aliquotes de 0,1 et 0,5 g n'ont pas permis de rompre suffisamment la kératine, laissant subsister des résidus organiques qui expliqueraient cette difficulté à libérer intégralement le mercure. Une digestion plus longue à chaud (8 heures à 65 °C) a amélioré la solubilisation de la matrice, mais malgré cette amélioration, les tests d'addition dosée ont encore montré une récupération incomplète du mercure, confirmant l'insuffisance de la digestion pour libérer totalement le mercure contenu dans l'échantillon.

En revanche, la digestion micro-ondes sous pression dans les tubes en Téflon à 200 °C pendant 30 minutes à 400 W a été la seule méthode à assurer une récupération complète et fiable du mercure dans les écailles. La concentration de mercure obtenue chez l'unique individu traité, un adulte, était de 55 ng/g de Hg (tissus sec).

Discussion

L'analyse élémentaire a montré que les écailles étaient composées majoritairement de carbone, d'oxygène et de soufre, témoignant de la nature kératinique du tissu (Figure 7). Le fait qu'aucune différence significative n'ait été détectée dans la composition élémentaire entre les différentes zones de l'écaille (haut, bas, gauche, droite) indique que la composition est homogène quel que soit la zone de prélèvement sur l'écaille. Cela justifie le choix de broyer l'écaille entière avant de prélever des aliquotes pour l'analyse. Cette démarche garantit que l'échantillon analysé est représentatif de l'ensemble de l'écaille, minimisant ainsi les biais potentiels liés à de petites variations locales. De plus, dans la pratique de terrain, il arrive fréquemment que l'on ne dispose pas de l'écaille complète, mais seulement de fragments. Dans ce contexte, broyer l'intégralité de l'échantillon disponible, quel que soit son état, est la meilleure approche pour maximiser la représentativité et la fiabilité des analyses. Cette stratégie standardisée permet ainsi de travailler de manière cohérente même avec des écailles partiellement fragmentées, en assurant la robustesse et la comparabilité des résultats obtenus.

La présence de soufre est liée à l'acide aminé cystéine, particulièrement riche en ponts disulfures, qui confèrent à la kératine une architecture tridimensionnelle stable et résistante (Parry, 2021). Cette structure résistante explique en grande partie les difficultés rencontrées lors de la digestion acide pour libérer le mercure contenu. Les interactions covalentes entre le méthylmercure et les groupements thiols de la cystéine dans la kératine peuvent entraver l'efficacité des protocoles testés, que ce soit les digestions à froid, à chaud ou les traitements mécaniques par sonication. Effectivement, ces trois traitements se sont révélés insuffisants ici, comme en témoignent la récupération incomplète du mercure lors des tests

d'adjonction. Ce film se forme lors de la digestion lorsque des résidus organiques non complètement minéralisés ou décomposés s'agglomèrent et s'accumulent à la surface du système d'analyse. Ce dépôt provoque un encrassement du système, ce qui altère la volatilisation complète du mercure et entraîne une sous-estimation de sa concentration réelle. Cela suggère que des conditions encore plus intenses ou alternatives sont nécessaires pour détruire efficacement cette matrice kératinique particulièrement résistante.

C'est ainsi que la digestion assistée par micro-ondes a permis de rompre efficacement la structure kératinique. La combinaison de température élevée, de pression contrôlée et d'un chauffage volumique homogène par micro-ondes accélère les réactions d'oxydation, favorisant la rupture des ponts disulfures et la libération complète du mercure fixé. Cette technique évite également la volatilisation du mercure, ce qui permet de garantir la récupération complète du mercure et la reproductibilité des mesures (Martin et al., 2018). Aussi, les tubes en Téflon utilisés résistent aux hautes températures et pressions générées lors du chauffage. Leur inertie chimique empêche toute réaction avec les acides ou les échantillons, évitant ainsi contamination et altération des résultats. Leur robustesse mécanique prévient toute rupture ou explosion sous pression, ce qui assure un environnement stable et sécurisé. La validation du système de digestion micro-ondes n'a été obtenue qu'en fin d'étude, ce qui n'a pas permis de traiter les 15 échantillons collectés initialement, avec cette méthode optimale. Ces échantillons seront donc analysés dans les prochains mois. La concentration de mercure mesurée dans l'échantillon d'écaille de tortue verte adulte (55 ng/g) est inférieure aux niveaux observés chez les juvéniles (154,8 ng/g) au Brésil (Bezerra et al., 2012), mais demeure largement supérieure (presque vingt fois supérieure) à la moyenne rapportée pour les adultes (2,5 ng/g) dans cette même étude. Ce résultat pourrait refléter l'influence de l'activité minière aurifère en Guyane, source de mercure, ou des différences régionales dans les chaînes alimentaires marines. Cependant, en raison de l'étude portant sur un seul échantillon, il est impossible de tirer des conclusions définitives en raison d'un manque de robustesse statistique. Néanmoins, ce résultat met en évidence la nécessité de poursuivre les recherches afin de mieux comprendre les facteurs contribuant à l'exposition au mercure chez les tortues marines dans cette région.

Concernant les résultats attendus, les concentrations de mercure dans les écailles de *C.mydas* rapportées dans la littérature se situent généralement entre 0,1 et 5 µg/g de matière sèche, avec des variations locales notables en fonction des zones géographiques (Rodriguez et al., 2022). Ces différences résultent à la fois de facteurs environnementaux influençant le niveau de contamination et de paramètres biologiques propres aux individus. L'âge et le régime alimentaire jouent un rôle déterminant dans la bioaccumulation du mercure (Barrios-Rodriguez et al., 2024). En effet, plusieurs études expliquent qu'il existerait une relation négative entre la taille de carapace, indicatrice de l'âge, et les concentrations en mercure (Kampalath et al., 2006; Rodriguez et al., 2022; Sakai et al., 2000). Les juvéniles, souvent omnivores et ayant un régime alimentaire plus diversifié incluant des proies potentiellement plus contaminées, accumulent généralement davantage de mercure

que les adultes qui adoptent un régime principalement herbivore (Bezerra et al., 2012).

Puisque l'analyse des écailles reflète un enregistrement à long terme des concentrations de mercure, il serait pertinent de s'interroger sur les mécanismes de détoxification susceptibles de moduler la charge corporelle de ce métal chez les tortues. La détoxification du mercure chez les tortues marines reste encore peu connue. Cependant, des études récentes chez d'autres vertébrés tels que les oiseaux marins, notamment les pétrels géants, et les manchots empereurs, ont mis en évidence certains mécanismes biochimiques permettant de limiter la toxicité du mercure. Ces mécanismes incluent notamment l'association du mercure au sélénium pour former un complexe appelé tiemannite (HgSe), ainsi que la capacité à déméthylmer le méthylmercure en composés moins toxiques, un processus jusque-là observé principalement chez certaines bactéries (Bustamante et al., 2021; Manceau et al., 2024). Il est plausible que de tels mécanismes de détoxification soient transposables aux tortues marines, mais cela reste à démontrer. Chez les tortues marines, le stockage du mercure dans la kératine des écailles pourrait contribuer à une forme de séquestration et protéger l'organisme (Bezerra et al., 2013; Day et al., 2005).

Quant aux différences éventuelles entre sexes, la question reste encore difficile à trancher, notamment en raison de l'absence d'identification systématique du sexe des individus dans certains échantillons. Jusqu'à présent, les études disponibles ne montrent pas de différences significatives entre mâles et femelles (Jerez et al., 2010).

En conclusion, cette étude a établi un protocole novateur pour évaluer l'exposition chronique au mercure chez les tortues vertes de Guyane, en analysant les écailles. Bien que non invasif, ce protocole a exigé une adaptation minutieuse des techniques d'extraction. La digestion assistée par micro-ondes s'est avérée la plus efficace pour libérer le mercure lié à la kératine. L'analyse au MEB-EDX, bien que réalisée sur un seul échantillon en raison des contraintes matérielles et temporelles, a montré une homogénéité chimique relative sur les surfaces étudiées. Cependant, l'absence d'études comparatives entre différents types d'écailles (centrales, marginales, latérales) et le faible nombre d'individus analysés constituent des lacunes méthodologiques importantes. Il serait souhaitable d'étendre ce travail à plusieurs individus pour renforcer la robustesse statistique des analyses.

Conclusion

Ce travail a permis d'apporter des contributions significatives à la connaissance de la population de tortues vertes juvéniles (*Chelonia mydas*) fréquentant la Réserve Naturelle Nationale de l'île du Grand-Connétable, ainsi qu'au développement d'une méthodologie adaptée à la quantification de leur exposition au mercure à partir d'écailles prélevées sur des individus échoués en Guyane.

L'analyse démographique par photo-identification a révélé une population relativement stable, avec une fidélité interannuelle marquée, soulignant l'importance

écologique de ce site comme habitat clé de croissance. Les données ne montrent pas de variations saisonnières ni interannuelles significatives de la fréquentation. Par ailleurs, cette étude met en évidence la nécessité d'intégrer dans les protocoles futurs une collecte rigoureuse et systématique des paramètres environnementaux, tels que les marées et la turbidité, afin de mieux contrôler les biais d'observation et d'affiner les modèles d'abondance.

Concernant la quantification du mercure, la méthodologie validée peut être mise en œuvre localement: le matériel requis est disponible sur le territoire et le personnel est habilité à réaliser les manipulations, permettant une autonomie complète et réduisant la dépendance à des organismes extérieurs. Il reste néanmoins essentiel de maintenir un effort d'échantillonnage régulier afin d'alimenter et de consolider une banque de données locale sur l'exposition aux métaux lourds, indispensable au suivi et à la conservation des populations.

Perspectives

Les pics d'effectifs ponctuels observés invitent à poursuivre le suivi pour mieux comprendre les dynamiques de populations et leurs liens avec les conditions environnementales du littoral guyanais. Bien que l'analyse des échantillons d'écailles n'ait pu être achevée en raison de contraintes matérielles et temporelles, la validation du protocole de digestion ouvre des perspectives importantes pour le territoire. Il permettra d'échantillonner d'autres individus de *Chelonia mydas* ainsi que d'autres espèces de tortues (olivâtres, terrestres et dulçaquicoles) et de construire une banque de données à long terme sur l'exposition aux métaux lourds. Par ailleurs, les échantillons prélevés pour les analyses de mercure seront envoyés à l'Université d'Anvers (Belgique) à l'équipe de recherche BECO (Behavioural Ecology and Ecophysiology), qui travaille sur les PFAS, afin d'étendre l'étude à d'autres polluants potentiellement détectables dans les écailles.

De plus, ce protocole, compatible avec l'ICP-MS, facilitera la quantification d'autres métaux. Cette méthode, simple et peu coûteuse, s'avère particulièrement adaptée aux organisations locales et permet d'assurer un suivi régulier de la contamination dans différents écosystèmes.

Enfin, bien que des études antérieures aient déjà documenté certains effets du mercure sur la reproduction et le système immunitaire, il reste des zones à explorer. Des recherches futures pourraient se concentrer sur l'élucidation des mécanismes moléculaires précis de ces effets, ainsi que sur l'identification de biomarqueurs spécifiques pour évaluer l'impact du mercure sur la reproduction et le système immunitaire des tortues. De plus, l'étude des effets combinés du mercure avec d'autres polluants permettrait de mieux cerner les risques pour la santé de ces populations. L'intégration des données écotoxicologiques avec les données de dynamique de population et les suivis environnementaux à long terme permettra d'optimiser les stratégies de conservation.

Références

- Alonso Aguirre, A., Balazs, G.H., Zimmerman, B., Galey, F.D., 1994. Organic contaminants and trace metals in the tissues of green turtles (*Chelonia mydas*) afflicted with fibropapillomas in the Hawaiian islands. *Marine Pollution Bulletin* 28, 109–114. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(94\)90547-9](https://doi.org/10.1016/0025-326X(94)90547-9)
- Atwell, L., Hobson, K.A., Welch, H.E., 1998. Biomagnification and bioaccumulation of mercury in an arctic marine food web: insights from stable nitrogen isotope analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55, 1114–1121. <https://doi.org/10.1139/f98-001>
- Aymak, C., 2021. Distribution of heavy metals in tissues of stranded Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) on Kazanlı Beach, Turkey.
- Báez, J.C., 2024. Is climate change modifying the behavior of sea turtles? The particular case of the loggerhead turtle in the Alboran Sea. *Front. Mar. Sci.* 11, 1379303. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1379303>
- Ballorain, K., Barret, M., Bourjea, J., Carpentier, A., Claro, F., Cremades, C., Dalleau, M., Mazières, J.D., Evva, J., Gainette, A., Galgani, F., Gambaiani, D., Gaspar, C., Girard, A., Girondot, M., Jean, C., Kelle, L., Kérandel, J.-A., Mast, R., Nalovic, M.A., Péricard, J.-M., Rinaldi, C., Sacchi, J., 2023. Sea turtles of the French territories.
- Barrios-Rodriguez, C.A., Bezerra, M.F., Ristau, N., Mendonça, D.M., Pires, T.T., De Souza Paulino, L.R., Lacerda, L.D.D., 2024. Biological and ecological traits rather than geography control mercury (Hg) in scutes of marine turtles from the Southwest Atlantic. *Mar. Pollut. Bull.* 200, 116085. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116085>
- Bezerra, M.F., Lacerda, L.D., Costa, B.G.B., 2012. Mercury in the sea turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1958) from Ceará coast, NE Brazil. *Acad Bras Cienc.*
- Bezerra, M.F., Lacerda, L.D., Lima, E.H.S.M., Melo, M.T.D., 2013. Monitoring mercury in green sea turtles using keratinized carapace fragments (scutes). *Mar. Pollut. Bull.* 77, 424–427. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.09.020>
- Bjorndal, K.A., 1985. Nutritional Ecology of Sea Turtles. *Copeia* 1985, 736. <https://doi.org/10.2307/1444767>
- Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Chaloupka, M.Y., 2005. EVALUATING TRENDS IN ABUNDANCE OF IMMATURE GREEN TURTLES, *CHELONIA MYDAS*, IN THE GREATER CARIBBEAN. *Ecol. Appl.* 15, 304–314. <https://doi.org/10.1890/04-0059>
- Bonanno, G., Orlando-Bonaca, M., 2018. Perspectives on using marine species as bioindicators of plastic pollution. *Mar. Pollut. Bull.* 137, 209–221. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.018>
- Brooks, L., Harvey, J., Nichols, W., 2009. Tidal movements of East Pacific green turtle *Chelonia mydas* at a foraging area in Baja California Sur, México. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 386, 263–274. <https://doi.org/10.3354/meps08061>
- Carpentier, A.S., Jean, C., Barret, M., Chassagneux, A., Ciccione, S., 2016. Stability of facial scale patterns on green sea turtles *Chelonia mydas* over time: A validation for the use of a photo-identification method. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 476, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.12.003>
- Casale, P., Abbate, G., Freggi, D., Conte, N., Oliverio, M., Argano, R., 2008. Foraging ecology of loggerhead sea turtles *Caretta caretta* in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 372, 265–276. <https://doi.org/10.3354/meps07702>
- Casselman, A., 2014. Humans have tripled mercury levels in upper ocean. *Nature* 514, 15680. <https://doi.org/10.1038/nature.2014.15680>
- Calcagno, R. (2017). *L'odyssée des tortues marines*. Glénat, Monaco.
- Chambault, P., Dalleau, M., Nicet, J.-B., Mouquet, P., Ballorain, K., Jean, C., Ciccione, S., Bourjea, J., 2020. Contrasted habitats and individual plasticity drive the fine scale movements of juvenile green turtles in coastal ecosystems. *Mov. Ecol.* 8, 1. <https://doi.org/10.1186/s40462-019-0184-2>
- Chevallier, D., Girondot, M., Péron, C., Martin, J., Bonola, M., Chevalier, J., De Thoisy, B., Kelle, L., Le Maho, Y., Gardel, A., Anthony, E.J., 2023. Beach erosion aggravates the drastic decline in marine turtle populations in French Guiana. *Reg. Environ. Change* 23, 116. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02105-3>
- Cloern, J.E., 1987. Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Cont. Shelf Res.* 7, 1367–1381. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(87\)90042-2](https://doi.org/10.1016/0278-4343(87)90042-2)

- Colman, L.P., Patrício, A.R.C., McGowan, A., Santos, A.J.B., Marcovaldi, M.Â., Bellini, C., Godley, B.J., 2015. Long-term growth and survival dynamics of green turtles (*Chelonia mydas*) at an isolated tropical archipelago in Brazil. *Mar. Biol.* 162, 111–122. <https://doi.org/10.1007/s00227-014-2585-5>
- Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées D'Extinction, 1978. *Environ. Policy Law* 4, 51–52. [https://doi.org/10.1016/S0378-777X\(78\)80178-4](https://doi.org/10.1016/S0378-777X(78)80178-4)
- Da Silva, C.C., Klein, R.D., Barcarolli, I.F., Bianchini, A., 2016. Metal contamination as a possible etiology of fibropapillomatosis in juvenile female green sea turtles *Chelonia mydas* from the southern Atlantic Ocean. *Aquat. Toxicol.* 170, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.11.007>
- Day, R.D., Christopher, S.J., Becker, P.R., Whitaker, D.W., 2005. Monitoring Mercury in the Loggerhead Sea Turtle, *Caretta caretta*. *Environ. Sci. Technol.* 39, 437–446. <https://doi.org/10.1021/es049628q>
- Driscoll, C.T., Mason, R.P., Chan, H.M., Jacob, D.J., Pirrone, N., 2013. Mercury as a Global Pollutant: Sources, Pathways, and Effects. *Environ. Sci. Technol.* 47, 4967–4983. <https://doi.org/10.1021/es305071v>
- Emmonot, F., Siegrist, B., Bordin, A., Dos Reis, V., Chevallier, D., Estevez, Y., De Thoisy, B., 2023. Marine pollution between gyres: plastic debris in marine turtles and dolphins in French Guiana, Equatorial Atlantic. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 51, 459–465. <https://doi.org/10.3856/vol51-issue3-fulltext-2923>
- Fréry, N., Maury-Brachet, R., Maillot, E., Deheeger, M., De Mérona, B., Boudou, A., 2001. Gold-mining activities and mercury contamination of native amerindian communities in French Guiana: key role of fish in dietary uptake. *Environ. Health Perspect.* 109, 449–456. <https://doi.org/10.1289/ehp.109-1240303>
- Guirlet, E., Das, K., Girondot, M., 2008. Maternal transfer of trace elements in leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) of French Guiana. *Aquat. Toxicol.* 88, 267–276. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2008.05.004>
- Hamner, W.M., 1988. The 'lost year' of the sea turtle. *Trends Ecol. Evol.* 3, 116–118. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(88\)90120-6](https://doi.org/10.1016/0169-5347(88)90120-6)
- Hays, G.C., Laloë, J.-O., Seminoff, J.A., 2025. Status, trends and conservation of global sea turtle populations. *Nat. Rev. Biodivers.* 1, 119–133. <https://doi.org/10.1038/s44358-024-00011-y>
- Hirayama, R., 1998. Oldest known sea turtle. *Nature* 392, 705–708. <https://doi.org/10.1038/33669>
- Hu, H., Lin, H., Zheng, W., Tomanicek, S.J., Johs, A., Feng, X., Elias, D.A., Liang, L., Gu, B., 2013. Oxidation and methylation of dissolved elemental mercury by anaerobic bacteria. *Nat. Geosci.* 6, 751–754. <https://doi.org/10.1038/ngeo1894>
- Hutchinson, J., Simmonds, M., 1992. Escalation of threats to marine turtles. *Oryx* 26, 95–102. <https://doi.org/10.1017/S0030605300023401>
- Hutchinson, J., Simmonds, M., 1991. A REVIEW OF THE EFFECTS OF POLLUTION ON MARINE TURTLES.
- Jerez, S., Motas, M., Cánovas, R.Á., Talavera, J., Almela, R.M., Del Río, A.B., 2010. Accumulation and tissue distribution of heavy metals and essential elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Spanish Mediterranean coastline of Murcia. *Chemosphere* 78, 256–264. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.10.062>
- Kampalath, R., Gardner, S.C., Méndez-Rodríguez, L., Jay, J.A., 2006. Total and methylmercury in three species of sea turtles of Baja California Sur. *Mar. Pollut. Bull.* 52, 1816–1823. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.09.019>
- Laperche, V., Maury-Brachet, R., Blanchard, F., Dominique, Y., Durrieu, G., Massabuau, J.C., Bouillard, H., Joseph, B., Laporte, P., Mesmer-Dudons, N., 2007. Étude réalisée dans le cadre des projets de Service Public du BRGM - PDR05GUY02.
- Lelong, P., Besnard, A., Girondot, M., Habold, C., Priam, F., Giraudeau, M., Le Loc'h, G., Le Loc'h, A., Fournier, P., Fournier-Chambrillon, C., Bustamante, P., Dupont, S.M., Vincze, O., Gros-Desormeaux, J.-R., Martin, J., Bourgeois, O., Lepori, M., Régis, S., Lecerf, Nicolas, Lefebvre, F., Aubert, N., Frouin, C., Flora, F., Pimentel, E., Pimentel, M., Siegwalt, F., Jeantet, L., Chambault, P., Hielard, G., Arqué, A., Arthus, M., Louis-Jean, L., Brador, A., Giannasi, P., Etienne, D., Lecerf, Nathaël, Chevallier, P., Chevallier, T., Maceno, M., Larcher, E., Le Maho, Y., Chevallier, D., 2024. Demography of endangered juvenile green turtles in face of environmental changes: 10 years of capture-mark-recapture efforts in Martinique. *Biol. Conserv.* 291, 110471. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110471>

- Liebart, M., Blot, L., Boudy, C., Feunteun, A., Duporge, N., Safi, M., Montgolfier, B.D., 2021. Estimation de la population de Tortues vertes (*Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)) par photo-identification le long de la côte Caraïbe en Martinique. *Naturae*. <https://doi.org/10.5852/naturae2021a11>
- Limpus, C.J., 2009. A biological review of Australian marine turtles. Qld Government, Brisbane, QLD.
- Martin, M., Hamzaoui, O., Etting, I., Grassin-Delyle, S., Alvarez, J.-C., 2018. Développement et validation d'une méthode de dosage en ICP-MS haute résolution (ICP-HRMS) de 38 éléments métalliques dans les cheveux. Intérêt de la minéralisation en four à micro-ondes. *Toxicol. Anal. Clin.* 30, S61–S62. <https://doi.org/10.1016/j.toxac.2018.04.081>
- May, C., Koseff, J., Lucas, L., Cloern, J., Schoellhamer, D., 2003. Effects of spatial and temporal variability of turbidity on phytoplankton blooms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 254, 111–128. <https://doi.org/10.3354/meps254111>
- Meaza, I., Toyoda, J.H., Wise Sr, J.P., 2021. Microplastics in Sea Turtles, Marine Mammals and Humans: A One Environmental Health Perspective. *Front. Environ. Sci.* 8, 575614. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.575614>
- Paranjape, A.R., Hall, B.D., 2017. Recent advances in the study of mercury methylation in aquatic systems. *FACETS* 2, 85–119. <https://doi.org/10.1139/facets-2016-0027>
- Parry, D.A.D., 2021. Structures of the β -Keratin Filaments and Keratin Intermediate Filaments in the Epidermal Appendages of Birds and Reptiles (Sauropsids). *Genes* 12, 591. <https://doi.org/10.3390/genes12040591>
- Perrault, J.R., 2014. Mercury and selenium ingestion rates of Atlantic leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*): A cause for concern in this species? *Mar. Environ. Res.* 99, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.04.011>
- Pheasey, H., Glen, G., Allison, N.L., Fonseca, L.G., Chacón, D., Restrepo, J., Valverde, R.A., 2021. Quantifying Illegal Extraction of Sea Turtles in Costa Rica. *Front. Conserv. Sci.* 2, 705556. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2021.705556>
- Pheasey, H., McCargar, M., Glinsky, A., Humphreys, N., 2018. Effectiveness of Concealed Nest Protection Screens Against Domestic Predators for Green (*Chelonia mydas*) and Hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) Sea Turtles. *Chelonian Conserv. Biol.* 17, 263. <https://doi.org/10.2744/CCB-1316.1>
- Qin, X., Yang, C., Guo, Y., Liu, J., Bitter, J.H., Scott, E.L., Zhang, C., 2023. Effect of ultrasound on keratin valorization from chicken feather waste: Process optimization and keratin characterization. *Ultrason. Sonochem.* 93, 106297. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106297>
- Réserve Naturelle Nationale de l'île du Grand-Connétable (2024). *Rapport d'activités 2024*. Groupe d'Etude des Cétacés du Cotentin (GEPOG), Rémire-Montjoly, Guyane française. 646 pages.
- Read, T.C., Wantiez, L., Werry, J.M., Farman, R., Petro, G., Limpus, C.J., 2014. Migrations of Green Turtles (*Chelonia mydas*) between Nesting and Foraging Grounds across the Coral Sea. *PLoS ONE* 9, e100083. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100083>
- Reina, R.D., Jones, T.T., Spotila, J.R., 2002. Salt and water regulation by the leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea*. *J. Exp. Biol.* 205, 1853–1860. <https://doi.org/10.1242/jeb.205.13.1853>
- Rieppel, O., Reisz, R.R., 1999. The Origin and Early Evolution of Turtles. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30, 1–22. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.30.1.1>
- Robinson, N.J., Paladino, F.V., 2013. Sea Turtles, in: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier, p. B9780124095489043529. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.04352-9>
- Ródenas De La Rocha, S., Sánchez-Muniz, F.J., Gómez-Juaristi, M., Marín, M.T.L., 2009. Trace elements determination in edible seaweeds by an optimized and validated ICP-MS method. *J. Food Compos. Anal.* 22, 330–336. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.021>
- Rodriguez, C., De Lacerda, L., Bezerra, M., 2022a. Pan-oceanic distribution of mercury (Hg) in sea turtles: a review. *Endanger. Species Res.* 49, 175–185. <https://doi.org/10.3354/esr01209>
- Rodriguez, C., De Lacerda, L., Bezerra, M., 2022b. Pan-oceanic distribution of mercury (Hg) in sea turtles: a review. *Endanger. Species Res.* 49, 175–185. <https://doi.org/10.3354/esr01209>
- Sakai, H., Saeki, K., Ichihashi, H., Suganuma, H., Tanabe, S., Tatsukawa, R., 2000. Species-Specific Distribution of Heavy Metals in Tissues and Organs of Loggerhead Turtle (*Caretta caretta*) and Green Turtle (*Chelonia mydas*) from Japanese Coastal Waters. *Mar. Pollut. Bull.* 40, 701–709. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00008-4](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00008-4)
- Santidrián Tomillo, P., Spotila, J.R., 2020. Temperature-Dependent Sex Determination in Sea Turtles in the Context of Climate Change: Uncovering the Adaptive Significance. *BioEssays* 42, 2000146. <https://doi.org/10.1002/bies.202000146>

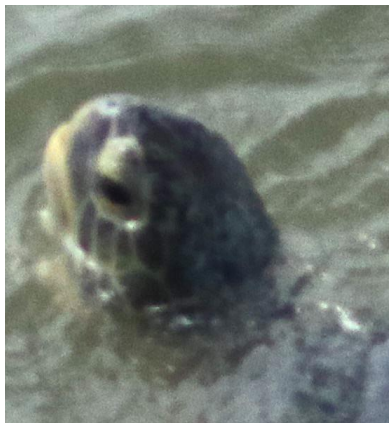
- Schneider, L., Eggins, S., Maher, W., Vogt, R.C., Krikowa, F., Kinsley, L., Eggins, S.M., Da Silveira, R., 2015. An evaluation of the use of reptile dermal scutes as a non-invasive method to monitor mercury concentrations in the environment. *Chemosphere* 119, 163–170. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.05.065>
- Siegwalt, F., Benhamou, S., Girondot, M., Jeantet, L., Martin, J., Bonola, M., Lelong, P., Grand, C., Chambault, P., Benhalilou, A., Murgale, C., Maillet, T., Andreani, L., Campistron, G., Jacaria, F., Hielard, G., Arqu , A., Etienne, D., Thieulle, L., Guimera, F., Eggenspieler, J., Woignier, T., Allenou, J.-P., Louis-Jean, L., Chanteur, B., B ranger, C., Crillon, J., Brador, A., Habold, C., Le Maho, Y., Robin, J.-P., Chevallier, D., 2020. High fidelity of sea turtles to their foraging grounds revealed by satellite tracking and capture-mark-recapture: New insights for the establishment of key marine conservation areas. *Biol. Conserv.* 250, 108742. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108742>
- Solomon, S.E., Hendrickson, J.R., Hendrickson, L.P., 1986. The structure of the carapace and plastron of juvenile turtles, *Chelonia mydas* (the green turtle) and *Caretta caretta* (the loggerhead turtle). *J. Anat.* 145, 123–131.
- Th a Jacob, Gardes Lionel, 2011. Synth se des méthodes de suivi des tortues marines / Synthesis of marine turtles monitoring methods. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4917.0808>
- TORSOOI. Base de données des tortues marines du Sud-Ouest de l'océan Indien. Administr e par Kelonia, CEDTM et Ifremer. <https://torsooi.com/>.
- Truscott, Z., Booth, D.T., Limpus, C.J., 2017. The effect of on-shore light pollution on sea-turtle hatchlings commencing their off-shore swim. *Wildl. Res.* 44, 127. <https://doi.org/10.1071/WR16143>
- Villar, E., Cabrol, L., Heimb rger-Boavida, L., 2020. Widespread microbial mercurymethylation genes in the global ocean. *Environ. Microbiol. Rep.* 12, 277–287. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.12829>

ANNEXE 1:**Exemple de photographies d'individus prises au Grand-Connétable.**

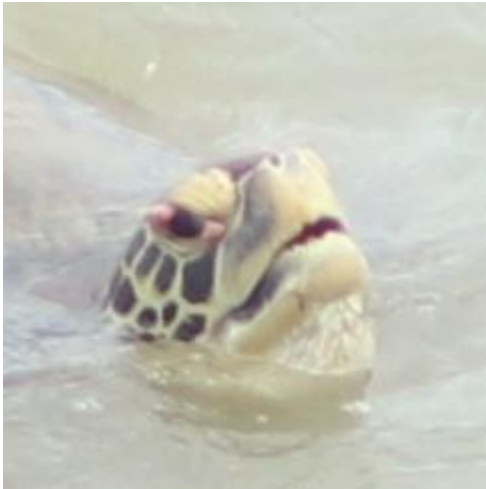
Exemple de photographie d'un profil gauche complet (ID_0029) de *C.mydas* prise au Grand-Connétable, exploitable sur Torsooi.



Exemple de photographie de *C.mydas* prise au Grand-Connétable inexploitable sur Torsooi: profil droit et dessus de tête incomplets.



Exemple de photographie prise au Grand-Connétable inexploitable sur Torsooi: profil gauche incomplet, photographie floue.



Photographie
d'un individu de *C.mydas*
présentant des symptômes de
fibropapillomatose.



Photographie d'un individu
échoué dont le sexe n'est pas
identifiable.

ANNEXE 2 :

Photographie d'une fiche remplie du REG

Fiche REG n° 10

R5331

REG
Réseau de ECHOUAGES
en Guyane

FICHE D'ECHOUAGE DE TORTUE MARINE

Commune : MANA Date d'observation : 25 / 03 / 2025

Département : 973 Plage ou lieu-dit : Aztèque

Coordonnées géographiques : Latitude : 05° 40'04.85" Longitude : 53° 43'01.37"

Espèce : Tortue verte (*Chelonia mydas*) Détermination : Probable / Certaine Sexe (F, M ou Ind.): ..F.....

Statut ☐ Juvénile ☒ Adulte Code REG : Code JAGUAR :

Date d'échouage : 25 / 03 / 2025 Date de mort :

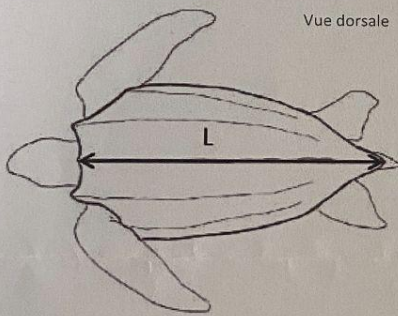
Animal vivant ☐ renflouage ☐ mort avant/pendant/après intervention ☐ euthanasie ☐ prise en charge

Animal mort ☐ 1 très frais (<48h) ☐ 2 frais ☐ 3 putréfié ☒ 4 très putréfié ☐ 5 restes

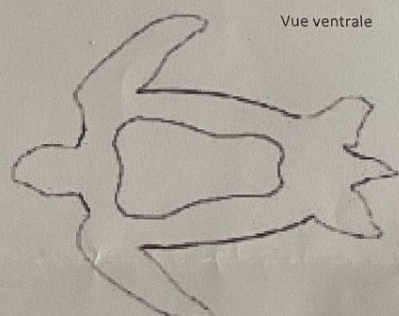
Marquage : ☐ Bague ☐ Puce N° : Localisation :

Longueur courbe totale de la carapace (L) : cm

Vue dorsale



Vue ventrale



Examen Externe : ☐ oui ☐ non
Si oui, cocher les observations, réaliser des photos avec échelle, indiquer les localisations sur le schéma et en commentaire.

☐ Aucune lésion ☐ Trace de filet ☐ Trace d'hélice ☐ Perforation ☐ Hameçon

☐ Morsure(s) ☐ Malformation ☐ Grosseur / Tumeur ☐ Fracture ☐ Lésion pathologique

☐ Corps étranger ☐ Parasite externe ☐ Lésion indéterminée ☐ Coupe nette

☐ Autre :

Avis sur la cause de mortalité : Probable / Certaine

☐ Capture ☐ Collision ☐ Pathologie ☐ Prédation/Compétition ☐ Braconnage ☐ Indéterminé

☐ Autre :

Commentaires : Coincée entre des troncs ? Pas de traces apparentes en raison du stade de décomposition

Écaille récupérée

☒ Photographies ☐ Rapport d'examen / Autopsie

☐ Prélèvements :

Devenir de l'animal : ☒ Abandonné ☐ Remis à l'eau ☐ Transporté, où ? :

Informateur : WONGSOPAWIRO Ronald RNNA Police de l'environnement

Intervenants (Nom, organisme) :

Merci d'envoyer cette fiche, les photographies et la liste des prélèvements à : reseau.echouages.guyane@gmail.com

Annexe 3 :

Arrêté ministériel de dérogation relatif à la manipulation d'espèces protégées -
Association Kwata.

Direction Générale des Territoire et de la Mer

R03-2024-11-07-00036

Arrêté portant autorisation au personnel de
l'association KWATA de déroger, aux
interdictions liées aux espèces animales
protégées, notamment au sein des Réserves
Naturelles Nationales de Guyane



ARRÊTÉ n° R03-2024-11-07-00036

**portant autorisation au personnel de l'association Kwata de déroger,
aux interdictions liées aux espèces animales protégées, notamment au sein
des réserves naturelles nationales de Guyane**

LE PRÉFET

VU le Code de l'environnement, notamment ses articles L.411-1 à L.412-1, R.411-1 à R.411-14 et R.412-1 à R.412-7 ;
VU le décret du 08 décembre 1992 portant création de la réserve naturelle de l'île du Grand Connétable ;
VU le décret n°95-1299 du 18 décembre 1995 portant création de la réserve naturelle des Nouragues ;
VU le décret n°96-491 du 06 juin 1996 portant création de la réserve naturelle de la Trinité ;
VU le décret n°98-165 du 13 mars 1998 portant création de la réserve naturelle de l'Amana ;
VU le décret n°98-166 du 13 mars 1998 portant création de la réserve naturelle des marais de Kaw-Roura ;
VU le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et départements ;
VU le décret n°2006-1124 du 06 septembre 2006 portant création de la réserve naturelle du Mont Grand Matoury ;
VU le décret n°2013-118 du 1^{er} février 2013 relatif à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques ;
VU le décret n°2019-894 du 28 août 2019 relatif à l'organisation et aux missions des services de l'État en Guyane ;
VU le décret du 13 juillet 2023 portant nomination de M. Antoine POUSSIER en qualité de préfet de la région Guyane, préfet de la Guyane ;
VU l'arrêté ministériel du 15 mai 1986 fixant sur tout ou partie du territoire national des mesures de protection des mammifères représentés dans le département de la Guyane et modifié par l'arrêté ministériel du 20 janvier 1987, par l'arrêté ministériel du 29 juillet 2005 et l'arrêté ministériel du 24 juillet 2006 ;
VU l'arrêté ministériel du 1^{er} juillet 2011 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection, modifié par l'arrêté du 03 septembre 2020 ;
VU l'arrêté ministériel du 25 mars 2015 fixant la liste des oiseaux représentés dans le département de la Guyane protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ;
VU l'arrêté ministériel du 19 novembre 2020 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés dans le département de la Guyane protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection ;
VU l'arrêté ministériel du 1^{er} septembre 2021 modifiant l'arrêté du 1^{er} février 2013 relatif à l'évaluation éthique et l'autorisation des projets impliquant l'utilisation d'animaux dans des procédures expérimentales ;
VU l'arrêté préfectoral n°583/DEAL du 12 avril 2011 réglementant les quotas d'espèces animales pouvant être prélevées par une personne dans le département de la Guyane ;

1/4

VU l'arrêté préfectoral n° R03-2024-04-05-00002 du 05 avril 2024 portant délégation de signature à M. Ivan MARTIN, directeur général des territoires et de la mer de Guyane ;

VU l'arrêté préfectoral n° R03-2024-04-08-00003 du 08 avril 2024 portant subdélégation de signature de M. Ivan MARTIN, directeur général des territoires et de la mer, à ses collaborateurs ;

VU l'arrêté préfectoral n° R03-2024-06-19-00003 décision portant renouvellement de l'agrément au titre de la protection de l'environnement de l'association Kwata ;

VU l'avis favorable du Conseil national de la protection de la nature en date du 23 janvier 2013 relatif à l'enlèvement, le transport, la détention et l'utilisation de spécimens dans la cadre de la collection JAGUARS ;

VU la demande formulée par Monsieur Benoît de THOISY le 04 septembre 2024 ;

CONSIDÉRANT que la dérogation ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ;

CONSIDÉRANT que la demande constitue un renouvellement de dérogation dans les conditions prévues à l'article R.411-10 du Code de l'environnement ;

Sur proposition du Directeur Général des Territoires et de la Mer ;

ARRÊTÉ :

Article 1^{er} : Terminologie

Au sens du présent arrêté, on entend par « spécimen » tout œuf, tout ou partie d'un amphibien, reptile, oiseau, mammifère, ou tout produit obtenu d'un animal ainsi que tout ou partie d'un végétal.

Est considérée comme musée, au sens du présent arrêté, toute collection permanente composée de biens dont la conservation et la présentation revêtent un intérêt public et organisée en vue de la connaissance et de l'éducation du public.

Article 2 : Nature de la dérogation

L'association Kwata est agréée au titre de la protection de l'environnement, elle mène notamment des expertises écologiques sur le territoire guyanais, elle constitue une référence dans le domaine de la biodiversité pour la production, la valorisation des données et l'appui aux services de l'État.

Dans le cadre de leurs activités professionnelles (activités de gestion d'espaces naturels, d'appui technique, activités de connaissance et transport d'animaux saisis, blessés ou en difficulté), il est autorisé aux bénéficiaires listés dans l'article 6 :

- le dérangement intentionnel de spécimens d'espèces animales protégées ;
- la capture ou l'enlèvement de spécimens d'espèces animales protégées ;
- la détention de spécimens vivants d'espèces animales protégées pour une durée maximale de 72 heures ;
- le transport de spécimens d'espèces animales protégées ;
- la dissection et le prélèvement de tissus ou d'organes à des fins scientifiques sur des spécimens morts d'espèces animales protégées ;
- l'euthanasie de spécimens moribonds d'espèces animales protégées afin d'abréger leur souffrance ;
- la destruction de tout ou partie du corps de spécimens morts d'espèces animales protégées en l'absence de filière d'équarrissage ;
- la détention, l'utilisation et l'exposition de spécimens morts d'espèces animales protégées dans la collection muséale spécifiée dans l'article 4.

Cet arrêté abroge l'arrêté n° R03-2016-03-21-006 qui portait renouvellement de l'autorisation sans

durée limitée.

Article 3 : Espèces concernées

- Amphibiens et reptiles : l'ensemble des espèces citées dans l'arrêté ministériel du 19 novembre 2020 ;
- Oiseaux : l'ensemble des espèces citées dans l'arrêté ministériel du 25 mars 2015 ;
- Mammifères marins : l'ensemble des espèces citées dans l'arrêté ministériel du 1er juillet 2011 modifié ;
- Mammifères terrestres : l'ensemble des espèces citées dans l'arrêté ministériel du 15 mai 1986 modifié ;
- Toutes les espèces citées dans l'arrêté préfectoral n°583/DEAL du 12 avril 2011 pouvant être saisies sans limitation quantitative ;

Article 4 : Lieu de l'autorisation

La présente autorisation est valable sur l'intégralité du territoire de la Guyane, y compris au sein des réserves naturelles nationales.

La collection muséale dénommée JAGUARS est localisée à l'Institut Pasteur de la Guyane, 23 avenue Pasteur à Cayenne. Elle a pour référence CITES le code FR973A.

Article 5 : Durée de l'autorisation

La présente autorisation est valable de la publication du présent arrêté au recueil des actes administratifs jusqu'au 31 décembre 2029.

Article 6 : Bénéficiaires

- Benoît de THOISY, docteur vétérinaire, directeur de l'association Kwata, pour toutes les dérogations citées dans l'article 2 ;
- les salariés de l'association, formés et validés par le directeur, pour le dérangement intentionnel, la capture ou l'enlèvement, la détention de spécimens vivants, le transport, la dissection de spécimens morts, le prélèvement de tissus ou d'organes à des fins scientifiques et la destruction ;

Les salariés sont été formés et agissent sous la responsabilité du directeur.

Les bénéficiaires sont porteurs de la présente autorisation lors des opérations visées et ils sont tenus de la présenter à toute demande des agents commissionnés au titre de l'environnement.

Article 7 : Conditions particulières

La présente autorisation est soumise aux conditions suivantes :

- Une remontée annuelle de la liste des bénéficiaires ;
- Un compte-rendu annuel détaillé des opérations sera établi et transmis aux services concernés de la Direction Générale des Territoires et de la Mer ;
- Les bénéficiaires listés à l'article 6 du présent arrêté, pratiquant la dissection et le prélèvement de tissus, doivent se conformer au dispositif réglementaire sur l'expérimentation animale défini dans le décret n° 2013-118 du 1er février 2013 ;
- Les bénéficiaires listés à l'article 6 du présent arrêté s'engagent à entretenir, archiver les collections et en assurer la traçabilité ;
- Les modalités de dissection et de prélèvement de tissus seront validées par un Comité d'éthique et les prélèvements seront effectués par des personnes habilitées ;

- Les bénéficiaires listés à l'article 6 du présent arrêté préciseront dans le cadre de leur publication et communications diverses que ces travaux ont été réalisés sous couvert d'une dérogation préfectorale, s'agissant d'espèces protégées ;
- Les bénéficiaires listés à l'article 6 du présent arrêté doivent se conformer au protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et au partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation, appelée communément APA ;
- Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés. En particulier, cet arrêté ne vaut pas autorisation de pénétration dans des propriétés closes relevant de la loi du 29 décembre 1892, modifiée, ou de la loi n°43.374 du 08 juillet 1943.

Article 8 : Sanctions

Sans préjudice des sanctions de toute nature prévues par les règlements en vigueur, toute infraction aux dispositions du présent arrêté peut entraîner la suspension ou la révocation, les bénéficiaires entendus, de la présente autorisation.

Article 9 : Exécution

Le directeur général des territoires et de la mer, le général commandant la gendarmerie de la Guyane, le chef du service territorial de l'Office Français de Biodiversité en Guyane sont chargés chacun en ce qui le concerne de l'exécution du présent arrêté qui sera notifié aux bénéficiaires et publié au recueil des actes administratifs.

À Cayenne, le 07/11/24
Pour le préfet et par délégation,

Jahsania
CURTIUS
jahsania.
curtius

Signé numériquement par Jahsania
CURTIUS jahsania.curtius
ND : C=FR, O=Secteur public
Développement durable Logement
et Transports, OU=0002
130019540, CN=Jahsania
CURTIUS jahsania.curtius, G=Jahsania, SN=CURTIUS
Raison : J'approuve ce document
avec ma signature juridiquement
valable
Emplacement :
Date : 2024.11.07 11:39:33-03'00'
Foxit PDF Reader Version: 12.0.2

VOIES ET DÉLAIS DE RECOURS

La présente décision peut faire l'objet d'un recours contentieux devant le tribunal administratif de la Guyane - 7 rue Schoelcher, BP 5030, 97305 Cayenne Cedex dans un délai de deux mois à compter de sa notification.
Le tribunal administratif peut être saisi par l'application informatique « Télérecours Citoyen » accessible par le site Internet www.telerecours.fr

Annexe 4 :
Photographies d'écailles échantillonnées dans le cadre de l'étude.



Photographie d'une
écaille centrale complète
de *C.mydas*



Exemple de fragments d'écaille
retrouvés sur une plage de Kourou, à
proximité du cadavre d'un individu de
Lepidochelys olivacea (tortue olivâtre).



Photographie d'une écaille centrale de *C.mydas* présentant les deux transects horizontaux et verticaux réalisés dans le cadre de l'étude préliminaire.

Annexe 5 :

Arrêté conservateur autorisant les missions sur le Connétable.



ARRÊTÉ n° R03-2024-07-08-00013

portant renouvellement de l'autorisation de manipuler, capturer, prélever, transporter, détruire des espèces ainsi que de naviguer, mouiller et débarquer dans la réserve naturelle nationale de l'île du Grand-Connétable.

LE PRÉFET

VU le Titre III du livre III du code de l'environnement relatif aux espaces naturels ;

VU le décret n°92-166 du 08 décembre 1992 portant création de la Réserve Naturelle Nationale de l'île du Grand-Connétable ;

VU le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et départements ;

VU le décret n°2019-894 du 28 août 2019 relatif à l'organisation et aux missions des services de l'État en Guyane ;

VU le décret du 13 juillet 2023 portant nomination de M. Antoine POUSSIER en qualité de préfet de la région Guyane, préfet de la Guyane ;

VU le décret du 16 mai 2024 portant nomination de Mme Florence GHILBERT, sous-préfète, en qualité de secrétaire générale des services de l'État, responsable de la coordination des politiques publiques auprès du préfet de la région Guyane, préfet de la Guyane ;

VU l'arrêté ministériel du 15 juillet 2021 portant nomination de M. Ivan MARTIN, ingénieur en chef des ponts, des eaux et des forêts, en qualité de directeur général des territoires et de la mer de Guyane ;

VU l'arrêté préfectoral n°R03-2023-04-03-00001 du 3 avril 2023 portant organisation des services de l'État en Guyane ;

VU l'arrêté préfectoral n°R03-2024-04-05-00002 du 05 avril 2024 portant délégation de signature à M. Ivan MARTIN, directeur général des territoires et de la mer de Guyane ;

VU l'arrêté préfectoral n°R03-2024-04-08-00003 du 08 avril 2024 portant subdélégation de signature de M. Ivan MARTIN, directeur général des territoires et de la mer, à ses collaborateurs ;

VU l'avis favorable du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de Guyane consulté le 17 mai 2019 ;

VU l'avis favorable du Comité Consultatif de Gestion de la réserve naturelle nationale de l'île du Grand-Connétable émis le 27 juin 2019 ;

VU la demande de renouvellement de l'arrêté R03-2022-01-25-00001 portant autorisation de manipuler, capturer, prélever, transporter, détruire des espèces ainsi que de naviguer, mouiller et débarquer dans la réserve naturelle nationale de l'île du Grand-Connétable au personnel de la réserve, présentée par M. Louis MAIGNÉ conservateur de la réserve naturelle nationale de l'île du Grand-Connétable le 1er juin 2024 ;

CONSIDÉRANT que la demande répond aux objectifs fixés par le plan de gestion de la réserve naturelle nationale de l'île du Grand-Connétable ;

CONSIDÉRANT que l'autorisation ne nuit pas au maintien des populations des espèces dans leur aire de répartition naturelle ;

SUR proposition de Madame la Secrétaire Générale de Service de l'État ;

ARRÊTÉ

Article 1 : objet de l'autorisation

La présente autorisation est accordée au conservateur et à l'équipe de la réserve naturelle nationale de l'île du Grand Connétable dans le but de faciliter la mise en œuvre des actions de conservation, d'amélioration des connaissances et de mise en valeur pédagogique de la réserve.

L'équipe de la réserve naturelle nationale est ainsi autorisée :

- à manipuler, capturer, prélever et transporter toutes espèces d'animaux et de végétaux dans les cas de découverte fortuite d'une nouvelle espèce, de découverte de spécimens morts, de morts accidentelles lors d'études ou d'inventaires, de soins apportés aux animaux malades ou blessés et des suivis naturalistes prévus au plan de gestion ;
- à procéder à des inventaires d'espèces de faune, de flore et de fonge tels que prévus dans le plan de gestion ;
- à détruire des espèces animales et végétales reconnues dans le plan de gestion comme invasives, exogènes ou introduites au sein de la réserve ;
- à naviguer et à mouiller au sein du périmètre de la réserve ;
- à débarquer sur les îles du Petit et Grand-Connétable pour y mener les activités prévues au plan de gestion ;
- à passer la nuit sur l'île du Grand-Connétable.

Article 2 : personnes autorisées

M. Alain ALCIDE,

Mme Marion BONNÉ,

M. Louis MAIGNÉ,

M. Geoffrey MONCHAUX-LEFEVRE,

Mme Paula NAGL,

M. Jérémie TRIBOT,

Mme Marion ROUS.

Le personnel de la réserve, sous la responsabilité du conservateur, est autorisé à se faire accompagner lors de leurs missions par toute personne qualifiée qu'il jugerait nécessaire ainsi qu'à se faire aider par des bénévoles.

Article 3 : durée de l'autorisation

La présente autorisation est valable à compter de sa signature et ce jusqu'au 31 décembre 2024. Elle pourra être renouvelée pour une période de 1 an, sous réserve de l'appréciation par le préfet, sur demande du bénéficiaire accompagnée du bilan annuel des opérations menées.

Article 4 : conditions particulières

L'autorisation est accordée aux personnes listées à l'article 2, sous conditions que :

- la DGTM soit informée par mail dans un délai de 2 semaines, des opérations menées dans le cadre de la présente autorisation ;
- que soit présenté au CSRPN et au comité consultatif de gestion de la réserve un bilan annuel des opérations menées dans le cadre de la présente autorisation ;
- les opérations ne nuisent pas à la conservation des milieux et des espèces protégées.

La DGTM se réserve la possibilité de saisir le CSRPN et/ou le comité consultatif de gestion de la réserve pour toutes opérations envisagées lorsque ces dernières peuvent présenter un risque sérieux à la sécurité des personnes ou à la conservation des milieux et des espèces.

Article 5 : sanctions

Sans préjudice des sanctions de toute nature prévues par les règlements en vigueur, toute infraction aux dispositions du présent arrêté peut entraîner la suspension ou la révocation, le bénéficiaire entendu, de la présente autorisation.

Article 6 : publicité

Le présent arrêté est notifié intégralement aux personnes autorisées mentionnées à l'article 2, et fera l'objet d'une publication au recueil des actes administratifs de la préfecture.

Article 7 : exécution

La Secrétaire Générale des Services de l'État en Guyane, le Directeur général des territoires et de la mer, le Commandant de Gendarmerie de la Guyane et le Chef du service départemental de l'Office Français de Biodiversité en Guyane sont chargés chacun en ce qui le concerne de l'exécution du présent arrêté.

À Cayenne, le 08 juillet 2024.

Pour le préfet et par délégation,
le chef du service Paysages, Eau et Biodiversité.



Camille GILLOT

VOIES ET DÉLAIS DE RECOURS

La présente décision peut faire l'objet d'un recours contentieux devant le tribunal administratif de la Guyane - 7 rue Schoelcher, BP 5030, 97305 Cayenne Cedex dans un délai de deux mois à compter de sa notification.

Le tribunal administratif peut être saisi par l'application informatique « Télérecours Citoyen » accessible par le site Internet www.telerecours.fr