



TORTUES SANS FRONTIERES

PROJET DE SUIVI ARGOS DES TORTUES
MARINES DE NOUVELLE-CALÉDONIE (SAT-NC)

RAPPORT DE RESTITUTION

WWF

Le WWF est une organisation indépendante de conservation de la nature. Avec plus de 35 millions de sympathisants et un réseau actif dans plus de 100 pays grâce à ses dirigeants locaux, le WWF œuvre pour mettre un frein à la dégradation de l'environnement naturel de la planète et construire un avenir où les humains vivent en harmonie avec la nature, en conservant la diversité biologique mondiale, en assurant une utilisation soutenable des ressources naturelles renouvelables, et en faisant la promotion de la réduction de la pollution et du gaspillage. Depuis 1973, le WWF France agit au quotidien afin d'offrir aux générations futures une planète vivante. Avec ses bénévoles et le soutien de ses 201 000 donateurs, le WWF France mène des actions concrètes pour sauvegarder les milieux naturels et leurs espèces, assurer la promotion de modes de vie durables, former les décideurs, accompagner les entreprises dans la réduction de leur empreinte écologique, et éduquer les jeunes publics. Mais pour que le changement soit acceptable, il ne peut passer que par le respect de chacune et de chacun. C'est la raison pour laquelle la philosophie du WWF est fondée sur le dialogue et l'action.

Monique Barbut est présidente du WWF France et Véronique Andrieux en est la directrice générale.

Pour découvrir nos projets, rendez-vous sur : wwf.fr

Remerciements

Le WWF-France tient à remercier l'ensemble des partenaires qui ont rendu ce projet possible : le service du Parc naturel de la Mer de Corail du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, la province Sud, la province Nord, la province des Iles Loyautés, l'Aquarium des Lagons de Nouvelle-Calédonie, l'association Bwärrä Tortues Marines, l'Association de sauvegarde de la biodiversité d'Ouvéa, l'association Nixumwääk Environnement et l'association Hülli Malep. Nous remercions également les autorités coutumières qui ont approuvé la mise en oeuvre du projet. Un merci tout particulier à l'ensemble des gardes nature, agents techniques, bénévoles des institutions et associations qui ont activement participé et facilité la mise en oeuvre du projet sur le terrain. Nous remercions également nos collaborateurs de Mercato Océans (P. Gaspar, G. Corbel, J. Temple-Boyer) pour leur expertise dans l'analyse de données satellites, ainsi que la DINUM (D. Buisson, J. Mounier) pour la mise en place de la cartographie thématique SAT-NC sur GEOREP.

Enfin, nous adressons toute notre gratitude à la Fondation Descroix Vernier pour avoir largement financé ce projet, ainsi qu'à Melvita, Te Me Um, la province Sud, la province Nord et le Gouvernement de La Nouvelle-Calédonie pour leur soutien financier et logistique.

Partenaires :





© Nicolas Job / WWF- France

TABLE DES MATIÈRES

CONTEXTE	4
CYCLE DE VIE	6
LES TORTUES MARINES DE NOUVELLE-CALÉDONIE	8
OBJECTIFS DU PROJET SAT-NC	13
POURQUOI LE SUIVI SATELLITE ?	15
DÉPLOYER UNE BALISE SATELLITE	17
EFFORT DE BALISAGE : OÙ, COMBIEN ET AVEC QUI ?	20
RÉSULTATS	22
CARACTÉRISTIQUES DES MIGRATIONS EN QUELQUES CHIFFRES	24
TRACÉS DES BALISES SATELLITES	26
DANS QUELS PAYS S'ALIMENTENT LES TORTUES CALÉDONIENNES ?	28
ROUTES MIGRATOIRES DES TORTUES CALÉDONIENNES	30
PRINCIPAUX FLUX MIGRATOIRES	32
DISCUSSION	34
LES ZONES D'ALIMENTATION	
LES ROUTES MIGRATOIRES	
QUI SONT LES PRINCIPAUX CO-GESTIONNAIRES DES TORTUES CALÉDONIENNES ?	
PROCHAINES ÉTAPES	42
CONCLUSION	44
RÉFÉRENCES	46

Citation : Oremus M. 2023. Tortues sans frontières : projet de suivi Argos des tortues marines de Nouvelle-Calédonie (SAT-NC). Rapport du WWF-France.

Photo de couverture : © Shutterstock - Willyam Bradberry WWF- Sweden

Maquette et infographies : Agence [MBDG](#)

Illustrations : © ShellBank / WWF-Coral Triangle Programm / Agence [MBDG](#)

Publié en juin 2023 par le WWF-France

CONTEXTE

LA PROTECTION DES TORTUES MARINES, UN VÉRITABLE CHALLENGE

Infatigables voyageuses, les tortues marines sont soumises, tout au long de leur vie, à de multiples menaces dont l'intensité dépend des zones qu'elles fréquentent.

Les tortues marines (super famille des Chelonioidea) sont apparues sur terre il y a plus de 100 millions d'années. Au cours de leur évolution, elles ont donc connu et survécu à d'importants changements d'ordre climatique et tectonique, ainsi qu'à l'extinction de masse du Crétacé qui a provoqué la disparition des dinosaures. Pourtant, malgré cette résistance et cette capacité d'adaptation exceptionnelle, les tortues marines sont aujourd'hui, plus que jamais, menacées de disparition.

EN CAUSE : LES ACTIVITÉS HUMAINES

En effet, les premiers rapports naturalistes issus des navigateurs européens du 16^{ème} siècle font état d'un nombre considérable de tortues marines observées à travers le monde (Spotila 2004). A cette époque-là, elles étaient probablement des centaines de millions à peupler les océans. Ainsi, malgré des efforts de protection évidents au cours des dernières décennies, nous n'observons aujourd'hui qu'une fraction infime de ce qu'étaient les densités de tortues marines pré-impacts anthropiques. L'état critique des populations de tortues marines est désormais reconnu internationalement par des organismes tels que les CITES¹, CMS² et UICN³. A l'échelle nationale, de nombreux pays ont pris la mesure des menaces et ont mis en place des réglementations strictes et de mesures de protection ciblées. Pourtant, de nombreuses populations continuent à diminuer de manière inquiétante. Même lorsque les déclin semblent endigués, les populations peinent à s'accroître, toujours très loin des chiffres d'antan. La difficulté à protéger les tortues marines réside dans leur cycle de vie si particulier, les exposant à de nombreuses menaces tout au long de leur existence (voir section suivante). Leurs migrations les amènent à fréquenter des zones où les pressions et les réglementations ne sont pas toujours les mêmes, notamment lorsqu'elles passent d'un pays à un autre.

1 - Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction.

2 - Convention sur la conservation des espèces migratrices.

3 - Union internationale pour la conservation de la nature.



Ainsi, des mesures de conservation efficaces sur une zone donnée ne peuvent en rien garantir la sauvegarde d'une espèce si celle-ci se retrouve par ailleurs confrontée à d'importantes pressions dès lors qu'elle quitte une zone « bien gérée ».

Leur protection pose donc un véritable challenge régional. Ce challenge est d'autant plus important lorsque les connaissances relatives à leurs déplacements sont incomplètes, ce qui est très souvent le cas. En effet, sans l'établissement de liens concrets, il reste très difficile de mobiliser des gestionnaires à une échelle régionale pour assurer une continuité de protection compatible avec le mode de vie de ces espèces (Dunn et al. 2019).

Partant de ce constat, le WWF-France a développé un projet inédit, avec pour objectif d'identifier l'ensemble des principales routes migratoires des tortues marines d'origine calédonienne (i.e. celles qui sont nées et se reproduisent sur le territoire), grâce à un déploiement ambitieux de balises satellites.



© Troy Mayne / WWF- Australia

CYCLE DE VIE

UNE VIE PROPICE AUX DANGERS

La vie des tortues marines est marquée par de nombreux déplacements à tous les stades de développement. Il en découle un véritable parcours du combattant parsemé de nombreuses menaces à éviter.

Les jeunes tortues, à peine extirpées du sable de leur plage de naissance, rejoignent la mer et entament un long périple de plusieurs années dans les eaux profondes ; une phase poétiquement appelée « les années perdues » en référence à l'absence relative de connaissances lors de cette période de la vie des jeunes tortues (Fig. 1).

Vers l'âge de 5 à 20 ans, elles changent de régime alimentaire et rejoignent des eaux peu profondes, souvent sur des zones côtières (à l'exception des tortues luths qui restent pélagiques). Elles vont s'installer progressivement sur une zone qui deviendra leur aire d'alimentation à laquelle elles resteront fidèles durant toute leur vie adulte (Fig. 1).

Lorsqu'elles atteignent la maturité sexuelle, les tortues mâles et femelles s'engagent alors dans des déplacements migratoires pour retourner dans la zone qui les a vu naître afin de s'y reproduire (Fig. 1). Durant cette période, les femelles seront même amenées à remonter sur terre pour y pondre leurs œufs.

Au cours de leur vie, elles effectueront ainsi plusieurs migrations aller-retour entre leur zone d'alimentation et leur zone de reproduction. Ce cycle de vie amènera une tortue à parcourir plusieurs dizaines de milliers de kilomètres au cours de son existence. Elle va donc côtoyer des écosystèmes très différents qui, selon les zones, se caractériseront par l'existence de menaces et de réglementations différentes.

LES PRINCIPALES MENACES



Captures accidentelles - Chaque année, des centaines de milliers de tortues marines meurent accidentellement dans des filets, victimes de la pêche industrielle. C'est la principale menace pour les jeunes tortues qui passent les premières années de leur vie dans les eaux du large, mais aussi pour les tortues adultes lorsqu'elles migrent entre leur site de ponte et d'alimentation.



Dégradation des habitats - Les zones de nourrissage et sites de ponte sont régulièrement dégradés voir détruits par l'homme notamment du fait des pollutions industrielles, des aménagements côtiers, du tourisme et des ancrages de bateau. Ces perturbations peuvent entraîner la désertion de certaines zones.



Changement climatique - Le changement climatique impacte fortement les écosystèmes où les tortues se nourrissent et accentue l'effet de l'érosion sur les plages de ponte. Il perturbe également l'équilibre mâles/femelles des tortues dont le sexe est déterminé par la température du nid. Certains sites ne produisent d'ores et déjà quasiment plus que des femelles à cause du réchauffement global (Jensen et al. 2018).



Chasse et braconnage - La chasse des adultes et le prélèvement des œufs pour la consommation humaine restent des causes majeures de la baisse drastique des populations de tortues marines dans le monde. Dans le Pacifique, cette chasse a un fort ancrage culturel qu'il convient de considérer tout en s'assurant qu'elle reste compatible avec un renouvellement des populations. Si les tortues sont désormais protégées dans la majorité des pays, le braconnage persiste à des niveaux souvent trop importants pour être durable (Pilcher 2021).



Pollution plastique - Les tortues marines peuvent prendre des objets flottants en plastique pour de la nourriture et mourir d'étouffement en essayant de les avaler. Les engins de pêche perdus (filets fantômes) qui les emprisonnent peuvent noyer une tortue ou l'empêcher de se nourrir ou de nager. Enfin, les débris sur les plages constituent des pièges pour les petites tortues et les empêchent de gagner la mer.

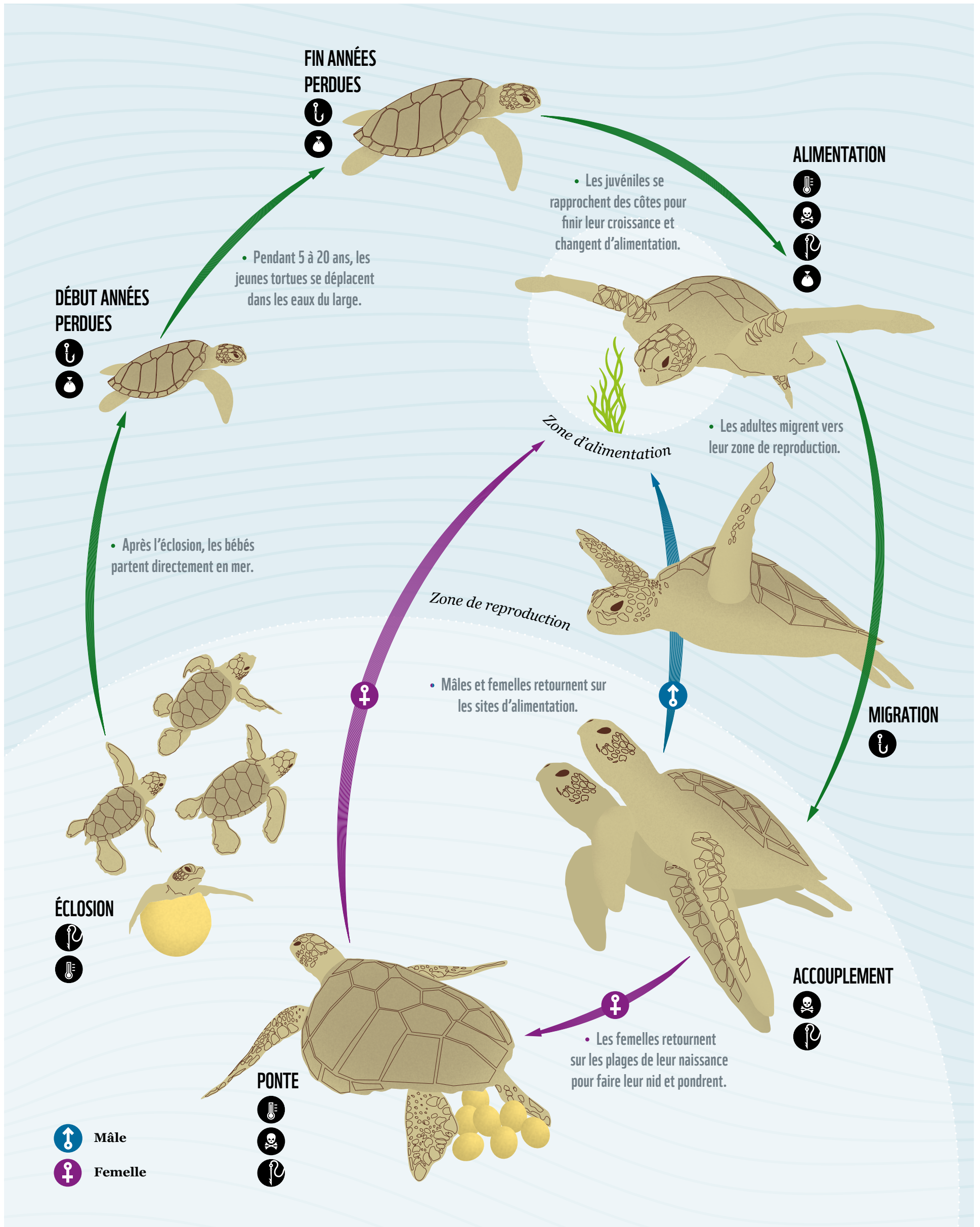


Figure 1 : Le cycle de vie des tortues marines et les menaces qui en découlent.

LES TORTUES MARINES DE NOUVELLE-CALÉDONIE

GÉNÉRALITÉS

En Nouvelle-Calédonie, cinq des sept espèces de tortues marines existant dans le monde peuvent être observées (Etaix-Bonnin et al. 2011). Il s'agit de la tortue verte, tortues caouanne (ou « grosse tête »), tortue imbriquée, tortue luth et tortue olivâtre. Toutes ces espèces sont menacées voir très menacées comme en atteste leur statut sur la liste rouge de l'UICN (Fig. 2).

Statut UICN

- EX** Éteint
- EW** Éteint à l'état sauvage
- CR** En danger critique
- EN** En danger
- VU** Vulnérable
- NT** Quasi menacé
- LC** Préoccupation mineure

Éteint

Menacé

Préoccupation mineure

Activités

- Traverse / Se déplace
- S'alimente
- Se reproduit

En Nouvelle-Calédonie

TORTUE CAOUANNE
Caretta caretta

- CR** Sous-population du Pacifique Sud
- Traverse / Se déplace
- S'alimente
- Se reproduit

TORTUE VERTE
Chelonia mydas

- EN** Population mondiale
- Traverse / Se déplace
- S'alimente
- Se reproduit

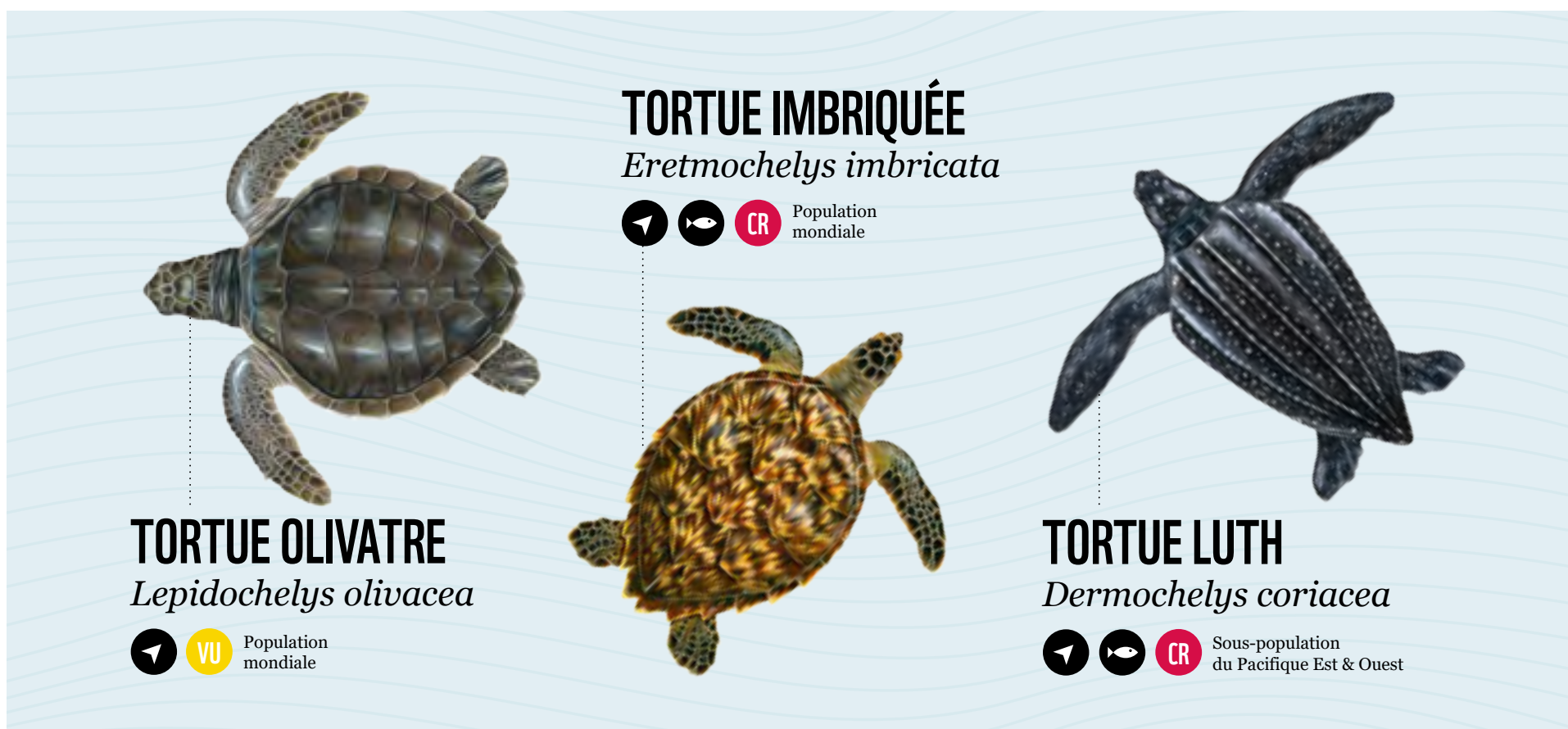


Figure 2 : Les différentes espèces de tortues marines présentes dans les eaux de Nouvelle-Calédonie.

Toutes, mise à part la tortue olivâtre (qui ne fait que transiter dans nos eaux), se nourrissent en Nouvelle Calédonie, avec la particularité pour la tortue Luth de se nourrir dans les eaux du large. Les tortues vertes, caouannes et imbriquées, qui sont les plus communément observées localement, se nourrissent exclusivement dans les eaux peu profondes des zones côtières et/ou lagunaires.



© naturepl.com / Jordi Chias / WWF

Pour ces trois espèces, la Nouvelle-Calédonie représente une importante zone d'alimentation notamment grâce aux énormes zones lagunaires qu'elles y trouvent.

Cependant, il n'existe aucune réelle information sur l'abondance de ces populations.

En se nourrissant ici, elles passent l'essentiel de leur vie adulte en Nouvelle-Calédonie mais, en revanche, elles ne sont pas nécessairement originaires du territoire.

C'est le cas, en particulier, des tortues imbriquées qui ne se reproduisent pas en Nouvelle-Calédonie, et proviennent donc d'autres pays tels que le Vanuatu, les Iles Salomon ou l'Australie. Le cas des tortues vertes et caouannes est différent car ces deux espèces se reproduisent également à plusieurs endroits sur le territoire (Fig. 3).

Ainsi, il existe 3 cas de figures possibles les concernant :

Celles qui se nourrissent en Nouvelle-Calédonie mais sont originaires d'un autre pays et y retournent pour s'y reproduire tous les 2 à 4 ans en moyenne.

Celles qui sont nées et se reproduisent en Nouvelle-Calédonie mais qui ont leur site d'alimentation dans un autre pays où elles passent donc l'essentiel de leur vie.

Celles qui sont nées, se reproduisent et se nourrissent en Nouvelle-Calédonie et qui y passent donc l'ensemble de leur vie adulte (tout en ayant probablement quitté les limites de la Nouvelle-Calédonie lors de leurs « années perdues »).

LES SITES DE PONTES

La Nouvelle-Calédonie est riche d'importants et nombreux sites de ponte de tortues vertes et de tortues caouannes (Fig. 3). Ils se répartissent sur l'ensemble du territoire avec une différence assez marquée dans la distribution entre les deux espèces.

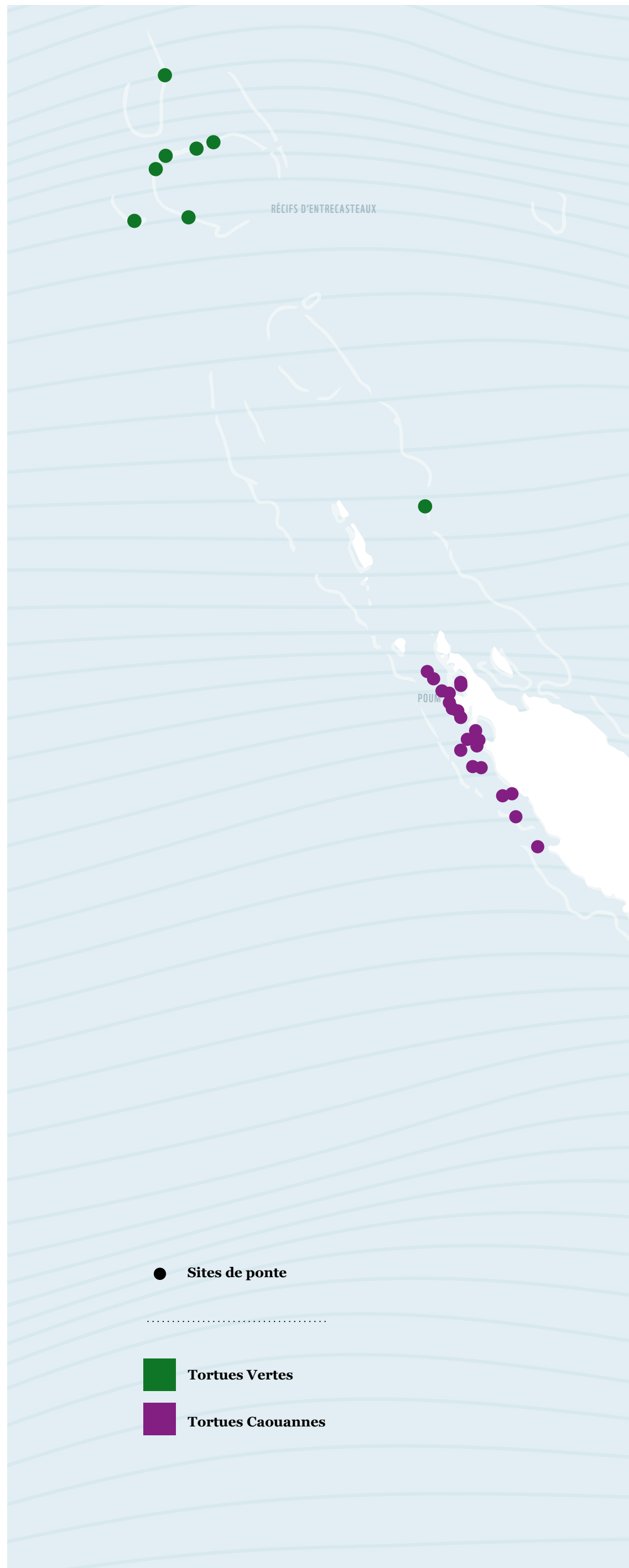


Tortues vertes

Leurs plages de ponte sont présentes sur toutes les géographies institutionnelles de la Nouvelle-Calédonie, à savoir dans les 3 provinces ainsi que dans le Parc naturel de la mer de Corail sous responsabilité du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. Environ 30 plages ont été recensées sur l'ensemble du territoire. Deux zones sont particulièrement importantes pour la reproduction des tortues vertes. Il s'agit des îlots d'Entrecasteaux et des îlots de Chesterfield situés dans le Parc naturel de la mer de Corail (Fretey et al. sous presse). Ces deux zones accueillent, chaque année, un nombre exceptionnel de pontes (entre 10 000 et 100 000) faisant de ces sites des zones majeures de reproduction pour les tortues vertes à l'échelle mondiale. Une troisième zone d'intérêt, bien que de moindre importance vis-à-vis des deux précédentes, se situent sur les Iles Loyauté au niveau des îlots d'Ouvéa et Beautemps-Beaupré.

Tortues caouannes

Leurs sites de ponte se concentrent sur la Grande Terre et particulièrement sur les îlots coralliens qui parsèment son immense lagon. Environ 50 plages ont été recensées sur l'ensemble du territoire. Les tortues caouannes sont bien moins abondantes que les tortues vertes avec quelques centaines de pontes annuellement. Pour autant, la Nouvelle-Calédonie est une zone cruciale pour la population très menacée du Pacifique Sud car elle représenterait environ 30% des pontes de la région (le reste étant concentré sur la côte Est Australienne) (Bourgogne comm. pers.). La plage de la Roche Percée, situé sur la côte Ouest de la Grande Terre, est la plus fréquentée du territoire en terme de nombre de pontes comptabilisées chaque année (environ 250 pontes/an sur les 10 dernières années, Barbier et al. 2023). Deux autres zones, très différentes dans leur configuration, sont majeures pour la reproduction de l'espèce. Il s'agit des îlots du Grand Lagon Sud en province Sud et des îlots de la zone Koumac-Poum en province Nord (Mounier 2007, Oremus et Mattei 2017). Ces zones se caractérisent par une multitude de petites plages coralliennes accueillant peu de ponte individuellement mais représentant au global une part très significative des pontes du territoire.



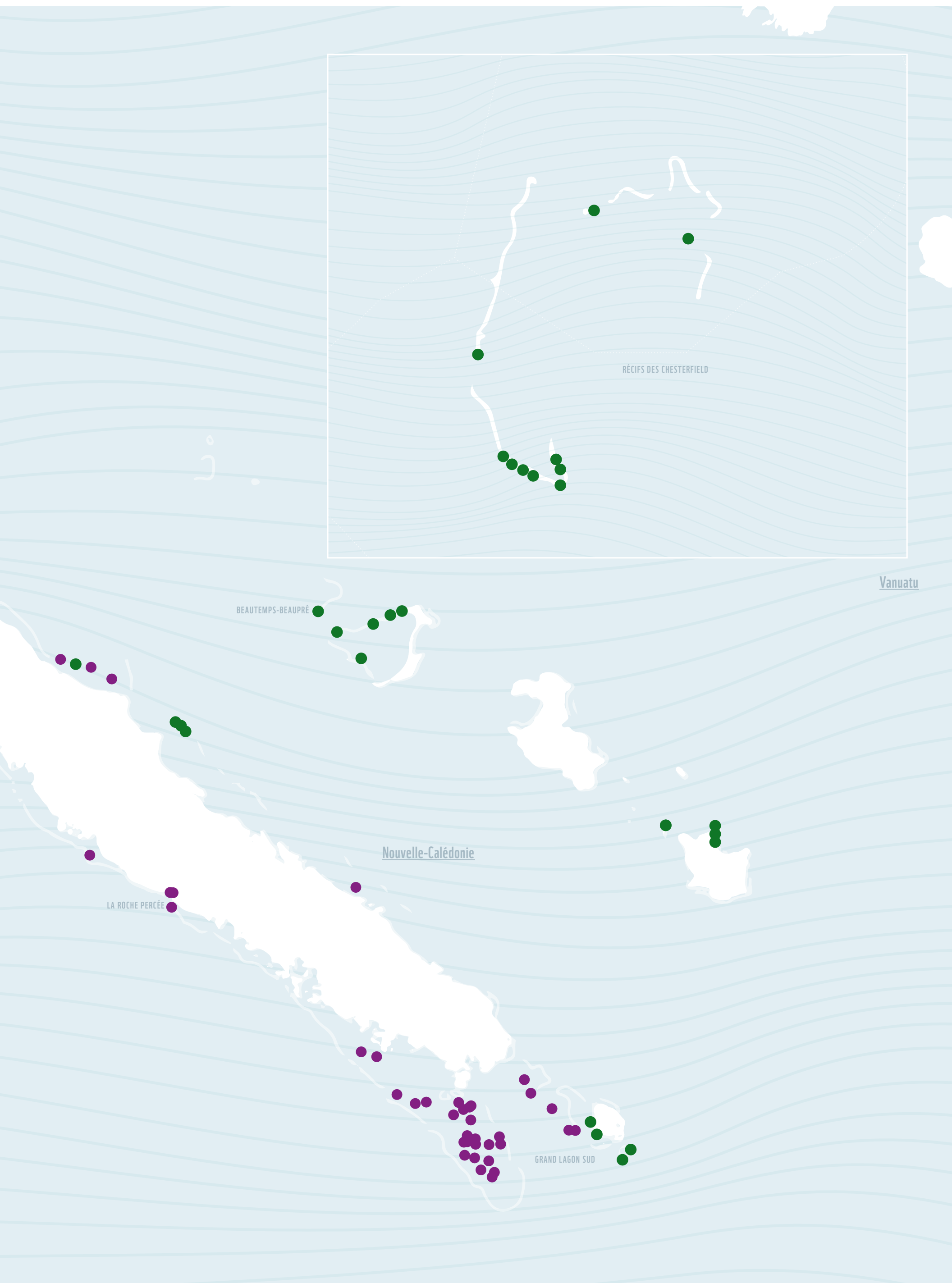


Figure 3 : Distribution des sites de ponte de tortues marines connus en Nouvelle-Calédonie.



OBJECTIFS DU PROJET SAT-NC

Pour être efficace, la protection des tortues marines doit être abordée à l'échelle régionale afin de considérer l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion des populations menacées. Dans un contexte où la nature de ces co-responsabilités demeure mal documentée, l'établissement et la caractérisation des liens qui unissent ces gestionnaires apparaissent donc comme un levier essentiel pour l'adoption et la mise en œuvre d'une stratégie de conservation globale et efficace.

Le WWF a développé le projet SAT-NC avec pour objectif premier d'identifier les principales routes migratoires utilisées par les tortues marines d'origine calédonienne (verte et caouanne) et par la même, les principaux co-gestionnaires impliqués dans la conservation de ces populations.



© Nicolas Job / WWF- France

Pour répondre à cet objectif, trois indicateurs opérationnels ont été établis :

- 1- Déployer 80 balises satellites sur des tortues calédoniennes répartis sur les six principaux sites de ponte du territoire.
- 2- Cartographier et caractériser les principales routes migratoires et zones d'alimentation utilisées par les tortues calédoniennes.
- 3- Identifier les principaux gestionnaires régionaux portant une responsabilité sur la conservation des tortues calédoniennes et porter ces résultats à leur connaissance pour les informer des enjeux.

L'ambition ultime du projet SAT-NC est d'apporter et diffuser des connaissances qui permettront la mise en place et/ou le renforcement de mesures de protection ciblées en définissant les liens concrets et les responsabilités existants entre les gestionnaires de la région impliqués dans la conservation des tortues marines de Nouvelle-Calédonie.

POURQUOI LE SUIVI SATELLITE ?

CHOIX DE LA MÉTHODE LA PLUS ADAPTÉE

Les tortues marines sont présentes sur l'ensemble du Pacifique Sud et la portée régionale de leurs déplacements n'est plus à prouver. Il est en revanche plus délicat de caractériser les principales tendances de ces déplacements.



Au cours des dernières décennies, de nombreux programmes de télémétrie satellitaire ont vu le jour, offrant des informations beaucoup plus précises sur les déplacements des tortues. En effet, les données collectées permettent de retracer l'ensemble de la route parcourue, notamment entre les sites de ponte et d'alimentation. Elles renseignent ainsi les comportements en haute mer et ne se résument pas à un point de départ et d'arrivée. Un des avantages majeurs conférés par le balisage satellite réside dans le fait que l'effort de terrain est uniquement concentré sur le déploiement de l'équipement. Il n'est donc pas nécessaire de se rendre sur les sites d'arrivée potentiels grâce à la transmission des données par satellite.

D'innombrables preuves de connexions entre les différents pays de la région existent déjà (Pilcher et al. 2021). Ces preuves découlent souvent des bagues numérotées en titane dont ont été équipées plusieurs milliers de tortues au cours des dernières décennies. La simplicité et le faible coût de cette méthode en ont fait son succès mais la portée des résultats acquis demeure généralement limitée lorsqu'il s'agit d'identifier les principales routes migratoires d'une population de tortues.

En effet, pour quantifier un tant soit peu l'importance relative des connexions, il faudrait être en mesure de déployer un effort de « recapture » substantiel et comparable sur l'ensemble des zones d'alimentation possibles, ce qui serait logiquement extrêmement lourd et compliqué.

La génétique peut également renseigner sur les liens qui unissent certains territoires. Les méthodes dites de « mixed-stock analyses » peuvent ainsi permettre d'estimer la provenance d'origine des tortues présentes sur un site d'alimentation en comparant leur profil génétique à ceux issus de différents sites de ponte possibles (Dethmers et al. 2010). Bien que puissantes, ces méthodes nécessitent également un échantillonnage important à la fois sur les sites de ponte et l'ensemble des sites d'alimentation.



En revanche, les coûts importants liés à ces équipements font que le nombre de tortues étudiées est limité par rapport à celui des tortues baguées. La grande majorité des programmes de balisage comptent entre 1 et 20 tortues suivies (Jeffer & Godley 2016).

Bien qu'un nombre restreint de balises puisse suffire à obtenir des informations précieuses, ce type de méthodologie se heurte comme les autres à une problématique de taille d'échantillon suffisante pour répondre aux questions qui sont posées. Il n'existe pas de nombre magique à cet effet.

Cependant, dans le cas d'un projet comme SAT-NC dont l'objectif est d'établir des tendances migratoires robustes pour l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, il est évident qu'un nombre substantiel de balises est nécessaire et ce, afin de couvrir les deux espèces concernées et l'ensemble des principales zones de ponte identifiées.

C'est l'orientation choisie par le WWF en définissant un objectif ambitieux de déploiement à l'échelle territoriale grâce au soutien de nombreux partenaires institutionnels et associatifs.



DÉPLOYER UNE BALISE SATELLITE

La pose d'une balise satellite nécessite le suivi d'un protocole précis pour limiter le dérangement de la tortue tout s'assurant que l'équipement soit convenablement fixé. Les émetteurs sont conçus de telle façon qu'ils n'entraînent pas d'impact physique ou comportemental sur l'animal.



© Nicolas Job / WWF- France

Dans le cadre du projet SAT-NC, des balises de type SPOT352/375 (®Wildlife Computers) ont été déployées sur des femelles adultes en zone de reproduction. Nous profitons de la montée des tortues sur les plages lors des pontes pour les équiper avant leur retour à la mer.

Pour cela, il faut se rendre sur les sites de ponte à la période de reproduction. En Nouvelle-Calédonie il s'agit de la période de fin novembre à début mars, avec un pic de pontes entre décembre et janvier.

Les pontes se déroulant très majoritairement de nuit, des rondes sont réalisées à partir du coucher du soleil pour tenter de repérer une femelle sortie de l'eau. Aucune intervention et aucun dérangement ne sont faits avant que la tortue n'entame sa redescente vers la mer. Généralement, celle-ci intervient après la ponte des œufs et le rebouchage du nid. L'attente peut parfois durer plusieurs heures si la tortue rencontre des difficultés à trouver un endroit propice pour son nid ou à creuser ce dernier. Parfois, la tortue peut décider de ne pas pondre et faire simplement un passage à terre, plus ou moins long selon si elle tente ou non d'initier un nid.



© Nicolas Petit / WWF- France

ETAPES DE POSE DES BALISES

Lorsque la tortue entame sa descente vers la mer, l'équipe de balisage intervient pour la stopper en installant un cadre en bois autour d'elle. Cette technique permet de mieux contrôler l'animal en limitant les contacts directs et permet de la calmer plus facilement le temps de la pose. Une serviette est également appliquée sur les yeux pour limiter le stress dû aux mouvements des personnes et à l'éclairage nécessaire pour la manipulation du matériel. Une fois en place, le processus de fixation de la balise débute. Il suit plusieurs étapes précises :





© Nicolas Job / WWF- France



© Nicolas Job / WWF- France

- Dans un premier temps, l'écaille qui recevra la balise est nettoyée avec un papier de verre fin et un chiffon imbibé d'acétone. Cette étape, sans aucune douleur ou impact sur la tortue, est essentielle pour assurer une adhérence optimale de la colle de fixation. La balise est placée sur la 2^{ème} écaille vertébrale en partant de la tête, lui permettant d'être idéalement placée pour faciliter la transmission des données aux satellites lorsque la tortue émerge pour respirer. En effet, la balise ne peut communiquer avec les satellites que lorsque son antenne est à l'air.

- Un rectangle de fibre de verre de la taille de l'écaille est ensuite fixé avec une colle époxy pour offrir une base inerte et propre pour la fixation de la balise.

- Cette dernière est ensuite fixée au moyen d'une pâte époxy malléable permettant d'optimiser l'hydrodynamisme du tout et donc de réduire les frottements.

- Afin de renforcer la tenue globale, des bandes de fibres de verre disposées à cheval sur la balise et la carapace sont fixées à l'époxy liquide sur l'avant, l'arrière et les côtés de l'équipement.

- Une dernière étape consiste à peindre la balise et la base de fibre de verre d'un « anti-fouling » qui évitera la fixation d'algues et autres organismes vivants susceptibles de perturber la mobilité de la tortue et le fonctionnement de l'équipement.

- Lorsque l'anti-fouling est sec au toucher, la tortue est immédiatement libérée du cadre et celle-ci retourne d'elle-même à la mer. En moyenne, la tortue est maintenue 45 minutes dans le cadre pour permettre la réalisation de toutes les étapes avec un séchage suffisant des colles.

Parallèlement au processus de fixation, l'équipe profite de l'ultime temps de séchage pour poser une bague en titane numérotée qui permettra, le cas échéant, de re-identifier la tortue ultérieurement lorsque la balise se sera détachée. Un petit échantillon de peau de 2 mm³ est également prélevé afin de pouvoir documenter le profil génétique de l'animal.

EFFORT DE BALISAGE : OÙ, COMBIEN ET AVEC QUI ?

La Nouvelle-Calédonie est un territoire riche de nombreux sites de ponte de tortues vertes et caouannes dont l'importance est majeure à l'échelle du Pacifique Sud. Documenter les routes migratoires de l'ensemble de ces zones est un véritable challenge logistique nécessitant un échantillonnage adapté et le soutien de nombreux partenaires.

LES ZONES DE BALISAGE

Pour répondre à l'ambition du projet SAT-NC d'apporter un éclairage global sur les routes migratoires de toutes les tortues d'origine calédonienne, il était essentiel de considérer l'ensemble des principales zones de ponte connues à la fois pour les tortues vertes et caouannes. En effet, bien que toutes situées dans le périmètre de la Nouvelle-Calédonie, elles sont susceptibles de représenter des populations indépendantes, même au sein de la même espèce, et donc de se caractériser par des routes migratoires différentes. Il est notamment documenté



que les tortues vertes de Chesterfield et d'Entrecasteaux sont génétiquement différentes les unes des autres (Read et al. 2015). Si l'importance relative de toutes les zones de ponte n'est pas précisément connue, les connaissances disponibles permettent néanmoins d'identifier deux zones majeures pour chacune des deux espèces concernées. Pour les tortues vertes, il s'agit d'**Entrecasteaux** et de **Chesterfield** ; pour les tortues caouannes, il s'agit de **La Roche Percée** et du **Grand Lagon Sud** (Fig. 3).



© Luc Mauduit / WWF- France

Ces quatre zones ont donc fait l'objet d'une attention particulière avec un objectif de nombre de balises déployées plus important. Ainsi, l'objectif a été fixé à 20 balises pour Entrecasteaux, Chesterfield et La Roche Percée. Il a été réduit à 10 balises pour le Grand Lagon Sud en anticipation de la difficulté accrue à trouver des tortues en activité de ponte sur cette zone spécifique. Deux zones supplémentaires, considérées comme importantes mais moins fréquentées que les 4 précédentes ont également été ciblées avec un objectif réduit de 5 balises chacune. Il s'agit des zones de pontes d'**Ouvéa/Beautemps-Beaupré** (tortues vertes) et des îlots de **Poum-Koumac** (tortues caouannes) (Fig. 3). L'inclusion de ces zones secondaires a pour but d'adopter une approche la plus exhaustive possible dans la caractérisation des routes migratoires malgré les difficultés engendrées par la multiplication des zones de balisage. L'effort d'échantillonnage du projet SAT-NC a donc été établie sur un total de **80 balises déployées sur 6 sites de ponte différents**.

UN PROJET « PAYS » HAUTEMENT COLLABORATIF

SAT-NC présente la particularité d'être un des rares projets de conservation de la biodiversité impliquant l'ensemble des collectivités de la Nouvelle-Calédonie. Ainsi, les sites de ponte sélectionnés se répartissent sur les trois provinces (province Sud, province des îles Loyauté, province Nord) mais aussi que sur le Parc naturel de la mer de Corail, géré par le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. Au-delà des autorisations délivrées pour la pose de balises sur chacune de leurs zones de juridiction, l'ensemble des collectivités concernées ont activement contribué à la mise en œuvre du projet SAT-NC. Cette contribution s'est matérialisée par :

1) la mobilisation d'agents techniques des provinces et du gouvernement sur chacune des six zones de ponte, lesquels ont activement participé aux opérations de terrain et notamment à la pose de balises ;

2) un soutien logistique avec, à titre d'exemple la mise à disposition de moyens nautiques ;

3) la mise en relation avec les acteurs locaux de la société civile et du monde coutumier parties prenantes du projet ;

4) le partage de leurs connaissances et expérience du terrain pour faciliter la réalisation du projet. La contribution des collectivités locales a donc, à ces différents égards, constitué un soutien essentiel sans lequel le projet n'aurait pas pu être réalisé. Le projet SAT-NC a également pu s'appuyer sur l'aide précieuse d'associations locales pour la protection de l'environnement sur les zones où elles sont présentes. Ainsi le WWF a pu collaborer avec Bwără Tortues Marines (site de La Roche Percée), l'Association de Sauvegarde de la Biodiversité d'Ouvéa (site de Beautemps-Beaupré), Nixumwaak Environnement (sites du Lagon Nord-Ouest, Koumac), et Hülili Malep (sites du Lagon Nord-Ouest, Poum). Ces associations ont été formées par le WWF à la pose de balises satellite qu'elles ont ensuite pu déployer elles-mêmes sur certaines tortues. Qui plus est, l'expertise terrain et l'appui logistique de ces associations ont largement contribué au succès du projet SAT-NC sur leurs zones respectives.

Enfin, nos collaborateurs de l'Aquarium des Lagons de Nouvelle-Calédonie sont directement impliqués dans le projet SAT-NC et sa valorisation auprès du grand public. Une contribution majeure de l'Aquarium concerne la mise à disposition des résultats obtenus sur des précédents balisages satellites réalisés sur les sites de La Roche Percée (3 balises) et d'Entrecasteaux (3 balises). Ces résultats trouvent ici une deuxième vie et permettent de renforcer significativement la base de données globale du projet.

RESULTATS

SUCCÈS DE BALISAGE

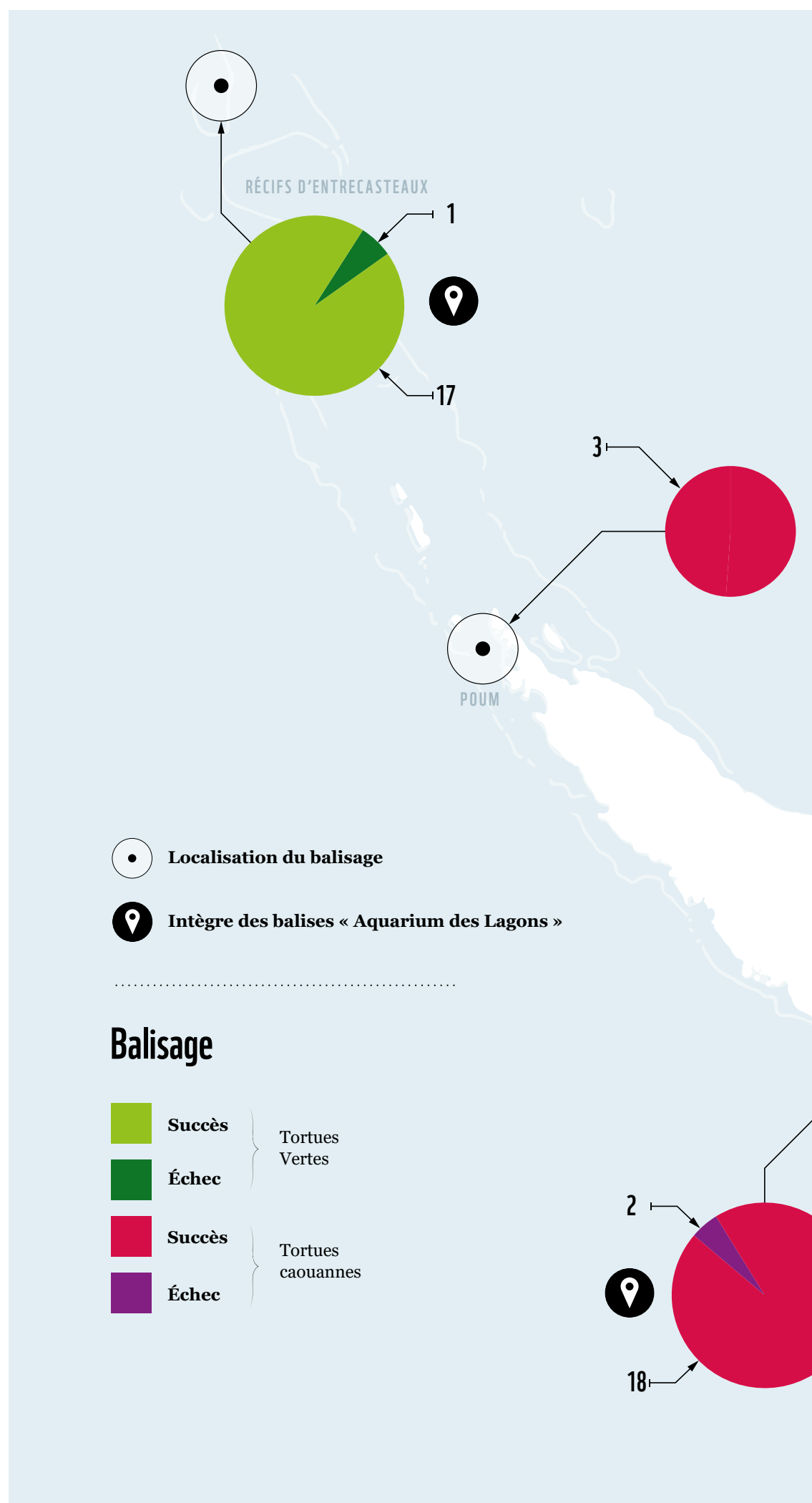
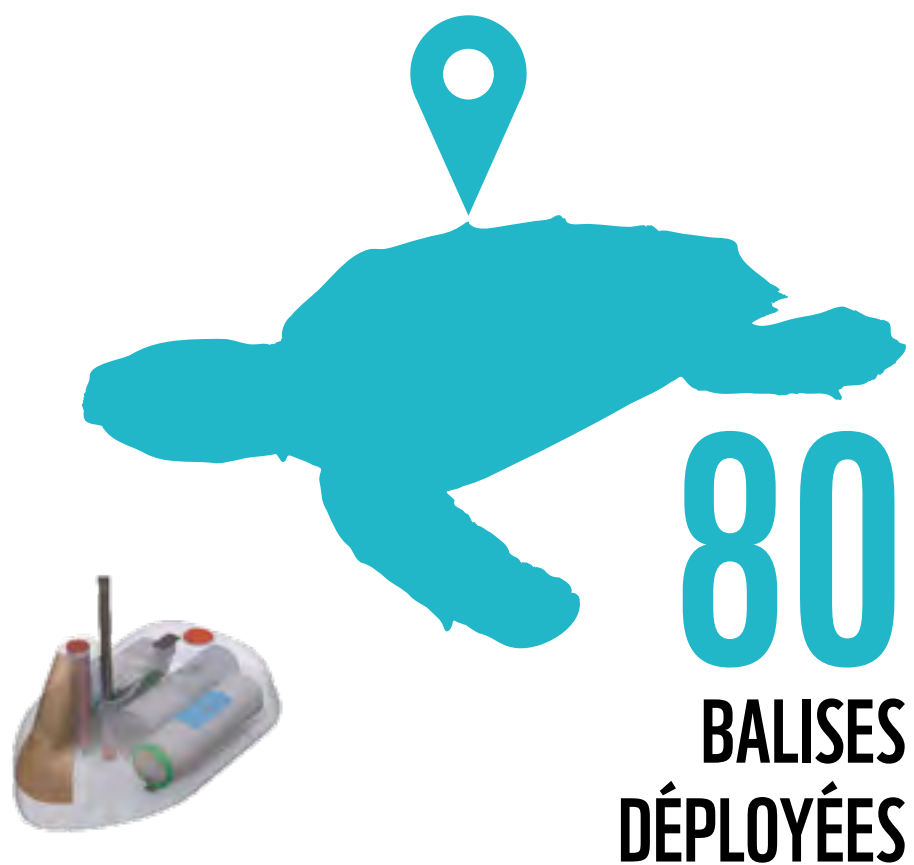
Sur 86 balises déployées, un total de 79 migrations complètes a été obtenu !

Entre décembre 2016 et janvier 2023, le WWF et ses partenaires ont déployé 80 balises Argos sur les principaux sites de ponte de tortues marines en Nouvelle-Calédonie.

L'objectif défini au départ a donc été atteint. Sur ces 80 balises, 73 ont permis d'obtenir l'enregistrement d'une migration complète entre le site de ponte et la zone d'alimentation, conférant un taux de succès de 91%. Avec l'ajout des 6 balises de l'Aquarium des Lagons, la base de données globale représente donc un total de 79 migrations complètes.

Le plan d'échantillonnage initial a été sensiblement modifié au cours du projet afin de s'adapter à certaines difficultés du terrain mais aussi pour renforcer le nombre de déploiements sur certaines zones qui se sont révélées d'intérêt particulier.

La répartition du nombre de balises pour chaque espèce a cependant été globalement respectée avec 47 balises posées sur des tortues vertes et 33 posées sur des tortues caouannes.



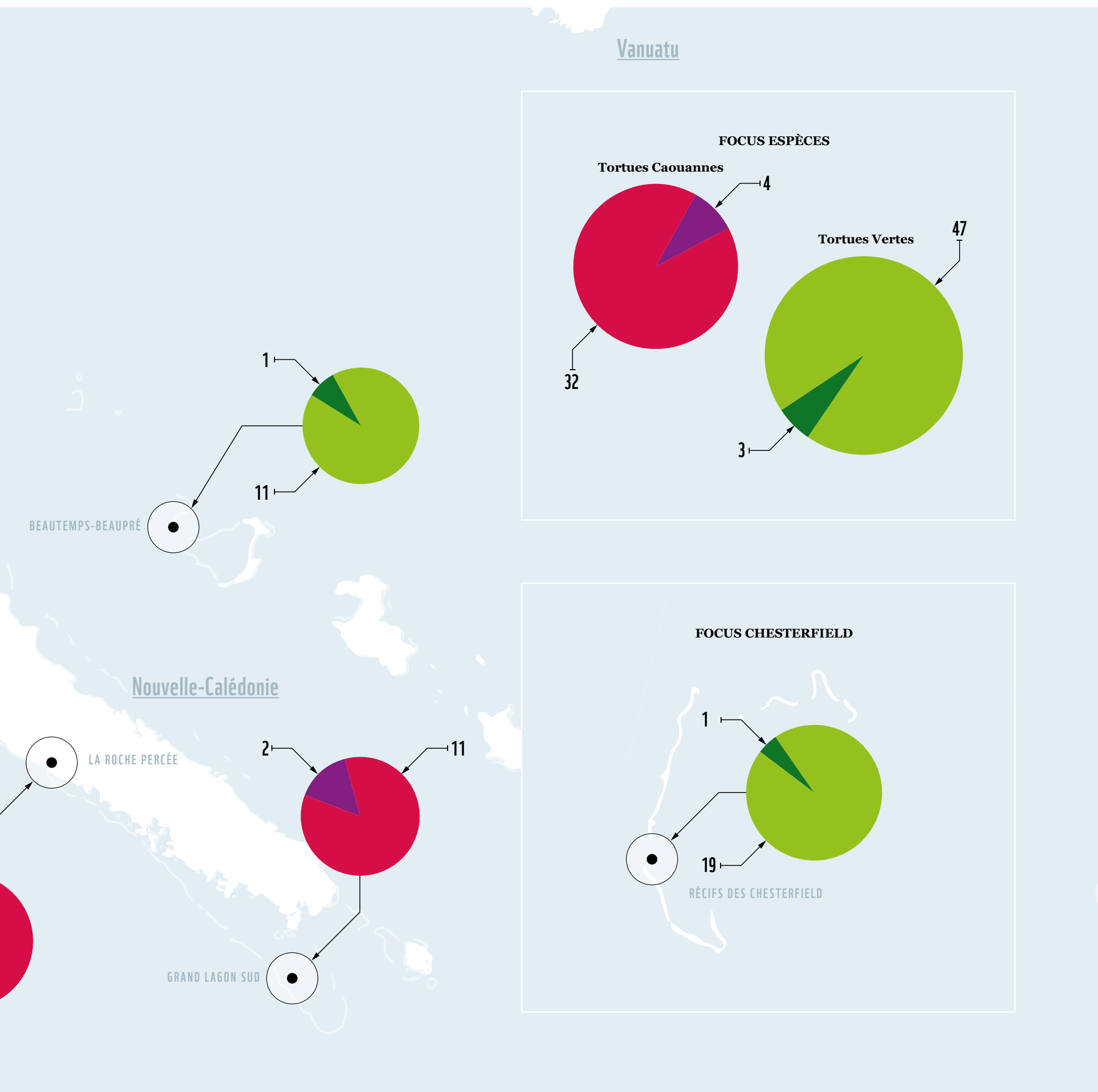


Figure 4 : Sites d'études et effort de balisage du projet SAT-NC

CARACTÉRISTIQUES DES MIGRATIONS EN QUELQUES CHIFFRES

DATES DE DÉPART EN MIGRATION

Les tortues femelles restent plusieurs semaines sur leur zone de reproduction durant lesquelles elles s'accouplent avant d'entamer un cycle de plusieurs pontes (environ 3 à 5 par saison), espacées de 2 semaines chacune.

Lorsqu'une balise est posée, il est impossible de savoir depuis quand la tortue est présente sur la zone de ponte. Néanmoins, les données du projet SAT-NC ont permis de déterminer à quelles dates les tortues balisées ont initié leur migration retour vers leur zone d'alimentation. Le départ le plus précoce a été enregistré un 26 décembre (tortue verte d'Entrecasteaux) ; le plus tardif a été observé un 3 mars (tortue caouanne de La Roche Percée). Pour autant, au global, les deux espèces ne montrent pas de différence notable dans leur date de départ, lesquelles se situent en moyenne autour du 1er février. Il existe cependant un delta important entre les individus. L'analyse des dates de départ conforte l'absence d'impact du balisage sur le comportement reproducteur des tortues. En effet, $\frac{3}{4}$ des tortues sont restées sur la zone pour y réaliser d'autres pontes après le balisage. Celles qui sont parties peu de temps après (sans nouvelle ponte) ont été globalement équipées tardivement dans la saison. Enfin, les dates de départ observées dans le cadre de SAT-NC sont compatibles avec les connaissances disponibles sur la répartition des pontes au cours de la saison (ou phénologie). En moyenne, les tortues sont restées 28 jours sur leur zone de ponte après avoir été balisées.

Une tortue verte de Chesterfield est même restée 85 jours après balisage, suggérant un nombre surprenant de 7 pontes au cours de la saison.

DURÉE, VITESSE ET DISTANCE

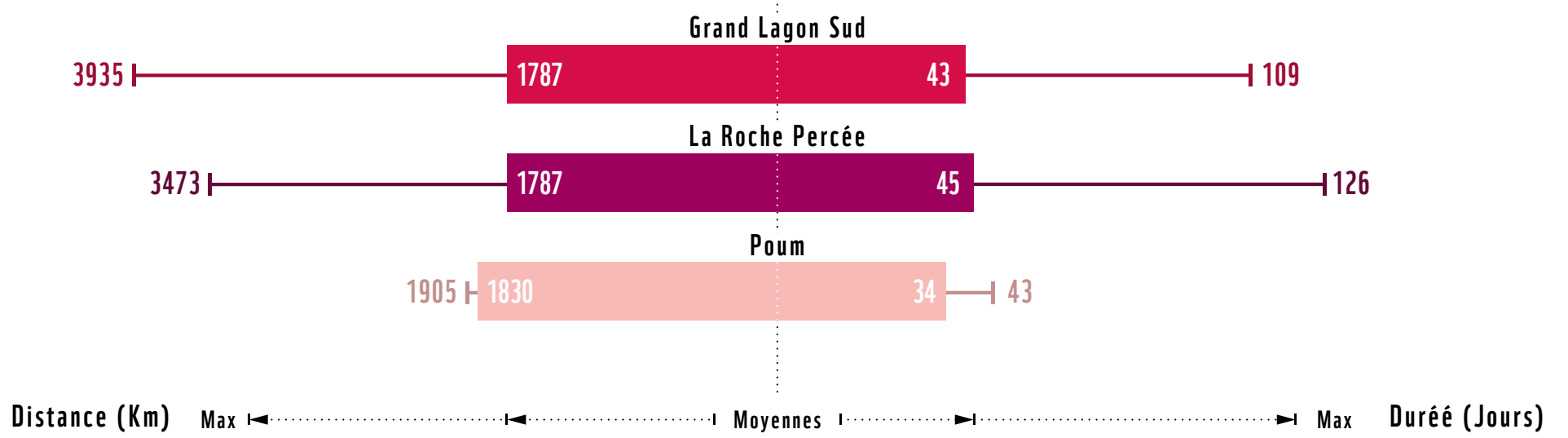
La migration des tortues marines représente un véritable périple lors duquel elles peuvent parcourir des distances considérables. Mais concrètement, à quoi cela correspond-il ? La Figure 5 présente quelques chiffres pour y répondre. En terme de distance et de durée, l'amplitude des migrations observées est énorme. Certaines tortues réalisent de courtes migrations en quelques jours. La plus courte observée représente moins de 100km et a été réalisée en 1 jour. Cependant, beaucoup d'autres parcourent plus de 1 000km, n'atteignant leur destination qu'après plus de 2 mois de voyage. La plus longue migration observée s'est étendue sur près de 4 000 km et a duré plus de 3 mois.

En moyenne, les tortues vertes parcourent environ 50km/jour durant leur migration. Les tortues caouannes sont un peu moins rapides mais parcourent tout de même 40km/jour.



PLUS LONGUE MIGRATION ENREGISTRÉE (TORTUE CAOUANNE VERS PAPOUASIE-NOUVELLE-GUINÉE)

Tortue Caouanne (Caretta caretta)



Tortue Verte (Chelonia mydas)

Figure 5 : Distances et durées des migrations enregistrées selon les zones de ponte étudiées

TRACÉS BALISES ARGOS

Papouasie-Nouvelle-Guinée

Îles Salomon

RÉCIFS DES CHESTERFIELD

Australie

► Directions

● Sites de balisage

— Tracés balises Argos

Provenance tortues vertes

- Chersterfield
- Beautemps-Beaupré
- D'Entrecasteaux

Provenance tortues caouannes

- Poug
- Lagon Sud
- La Roche Percée

Sites d'alimentations

- Tortues Vertes
- Tortues Caouannes

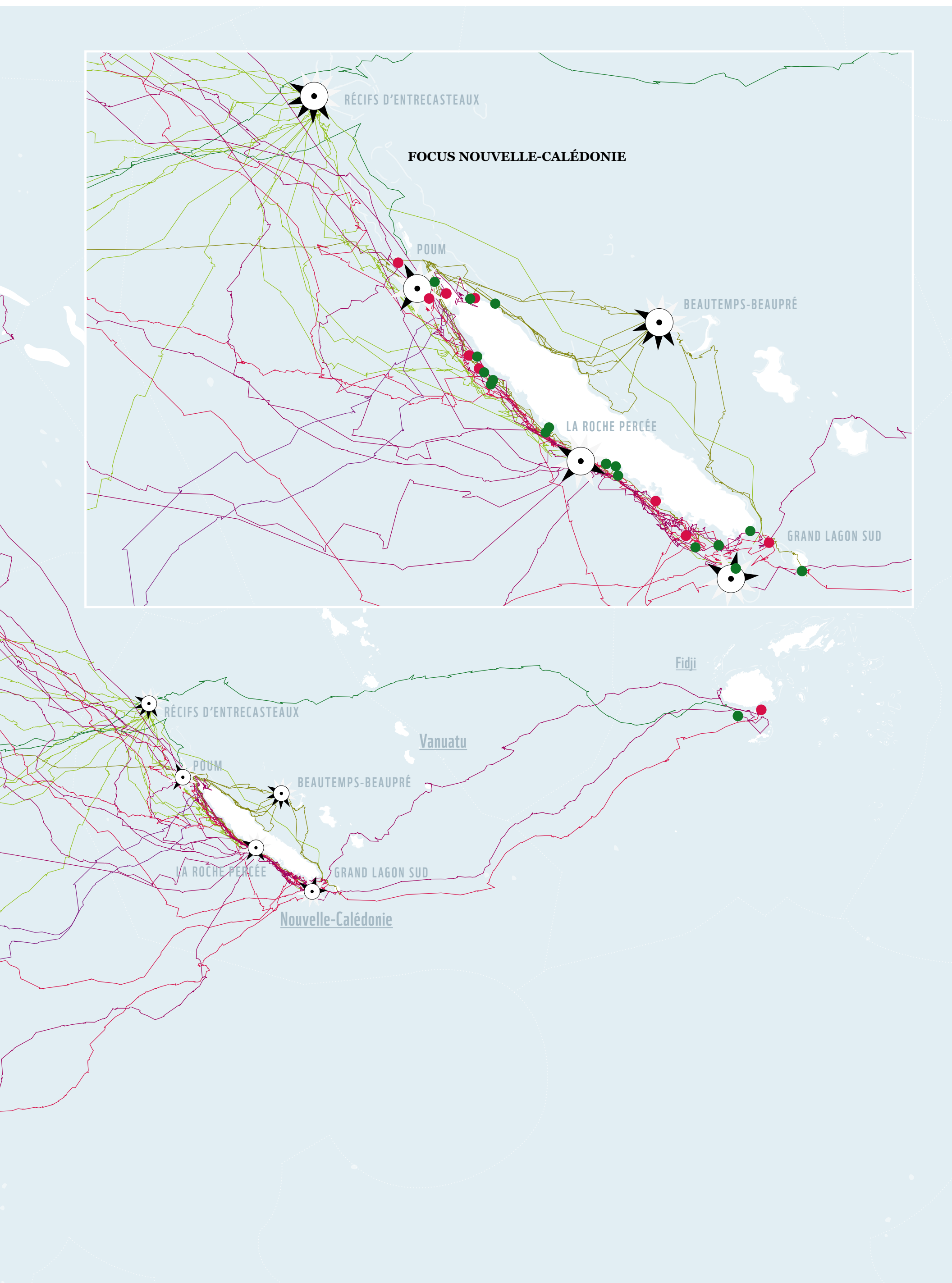


Figure 6 : Tracés des migrations et zones d'alimentation enregistrées par balisage satellite.

DANS QUELS PAYS S'ALIMENTENT LES TORTUES CALÉDONIENNES ?

Un des principaux résultats attendus du projet SAT-NC concerne la répartition des zones d'alimentation utilisées par les tortues vertes et caouannes nées en Nouvelle-Calédonie. Cette information revêt un intérêt particulier car c'est sur ces zones que les tortues marines passent l'essentiel de leur vie adulte.

RÉPARTITION PAR ESPÈCE

Les sites d'alimentation ont pu être localisés avec précision pour 79 tortues balisées (Fig. 6). Les résultats obtenus montrent des tendances claires mais illustrent également la diversité des profils de répartition selon l'espèce mais également selon la population d'origine.

Il existe un certain chevauchement dans les destinations de 2 espèces avec 3 pays « d'accueil » identiques que sont : la Nouvelle-Calédonie, l'Australie et Fidji (Fig. 6). En revanche, les proportions observées sont largement différentes avec notamment une prédominance de l'Australie comme destination des tortues vertes, le reste d'entre elles étant majoritairement restées en Nouvelle-Calédonie après une courte migration (Fig. 7).

Pour les tortues caouannes, la répartition des sites d'alimentation observée concerne deux pays supplémentaires que sont la Papouasie Nouvelle-Guinée et les Iles Salomon (Fig. 6). Les principaux pays d'accueil pour cette espèce sont la Nouvelle-Calédonie et la Papouasie Nouvelle-Guinée. Ils sont suivis de près par l'Australie.

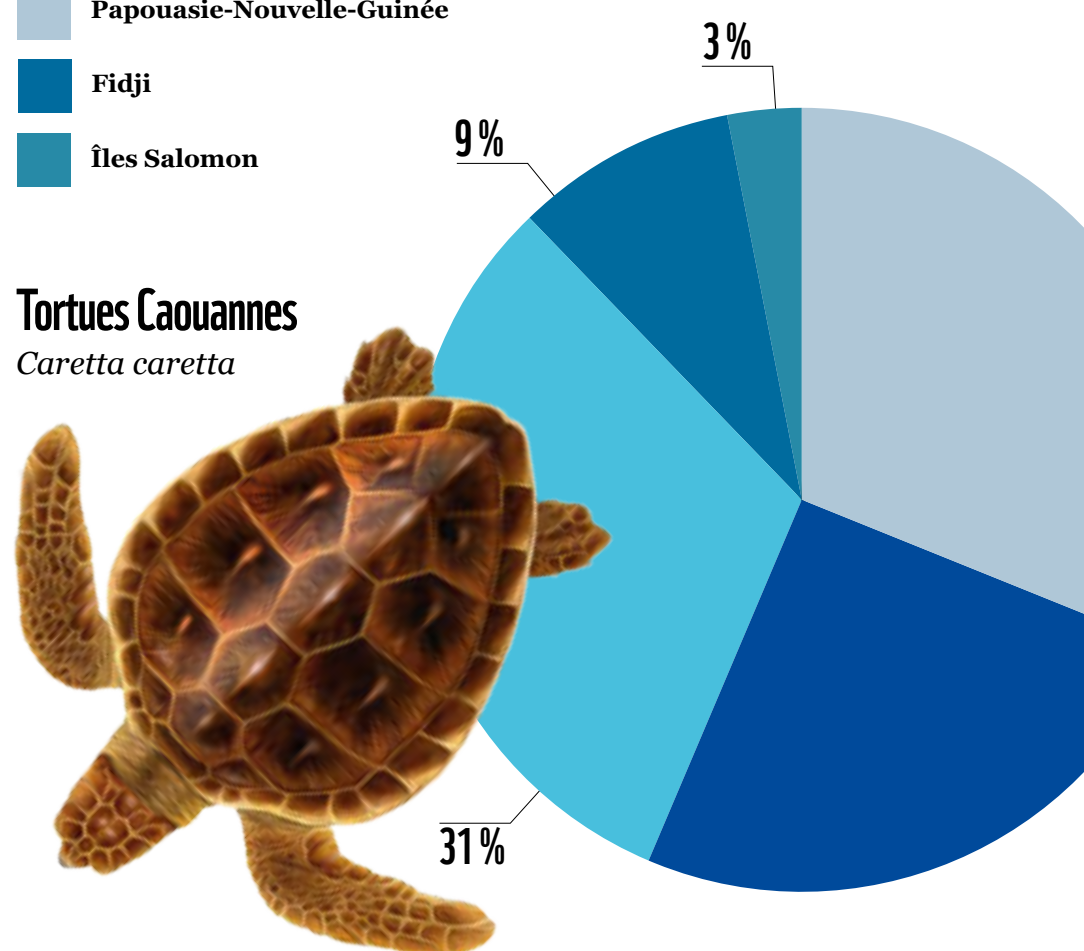
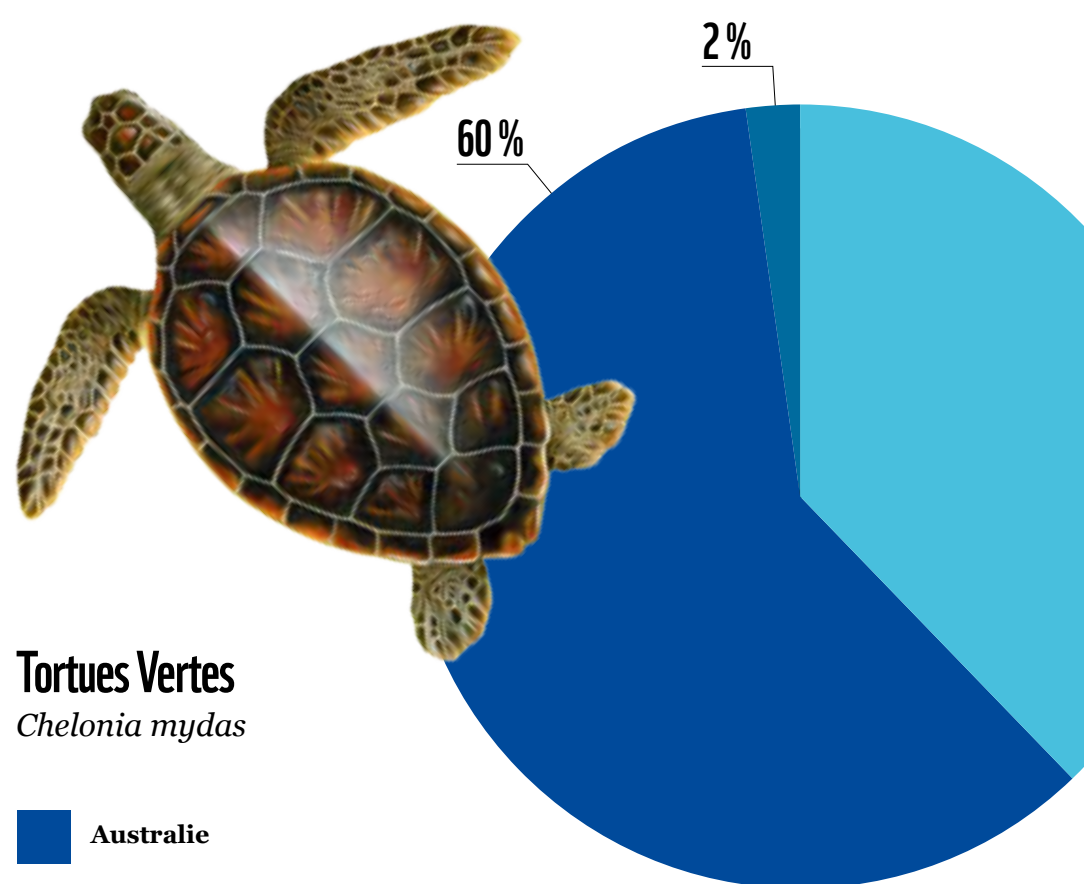
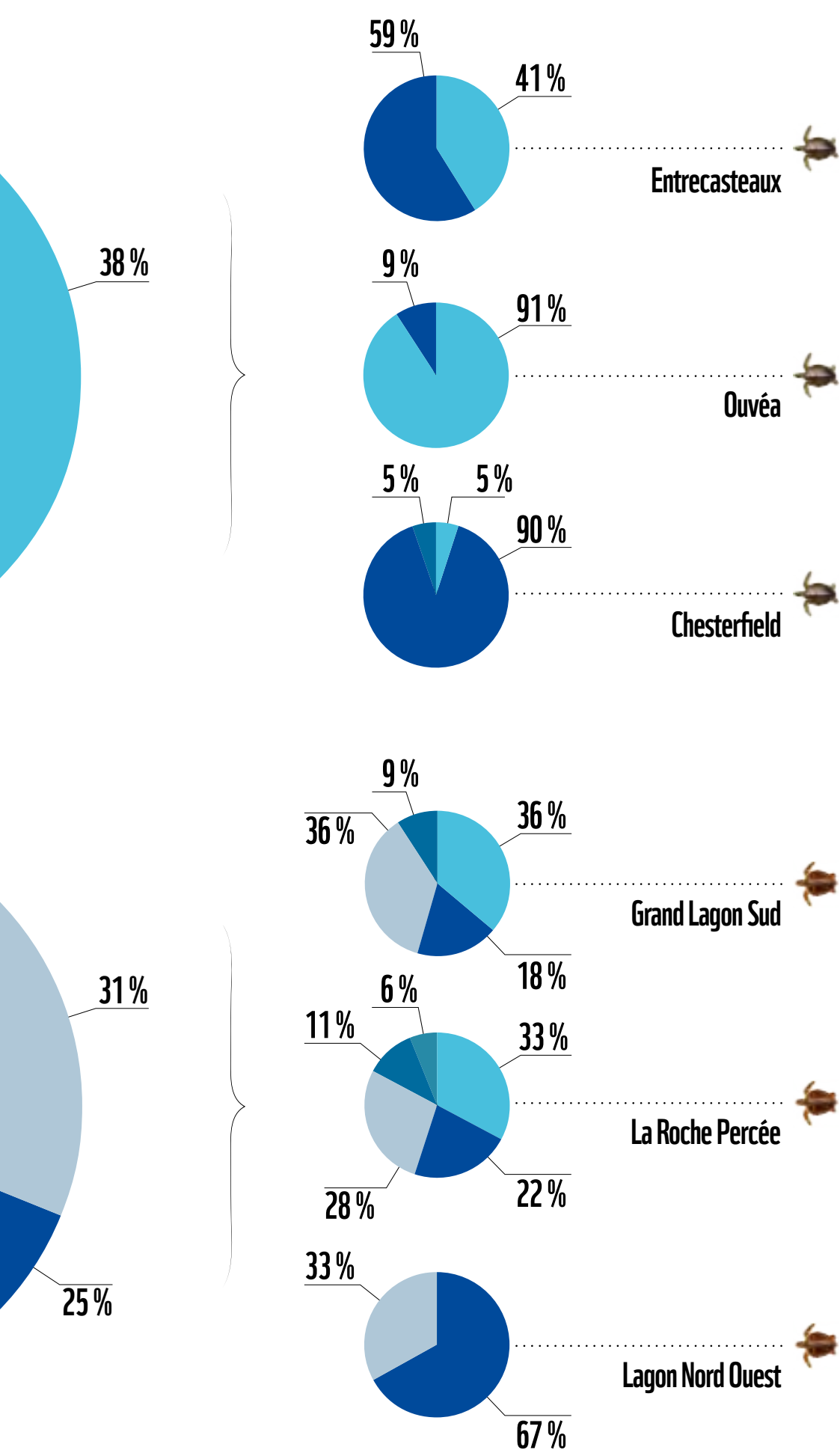


Figure 7 : Répartition observée des pays hébergeants les zones d'alimentation des tortues marines originaires de Nouvelle-Calédonie par espèce et zone de ponte.



Fidji apparait comme une destination plus secondaire mais néanmoins intéressante d'un point de vue de la conservation de l'espèce (Fig. 7).

Les différences observées entre tortues vertes et caouannes doivent néanmoins être interprétées avec précaution car les résultats montrent également certaines différences notables au sein d'une même espèce, selon la zone de ponte d'origine. D'un point de vue écologique, il est donc plus pertinent d'analyser cette répartition à l'échelle des zones de ponte et ceux d'autant plus, qu'elles n'ont pas toutes bénéficié du même effort d'échantillonnage.

RÉPARTITION PAR ZONE DE PONTE

Tortues vertes – La répartition des zones d'alimentation diffère grandement entre les 3 sites de pontes étudiées ici. Pourtant, les tortues vertes concentrent l'écrasante majorité de leurs zones d'alimentation sur deux pays uniquement : l'Australie et la Nouvelle-Calédonie (Fig. 7). Les sites de Chesterfield et de Beautemps-Beaupré représentent deux opposés : pour Chesterfield, la côte Est australienne est la destination privilégiée ; pour Beautemps-Beaupré, il s'agit du lagon de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie. Le site d'Entrecasteaux présente une situation intermédiaire avec une répartition relativement équilibrée entre les deux pays (en faveur tout de même de l'Australie).

Tortues Caouannes - A l'inverse, les deux principales zones étudiées pour les tortues caouannes (La Roche Percée et le Grand Lagon Sud) présentent une répartition des pays d'accueil extrêmement proche et ce malgré un nombre de destinations plus importantes (Fig. 7). La répartition des tortues du lagon Nord-Ouest peut sembler différente mais elle se base sur un échantillon réduit de 3 tortues balisées. Une comparaison robuste est donc impossible à ce stade et un effort de balisage supplémentaire sera nécessaire sur cette zone.

ROUTES MIGRATOIRES DES TORTUES CALÉDONIENNES

Une des parties les plus énigmatiques de la vie des tortues marines concerne leurs déplacements en haute mer. Pourtant, des pressions importantes telles que les prises accidentelles dans les filets de pêche y menacent les tortues. Grâce au balisage satellite, il est possible de retracer précisément les routes migratoires et ainsi, d'identifier des zones prioritaires de conservation.



© Troy Mayne / WWF- Australia

COULOIRS MIGRATOIRES

Les déplacements enregistrés grâce aux balises satellite révèlent une grande amplitude des migrations possibles, d'Est en Ouest et du Nord au Sud (Fig. 6). Une tendance est cependant clairement observée avec les migrations longue distance (> 1 000 km) majoritairement dirigées vers l'Ouest. Seuls 4 individus (une verte et trois caouannes) ont migré vers l'Est.

Au-delà de cette tendance globale, les routes migratoires des deux espèces ici étudiées montrent également des zones de haute mer d'intérêt particulier. En effet, la superposition des traces indique l'existence de certaines zones de passage privilégié selon la destination finale des tortues.

Si ces zones peuvent parfois s'étaler sur près de 500 km de large, l'échelle des déplacements dans lesquels elles s'inscrivent fait qu'elles peuvent être considérées comme des **couloirs migratoires** (Fig. 8).

Pour les tortues vertes, les principaux couloirs migratoires sont :
1) **Ouest** (où les tortues se dirigent vers le Sud de la Grande Barrière de Corail) ;
2) **Nord-Ouest** (où les tortues se dirigent vers la partie Nord de la Grande Barrière de Corail) ;
3) **Sud** (où les tortues d'Entrecasteaux se dirigent vers la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie) (Fig. 8).

Pour les tortues caouannes, les principaux couloirs migratoires sont :



1) **Nord-Ouest** (où les tortues se dirigent vers la Papouasie Nouvelle-Guinée) ;
2) **Sud-Ouest** (où elles se dirigent vers le Sud du Queensland) ;
3) **Est** (où elles se dirigent vers Fidji) (Fig. 8).

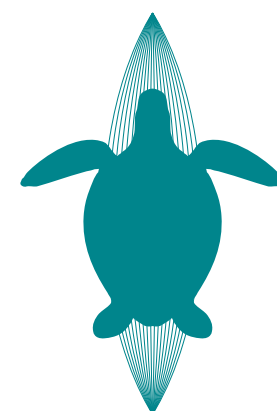
INFLUENCE DES PARAMÈTRES ENVIRONNEMENTAUX

Le phénomène de migration demeure mystérieux à bien des égards mais l'utilisation de balises satellite peut permettre d'appréhender certaines questions, notamment en ce qui concerne l'influence des paramètres environnementaux sur le comportement des tortues. L'analyse des données SAT-NC a ainsi permis d'apporter certains éclairages intéressants sur l'influence des courants, de la bathymétrie, de la production primaire ou de la température de l'eau. On constate notamment que les courants n'influencent pas le choix de la destination finale des tortues qui empruntent un cap précis dès le départ de leur migration et ce, quels que soient les courants qu'elle rencontrent. Leurs déplacements n'en restent pas moins influencés par ces courants qui peuvent à la fois faciliter ou ralentir l'atteinte d'une destination mais également dévier la route de la tortue qui doit parfois corriger son cap pour arriver à bon port.

Ces déviations expliquent probablement en partie pourquoi les couloirs migratoires identifiés sont parfois très larges. La profondeur de l'eau, ou bathymétrie, joue un rôle important dès lors qu'elle atteint moins de 100m.

Cela concerne donc principalement les zones côtières où l'on constate un ralentissement de la vitesse de nage et des modifications de cap beaucoup plus fréquentes.

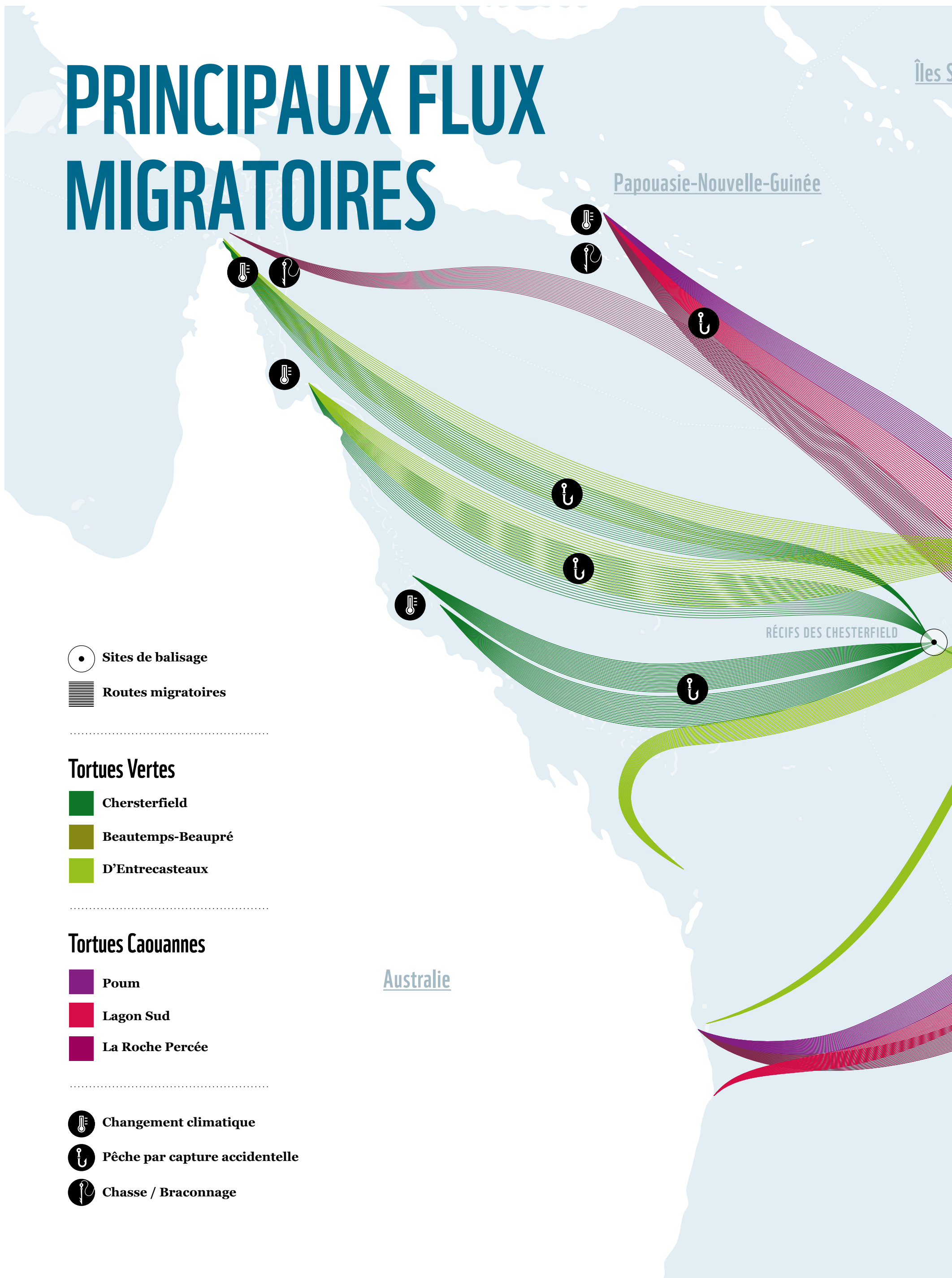
Il est probable que ces zones côtières prodiguent une aide à la navigation, notamment sur la partie finale de la migration pour permettre à la tortue d'atteindre une zone précise d'alimentation. L'influence de la température et de la production primaire sont moins nettes même s'il semblerait que les tortues vertes nagent un peu plus vite dans les eaux chaudes.



6

**COULOIRS
MIGRATOIRES
IDENTIFIÉS**

PRINCIPAUX FLUX MIGRATOIRES



- Sites de balisage
- ▨ Routes migratoires

Tortues Vertes

- Chersterfield
- Beautemps-Beaupré
- D'Entrecasteaux

Tortues Caouannes

- Poum
- Lagon Sud
- La Roche Percée

- 🌡️ Changement climatique
- 🪝 Pêche par capture accidentelle
- 🔪 Chasse / Braconnage

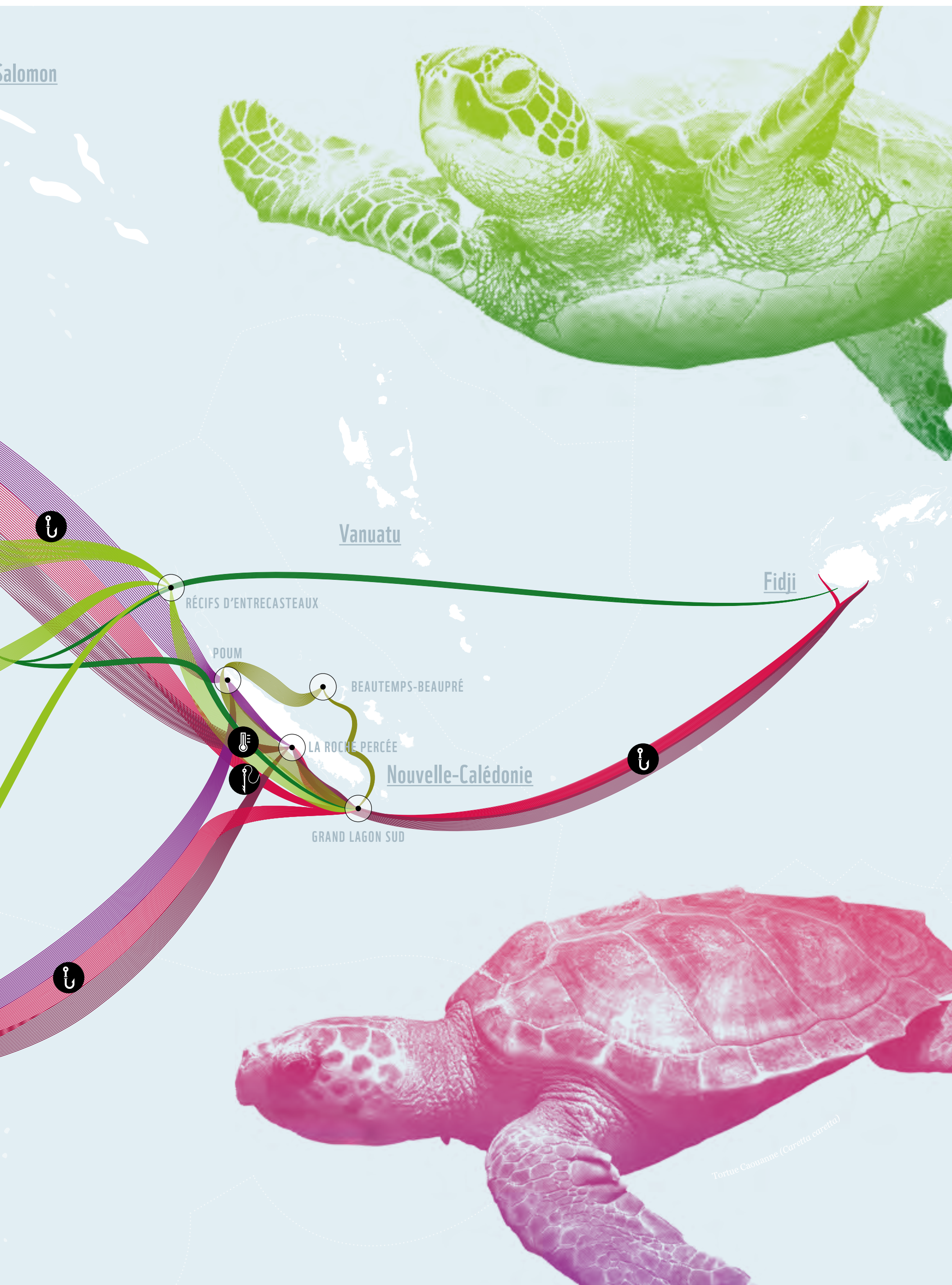


Figure 8 : Principaux couloirs migratoires utilisés par les tortues marines de Nouvelle-Calédonie et distribution approximative des principales menaces.

DISCUSSION

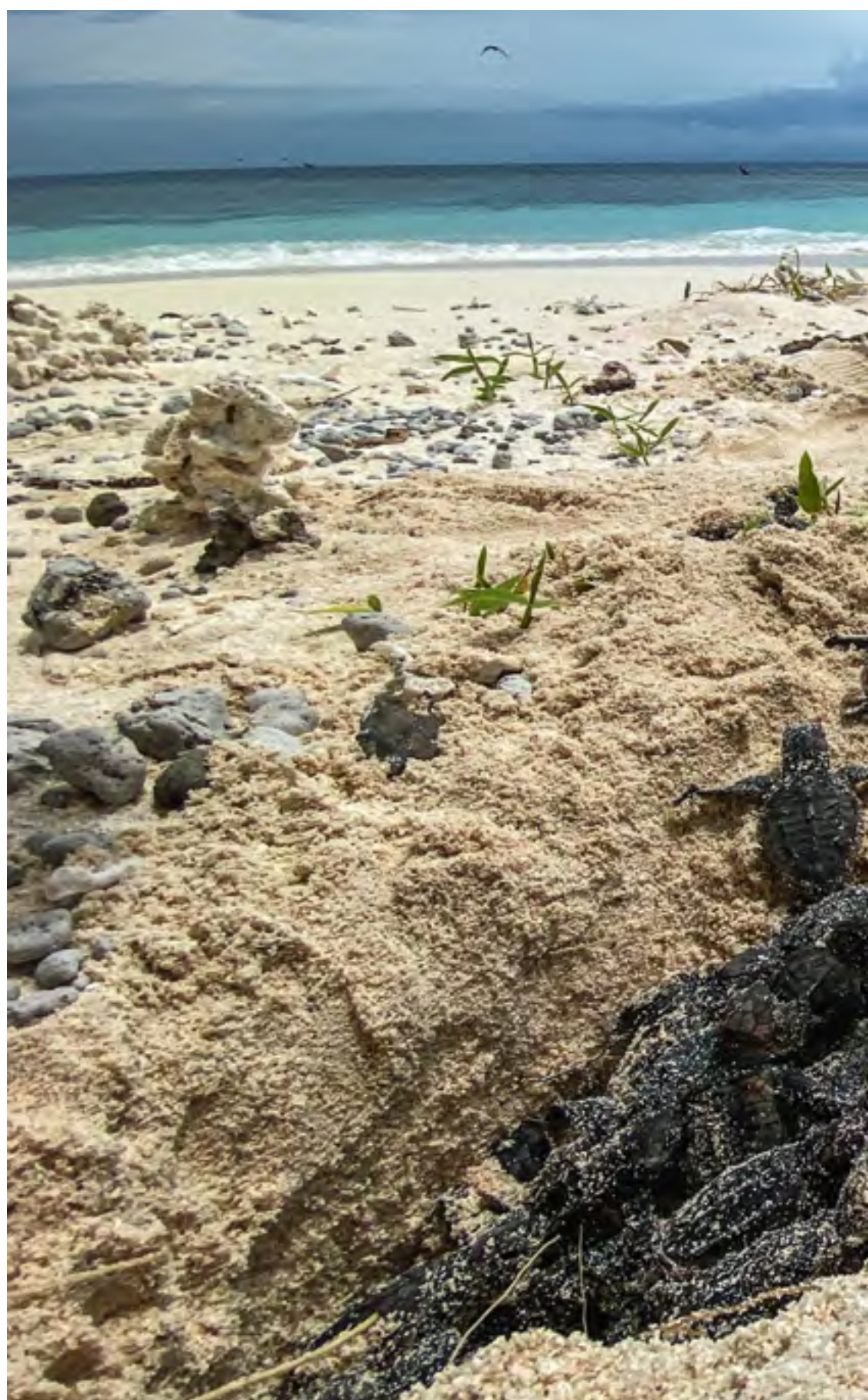
« ON AIME CE QUI NOUS A ÉMERVEILLÉ, ET ON PROTÈGE CE QUE L'ON AIME ».

Cette citation de Jacques-Yves Cousteau a été souvent reprise et déclinée notamment sous la forme « on ne protège que ce que l'on connaît ». C'est dans cette logique que s'inscrit le projet SAT-NC dont l'ambition est d'obtenir un renforcement régional de la protection des tortues marines de Nouvelle-Calédonie sur la base de connaissances scientifiques.

Pour répondre à cet objectif, le WWF et ses partenaires ont déployé un effort très conséquent de balisage sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie en prenant soin d'intégrer l'ensemble des principales zones de ponte de tortues marines du territoire. En intégrant plus de 85 balises, dont 79 ont permis d'obtenir l'enregistrement complet des migrations entre le site de ponte et la zone d'alimentation, cette étude se positionne sur une liste restreinte d'études s'appuyant sur un effort de balisage aussi important (Jeffers & Godley 2016). L'avantage premier de cette approche ambitieuse est de permettre l'évaluation de proportions de la population se rendant sur différentes zones d'alimentation (Hays & Hawkes 2018) et ainsi de formuler des recommandations pondérées. Bien entendu, dans le cadre de SAT-NC, plusieurs espèces et populations sont considérées dans l'échantillonnage et il convient donc de ne pas sur-interpréter les chiffres obtenus globalement. Ces derniers sont en effet susceptibles d'évoluer pour certains sites de ponte au gré de nouveaux balisages. Pour autant, les principales tendances mises en lumière par cette étude illustrent une réalité écologique suffisamment fiable pour en déduire des conclusions robustes et des recommandations en terme de conservation à l'échelle régionale.

Le choix de la télémétrie repose notamment sur le contexte géographique du Pacifique Sud. En effet, la présence de très nombreux petits territoires insulaires (plus d'une vingtaine) répartis sur cette large étendue océanique induit une multitude de zones d'alimentation et de couloirs migratoires possibles pour les tortues marines calédoniennes. Grâce à la technologie satellitaire, il est possible de concentrer l'effort de terrain sur le point de départ, i.e. la Nouvelle-Calédonie et donc de s'affranchir des fortes contraintes d'échantillonnage qu'impliqueraient d'autres méthodologies telles que le bagage ou la génétique.

Si l'objectif principal du balisage était de caractériser les principales routes migratoires empruntées par les tortues calédoniennes, il peut être noté que les données obtenues ont également permis d'apporter des informations sur la



phénologie de la saison de reproduction selon les espèces et les zones de ponte. Cela concerne notamment les dates de début de migration retour vers les zones d'alimentation. Ce type de connaissances est généralement déduit de l'évolution de l'activité de ponte au cours de la saison. Cependant, sur certaines géographies, et cela est notamment le cas sur les sites du Parc naturel de la mer de Corail, ces données ne sont pas disponibles. Le projet SAT-NC permet donc, au-delà même de ses principaux objectifs, de renforcer certaines connaissances relatives à la reproduction des tortues marines en Nouvelle-Calédonie.

Le déploiement de balises satellites sur des tortues marines a débuté il y a maintenant plusieurs décennies, faisant de ces espèces parmi les plus suivies par le biais de cette technologie (Hays & Hawkes 2018). Il n'en demeure pas moins que l'utilisation de ce type de méthodologie doit faire l'objet d'une attention particulière car il implique une interaction directe avec des espèces menacées. L'évolution du matériel a permis

de nombreux progrès en terme de poids, d'hydrodynamisme et de système de fixation. Ainsi, les balises utilisées pour cette étude représentent moins de 1% du poids moyen des tortues équipées, bien loin des limites recommandées (5% du poids de l'animal). Il convient néanmoins, pour ce type d'étude, de porter un regard sur les potentiels dérangements engendrés, notamment du fait de l'intervention directe sur l'animal lors de la fixation des balises. Nous avons donc suivi le comportement des tortues post balisage afin d'évaluer un impact potentiel sur les pontes ultérieures au cours d'une même saison. A cet égard, les résultats ont confirmé que les tortues balisées poursuivent leur saison de reproduction de façon normale.



© Bastien Preuss / WWF-FR

LES ZONES D'ALIMENTATION

Les différences entre espèces et populations mises en lumière par l'étude confirment l'intérêt de l'approche globale mise en œuvre à travers SAT-NC. En effet, des spécificités apparaissent avec des implications de gestion et de conservation propres. Les zones d'alimentation en sont la première illustration.

Tortues Vertes

Le balisage des tortues vertes calédoniennes confirme une tendance précédemment décrite par l'intermédiaire de résultats de bagage (Read et al. 2014), à savoir que la Grande Barrière de Corail Australienne représente une zone de nourrissage majeure pour nos populations (destination finale pour 55% des tortues vertes balisées). De même, le lien existant entre le site de ponte d'Entrecasteaux et la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie a également été établi par cet intermédiaire. En revanche, la pondération permise par le balisage satellite, permet ici de préciser ces tendances et de mettre en lumière des différences flagrantes entre les 3 principales zones de ponte ici étudiées : Chesterfield, d'Entrecasteaux et Ouvéa.

L'importance de la Grande Terre comme zone d'alimentation est notamment renforcée à la fois pour les tortues vertes d'Entrecasteaux (environ 40% des tortues balisées) mais aussi et surtout pour celles d'Ouvéa (environ 90% des tortues balisées). Ces individus restent donc dans le périmètre de la Nouvelle-Calédonie au cours de leur vie adulte mais circulent malgré tout entre différentes juridictions locales (Fig. 9).

Le lien avec la Grande Barrière de Corail est particulièrement fort pour les tortues vertes issues de Chesterfield qui concentrent près de 90% de leurs zones d'alimentation sur cette géographie. Elles semblent en revanche moins présentes plus au sud de la côte Est australienne contrairement aux tortues vertes d'Entrecasteaux dont une proportion non négligeable (plus de 20%) s'est rendue sur cette zone d'alimentation. Au-delà de la répartition internationale, les résultats offerts par SAT-NC permettent également de mettre en lumière des zones d'intérêt particulier pour l'alimentation.

C'est le cas sur la Grande Barrière de Corail avec une distribution non homogène des sites d'alimentation qui suggère notamment l'importance du Nord-Est de la péninsule de York. C'est aussi le cas pour la Grande Terre avec une distribution des zones d'alimentation clairement biaisée sur la côté Ouest de l'île (Fig. 6).

Tortues caouannes

L'état des connaissances initiales sur les connexions migratoires des tortues caouannes de Nouvelle-Calédonie n'était pas aussi étayé que pour les tortues vertes. Les résultats apportés par SAT-NC apportent donc de nombreux éclairages nouveaux à cet égard. Contrairement aux tortues vertes, les résultats ne mettent pas en évidence de différence notable dans les routes migratoires entre les deux principales zones de ponte étudiés pour cette espèce (La Roche Percée et le Grand Lagon Sud). Cependant, un nouvel effort de balisage pourrait potentiellement le révéler. Deux zones d'alimentation



semblent particulièrement critiques pour les tortues caouannes de Nouvelle-Calédonie car elles concentrent à elles seules plus de 60% des destinations. Il s'agit de la pointe Sud-Est de la Papouasie Nouvelle-Guinée et de la côté Ouest de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie.

La côté Est australienne est également une destination importante (25% des tortues balisées) mais la distribution des sites d'alimentations observés s'étale sur plus de 2 000 km et semble beaucoup plus diffuse que sur les deux zones précédemment mentionnées.

Enfin, si Fidji apparaît comme une destination secondaire (environ 10% des destinations), cette zone ne doit pas pour autant être négligée dans les considérations de gestion étant donné le statut de conservation particulièrement critique de la population. Cela est d'autant plus vrai qu'une zone d'alimentation spécifique de l'archipel Fidjien semble se dessiner par le biais des données balisage, à savoir le Sud de



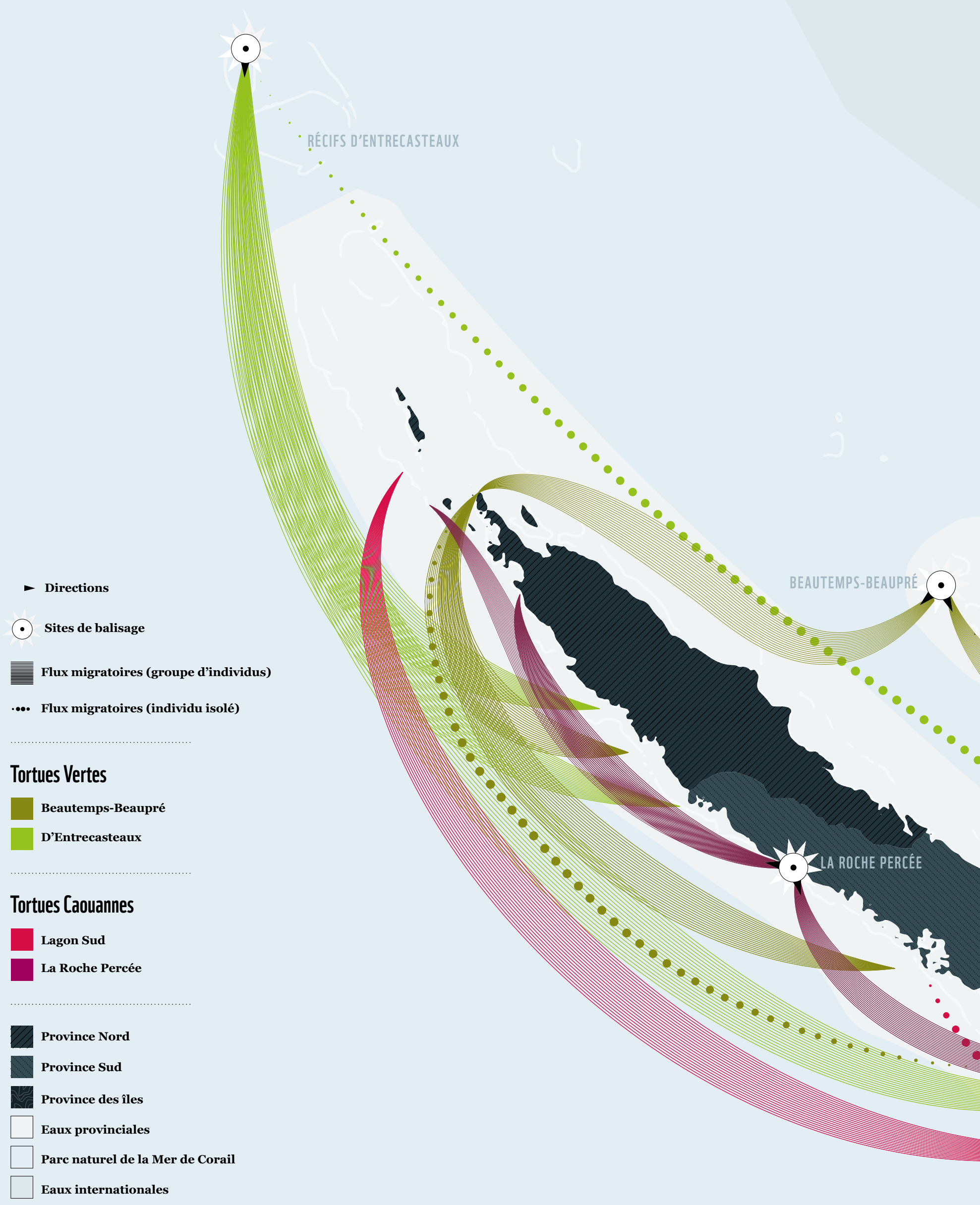
© Antonio Busiello / WWF-US

l'île principale de Viti Levu (Fig. 6). Ces nouveaux résultats s'ajoutent aux connaissances déjà disponibles sur les tortues caouannes de la côte Est Australienne (Perez et al. 2022) et complètent ainsi le panorama des habitats prioritaires pour cette population en danger critique d'extinction du Pacifique Sud.

En terme de distribution, les tortues australiennes et calédoniennes utilisent sensiblement les mêmes zones d'alimentation. En revanche, la répartition des proportions par pays est très différente.

En effet, les tortues australiennes restent très majoritairement en Australie (plus de 90%) avec une destination secondaire (environ 5% des tortues) sur la pointe Sud-Est de la Papouasie Nouvelle-Guinée (Perez et al. 2022). Cette zone d'alimentation est donc clairement critique pour la population Pacifique Sud dans la mesure où elle a également été identifiée comme prioritaire pour les caouannes de Nouvelle-Calédonie.

Des connexions existent également entre l'Australie et des zones d'alimentation en Nouvelle-Calédonie et aux Iles Salomon mais à des niveaux qui semblent faibles. Cette répartition est donc très différente de celle des tortues caouannes calédoniennes qui concentrent majoritairement leurs zones d'alimentation en Papouasie Nouvelle-Guinée et en Nouvelle-Calédonie.





LES ROUTES MIGRATOIRES

Le balisage satellite est aujourd'hui la méthode la plus simple et la plus précise pour décrire le comportement migratoire des tortues marines. Grâce à cette technologie, des habitats clés peuvent être identifiés même lorsqu'ils se situent sur de vastes zones océaniques difficiles à étudier par ailleurs. Si l'ensemble des tracés enregistrés indique de nombreuses routes et destinations possibles, l'analyse des déplacements par espèce et site de ponte indique malgré tout l'existence de zones d'intérêt particulier : les couloirs migratoires (Fig. 8).

Pour les tortues vertes, les routes migratoires se concentrent très largement sur les ZEE⁴ de la Nouvelle-Calédonie et de l'Australie même si des incursions sur la Papouasie Nouvelle-Guinée, le Vanuatu et Fidji ont également été relevées. A l'échelle internationale, deux principaux couloirs migratoires entre la Nouvelle-Calédonie et l'Australie se dessinent. Ils aboutissent respectivement à des zones d'alimentation sur le Nord et le Sud de la Grande Barrière de Corail. A l'échelle territoriale, la connexion entre d'Entrecasteaux et les zones d'alimentation de la Grande Terre matérialise également un couloir migratoire relativement court mais qui représente vraisemblablement une importante zone de passage en période de reproduction du fait du très grand nombre de tortues vertes sur ce site de ponte (Fretey et al. sous presse). Les déplacements observés entre le site de ponte de Beautemps-Beaupré et la Grande Terre suggèrent également l'existence de couloirs migratoires probables entre les deux zones mais un échantillonnage plus important sera nécessaire pour le confirmer (Fig. 9).

Pour les tortues caouannes, les routes empruntées pour atteindre la Papouasie Nouvelle-Guinée, les Iles Salomon ou le Nord de l'Australie dessinent un large couloir migratoire d'importance majeure pour cette population en danger critique. Ce couloir, qui part de côte Ouest de la Grande Terre, emprunte majoritairement la pointe Nord-Est de la ZEE Australienne après avoir quitté les eaux calédoniennes, puis se disperse dans la partie Sud de la ZEE Papoue. Il empiète également légèrement sur la ZEE des Iles Salomon. Les couloirs menant plus au Sud de la côte australienne ainsi qu'à Fidji sont vraisemblablement moins fréquentés mais n'en demeurent pas moins des zones à considérer dans les réflexions de gestion. A l'échelle territoriale, il faut noter que la côte Ouest de la Grande Terre représente également une forte zone de déplacements des tortues caouannes en période de reproduction. Bien que ces habitats océaniques, définis par les couloirs migratoires, concentrent probablement moins de menaces que les habitats côtiers, le risque et les pressions induites par la pêche industrielle sont susceptibles de représenter un enjeu majeur pour la protection de ces populations. Les palangriers et les senneurs de la région provoquent chaque année un nombre important de prises accidentelles souvent fatales pour les tortues marines (Pichler et al. 2021). L'identification de couloirs migratoires peut permettre, le cas échéant, d'adapter les réglementations de pêche industrielle pour réduire significativement cette pression (Fossette et al. 2014).

4 - Zone Economique Exclusive.

Figure 9 : Connexions migratoires observées et collectivités concernées dans le périmètre de la Nouvelle-Calédonie

QUI SONT LES PRINCIPAUX CO-GESTIONNAIRES DES TORTUES CALÉDONIENNES ?

En traitant simultanément les deux espèces et l'ensemble des principaux sites de ponte de Nouvelle-Calédonie, SAT-NC a pris le parti d'une approche à la fois institutionnelle et écologique pour offrir aux gestionnaires une vision globale et proportionnée des enjeux. Celle-ci permet de s'affranchir d'un parti pris biaisé en faveur des problématiques pour lesquelles les connaissances seraient disponibles. Elle permet également, de ne pas justifier une inertie dans l'action susceptible d'être motivé par le besoin de données complémentaires. Malgré un nombre d'interlocuteurs potentiels extrêmement élevés parmi les territoires du Pacifique Sud, SAT-NC a permis de dresser une liste restreinte de co-gestionnaires prioritairement impliqués dans la conservation des populations de tortues marines calédoniennes.

Australie

Le principal co-gestionnaire partageant une responsabilité quant à la protection des tortues vertes calédoniennes. Elle en reçoit une proportion conséquente en zone d'alimentation et abrite une part importante des principaux couloirs migratoires de cette espèce. Elle représente également, pour les tortues caouannes, une zone d'alimentation significative et une zone de passage majeure pour le couloir migratoire Nord-Ouest.

Papouasie Nouvelle-Guinée

Un autre co-gestionnaire prioritaire à considérer vis-à-vis de la conservation des tortues caouannes. La pointe Sud-Est de l'archipel représente de toute évidence un habitat clé pour leur alimentation.

Fidji

Un partenaire international à considérer pour une cogestion efficace des tortues marines calédoniennes. Bien que le rôle de l'archipel est probablement moins prioritaire que l'Australie et la Papouasie Nouvelle-Guinée, l'identification d'un couloir migratoire de tortues caouannes vers des sites d'alimentation au Sud de Viti Levu justifie cette considération.

Nouvelle-Calédonie

SAT-NC a révélé une proportion importante de connexions dans le périmètre de la Nouvelle-Calédonie. Cela concerne en premier lieu les zones de passage traversant le Parc naturel de la mer de Corail pour l'ensemble des sites de ponte calédoniens, y compris ceux situés sous juridiction provinciale. C'est notamment le cas de l'ensemble des tortues caouanne (province Sud et Nord) dont la migration vers d'autres pays implique un passage par le Parc naturel sous juridiction du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. Cela concerne aussi les tortues qui se reproduisent et s'alimentent dans le périmètre calédonien (35% des tortues balisées) (Fig. 9). A quelques exceptions près, la zone de reproduction et la zone d'alimentation de ces tortues se situent dans le périmètre de différentes collectivités calédoniennes. Ces résultats prônent donc la nécessité d'une gestion territoriale de ces espèces.





© UWimagingCW / Adobe Stock

PROCHAINES ÉTAPES

Les résultats du projet étant désormais disponibles, il convient de les diffuser et restituer largement, en particulier auprès des principaux gestionnaires concernés, aussi bien en Nouvelle-Calédonie que dans la région.

Le WWF devra également œuvrer pour faciliter les échanges entre les gestionnaires calédoniens des sites de ponte et les co-gestionnaires responsables des couloirs migratoires et zones d'alimentation identifiées via le projet.



Sur la base des résultats acquis, des études complémentaires pourront être menées notamment pour évaluer la nature et l'intensité des menaces propres aux différents habitats prioritaires identifiés grâce au balisage. Cela nécessitera notamment de croiser ces résultats avec d'autres données disponibles, telles que des données de pêche, de modélisation de l'impact du changement climatique, etc...

Le projet SAT-NC a permis d'étudier les habitats des tortues marines adultes qui se reproduisent en Nouvelle-Calédonie. C'est une approche essentielle dans la mesure où peu de jeunes tortues parviennent à l'âge de la maturité sexuelle (même en l'absence de menaces anthropiques) et qu'il est donc essentiel de protéger au mieux les individus qui ont réussi à attendre l'âge adulte et qui contribuent donc au renouvellement des populations. Pour autant, les premières années de la vie des tortues marines sont également importantes et soumises à de nombreuses pressions du fait des activités humaines. Cette période n'est pas prise en compte par le projet SAT-

NC puisque le projet ne renseigne pas les déplacements des juvéniles durant leurs années perdues. Pour cela, il est nécessaire d'adopter une approche différente car les jeunes tortues ne peuvent pas être balisées aussi facilement que les adultes. A cet effet, le WWF, en partenariat avec Mercator Océan, se penche actuellement sur ces questions par l'intermédiaire de modélisations informatiques des déplacements des jeunes tortues (Gaspar & Lalire 2017). Cette étude, complémentaire de SAT-NC, fera l'objet d'un autre rapport.

Enfin, bien que le projet SAT-NC ait permis de déployer un nombre très important de balises, certaines zones de ponte demeurent sous échantillonnées. C'est notamment le cas des îlots du Lagon Nord-Ouest et d'Ouvéa/Beautemps-Beaupré. Le déploiement de balises supplémentaires dans les années à venir pourrait permettre d'affiner notre compréhension des habitats prioritaires.



© Nicolas Job / WWF-FR

CONCLUSION

Le balisage satellite sur les principaux sites de ponte de Nouvelle-Calédonie s'est avéré être une approche efficace pour dresser un panorama des responsabilités et enjeux régionaux associés à ces populations d'espèces menacées. Cette approche à la fois écologique et institutionnelle de la problématique de gestion régionale des tortues marines calédoniennes est à notre connaissance une première. Si les connaissances obtenues restent perfectibles d'un point de vue écologique, elles offrent néanmoins une image robuste de l'ensemble des co-responsabilités impliquées. En œuvrant ainsi, le WWF-France espère apporter un éclairage précieux pour une gestion collaborative de ces espèces menacées en mobilisant l'ensemble des gestionnaires concernés.



© Nicolas Petit / WWF-FR

RÉFÉRENCES

Barbier, M., Lafage, D., Bourgogne, H., Read, T., Attard, M., Fournière, K., Chapuis, K., Peyrot, Y., Deffois, M., Guillaumet, B. & Sibeaux, A. (2023). Assessment of the nesting population demography of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in La Roche Percée: First long-term monitoring in New Caledonia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. DOI: 10.1002/aqc.3949

Dethmers, K. E., Jensen, M. P., FitzSimmons, N. N., Broderick, D., Limpus, C. J., & Moritz, C. (2010). Migration of green turtles (*Chelonia mydas*) from Australasian feeding grounds inferred from genetic analyses. *Marine and Freshwater Research*, 61(12), 1376-1387.

Dunn, D. C., Harrison, A. L., Curtice, C., DeLand, S., Donnelly, B., Fujioka, E. I., ... & Halpin, P. N. (2019). The importance of migratory connectivity for global ocean policy. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1911), 20191472.

Etaix-Bonnin, R., Farman, R., Géraux, H. & Faninoz, S. (2011). Conservation and population monitoring of sea turtles in New Caledonia. *Bulletin de la Societe Herpetologique de France*, 139(140), 151-165.

Fossette, S., Witt, M. J., Miller, P., Nalovic, M. A., Albareda, D., Almeida, A. P., ... & Godley, B. J. (2014). Pan-Atlantic analysis of the overlap of a highly migratory species, the leatherback turtle, with pelagic longline fisheries. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780), 20133065.

Gaspar, P., & Lalire, M. (2017). A model for simulating the active dispersal of juvenile sea turtles with a case study on western Pacific leatherback turtles. *PLoS One*, 12(7), e0181595.

Fretey, J., Read, T., Carron, L., Fontfreyde, C., Fourdrain, A., Kérandel, J-A., Liardet, V., Oremus, M., Reix-Tronquet, M. & Girondot, M. (sous presse). From terra incognita to hotspot: The largest South Pacific green turtle nesting population in the forgotten reefs of New Caledonia. *Oryx*

Hays, G. C., & Hawkes, L. A. (2018). Satellite tracking sea turtles: Opportunities and challenges to address key questions. *Frontiers in Marine Science*, 5, 432.

Jeffers, V. F., & Godley, B. J. (2016). Satellite tracking in sea turtles: How do we find our way to the conservation dividends?. *Biological Conservation*, 199, 172-184.

Jensen, M. P., Allen, C. D., Eguchi, T., Bell, I. P., LaCasella, E. L., Hilton, W. A., Hof, C.A.M. & Dutton, P. H. (2018). Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. *Current Biology*, 28(1), 154-159.

Mounier, S., (2007). Bilan préliminaire des volets survol et mission terrain de l'Opération Tortues NC 2006/07. Rapport de projet du WWF-France, 9 pp.

Oremus, M. & Mattei, J. (2017). Tortues caouannes du Grand Lagon Sud: inventaire des sites de ponte et réflexion sur la mise en place d'un protocole de suivi de la population. Rapport de projet du WWF France, 26 pp.

Perez, M. A., Limpus, C. J., Hofmeister, K., Shimada, T., Strydom, A., Webster, E., & Hamann, M. (2022). Satellite tagging and flipper tag recoveries reveal migration patterns and foraging distribution of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from eastern Australia. *Marine Biology*, 169(6), 80.

Pilcher N.J. 2021. Review of the status of sea turtles in the Pacific Ocean 2021. Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme, Apia, Samoa. 136 pp

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(6), e100083.

Read, T. C., FitzSimmons, N. N., Wantiez, L., Jensen, M. P., Keller, F., Chateau, O., Farman, R., Werry, J., MacKay, K.T., Petro, G. & Limpus, C. J. (2015). Mixed stock analysis of a resident green turtle, *Chelonia mydas*, population in New Caledonia links rookeries in the South Pacific. *Wildlife Research*, 42(6), 488-499.

Spotila, J. R. (2004). *Sea turtles: a complete guide to their biology, behavior, and conservation*. JHU Press.





© Nicolas Petit / WWF-FR

**LE WWF OEUVRE POUR METTRE
UN FREIN À LA DÉGRADATION
DES ÉCOSYSTÈMES NATURELS
DE LA PLANÈTE ET CONSTRUIRE
UN AVENIR OÙ LES HUMAINS
VIVENT EN HARMONIE
AVEC LA NATURE.**



Notre raison d'être

Arrêter la dégradation de l'environnement dans le monde et construire un avenir où les êtres humains pourront vivre en harmonie avec la nature.

ensemble, nous sommes la solution. www.wwf.fr

© 1986 Panda Symbol WWF - World Wide Fund For nature (Formerly World Wildlife Fund)
® "WWF" & "Pour une planète vivante" sont des marques déposées.