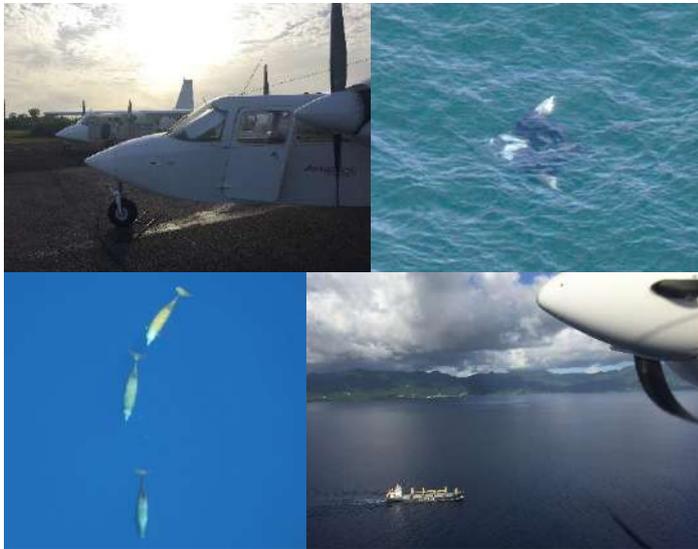




Distribution et abondance de la mégafaune marine aux Petites Antilles et en Guyane



REMMOA-II Petites Antilles & Guyane - 2017

Rapport final
Janvier 2019

Laran Sophie (UMS 3462-ULR)
Bassols Nicolas (UMS 3462-ULR)
Dorémus Ghislain (UMS 3462-ULR)
Authier Matthieu (UMS 3462-ULR)
Ridoux Vincent (UMS 3462-ULR)
Van Canneyt Olivier (UMS 3462-ULR)

Observatoire Pelagis - UMS 3462
Université de La Rochelle - CNRS
Pôle Analytique - 5 allées de l'Océan
17 000 LA ROCHELLE - FRANCE
<http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr>

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Citation du document: Laran S., Bassols N., Dorémus G., Authier M., Ridoux V. & Van Canneyt O. 2019. *Distribution et abondance de la mégafaune marine aux Petites Antilles et en Guyane française. Campagne REMMOA - II. Rapport final pour l'Agence Française pour la Biodiversité. 80+ XXXII pp.*

TABLE DES MATIERES

Acronymes.....	3
Glossaire.....	3
Synthèse.....	4
Les Antilles	5
La Guyane	6
Les autres espèces de la mégafaune marine (tortues et élastombranchés)	7
Les activités humaines	7
Remerciements.....	8
Introduction	9
Avant propos	9
Contexte	10
Objectifs principaux	11
Etat des connaissances aux Petites Antilles et en Guyane.....	11
Méthodologie & analyse.....	23
Protocole d'observation et équipement	23
Zone d'étude	25
Effort d'observation.....	26
Analyses des données d'observations.....	28
Diversité du peuplement de mammifères marins	28
Estimation de la densité et de l'abondance	28
Résultats	34
Conditions d'observation	34
Les mammifères marins	35
diversité du peuplement.....	36
abondance relative	38
Les oiseaux marins	49
densité relative d'oiseaux marins	50
Les autres espèces de la mégafaune marine (tortues et élastombranchés)	57
Les tortues marines	57
Les élastombranchés (raies et requins)	59
Les activités humaines.....	62
Bilan des apports de la campagne.....	64
La mégafaune Marine des Petites Antilles	65
La mégafaune Marine de GUYANE	68
BIBLIOGRAPHIE.....	72
Liste des tableaux et figures.....	78
Annexes.....	81

Annexe 1 :.....	81
Annexe 2 :.....	84
Annexe 3 :.....	87
Annexe 4 :.....	90
Annexe 5 :.....	90
Annexe 6 :.....	91
Annexe 7 :.....	92
Annexe 8 :.....	96
Annexe 9 :.....	99
Annexe 10 :.....	101
Annexe 11 :.....	103
Annexe 12 :.....	106
Annexe 13 :.....	108
Annexe 14 :.....	109
Annexe 15 :.....	110
Annexe 16 :.....	111

ACRONYMES

AAMP	Agence des aires marines protégées.
AIC	Mesure relative de la qualité d'un modèle statistique appelé Critère d'information d'Akaike (<i>Akaike Information Criterion</i>).
AFB	Agence française pour la biodiversité.
CDS	Méthode conventionnelle d'estimation de la densité par transect linéaire (<i>Conventional Distance Sampling</i>).
CV	Coefficient de variation ou mesure relative de la précision d'une estimation, exprimé en pourcentage.
DSM	Modélisation spatialisée de la densité (<i>Density surface Modelling</i>).
ESW	Largeur effective de détection, aussi nommée μ (<i>Effective Strip half-Width</i>).
GAM	Modèle additif généralisé (<i>Generalized Additive Model</i>).
IC 95%	Intervalle de confiance à 95%.
SE	Erreur type (<i>Standard Error</i>).
SST	Température de surface de l'eau (<i>Sea Surface Temperature</i>).
ZEE	Zone Economique Exclusive.

GLOSSAIRE

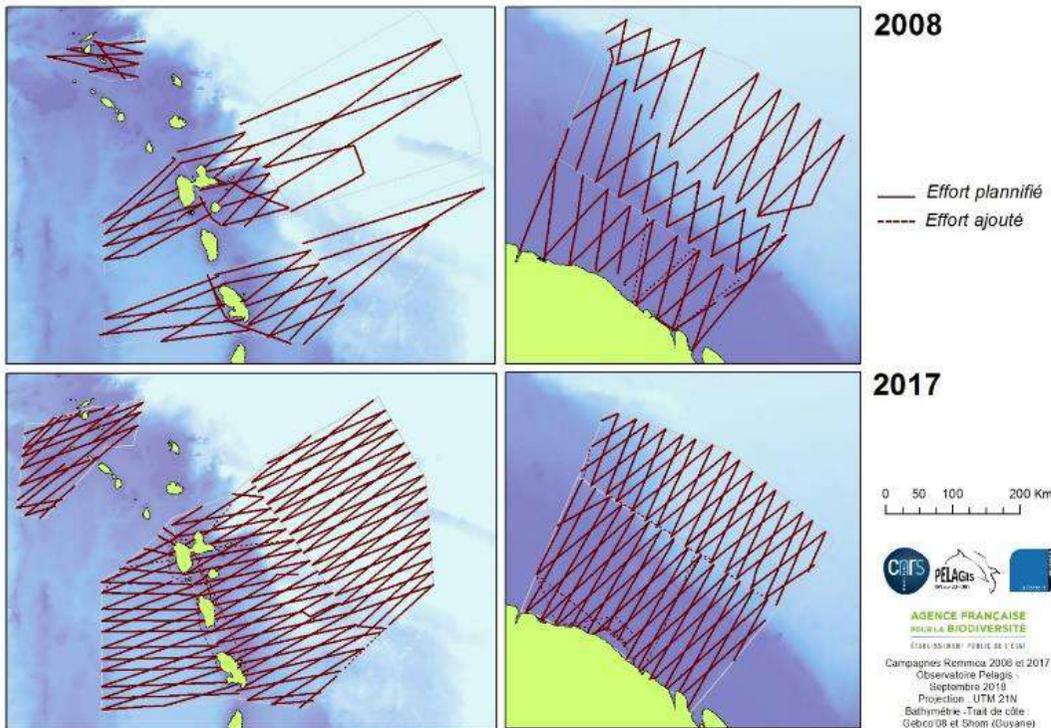
Delphininés	Sous-famille de delphinidés avec un rostre.
Densité	(stratifiée par secteur) densité obtenue en pondérant les densités par strates bathymétriques par leur surface respective (A_s).
Élasmobranch	Sous-classe de chondrichthyens (poissons cartilagineux) regroupant les requins et les raies.
Frégatidés	Famille d'oiseaux marins regroupant les frégates.
Globicéphalinés	Sous-famille de delphinidés sans rostre.
Grand plongeur	Regroupe les baleines à bec, les kogiidés et le cachalot.
Kogiidés	Rassemblent deux espèces de petits cachalots du genre <i>Kogia</i> .
Odontocètes	Sous-ordre des cétacés possédant des dents.
Petites Antilles	Dans ce rapport : Antilles françaises, Antilles néerlandaises et la Dominique.
Phaéthontidés	Famille d'oiseaux marins appelés aussi paille-en-queue.
Philopatryque	Tendance des individus à rester ou revenir instinctivement dans leur territoire d'origine pour se reproduire.
Plan d'échantillonnage	Ensemble des transects produits par le logiciel <i>Distance</i> (cf. Méthode d'acquisition / Zone d'étude).
Procellariidés	Famille d'oiseaux marins regroupant les pétrels et les puffins.
Secteur	Zone échantillonnée dans la région nord-ouest Atlantique, à savoir ici le secteur des petites Antilles et le secteur de Guyane.
Sternidés	Famille d'oiseaux marins incluant ici 4 groupes distincts : sternes blanches, sternes "brunes", sternes "grises" et noddis.
Sulidés	Famille d'oiseaux marins regroupant les fous.
Tortues à écailles	Famille des chélonidés.

SYNTHESE



BN2 au cours de la mission
(S. Laran Pélagis/AFB)

Le programme **REMMOA** (REcensement des Mammifères marins et autre Méga-faune pélagique par Observation Aérienne) s'est renouvelé fin 2017 pour un second cycle dans les Zones Economiques Exclusives (ZEE) de **Guyane, Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin et Saint-Barthélemy**, couvrant ainsi la quasi-totalité du Sanctuaire Agoa. En complément les eaux de la **Dominique** et des îles néerlandaises de **Saint Martin/Sint Maarten, de Saba et de Saint Eustache/Sint Eustasius** ont été couvertes. Ces résultats permettent le suivi de la répartition et de l'abondance des mammifères, oiseaux marins, tortues marines, raies et requins visibles en surface et de certaines activités humaines (bateaux, engins de pêche et déchets). Une comparaison avec les résultats du premier cycle réalisé à la même période en Guyane en 2008 est possible, mais reste plus délicate aux Antilles du fait de périodes de survols différentes.



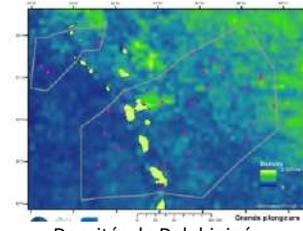
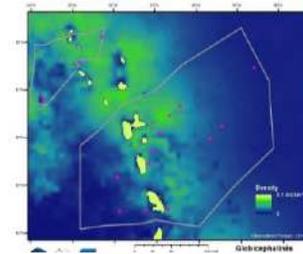
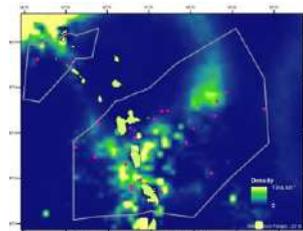
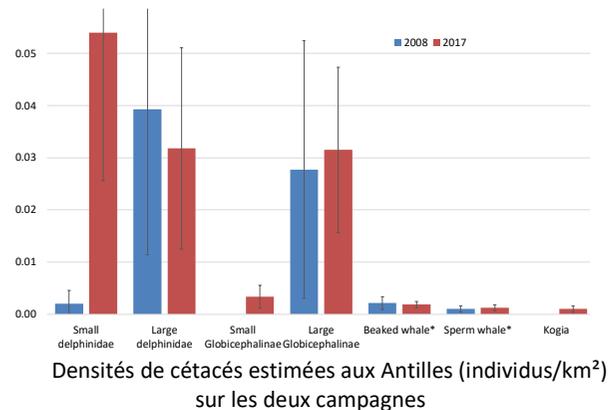
La méthodologie générale, identique à celle de toutes les campagnes REMMOA précédentes, s'appuie sur la technique du **transect linéaire** préalablement établi (*Distance sampling*). Deux avions ayant une vitesse d'échantillonnage de 90 nœuds et volant à 600 pieds ont été utilisés en simultané dès que la météo était favorable (entre plusieurs dépressions tropicales). Après sélection des conditions adéquates pour l'analyse, l'effort d'observation cumulé **aux Antilles est de 14 200 km** entre début septembre et fin octobre 2017. En **Guyane, les 8 500 km** ont été échantillonnés en deux semaines (fin septembre-début octobre 2017). L'effort est 4 fois plus élevé aux Antilles qu'en 2008 lors de la première mission REMMOA et 1/3 de plus en Guyane.



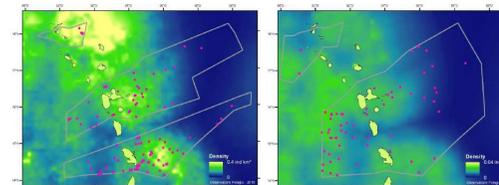
LES ANTILLES

LES MAMMIFERES MARINS

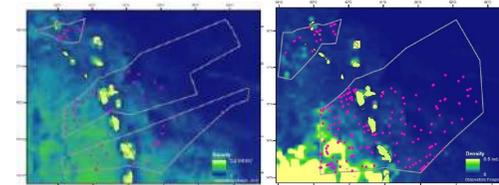
La densité de **petits delphininés** estimée en 2017 est de 5,4 individus/100km² (CV = 53%) et les observations pas assez nombreuses en 2008 pour fournir une estimation fiable. Malgré le changement de saison la densité de **grands delphininés** (grand dauphin essentiellement) est restée stable avec plus de 3 individus/100km² (CV = 71%). Les **petits globicéphalinés** (dauphin de Risso et dauphin d'Electre) n'ont été observés qu'en 2017 avec une densité estimée à 0,3 individus/100km² (CV = 65%). Les **grands globicéphalinés** restent également stables, avec une densité d'environ 3,3 individus/100km² (CV ≤ 55%). De même que les baleines à bec (0,2 individus/100km², CV ≤ 57%) ou les **cachalots** (0,15 individus/100km², CV ≤ 63%). Parmi les grands plongeurs, les **kogiidés** ont été rencontrés en nombre aux Antilles en 2017 (0,1 individus/100km², CV = 58%).



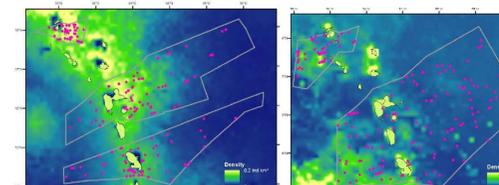
Densités de Delphininés, Globicéphalinés, grands plongeurs prédites aux Antilles



Densité de sternes brunes prédite aux Antilles en 2008 (gauche) et 2017 (droite)



Densité de fous prédite aux Antilles en 2008 (gauche) et 2017 (droite)



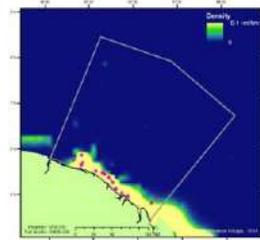
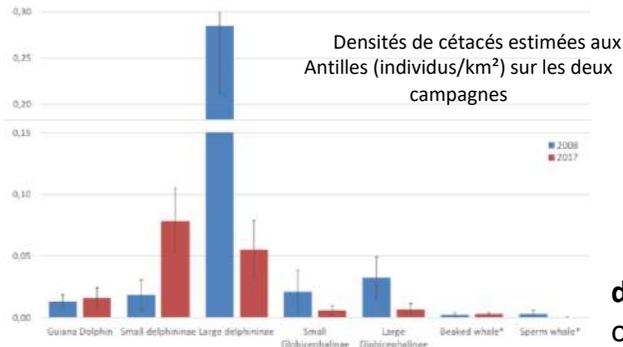
Densité de phaétons prédite aux Antilles en 2008 (gauche) et 2017 (droite)

LES OISEAUX

L'abondance des **sternes "brunes"** (sterne fuligineuse ou sterne bridée) suggère une forte diminution probablement saisonnière entre 23 000 individus en février 2008 (7200-74800) et 2 200 individus en octobre 2017 (1300-3800). La modélisation d'habitat prédit relativement bien leur distribution préférentiellement côté atlantique en février 2008 et côté Caraïbes en octobre 2017. Pour les **sternes "grises"** (sterne de Dougall, sterne pierregarin, petite sterne, sterne Caugek et sterne royale) seule la campagne de 2017 permet une estimation de 1 300 individus (IC : 700 - 3 500). Les **fous** sont rencontrés sur toute la zone prospectée, avec une augmentation importante de leur effectif entre février 2008 avec 5 000 individus (IC : 1 800-15 000) et 12 000 individus (IC : 7 300-20 300) en octobre 2017. La chlorophylle apparaît comme prépondérante dans la prédiction de leur habitat. Les **phaétons**, rencontrés plus au large sont près de deux fois moins nombreux en octobre 2017. L'abondance des **frégates**, essentiellement côtières, est stable entre février 2008 et octobre 2017 (600 individus (IC : 200-2 100)).

LA GUYANE

LES MAMMIFERES MARINS



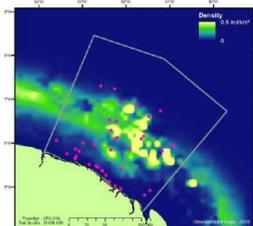
Densité de dauphin de Guyane prédite en 2017

La densité de dauphins de Guyane

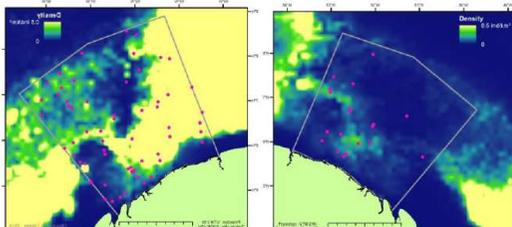
obtenue sur la zone couverte est similaire sur les deux années (1,7 individus /100km², CV ≤ 53%), soit une abondance relative estimée à 1 700 individus (IC : 700-4 700) exclusivement rencontrés en zone côtière. La densité de **petits delphininés** obtenue en 2017 est de 7,8 ind./100km² (CV =34%), ce qui est quatre fois plus élevé qu'en 2008.

La modélisation d'habitat reproduisant assez bien ce changement de situation, grâce notamment à la chlorophylle et à la température. En revanche la densité globale de **grands delphininés** (grand dauphin essentiellement) a considérablement diminué de 28,5 ind./100km² en 2008 (CV =26%) à 5,5

en 2017 (CV =42%), à cause d'une diminution du nombre d'observations, et également de l'effectif des groupes rencontrés en 2017. A nouveau la température permet de



Densité de petits delphininés prédite en Guyane en 2017

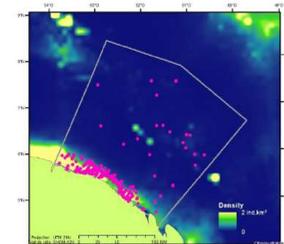


Densité de grands delphininés prédite en Guyane en 2008 (gauche) et 2017 (droite)

prédire ce changement de distribution. Pour les **petits globicéphalinés** (dauphin de Risso principalement), malgré un nombre d'observations par km relativement stable entre les deux années, mais avec des groupes de taille bien inférieure en 2017, une densité plus de trois fois inférieure a été enregistrée en 2017 (0,6 ind./100km², CV =59%). Les effectifs des groupes de **grands globicéphalinés** (globicéphale tropical essentiellement) ont quasiment été divisés par deux entre 2008 et 2017 et la densité diminue de 3,3 (CV =51%) à 0,7 ind./100km² (CV =79%) entre 2008 et 2017. Parmi les grands plongeurs seule la densité de baleines à bec a pu être estimée et reste relativement stable sur les deux années (0,2-0,3 ind./100km² ; CV =56%), elle est également proche celle obtenue aux Antilles.

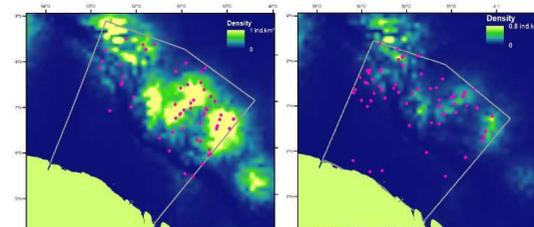
LES OISEAUX MARINS

Les **sternes "grises"**, très côtières, sont les plus abondantes, notamment les sternes de Cayenne, Caugek et Royale, dont la densité est estimée à 12 ind./100km² (CV : 30%) en 2017, soit 13 000 individus (IC : 11 000-16 000). Au large la densité de **sternes « brunes »** est stable les deux années, avec 14 ind./100km² (CV =20-30%) soit respectivement une abondance de plus de 16 000 individus



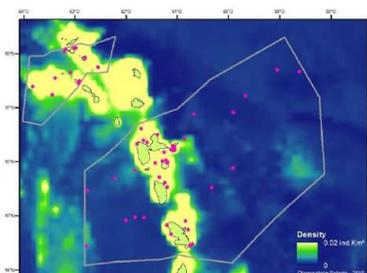
Densité de sternes grises prédite en Guyane en 2017

(IC : 10000-43000). Les **noddis bruns** n'ont pu être estimés qu'en 2017 avec 1,7 ind./100km², soit près de 2 000 ind. (IC : 1 000-3 700) Les **frégates** très côtières, étaient plus abondantes en mer qu'en 2008 avec 1 700 individus estimés (IC : 1000-3400) en 2017.

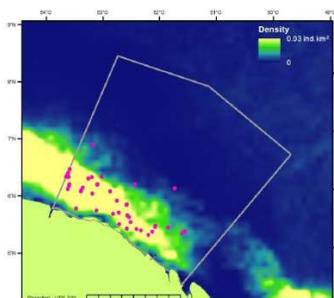


Densité de sternes brunes prédite en Guyane en 2008 (gauche) et 2017 (droite)

LES AUTRES ESPECES DE LA MEGAFAUNE MARINE (TORTUES ET ELASMOBRANCHES)



Densité de tortues prédite aux Antilles en 2017



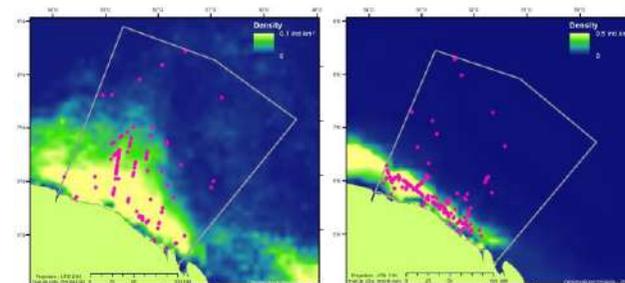
Densité de tortues prédite en Guyane en 2017

ANTILLES

La densité relative de tortues marines, très côtières autour des îles, montrent une augmentation de 0,3 individus/100km² (CV=40%) en février 2008 à 1,1 individus/100km² (CV=20%) en octobre 2017. Pour les requins et raies le nombre d'observations aux Antilles ne permet pas d'estimation d'abondance en 2008 ou 2017.

GUYANE

Les estimations suggèrent une augmentation des **tortues marines** de 0,5 individus/100km² en 2008 (CV=28%) à 1,1 en 2017 (CV=23%). A l'inverse la densité de requins est réduite à 0,4 individus/100km² en 2017 (CV=30%) ; un changement relativement bien représenté par la modélisation d'habitat, la chlorophylle jouant un rôle majeur le modèle. En revanche la densité relative de **raies manta** est stable sur les deux années avec environ 2,5 individus/100km² (CV<34%) et le changement dans la distribution est bien prédit notamment grâce à la température de surface.



Densité d'élasmobranches prédite en Guyane en 2008 (gauche) et 2017 (droite)

LES ACTIVITES HUMAINES

ANTILLES

Si les taux de rencontre (nombre observé par unité d'effort) de bouées et bateaux sont relativement stables les déchets et DCP (Dispositif de concentration de poissons) sont en nette augmentation aux Antilles, sachant qu'en 2017 plus des deux tiers de l'effort a été réalisé après le passage de 3 dépressions tropicales dans la zone.

GUYANE

En Guyane les déchets (plastiques et pêche) montrent une diminution en 2017, alors que le nombre de bateaux et bouées restent stables.

REMERCIEMENTS

Ce travail n'a été possible que par l'action de nombreuses institutions et personnes que nous souhaitons citer et remercier, le Ministère chargé de l'Environnement (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire), et l'Agence des aires marines protégées devenue Agence française pour la Biodiversité (AFB) à l'initiative de ce programme et ayant assuré la totalité de son financement.

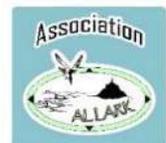
De nombreuses institutions ont aidé à l'accomplissement de cette mission et notamment l'Ambassade de France à Sainte-Lucie, le *Department of Nature and Biodiversity* des Pays-Bas et le *Ministry of Foreign Affairs & CARICOM Affairs* de la Dominique, le Sanctuaire Agoa et la DEAL de Guyane.

Cette campagne a été mise en œuvre avec la participation d'associations impliquées dans l'étude et la conservation des espèces marines en Martinique, Guadeloupe et Guyane : l'Association Evasion Tropicale (AET), la Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature à la Martinique (Sepanmar) et le Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane (GEPOG). D'autres ONG ayant participé au précédent cycle se sont également impliquées dans le début de ce cycle II : le Groupe d'Etude des Mammifères Marins (Polynésie française - GEMM) et l'association Al Lark (France métropolitaine).

Cette campagne n'aurait pu avoir lieu sans l'investissement et la disponibilité de Caroline Gendreau-Rinaldi (AET) pour la logistique et les projets pédagogiques ; et bien entendu tous les observateurs : Antoine Baglan (GEPOG), Pamela Carzon (GEMM), Stéphane Jérémie (Sepanmar), Aurélie Monthy-Hermans (LRUniv), Devis Monthy (LRUniv), Morgane Perri (Al Lark), Carine Prêcheur (Karibiod), Renato Rinaldi (AET) et Thierry Sanchez (LRUniv).

De même, elle n'aurait pu se conduire sans les compétences et le professionnalisme de l'ensemble du personnel technique aéronautique d'Aerosotravia coordonné par Jean-Philippe Pelletier: Clément Besse (pilote), Aurelien Bidot (pilote), Clément Chossinand (pilote), Dylan Marmonier (mécanicien) et Augustin Rives (pilote).

Cette campagne a également bénéficié d'un renfort pour le volet communication associés à la campagne, volet assuré par Lisa Briot (AFB) sous la coordination d'Agnès Poirret (AFB). Nous tenons également à remercier chaleureusement les élèves des trois classes d'arts appliqués du lycée Raoul Georges Nicolo de Basse-Terre, pour leur travail artistique sur la recherche d'un visuel pour la campagne et tout particulièrement la finaliste Amandine Julia, élève de terminale. Merci aussi à Charlotte Lambert pour une relecture du rapport.



Equipe scientifique et aéronautique aux Petites Antilles (gauche) et en Guyane (droite).

INTRODUCTION

AVANT PROPOS

L'Agence Française pour le Biodiversité (AFB) et son pôle mer (ex Agence des aires marines protégées, AAMP) a pour mission d'apporter un appui aux politiques publiques en matière de création et de gestion d'aires marines protégées, de construire un réseau cohérent d'aires marines protégées (AMP) et de mesurer les bénéfices environnementaux à long terme résultant de l'établissement de ce réseau. Un point particulièrement important de la réussite de sa mission est la constitution d'une base de connaissances à partir de données existantes ou, le cas échéant, en organisant l'acquisition de données nouvelles qui permettront d'identifier les secteurs prioritaires pour l'établissement des nouvelles AMP et d'élaborer leurs plans de gestion. Dans les régions côtières cette connaissance scientifique est souvent abondante et diversifiée, même si bien sûr des compléments de connaissance restent à acquérir. Par comparaison, les vastes étendues océaniques qui constituent l'essentiel de la ZEE française dans les régions tropicales des océans Atlantique, Indien et Pacifique sont trop peu documentées. Pour répondre à ces engagements d'acquisition de nouvelles connaissances au large, un programme d'observation aérienne a été lancé en 2008 pour cartographier la diversité et estimer la densité de mégafaune pélagique dans les eaux ultra marines sous juridiction française : les campagnes Remmoa, pour *Recensement des mammifères marins et autre mégafaune pélagique par observation aérienne*.

Le bénéfice du premier cycle complet de campagnes Remmoa en terme de connaissance sur la mégafaune marine est considérable pour les programmes de conservation de la biodiversité marine. Les premiers résultats, quelles que soient les espèces, ainsi que pour les macro-déchets flottants, sont totalement inédits. L'un des points les plus remarquables de ce programme est son étendue, avec l'exploration de régions marines tropicales dans les trois océans. Les données collectées dans les différentes régions : Antilles, Guyane, sud-ouest de l'océan Indien, Polynésie française, Nouvelle-Calédonie, Wallis et Futuna, bénéficient déjà à plusieurs études scientifiques à grande échelle et ont contribué à combler des lacunes de connaissance. Elles ont été diffusées entre autre par OBIS-SEAMAP (*Ocean Biogeographic Information System - Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations*¹) et permettent d'enrichir significativement la connaissance de la mégafaune marine dans les vastes secteurs océaniques jusqu'alors très peu documentés.

¹ Les données élémentaires d'observation de la mégafaune des campagnes aériennes collectées par l'Observatoire Pelagis sont disponibles sur <http://seamap.env.duke.edu/dataset/1404/>

CONTEXTE

La conservation de la biodiversité marine en France est encadrée par plusieurs directives européennes, dont la Directive Habitats Faune Flore, la Directive Oiseaux et la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), qui concerne les habitats marins inclus dans la Zone Economique Exclusive (ZEE) ou de la Zone de Protection Ecologique (ZPE) autour des côtes de métropole. Cependant, les engagements de la France relatifs à la conservation du milieu marin concernent aussi des espaces beaucoup plus étendus autour des collectivités françaises d'outre-mer qu'en métropole ; et représentent des enjeux mondiaux pour de nombreux habitats ou espèces remarquables caractéristiques des milieux tropicaux qui ne sont pas incorporés dans les textes communautaires. L'ex Agence des aires marines protégées (AAMP) aujourd'hui intégrée à l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) a donc souhaité étendre à l'outre-mer les efforts d'inventaire, de suivi et de conservation zonale du patrimoine naturel marin dans les eaux sous juridiction française situées hors du territoire métropolitain.

C'est dans le cadre d'une phase d'acquisition de connaissances sur la mégafaune marine des eaux tropicales sous juridiction française que s'est déroulée la campagne Remmoa Antilles-Guyane 2017. Par leur conception, les campagnes Remmoa couvrent de vastes étendues au large, dans la limite de portée des avions (autonomie et sécurité). Ces campagnes sont mises en œuvre au cours des périodes de conditions favorables pour l'observation aérienne, dans le cas présent, il s'agissait de la saison cyclonique. Parmi les mammifères marins, ne sont pas concernées par cette campagne les espèces migratrices telles que les baleines à bosse, présentes en hiver et près des côtes pour la reproduction et qui bénéficient d'autres moyens de suivi plus adaptés. En outre, la période permet d'optimiser la collecte de données sur toutes les autres espèces de cétacés ainsi que sur les oiseaux marins, les tortues marines et les élasmobranches.

En 2017, la campagne Remmoa s'est portée sur les ZEE de Guyane, Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin et Saint-Barthélemy représentant environ 280 000 km², soit près de 3 % de l'espace maritime sous juridiction française en outre-mer. Mais cette campagne a également bénéficié d'une coopération régionale avec la participation de la Dominique et des îles néerlandaises de Sint-Maarten, de Saba et de Saint-Eustache.

Ces régions situées dans l'Atlantique tropical (Petites Antilles) et équatorial (Guyane) rassemblent des zones maritimes aux conditions environnementales très variées avec des plateaux insulaires (Antilles) et un plateau continental (Guyane), des zones de pente et de talus, des monts sous-marins et des plaines abyssales. Les conditions océanographiques y sont également très nuancées en raison des différents courants dominants tels que le courant nord-équatorial aux Antilles ou le courant de Guyane fortement influencé par les eaux de l'Amazonie le long des côtes de Guyane.



La côte guyanaise (A. Baglan - AFB/Observatoire Pelagis)

La zone couverte dans les Petites Antilles couvrait la quasi-totalité du sanctuaire Agoa. Initié au début des années 2000 par les ONG locales, le sanctuaire *Agoa* pour les mammifères marins dans les Antilles françaises est depuis 2010 une aire marine protégée déclarée au niveau français. Il a ensuite été reconnu en 2012 au titre du protocole SPAW (Specially Protected Areas and Wildlife) de la convention de Carthagène. Il a pour objectif de garantir un état de conservation favorable des mammifères marins en les protégeant, ainsi que leurs habitats, des impacts négatifs directs ou indirects, avérés ou potentiels, des activités humaines. Dans ce cadre, la campagne Remmoa 2017 a pu bénéficier d'un appui du sanctuaire à la mise en œuvre.

OBJECTIFS PRINCIPAUX

Les campagnes Remmoa ont pour objectif de produire un état des lieux quasi instantané de la répartition et de l'abondance des mammifères et oiseaux marins, des tortues marines, des raies et requins, des grands poissons visibles en surface afin de pouvoir suivre à l'avenir l'état de conservation de ces populations. Elles permettent également d'identifier les habitats associés aux plus fortes densités ou aux plus fortes diversités taxonomiques. De plus, la répartition de certaines activités humaines (pêche, trafic maritime, déchets) peut être également évaluées. Cette campagne est d'autant plus importante qu'elle fut la première en 2008 de ce type et à cette échelle à être réalisée dans la région.

Avec cette seconde couverture que représente le cycle II de Remmoa, une comparaison est possible avec les données de 2008, principalement pour la Guyane, dont les deux échantillonnages ont été fait à la même période (octobre). Pour les Antilles la comparaison sera plus délicate, en effet la première campagne avait été réalisée plus tôt et les conditions d'observation n'avaient pas été favorables.

ETAT DES CONNAISSANCES AUX PETITES ANTILLES ET EN GUYANE

Selon la classification des grandes régions éco géographiques de Longhurst les deux secteurs couverts au cours de cette campagne appartiennent à deux régions distincte : la province Caraïbe et la zone côtière des Guyanes (Longhurst, 2006).

Les Petites Antilles forment un arc d'îles volcaniques qui s'étend sur environ 800 km, situé entre la marge continentale nord-est de l'Amérique du Sud et le passage d'Anegada (îles Vierges) au nord (entre 11°N et 18°N). L'ouest de l'arc, côté Mer des Caraïbes, est marqué par une pente insulaire assez forte et l'absence de plateau, alors qu'à l'est, côté Océan Atlantique, la présence d'un plateau est un peu plus marquée et une pente plus progressive et irrégulière. La zone d'étude est majoritairement située au centre de cet arc (entre 14°N et 16°N).



Rivière salée, Grand Cul-de-sac marin, Guadeloupe
(S. Laran - AFB/Observatoire Pelagis)

Les eaux de surface des Petites Antilles sont soumises à de forts courants équatoriaux, avec le courant de Guyane et celui de la dérive nord-équatoriale qui se rejoignent. Les secteurs des Petites Antilles couverts par la campagne sont largement dominés par le passage du courant nord-équatorial et par de faibles concentrations en chlorophylle de surface. Le cycle saisonnier est complexe avec une forte variabilité annuelle et saisonnière, néanmoins la concentration en chlorophylle de surface est 10 fois moins élevée aux Antilles qu'en Guyane. La productivité près des côtes semblent assez forte alors les eaux pélagiques au large sont relativement oligotrophes et caractérisées par une stratification permanente.

La zone d'étude **en Guyane** s'étend sur quasiment l'ensemble de la ZEE guyanaise française (entre 4°N et 8°N). La zone côtière, jusque 30 km au large environ, est caractérisée par des eaux très peu profondes (0-20 m) et turbides et des fonds vaseux, sous l'influence de l'Amazone et des fleuves de Guyane. Bien que riche en nutriments, la production phytoplantonique de cette zone est limitée par le manque de lumière. Le plateau continental s'étend jusqu'à environ 130 km de la côte, c'est la zone la plus productive y compris en début de saison sèche. Le talus est plus abrupt en allant vers le sud-ouest et entaillé de canyons sous-marins. La partie océanique est caractérisée par une plus faible production phytoplantonique.



Les îles du Salut, Guyane
(S. Laran - AFB/Observatoire Pelagis)

La productivité est gouvernée par les courants présents et notamment le Courant de Guyane subissant de fortes variations saisonnières sous l'influence du courant nord brésilien, des panaches de fleuve et également des alizés qui plaquent plus ou moins le courant à la côte (Artigas *et al.*, 2003) (Muller-Karger *et al.*, 1988)

Durant la période d'étude (saison sèche), le courant de Guyane effectue une réflexion vers l'est, les panaches des fleuves sont plus étalés vers le large, et leur amplitude et dispersion évoluent rapidement, modifiant ainsi la productivité marine. La salinité, la température et la composition des eaux de surface, autant de paramètres dont la variabilité se répercute très probablement sur la répartition de la mégafaune marine dans la région.

Les mammifères marins des Petites Antilles

Dans l'ensemble des eaux caraïbéennes, une trentaine d'espèces de mammifères marins ont été recensées, dont plus d'une vingtaine d'espèces de cétacés déjà observées au sein de la zone d'étude et une douzaine considérées comme régulières. La plus grande diversité concerne la famille des delphinidés, avec une quinzaine d'espèces observées dans les eaux antillaises.

Bien que de nombreuses campagnes ponctuelles et suivis de plus long terme reposant sur l'observation ont été ou sont déployés dans les eaux françaises des Petites Antilles (Dars *et al.*,

2011; Gandilon et Girou, 2009; Jeremie *et al.*, 2013; Laran *et al.*, 2016; Rinaldi *et al.*, 2006; Rinaldi et Rinaldi, 2008b; Ricart *et al.*, 2015; Rinaldi et Rinaldi, 2008a; Gandilhon, 2012{Peltier, 2015 #3503}), l'essentiel des connaissances concerne les eaux relativement côtières ainsi que la côte sous le vent, plus facilement accessible au cours d'une journée en mer. Les suivis se focalisent également sur quelques espèces, dont les deux emblématiques dans la région : le cachalot et la baleine à bosse. L'effort déployé pour le suivi des cétacés a lieu donc en grande majorité dans les eaux côtières. L'inégalité dans la répartition de l'effort d'observation entrave la vision globale de la distribution des cétacés dans le sanctuaire, et leur utilisation de l'habitat. Dans les îles du nord (Saint-Martin, Saint-Barthélemy) et îles néerlandaises, en dehors de la présence des baleines à bosse, la fréquentation des autres espèces de cétacés est beaucoup moins connue (Debrot *et al.*, 2017).

Les campagnes réalisées à plus large échelle et menée par l'IFAW (Fond International pour la Protection des Animaux) entre 1995 et 2006 (Boisseau *et al.*, 2006), par la FAO entre 2000 et 2005 (Heileman *et al.*, 2008) ou encore par l'Agence des aires marines protégées - Remmoa I (Van Canneyt *et al.*, 2009)- confirment la grande diversité des cétacés dans les petites Antilles mais également leurs faibles densités. Durant la campagne Remmoa I, il est apparu que les densités de cétacés les plus importantes étaient observées au large le long de la pente côté Atlantique (Mannocci *et al.*, 2013).

De même, toutes les espèces ne fréquentent pas les eaux des petites Antilles de la même manière : certaines sont considérées comme résidentes (e.g.: grand cachalot, grand dauphin, dauphin tacheté pantropical) et d'autres ne sont présentes que durant une certaine période de l'année (e.g. baleine à bosse). Enfin, les données actuelles pour certaines espèces ne permettent pas de définir de schéma de fréquentation pour d'autres espèces (e.g. kogias, baleines à bec, pseudorque, orque naine).

Le genre *Stenella* est le plus diversifié et le dauphin tacheté pantropical reste le plus fréquent tout au long de l'année avec probablement la densité la plus forte parmi les différentes espèces de delphinidés. D'autres delphinidés sont observés plus préférentiellement pendant la saison sèche, comme le dauphin tacheté de l'Atlantique. Pour les grands delphinidés, les grands dauphins semblent résidents et les dauphins de Fraser sont régulièrement présents. Les globicéphales tropicaux sont aussi régulièrement signalés alors que les autres espèces de globicéphalins semblent plus occasionnelles.

Les grands plongeurs (cachalots et baleines à bec) sont un groupe écologique bien représenté dans les eaux Antillaises, ils constituent en effet 41% des observations faites au cours de la première campagne Remmoa (Mannocci *et al.*, 2013). Le grand cachalot représente une des espèces les mieux suivies notamment en Guadeloupe et en Dominique (Gero et Whitehead, 2016; Rinaldi et Rinaldi, 2008c). Le cachalot nain est observé de manière régulière, mais sa faible détectabilité en mer depuis un bateau sous-estime probablement sa fréquentation dans la zone. Parmi les ziphiidés, trois espèces ont déjà été observées : le mésoplodon de Gervais, le mésoplodon de Blainville et la baleine à bec de Cuvier. Ces espèces dont la détection en mer est difficile sont probablement présentes de manière régulière mais les connaissances restent très limitées.

Parmi les baleinoptéridés, le petit rorqual, le rorqual de Bryde, le rorqual de Rudolphi ou encore le rorqual commun sont parfois observés mais leur schéma de fréquentation est mal connu. Alors que la baleine à bosse montre une fréquentation saisonnière marquée pour la reproduction pendant la saison sèche.

Les estimations de densités nécessitent un protocole précis sur des plateformes dédiées à l'observation de la mégafaune marine. Dans le sanctuaire Agoa, peu d'études suivent cette méthodologie. Lors des survols aériens Remmoa réalisés en 2008 au sein des ZEE de Martinique et de Guadeloupe, les taux de rencontre observés de cétacés étaient trop faibles pour proposer des estimations d'abondance par espèce (0,6 observation.100km⁻¹ ; Mannocci et al., 2013). Néanmoins ces survols ont permis d'estimer l'abondance des delphininés (*Stenella* spp., *Tursiops truncatus*, *Steno bredanensis*, *Lagenodelphis hosei*) et des globicéphalinés (*Globicephala macrorhynchus*, *Pseudorca crassidens*) avec respectivement 3 600 delphininés (IC95% [1400 ; 6300] delphininés) et 1 000 grands globicéphalinés (IC95% [130 ; 2000] animaux). Les observations se concentraient sur le talus de la côte atlantique (Van Canneyt et al., 2009). Des transects réalisés par bateau suggèrent que les dauphins tachetés pantropicaux sont les plus abondants avec 270 à 300 dauphins en côte sous le vent de la Guadeloupe (selon les méthodes employées), et 855 animaux (IC95% : 202-1508) qui évolueraient dans l'ensemble du sanctuaire (Gandilhon, 2013). Les grands dauphins résidant dans les eaux de la Guadeloupe ont été estimés entre 83 et 103 individus (Gandilhon, 2012) et près de 240 (IC95% : 180-300) dans tout le sanctuaire Agoa (Gandilhon, 2013). Une estimation minimale par photo-identification fait état de 143 dauphins en Guadeloupe (Penel, 2013), mais avec un taux de recapture très faible suggérant des mouvements importants.

Des campagnes menées en 2008 et 2011 font état de 442 baleines à bosse (IC95% [302-645] individus) qui auraient fréquenté les eaux de la Guadeloupe au cours de la saison sèche (Gandilhon, 2012), et 525 (IC95% : 448-601) dans l'ensemble du sanctuaire (Gandilhon, 2013). Les campagnes aériennes Remmoa font quant à elles état de 160 (IC95% : 50-300) animaux en 2008 (Van Canneyt et al., 2009). L'écart de ces estimations avec celles proposées lors des campagnes en mer plus côtières peut s'expliquer par le plan d'échantillonnage qui n'est pas dédié aux eaux côtières où se concentrent les baleines à bosse. Les travaux de photo-identification menés montrent des taux de recapture très faibles voir nul en Guadeloupe par exemple (Rinaldi et Rinaldi, 2008a).

Dans les eaux de la Guadeloupe, des suivis en bateau suggèrent que 37 cachalots (IC95% :19-52) seraient présents et plus largement 142 (IC95% : 97-187) à l'échelle du sanctuaire AGOA (Gandilhon, 2012). La campagne Remmoa I suggèraient également la présence de 170 cachalots (IC95% : 50-400) dans l'ensemble du sanctuaire (Van Canneyt et al., 2009). Un catalogue d'identification de cachalots réalisé depuis 1998 autour de la Guadeloupe comprend plus de 200 animaux avec une majorité de femelles et immatures (Rinaldi et Rinaldi, 2008a). Les recaptures photographiques sont régulières entre la Guadeloupe, la Dominique et la Martinique et suggère une présence tout au long de l'année des cachalots dans le sanctuaire et en Dominique où 419 individus ont été identifiés (Gero et al., 2014) avec des structures sociales plutôt restreintes. Des travaux plus récents basés sur l'analyse par Capture-Marquage-Recapture dans les eaux de la Guadeloupe suggèrent une tendance globale à la diminution (Rinaldi C. pers. com.), tendance confirmée par des travaux similaires en Dominique (Gero et Whitehead, 2016).

Les mammifères marins de Guyane

La fréquentation des mammifères marins dans les eaux de Guyane est moins documentée qu'aux Antilles. Avant la campagne Remmoa I en 2008, seule la présence de deux espèces était mentionnée : le lamantin, *Trichetus manatus*, dont la distribution se limite à la bande littorale de Guyane et les estuaires (de Thoisy et al., 2001) ; et le dauphin de Guyane ou sotalie, *Sotalia guianensis*, petit

delphinidé marin également très côtier (Bouillet *et al.*, 2002). A l'échelle des eaux du plateau des Guyanes (Guyana, Suriname et Guyane), la documentation sur les cétacés au large était quasi inexistante.

Néanmoins, les résultats de la première campagne Remmoa en 2008, mettant en évidence la forte diversité et les densités élevées de certaines espèces de cétacés, et surtout les projections pétrolières ont suscité le développement des campagnes d'observation en mer en Guyane française (Bordin *et al.*, 2012; Counihan *et al.*, 2012; Pusineri *et al.*, 2018) et également au Surinam (De Boer, 2015).

Parmi les cétacés, le dauphin de Guyane représente sans aucun doute l'espèce de cétacé la plus emblématique de la Guyane, dont les enjeux de conservation sont importants du fait de son endémisme dans cette région, son habitat côtier et son exposition aux diverses pressions, notamment la pêche. La campagne Remmoa I a permis une première estimation de l'abondance d'environ 1 940 dauphins de Guyane (IC95% : 930 - 4 060). Au cours de cette campagne la liste des espèces présentes dans les eaux de Guyane s'est allongée, avec pour les delphinidés : le grand dauphin et les dauphins du genre *Stenella*, et pour les globicéphalinés : le globicéphale tropical et le dauphin de Risso. En 2008, l'abondance estimée pour les grands delphininés (majoritairement le grand dauphin) était particulièrement élevée avec 38 000 individus (IC95% : 23 000 - 64 000), alors que l'abondance des petits delphininés était estimée à 4 000 individus environ (IC95% : 1 900 - 8 200). Le rorqual commun, le grand cachalot, et le ziphiidés ont également été observés au cours de cette campagne. L'abondance des baleines à bec (baleine à bec de Cuvier et *Mesoplodon spp*) a été estimée à 190 individus (IC95% : 90 - 420).

Les campagnes d'observation par bateau, combinant observation visuelle et acoustique passive, ont permis de confirmer la grande biodiversité et d'affiner la liste des espèces notamment pour les delphinidés : dauphin à long bec, dauphins tachetés de l'Atlantique et pantropical, dauphin de Fraser, steno, peponocéphale, orque pygmée, pseudorque, dauphin commun et dauphin Clymene. La baleine bleue et la baleine à bosse ont également été observées lors d'une campagne sismique pour *Shell Exploration and Production* en 2012 (Counihan *et al.*, 2012). Enfin la présence de kogias, avec le cachalot nain, a été confirmée lors d'une récente campagne d'acquisition de connaissances en 2018 (Pusineri *et al.*, 2018)

Toutes ces campagnes ont permis de confirmer la très grande diversité de cétacés dans les eaux guyanaises au large et des densités élevées pour les delphininés (notamment les dauphins tachetés, le dauphin à long bec et le grand dauphin) en particulier au niveau des accores du plateau continental et du talus.

Tableau 1. Liste des mammifères marins des petites Antilles et de Guyane française, inventaire connu et observations relevées lors de la campagne Remmoa I (I) et Remmoa II (II).

Groupe	Espèce	Nom commun	Guadeloupe - Dominique - Martinique			Iles du Nord			Guyane		
			Connue	I	II	connue	I	II	connue	I	II
Grand baleinoptéridé	<i>Balaenoptera musculus</i>	Rorqual bleu							X		
	<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorqual de Bryde	X								X
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun							X	X	
	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	X	X							
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleine à bosse	X	X		X	X		X		X
	<i>Orcinus orca</i>	Orque	X	X					X		X
Grand globicéphaliné	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Globicéphale tropical	X	X	X	X			X	X	
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Pseudorque	X	X	X			X	X	X	X
	<i>Grampus griseus</i>	Dauphin de Risso			X			X	X	X	X
Petit globicéphaliné	<i>Feresa attenuata</i>	Orque naine	X						X		
	<i>Peponocephala electra</i>	Péponocéphale	X		X			X	X		X
	<i>Stenella attenuata</i>	Dauphin tacheté pantropical	X					X	X		X
	<i>Stenella longirostris</i>	Dauphin à long bec	X		X	X			X		X
Petit delphininé	<i>Stenella frontalis</i>	Dauphin tacheté de l'Atlantique	X						X		
	<i>Stenella clymene</i>	Dauphin de Clymène	X						X		
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	X								
	<i>Delphinus delphis capensis</i>	Dauphin commun							X		
Grand delphininé	<i>Sotalia guianensis</i>	Dauphin de Guyane							X	X	X
	<i>Steno bredanensis</i>	Sténo rostré	X		X				X		X
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Dauphin de Fraser	X	X	X				X		X
	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	X	X	X	X			X	X	X
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Grand cachalot	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kogiidé	<i>Kogia sima</i>	Cachalot nain	X	X	X	X	X	X			X
	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalot pygmée	X			X					
Ziphiidé	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleine à bec de Cuvier	X	X	X	X		X	X	X	X
	<i>Mesoplodon europeus</i>	Mésoplodon de Gervais	X						X		
	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Mésoplodon de Blainville	X		X				X	X	

Les oiseaux marins des Petites Antilles

Depuis une dizaine d'années, de nouvelles actions de dénombrement aux colonies notamment sur les zones protégées ainsi que des suivis en mer ont permis d'apporter de plus amples connaissances dans la région (Bretagnolle et Precheur, 2012; Leblond *et al.*, 2016). Bien que depuis l'arrivée des européens les populations d'oiseaux marins nicheurs auraient chuté de 90 %, les petites Antilles restent une zone remarquable pour l'avifaune marine (Leblond, 2003b). On y dénombre 22 espèces considérées comme nicheuses dont la plupart se reproduisent entre novembre et juillet avec des variations inter-sites. Parmi celles-ci, la présence de 9 est confirmée en Martinique (Raigné, 2012) et 7 en Guadeloupe (Leblond, 2003b). D'autres espèces peuvent aborder les îles comme aire de repos lors de migration et/ou à but alimentaire. Certains individus immatures peuvent également fréquenter ces régions en accompagnant les adultes reproducteurs ou de manière indépendante. Ainsi la Guadeloupe compte plus d'une vingtaine d'espèces migratrices régulières (Levesque *et al.*, 2008). En mer, les résultats globaux issus de la campagne Remmoa I montrent des taux de rencontre similaires pour les Antilles et la Guyane mais avec des compositions spécifiques différentes (Mannocci *et al.*, 2013).

Les frégates sont présentes aux Antilles mais avec des abondances moindres par rapport aux îles au Sud Est des Caraïbes qui abritent l'une des plus importantes colonies de frégates superbes (*Fregata magnificens*) (McGowan *et al.*, 2006). Bien que peu nombreuses lors de Remmoa, ces dernières sont très fréquentes sur des chasses observées autour de la Martinique en octobre (Leblond *et al.*, 2016). Le pélican brun (*Pelecanus occidentalis*) est présent à l'année sur les sites mais rarement en tant que reproducteur, excepté à St Martin et St Barthélémy (Collier *et al.*, 2002).

La présence des Procellariidés aux Antilles varie au cours de l'année en fonction des périodes de reproduction et de migration qui sont plus ou moins rythmées suivant l'espèce. Le puffin d'Audubon (*Puffinus lherminieri*) avec 3 000 à 5 000 couples est le plus fréquent. Il niche dans la région de février à juillet sur de nombreux sites comme à St Martin ou en Martinique (Collier *et al.*, 2002; Levesque *et al.*, 2007). Sa dynamique de population, affectée par la prédation des rats sur les terriers, redevient positive depuis 2008, et apparait grandement influencée par les rivières guyanaises (Precheur *et al.*, 2016). D'autres espèces de cette famille peuvent-être vues de passage lors de leur migration avec le puffin des anglais (*Puffinus puffinus*) généralement au mois de mars, alors que le puffin majeur (*Puffinus gravis*) et le puffin cendré (*Calonectris diomedea*) sont observés un peu plus tard dans l'année de mai à août (Levesque, 2005). C'est également le cas des océanites qui ne sont présents qu'en migration (Levesque, 2005b). Endémique aux Caraïbes, le pétrel diablotin (*Pterodroma hasitata*) est classé comme « En danger » par l'UICN. Nicheur aux grandes Antilles, il n'est plus confirmé en tant que tel en Martinique, Guadeloupe et Dominique depuis les années 80 néanmoins sa rare présence en mer est connue (Collier *et al.*, 2002).

Les phaétons à bec rouge (*Phaethon aetherus*) dont la saison de reproduction se situe de novembre à avril dans la région sont répartis depuis le sud de Puerto-Rico jusque Trinidad avec 2 500 couples recensés (Lee et Walsh-McGehee, 2000). Cette espèce est classée vulnérable avec des populations principalement menacées par la prédation des rats comme c'est la cas à Saint-Eustache (Report et Foxley, 2014). Quelques phaétons à bec jaune (*Phaethon lepturus*) sont également nicheurs notamment en Guadeloupe. Cette famille a été abondamment observée au large lors de Remmoa I (densité de 1,9 individus/100km², Mannocci *et al.* 2013), et majoritairement sur la pente côté atlantique.

On observe également aux Antilles trois espèces de sulidés. Le fou brun (*Sula leucogaster*) est une espèce commune qui niche notamment à St Barthélémy, en Guadeloupe et sur le rocher Diamant en

Martinique (Leblond, 2003a). Quelques couples de fous à pieds rouges (*Sula sula*) sont présents en Guadeloupe aux îles saintes où ils nichent dans les arbres (Mendez *et al.*, 2017). Ces deux précédentes espèces sont régulièrement observées en mer en Guadeloupe (Rinaldi, comm. pers.), leur distribution inféodée au talus et à la côte est typique d'un milieu à faible productivité (Mannocci *et al.*, 2013). Bien que nicheur, le fou masqué (*Sula dactylatra*) reste rarement observé aux Antilles (Levesque, 2005a).

Les laridés correspondent à la famille la plus représentée en Guadeloupe parmi les oiseaux marins (Levesque *et al.*, 2008). Globalement l'espèce la plus abondante dans la région serait la sterne fuligineuse (*Sterna fuscata*) dont les effectifs nicheurs sur les deux îles atteindraient 22 000 individus (Lowrie *et al.*, 2012). En mer, sa distribution est diffuse et les densités calculées sur Remmoa I sont de 5,5 individus/100 km² pour l'ensemble des sternes brunes (*Sterna fuscata* and *Sterna anaethetus*, Mannocci *et al.*, 2013). Observées plus rarement pendant la campagne Remmoa I car plus côtière, la sterne bridée (*Sterna anaethetus*) compterait environ 500 couples dans la région. Des effectifs proches sont enregistrés pour la sterne de Dougall (*Sterna dougallii*) alors que la petite sterne (*Sterna antillarum*) ne comporte qu'une cinquantaine de couples en Guadeloupe. La sterne royale (*Thalasseus maxima*) communément observée depuis la côte, bien qu'il y ait peu de reproduction localement (Leblond *et al.*, 2016). Dans des effectifs moindres, le noddie brun (*Anous stolidus*) niche sur la zone avec environ 1 500 couples reproducteurs. D'autres espèces comme la mouette atricille (*Leucophaeus atricilla*), la sterne pierre-garin (*Sterna hirundo*), et la sterne caugek (*Sterna sandvicensis*) sont régulières dans les petites Antilles mais plus rarement nicheuses (Lowrie *et al.*, 2009).

Trois espèces de labbes passent aux Antilles lors de leur migration : le labbe parasite (*Stercorarius parasiticus*) et le labbe pomarin (*Stercorarius parasiticus*) plutôt réguliers de mars à juin en Guadeloupe, mais aussi le grand labbe (*Catharacta skua*), assez rare aux Antilles (Levesque, 2005b).

Les oiseaux marins de Guyane française

De nombreuses espèces d'oiseaux marins sont présentes en Guyane. La réserve naturelle de l'îlot du Grand Connétable, qui est l'unique refuge protégé en mer situé entre l'embouchure de l'Amazone et le delta de l'Orénoque, abriterait la majeure partie des espèces nichant en Guyane majoritairement au cours de la saison sèche d'avril à juillet (Delelis et de Pracontal, 2006). Les études ont davantage ciblé ces colonies avant de s'intéresser plus récemment à la distribution des oiseaux au large avec les campagnes Remmoa I en 2008 et celles du GEPOG sur plusieurs saisons en 2011-12 (Mannocci *et al.*, 2013; Bordin *et al.*, 2012).

Pour les frégates superbes, le Grand Connétable est unique dans la région avec près de 500 couples reproducteurs. De plus, une importante fraction non nicheuse de la population est concentrée sur l'île et ses abords immédiats ce qui est également mis en évidence lors de la campagne Remmoa I (Mannocci *et al.*, 2012). Les suivis télémétriques ont montré des déplacements des reproducteurs longeant toute la zone maritime du plateau des Guyanes (Weimerskirch *et al.*, 2006). Elles chassent leurs proies souvent rassemblées par d'autres prédateurs comme les thons (Weimerskirch *et al.*, 2003), et interagissent aussi fortement en suivant les chalutiers en activité comme les crevettiers (Chastel *et al.*, 2003).

Les sulidés sont relativement peu observés en Guyane, seul le fou brun se rencontre occasionnellement près de l'île du Grand Connétable (Condamine, 1978; de Boer *et al.*, 2014).

Le Connétable accueille la reproduction de nombreux laridés avec la mouette atricille, la sterne de Cayenne (*Thalasseus eurygnathus*) et ses 10 000 couples, et la sterne royale avec 1 600 couples

(Flood *et al.*, 2017). C'est aussi le cas de la sterne fuligineuse et le noddie brun qui s'approchent des terres pour la reproduction alors qu'elles utilisent surtout l'espace pélagique au-delà des eaux côtières turbides (Artigas *et al.*, 2003). C'est ce qui a été montré lors des survols Remmoa I, les sternes brunes ayant une densité très élevée (30,9 individus/100 km²) dans la strate océanique. A l'inverse, la distribution des autres laridés et notamment les sternes "grises" apparaît côtière. Les autres îlets et leurs eaux environnantes offrent un terrain de recherche alimentaire qui l'est aussi pour les oiseaux en migration (Chastel *et al.*, 2003).

Les eaux guyanaises représentent aussi un passage ou une aire d'hivernage pour des espèces migratrices comme les labbes, le phaéton à bec rouge ou encore les différentes espèces de procellariidés, comme les puffins des anglais et d'Audubon, les océanites ou encore les puffins majeurs et cendré présents dans les eaux adjacentes à la Guyane. Au regard des campagnes du GEPOG, ces derniers apparaissent plus sur le talus et en zone océanique (Condamine, 1978; de Boer *et al.*, 2014).

Une partie des pressions et menaces ayant lieu aux Antilles se retrouve en Guyane. Même si certaines îles sont assez préservées de la présence humaine, les oiseaux n'échappent pas au problème des captures accidentelles et de la déplétion de leurs ressources alimentaires (Le Dreff et Bellaton, 1994). L'autre menace de la région est la contamination du mercure liée à l'activité d'orpaillage : la teneur mesurée sur les frégates guyanaises est bien plus élevée que sur les autres populations connues (Sebastiano *et al.*, 2016).

Les tortues marines

Sur les sept espèces de tortues marines connues, toutes sont considérées comme menacées ou en danger critique d'extinction selon l'IUCN. Parmi elles, 3 d'entre elles nidifient régulièrement en Guyane (Dyc *et al.*, 2015): la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue verte (*Chelonia mydas*) et de tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*). Mais 5 espèces fréquentent les eaux des petites Antilles et de Guyane, avec la tortue caouanne (*Caretta caretta*) et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*).

La Guadeloupe et la Martinique possèdent plusieurs plages connues pour être des lieux de ponte occasionnels pour la tortue imbriquée (Delcroix *et al.*, 2014). Elle est l'espèce la plus rencontrée dans ces eaux avec la tortue verte, bien que leurs populations aient connues une forte chute de leurs effectifs durant le siècle dernier, ces-dernières ayant été surexploitées pour leur chair et leurs écailles dans les eaux caribéennes, et leurs habitats détruits par les constructions humaines (Chevalier, 2006; Dyc *et al.*, 2015). La tortue olivâtre est la plus rare aux Antilles françaises. En mer, les habitats recherchés par les tortues marines dans les caraïbes peuvent se recouper. Bien que les plages antillaises soient des lieux de pontes fréquents pour les tortues, les zones de forte abondance se situent vers les côtes costaricaines ou les Bahamas (en particulier pour les tortues vertes), vers Puerto Rico (pour les tortues imbriquées principalement), ou encore vers Cuba et les côtes du Nicaragua pour la tortue Caouanne (Chambault *et al.*, 2015; Dyc *et al.*, 2015; Griffin et Griffin, 2003; Moncada *et al.*, 2010). La tortue luth est elle aussi présente aux Caraïbes, où elle affectionne en particulier les eaux proches des Grenadines, bien que les conditions hydrologiques et bathymétriques y soient bien différentes de celles rencontrées le long des côtes Guyanaises.

En Guyane, les plages proches de la frontière avec le Surinam, au nord-Ouest, constituent l'un des plus importants lieux de nidification non seulement pour les tortues vertes, qui sont abondantes en mer, notamment près des Iles du Salut (Bjorndal *et al.*, 2005) ; mais surtout pour les tortues luth qui est l'espèce venant nidifier en Guyane la plus représentée (Bjorndal *et al.*, 2005; Chambault *et al.*,

2015). Les eaux Guyanaises abritent également de nombreuses tortues olivâtres, majoritairement présentes à l'ouest du plateau continental, une région riche en crustacées (Moguedet *et al.*, 1994). La tortue caouanne n'est observée que très occasionnellement. Il n'est toutefois pas mentionnée la présence de tortues imbriquées, qui semblent privilégier les eaux claires et les fond rocheux, conditions que l'on ne rencontre pas dans le littoral Guyanais, très turbide (Bjorndal *et al.*, 2005).

L'abondance des tortues est difficile à évaluer et le plus souvent quantifiée par les trajets de ponte à terre. Ces espèces sont capables d'effectuer d'importantes migrations entre chaque saison de reproduction et occupent des habitats variés souvent éloignés de leur site de ponte (Moncada *et al.*, 2010). Ainsi des tortues caouannes nés à Cuba ont effectué des migrations transatlantiques, suivant les courants jusqu'aux Açores ou aux Canaries, pour ne revenir dans les eaux proches de leur lieu natal seulement 13 ans plus tard (Moncada *et al.*, 2010). De même, durant l'été austral, certaines tortues luths femelles, nées sur les plages proches de Trinidad et Tobago, effectuent des migrations jusqu'au nord du Brésil, entre deux périodes de ponte successives, probablement pour s'alimenter (Barata *et al.*, 2004).

La répartition des tortues évolue en fait, suivant les espèces, en fonction de leur stade de vie, leur alimentation et des processus plus ou moins stochastiques de dispersion. Le régime alimentaire change, en effet avec l'âge, les juvéniles sont chez la plupart des espèces omnivores avec une part importante de petits invertébrés pélagiques tels que les cnidaires, les mollusques et des crabes, et une part souvent moins importante de macro-algues. Vers l'âge adulte, les tortues vertes et imbriquées adoptent un régime herbivore à base d'éponges et d'herbiers (ou macro-algues), respectivement, alors que les autres espèces deviennent exclusivement carnivores (Di Benedetto *et al.*, 2015; Plotkin *et al.*, 1993; Witherington *et al.*, 2012).

Les élasmobranches

Les élasmobranches correspondent à une sous-classe des chondrichthyens (poissons au squelette cartilagineux) qui ne comprend que les requins et les raies. Ce groupe est constitué d'environ 1 200 espèces (Compagno, 2001). Plusieurs paramètres dont la biologie et le comportement social de l'espèce ainsi que les composantes environnementales semblent gouverner leur déplacement. Les fronts thermiques, ou les upwellings, associés à une forte productivité biologique, semblent être des zones recherchées par plusieurs espèces de requins et par les raies manta (Hacohen-Domené *et al.*, 2017; Luiz *et al.*, 2009; Queiroz *et al.*, 2016). Les zones échantillonnées dans ces études sont relativement proches de certains lieux de productivité primaire importants, induits d'une part par le passage du Gulf Stream dans la mer des Caraïbes qui engendre des upwellings le long de la côte du Venezuela et d'autre part par la sortie du Gulf Stream par le détroit de Floride. Ces deux endroits rassemblent d'importantes populations de différentes espèces d'élasmobranches, attirées par les ressources alimentaires présentes et la concentration globale d'élasmobranches tend à diminuer en s'éloignant de ces zones (Forselledo *et al.*, 2008; Hacohen-Domené *et al.*, 2017; Lawson *et al.*, 2017). Peu de résultats sur les élasmobranches concernent strictement la Guyane ou les Antilles : un descriptif de leur répartition est réalisé sans distinction des deux zones, mais sur les régions alentours en fonction de la littérature disponible à ce jour.

- *Les raies*

Au cours des campagnes aux Antilles, quatre groupes des raies ont pu être identifiés depuis l'avion, à savoir : les raies léopards (*Aetobatus narinari*), les raies diables de mer (*Mobula spp.*), les raies manta (*Mobula birostris* et *Mobula alfredi*) et les raies pastenagues (*Dasyatis spp.*). Hormis la raie léopard, ces espèces ont également été observées en Guyane.

Les raies manta sont le groupe d'élasmobranches le plus observé pendant la campagne. Cependant les deux espèces de raies manta, la raie manta géante (*Mobula birostris*) et la raie manta de récif (*Mobula alfredi*), sont difficilement différenciables et sont regroupées ensemble dans les observations (Marshall *et al.*, 2009). Bien qu'elles soient des espèces emblématiques, fréquemment observées, elles sont classées « Vulnérables » par l'IUCN, et l'état des populations, ainsi que leurs mœurs, sont encore peu étudiés. D'autre part, au niveau mondial, une diminution de la population est constatée, et pourrait aller jusqu'à 80 % dans certaines régions (Marshall *et al.*, 2009).

Cinq des sept espèces recensées de diables de mer sont présentes dans les zones d'échantillonnage aux Antilles et Guyane française. La famille des mobulidés est constituée essentiellement d'animaux filtreurs de zooplancton mais certains diables de mer se nourrissent aussi de petits poissons. Parmi les zones d'agrégations renseignées dans l'étude de (Notarbartolo-di-Sciara et Hillyer, 1989) seule *Mobula birostris* est connue pour avoir des sites d'agrégations dans l'atlantique, à savoir à l'est de la Floride au sud du Brésil de juillet à septembre (Luiz *et al.*, 2009) ainsi que dans la mer des Caraïbes, en été également, et le long des côtes du Venezuela (Notarbartolo-di-Sciara et Birkun, 2010). Toutefois, *Mobula hypostoma* est également largement répandue dans le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes jusqu'aux Antilles. Les raies pastenagues (*Dasyatis spp.*) sont quant à elles des consommateurs de petits poissons et invertébrés, et sont présentes principalement dans les eaux chaudes et peu profondes. Enfin, la raie léopard (*Aetobatus narinari*), fait partie de la famille des myliobatidés. Elle peut atteindre une taille légèrement inférieure à trois mètres d'envergure et à une forme caractéristique en losange (White *et al.*, 2010), facilitant son identification. La raie léopard est classée depuis 2006, comme « Quasi-menacée » (NT)(IUCN, 2018), mais un manque de données la concernant ne permet pas non plus de la classer précisément afin de développer des actions de conservation (Kyne *et al.*, 2006).

- *Les requins*

Quatre espèces de requins et un taxon ont pu être identifiés lors de la campagne : le groupe des requins marteaux (*Sphyrna spp.*) dont deux espèces sont classées « En danger » (EN) et une « Vulnérable » (VU), les autres étant classées « Données insuffisantes » (DD) ; le requin baleine (*Rhincodon typus*) classé « En danger » (EN) par l'IUCN depuis 2016, le requin tigre (*Galeocerdo cuvier*) classé « Quasi menacé » (NT), et le requin longimane (*Carcharhinus longimanus*) et le grand requin blanc (*Carcharodon carcharias*) classé « Vulnérable » (VU).

Les grands requins blancs sont peu signalés aux Antilles, par comparaison à d'autres régions plus au nord, proche des côtes américaines mais sont néanmoins régulièrement observés dans les eaux des Caraïbes en hiver. Leur répartition évolue en fait en fonction de la saison ; concentrés principalement dans les eaux du Massachussets et du New Jersey en été, les grands requins blancs migrent vers le nord de la Floride en hiver (Curtis *et al.*, 2014; Jorgensen *et al.*, 2010).

Le requin bleu (*Prionace glauca*) est, parmi les élasmobranches, l'espèce ayant le taux de capture le plus importants, aux Antilles comme en Guyane, bien qu'aucune observation n'ait été réalisée durant les campagnes remmoa.

Les requins marteaux (*Sphyrna spp.*) forment un groupe largement distribué dans les régions tropicales et jusqu'à tempérées pour certaines espèces (ex. requin-marteau halicorne, *Sphyrna lewini*), et sont présents le long des côtes, sur le plateau continental. C'est le groupe de requin

identifié la plus observé en Guyane lors de la campagne aérienne mais aucune observation n'a été réalisée aux Antilles. Les espèces telles que *S. lewini*, *S. mokarran* et *S. tiburo* (requin marteau tiburo), présentes notamment en Atlantique ouest et dans le Golfe du Mexique, sont toutes les trois connues pour effectuer des migrations importantes au cours de leur vie et présentent un comportement philopatric ² (Guttridge *et al.*, 2017; Fields *et al.*, 2016; Klimley, 1987). Le groupe des requins marteaux est victime de la surpêche accidentelle mais aussi d'autres types de pêche comme le *finning*³. D'ailleurs, certaines études mettent en évidence un déclin important des populations de requins halicornes, avec toutefois les populations qui semblent être en « phase de reconstruction » dans l'atlantique Nord-Ouest et Central (Miller *et al.*, 2013b).

Les requins tigres sont présents mondialement dans les eaux chaudes et tempérées jusqu'à environ 40° de latitude. En Atlantique ouest, leur répartition s'étend du Massachussets (Etats-Unis) jusqu'aux côtes de l'Uruguay, incluant la mer des Caraïbes et la Guyane (Domingo *et al.*, 2016; Driggers *et al.*, 2008; Vaudo *et al.*, 2014). Au regard des captures des pêcheries le long des côtes américaines, les eaux de Porto Rico semblent abriter la plus forte concentration de requins tigres présents aux Antilles (Domingo *et al.*, 2016). Ils sont néanmoins fréquemment rencontrés le long des côtes brésiliennes ainsi qu'en plein océan dans les eaux du Courants Nord Atlantique et du Courant Equatorial.

Le requin longimane, ou requin océanique (*Carcharhinus longimanus*) est une espèce exclusivement pélagique dont la distribution en Atlantique ouest s'étend du Maine (Etats-Unis) jusqu'en Argentine, (Lessa *et al.*, 1999). Plusieurs études sur les données de pêche semblent témoigner de la présence relativement importante de *Carcharhinus longimanus* au large des côtes brésiliennes (Lessa *et al.*, 1999; Tavares et Arocha, 2008). Toutefois, il a été mis en évidence que les Bahamas constituaient une zone d'agrégation des requins océaniques dont les retours fréquents et annuels attestent d'un comportement philopatric² pour cette zone. Le choix des Bahamas comme lieux important d'agrégation des requins océaniques pourrait être lié à l'absence de pêche commerciale dans ces eaux, ainsi qu'à la forte disponibilité en ressources alimentaires dans cette zone. La pêche commerciale et le *finning* sont responsable d'une diminution dramatique de l'abondance des requins océaniques dans plusieurs régions de l'Atlantique, pouvant atteindre jusqu'à 99 % de la population « originelle » dans le golfe du Mexique par exemple (Madigan *et al.*, 2015), ce qui lui vaut actuellement le statut d'espèce en danger critique d'extinction selon l'UICN.

² Philopatric : tendance des individus à rester ou revenir instinctivement dans leur territoire d'origine pour se reproduire.

³ "Finning" ou pêche aux ailerons : pratique consistant à capturer des requins pour leur couper les ailerons et la nageoire caudale puis à les rejeter mutilés à la mer.

METHODOLOGIE & ANALYSE

PROTOCOLE D'OBSERVATION ET EQUIPEMENT

La méthodologie générale est identique à celle mise en place lors des campagnes Remmoa précédentes (Van Canneyt *et al.*, 2010; Van Canneyt *et al.*, 2009; Laran *et al.*, 2012; Ridoux *et al.*, 2010; Van Canneyt *et al.*, 2015). Le cadre général de la méthodologie s'appuie sur la technique de l'observation aérienne le long de transects linéaires préalablement établis (*Distance sampling*, Buckland *et al.* 2001) avec mesure de l'éloignement à la route de l'avion permettant d'ajuster des courbes de détection. Cependant pour les oiseaux, dont les observations sont les plus nombreuses, le relèvement systématique de l'inclinaison par rapport à la route de l'avion troublerait les capacités de détection de l'observateur, ainsi l'échantillonnage est réalisé sur une bande de largeur fixe en supposant que tous les individus présents dans cette bande sont détectés (Certain et Bretagnolle, 2008). Cette méthode permet de produire des données de distribution spatiale et de densités relatives assorties d'un intervalle de confiance sur les estimations.

Trois avions différents ont été utilisés pour les besoins de cette campagne. Il s'agissait de deux Britten Norman 2 (BN2, avion bimoteurs à ailes hautes) et d'un Partenavia 68 tous équipés de hublots-bulles (*bubble windows*). Le partenavia n'a été utilisé qu'aux Antilles, en complément d'un des BN2. La vitesse d'échantillonnage est de 90 à 95 nœuds (167 à 176 km.h⁻¹), et l'altitude d'échantillonnage de 600 pieds en moyenne (183 m) au-dessus de la surface de l'eau, ce qui est identique à des campagnes antérieures réalisées dans les eaux européennes (Hammond *et al.*, 1995). Cette altitude offre un bon compromis pour l'observation et l'identification de l'ensemble des espèces ciblées par les campagnes Remmoa.

Lors des sessions d'observation, deux observateurs sont positionnés face aux hublots-bulles installés de chaque côté de l'appareil à l'arrière et offrant un champ d'observation parfaitement à la verticale de l'avion (Figure 1). Le troisième observateur assure la fonction de navigateur. Sur

une grande partie des observations de cétacés, des interruptions de transect ont été réalisées pour revenir sur l'observation, afin de confirmer l'espèce et la taille du groupe (uniquement pour les cétacés). Dans ce cas, la reprise de l'effort d'observation a eu lieu environ 3 minutes après l'interruption du transect. Les détails techniques de la campagne sont présentés dans le rapport de campagne (Van Canneyt *et al.*, 2018).



Britten Norman 2 en vols en Guyane
(G.Dorémus - AFB/Observatoire Pelagis)



Partenavia P68, utilisé aux petites Antilles
(S. Laran - AFB/Observatoire Pelagis)

Les données d'observations collectées concernent : les mammifères et oiseaux marins, les tortues marines, les élastomobranthes (requins et raies), les grands poissons pélagiques comme les thonidés, les istiophoridés et xiphiidés (voilier/marlin/espadon), les bateaux (pêche/plaisance/commerce/...), les dispositifs de concentration de poissons (DCP), tous les engins de pêche matérialisés par des bouées et les macro-déchets, c'est à dire tout objet visible depuis l'avion et identifié en tant que tel (forme et dimension d'un sac plastique par exemple). Ne sont pas considérés dans les macro-déchets, les pièces de bois qui semblent naturelles (branches) et les amas de végétaux en surface. Lorsque l'identification est possible les macro-déchets sont classés en déchets de pêche (bouts, morceaux de filet, DCP, bouées à la dérive, etc.).

Les conditions environnementales (état de la mer, turbidité, transparence, couverture nuageuse et éblouissement) sont également collectées ainsi qu'un indice subjectif de détectabilité basé sur la détection des petits delphinidés en surface et déterminé par l'observateur (conditions : excellentes, bonnes, moyennes, ou mauvaises).

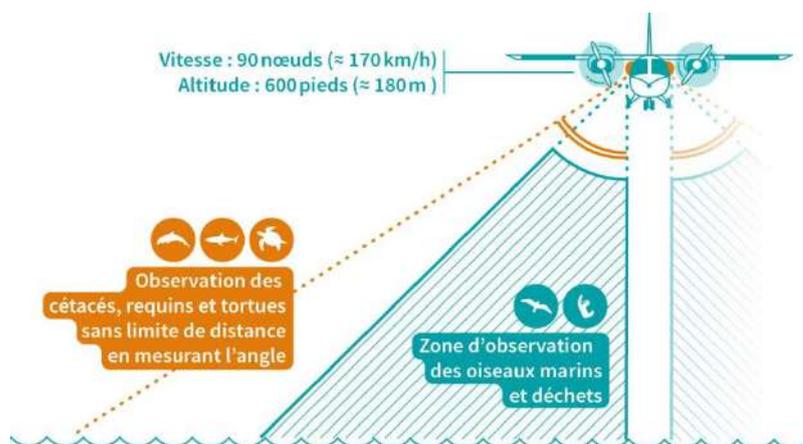


Figure 1. Zone d'observation et distances correspondantes à partir des hublots-bulles (Mathieu Nivresse, AFB).

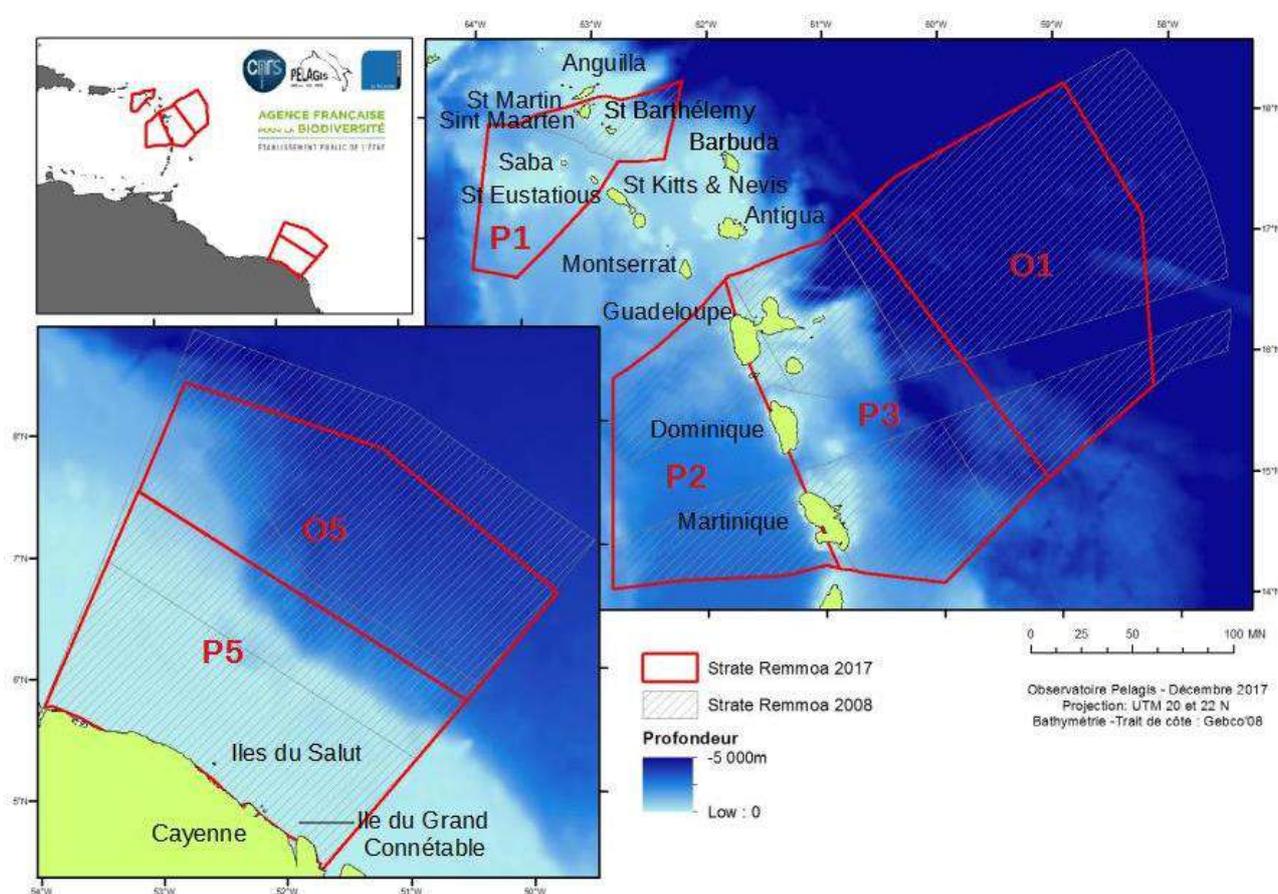
Toutes les détections d'animaux marins sont réalisées à l'œil nu dans une bande d'environ 500 m de large, de chaque côté du transect, parfois plus en fonction des conditions d'observation. Cependant dans le cas des observations de mammifères marins, tortues et élastomobranthes, la distance perpendiculaire au transect est systématiquement relevée à l'aide d'un inclinomètre.

Pour les oiseaux, une bande de 200 m est matérialisée sur le train d'atterrissage (correspondant à l'angle 42° avec l'inclinomètre, Figure 1), et pour chaque détection d'oiseaux, les observateurs précisent si les oiseaux sont à l'intérieur de la bande des 200 m ou à l'extérieur. En revanche sur le partenavia, le train d'atterrissage étant sous l'avion, il n'était pas possible de marquer les limites des 200 et 500 m (pour les bateaux), un marquage a été rajouté à l'aide d'un fil pour conserver ce mode de collecte. La méthode du transect en bande (*strip transect*) au sein des 200 m permet ensuite d'estimer les densités relatives. Les observations d'oiseaux relevées en dehors de cette bande dans les zones de plus faibles densités notamment servent principalement à compléter les cartes de distribution spatiale des différentes espèces, mais ces observations ne contribuent pas à l'analyse quantitative. Les bateaux ont été relevés de la même manière en précisant à l'intérieur d'une bande plus large (0-500 m) ou à l'extérieur ; les localisations plus précises, à l'aide de l'inclinomètre, ont été réalisées par le navigateur (et donc associées dans la base de données au navigateur).

Les deux observateurs annoncent oralement leurs conditions et paramètres d'observation au navigateur. Ces informations sont saisies instantanément grâce au logiciel de navigation et de saisie SAMMOA 1.0.4 développé par Code Lutin (<https://www.codelutin.com>) et l'Observatoire Pelagis. Le navigateur est positionné au centre de la cabine, il saisit les données et suit également l'itinéraire de vol, grâce à une connexion avec un GPS. Le logiciel permet également de conserver un enregistrement vocal, afin d'aider à la vérification et à la validation des données.

ZONE D'ETUDE

Pour le secteur des petites Antilles, quatre strates ont été définies (Figure 2). Le design des transects suit un profil en zigzag qui est largement utilisé dans les campagnes d'échantillonnage de cétagés, offrant plus de facilité dans la mise en œuvre et une meilleure optimisation de l'effort. Afin d'obtenir une couverture homogène de la zone d'étude avec un effort permettant l'acquisition d'un nombre suffisant d'observations pour le travail de modélisation spatiale tout en évitant des angles trop étroits qui entrainerait des zones de chevauchement d'un transect au suivant ; nous avons décidé de générer plusieurs plans d'échantillonnage grâce au logiciel *Distance sampling 6.2* (Thomas et al. 2006). Seuls trois plans (voir 4 dans les îles du Nord) ont été conservés en cherchant à optimiser leur couverture spatiale (Figure 3). L'orientation des transects a été choisie de manière à couper les isobathes mais également rendre les vols réalisables au départ des pistes choisies en limitant le transit, et en tenant compte également de la fatigue des observateurs (transect ne dépassant pas 1 heure 30 d'observation continue).



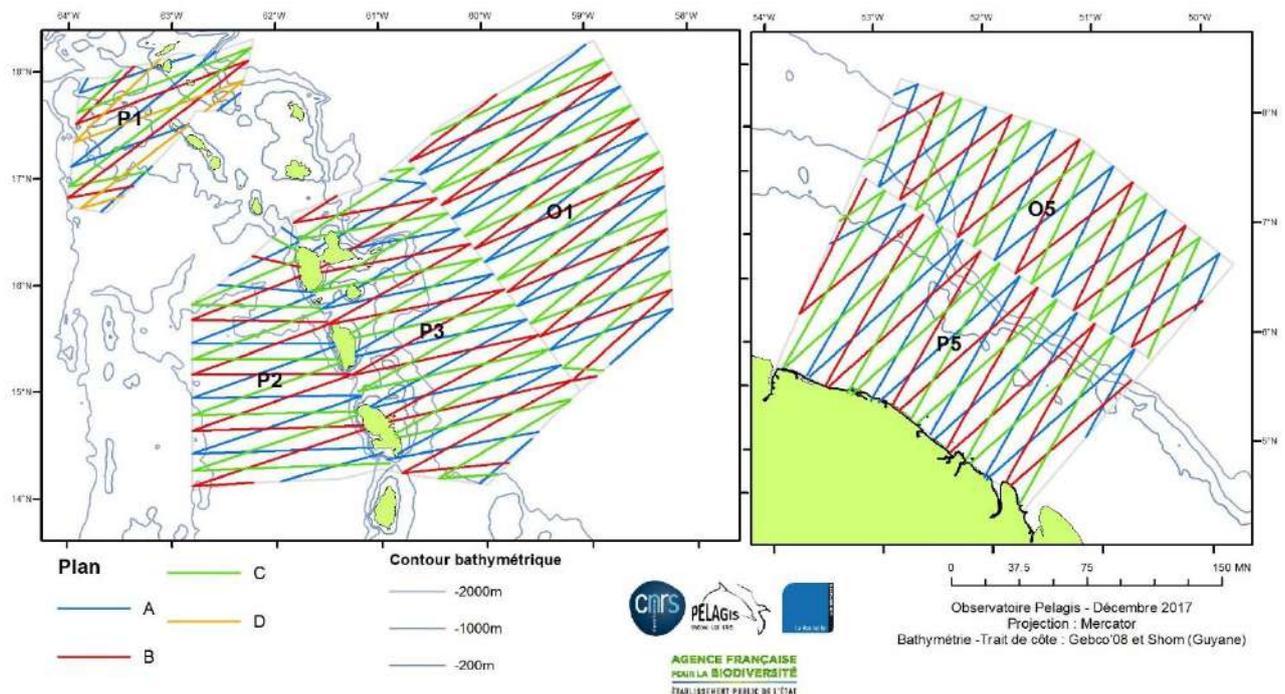


Figure 3. Plans d'échantillonnage prévisionnels générés par avec le logiciel Distance sur les différentes strates de la campagne Remmoa 2017.

EFFORT D'OBSERVATION

La campagne d'observation aérienne Remmoa II a débuté le 3 septembre aux Antilles, mais 85 % de l'effort a été réalisé à partir du 9 octobre pour se finir le 1^{er} novembre. La Guyane a elle été couverte sur une période très courte de 12 jours du 26 septembre au 7 octobre.

Au total 30 400 km de transect ont pu être réalisés en effort d'observation, 19 400 km aux Petites Antilles et 11 000 km en Guyane (Tableau 5, Figure 4). Une estimation brute de la surface prospectée est estimée par la longueur de transect parcourue multipliée par une largeur standard de 500 m de part et d'autre du transect, divisée par la surface de la zone d'étude ; elle peut être utilisée comme indicateur de la pression d'effort d'échantillonnage au sein des secteurs. Elle est estimée ici 11-12 % aux Antilles et 9 % en Guyane, où plus d'observations étaient attendues. A titre de comparaison, cette pression d'observation lors de Remmoa I n'était que de 6,9 % aux Antilles, 5,6 % en Guyane en 2008, et de 5,6 % en moyenne en Polynésie française, 7,4 % en Nouvelle-Calédonie, 9,7 % à Wallis et Futuna et 6,3 % en moyenne dans l'Océan Indien.

L'effort d'observation réalisé en 2008 et 2017 est représenté sur la Figure 4. Lors des deux campagnes, quelques transects complémentaires n'ayant pas été prévus par le plan d'échantillonnage prévisionnel ont été rajouté pour augmenter le nombre d'observations en effort et surtout optimiser l'effort. Ces transects ne seront pas considérés dans les estimations d'abondance par la méthode conventionnelle (CDS chapitre suivant).

Au total 30 400 km ont été échantillonné au cours de cette campagne avec plus de 14 000 km utilisables pour les analyses aux Antilles et près de 9 000 km en Guyane (Tableau 5).



BN2 au cours de la mission
(S. Laran AAMP/Observatoire Pelagis)

Tableau 2. Récapitulatif de l'effort réalisé en 2017 et conservé en fonction des analyses en 2017 et 2008 par strate dans les deux secteurs.

2017				2008		
Strate	Surface (km ²)	Effort total réalisé (km)	Effort conservé pour l'analyse	Strate	Surface (km ²)	Effort conservé pour l'analyse
ANT_P1	17 476	2 118	1 494	P1_G	5 821	559
ANT_P2	36 006	4 475	2 798	P2_A&D	26 178	1 047
ANT_P3	52 687	6 677	4 702	P3_B&E	30 872	897
ANT_O1	56 841	6 116	5 198	O1_C&F	79 700	1 216
Antilles	163 010	19 386	14 192		142 571	3 719
GUY_P5	61 465	6 406	4 759	P5_B&A	77 472	4 920
GUY_O5	49 129	4 585	3 746	O5_C	55 009	1 976
Guyane	110 594	10 991	8 505		132 481	6 896

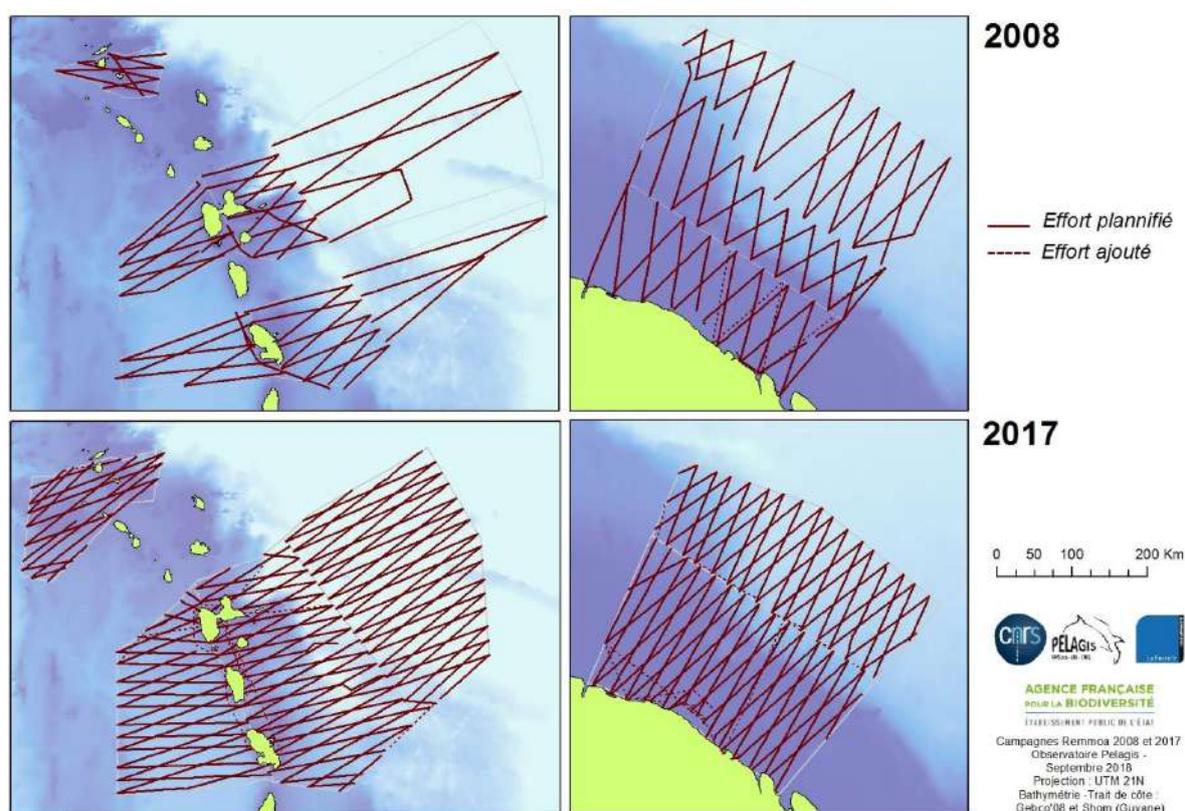


Figure 4. Effort de prospection réalisé pendant les campagnes Remmoa de 2008 (haut) et 2017 (bas) aux Antilles et en Guyane.

Afin de mieux visualiser la répartition spatiale des conditions d'observation au cours de l'échantillonnage, un indice des conditions de force du vent en Beaufort est compilé sur une grille de 50x50 km. Les kilomètres parcourus sont pondérés par un indice en fonction des conditions rencontrées ainsi pour une cellule i :

$$\text{Indice Beaufort}_i = \frac{L_{i(0-1)} \times 0 + L_{i(2-3)} \times 1 + L_{i(4-5)} \times 2}{L_{i(0-1)} + L_{i(2-3)} + L_{i(4-5)}}$$

Avec $L_{i(0-1)}$: la distance parcourue en effort d'observation avec un état de la mer de Beaufort 0 à 1 ; $L_{i(2-3)}$: avec Beaufort 2 ou 3 et $L_{i(4-5)}$: avec Beaufort 4 ou 5.

DIVERSITE DU PEUPEMENT DE MAMMIFERES MARINS

Les observations de mammifères marins comportent un niveau d'identification jusqu'à l'espèce pour une grande partie des observations ce qui permet d'appliquer les analyses suivantes. La composition du peuplement est représentée afin d'évaluer sa diversité en nombre d'observations et en nombre d'individus. La richesse spécifique totale correspond au nombre total d'espèces ou de taxons distincts de mammifères marins observés ; elle a été estimée pour l'ensemble de la région ainsi que pour chacun des deux secteurs échantillonnés.

L'indice de Shannon-Weaver (H') permet une quantification de l'hétérogénéité du peuplement ; il a été estimé pour chaque secteur d'après (Frontier et Pichot-Viale, 1998) :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

où p_i : le nombre d'individus pour l'espèce i , divisé par l'effectif total de toutes les espèces.

Le nombre d'individus d'un taxon non identifié jusqu'à l'espèce comme les baleinoptéridés par exemple n'a été conservé pour l'estimation de l'indice H' que lorsqu'aucune observation d'une espèce appartenant à ce groupe d'espèces n'a été recensée dans le secteur concerné. Toutes les observations n'ayant pu être identifiées au niveau de la famille ou du genre (petits moyens ou grands cétacés indéterminés) n'ont pas été considérées. Nous avons fait l'hypothèse que ce biais dû à l'identification était le même sur les deux secteurs.

ESTIMATION DE LA DENSITE ET DE L'ABONDANCE

Afin d'être comparables sur les deux campagnes, toutes les estimations d'abondance sont données pour les deux années sur la surface de la zone couverte en 2017.

Nous avons utilisé deux méthodes en parallèle pour estimer la densité puis l'abondance (densité rapportée à une surface donnée) de la zone d'étude. Il s'agit de la méthode conventionnelle appliquée dans les rapports Remmoa précédents (le *Conventional Distance Sampling* (CDS)) et une méthode plus récente le *Density Surface Modelling* (DSM), utilisant les covariables environnementales pour mieux spatialiser la densité des animaux (Hedley et Buckland, 2004) et obtenir des résultats plus précis. Les deux traitements sont résumés dans la Figure 5 et détaillés à la suite.

Workflow « Remmoa »

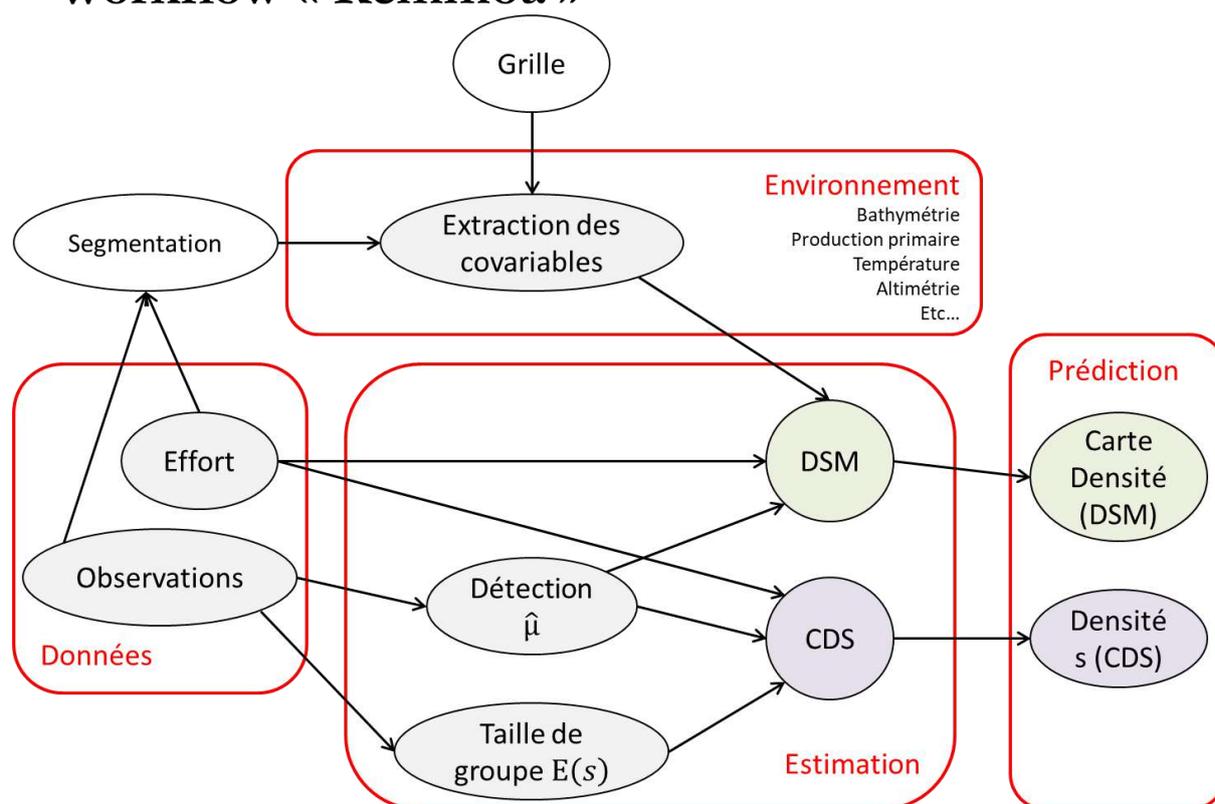


Figure 5. Schéma récapitulatif des étapes d'analyses réalisées

ESTIMATION DE LA DENSITÉ/ABONDANCE PAR LA MÉTHODE CONVENTIONNELLE (CDS)

L'estimation de la densité met en jeu des méthodes déterminées en amont de l'échantillonnage lors du choix du protocole et de la conception du plan d'échantillonnage. Dans le cas présent nous nous intéresserons à la méthode du transect linéaire développée par Buckland *et al.* (2001). Les données collectées permettent d'estimer des densités relatives (nombre d'individu par unité de surface) et d'abondance relative (nombre d'individus sur une surface donnée) à l'aide du logiciel *Distance Sampling* (Thomas *et al.*, 2009) par espèce ou regroupement d'espèces pour lesquels le nombre de détections est suffisant.

Cette méthode permet de tenir compte de la diminution de la probabilité de détection en fonction de la distance perpendiculaire entre l'observation et le transect. Elle fait cependant l'hypothèse que les objets situés sur la route ou à proximité sont tous détectés, c'est-à-dire $g(y=0) = 1$, mais que cette probabilité de détection diminue lorsque la distance perpendiculaire (y) augmente. Cette méthodologie s'appuie sur une estimation de $g(y)$, la fonction de détection, qui dépend de la distance perpendiculaire y . Seule une proportion des objets (P_o) est détectée sur la surface échantillonnée. La demi-largeur effective de détection μ (également nommée *ESW* pour *Effective Strip half-Width*) est alors déterminée de manière à ce que le nombre d'objets détectés au-delà de cette distance soit égal au nombre d'objets non détectés avant cette limite. Une fois la valeur de μ estimée (dénotée avec la notation 'chapeau' : $\hat{\mu}$), la densité en nombre d'individus par unité de surface est estimée ainsi :

$$D = \frac{n}{L} \times \frac{1}{2 \cdot \hat{\mu} \cdot g(0)} \times E(s)$$
 avec n : le nombre de détections total (réalisées à une distance perpendiculaire $< \hat{\mu}$) ; $E(s)$: l'effectif moyen des groupes ; L : l'effort total réalisé et $g(0)$: la

probabilité de détecter un objet qui se trouve sur le transect ($y=0$) et considérée comme égale à 1 dans cette première estimation (dite non corrigée).

Les densités relatives pour les oiseaux ont été estimées par la méthode du transect en bande ou *strip-transect*. Cette méthode fait l'hypothèse que tous les animaux situés dans la largeur d'observation pré-déterminée (0-200 m) sont détectés avec la même probabilité, qu'ils soient proches ou éloignés (à moins de 200 m) du transect.

Les effectifs moyens de groupe pour chaque espèce (ou chaque groupement) ont été estimés par secteur. Ces estimations ont été réalisées sur l'ensemble des observations collectées en effort dans des conditions d'observation satisfaisantes (Beaufort ≤ 3 et condition subjectives $>$ moyenne) et, pour les oiseaux, collectées dans la bande des 200 m.

L'intervalle de confiance à 95 % de la densité d'individus (D) représente les valeurs minimale et maximale entre lesquelles la densité "vraie" serait comprise. En supposant une distribution lod-noramble pour l'estimation de \hat{D} son intervalle de confiance est alors : $[D/C \ D \times C]$ (Buckland *et al.*, 2001) avec :

$$C = \exp \left[1.96 \cdot \sqrt{\text{Log}_e \left(1 + (cv(\hat{D}))^2 \right)} \right]$$

La variance a été estimée par le coefficient de variation (CV) en pourcentage:

$$CV(\hat{D}) = \frac{\sqrt{\text{var}(\hat{D})}}{\hat{D}} \quad \text{avec} \quad \text{v}\hat{\text{a}}r(\hat{D}) = \hat{D}^2 \cdot \left\{ \frac{\text{v}\hat{\text{a}}r(n)}{n^2} + \frac{\text{v}\hat{\text{a}}r(\hat{f}(0))}{f(0)^2} + \frac{\text{v}\hat{\text{a}}r(E(s))}{E(s)^2} \right\}$$

$f(0)=1/\mu$ et $E(s)$: l'effectif moyen. L'estimation de la densité est estimée par strate au sein de chaque secteur et l'estimation globale par secteur (densité stratifiée) est obtenue en pondérant les densités des strates par leur surface respective (A_s). Pour chaque secteur la densité stratifiée et sa variance ont été estimées par :

$$D_{\text{Stratifiée}} = \frac{S_1 \cdot \hat{D}_1 + S_2 \cdot \hat{D}_2}{(S_1 + S_2)} \quad \text{v}\hat{\text{a}}r(\hat{D}_{\text{Stratifiée}}) = \frac{\sum_1^s S_s^2 \cdot \text{v}\hat{\text{a}}r(\hat{D}_s)}{\sum_1^s S_s^2}$$

Avec S_p et S_o : les surfaces de la strate au sein du secteur.

ESTIMATION DE LA DENSITE/ABONDANCE PAR MODELISATION SPATIALE (DSM)

La modélisation spatiale de la densité (*Density Surface Modelling*, DSM), combine une analyse de transect linéaire conventionnelle (CDS) à une analyse spatiale à l'aide d'un modèle additif généralisé (GAM). Cette méthode permet une estimation d'abondance et une cartographie de celle-ci sur toute la zone d'étude. L'ensemble des analyses est réalisé sous R-3.4.0 (R Core Team, 2013), à l'aide des packages *Distance* (Miller, 2016) et *DSM* (Miller *et al.*, 2016). La distribution négative binomiale est celle utilisée pour construire le modèle additif généralisé.

Afin de déterminer l'influence des covariables environnementales sur l'abondance des différentes espèces ciblées, les transects ont été découpés en segments d'environ 10 km et les différentes informations telles que les conditions d'observation relevées ont été associées au centre de chacun d'eux. Les variables environnementales testées sont les suivantes (Tableau 3) :

- les paramètres bathymétriques : la profondeur, la pente (%) obtenue sous ArcGIS® avec *Spatial Analyst*, et les distances à la côte et à l'isobathe des 200 m (pour représenter la distance au haut du talus), extraites à partir de l'atlas GEBCO_08 Grid (*General Bathymetric Chart of the Ocean* ; <http://www.gebco.net/>) avec une résolution spatiale de 30 secondes. En complément des covariables utilisées lors des précédentes campagnes nous avons ajouté les distances euclidiennes aux canyons, ainsi qu'aux monts sous-marins les plus proches (d'après les informations fournies par Harris *et al.*, 2014) ;

- les paramètres "climatiques" : la température de surface de l'eau (SST : *Sea Surface Temperature*) provenant du site PODAAC (<https://podaac.ipl.nasa.gov/dataaccess>); et la concentration en chlorophylle a en surface du capteur Modis aqua (<https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/>) ont toutes deux été compilées à l'échelle mensuelle, annuelle et climatologique (moyenne sur les 5 dernières années) et la déviation standard de ces deux paramètres à l'échelle annuelle a également été utilisée comme proxy des zones frontales. La production primaire et l'anomalie de hauteur d'eau n'étaient pas disponibles au moment de la préparation du jeu de données.

Ces covariables ont également été extraites sur une large grille de 10 km de résolution (entre chaque pixel). Cette grille a été créée de façon à englober toute la zone d'étude et au-delà. Ces étapes ont été réalisées sous ArcGIS® avec l'outil MGET *tools* (Roberts *et al.*, 2010). Pour atténuer d'éventuels problèmes numériques liés à quelques valeurs extrêmes, la température de surface a été saturée au quantile inférieur en Guyane et la chlorophylle au quantile supérieur aux Antilles.

La sélection des 4 covariables (au maximum) s'est faite à l'aide de deux critères : l'AIC et le pourcentage de déviance expliquée (Miller *et al.*, 2013a). Puis sur la représentation cartographique des prédictions obtenues. A partir du modèle additif généralisé sélectionné, une estimation de densité a été réalisée sur chaque cellule de la zone d'étude, permettant en parallèle une cartographie de l'abondance sur la zone d'étude ainsi qu'au-delà, avec cependant le plus souvent un coefficient de variation très élevé sur les zones extrapolées (hors de la zone d'étude).

Le coefficient de variation est estimé pour chaque cellule et représenté graphiquement pour rendre compte de l'incertitude relative à l'estimation de l'abondance. Pour cela l'approche de Williams *et al.* (2011) est utilisée, ce qui permet d'intégrer à la fois l'incertitude de la fonction de détection et celle du modèle spatial dans l'estimation de la variance. Un intervalle de confiance à 95 % est calculé pour rendre compte de l'erreur associée à l'estimation de l'abondance globale (Williams *et al.*, 2011).

Tableau 3. Covariables environnementales utilisées pour la modélisation spatiale d'habitat.

Nom	Détail	Source
Depth	Profondeur en mètre d'après données Gebco de 1 min de résolution	Gebco 2008 https://www.gebco.net
DistCot	Distance euclidienne au contour de côte	GEBCO2008 + ArcGIS
Dist200	Distance euclidienne à l'isobathe 200m	GEBCO2008 + ArcGIS
SlopePerce	Pente en %	GEBCO2008 + ArcGIS
DistCanyon	Distance euclidienne au canyon/mont sous-marin le plus proche. Leur localisation est extraite de Harris et al. (2014): <i>Global seafloor classification</i> .	http://www.bluehabitats.org /+ ArcGIS (Harris et al., 2014)
DistSeaMou		
SSTmonth	Moyenne mensuelle de la température de surface de la mer: AquaModis SST(night, 4km)	NASA JPL PO.DAAC
SSTyearMea	Moyennes annuelle de la température de surface de la mer pour 2008 et 2017	NASA JPL PO.DAAC
SSTyearSD	Variations de température du 1/11/2016, au 30/10/2017 et du 1/11/2007 au 30/10/2008	NASA JPL PO.DAAC
SST_monthClim	Moyenne mensuelle des températures de surface sur cinq années [2012 -2017] et [2004-2008]	+ MGETools
CHL_month	Moyenne mensuelle des concentrations de Chlorophylle observables à la surface de la mer: Aqua MODIS (2008 & 2017)	(sept & oc pour 2017)
CHL_monthClim	Moyenne mensuelle des concentrations de chlorophylle sur cinq années [2012 -2017] et [2004-2008]	NASA GSFC Ocean Color + MGETools
CHLyearMea	Moyenne des concentrations de chlorophylle à l'année: Oct2007-Sept2008	NASA GSFC Ocean Color + MGETools
CHLyearSD	Variation des concentrations en Chlorophylle: Nov2016-Oct2017	NASA GSFC Ocean Color + MGETools

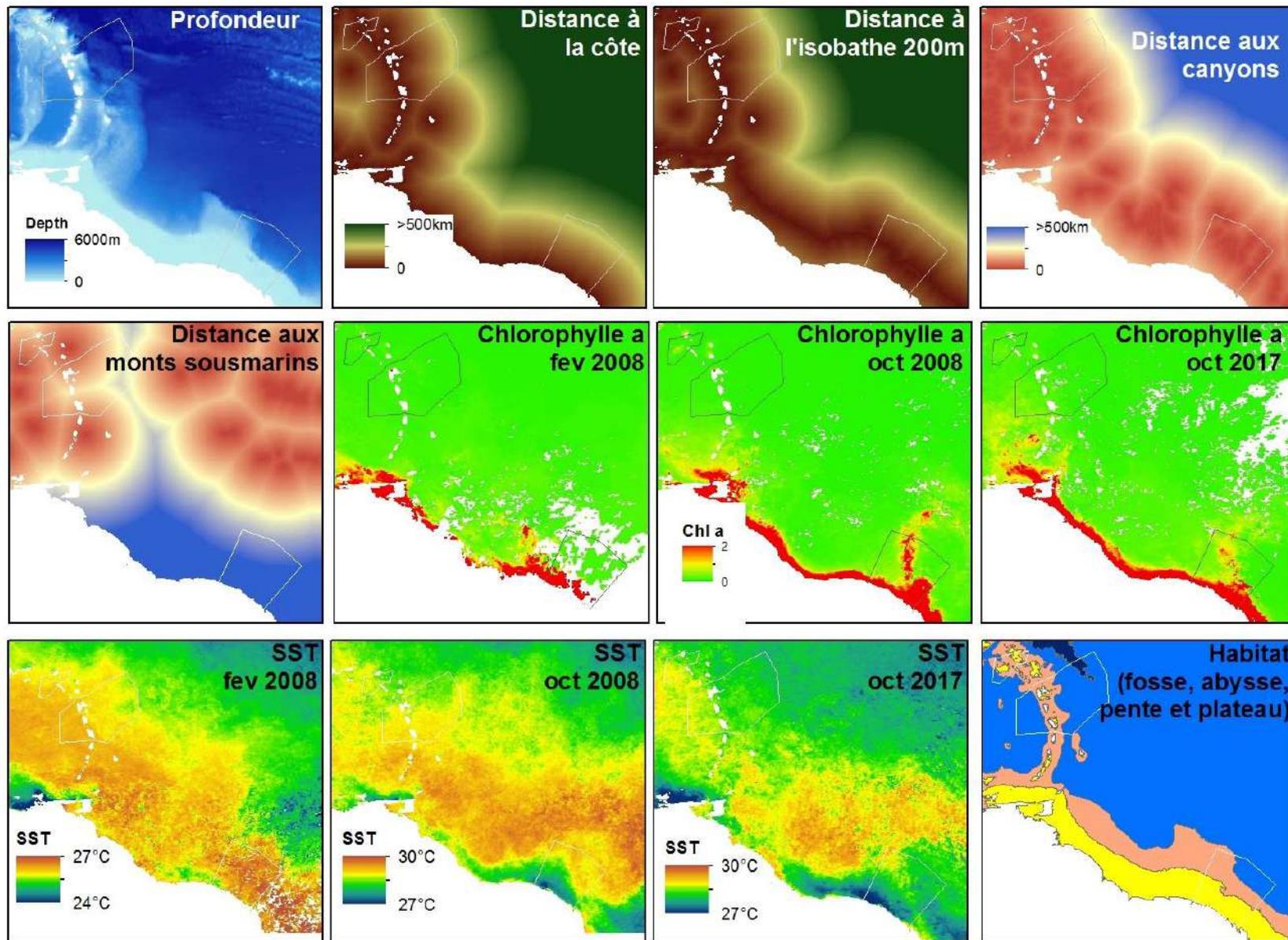


Figure 6. Covariables environnementales testées pour la modélisation spatiale (DSM) de la mégafaune aux Petites Antilles et en Guyane française.

RESULTATS

CONDITIONS D'OBSERVATION

L'état de la mer est sans doute le paramètre le plus limitant sur la détection des espèces en surface. L'indice pondéré de l'état de la mer sur une grille de 50x50 km permet une meilleure comparaison des campagnes (Figure 7). Ainsi les meilleures conditions ont été rencontrées en Guyane en 2008 (indice bleu) et les plus dégradées aux Antilles en 2008 (indice jaune). Les conditions rencontrées en 2017 sont relativement similaires entre la Guyane et les Antilles en 2017.

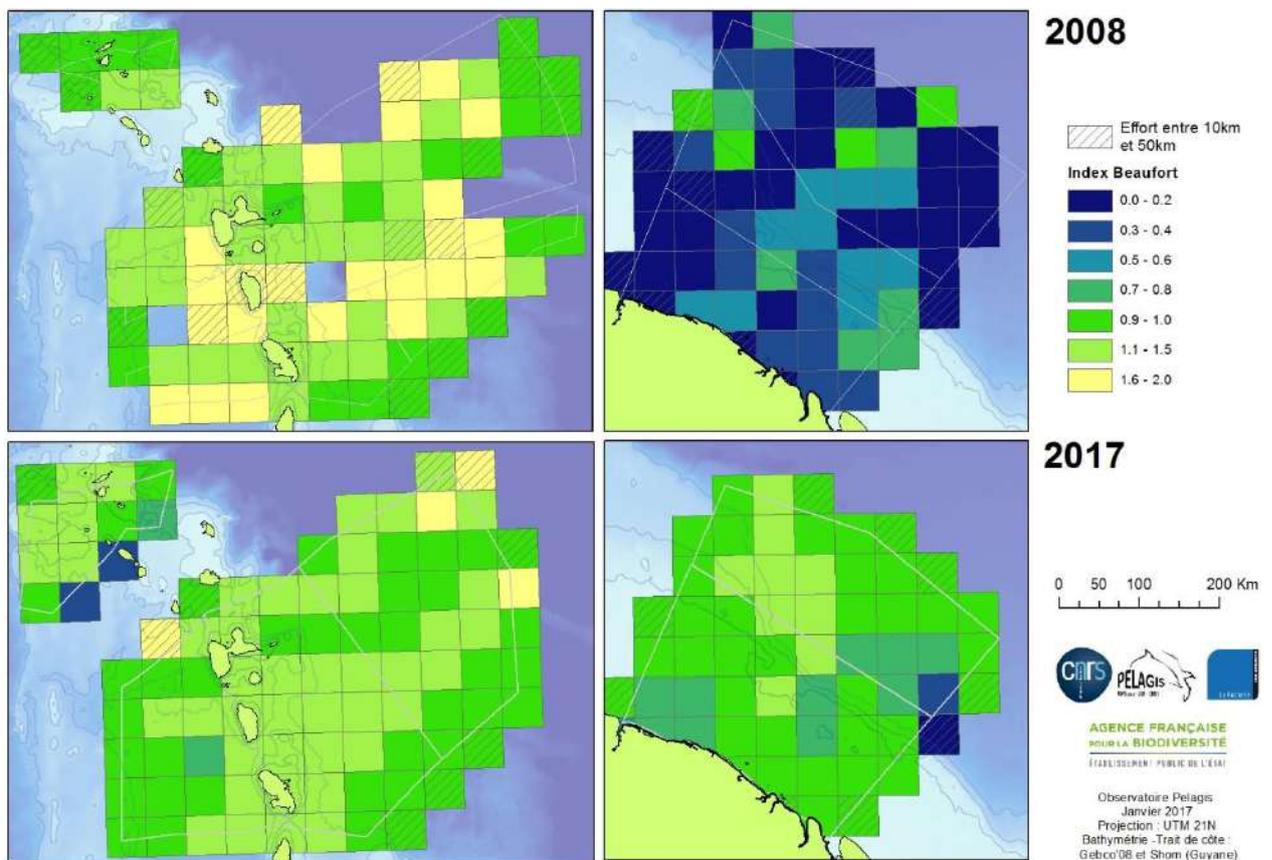


Figure 7. Indice pondéré de l'état de la mer, établi en pondérant l'effort en fonction de l'état de la mer en 2008 (haut) et 2017 (bas). L'indice bleu foncé représente les conditions les plus calmes et l'indice vert des conditions dégradées.

LES MAMMIFERES MARINS

Au cours de cette campagne, 320 observations de cétacés ont été réalisées (on entend par une observation une détection d'un individu ou d'un groupe). Parmi elles, 86 ont été effectuées en effort d'observation aux Petites Antilles et 115 observations en Guyane. 119 détections ont été réalisées hors effort d'observation : lors des transits, des vols de formation, lors des *circle back*⁴ ou détecté uniquement par le navigateur ou le pilote.

Les cétacés ne sont pas systématiquement identifiés jusqu'à l'espèce et peuvent être regroupés comme suit :

- Les **petits delphininés** sont définis comme les delphinidés à bec, de petite taille (1,5–2,0 m env.) qui pour la région d'étude sont du genre *Stenella*, et incluent principalement le dauphin tacheté pantropical (*S. attenuata*), le dauphin tacheté de l'Atlantique (*S. frontalis*), le dauphin à long bec (*S. longirostris*). Ces trois espèces sont communes aux deux secteurs. Des espèces moins fréquentes et plus spécifiques aux Antilles sont le dauphin bleu et blanc (*S. coeruleoalba*) et le dauphin de Clymène (*S. clymene*). En Guyane, le dauphin de Guyane (*Sotalia guianensis*) et possiblement le dauphin commun (*D. delphis capensis*) peuvent rentrer dans cette catégorie, même si le dauphin de Guyane est généralement identifié à l'espèce.
- Les **grands delphininés** sont définis comme les delphinidés à bec, de taille moyenne (2,5-3,5 m env.). Pour la région concernée il s'agit principalement du grand dauphin (*Tursiops truncatus*), du dauphin de Fraser (*Lagenodelphis hosei*), ou du sténo rostré (*Steno bredanensis*).
- Les **petits globicéphalinés** sont les delphinidés sans bec, de petite taille (2,0–3,5 m env.). Pour la région concernée il s'agit principalement du péponocéphale ou dauphin d'Electre (*Peponocephala electra*), de l'orque pygmée (*Feresa attenuata*) ou du dauphin de Risso (*Grampus griseus*). Ce dernier est généralement identifié à l'espèce en raison de sa coloration remarquable.
- Les **grands globicéphalinés** sont les delphinidés sans bec, de grande taille (4,0–7,0 m env.). Pour la région concernée ils rassemblent le globicéphale tropical (*Globicephala macrorhynchus*), le pseudorque (*Pseudorca crassidens*) et l'orque (*Orcinus orca*). Ce dernier est identifié à l'espèce.
- Les **ziphiidés** ou **baleines à bec** rassemblent la baleine à bec de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) et les mésoplodons, dont principalement le mésoplodon de Gervais (*M. europaeus*).



Dauphins à long bec vu depuis l'avion
(A. Baglan - AFB/Observatoire Pelagis)



Dauphin de Guyane vu depuis l'avion
(A. Baglan - AFB/Observatoire Pelagis)



Orque vu d'avion
(Baglan - AFB/Observatoire Pelagis)

⁴ Boucle faite par l'avion pour essayer de retrouver l'observation, où l'effort est interrompu.



Peponocéphale observés d'avion (A. Baglan - AFB/Observatoire Pelagis)

- Les **cachalots** comprennent les kogiidés (*Kogia sima* et *K. breviceps* de la famille des kogiidés; jamais différenciables sur le terrain), deux espèces de 3-4 mètres, et le grand cachalot (*Physeter macrocephalus* ; physeteridés). Les cachalots et les baleines à bec comprennent des espèces s'alimentant en profondeur, communément rassemblés sous le terme de « **grands plongeurs** »

- Les **rorquals** regroupent la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) et le genre *Balaenoptera* : le rorqual de Bryde (*B. edeni*), le rorqual boréal (*B. rudolphi*) ou le rorqual commun (*B. physalus*) pour les grandes espèces (10-20 m env.). Auxquels s'ajoute une espèce plus petite (4-8 m env.) non observée au cours de cette campagne, le petit rorqual (*B. acutorostrata*).

Au total, dix taxons différents de cétacés ont été recensés en effort d'observation aux Antilles et treize en Guyane. Hors effort, un et quatre taxons supplémentaires ont été observés respectivement aux Antilles et en Guyane (Tableau 4).

DIVERSITE DU PEUPLEMENT

La composition taxonomique des observations de cétacés montre une diversité sans aucune dominance marquée d'un groupe taxonomique particulier aux Antilles (Figure 8), avec un équilibre entre les proportions des trois grands groupes (delphininés, globicéphalinés et grands plongeurs). Pour la Guyane, les delphininés dominent, puisqu'ils représentent plus de la moitié des observations, et les baleinoptéridés sont plus présents comparé aux Antilles.

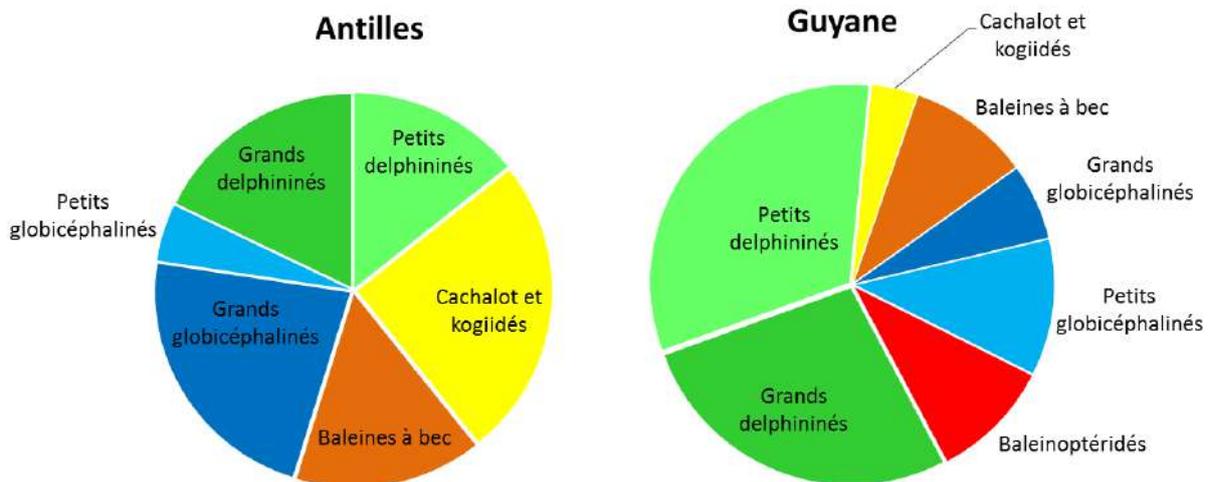


Figure 8. Composition des observations de cétacés (en effort) sur les secteurs des Antilles et de Guyane.

Tableau 4. Observations de cétacés collectées en effort d'observation (et nombre d'individus) dans les deux secteurs et pour les campagnes Remmoa 2008 et 2017.

		Antilles 2008 2017		Guyane 2008 2017	
Baleinoptéride	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	4 (4)			
	<i>Balaenoptera physalus</i>			2 (2)	
	Rorqual indéterminé	1 (1)			3 (4)
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	8 (11)		5 (8)	
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	6 (12)	9 (18)	3 (10)	2 (2)
	<i>Kogia spp.</i>	2 (4)	12 (19)	1 (1)	
Baleines à bec	Baleine à bec indéterminée	4 (8)	3 (4)	2 (2)	2 (2)
	<i>Ziphius cavirostris</i>	2 (3)	4 (4)	3 (5)	2 (2)
	<i>Mesoplodon spp</i>	6 (10)		2 (4)	4 (11)
Grands delphininés	Grand delphininé	2 (17)		7 (69)	
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	4 (116)	4 (74)		
	<i>Steno bredanensis</i>	*		1 (6)	
	<i>Tursiops truncatus</i>	2 (34)	9 (102)	70 (1314)	14 (130)
Petits delphininés	Petit delphininé indéterminé	2 (22)	10 (214)	8 (172)	23 (288)
	<i>Stenella attenuata</i>	4 (61)		1 (30)	
	<i>Stenella longirostris</i>	2 (180)		2 (100)	
	<i>Sotalia guianensis</i>			22 (59)	35 (119)
Grands globicephalinés	<i>Globicephala / Pseudorca</i>	4 (18)		1 (8)	3 (15)
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	5 (54)	7 (152)	8 (162)	2 (7)
	<i>Pseudorca crassidens</i>	2 (11)	8 (35)	*	
	<i>Orcinus orca</i>	2 (4)			*
Petits globicéphalinés	<i>Grampus griseus</i>	2 (9)		1 (10)	7 (23)
	<i>Peponocephala / Feresa</i>	2 (14)		3 (50)	1 (2)
	<i>Peponocephala electra</i>			1 (50)	
Autres	Cétacé moyen	2 (2)	2 (2)	2 (4)	1 (10)
	Petit cétacé			1 (15)	
	Delphinidé indéterminé	1 (15)	2 (12)	12 (56)	4 (44)
Total		47 (358)	88 (884)	140 (1 859)	122 (938)

* : espèce observée hors effort de prospection

- *Fonctions de détection*

Afin de modéliser la détectabilité de chaque groupe en fonction de la distance au transect les courbes de détection ont été obtenues après troncation des observations les plus éloignées de la route de l'avion. Les résultats sont présentés à la suite pour les principaux groupes et les modèles sélectionnés sont synthétisés dans le Tableau 5. En fonction des espèces et de leur nombre d'observations disponibles nous avons fait le choix d'inclure pour certains groupes (peu rencontrés) les observations collectées en dehors des conditions d'observation satisfaisantes.

La densité a donc été estimée par la méthode classique du CDS (*Conventional Distance Sampling*) et par modélisation spatiale de l'habitat ou DSM (*Density Surface Modelling*). Pour cette dernière méthode, différentes covariables environnementales ont été sélectionnées selon les espèces (Tableau 6). Quelle que soit la méthode utilisée, les deux estimations sont présentées et restent le plus souvent assez proches.

En considérant l'ensemble des observations de **dauphins de Guyane** réalisées dans de bonnes conditions d'observation, le modèle semi-normal donne pour les deux années un ESW de 187 m (CV = 21 %, Tableau 5). Pour les **petits delphininés**, regroupant les deux espèces de *Stenella* (le dauphin tacheté et le dauphin à long bec) dans les deux secteurs, les largeurs effectives de détection estimées pour les deux campagnes sont très proches avec un ESW de 257 m et 237 m (Tableau 5).

Parmi le groupe des **grands delphininés** c'est essentiellement le grand dauphin, plus rarement le dauphin de Frazer aux Antilles et à une occasion le sténo rostré en Guyane qui ont pu être identifiés jusqu'à l'espèce (Tableau 4). Une largeur effective de détection a été estimée pour le groupe mais pour les deux campagnes, elles sont sensiblement différentes avec un ESW de 319 m en 2008 (CV = 9 % ; avec le P68) et de 180 m en 2017 (CV = 17 % ; avec le BN2).

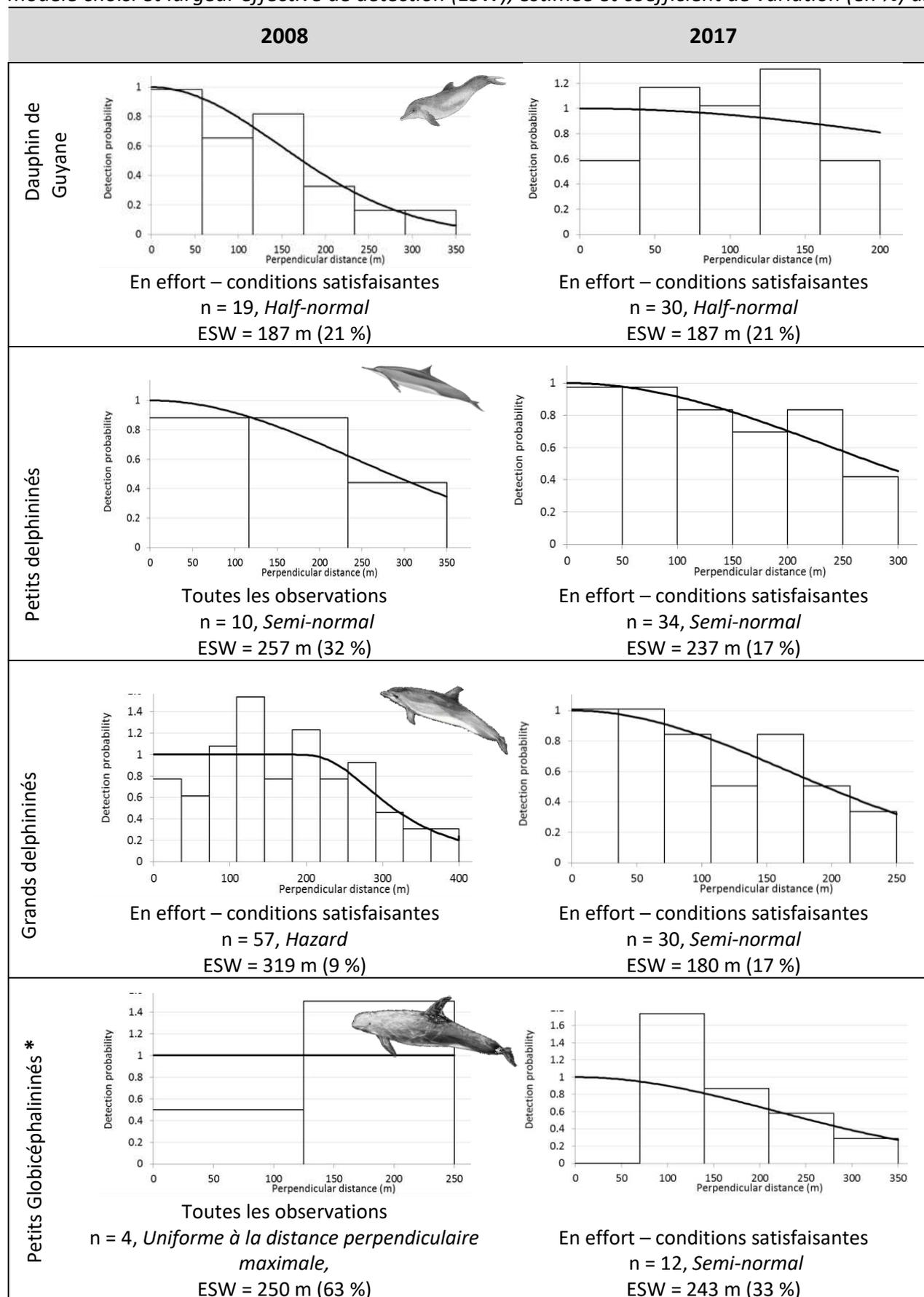
Parmis les **petits globicéphalinés** le dauphin de Risso (rencontré dans les deux secteurs) domine au sein de ce groupe en Guyane et le dauphin d'Electre n'a été identifié qu'une seule fois en Guyane (un groupe de 50 individus). Faute d'observations suffisantes en 2008 le modèle sélectionné est le modèle uniforme sur 250 m pour 2008 et en 2017 un modèle semi normal estime un ESW de 243m (CV = 33 %, Tableau 5).

Parmi les **grands globicéphalinés**, le globicéphale tropical est le seul identifié en effort en Guyane sur les deux années. Des orques ont été identifiés à deux reprises, mais toujours hors effort. Aux Antilles le pseudorque a lui été identifié sur les deux années (Tableau 4).

Les fonctions de détection des grands globicéphalinés sont différentes sur les deux années avec 297 m (11 %) en 2008 et 160 m (CV = 18 %) et ce malgré une distance de troncation proche (Tableau 5).

Les grands plongeurs rassemblent les baleines à bec (ziphiidés), le grand cachalot et les kogiidés. Malgré des fonctions de détection différentes (avec un modèle uniforme sur les données 2008) les ESW estimés sont relativement proches (Tableau 5). Par manque d'observations, un modèle uniforme a été utilisé comme fonction de détection des baleines à bec en 2008 avec un ESW de 300 m (CV = 11 %), alors qu'en 2017 l'ESW a été estimé à 225 m (CV = 12 % ; Tableau 5). Pour le grand **cachalot** seule une dizaine d'observations sont disponibles sur les deux années et les ESW déterminés pour les deux années sont proches de 300 m (Tableau 5).

Tableau 5. Fonction de détection par groupe taxonomique ou espèce des observations collectées lors des campagnes 2008 et 2017 aux Antilles et en Guyane. n: nombre d'observations après troncation, modèle choisi et largeur effective de détection (ESW), estimée et coefficient de variation (en %) associé.



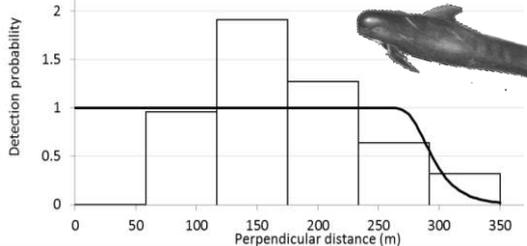
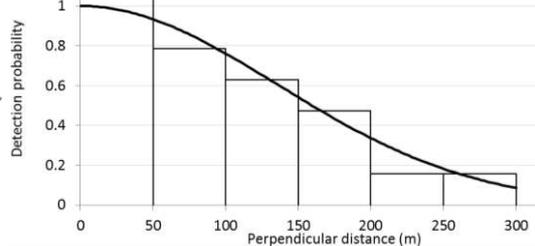
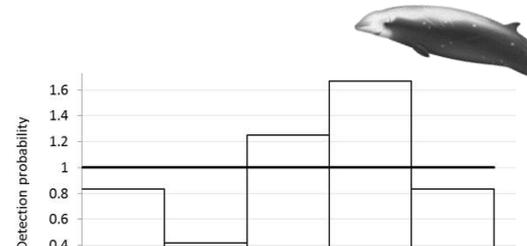
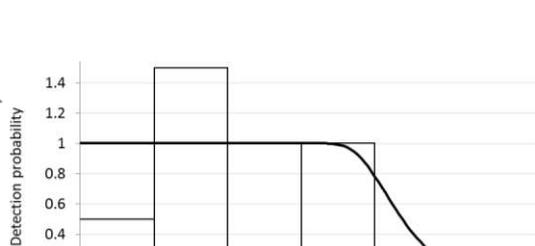
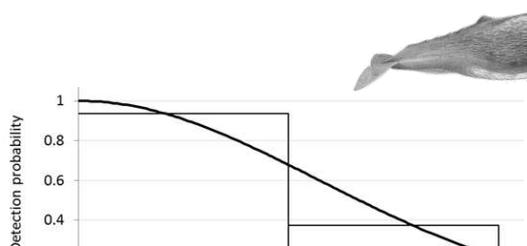
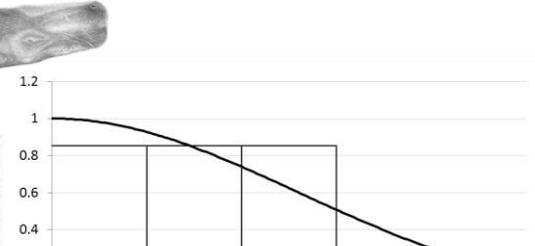
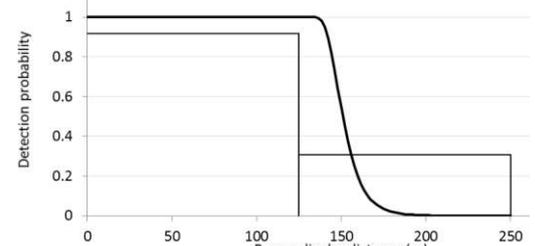
<p>Grands Globicéphalinés</p> 	 <p>Toutes les observations n = 16, <i>Hasard</i> ESW = 297 m (11 %)</p>	 <p>En effort – conditions satisfaisantes n = 21, <i>Semi-normal</i> ESW = 160 m (18 %)</p>
<p>Baleines à bec</p> 	 <p>Toutes les observations n = 12, <i>Uniforme</i> ESW = 300 m (11 %)</p>	 <p>Toutes les observations n = 18, <i>Hasard</i> ESW = 225 m (12 %)</p>
<p>Grand cachalot</p> 	 <p>Toutes les observations n = 9, <i>Semi-normal</i> ESW = 328 m (32 %)</p>	 <p>Toutes les observations n = 10, <i>Semi-normal</i> ESW = 284 m (31 %)</p>
<p>Kogia</p> 	 <p>Toutes les observations n = 12, <i>Hasard</i> ESW = 153 m (32 %)</p>	

Tableau 6. Récapitulatif des DSM sélectionnés pour les mammifères marins dans le secteur des Antilles, pour les modèles annuels 2017, 2008 et le modèle global. Le nombre d'observations disponible (#), le numéro du modèle (classé dans l'ordre des AIC (critère d'information Akaike) décroissants et le pourcentage de déviance expliquée (voir Annexe 1 pour la représentation graphique de ces relations).

ANTILLES	N#	Covariables environnementales	N° model	delta AIC	% Devi.
Petits delphininés					
2017	112	$Depth + D_{Seamount} + SST_{yearSD} + CHL_{monthClim}$	1	3.8	67 %
Global	14	-			
Grands delphininés					
2017	12	$D_{Coast} + D_{Seamount} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	15	2.0	62 %
Global	15	$D_{Seamount} + Slope + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	1	0.0	64 %
Tous delphininés					
2017	12	$D_{Coast} + D_{Seamount} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	6	1.6	43 %
Global	15	$SST_{month} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	1	0.0	30 %
Petits globicéphalinés					
-					
Grands globicéphalinés					
2017	19	$Slope + SST_{monthClim}$	3	1.0	47 %
Global	24	$D_{Coast} + CHL_{month}$	1	0.0	11 %
Tous globicéphalinés					
2017	23	$Depth + SST_{yearSD} + SST_{month} + CHL_{month}$	4	0.9	50 %
Global	28	$D_{200m} + CHL_{month}$	6	1.2	5 %
Baleines à bec					
2017	11	$Depth + CHL_{month}$	1	0.0	25 %
Global	15	$D_{Coast} + SST_{year}$	1	0.0	21 %
Grand cachalot					
Global	10	$Depth + CHL_{month}$	1	0.7	13 %
Grand cachalot et kogiidés					
2017	17	$D_{200m} + SST_{monthClim} + CHL_{yearSD} + CHL_{monthClim}$	6	1.1	16 %
Global	23	$D_{Coast} + CHL_{monthClim}$	3	0.6	6 %
Tous grands plongeurs					
2017	28	$Slope + SST_{month}$	10	1.4	5 %
Global	38	$D_{Canyon} + Slope + SST_{month}$	14	1.5	6 %
2008	10	$Depth + SST_{month} + CHL_{year} + CHL_{month}$	1	0.0	40 %
Tous les cétacés avec ajout forcé de Latitude et Longitude					
2017	80	$Lon + Lat + D_{200m} + Slope + CHL_{monthClim}$	3	0.5	8 %
Global	110	$Lon + Lat + D_{200m} + SST_{month} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	1	0.0	8 %
2008	30	$Lon + Lat + SST_{year} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	4	0.8	23 %

La densité globale de **petits delphininés** obtenue aux Antilles en 2017 est de 5,4 individus/100km² (CV = 53%), sachant qu'en février 2008 seules 2 observations étaient inclus dans l'analyse, représentant une densité inférieure à 0,3 individus/100km² (CV = 124 % ; Annexe 2). Le **nombre total de petits delphininés estimés** par la méthode conventionnelle sur la zone d'étude **en 2017 est de 8 800 individus** (IC 95% : 1 900 - 40 800). Le DSM annuel de 2017 aux Antilles étant basé sur un nombre d'observations insuffisant, il ne donne pas de résultat satisfaisant pour décrire la distribution spatiale des petits delphininés aux Antilles (Tableau 6, Annexe 2).

Malgré le changement de saison entre les deux années la densité de **grands delphininés** est restée stable avec 3,2-3,9 individus/100km² (CV =61-71%). Leur abondance relative sur le secteur échantillonné en 2017 est estimée à **5 200 individus** (IC 95% : 1 200-23 500) **en 2017 et à 6 400 individus** (IC 95 %: 1 800-22 400) **en 2008** avec cependant trop peu d'observations sur cette première campagne.

Le DSM sélectionné retient la distance à la côte et aux monts sous-marins ainsi que la chlorophylle et obtient une déviance expliquée de 62 % (Tableau 6 ; Figure 9).

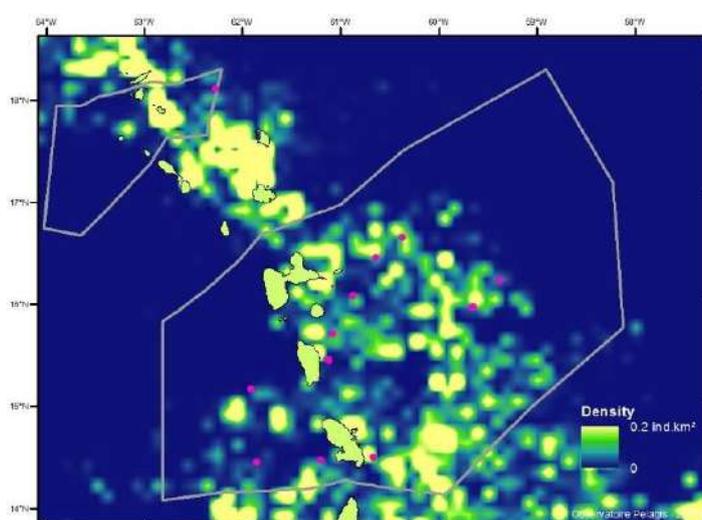
Figure 9. Prédiction spatiale de la densité de **grands delphininés** aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) annuel de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).

La densité estimée de **petits globicéphalinés** en 2017 est de 0,3 individus/100km² (CV = 65 %). Ce qui correspond à une **abondance non corrigée d'environ 550 individus** (IC 95%: 140-2 200) **pour les Antilles**. L'absence en 2008 pourrait

s'expliquer par un effort insuffisant lié à une densité très faible, puisque seulement 4 observations ont été collectées en multipliant quasiment par 4 l'effort en 2017.

Aux Antilles l'effectif moyen des groupes de grands globicéphalinés fluctue plus en fonction des strates que des années (Annexe 2). Malgré le décalage dans les saisons sur les deux années **les estimations de grands globicéphalinés sont stables sur les deux années avec une densité de 3,2-3,4 individus/100km²** (CV = 50-55 %). Soit une **abondance estimée à près de 5 000 individus** (IC 95% : 1 200 -22 300) **pour les deux années** sur la zone d'étude couverte en 2017 ; ce malgré le changement de saison et la forte augmentation de l'effort en 2017. Pour les DSM, la pente et la climatologie de la température mensuelle sont les deux variables retenues pour le modèle annuel 2017 (Tableau 10). Ces modèles donnent des estimations d'abondance très proches du CDS, et montrent une préférence des grands globicéphalinés pour la zone atlantique (Figure 10).

Figure 10. Prédiction de la densité de **grands globicéphalinés** aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) annuel de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).



Aux Antilles la **densité de baleines à bec est stable sur les deux campagnes avec 0,2 individus/100km²** (CV = 33-57 %, Annexe 2) et ce malgré un effectif de groupe légèrement inférieur en 2017. **L'abondance relative sur la zone échantillonnée en 2017 est de près de 300 individus** (IC 95 % : 125 - 1 000) **pour les deux années**. Parmi les DSM, le modèle global semble le plus robuste, montrant notamment pour octobre 2017 (Figure 16) une forte préférence pour les eaux Atlantique au-delà du talus, mais soulignant à des niveaux moindres la partie Caraïbe, bien visible sur la prédiction de 2008 et dont l'intensité est liée à la température annuelle de l'eau (Annexe 1)

Malgré le changement de saison la densité de **cachalots** est relativement stable avec 0,10 individus/100km² en février 2008 (CV = 58 %) et 0,13 individus/100km² en octobre 2017 (CV = 46 %). L'abondance non corrigée qui en découle est **d'environ 200 individus** (IC 95% : 50 – 850, Annexe 2) pour les deux années. La modélisation spatiale obtenue par le modèle global sélectionnant la profondeur et la chlorophylle (Tableau 6) montre pour les deux périodes une distribution préférentielle à proximité de l'arc Antillais (Figure 11).

Au cours de la campagne 2017 se sont surtout les **kogiidés**, cachalot nain et/ou pygmée, qui ont été rencontrés aux Antilles. Le nombre d'observations est malheureusement encore faible pour estimer avec précision une fonction de détection mais un ESW de 153 m (CV = 32 %) a été estimé (Tableau 5). La densité relative ainsi estimée est de **0,1 individus/100km² pour 2017**, correspondant à une abondance relative non corrigée de **600 individus** (CV = 58% ; IC 95% : 200 – 2 000, Annexe 12). Un DSM commun a été testé pour le grand cachalot et les kogidés, afin de cumuler un nombre plus importants d'observations. Les modèles annuels donnent de meilleures cartographies que le modèle global en sélectionnant chacun une variable bathymétrique, une liée à la chlorophylle et à la température (Tableau 6). Une différence relativement marquée est prédite entre février 2008 où une distribution préférentielle dans la mer des Caraïbes est prédite et octobre 2017, où au contraire la partie Atlantique semble plus propice à la distribution de grands et petits cachalots (Figure 11).

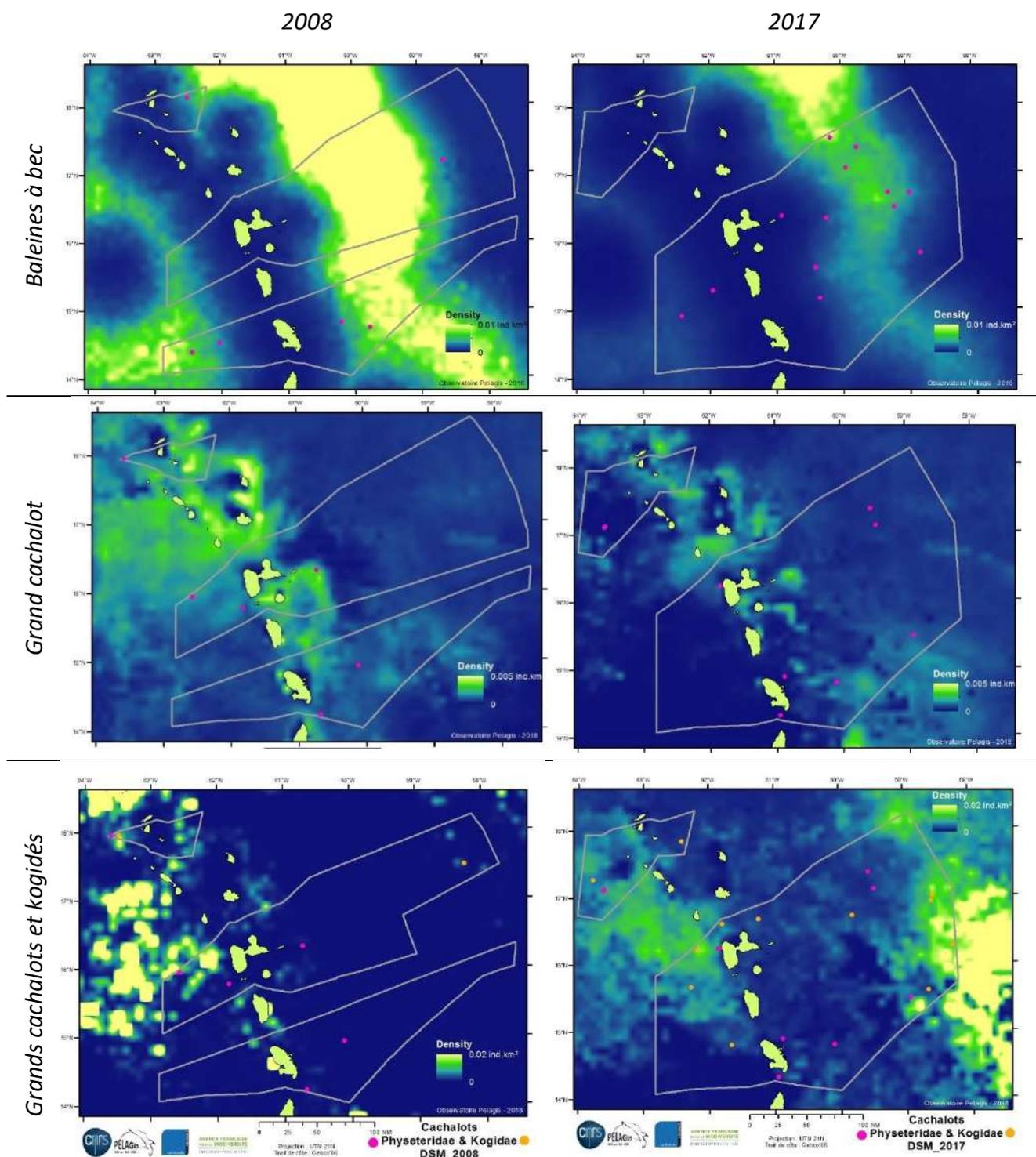


Figure 11. Prédiction spatiale de la densité aux Antilles de baleines à bec (haut), de grand cachalot (centre) et de grand cachalot et kogiidés réunis (bas) obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions de février 2008 (à gauche) et octobre 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

Les observations de dauphins de Guyane (en effort sur le plan d'échantillonnage prévisionnel et hors plan) sont localisées le long de la côte guyanaise (Figure 13). **Les groupes rencontrés sont formés d'un plus grand nombre d'individus en 2017 qu'en 2008**, passant en moyenne pour les données conservées par la méthode conventionnelle (CDS) de 2,6 à 3,9 individus par groupe (Annexe 2). Alors qu'en 2008 l'effectif maximum enregistré était de 5 individus en effort (et 8 individus hors effort), il est passé de 15 individus en 2017 (jusqu'à 50 individus observé hors effort à proximité des îles du Salut). La densité de **dauphin de Guyane** obtenue sur la zone couverte est cependant très proche sur les deux années avec 1,6 et 1,8 individus/100km² en 2008 et 2017, respectivement (CV = 45 et 53 %, respectivement). Cette densité correspond à **une abondance relative estimée en 2017 à 1 760 individus (IC 95% : 670 - 4 700)** par la méthode conventionnelle (CDS). Ce résultat est équivalent aux estimations de 2008 où **1 670 individus (IC95% : 720 - 3 900)** sont estimés sur la zone d'étude de 2017. Cette espèce combine probablement un biais de disponibilité lié au comportement de plongée, avec le biais lié à la couleur de l'eau qui rend la détection sous la surface impossible dans les eaux côtières de Guyane. En l'absence d'estimation de ce biais nous n'avons pour l'instant appliqué aucune correction sur ces résultats. Le DSM global semble obtenir les meilleurs résultats prédisant une distribution exclusivement côtière (Figure 13) en sélectionnant la distance à l'isobathe 200 m avec un optimum autour de 80-100 km (Annexe 1). Ce modèle obtient une déviance expliquée de 81% (Tableau 10).

En Guyane la densité globale de **petits delphininés** obtenue en 2017 est de **7,8 individus/100km²** (CV = 34 %), alors qu'elle n'était **que de 1,9 individus/100km²** (CV = 66 %) en 2008. L'abondance de **petits delphininés en 2017 est estimée à 8 600 individus en 2017 (IC 95% : 3 600 - 21 100)** par les méthodes conventionnelles et n'était que **de 2 000 individus en 2008**, sur une surface similaire (IC_{max} 95% : 600 - 6 700) (Annexe 4). Le modèle global reproduit assez bien le changement de situation entre 2008 et 2017, grâce notamment à la concentration en chlorophylle et à la température (Tableau 10, Figure 10), en revanche le modèle annuel 2017 privilégiant la distance à la côte et la chlorophylle (Tableau 10) prédit une distribution plus en accord avec les observations collectées cette année-là (Figure 14).

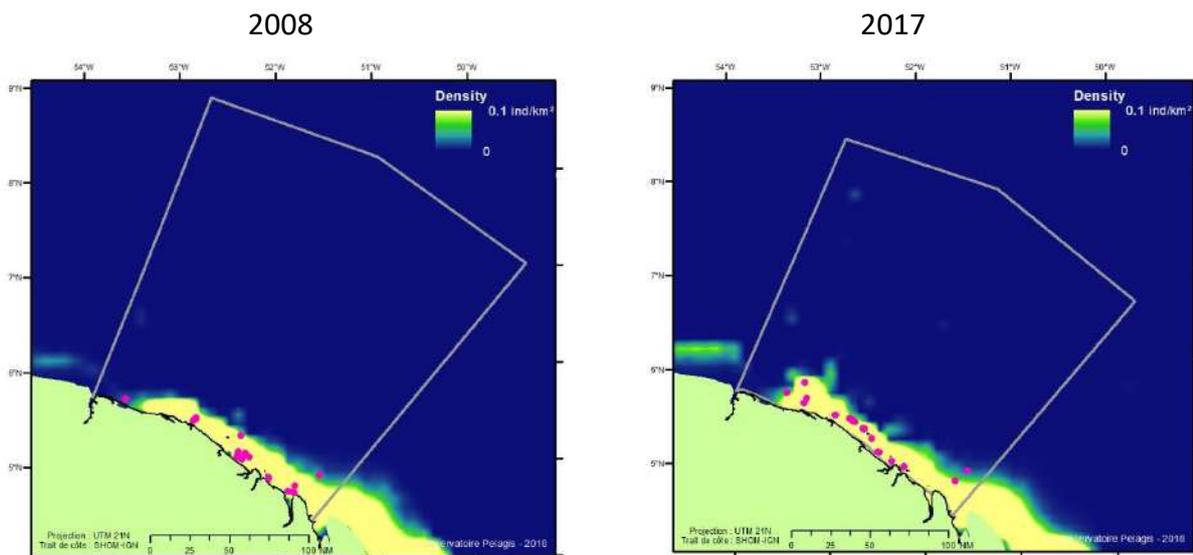


Figure 12. Prédiction spatiale de la densité de dauphin de Guyane obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions d'octobre 2008 (à gauche) et octobre 2017 (à droite). Les observations en effort, des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

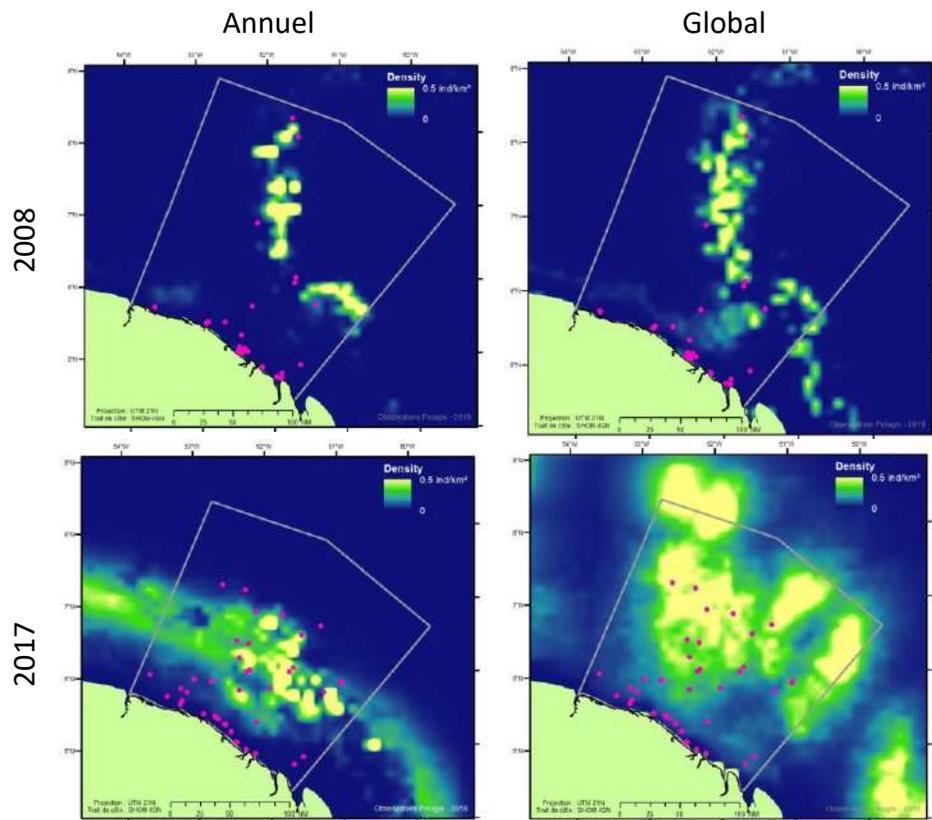


Figure 13. Prédiction spatiale de la densité de **petits delphininés en Guyane** obtenues par les modèles (DSM) annuels de 2008 (en haut à gauche) de 2017 (en bas à gauche) et le modèle global avec les conditions environnementales de 2008 (en haut à droite) et de 2017 (en bas à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

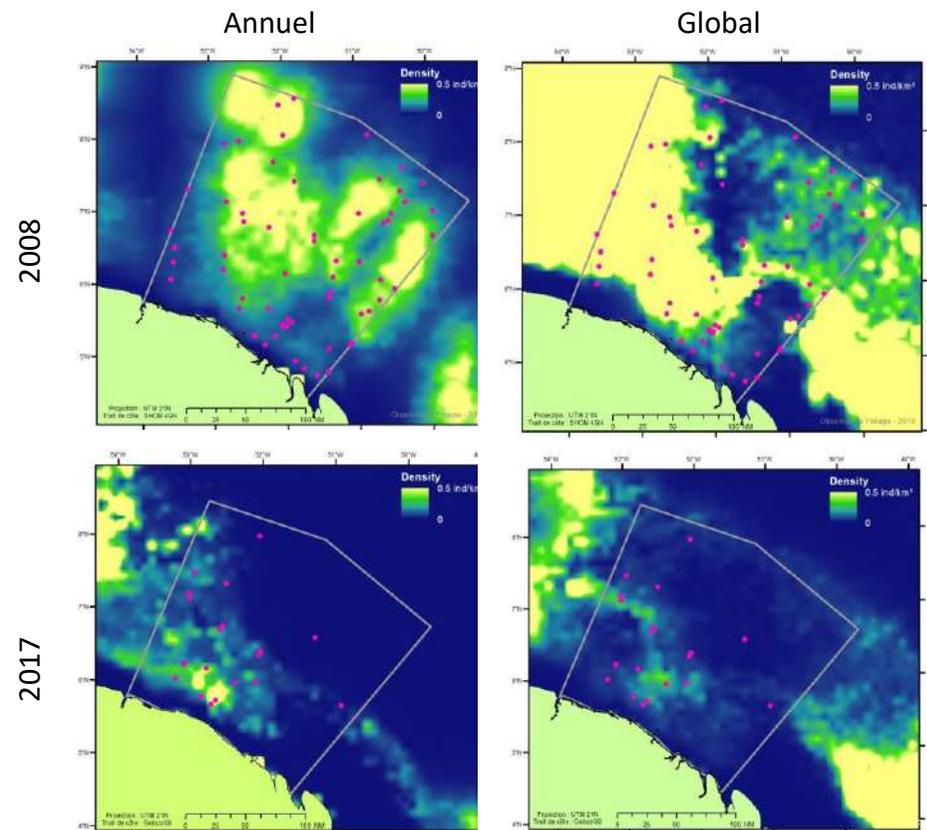


Figure 14. Prédiction spatiale de la densité de **grands delphininés en Guyane** obtenues par les modèles (DSM) annuels de 2008 (en haut à gauche) de 2017 (en bas à gauche) et le modèle global avec les conditions environnementales de 2008 (en haut) et de 2017 (en bas). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

La densité globale de **grands delphininés** en Guyane a considérablement diminué dans les eaux de Guyane française passant de 28,5 individus/100km² en 2008 (CV = 26 %) à 5,5 individus/100km² en 2017 (CV = 42 % ; Annexe 3). Par conséquent l'abondance de **grands delphininés estimée sur la zone d'étude passe de 31 500 individus (IC95% : 19 000-52 400) en 2008 à 6 100 individus en 2017 (IC 95% : 2 500 - 15 000 ; Annexe 5)**. Ceci est dû à un nombre plus faible d'observations, mais également de la taille des groupes observés qui sont en moyenne 3 fois plus faibles en 2017 (Annexe 3). Les différents DSM sélectionnent tous la température de l'eau (Tableau 7) et le modèle global grâce à la température et la chlorophylle reproduit assez bien le changement de distribution des grands delphininés que l'on a observé entre 2008 et 2017 dans les eaux guyanaises (Figure 14). Cet effet sur les prédictions semble essentiellement dû à la température mensuelle puisque en 2017 il y a une forte réduction des eaux chaudes par rapport à 2008.

Le rencontre de **petits globicéphalinés** en Guyane est relativement stable entre 2008 et 2017, cependant l'effectif moyen des groupes était près de 4 fois plus élevé en 2008. Il en résulte une **densité de 2,1 individus/100km² (CV = 82 %) en 2008 qui diminue à 0,6 individus/100km² (CV = 59 %) en 2017 (Annexe 6)**. L'abondance non corrigée est estimée à près de 2 300 individus (IC 95% : 600-9 500) en 2008 **et près de 700 individus en 2017 (IC 95% : 200-2 500)**. Le modèle obtenu sur le peu d'observations en 2008 n'est pas satisfaisant et le modèle global ne parvient pas à reproduire cette forte diminution d'effectif prédisant près d'un millier d'individus pour les deux années.

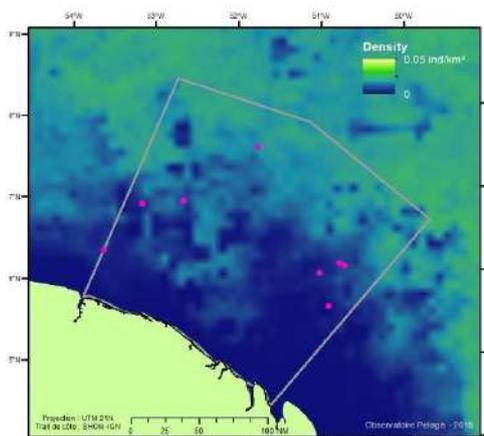


Figure 15. Prédiction spatiale de la densité de **petits globicéphalinés en Guyane** obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2017. Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (●).

Les effectifs moyens de **grands globicéphalinés** en Guyane sont quasiment divisés par deux entre 2008 et 2017 (Annexe 7). La densité passe ainsi de **3,3 individus/100km² (CV = 51 %) en 2008 à 0,7 individus/100km² (CV = 79 %) en 2017**. Soit une estimation de près de **3 600 individus en 2008 (IC 95% : 1 400 – 9 300) à moins de 800 individus en 2017 (IC max95% : 200 – 2 900 ; Annexe 7)**. Les résultats des DSM sont cohérents et le modèle global, notamment via l'effet de la concentration mensuelle en chlorophylle (Tableau 7), reproduit la forte diminution d'effectif observée et le changement de distribution (Figure 15).

Afin d'augmenter le jeu de données, une tentative de modélisation a été réalisée sur les **globicéphalinés totaux** (petits et grands réunis) mais celle-ci n'a pas donné de résultats plus probant que les deux catégories séparées.

Les effectifs moyens des groupes de **baleines à bec** semblent légèrement augmenter en Guyane en 2017 (Annexe 8) mais la densité est relativement stable sur les deux années avec 0,2-0,3 individus/100km² (CV = 56 %). Notons que cette valeur est similaire à la densité obtenue aux Antilles. **L'abondance relative** qui en découle pour les deux années **est d'environ 260-320 individus** sur la zone couverte en 2017 (IC 95% : 95 - 1 000). Les modélisations spatiales capturent relativement correctement la distribution au large avec la distance à la côte ou au mont sous-marin (en 2008) qui sont significatives pour les 3 modèles (Tableau 7, Figure 16). La variation entre la prédiction de 2008 et 2017 du modèle global n'est due qu'à une seule variable climatique : la température mensuelle de l'eau (Figure 17).

Pour le grand cachalot, les résultats sont très fragiles car basés sur seulement 2 observations pour chacune des deux campagnes. En revanche l'espèce a été intégrée dans le modèle réalisé pour les grands plongeurs.

Les **kogiidés** n'ont pas été observés en Guyane en 2008 et qu'une seule fois en 2017, aucune analyse n'était donc possible.

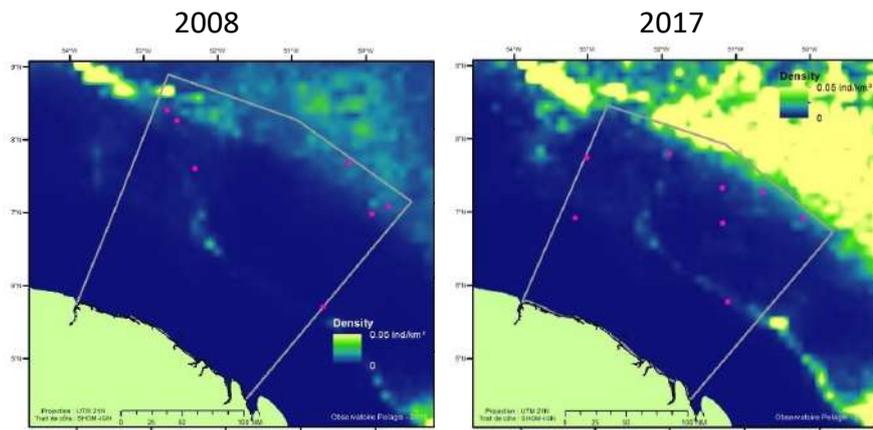


Figure 16. Prédiction spatiale de la densité de baleines à bec en Guyane obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

Tableau 7. Récapitulatif des DSM sélectionnés pour les mammifères marins de Guyane, pour les modèles annuels 2017, 2008 et le modèle global. Le nombre d'observations (#), le numéro du modèle (classé dans l'ordre des AIC (critère d'information Akaike) décroissants) et le pourcentage de déviance expliquée (voir Annexe 1 pour la représentation graphique de ces relations).

GUYANE	N#	Covariables environnementales	N° model	delta AIC	% Devi.
Dauphin de Guyane					
2017	35	$D_{200m} + SST_{month} + CHL_{monthClim}$	1	0.0	82 %
Global	55	$D_{200m} + CHL_{year}$	1	0.0	81 %
2008	20	$Depth + CHL_{year}$	9	6.3	84 %
Petits delphininés					
2017	24	$D_{Coast} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	4	0.7	35 %
Global	30	$SST_{year} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	1	0.0	37 %
Grands delphininés					
2017	22	$Depth + SST_{month} + CHL_{yearSD} + CHL_{monthClim}$	14	2.5	40 %
Global	84	$D_{200m} + SST_{year} + SST_{month} + CHL_{monthClim}$	2	0.9	19 %
2008	62	$D_{Canyon} + D_{SeaMount} + SST_{monthClim}$	3	0.6	8 %
Tous delphininés					
2017	81	$Depth + CHL_{month}$	8	1.2	16 %
Global	170	$D_{200m} + SST_{yearSD} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	4	0.7	7 %
2008	89	$D_{SeaMount} + Slope$	1	0	5 %
Tous globicéphalinés					
2017	12	$D_{200m} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	3	2.6	35 %
Global	23	$Depth + Slope + CHL_{month}$	4	2.6	35 %
2008	11	$D_{200m} + D_{Canyon} + CHL_{month}$	1	0	47 %
Baleines à bec					
Global	12	$D_{Coast} + D_{200m} + Slope + SST_{month}$	9	2.5	28 %
Tous grands Plongeurs					
2017	11	$SST_{yearSD} + SST_{month} + CHL_{monthClim}$	14	2.6	38 %
Global	19	$D_{200m} + D_{SeaMount} + Slope$	16	2.1	34 %
Tous cétacés avec ajout forcé de Latitude et Longitude					
2017	112	$Lon + Lat + D_{200m} + SST_{year} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	7	1.3	12 %
Global	242	$Lon + Lat + D_{200m} + SST_{yearSD} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	1	0	8 %
2008	130	$Lon + Lat + D_{SeaMount} + Slope$	1	0	6 %

En 2017, plus de 500 observations d'oiseaux marins ont été collectées en effort d'observation dans la bande des 200 mètres aux Antilles et près de 900 en Guyane (Tableau 11). Si le protocole était similaire entre les deux campagnes, le modèle d'avion était différent, ne permettant pas de matérialiser de la même manière la ligne des 200 m sur le Partenavia (en 2008). De plus dans les zones très côtières de forte abondance d'oiseaux marins, les observations d'oiseaux n'ont pas été comptabilisées en 2008, ce qui peut entraîner des différences dans les résultats pour des espèces à répartition ultra côtière.

Une grande partie des observations d'oiseaux se rapporte à des regroupements d'espèces reposant à la fois sur des critères taxonomiques et des critères morphologiques (taille et patron de coloration). Généralement les observations sont regroupées comme suit :

- Les **sternes "brunes"** regroupent les sternidés à dos brun et dessous clair. Y figurent principalement la sterne fuligineuse (*Sterna fuscata*) et en moindre nombre la sterne bridée (*S. anaethetus*).
- Les **sternes "grises"** rassemblent les sternidés d'apparence gris pâle et de tailles variables. Le groupe **des petites sternes "grises"** est principalement composé de la sterne de Dougall (*Sterna dougalii*), la sterne pierregarin (*S. hirundo*), et la petite sterne (*S. antillarum*). Celui des **grandes sternes "grises"** est composé essentiellement de la sterne Caugek (*S. sandvicensis*), la sterne de Cayenne (*S. eurygnatha*) et la sterne royale (*S. maxima*) qui est parfois identifiée à l'espèce.
- Parmi les laridés seule la **mouette atricille** (*Leucophaeus atricilla*) a été identifiée
- La **frégate superbe** (*Fregata magnificens*) et le **pélican brun** (*Pelacanus occidentalis*) ont également été rencontrés
- Les **phaéthontidés** ou paille-en-queue avec deux espèces le paille-en-queue à bec jaune (*Phaethon lepturus*) et le paille-en-queue à bec rouge (*P. aethereus*).
- Les **sulidés** rassemblent le fou à pieds rouges (*Sula sula*), le fou brun (*S. leucogaster*) et le fou masqué (*S. dactylatra*).
- Les **labbes** regroupent plusieurs espèces du genre *Stercorarius* comme le labbe à longue queue (*S. longicaudus*), le labbe parasite (*S. parasiticus*) et le labbe pomarin (*S. pomarinus*) pour les plus petits et le labbe McCormick (*S. maccormicki*) et le grand labbe (*S. skua*) pour les plus grands
- Les **petits puffins** forment un groupe dont les principales espèces présentes aux Antilles et en Guyane sont le puffin d'Audubon (*Puffinus lherminieri*) et le puffin des anglais (*P. puffinus*). Bien que légèrement plus petit, quelques rares pétrels diabolins (*Pterodroma hasitata*) pourraient figurer dans ce groupe.
- Les **grands puffins** sont composés de diverses espèces de puffins dont les plus connus de passage dans la région sont le puffin cendré (*Calonectris diomedea*), le puffin majeur (*Puffinus gravis*) et le puffin fuligineux (*P. griseus*).
- Les hydrobatidés ou **océanites** sont des procellariiformes de petite taille du genre *Oceanites*, *Oceanodroma* et *Fregetta* dont les principales espèces rencontrées dans la région sont l'océanite de Wilson (*Oceanites oceanicus*) et l'océanite cul blanc (*Oceanodroma leucorhoa*).

L'avifaune marine observée est composée donc de dix-huit espèces ou taxons différents qui ont pu être identifiés aux Antilles et douze en Guyane (Tableau 11). Parmi ceux-ci, dix ont été clairement identifiés au niveau de l'espèce.

Tableau 8. Observations d'oiseaux marins collectées en effort d'observation dans la bande des 200 m de part et d'autre de l'avion (et nombre d'individus) dans le secteur des Antilles et de Guyane et pour les campagnes Remmoa 2008 et 2017.

Familles/Groupes	Espèces	Antilles		Guyane	
		2008	2017	2008	2017
Stercoraridés	<i>Stecorarius</i> spp.	3 (3)	1 (1)		4 (5)
	<i>Catharacta skua</i>	3 (3)	2 (2)	1 (1)	
Procellaridés	Grand puffin ind.		8 (8)		3 (7)
	Petit puffin ind.	4 (13)	2 (3)		3 (4)
	Puffin ind.	4 (4)	2 (2)	2 (2)	2 (2)
Océanites	Océanite ind.	8 (27)	9 (31)	1 (5)	7 (7)
Phaéthontidés	<i>Phaethon lepturus</i>		4 (4)		
	<i>Phaethon aethereus</i>	23 (26)	9 (11)		
	<i>Phaethon</i> spp.	148 (161)	132 (152)	2 (2)	
Sulidés	<i>Sula sula</i>		128 (316)		
	<i>Sula leucogaster</i>	57 (134)	45 (94)		
	<i>Sula dactylatra</i>	1 (1)	2 (4)		2 (2)
	<i>Sula</i> spp.		19 (30)		
Frégatidés	<i>Fregata magnificiens</i>	19 (24)	36 (36)	47 (114)	35 (56)
Laridés	<i>Leucophaeus atricilla</i>		3 (3)	5 (14)	69 (126)
	Laridé ind.	2 (2)		2 (30)	1 (1)
Sternidés	<i>Anous stolidus</i>	13 (17)	34 (75)	3 (5)	23 (59)
	Sterne "brune" ind.	110 (657)	57 (90)	69 (576)	90 (495)
	Grande sterne "grise" ind.		10 (23)	*	468 (872)
	<i>Thalasseus maxima</i>	3 (3)	4 (5)	*	4 (4)
	Petite sterne "grise" ind.		13 (24)	*	157 (301)
	Sterne "grise" ind.	7 (15)	2 (3)	102 (397)	25 (86)
Pélécánidés	<i>Pelacanus occidentalis</i>	1 (1)	2 (4)		
Total		406 (1 091)	524 (911)	234 (1 146)	893 (2 028)

* oiseaux côtiers présents en grand nombre non comptabilisé dans le protocole de 2008

DENSITE RELATIVE D'OISEAUX MARINS

Les estimations de densité relative d'oiseaux marins ont été obtenues par la méthode de *strip transect* (transect en bande) dans deux bandes de 200 m de part et d'autre de l'avion. L'utilisation du *strip transect* suppose une détection uniforme dans la bande d'observation, ce qui ne permet pas d'évaluer les effets liés aux conditions d'observation. Cependant, comme pour les mammifères marins l'effort de prospection retenu pour les analyses a été limité aux conditions d'observation satisfaisantes : état de la mer ≤ 3 Beaufort, et des conditions subjectives excellentes, bonnes ou moyennes, et uniquement sur les transects du plan d'échantillonnage prévisionnel.

Afin de ne pas biaiser l'effectif moyen avec de grands groupes rencontrés, nous avons fait le choix, lorsque c'était nécessaire, d'estimer la densité des groupes de 1 à 10 individus et celle des groupes de plus de 10 individus séparément. Les effectifs moyens de grands groupes sont en effet moins bien estimés (arrondis plus importants) et représentés par beaucoup moins d'observations (dont certaines correspondent à plusieurs centaines d'individus), leur intervalle de confiance est donc plus large. Les



Grandes sternes grises (A. Baglan - AFB/Observatoire Pelagis)

abondances sont estimées comme pour les mammifères marins par la méthode conventionnelle, mais cette fois-ci sans fonction de détection. De même une estimation de l'abondance à l'aide d'un modèle incluant les variables environnementales sélectionnées a permis de faire une seconde estimation d'abondance pour la zone étudiée (DSM) et une représentation spatiale des prédictions a été réalisée sur une zone plus large à titre indicatif (Figures 17 à 20). Ces analyses ont pu être réalisées pour six groupes d'oiseaux recensés aux Antilles, et cinq en Guyane. Les facteurs environnementaux ayant permis ces estimations sont variables comme l'atteste le tableau 12. Les estimations sont reportées en annexe avec les estimations conventionnelles. Pour les modèles sur l'ensemble des oiseaux marins, la latitude et longitude ont été testées mais pas forcée, et elles n'ont pas été retenues.

LES OISEAUX MARINS AUX PETITES ANTILLES

LES STERNIDES

Parmi les 3 groupes de sternidés observés lors des campagnes aux Antilles et pour lesquels un modèle d'habitat a pu être réalisé (sternes "brunes", sternes "grises" et nodd brun), le groupe des sternes "brunes" est le groupe le plus rencontré et ce au cours des deux campagnes avec 73 et 55 observations respectivement en 2008 et 2017. Les observations se répartissent de manière homogène aussi bien dans les eaux côtières que pélagiques avec une légère prédominance en 2017 pour la partie Caraïbe par rapport à la partie Atlantique (Figure 17).

La densité **des sternes "brunes" aux Antilles** a diminué de **14,2 individus/100km² en 2008 (CV : 30%) à 1,3 (CV : 30%) en 2017**, soit une abondance de **23 000 individus en février 2008** (IC95% : 7 200-74 800) **et 2 200 individus en octobre 2017** (IC95% : 1300-3800, Annexe 8). Etant donné la distribution des sternes "brunes" au large, la différence d'abondance estimée ne peut être due aux différents protocoles implémentés en zone côtière entre les deux années. Il est possible que cette différence soit due aux saisons différentes entre les deux campagnes ou éventuellement au passage des dépressions tropicales. Pour les sternes "grises" seules les données de 2017 ont permis une estimation de **1 300 individus** (IC95% : 665 - 3 500).

La plus forte déviance expliquée (36 %, Tableau 9) est obtenue pour le modèle global des sternes "brunes", mais dans tous les cas des variables relatives à la température de l'eau ont été retenues. Le modèle global pour les sternes "brunes" reproduit relativement bien le changement de situation entre février 2008, où la distribution se faisait préférentiellement côté atlantique, et octobre 2017, où se groupe a été rencontré essentiellement en mer des Caraïbes (Figure 17). Pour les sternes "grises" les observations sont moins importantes et seule la campagne de 2017 a permis d'obtenir un model spatial montrant une préférence semble-t-il pour la mer des Caraïbes (Figure 18). Les observations de noddis n'ont pas permis de déterminer de modèle d'habitat.

LES SULIDES

Ce sont 35 observations de fous qui ont pu être analysées pour février 2008, comprenant 2 espèces identifiées (*Sula dactylatra* et *Sula leucogaster*) et 180 en 2017, avec l'identification d'une 3^e espèce au cours de la campagne (*Sula sula*). Les observations de fous sont réparties sur toute la zone prospectée aux Antilles sans distinction apparente entre le domaine côtier et pélagique (Figure 19). Les estimations par CDS montrent une augmentation de la densité de fous avec 3,1 et 7,3 individus/100km² en 2008 et 2017 (CV : 20-37%) soit 5 000 individus (IC 95% : 1 800-15 000) en février 2008 et 12 000 individus (IC 95% : 7 300-20 300) en octobre 2017 (Annexe 10).

Les valeurs de variances expliquées sont proches d'un modèle à l'autre et le rôle de la concentration en chlorophylle sur les densités apparait comme prépondérant (Tableau 9). Cependant la carte de prédiction en 2017 semble moins représentative des espèces qu'en 2008.

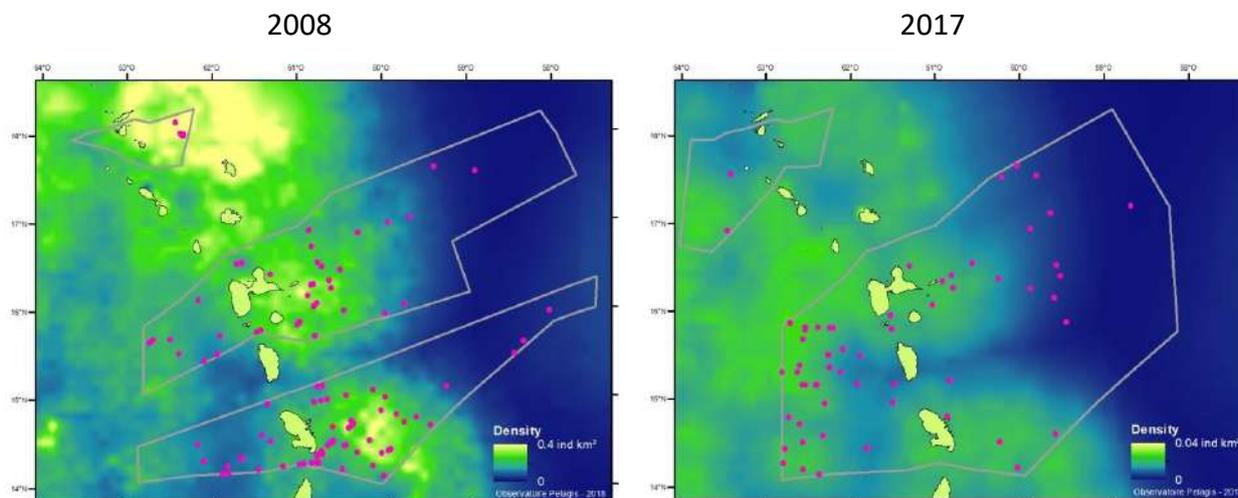
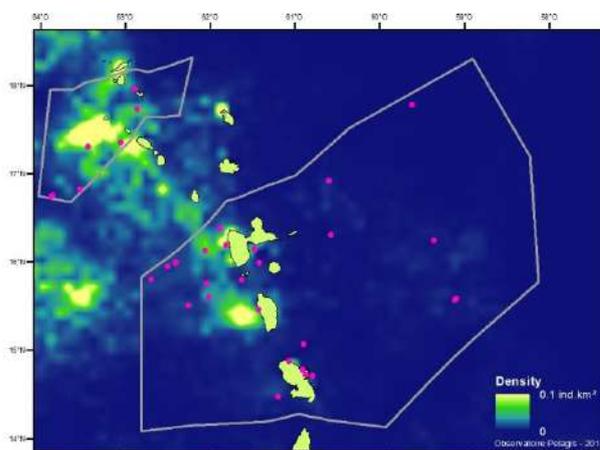
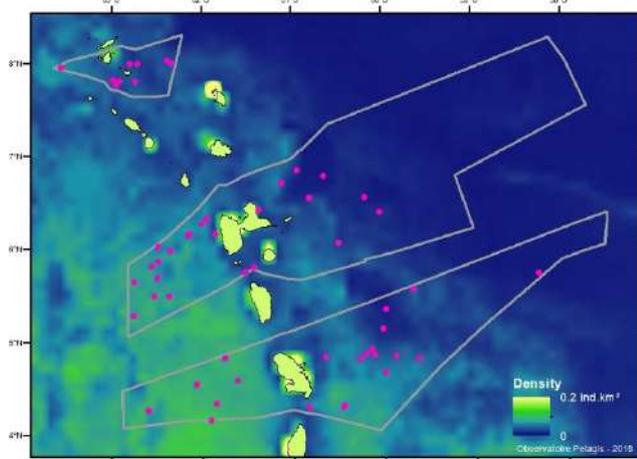


Figure 17. Prédiction spatiale de la densité des **sternes "brunes" aux Antilles** obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (●).

Figure 18. Prédiction spatiale de la densité de **sternes "grises" aux Antilles** obtenues par le modèle (DSM) annuel de **2017**. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (●).



2008



2017

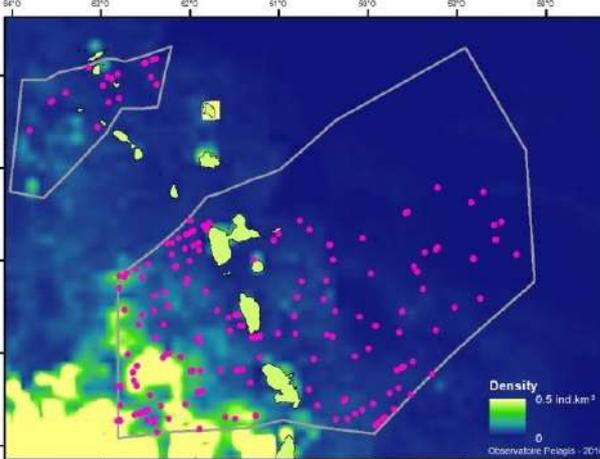


Figure 19. Prédiction spatiale de la densité des **fous aux Antilles** obtenues par le modèle DSM global avec les conditions environnementales de février 2008 (à gauche) et d'octobre 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (●).

Tableau 9. Modèles sélectionnés pour les oiseaux aux Antilles pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. # : nombre d'observations, AIC : critère d'information Akaike, numéro du modèle (classé par croissant d'AIC), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 7).

Nombre d'observations		Variables environnementales	N° model	delta AIC	% Déviance
Sulidés					
2017	180	Depth + SST _{month} + CHL _{month}	3	1,4	27 %
Global	215	Depth + Slope + SST _{month} + CHL _{month}	1	0	25 %
2008	35	D _{Canyon} + Slope + SST _{yearSD} + CHL _{monthClim}	1	0	33 %
Frégatidés					
2017	30	D _{Coast} + SST _{year}	128	9,7	30 %
Global	42	D _{200m} + SST _{year}	5	1,2	31 %
2008	12	D _{200m} + Slope + SST _{monthClim}	1	0	41 %
Noddis bruns					
2017	32	Depth + Slope + SST _{monthClim}	1	0	32 %
Phaethontidés					
2017	127	SST _{yearMea} + CHL _{month}	2	0,7	6 %
Global	234	D _{Coast} + SST _{year} + CHL _{month}	13	5,1	13 %
2008	107	D _{Coast} + SST _{year} + CHL _{month}	7	3,68	21 %
Sternes "brunes"					
2017	55	D _{SeaMount} + SST _{month}	18	2,5	14 %
Global	128	D _{Canyon} + D _{SeaMount} + SST _{month}	12	4,0	36 %
2008	73	Depth + SST _{yearSD} + CHL _{yearMea}	13	7,6	32 %
Sternes "grises"					
2017	14	SST _{year} + SST _{yearSD}	1	1,2	24 %
Total Oiseaux					
2017	472	Depth + CHL _{month} + CHL _{monthClim}	2	1,8	17%
Global	727	Depth + SST _{yearSD} + CHL _{month} + CHL _{monthClim}	3	3,2	21%
2008	255	D _{Canyon} + CHL _{yearMea}	4	1,84	23%

LES PHAETHONTIDES

Une seule espèce de phaéton avait pu être identifiée au cours de la campagne de 2008, le *Phaethon aetherus*, alors qu'en 2017 le *Phaethon lepturus* a également été identifié. Leur distribution est côtière en février 2008, alors qu'essentiellement au large en octobre 2017 (Figure 20). L'abondance des phaétons serait d'ailleurs plus élevée en février 2008 avec 7 400 individus (IC 95% : 3 900 - 15 100) qu'en octobre 2017 où 3 500 individus ont été recensés (IC 95% : 2 300 - 5 600, Annexe 10).

Les valeurs de déviance expliquée sont assez faibles, le maximum étant de 21% pour le modèle annuel de 2017 (Tableau 9). La température est fortement corrélée à la densité des phaétons, qui semble maximum pour les températures les plus basses de la zone cartographiée. Le modèle annuel de 2008 est assez fidèle aux observations de la campagne de 2008, ce qui est un peu moins le cas pour le modèle annuel 2017 (Figure 20).

LES FREGATIDES

Les observations de frégates superbes sont préférentiellement côtières, bien que quelques observations aient été réalisées à plus de 100 km des îles (Figure 20). Les résultats d'abondances estimées en CDS sont stables entre février 2008 et octobre 2017, avec 600-650 individus estimés (IC 95% : 200 – 2 100, Annexe 10) sur l'ensemble de la zone échantillonnée en 2017. La distance à l'isobathe 200 mètres ou la côte ainsi que la température jouent un rôle significatif dans la modélisation de leur distribution (Figure 20).

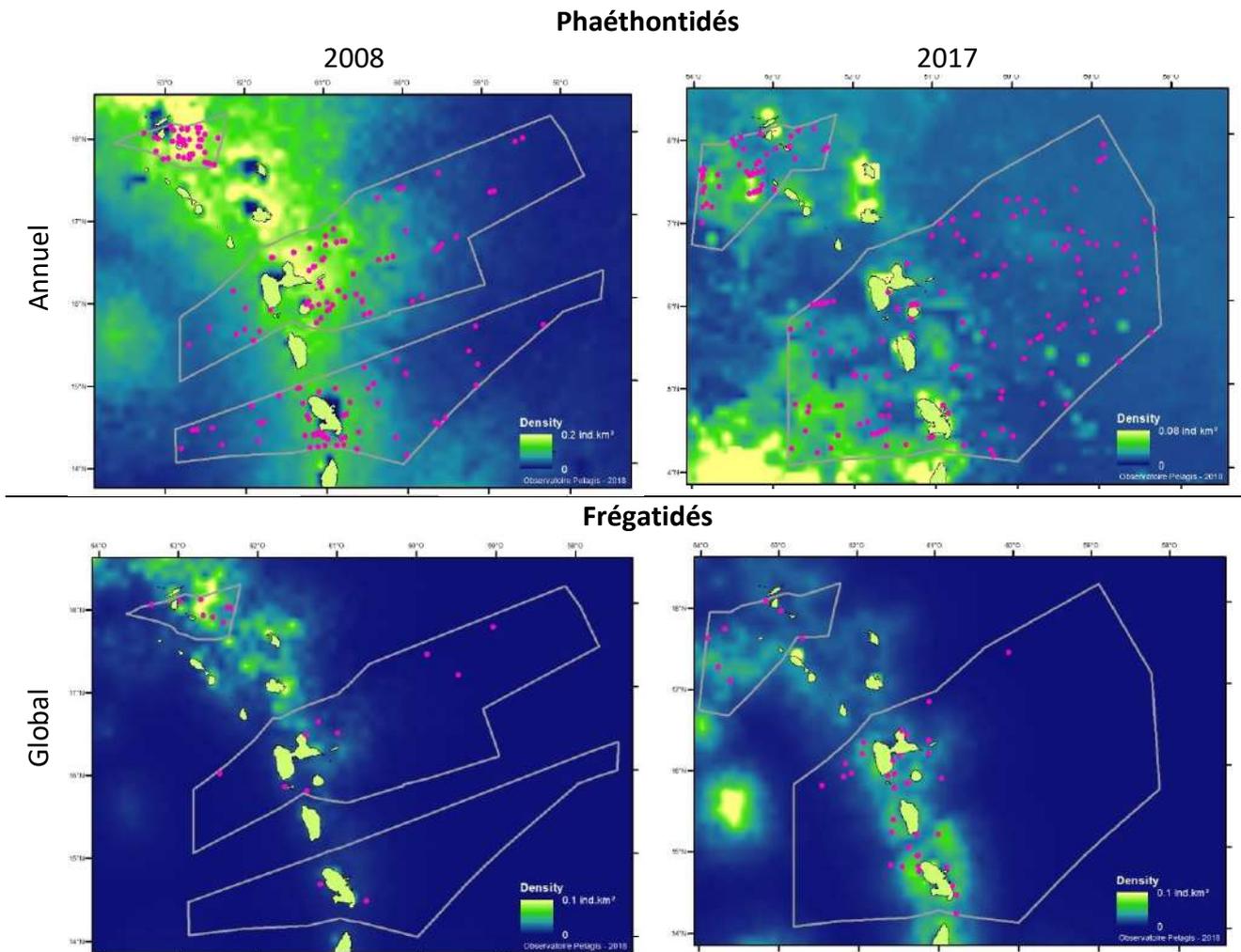


Figure 20. Prédiction spatiale de la densité de **phaéthonidés** aux Antilles (haut) obtenues par les modèles (DSM) annuels de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite) et de la densité de **frégatidés** aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de février 2008 (à gauche) et d'octobre 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (●).

LES OISEAUX MARINS EN GUYANE

LES STERNIDES

En Guyane française ce sont les sternes "grises" qui ont été le plus souvent observées, notamment les grandes sternes "grises"⁵ avec 472 observations (plus de 800 individus) en 2017 (Tableau 8). Concernant la répartition des différents groupes on remarque que les observations de noddis bruns et les sternes "brunes" étaient majoritairement réalisées au large de la ZEE de Guyane tandis que les sternes grises sont côtières (Figure 21).

Les **densités de sternes "brunes"** sont relativement stables les deux années, avec 14,8 individus/100km² en 2008 (CV = 30%) et 14,2 individus/100km² en 2017 (CV = 20%) soit respectivement **des abondances de 21 000 individus en 2008** (IC 95% : 10 300 - 43 100) et **15 800 individus en 2017** (IC 95% = 9 900 - 25 800).

Pour les **sternes "grises"**, l'estimation de 2008, légèrement inférieure à 2017, est liée à une adaptation du protocole en 2008 où en zone ultra côtière les oiseaux trop nombreux n'étaient plus comptabilisés, pour éviter d'interférer avec l'observation des dauphins de Guyane. En 2017 la densité a été estimée à 2,5 individus/100km² (CV = 3 0%) ce qui représente **20 500 individus** (IC 95% : 15 800 - 27 500) dont 13 000 individus appartenant aux grandes sternes⁵ (IC 95% : 10 700-15 800, Annexe 8).

⁵ Grandes sternes grises : soit potentiellement la sterne Caugek, la sterne de Cayenne ou la sterne royale
 REMMOA II - Petites Antilles et Guyane - Rapport final 2019

La densité de **noddis bruns** a été estimée à **1,7 individus/100km² en 2017** soit près de 2 000 individus (IC 95% : 1 000 - 3 700) principalement rencontrés au large (Figure 21).

La concentration moyenne mensuelle en chlorophylle est présente dans tous les modèles sélectionnés pour les sternes "grises" (totales ou grandes, Tableau 10 ; Annexe 7). Que cela soit pour les sternes "brunes" ou les sternes "grises" les modèles globaux prédisent relativement bien les distributions observées (Figure 21).

LES FREGATIDES

Les observations de frégates superbes en Guyane sont assez proches de la côte et principalement autour de l'île du Grand Connétable (Figure 22). Les estimations d'abondance des **frégates** montrent une présence plus importante **en 2008 avec 3 900 individus recensés** (IC 95% : 1 200-13 400), **contre 1 700 individus en 2017** (IC 95% : 990-3 400, Annexe 10). La distance à l'isobathe 200 m est sélectionnée par les trois modèles sélectionnés, suggérant une présence optimale autour de 50 km de l'isobathe 200 m (Annexe 7). Le modèle global, malgré la présence de la chlorophylle et la température, prédit une distribution relativement stable sur les deux années (Figure 22).

Tableau 10. Modèles sélectionnés pour les oiseaux en Guyane pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. # : nombre d'observations, AIC : critère d'information Akaike, numéro du modèle (classé par croissant d'AIC), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 7).

	Nombre d'observations	Covariables environnementales	N° model	delta AIC	% Déviance
Frégatidés					
2017	34	$D_{200m} + SST_{yearSD} + SST_{monthClim} + CHL_{year}$	1	0	72%
Global	81	$Depth + D_{200m} + SST_{monthClim} + CHL_{monthClim}$	1	0	67%
2008	47	$D_{Coast} + D_{200m} + SST_{year} + CHL_{yearSD}$	1	0	71%
Mouettes					
2017	67	$D_{200m} + D_{Canyon} + CHL_{monthClim}$	1	0	79%
Noddi brun					
2017	32	$D_{Coast} + SST_{yearSD} + SST_{month}$	1	0	42%
Sternes "brunes"					
2017	89	$D_{Coast} + D_{200m} + Slope + CHL_{month}$	1	0	42%
Global	158	$D_{200m} + D_{Canyon} + Slope + SST_{month}$	2	5,0	43%
2008	69	$D_{200m} + D_{Canyon} + D_{SeaMount} + CHL_{month}$	1	0	56%
Sternes "grises"					
2017	644	$Depth + D_{Canyon} + CHL_{yearSD} + CHL_{monthClim}$	1	0	68%
Global	760	$Depth + D_{Canyon} + Slope + CHL_{monthClim}$	1	0	52%
2008	102	$Depth + D_{Canyon} + CHL_{yearSD} + CHL_{monthClim}$	1	0	39%
Grandes sternes "grises"					
2017	465	$D_{200m} + D_{Canyon} + CHL_{yearMea}$	7	8,2	70%
Total Oiseaux					
2017	472	$D_{200m} + D_{Canyon} + CHL_{year} + CHL_{month}$	2	0,3	33%
Global	727	$D_{200m} + Slope + SST_{month} + CHL_{monthClim}$	1	0	22%
2008	255	$D_{200m} + Slope + CHL_{year}$	6	4,8	15%

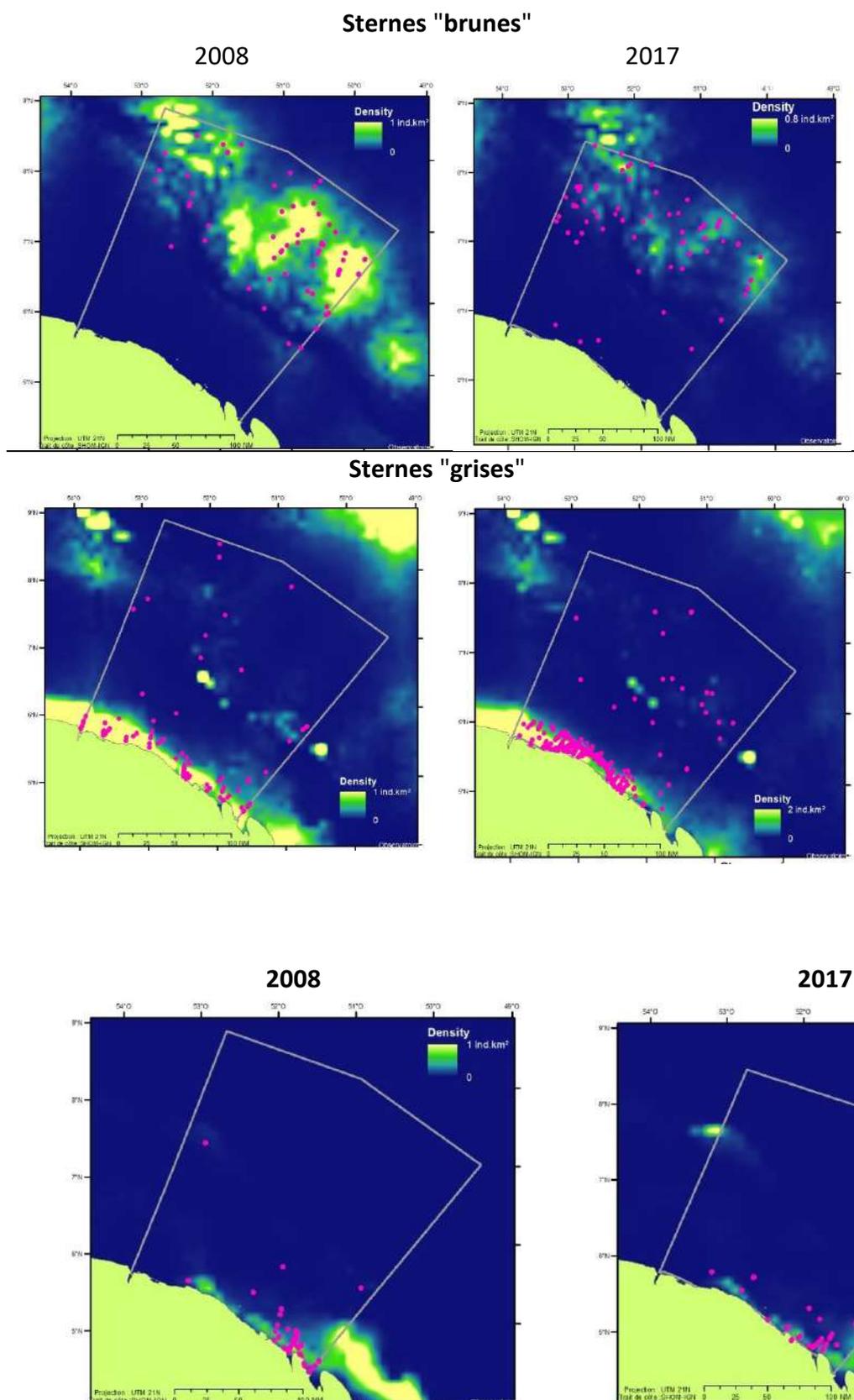


Figure 21. Prédiction spatiale de la densité de **sternes "brunes"** (haut) et **sternes "grises"** (bas) en **Guyane** obtenues par les modèles (DSM) globaux avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

Figure 22. Prédiction spatiale de la densité des **frégates** en **Guyane** obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

LES AUTRES ESPECES DE LA MEGAFaUNE MARINE (tortues et élasmobranches)

En complément des observations de cétacés et d'oiseaux marins, les observations de tortues, raies, requins, grands poissons ont également été répertoriées suivant la méthode de transect linéaire. Pour les groupes présentant un nombre d'observations suffisant, les densités ont été estimées.

Tableau 11. Observations d'élasmobranches et tortues marines collectées en effort d'observation (et nombre d'individus) dans le secteur des Antilles et de Guyane et pour les campagnes Remmoa 2008 et 2017.

Espèce/taxon	Antilles		Guyane	
	2008	2017	2008	2017
Raies	1 (1)	13 (13)	137	258 (330)
<i>Aetobatus narinari</i>		2		
<i>Dasyatis</i> spp.		1		1
<i>Mobula alfredi</i> & <i>M. birostris</i>		3	125	211 (227)
<i>Mobula</i> spp.		4		6
Raie ind.	1	3	12	40 (96)
Requins	10 (10)	7 (7)	26 (26)	25 (26)
<i>Carcharodon carcharias</i>				1
<i>Carcharhinus longimanus</i>	6	1		1
<i>Galeocerdo cuvier</i>				2
<i>Rhincodon typus</i>				2
Requin ind.	2	6	19	8
<i>Sphyrna</i> spp.	2		7	11
Tortues	15 (15)	64 (68)	32	45
<i>Cheloniidae</i>	11	63(67)	30	44
<i>Dermochelys coriacea</i>	4	1	2	1

LES TORTUES MARINES

Au cours des deux campagnes 148 observations de tortues ont été réalisées. A partir des observations réalisées sans distinction des secteurs (Antilles ou Guyane française), un modèle semi-normal a été choisi en 2008 pour la courbe de détection des tortues à écailles avec une largeur effective de 300 m, alors qu'en 2017 la fonction hasard estime un ESW à 160 m (Tableau 12).

Au cours de la campagne aux Antilles, 10 observations de tortues ont été réalisées durant le mois de février 2008 et 60 en octobre 2017, la plupart d'entre elles étant côtière (Figure 23). Les densités de tortues à écailles estimées en Guyane et aux Antilles sont semblables sur les deux zones d'études en 2017 avec 1,1 individus/100km² (CV : 20-23%), alors qu'elles étaient plus faibles en 2008 0,3 - 0,5 individus/100km² (CV : 28-40%).

Les estimations d'abondance faites par CDS montrent une augmentation de l'effectif entre les deux périodes d'échantillonnage, passant de 550 individus (IC 95% : 100-2 500) en février 2008 à 1 800 individus (IC 95%: 900-3 700) en octobre 2017. La déviance expliquée du modèle global est de 33% (Tableau 16) avec un effet assez positif des faibles profondeurs (Annexe 12).

En Guyane 26 observations ont été réalisées en 2008 et 44 en 2017, la quasi-totalité se concentrant sur la partie plateau continentale (Figure 24). Comme pour les Antilles, les estimations en CDS suggèrent une augmentation bien que non significative de 700 individus en 2008 (IC 95%: 300-1 700) à 1 300 individus en 2017 (IC 95% : 800-2 000). La déviance expliquée varie entre les modèles (Tableau 13) et les

variables retenues sont différentes pour le 3 modèles, mais celles en lien avec la température de surface reviennent avec une présence des tortues dans les eaux les plus froides dans la zone.

Tableau 12. Fonction de détection des tortues marines (n: nombre d'observations après troncation ; ESW : largeur effective ; CV : coefficient de variation).

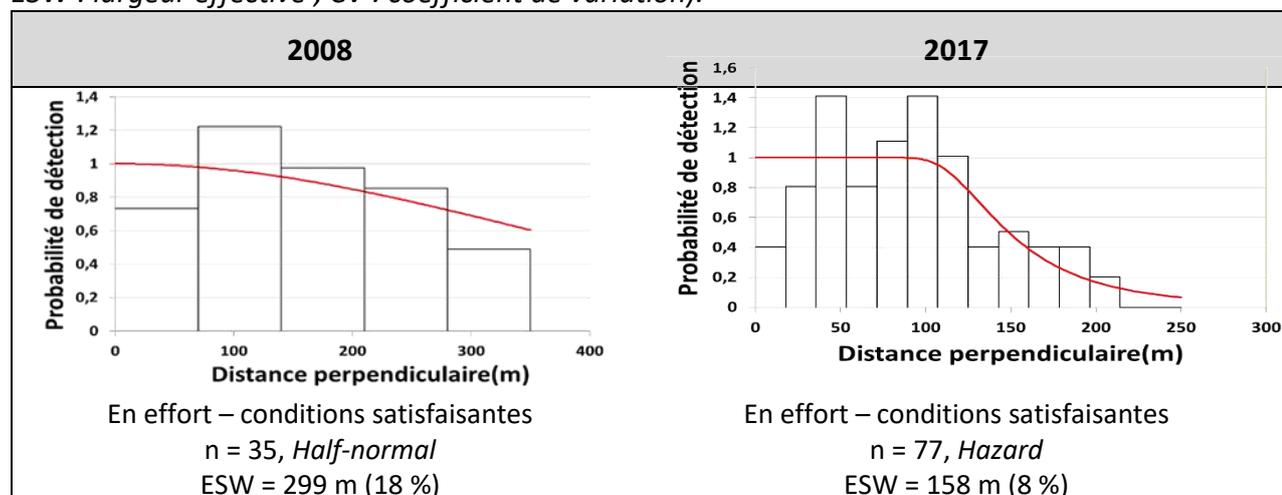


Tableau 13. Modèles sélectionnés pour les tortues à écailles pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. #: nombre d'observations, AIC : critère d'information Akaike, numéro du modèle (classé par croissant d'AIC), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 11).

	Nombre d'observations	Variables du modèle	N° model	delta AIC	Déviance expliquée
Antilles					
2017	60	Depth + CHL _{monthClim}	1	0	33 %
Global	70	Depth+ CHL _{monthClim}	1	0	33 %
2008	10	Depth + SST _{yearSD} + CHL _{month}	4	1.7	45 %
Guyane					
2017	44	D _{200m} + SST _{monthClim} + CHL _{year}	1	0	45 %
Global	70	Depth + SST _{year} + SST _{monthClim}	1	0	32 %
2008	26	D _{SeaMou} + SST _{month} + CHL _{month}	2	0.2	17 %

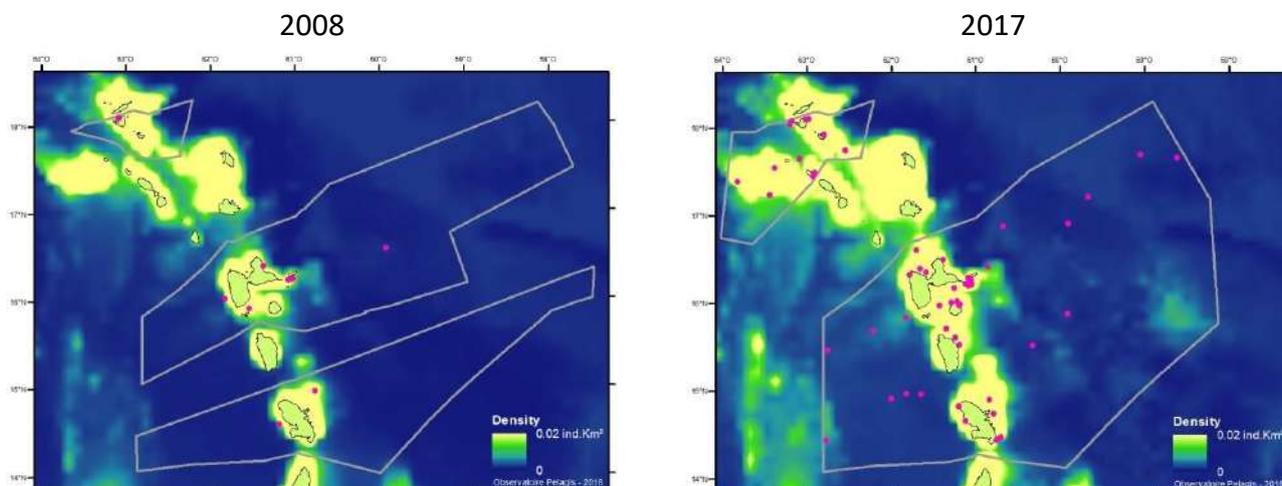


Figure 23. Prédiction de la densité de tortues à écailles aux Antilles obtenues par le DSM global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

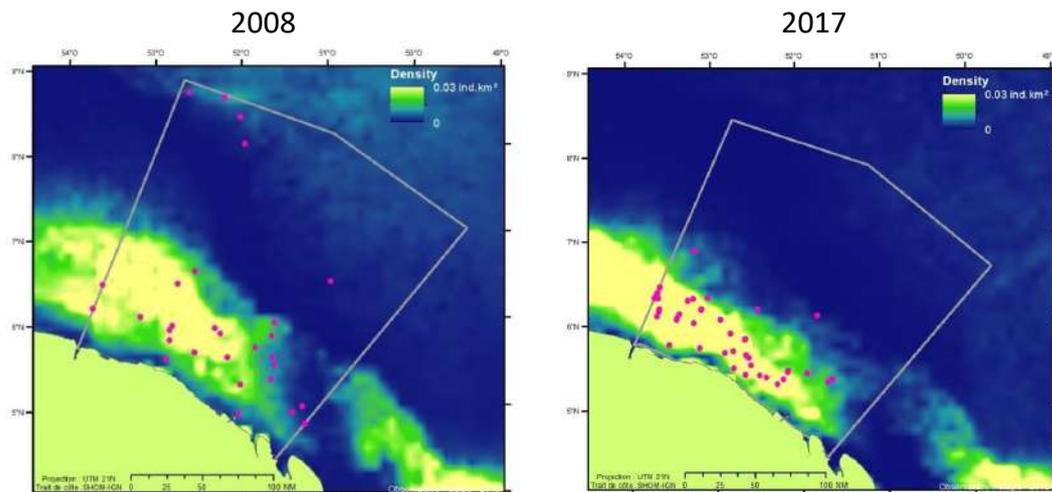


Figure 24. Prédications de la densité de **tortues à écailles en Guyane** obtenues par les modèles spatialisés (DSM) de 2008 (en haut à gauche) de 2017 (en bas à gauche) et le modèle global avec les conditions environnementales de 2008 (en haut à droite) et de 2017 (en bas à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

LES ELASMOBRANCHES (RAIES ET REQUINS)

Aux Antilles, 31 observations d'élasmobranches ont été réalisées au cours de la campagne de 2017 et 22 avaient été réalisées en 2008. En Guyane ce sont 447 observations en 2017 et 326 en 2008 qui ont été réalisées. Les analyses ont pu être réalisées sur trois groupes d'élasmobranches : les requins (excepté *Rhincodon typus* bien identifiable depuis l'avion), les raies manta et toutes les autres raies (identifiées ou non, Tableau 11).

Un modèle hasard a été choisi pour la fonction de chacun des 3 groupes, à l'exception des requins en 2008 où la fonction semi-normale a été retenue. Les largeurs effectives varient suivant les groupes, mais sont relativement homogène pour les deux années (Tableau 14). Seule une dizaine d'observations d'élasmobranches ont été réalisées aux Antilles principalement cantonnées au plateau continental avec toutefois des distances à la côte plus importantes en février 2008.

LES ELASMOBRANCHES DES PETITES ANTILLES

Les observations aux Antilles ne permettent pas d'estimer la densité de raies ou requins, excepté dans la strate des îles du Nord en 2017 où la densité de requin atteint 5,7 individu/100km² (CV = 71 %).

LES ELASMOBRANCHES DE GUYANE

En Guyane, les densités relatives de requins ont diminué de 0,9 individu/100km² (CV = 40 %) à 0,43 (CV = 30 %). Soit une abondance relative estimée de **1 000 individus en 2008** (IC 95% : 400-2800) et **500 individus en 2017** (IC 95% : 250-800). Les modèles spatialisés sélectionnés reproduisent relativement bien le changement observé dans la répartition des observations entre 2008 et 2017, et la chlorophylle mensuelle jouant un rôle majeur dans ces modèles (Figure 25 et Annexe 11).

Pour les **raies manta**, les densités relatives estimées sont relativement stables avec près de 2,5 individus/100km², soit autour de **3 000 individus** (IC 95% : 1 400-7 300). Comme pour les requins, le modèle global illustre bien le changement de distribution entre 2008 et 2017 (Figure 26), mais c'est la température de surface qui semble le mieux caractériser cette distribution (Tableau 15 ; Annexe 13). En 2017, la densité relative des autres raies (non identifiées ou autres espèces que raies manta) a été estimée à 0,19 individus/100km² (CV = 71 %) soit **2 100 individus** (IC 95% : 600-7 700).

Tableau 14. Fonction de détection par groupement d'espèces d'élastombranches. (# nombre d'observations utilisées; ESW : largeur effective de détection et CV : coefficient de variation (en %).

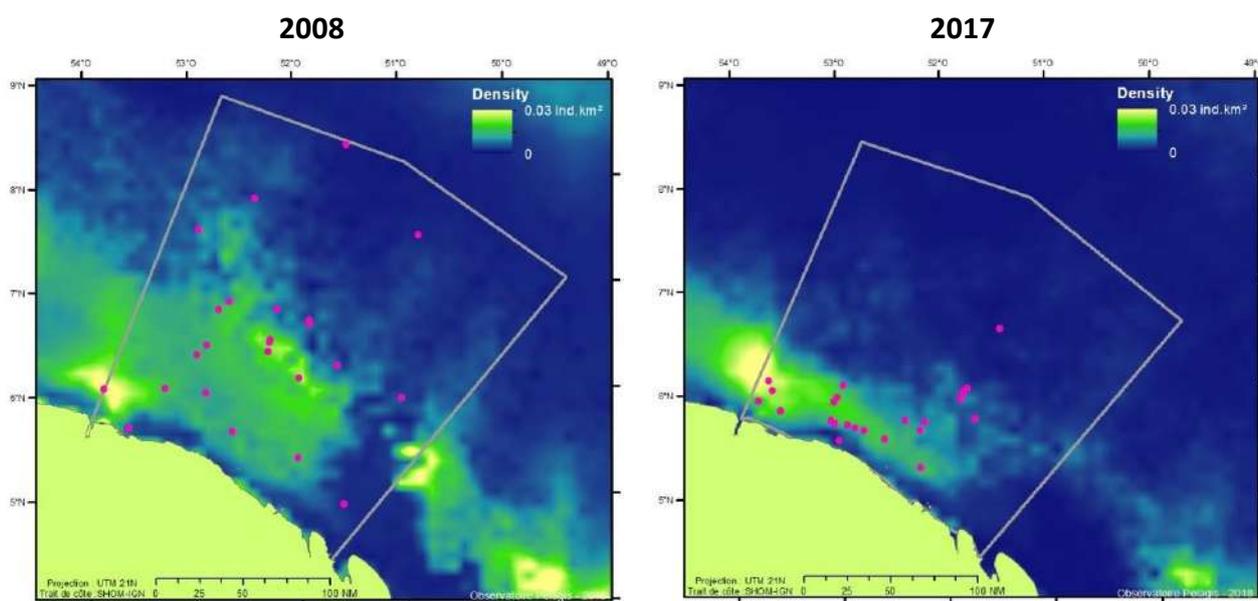
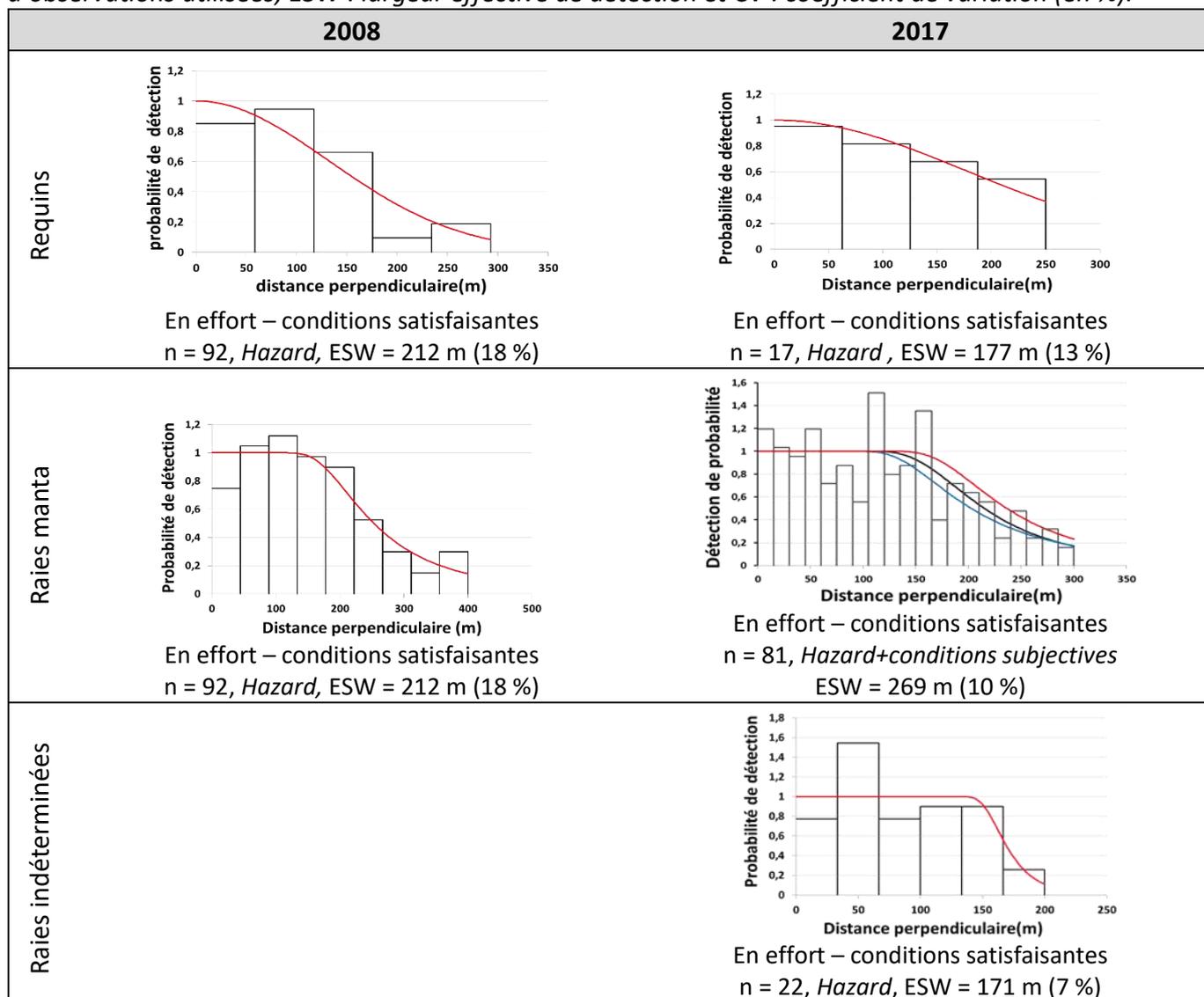


Figure 25. Prédictions spatiales de la densité de requins en Guyane (excepté Rhincodon typus) obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (●).

Tableau 15. Modèles sélectionnés pour les élasmobranches : les requins, les raies manta et les raies pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. # : nombre d'observations, AIC ;, numéro du modèle classé par croissant d'AIC (critère d'information Akaike), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 11).

Nombre d'observations		Variables du modèle	N° model	delta AIC	Déviance expliquée
Requin					
Global	10	$SST_{yearSD} + CHL_{monthClim}$	1	0	31%
Total Elasmobranches					
2017	15	$Depth + SST_{monthClim} + CHL_{month}$	4	2 1	30%
Global	20	$Depth + SST_{yearSD} + CHL_{month} + CHL_{monthClim}$	7	2	27%
2008	5	$SST_{yearSD} + CHL_{yearSD}$	2	9	34%
Requin					
2017	22	$Depth + CHL_{monthClim}$	2	0 6	37%
Global	45	$Depth + D_{Canyon} + SST_{year} + CHL_{monthClim}$	2	1 8	19%
2008	23	$D_{SeaMount} + SST_{month} + CHL_{month}$	1	0 0	23%
Raie manta					
2017	205	$Depth + D_{200m} + Slope$	2	0 8	75%
Global	297	$Depth + SST_{year} + SST_{month} + CHL_{month}$	4	9 3	58%
2008	92	$D_{200m} + D_{SeaMount} + Slope + SST_{monthClim}$	1	0	50%
Total Elasmobranches					
2017	264	$Depth + D_{200m} + SST_{year}$	2	0 4	61%
Global	380	$Depth + SST_{year} + SST_{monthClim}$	4	0 9	45%
2008	116	SST_{month}	8	4 5	23%

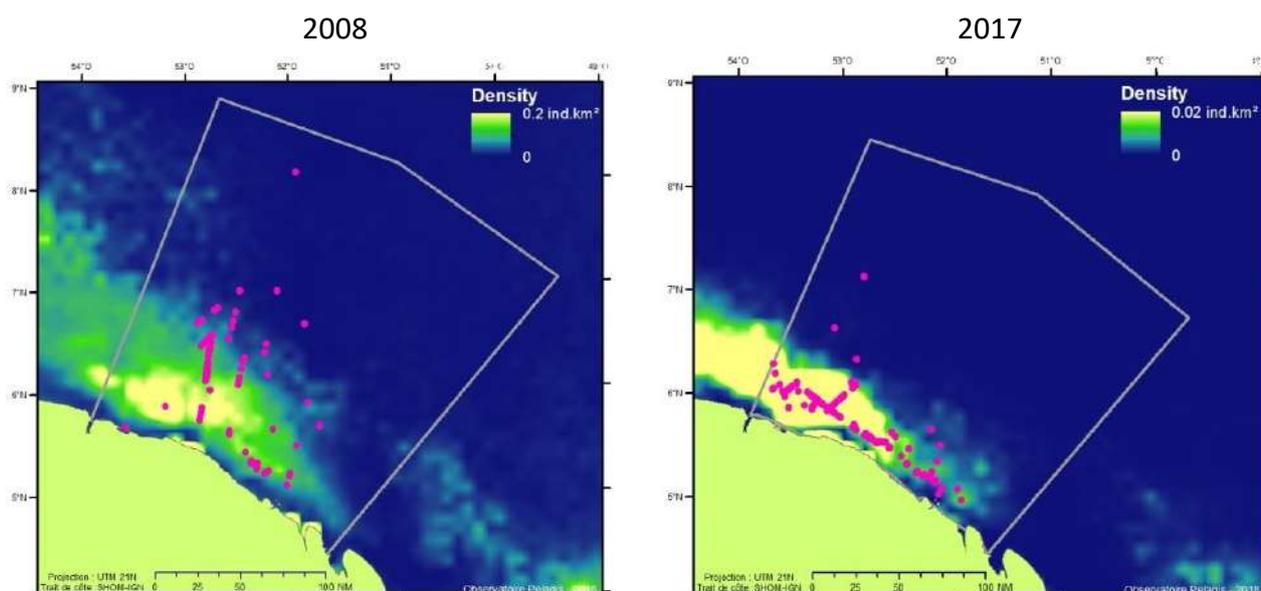


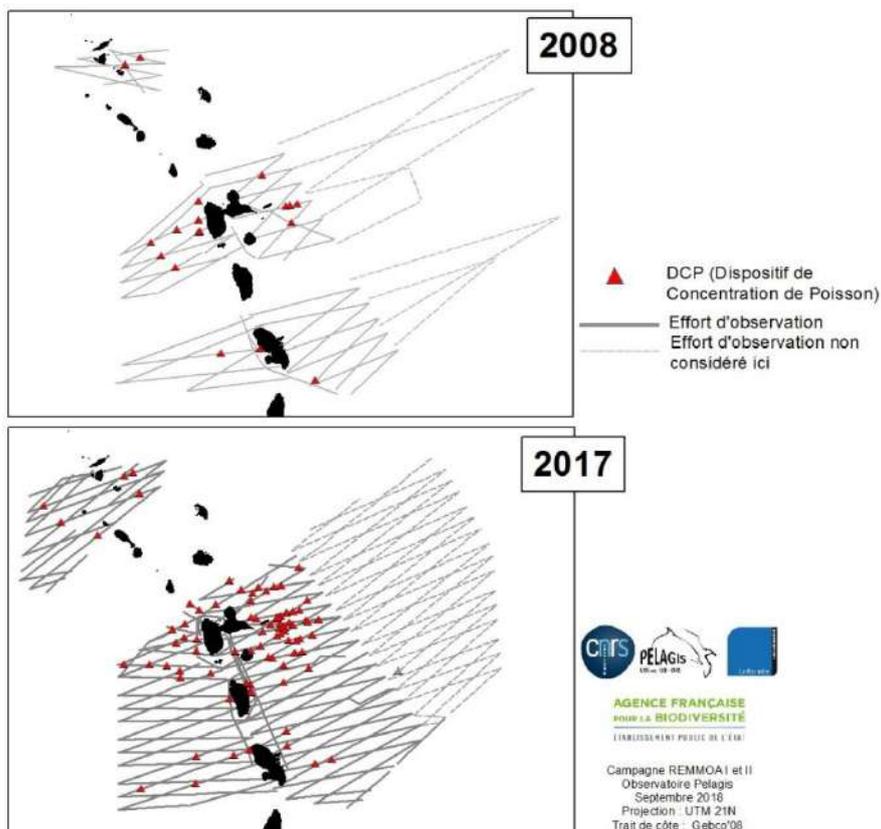
Figure 26. Prédiction spatiale de la densité de raies manta en Guyane obtenues par le DSM global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).

LES ACTIVITES HUMAINES

LES DISPOSITIF DE CONCENTRATION DE POISSONS (DCP)

Les dispositifs de concentration de poissons (DCP) n'ont été observés que sur les strates de pente lors des deux campagnes, mais avec des effectifs différents. Au cours de la campagne de 2008, 20 DCP ont été observés, soit un taux moyen sur les strates de pente de 0,25 DCP comptabilisés pour 100 km d'effort, et avec des valeurs équitables sur les 3 secteurs de pente (îles du Nord, Guadeloupe et Martinique, Figure 28). En 2017, 89 observations ont été collectées ce qui représente un taux moyen sur les strates de pente de 0,55 DCP pour 100 km, atteignant 0,90 pour 100 km dans les strates de pente Atlantique (P3, Figure 28).

Figure 27. Effort d'observation et distribution des observations de DCP en 2008 et 2017 aux Antilles.



LES DECHETS

Le taux de déchets rencontrés par unité d'effort est quasiment multiplié par deux entre 2008 et 2017 (Figure 28 droite). Les conditions d'observations plus favorables en 2017 peuvent jouer sur une meilleure détection, cependant le taux de bouées rencontrées par kilomètre reste lui relativement stable sur les deux années (Figure 28 gauche) montrant que cette effet est probablement faible. L'augmentation des déchets est essentiellement observée sur les strates P1 (îles du Nord) et P2 (Mer des Caraïbes). En Guyane les taux de bateaux de pêches et déchets rencontrés par kilomètre sont restés relativement stables.

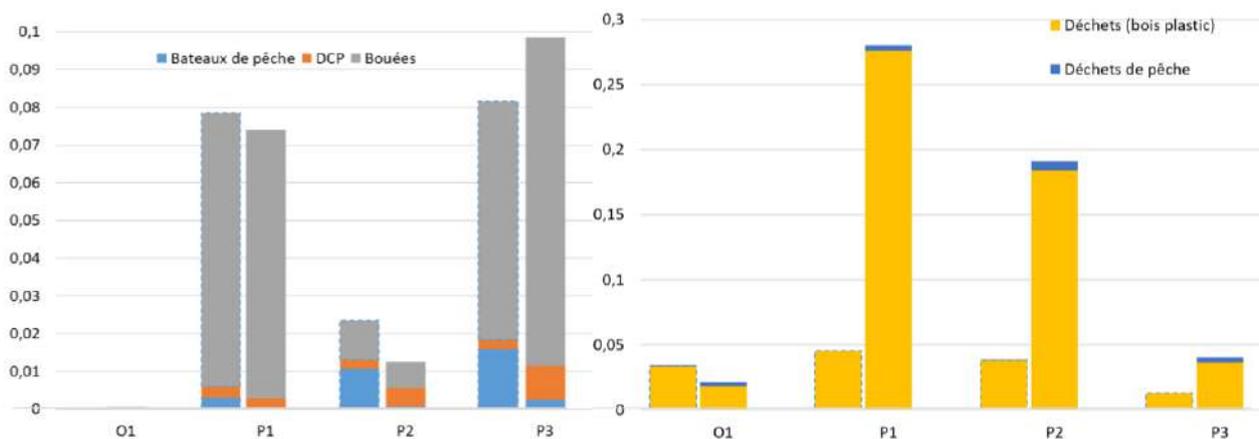


Figure 28. Taux de bateaux de pêche, DCP et bouées par kilomètre d'effort en fonction des strates aux Antilles au cours des deux campagnes (P1 : îles du Nord, P2 : Mer des Caraïbes, P3 et O1 : zone Atlantique).

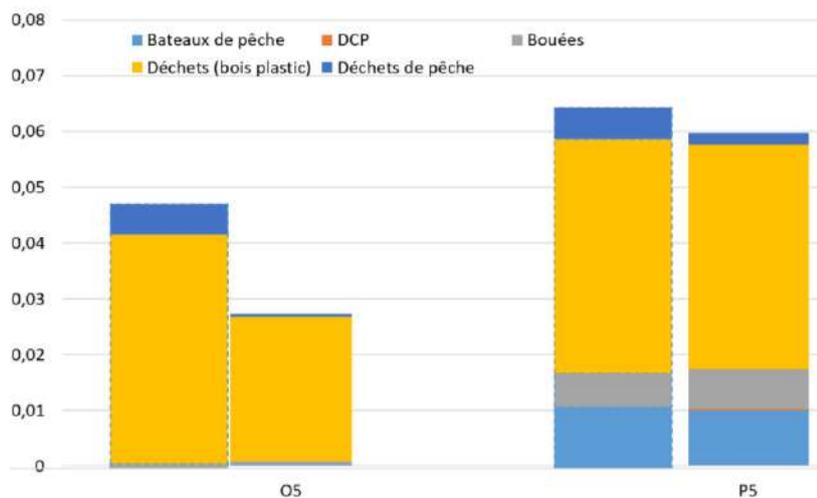


Figure 29. Taux de bateaux de pêche, DCP, bouées, déchets et déchets de pêche par kilomètre d'effort en fonction des strates en Guyane au cours des deux campagnes (O5 : océanique et P5 : plateau pente).

Sur la strate P2 (mer des Caraïbes) le jeu de données a été scindé en deux : avant le passage de 3 cyclones dans la région (Irma avant le 6 septembre, José le 10 septembre et Maria le 18 septembre) et après le 9 octobre. Le nombre de déchets par kilomètre d'effort est légèrement supérieur après la période cyclonique, passant de 11,2 déchets/100km à 16,3 déchets/100km, mais cette différence est mineure.

BILAN DES APPORTS DE LA CAMPAGNE

Cette campagne Remmoa (*REcensement des Mammifères marins et autres Mégafaunes pélagiques par Observation Aérienne*) avait pour objectif de produire un état des lieux quasi instantané de la répartition et de l'abondance des mammifères et oiseaux marins, des tortues marines, des raies et requins, des grands poissons visibles en surface. Depuis 2008, les eaux des Antilles, de Guyane française, du sud-ouest de l'Océan Indien (Réunion, Mayotte, Éparses, Comores, Madagascar, Maurice, Seychelles), de Polynésie Française puis de Nouvelle-Calédonie et de Wallis et Futuna ont été couvertes suivant un protocole standard d'observation aérienne multispécifique (collecte d'informations sur différents taxons). Cette seconde couverture que représente le cycle II de Remmoa, permet une comparaison avec les données de 2008, principalement pour la Guyane, dont les deux échantillonnages ont été réalisés à la même période (octobre). Pour les Antilles la comparaison est plus délicate puisque la première campagne avait été réalisée à une autre saison et les conditions d'observation n'avaient pas été favorables. Cette nouvelle campagne a permis de compléter l'acquisition de connaissances et d'établir un deuxième point sur l'état de ces populations.

Le bilan organisationnel, logistique et technique de cette mission dans l'ouest de l'océan Atlantique tropical a été présenté dans le rapport de campagne (Van Canneyt *et al.*, 2018). Cette campagne a été planifiée pendant la saison cyclonique, pour privilégier les périodes de calme bien établies, cependant l'année 2017 a été particulièrement intense du point de vue des cyclones dans la région des petites Antilles, modifiant quelque peu le planning prévisionnel au cours de la mission. Malgré cela, cette campagne fut réalisée dans son ensemble et a permis de collecter un volume conséquent de données sur la mégafaune marine, permettant une confrontation aux précédents résultats de 2008.

Les résultats issus de la campagne de 2008 ont été retravaillés dans la mesure du possible afin d'obtenir des estimations d'abondance comparables à celles dérivées des données de 2017. Pour cela, la méthode dite « conventionnelle » ou CDS (*Conventional Distance Sampling*) a été privilégiée alors que pour caractériser la distribution spatiale nous avons utilisé la méthode de modélisation spatiale des densités ou DSM (*Density Surface Modelling*).

Pour les oiseaux marins nos estimations ont pu être comparées aux comptages de colonies disponibles. Il ne faut pas cependant s'attendre à obtenir des valeurs identiques puisque la zone échantillonnée ne couvre pas la totalité de l'aire de répartition des oiseaux nicheurs, que tous les reproducteurs ne sont pas forcément en mer et que le recensement en mer permet aussi le dénombrement des non reproducteurs et des espèces en migration ou nichant sur des sites plus éloignés. Il s'agit donc seulement de comparer les ordres de grandeur.

Les résultats de cette campagne sont inédits du point de vue de leur étendue au large et du nombre de taxons de prédateurs supérieurs. Cette photographie instantanée représente deux saisons différentes pour les deux campagnes aux Antilles, mais exactement la même période pour la Guyane, ce qui permet dans un cas d'indiquer d'éventuels changements saisonniers et dans l'autre d'évaluer la stabilité.

Les objectifs et les plans d'échantillonnage des campagnes Remmoa ne sont pas dédiés aux zones côtières, ils visent au contraire l'échantillonnage des zones du large, dont l'état des connaissances présentes de nombreuses lacunes. Depuis octobre 2008 les campagnes Remmoa sont organisées en dehors de la saison de reproduction des baleines à bosse, cette espèce n'est donc pas concernée par les analyses présentées dans ce rapport.

La campagne d’observation aérienne de la mégafaune pélagique de 2017 a pu être réalisée sur une zone plus étendue qu’en 2008, puisque à la ZEE de Martinique, de Guadeloupe, et de Saint-Martin-Saint Barthelemy il a été possible d’ajouter les eaux de la Dominique, de Sint-Maarten, de Saba et Sint Eustatius soit au total 163 000 km².

Les résultats obtenus sur ces deux secteurs sont contrastés. Les causes de cet écart sont liées au contexte environnemental, puisqu’en effet, les eaux entourant les Petites Antilles sont principalement des eaux peu productives voir oligotrophes, comparées aux eaux du littoral guyanais chargées en nutriments issus des apports fluviaux, ce qui expliquerait la différence d’abondance de la mégafaune marine entre les deux secteurs. De plus durant la colonisation et au cours du siècle dernier, les littoraux antillais ont été fortement impactés par la présence humaine et l’exploitation des ressources halieutiques.

- *Les mammifères marins des petites Antilles*

Pour plusieurs groupes taxonomiques les estimations d’abondance et les prédictions spatiales ne sont pas fiables. Il pourrait être envisagé pour certaines espèces d’utiliser d’autres covariables environnementales plus adaptées à la description des habitats des cétacés, ou éventuellement d’utiliser des sorties de modèles de proies (type Seapodym) tel que cela a pu être fait sur les résultats de la campagne Remmoa de Polynésie Française (Lambert *et al.*, 2014). Toutefois la principale limitation technique à l’ajustement de modèles statistiques complexe reste ce résultat biologique : les densités de cétacés sont peu élevées dans la zone d’étude. La répétition de campagne de type Remmoa à intervalle régulier permettra à terme de dépasser cette limite, comme cela a déjà pu être le cas avec l’ajout des données de Remmoa II pour compléter les données de la première campagne.

Les résultats obtenus montrent cependant une relative stabilité pour les grands delphininés, les grands globicéphalinés et les baleines à bec, sans variation saisonnière identifiée entre février 2008 et octobre 2017 (Figure 31). Exceptés pour les petits delphininés, près de 10 fois plus abondants en octobre 2017. Pour les cachalots, en excluant les estimations des îles du Nord où un grand groupe a été observé en 2017, nous obtenons un résultat équivalent à 2008, sachant qu’en février les grands mâles devaient être présents dans la zone, alors qu’en octobre 2017 ce ne devait plus être le cas (Rinaldi et Rinaldi, 2008b). En revanche en octobre 2017, l’augmentation de l’effort d’échantillonnage ou le changement de saison ont permis d’estimer une densité de petits globicéphalinés et de kogiidés. La présence significative de kogiidés avait déjà été signalée au cours des campagnes de la SEPANMAR autour de la Martinique (Jérémie *et al.*, 2005). Les delphinidés (delphininés et globicéphalinés) semblent plus localisés en périphérie des îles et sur les pentes insulaires, là où se concentrent également les activités humaines, alors que la distribution des grands plongeurs est plus étendue au large (Figure 30).

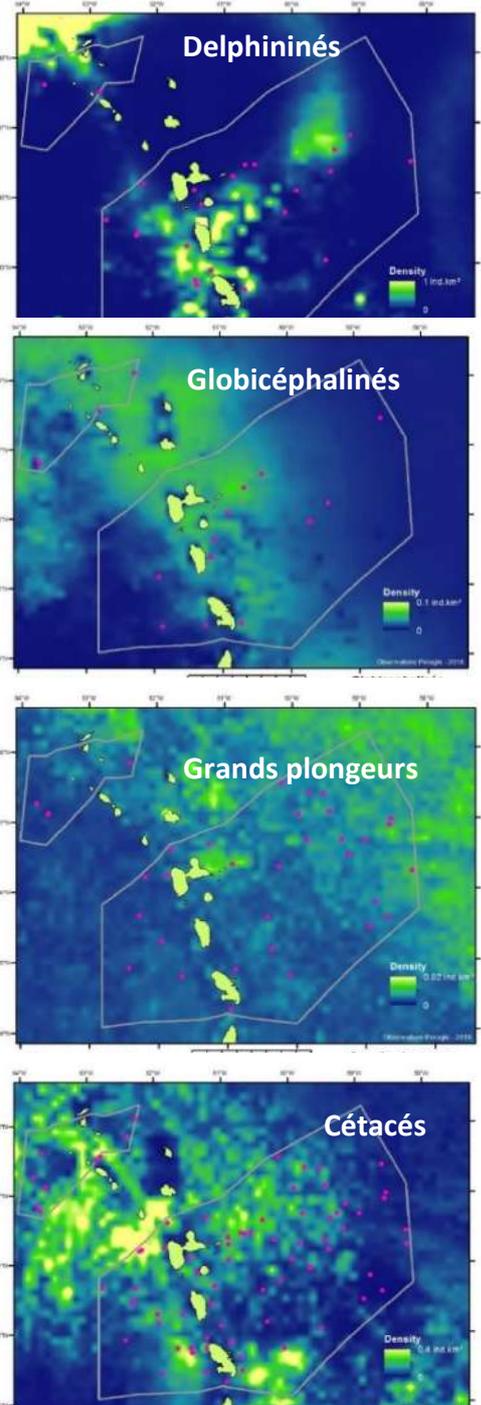


Figure 30. Prédiction des densités obtenues par les DSM aux Antilles pour en février 2008

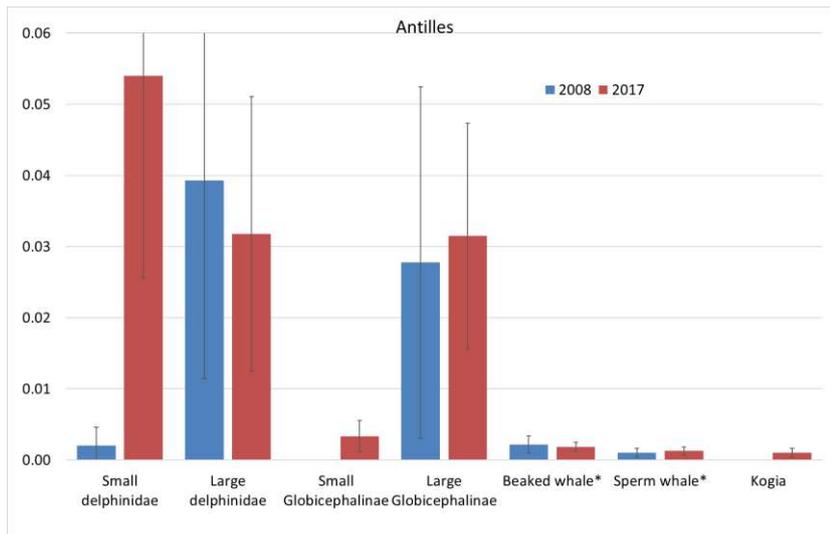


Figure 31. Densités relatives estimées (en individus /km²) et erreurs standards associées) pour les différents groupes de cétacés aux Antilles au cours des deux campagnes Remmoa de 2008 et 2017.

- Les oiseaux marins des Antilles

Avec plus de 400 observations d'oiseaux par campagne et près de 17 espèces ou groupes d'oiseaux marins identifiés, la campagne Remmoa II constitue une nouvelle source d'information conséquente sur les oiseaux marins des petites Antilles. L'abondance et la répartition spatiale ont pu être estimées pour 6 groupes. Et en octobre 2017, une bonne partie de l'échantillonnage a eu lieu après le passage de 3 dépressions tropicales. Sachant que plusieurs études tendent à démontrer l'impact négatif des cyclones (Genovart et al., 2013) ou des forts épisodes venteux (Levesque, 2005) sur les populations d'oiseaux marins.

Les sternes "brunes" (sterne fuligineuse et sterne bridée), ont été les plus abondantes quelque soit la campagne, mais montrent une diminution d'effectifs entre février 2008 et octobre 2017 (Figure 34). A Anguilla, une île au nord de St Martin/Sint Martee (juste en dehors de la zone prospectée dans les îles du Nord) le nombre de sternes fuligineuses est estimé à plus de 130 000 couples reproducteurs (Geraldez 2015; Soanes et al., 2016) ce qui est bien supérieur aux estimations de sternes brunes faites en mer dans la zone échantillonnée aux Antilles (23 000 individus en février 2008 et 2 100 en octobre 2017). Les sternes "grises" (potentiellement *Sterna dougalii*, *S. hirundo* et *S. antillarum*), les grandes sternes "grises" (essentiellement *S. sandvicensis* et *Thalasseus maxima*) et les noddis bruns sont estimés à environ 1 000 couples chacun à Anguilla (Geraldez, 2015; Soanes et al., 2016) ce qui correspond ordre de grandeur estimés en mer en 2017 avec 1 300 individus et 2 000 individus respectivement pour les sternes "grises" et les noddis bruns.

Les phaétons (comprenant deux espèces identifiées : *Phaethon lepturus* et *Phaethon aethereus*) font partis des oiseaux les plus observés aux Antilles. Les observations étaient particulièrement importantes

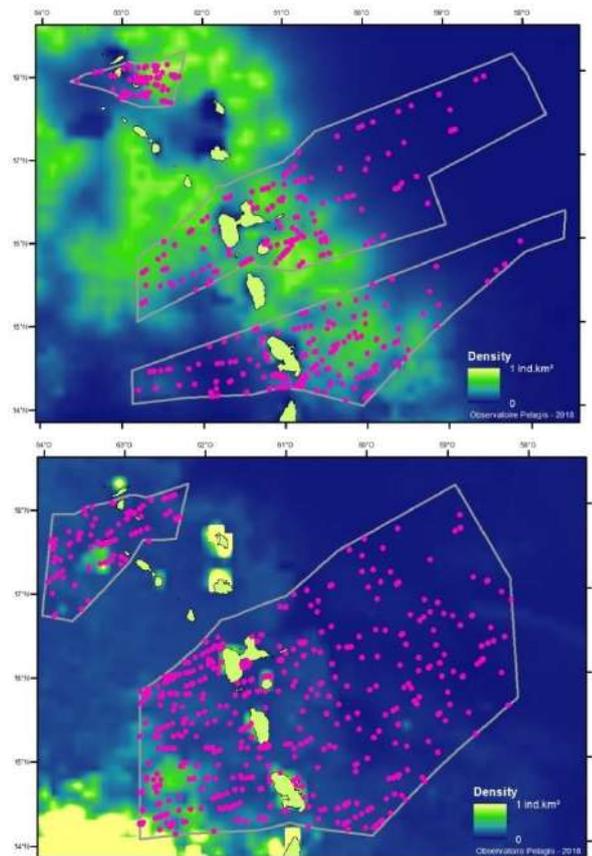


Figure 33. Prédiction des densités d'oiseaux marins obtenues par les DSM aux Antilles pour en février 2008 (haut) et octobre 2017 (bas).

dans les îles du Nord où de nombreux nids sont recensés. L'abondance estimée en octobre 2017 était près de deux fois plus faible qu'en février 2008 (3 500 individus au lieu de 7 400) pouvant refléter soit une variation saisonnière, puisque la campagne s'est déroulée juste avant la période de reproduction, soit un effet des dépressions tropicales. Dans tous les cas l'ordre de grandeur est en accord avec le nombre de couples nidificateurs recensés aux Antilles qui est compris entre 2 500 et 3 500 paires (Collier *et al.*, 2002).

L'abondance de fous était également contrastée entre les deux campagnes mais à l'inverse des phaétons, avec 5 000 individus (CV = 37 %) estimés en 2008 et 12 000 en 2017 (CV = 20%). Les fous bruns (*Sula leucogaster*) et les fous à pieds rouges (*S. sula*) ont été observés abondamment ; la première espèce étant côtière et l'autre pélagique (Levesque, 2005) on pouvait s'attendre à ce qu'il soit difficile d'observer une tendance dans la répartition des effectifs. Les abondances estimées sont cohérentes avec les données de comptages réalisés aux Antilles qui estiment le nombre de couples reproducteurs entre 5 500 et 7 800 paires (Leblond, 2003). Bien que la période de reproduction des fous dans la zone semble étalée au cours de l'année (Levesque, 2005), il est possible que l'augmentation d'abondance notée entre les deux périodes corresponde à une présence plus importante d'adulte au large, en dehors de la période de reproduction.

Les abondances de frégates estimées restent stables sur les deux campagnes (600 individus, IC95% : 300-1 400) ; les frégates sont en effet un groupe présent mais peu abondant dans les Antilles. La colonie la plus importante des Caraïbes se trouve au Sud à Grand Tobago, et le nombre de couples reproducteurs ne dépasserait pas 5 000 sur l'ensemble des Caraïbes (McGowan *et al.*, 2006).

Concernant les autres groupes d'oiseaux marins, quelques observations de puffins ont été collectées, probablement de puffins d'Audubon (*Puffinus lherminieri*), une espèce difficilement observable de jour, qui semble assez rare au Nord des petites Antilles. Toutefois le nombre de couples présents sur l'ensemble des Caraïbes pourrait atteindre 4 000 individus (Geraldez, 2015).

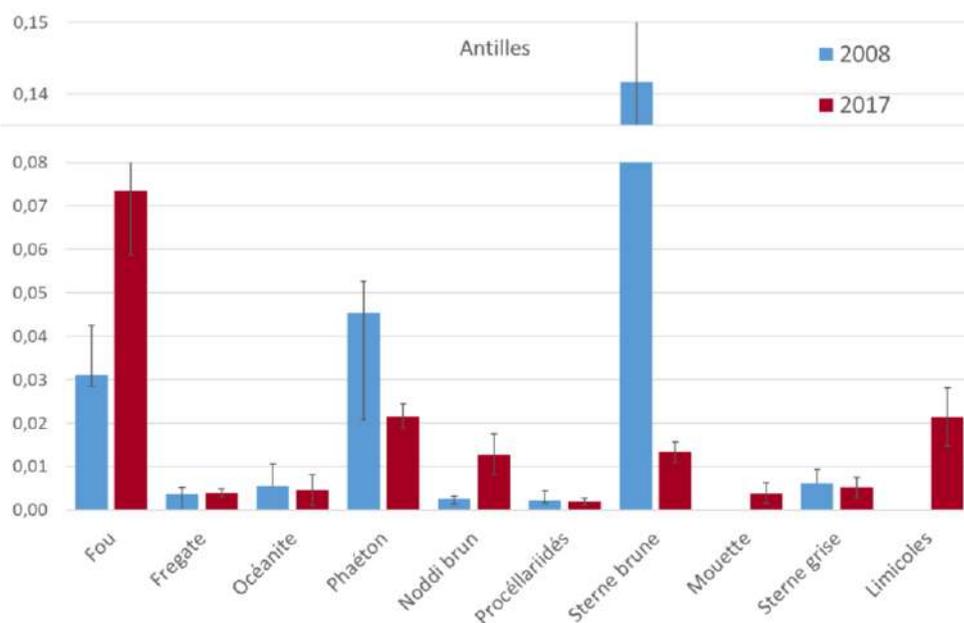


Figure 34. Densités d'oiseaux marins (en individus/km² et erreur standard associée) estimées pour les campagnes Remmoa de février 2008 et septembre octobre 2017 aux Petites Antilles.

Les tortues marines des Antilles

Au cours des campagnes Remmoa réalisées aux petites Antilles, un nombre assez conséquent de tortues à écailles a pu être comptabilisé. La forte augmentation d'abondance estimée entre 500 individus en février 2008 (CV = 40 %) et 1 800 individus en octobre 2017 (CV = 20%) est probablement lié au changement de saison. Les périodes de ponte s'étendent d'avril à octobre (Delcroix *et al.*, 2014), il est donc possible que la plus forte présence en 2017 soit liée au fait que la campagne se soit déroulée en fin de période de ponte. Toutefois, l'amélioration des conditions météorologiques pourrait également avoir joué un rôle sur la détection des tortues. Les cartes de répartition mettent en évidence la fréquentation

des eaux côtières et peu profondes par les tortues à écailles, avec quelques animaux observés dans les eaux pélagiques correspondant probablement à des individus en migration.

Les élasmobranches des Antilles

Aux Petites Antilles, le nombre d'observations d'élasmobranches, et donc les abondances estimées, se sont avérées très faibles. En effet moins de 30 observations d'élasmobranches ont été réalisées, ce qui était à peine suffisant pour réaliser une carte de prédiction des densités pour les requins en 2017. Deux espèces de requins ont été identifiées : le requin longimane (7 individus dont seulement 1 en 2017) et le requin tigre (2 individus en 2008). Les 8 autres observations n'ont pas permis de déterminer l'espèce. Les raies manta, pastenague, et léopard ainsi que le diable de mer ont été observés, mais de manière très occasionnelle.

LA MEGAFaUNE MARINE DE GUYANE

En Guyane la période d'échantillonnage est restée la même avec 9 années d'intervalle entre les deux campagnes. La campagne d'observation aérienne de la mégafaune pélagique réalisée en 2017 a été réalisée sur une zone légèrement moins étendue au large qu'en 2008, soit au total 110 600 km².

Les cétacés de Guyane

En Guyane, si avant la campagne Remmoa-I (2008) seuls le lamantin et le dauphin de Guyane étaient mentionnés (de Thoisy *et al.*, 2001; Bouillet *et al.*, 2002), la multiplication des prospections pétrolières ces dernières années et des campagnes d'observation en mer associées ont permis de confirmer la très grande diversité de cétacés dans les eaux guyanaises au large en particulier en haut du talus continental.

Les estimations sont restées stables pour les dauphins de Guyane avec près de 1 700 individus estimés (IC 95% : 700 - 4 700), mais également pour les baleines à bec (Figure 37). En revanche on remarque une forte diminution de grands delphininés, notamment au large de la Guyane, un phénomène qui pourrait être en parti expliqué par la distribution de la chlorophylle de surface et la température de l'eau. Il en est de même pour les petits et grands globicéphalinés, dont les densités ont également diminué en 2017. En revanche, les petits delphininés étaient plus abondants en 2017. Les cachalots sont peu abondants en Guyane : seules deux observations ont été réalisées en 2017, mais hors effort.

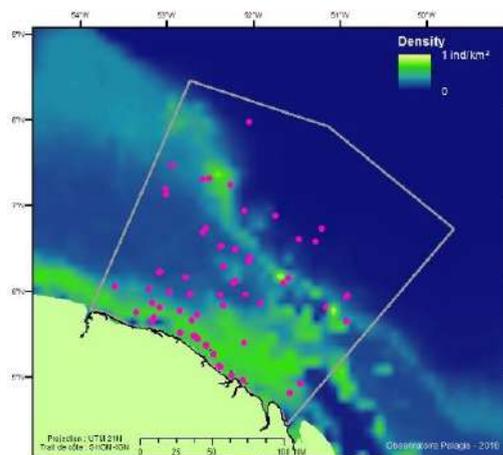


Figure 35. Prédiction des densités de delphininés obtenues par le DSM annuels en Guyane octobre 2017.

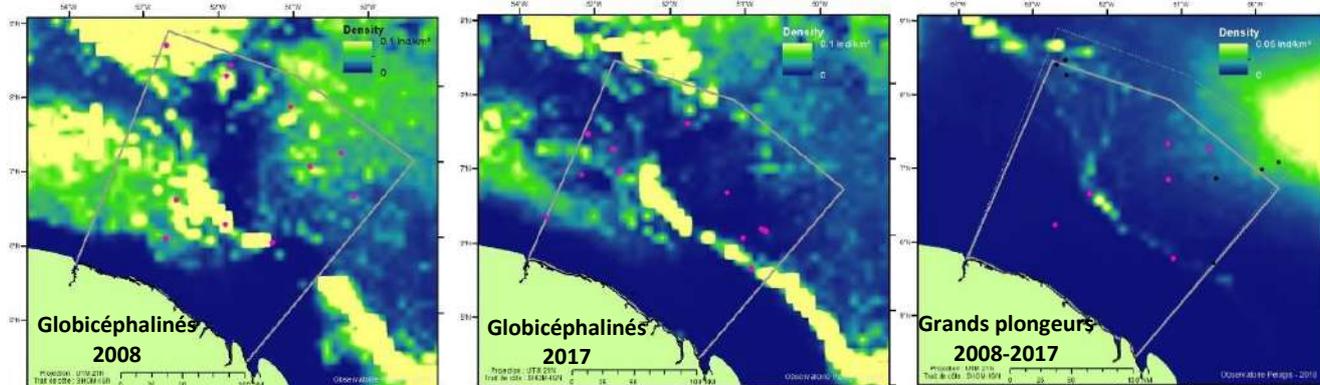


Figure 36. Prédiction des densités de Globicéphalinés obtenues par le DSM global en Guyane en octobre 2008 et 2017 et de grands plongeurs (cachalots, kogia, baleines à bec) quelque soit l'année, puisque aucune variable sélectionnée n'est dynamique.

La présence de baleines à bosse en Guyane a été remarquée pour la première fois en 2010 à la même période de l'année (CREOCEAN, 2018). Ces individus parfois accompagnés de leur jeune pourraient représenter l'extension la plus septentrionale connue de la zone de reproduction de la population brésilienne et qui se nourrit dans les eaux antarctiques de l'Atlantique sud.

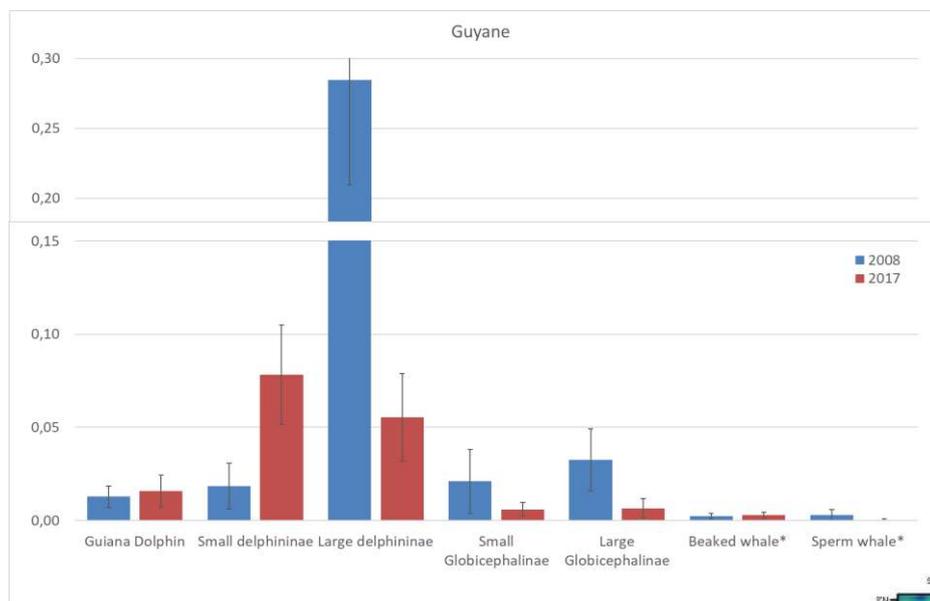


Figure 37. Variations de densités estimées (et erreur standard associée) pour les différents groupes de cétacés en Guyane au cours des deux campagnes Remmoa de 2008 et 2017.

Les sites de nidification connus en Guyane sont principalement présents à l'Est, sur les îlots du Connétable qui abritent les plus grandes concentrations d'oiseaux marins nicheurs de toute la région (Delelis and de Pracontal, 2006). Ces îles difficilement accessibles depuis la mer, du fait des courants et des affleurements rocheux, sont des refuges pour les oiseaux qui sont victimes dans la région de braconnage, ou de captures accidentelles (Delelis et de Pracontal, 2006).

Près de 12 espèces ou groupes ont pu être identifiés au cours des campagnes Remmoa. Les sternes "grises" représentent le groupe le plus abondant en zone côtière avec près de 15 000 individus (IC 95% : 12 200- 20 700) quelle que soit l'année. Cependant en 2017, la distinction a été faite entre les grandes sternes grises : sterne Caugek (*S. sandvicensis*), sterne de Cayenne (*S. eurygnatha*) et sterne royale (*Thalasseus maxima*) ; et les sternes grises de plus petite taille : sterne de Dougall (*Sterna dougalii*), sterne pierregarin (*S. hirundo*) et petite sterne (*S. antillarum*). Les grandes sternes représentent plus de 80% des sternes "grises" estimées, soit environ 13 000 individus IC95% : 11 000-16 000). Sachant que la population nicheuse de sterne de Cayenne est en forte croissance depuis une dizaine d'années dans la réserve du Connétable avec environ 8 000 couples recensés⁶. Les sternes "grises" de plus petite taille sont elles estimées à près de 2 000 individus (IC95% : 1 500-5 000) en 2017. De même les observations de noddis bruns ont été plus nombreuses avec près de 2 000 individus estimés (IC95% : 1 000-

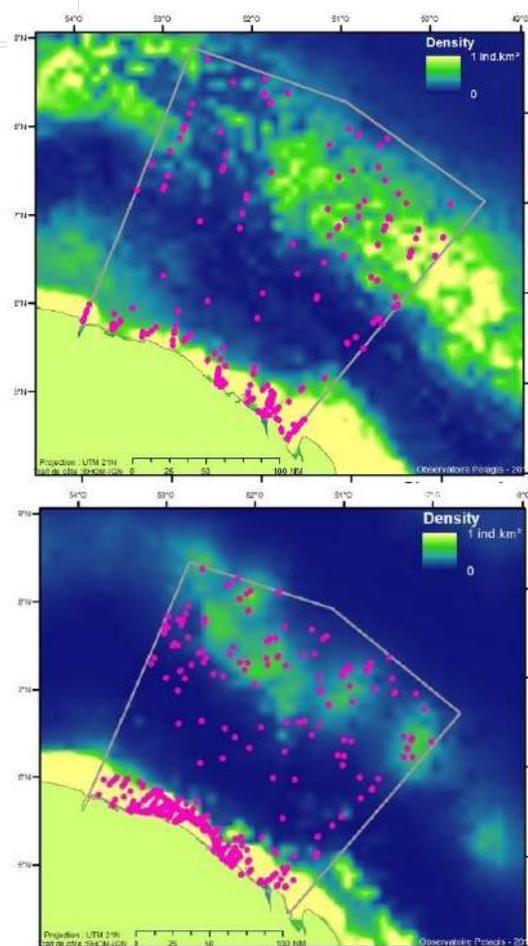


Figure 38. Prédiction des densités d'oiseaux marins obtenues par le DSM global en Guyane en octobre 2008 (haut) et 2017 (bas).

⁶ <http://www.reserve-connetable.com>

3 700) en mer. Toutefois, cette variation est à prendre avec précaution car il est probable qu'une partie des effectifs de noddis bruns ai été incluse dans le groupe sternes "brunes" lors de la campagne de 2008. La population nicheuse du Connétable avoisinerait les 330 couples⁶. De même les mouettes atricilles (*Leucophaeus atricilla*) ont surtout été identifiées en 2017 (2 400 individus estimés IC95% : 1 000- 5 800) et probablement regroupées avec les sternes grises en 2008. En effet, les effectifs de mouettes été déjà important avant la première campagne puisque en 2005 plus de 2 500 couples reproducteurs étaient estimés sur les îles du Connétable (Delelis and de Pracontal, 2006). Des mesures de dératisations réalisées sur le Grand Connétable entre 2008 et 2012, soit juste après la première campagne ont cependant potentiellement participé à une augmentation des effectifs présents en mer.

Les sternes fuligineuses (groupe des sternes "brunes") sont considérées comme occasionnelles en Guyane dans la littérature, mais leur présence est avant tout pélagique, potentiellement liée aux réseaux de sargasses dérivants (Claessens et al., 2010). Pourtant, la campagne de 2017 a donné lieu à une estimation bien supérieure à 2008 pour le groupe des sternes "brunes" (la sterne fuligineuse, *Sterna fuscata* et en moindre nombre la sterne bridée, *S. anaethetus*) au large de la Guyane avec 15 700 individus (IC95% : 10 000-26 000), celle-ci étant exclusivement pélagiques, concentrées au-delà de la zone du talus continental.

Les frégates superbes en Guyane française sont bien moins nombreuses que les sternes, et se concentrent dans le Sud de la côte guyanaise. On constate cependant une forte diminution de l'abondance entre 3 900 individus estimés en 2008 (IC95% : 1 100-13 400) et 1 700 individus (IC95% 900-3 400) en 2017, en revanche aucun changement dans la zone de distribution préférentielle n'est observé. Un grand nombre d'adultes non reproducteurs sont présents dans la zone avec une population totale estimée à 4 000 individus dont 600 couples nicheurs (Delelis et de Pracontal, 2006). L'évolution du nombre de couples nicheurs recensés à la saison sèche (actuellement près de 1 000 nids) montre une tendance à l'augmentation depuis 30 ans. Il n'y a, semble-t-il, pas de saison de reproduction marquée, mais les pontes s'étalent de novembre à août⁶. Bien que la campagne ait eu lieu avant le début de la saison de ponte, il est possible que les estimations en mer aient diminuées, peut-être parce que d'avantage d'adultes étaient mobilisés à terre qu'en 2008 ou préférentiellement distribués dans les eaux brésiliennes, comme le suggère la modélisation d'habitat.

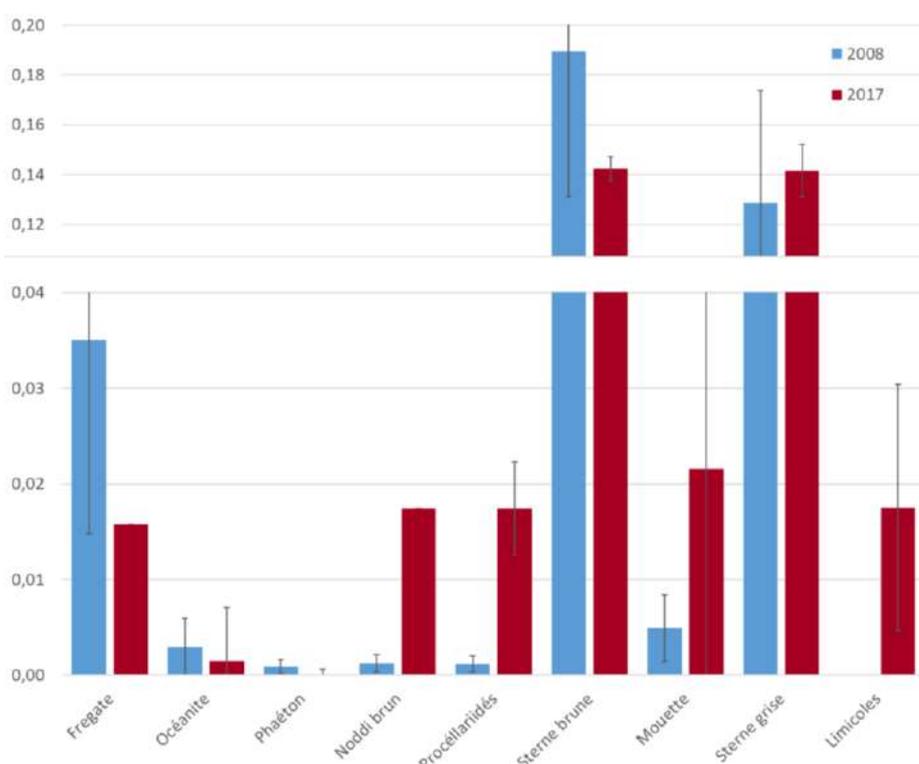


Figure 39. Densités estimées pour les différents groupes d'oiseaux marins en Guyane au cours des deux campagnes (et erreur standard associée).

En Guyane française ce sont surtout les tortues luths (mais très rarement observées au cours des campagnes Remmoa), les tortues vertes et tortues olivâtres qui viennent se reproduire. Cependant les

deux campagnes ont eu lieu en dehors des saisons de pontes. La tortue olivâtre est d'ailleurs régulièrement présente dans les eaux guyanaises où elle est souvent prise accidentellement par les crevettiers (Moguedet et al., 1994). Les estimations de tortues à écailles au cours de la campagne suggèrent une augmentation, bien que non significative, de l'abondance avec près de 1 300 individus estimés en 2017 (IC 95% : 800-2 000). Cependant ces animaux effectuant des migrations parfois même sur plusieurs années, il est normal d'observer des variations interannuelles (Bjorndal et al., 2005; Plotkin et al., 1993).

Les élasmobranches de Guyane

Les connaissances concernant la répartition et l'abondance des élasmobranches en Guyane sont très restreintes. La campagne de 2008 témoignait d'une abondance relativement importante d'élasmobranches sur le plateau continental et le talus guyanais. En revanche l'abondance relative estimée pour les requins en 2017 aurait diminué pour atteindre 500 individus en 2017 (IC 95% : 250-800). Une modification de la distribution de la chlorophylle semblerait expliquer relativement bien le changement également observé dans la distribution des requins. Les raies manta, importantes dans la zone, ont gardé une abondance relative stable (3 000 individus, IC 95% : 1 400-7 300). Un résultat comparable à ceux obtenus par l'étude de Girondot et al (2015) sur une zone toutefois plus restreinte. Ces espèces étant connues pour effectuer des migrations massives, il est probable que leur présence varie significativement au cours de l'année (Girondot et al., 2015). En revanche leur distribution s'est resserrée vers la côte au cours de la campagne 2017 et la température de surface semblerait expliquer assez bien ce déplacement.

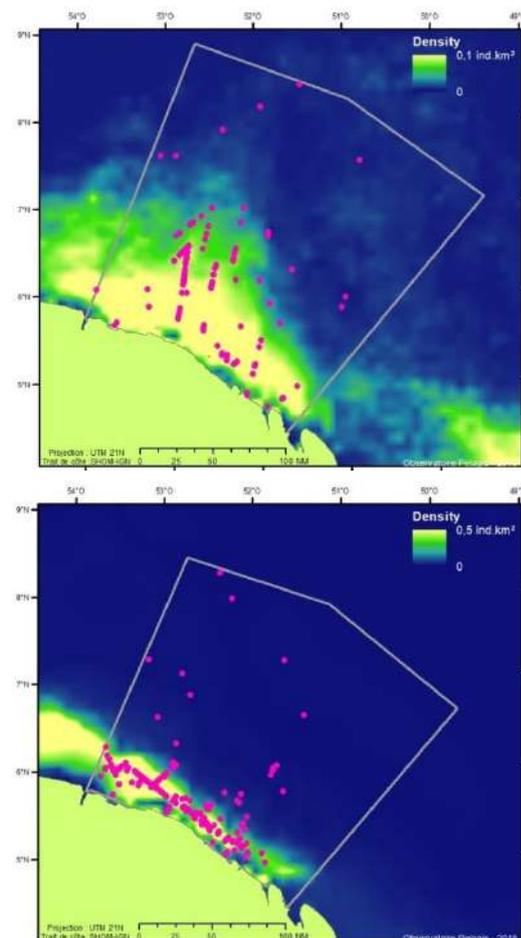


Figure 40. Prédiction des densités d'élasmobranches obtenues par le DSM global en Guyane en octobre 2008 (haut) et

BIBLIOGRAPHIE

- Artigas L. F., Vendeville P., Leopold M., Guiral D. & Ternon J.-F., 2003. Marine biodiversity in French Guiana: estuarine, coastal, and shelf ecosystems under the influence of Amazonian waters la biodiversidad marina en Guyana Francesa: los ecosistemas de estuarios, las costas y plataformas bajo la influencia de las aguas amazonicas. *Gayana*, 67(2): 302-326.
- Barata P. C. R., Lima E. H. S. M., Borges-Martins M., Scalfoni J. T., Bellini C. & Siciliano S., 2004. Records of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) on the Brazilian coast, 1969–2001. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(6): 1233-1240.
- Bjorndal K. A., Bolten A. B. & Chaloupka M. Y., 2005. Evaluating trends in abundance of immature green turtles, *Chelonia mydas*, in the greater Caribbean. *Ecological Applications*, 15(1): 304-314.
- Boisseau O., Leaper R. & Moscrop A., 2006. Observations of small cetaceans in the Eastern Caribbean. In *Paper SC/58/SM24 presented to the IWC Scientific Committee* St. Kitts & Nevis: [Available from IWC Secretariat, Cambridge, UK.
- Bordin A., De Prancontal N., Hauselmann A. & Renaudier A., 2012. Résultat des inventaires pélagiques 2011-2012. Traitement et analyse des données d'observation des oiseaux marins et cétacés dans la ZEE guyanaise. . In *Rapport GEPOG/DEAL* , 67 pp.
- Bouillet S., Leclerc D. & De Thoisy B., 2002. Le sotalie, *Sotalia fluviatilis* : éléments bibliographiques et premières données (distribution, menaces) sur la Guyane. In *Rapport KWATA*, 16 pages.
- Bretagnolle V. & Precheur C., 2012. Analyse des populations d'oiseaux marins de la réserve naturelle nationale des îlets Sainte-Anne: ynamique des effectif, stratégie de gestion conservatoire et suivi scientifique. 79 (Ed T. S. D. P. N. R. D. L. Martinique). CEBC-CNRS.
- Buckland S. T., Anderson D. R., Burnham H. P., Laake J. L., D.L. B. & Thomas L., 2001. *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford: Oxford University Press.
- Certain G. & Bretagnolle V., 2008. Monitoring seabirds population in marine ecosystem: The use of strip-transect aerial surveys. *Remote Sensing of Environment*, 112(8): 3314-3322.
- Chambault P., Pinaud D., Vantrepotte V., Kelle L., Entraygues M., Guinet C., Berzins R., Bilo K., Gaspar P. & De Thoisy B., 2015. Dispersal and diving adjustments of the green turtle *Chelonia mydas* in response to dynamic environmental conditions during post-nesting migration. *PLoS one*, 10(9): e0137340.
- Chastel O., Barbraud C. & Weimerskirch H., 2003. Ecologie en mer, stratégie de reproduction et conservation des Frégates superbes (*Fregata magnificens*) de la Réserve Naturelle du Grand Connétable (Guyane française). 28.
- Chevalier J., 2006. Plan de restauration des tortues marines des Antilles françaises. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Fort-de-France*, 162.
- Collier N., Brown A. C. & Hester M., 2002. Report on searches for seabird breeding colonies in the Lesser Antilles. *El Pitirre*, 15(3): 110-116.
- Compagno L. J. V., 2001. Shark of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. . In *FAO species catalogue for Fishery Purpose n°1*, Vol. 1-2 Roma.
- Condamin M., 1978. Nidifications d'oiseaux de mer en Guyane. 9.
- Counihan R., Appleby T., Benford J., Lis A., Bevilacqua V., Lahn R., Schuler L., Olio M., Mcglennon G., Webb X. & Martins M., 2012. Observation de mammifères marins et surveillance acoustique passive – Campagne sismique et géophysique 3D Ouest Guyane Française pour Shell Exploration and Production France SAS. . Vol. 35pp(Ed R. Cggveritas).
- Creocean, 2018. Projet de forage d'exploration pétrolière Permis Guyane Maritime : Etat Initial Environnemental. 1-526 (Ed T. E. P. G. F. R. 5-Rap-Hse-4111).
- Curtis T. H., Mccandless C. T., Carlson J. K., Skomal G. B., Kohler N. E., Natanson L. J., Burgess G. H., Hoey J. J. & Pratt H. L., 2014. Seasonal Distribution and Historic Trends in Abundance of White Sharks, *Carcharodon carcharias*, in the Western North Atlantic Ocean. *PLoS ONE*, 9(6): e99240.
- Dars C. et al, 2011. Synthèse des connaissances sur les cétacés présents en Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy de 1998 à 2010. Rapport Observatoire Pelagique pour l'AFB..

- De Boer M. N., 2015. Cetaceans observed in Suriname and adjacent waters. . *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 10(1): 2-19.
- De Boer M. N., Williams A. C. & Saulino J. T., 2014. Observations of pelagic seabirds in Suriname waters. 5: 474-491.
- De Thoisy B., Leclerc D. & Talvy G., 2001. Le lamantin en Guyane (*Trichechus manatus*, Sirenia) Ecologie, distribution, statut Importance traditionnelle In *Rapport KWATA*, 31 pages.
- Debrot A., Witte R. & Scheidat M., 2017. The marine mammals of the Dutch Caribbean: a comparison between EEZ sectors, contrasts and concerns. . In *International Whaling Commission Scientific Committee meeting 2017. SC63E9*.
- Delcroix E., Bédel S., Santelli G. & Girondot M., 2014. Monitoring design for quantification of marine turtle nesting with limited effort: a test case in the Guadeloupe archipelago. *Oryx*, 48(01): 95-105.
- Delelis N. & De Pracontal N., 2006. Summary Report Waterbirds in French Guiana. 4.
- Di Benedetto A. P. M., Fulgencio De Moura J. & Siciliano S., 2015. Feeding habits of the sea turtles *Caretta caretta* and *Lepidochelys olivacea* in south-eastern Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 8.
- Domingo A., Coelho R., Cortes E., Garcia-Cortes B., Mas F., Mejuto J., Miller P., Ramos-Cartelle A., Santos M. N. & Yokawa K., 2016. Is the tiger shark *Galeocerdo cuvier* a coastal species? Expanding its distribution range in the Atlantic Ocean using at-sea observer data: *Galeocerdo cuvier* distribution in the atlantic ocean. *Journal of Fish Biology*, 88(3): 1223-1228.
- Driggers W., Ingram G., Grace M., Gledhill C., Henwood T., Horton C. & Jones C., 2008. Pupping areas and mortality rates of young tiger sharks *Galeocerdo cuvier* in the western North Atlantic Ocean. *Aquatic Biology*, 2: 161-170.
- Dyc C., Covaci A., Debier C., Leroy C., Delcroix E., Thomé J.-P. & Das K., 2015. Pollutant exposure in green and hawksbill marine turtles from the Caribbean region. *Regional Studies in Marine Science*, 2: 158-170.
- Fields A. T., Feldheim K. A., Gelsleichter J., Pfoertner C. & Chapman D. D., 2016. Population structure and cryptic speciation in bonnethead sharks *Sphyrna tiburo* in the south-eastern U.S.A. and Caribbean: *Sphyrna tiburo* cryptic speciation. *Journal of Fish Biology*, 89(5): 2219-2233.
- Flood R. L., Simon J., Tribot J. & Pineau K., 2017. A Swinhoe's Storm-petrel (*Hydrobates monorhis*) in French Guiana: the first record for South America. *Revista Brasileira de Ornitologia*: 5.
- Forselledo R., Pons M., Miller P. & Domingo A., 2008. Distribution and population structure of the pelagic stingray, *Pteroplatytrygon violacea* (Dasyatidae), in the south-western Atlantic. *Aquatic Living Resources*, 21(4): 357-363.
- Frontier S. & Pichot-Viale D., 1998. *Écosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution. 2e édition*. Paris: Dunod.
- Gandilhon, 2013. Analyses des inventaires Agoa 2012 & 2013. In *Rapport pour l'Agence des Aires Marines Protégées et l'Université des Antilles et de la Guyane*, 136 pages.
- Gandilhon N., 2012. Contribution au recensement des cétacés dans l'archipel de Guadeloupe. In *Faculté des Sciences Exactes et Naturelles*, Vol. Docteur en océanologie, 366: Université des Antilles et de la Guyane.
- Gandilhon N. & Girou E., 2009. Abondance et Distribution des mammifères marins dans l'Archipel guadeloupéen. 70pp (Ed R. B. Dreal).
- Gero S., Rinaldi C., Pernel F., Gordon J., Carlson C., Steffen A., Tyack P., Evans P. & Whitehead H., 2014. Behavior and social structure of the sperm whales of Dominica, West Indies. *Marine Mammal Science*, 30(3): 905-922.
- Gero S. & Whitehead H., 2016. Critical Decline of the Eastern Caribbean Sperm Whale Population. *Plos One*, 11(10).
- Griffin R. B. & Griffin N. J., 2003. Distribution, habitat partitioning, and abundance of Atlantic spotted dolphins, bottlenose dolphins, and loggerhead sea turtles on the eastern Gulf of Mexico continental shelf. *Gulf of Mexico Science*, 21(1): 23-34.
- Guttridge T. L., Van Zinnicq Bergmann M. P. M., Bolte C., Howey L. A., Finger J. S., Kessel S. T., Brooks J. L., Winram W., Bond M. E., Jordan L. K. B., Cashman R. C., Tolentino E. R., Grubbs

- R. D. & Gruber S. H., 2017. Philopatry and Regional Connectivity of the Great Hammerhead Shark, *Sphyrna mokarran* in the U.S. and Bahamas. *Frontiers in Marine Science*, 4.
- Hacohen-Domené A., Martínez-Rincón R. O., Galván-Magaña F., Cárdenas-Palomo N. & Herrera-Silveira J., 2017. Environmental factors influencing aggregation of manta rays (*Manta birostris*) off the northeastern coast of the Yucatan Peninsula. *Marine Ecology*, 38(3): e12432.
- Hammond P. S., Benke H., Berggren P., Borchers D. L. & Other A., 1995. Distribution and abundances of the harbour porpoise and other small cetaceans in the North Sea and adjacent waters. In *Final report to the European Commission under contract LIFE 92-2/UK/027* Brussels.
- Hedley S. L. & Buckland S. T., 2004. Spatial models for line transect sampling. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 9: 181-199.
- Heileman S., Mohammed E. & Fanning P., 2008. Scientific Basis for Ecosystem-Based Management in the Lesser Antilles Including Interactions with Marine Mammals and Other Top Predators: Derivation of Diet Compositions in the Lesser Antilles Pelagic Ecosystem. In *Technical Document No. 7*, Vol. vii + 77 pp. (Ed FaO). Barbados.
- Iucn, 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/8005/>. Vol. 2018.
- Jérémie S., Bourreau S., Nicolas J.-C., Martail F. & Gannier A., 2005. Echantillonnage visuel et acoustique des populations de cétacés et de l'avifaune dans les eaux territoriales à la Martinique: Novembre-Décembre 2004. Suivi de l'abondance, du comportement et de la distribution des populations cotières en saison humide (Hivernage). 49 pp. (Ed M. T. 2004-C).
- Jeremie S., Marraud Des Grottes R. & Scanga V., 2013. Estimation de l'abondance des delphinidés de l'espace maritime médian de la côte Crabe de la Martinique par la technique de la capture-marquage-recapture par photo identification. 23pp (Ed R. Sepanmar).
- Jorgensen S. J., Reeb C. A., Chapple T. K., Anderson S., Perle C., Van Sommeran S. R., Fritz-Cope C., Brown A. C., Klimley A. P. & Block B. A., 2010. Philopatry and migration of Pacific white sharks. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1682): 679-688.
- Klimley A. P., 1987. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. *Environmental Biology of Fishes*, 18(1): 27-40.
- Kyne P. M., Ishihara H., Dudley S. F. J. & White W. T., 2006. *Aetobatus narinari*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- Lambert C., Mannocci L., Lehodey P. & Ridoux V., 2014. Predicting Cetacean Habitats from Their Energetic Needs and the Distribution of Their Prey in Two Contrasted Tropical Regions. *PLoS One*, 9(8): e105958.
- Laran S., Authier M., Ridoux V. & Spitz J., 2016. Développement d'une approche semiquantitative pour la cartographie des observations de cétacés collectées par des suivis de nature hétérogène-Sanctuaire Agoa. In *Rapport scientifique de l'Observatoire Pelagis – UMS 3462*, 25 pp.
- Laran S., Van Canneyt O., Dorémus G., Mannocci L., Ridoux V. & Watremez P., 2012. Distribution et abondance de la mégafaune marine dans le sud-ouest de l'océan Indien tropical. REMMOA-Océan Indien. In *Rapport final pour l'Agence des Aires Marines Protégées*, 168.
- Lawson J. M., Fordham S. V., O'malley M. P., Davidson L. N. K., Walls R. H. L., Heupel M. R., Stevens G., Fernando D., Budziak A., Simpfendorfer C. A., Ender I., Francis M. P., Notarbartolo Di Sciara G. & Dulvy N. K., 2017. Sympathy for the devil: a conservation strategy for devil and manta rays. *PeerJ*, 5: e3027.
- Le Dreff A. & Bellaton B., 1994. Aide à l'identification : La Mouette rieuse « *Larus rudibundus* » et le Goéland brun « *Larus fuscus* » en Guyane Française. *HARPIA*, 5: 7-13.
- Leblond G., 2003a. Les oiseaux marins nicheurs de Guadeloupe de St Martin et de St Barthelemy. Première partie : Généralités et espèces 101.
- Leblond G., 2003b. Les oiseaux marins nicheurs de Guadeloupe de St Martin et de St Barthelemy. Première partie : Généralités et espèces 101.
- Leblond G., Tayalay G., Haouissée A., Prêcheur C. & Brugneaux S., 2016. Etude des zones d'alimentation des oiseaux marins autour de la Martinique: phase pilote. 34pp.

- Lee D. S. & Walsh-McGehee M., 2000. Population estimates, conservation concerns, and management of tropicbirds in the Western Atlantic. . *Caribbean Journal of Science*, 36(3-4): 267-269.
- Lessa R., Santana F. M. & Paglerani R., 1999. Age, growth and stock structure of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*, from the southwestern equatorial Atlantic. *Fisheries Research*, 42(1-2): 21-30.
- Levesque A., 2005a. Les oiseaux marins migrateurs de l'est de l'Archipel Guadeloupéen. 59 pp (Ed R. D. Guadeloupe).
- Levesque A., 2005b. Les oiseaux migrateurs de l'Est de l'Archipel Guadeloupeen.
- Levesque A., Duzont F., Mathurin A. & Chiffard J., 2007. Liste des oiseaux de la Guadeloupe (Grande-Terre, Basse-Terre, Marie-Galante, Les Saintes, La Désirade, Îlets de la Petite-Terre). In *Rapport AMAZONA*, n°15, 18.
- Levesque A., Mathurin A. & La Diotte L., 2008. Les zones importantes pour la conservation des oiseaux en Guadeloupe. *Rapport AMAZONA*, 17: 1-31.
- Longhurst A. R., 2006. *Ecological Geography of the Sea*. . Oxford.
- Lowrie K., Friesen M., Lowrie D. & Collier N., 2009. Year 1 Results of Seabird Breeding Atlas of the Lesser Antilles. . 69pp (Ed U. Report.).
- Lowrie K., Lowrie D. & Collier N., 2012. *Seabird Breeding Atlas of the Lesser Antilles*.
- Luiz O. J., Balboni A. P., Kodja G., Andrade M. & Marum H., 2009. Seasonal occurrences of Manta birostris (Chondrichthyes: Mobulidae) in southeastern Brazil. *Ichthyological Research*, 56(1): 96-99.
- Madigan D., Brooks E., Bond M., Gelsleichter J., Howey L., Abercrombie D., Brooks A. & Chapman D., 2015. Diet shift and site-fidelity of oceanic whitetip sharks *Carcharhinus longimanus* along the Great Bahama Bank. *Marine Ecology Progress Series*, 529: 185-197.
- Mannocci L., Dabin W., Augeraud-Véron E., Dupuy J.-F., Barbraud C. & Ridoux V., 2012. Assessing the Impact of Bycatch on Dolphin Populations: The Case of the Common Dolphin in the Eastern North Atlantic. *PLoS One*, 7(2): e32615.
- Mannocci L., Monestiez P., Bolaños-Jiménez J., Dorémus G., Jeremie S., Laran S., Rinaldi R., Van Canneyt O. & Ridoux V., 2013. Megavertebrate communities from two contrasting ecosystems in the western tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems*, 111-112: 208-222.
- Marshall A. D., Compagno L. J. V. & Bennett M. B., 2009. Redescription of the genus Manta with resurrection of Manta alfredi (Krefft, 1868)(Chondrichthyes; Myliobatoidei; Mobulidae). *Zootaxa*, 2301: 1-28.
- Mcgowan A., Broderick A. C., Gore S., Hilton G., Woodfield N. K. & Godley B. J., 2006. Breeding seabirds in the British Virgin Islands. *Endangered Species Research*, 2: 15-20.
- Mendez L., Borsa P., Cruz S., De Grissac S., Hennicke J., Lallemand J., Prudor A. & Weimerskirch H., 2017. Geographical variation in the foraging behaviour of the pantropical red-footed booby. *Marine Ecology Progress Series*, 568: 217-230.
- Miller D. L., 2016. Distance: Distance Sampling Detection Function and Abundance Estimation. . In *R package version 0.9.6*.: <https://CRAN.R-project.org/package=Distance>.
- Miller D. L., Burt L., Rexstad E. & Thomas L., 2013a. Spatial models for distance sampling data: recent developments and future directions. *Methods in Ecology and Evolution*, 4: 1001-1010.
- Miller D. L., Rexstad E., Burt L., Bravington M. V. & Hedley S. L., 2016. dsm: Density Surface Modelling of Distance Sampling Data. . In *R package version 2.2.12*. : <https://CRAN.R-project.org/package=dsm>.
- Miller M. H., Carlson J., Cooper P., Kobayashi D., Nammack M. & Wilson J., 2013b. Status review report: scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*). *National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration*, 125p.
- Moguedet P., Nerini D. & Gueguen F., 1994. Evaluation du volume et cartographie des captures accessoires de la pêche de crevettes peneides en Guyane française.
- Moncada F., Abreu-Grobois F., Bagley D., Bjorndal K., Bolten A., Camiñas J., Ehrhart L., Muhlia-Melo A., Nodarse G., Schroeder B., Zurita J. & Hawkes L., 2010. Movement patterns of loggerhead

- turtles *Caretta caretta* in Cuban waters inferred from flipper tag recaptures. *Endangered Species Research*, 11: 61-68.
- Muller-Karger F. E., McClain C. R. & Richardson P. L., 1988. The dispersal of the Amazon's water. *Nature*, 333(6168): 56-59.
- Notarbartolo-Di-Sciara G. & Birkun A., 2010. Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas. In *ACCOBAMS status report*, 212 p. Monaco: ACCOBAMS
- Notarbartolo-Di-Sciara G. & Hillyer E. V., 1989. Mobulid Rays off Eastern Venezuela (Chondrichthyes, Mobulidae). *Copeia*, 1989(3): 607-614.
- Penel M., 2013. Structure et répartition des populations de grands dauphins (*Tursiops truncatus*) de l'archipel Guadeloupéen. In *Master Scineces, Technologie-Santé, Mention : Ecologie. Université des Antilles et de la Guyane*, 58 pages.
- Plotkin P. T., Wicksten M. K. & Amos A. F., 1993. Feeding ecology of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the Northwestern Gulf of Mexico. *Marine Biology*, 115(1): 1-5.
- Precheur C., Barbraud C., Martail F., Mian M., Nicolas J.-C., Brithmer R., Belfan D., Conde B. & Bretagnolle V., 2016. Some like it hot: effect of environment on population dynamics of a small tropical seabird in the Caribbean region. *Ecosphere*, 7(10).
- Pusineri C., Plaza-Lozano V., Fgrefin G., M. S., De Montgolfier B., Rufray V. & Lenrume P., 2018. Etude des cétacés au large de la Guyane: Bilan technique des campagnes en mer. 14pp (Ed R. D. O. O. S. Logistic)).
- Queiroz N., Humphries N. E., Mucientes G., Hammerschlag N., Lima F. P., Scales K. L., Miller P. I., Sousa L. L., Seabra R. & Sims D. W., 2016. Ocean-wide tracking of pelagic sharks reveals extent of overlap with longline fishing hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(6): 1582-1587.
- R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Raigné S., 2012. Inventaire des oiseaux marins de la Réserve Naturelle de la Caravelle 2011-2012. . 45 pp (Ed R. D. L. S. E. D. P. N. R. D. L. Martinique).
- Report G. & Foxley T., 2014. Measuring the Breeding Success of Red-billed Tropicbirds (*Phaethon aethereus*) on St Eustatius, Dutch Caribbean by T. Foxley. 5.
- Ricart A., Ridoux V., Laran S. & Spitz F., 2015. Expertise et synthèse des données: Sanctuaire Agoa. 178 pp.
- Ridoux V., Certain G., Dorémus G., Laran S., Van Canneyt O. & Watremez P., 2010. Mapping diversity and relative density of cetaceans and other pelagic megafauna across the tropics: general design and progress of the REMMOA aerial surveys conducted in the French EEZ and adjacent waters. In *Report SC/62/E14 submitted to the Scientific Committee of the International Whaling Commission*.
- Rinaldi C. & Rinaldi R., 2008a. Cachalots et autres cétacés: Résultats de photo ID en Guadeloupe et dans les eaux adjacentes. 1-8 4ème réunion du Comité consultatif scientifique et technique du SPAW, Le Gosier, Guadeloupe 2-5 juillet 2008.
- Rinaldi C. & Rinaldi R., 2008b. *A la découverte des cétacés des Antilles*.
- Rinaldi C. & Rinaldi R., 2008c. Sperm whales and other cetaceans Results of photo ID in Guadeloupe and neighbouring waters. (Ed D. F. T. S. G. 2008).
- Rinaldi C., Rinaldi R. & Sahagian P., 2006. Report of surveys conducted on small cetaceans off Guadeloupe 1998 to 2005. In *Report SC/58/SM17 submitted to the Scientific Committee of the International Whaling Commission*., 4 pp.
- Roberts J. J., Best B. D., Dunn D. C., Tremblé E. A. & Halpin P. N., 2010. Marine Geospatial Ecology Tools: An integrated framework for ecological geoprocessing with ArcGIS, Python, R, MATLAB, and C++. . *Environmental Modelling & Software*, 25: 1197-1207
- Sebastiano M., Bustamante P., Costantini D., Eulaers I., Malarvannan G., Mendez-Fernandez P., Churlaud C., Blevin P., Hauselmann A., Dell'omo G., Covaci A., Eens M. & Chastel O., 2016. High levels of mercury and low levels of persistent organic pollutants in a tropical seabird in French Guiana, the Magnificent frigatebird, *Fregata magnificens*. *Environ. Pollut.*, 214(384e393.).

- Tavares R. & Arocha F., 2008. Species diversity, relative abundance and length structure of oceanic sharks caught by the Venezuelan longline fishery in the Caribbean Sea and western-central Atlantic. *Zootecnia Tropical*, 26(4): 489-503.
- Thomas L., Laake J. L., Rexstad E., Strindberg S., Marques F. F. C., Buckland S. T., Borchers D. L., Anderson D. R., Burnham H. P., Burt M. L., Heydley S. L., Pollard J. H., Bishop J. R. B. & Marques T. A., 2009. Distance 6.0. Release “2”. . (Ed R. U. F. W. P. Assessment). University of St. Andrews, UK: <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.
- Van Canneyt O., Certain G., Dorémus G., Laran S., Ridoux V., Bolaños J., Jérémie S. & Watremez P., 2010. Distribution et abondance des Mammifères marins et autre Mégafaune marine en Guyane française. In *Rapport pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*, 42 pp.
- Van Canneyt O., Dorémus G., Certain G., Ridoux V., Jérémie S., Rinaldi R. & Watremez P., 2009. Distribution et abondance des Cétacés dans la Zone Economique Exclusive des Antilles françaises par observation aérienne. In *Rapport final pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*, 44 pp.
- Van Canneyt O., Dorémus G., Laran S., Ridoux V. & Watremez P., 2015. REMMOA Nouvelle-Calédonie Wallis et Futuna: Rapport de campagne In *Rapport intermédiaire pour l'Agence des Aires Marines Protégées*, 65 pp.
- Van Canneyt O., Dorémus G., Laran S., Ridoux V. & Watremez P., 2018. Distribution et abondance de la mégafaune marine aux Antilles et en Guyane. In *Rapport de campagne Remmoa -II Antilles / Guyane - 2017*, 65 pp: Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Agence française pour la Biodiversité
- Vaudo J. J., Wetherbee B. M., Harvey G., Nemeth R. S., Aming C., Burnie N., Howey-Jordan L. A. & Shivji M. S., 2014. Intraspecific variation in vertical habitat use by tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in the western North Atlantic. *Ecology and Evolution*, 4(10): 1768-1786.
- Weimerskirch H., Le Corre M., Marsac F., Barbraud C., Tostain O. & Chastel O., 2006. Postbreeding movements of frigatebirds tracked with satellite telemetry. *The Condor*, 108(1): 220-225.
- White W. T., Last P. R., Naylor G. J., Jensen K. & Caira J. N., 2010. Clarification of *Aetobatus ocellatus* (Kuhl, 1823) as a valid species, and a comparison with *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790)(Rajiformes: Myliobatidae). Descriptions of new sharks and rays from Borneo. . *CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper* 32: 141–164.
- Williams R., Hedley S. L., Branch T. A., Bravington M. V., Zerbini A. N. & Findlay K. P., 2011. Chilean blue whales as a case study to illustrate methods to estimate abundance and evaluate conservation status of rare species. *Conservation Biology*, 25: 526–535.
- Witherington B., Hiram S. & Hardy R., 2012. Young sea turtles of the pelagic Sargassum-dominated drift community: habitat use, population density, and threats. *Marine Ecology Progress Series*, 463: 1-22.

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1. Liste des mammifères marins des petites Antilles et de Guyane française, inventaire connu et observations relevées lors de la campagne Remmoa I (I) et Remmoa II (II).	16
Tableau 2. Récapitulatif de l'effort réalisé en 2017 et conservé en fonction des analyses en 2017 et 2008 par strate dans les deux secteurs.....	27
Tableau 3. Covariables environnementales utilisées pour la modélisation spatiale d'habitat.	32
Tableau 4. Observations de cétacés collectées en effort d'observation (et nombre d'individus) dans les deux secteurs et pour les campagnes Remmoa 2008 et 2017.	37
Tableau 5. Fonction de détection par groupe taxonomique ou espèce des observations collectées lors des campagnes 2008 et 2017 aux Antilles et en Guyane. n: nombre d'observations après troncation, modèle choisi et largeur effective de détection (ESW), estimée et coefficient de variation (en %) associé.	39
Tableau 6. Récapitulatif des DSM sélectionnés pour les mammifères marins dans le secteur des Antilles, pour les modèles annuels 2017, 2008 et le modèle global. Le nombre d'observations disponible (#), le numéro du modèle (classé dans l'ordre des AIC (critère d'information Akaike) décroissants et le pourcentage de déviance expliquée (voir Annexe 1 pour la représentation graphique de ces relations).....	41
Tableau 7. Récapitulatif des DSM sélectionnés pour les mammifères marins de Guyane, pour les modèles annuels 2017, 2008 et le modèle global. Le nombre d'observations (#), le numéro du modèle (classé dans l'ordre des AIC (critère d'information Akaike) décroissants) et le pourcentage de déviance expliquée (voir Annexe 1 pour la représentation graphique de ces relations).	48
Tableau 8. Observations d'oiseaux marins collectées en effort d'observation dans la bande des 200 m de part et d'autre de l'avion (et nombre d'individus) dans le secteur des Antilles et de Guyane et pour les campagnes Remmoa 2008 et 2017. 50	
Tableau 9. Modèles sélectionnés pour les oiseaux aux Antilles pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. #: nombre d'observations, AIC : critère d'information Akaike, numéro du modèle (classé par croissant d'AIC), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 7).	53
Tableau 10. Modèles sélectionnés pour les oiseaux en Guyane pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. #: nombre d'observations, AIC : critère d'information Akaike, numéro du modèle (classé par croissant d'AIC), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 7).	55
Tableau 11. Observations d'élastomobranches et tortues marines collectées en effort d'observation (et nombre d'individus) dans le secteur des Antilles et de Guyane et pour les campagnes Remmoa 2008 et 2017.	57
Tableau 12. Fonction de détection des tortues marines (n: nombre d'observations après troncation ; ESW : largeur effective ; CV : coefficient de variation).....	58
Tableau 13. Modèles sélectionnés pour les tortues à écailles pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. #: nombre d'observations, AIC : critère d'information Akaike, numéro du modèle (classé par croissant d'AIC), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 11).	58
Tableau 14. Fonction de détection par groupement d'espèces d'élastomobranches. (# nombre d'observations utilisées; ESW : largeur effective de détection et CV : coefficient de variation (en %).	60
Tableau 15. Modèles sélectionnés pour les élastomobranches : les requins, les raies manta et les raie pour 2017, 2008 et le modèle global aux Antilles et en Guyane. #: nombre d'observations, AIC ; numéro du modèle classé par croissant d'AIC (critère d'information Akaike), et déviance expliquée (représentation graphique en Annexe 11).	61
Figure 1. Zone d'observation et distances correspondantes à partir des hublots-bulles (Mathieu Nivesse, AFB).	24
Figure 2. Étendue et stratification de la zone d'étude couverte par la campagne Remmoa Antilles et Guyane en 2017 (et zones couvertes par la campagne en 2008).	25
Figure 3. Plans d'échantillonnage prévisionnels générés par avec le logiciel Distance sur les différentes strates de la campagne Remmoa 2017.	26
Figure 4. Effort de prospection réalisé pendant les campagnes Remmoa de 2008 (haut) et 2017 (bas) aux Antilles et en Guyane.	27
Figure 5. Schéma récapitulatif des étapes d'analyses réalisées	29
Figure 6. Covariables environnementales testées pour la modélisation spatiale (DSM) de la mégafaune aux Petites Antilles et en Guyane française.	33
Figure 7. Indice pondéré de l'état de la mer, établi en pondérant l'effort en fonction de l'état de la mer en 2008 (haut) et 2017 (bas). L'indice bleu foncé représente les conditions les plus calmes et l'indice vert des conditions dégradées.	34
Figure 8. Composition des observations de cétacés (en effort) sur les secteurs des Antilles et de Guyane.	36
Figure 9. Prédiction spatiale de la densité de grands delphininés aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) annuel de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).	42

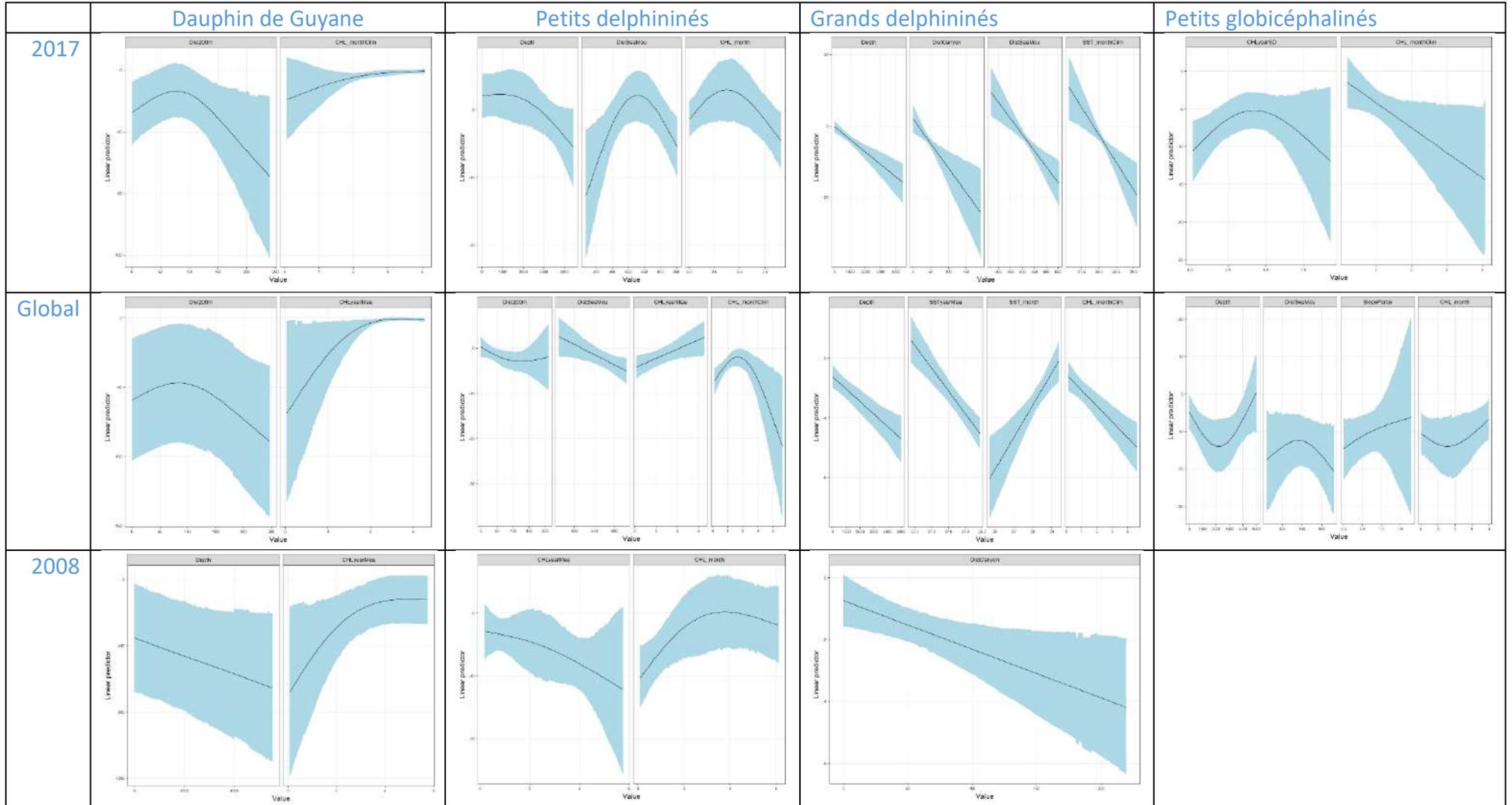
Figure 10. Prédiction de la densité de grands globicéphalins aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) annuel de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).	42
Figure 11. Prédiction spatiale de la densité aux Antilles de baleines à bec (haut), de grand cachalot (centre) et de grand cachalot et kogiidés réunis (bas) obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions de février 2008 (à gauche) et octobre 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	44
Figure 12. Prédiction spatiale de la densité de dauphin de Guyane obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions d'octobre 2008 (à gauche) et octobre 2017 (à droite). Les observations en effort, des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	45
Figure 13. Prédiction spatiale de la densité de petits delphininés en Guyane obtenues par les modèles (DSM) annuels de 2008 (en haut à gauche) de 2017 (en bas à gauche) et le modèle global avec les conditions environnementales de 2008 (en haut à droite) et de 2017 (en bas à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	46
Figure 14. Prédiction spatiale de la densité de grands delphininés en Guyane obtenues par les modèles (DSM) annuels de 2008 (en haut à gauche) de 2017 (en bas à gauche) et le modèle global avec les conditions environnementales de 2008 (en haut) et de 2017 (en bas). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	46
Figure 15. Prédiction spatiale de la densité de petits globicéphalins en Guyane obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2017. Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	47
Figure 16. Prédiction spatiale de la densité de baleines à bec en Guyane obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	48
Figure 17. Prédiction spatiale de la densité des sternes "brunes" aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	52
Figure 18. Prédiction spatiale de la densité de sternes "grises" aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) annuel de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).	52
Figure 19. Prédiction spatiale de la densité des fous aux Antilles obtenues par le modèle DSM global avec les conditions environnementales de février 2008 (à gauche) et d'octobre 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	52
Figure 20. Prédiction spatiale de la densité de phaéthontidés aux Antilles (haut) obtenues par les modèles (DSM) annuels de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite) et de la densité de frégatidés aux Antilles obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de février 2008 (à gauche) et d'octobre 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	54
Figure 21. Prédiction spatiale de la densité de sternes "brunes" (haut) et sternes "grises" (bas) en Guyane obtenues par les modèles (DSM) globaux avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	56
Figure 22. Prédiction spatiale de la densité des frégates en Guyane obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	56
Figure 23. Prédiction de la densité de tortues à écailles aux Antilles obtenues par le DSM global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	58
Figure 24. Prédiction de la densité de tortues à écailles en Guyane obtenues par les modèles spatialisés (DSM) de 2008 (en haut à gauche) de 2017 (en bas à gauche) et le modèle global avec les conditions environnementales de 2008 (en haut à droite) et de 2017 (en bas à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	59
Figure 25. Prédiction spatiale de la densité de requins en Guyane (excepté Rhincodon typus) obtenues par le modèle (DSM) global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	60
Figure 26. Prédiction spatiale de la densité de raies manta en Guyane obtenues par le DSM global avec les conditions environnementales de 2008 (à gauche) et de 2017 (à droite). Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).	61
Figure 27. Effort d'observation et distribution des observations de DCP en 2008 et 2017 aux Antilles.	62
Figure 28. Taux de bateaux de pêche, DCP et bouées par kilomètre d'effort en fonction des strates aux Antilles au cours des deux campagnes (P1 : iles du Nord, P2 : Mer des Caraïbes, P3 et O1 : zone Atlantique).	62
Figure 29. Taux de bateaux de pêche, DCP, bouées, déchets et déchets de pêche par kilomètre d'effort en fonction des strates en Guyane au cours des deux campagnes (O5 : océanique et P5 : plateau pente).	63
Figure 30. Prédiction des densités obtenues par les DSM aux Antilles pour en février 2008.	65
Figure 31. Densités relatives estimées (en individus /km ²) et erreurs standards associées) pour les différents groupes de cétacés aux Antilles au cours des deux campagnes Remmoa de 2008 et 2017.	66

Figure 32. Prédiction des densités de cétacés obtenues par les DSM aux Antilles pour octobre 2017.	66
Figure 33. Prédiction des densités d'oiseaux marins obtenues par les DSM aux Antilles pour en février 2008 (haut) et octobre 2017 (bas).	66
Figure 34. Densités d'oiseaux marins (en individus/km ² et erreur standard associée) estimées pour les campagnes Remmoa de février 2008 et septembre octobre 2017 aux Petites Antilles.	67
Figure 35. Prédiction des densités de delphininés obtenues par le DSM annuels en Guyane octobre 2017.	68
Figure 36. Prédiction des densités de Globicéphalinés obtenues par le DSM global en Guyane en octobre 2008 et 2017 et de grands plongeurs (cachalots, kogia, baleines à bec) quelque soit l'année, puisque aucune variable sélectionnée n'est dynamique.	68
Figure 37. Variations de densités estimées (et erreur standard associée) pour les différents groupes de cétacés en Guyane au cours des deux campagnes Remmoa de 2008 et 2017.	69
Figure 38. Prédiction des densités d'oiseaux marins obtenues par le DSM global en Guyane en octobre 2008 (haut) et 2017 (bas).	69
Figure 39. Densités estimées pour les différents groupes d'oiseaux marins en Guyane au cours des deux campagnes (et erreur standard associée).	70
Figure 40. Prédiction des densités d'elasmobranches obtenues par le DSM global en Guyane en octobre 2008 (haut) et 2017 (bas).	71

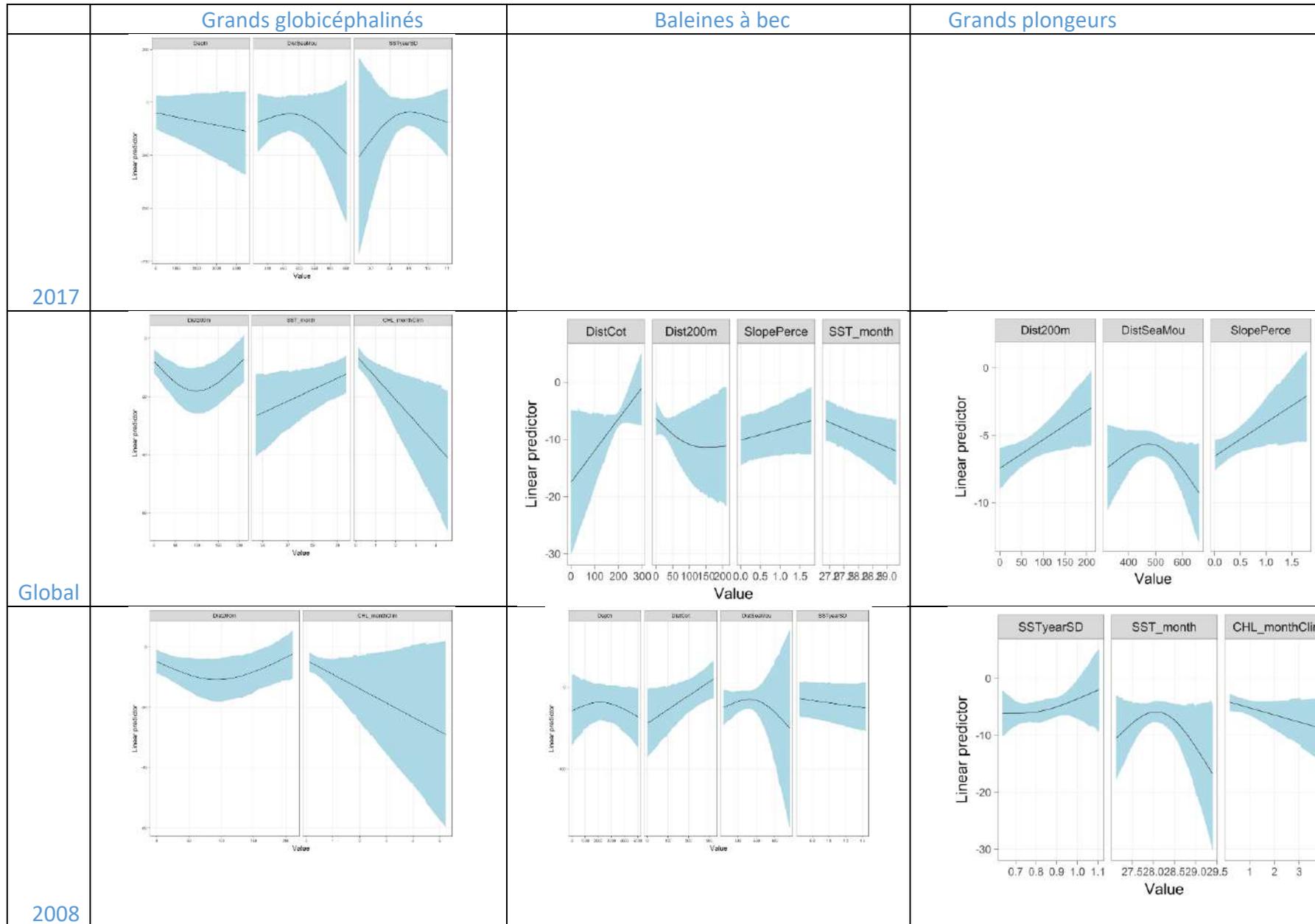
ANNEXES

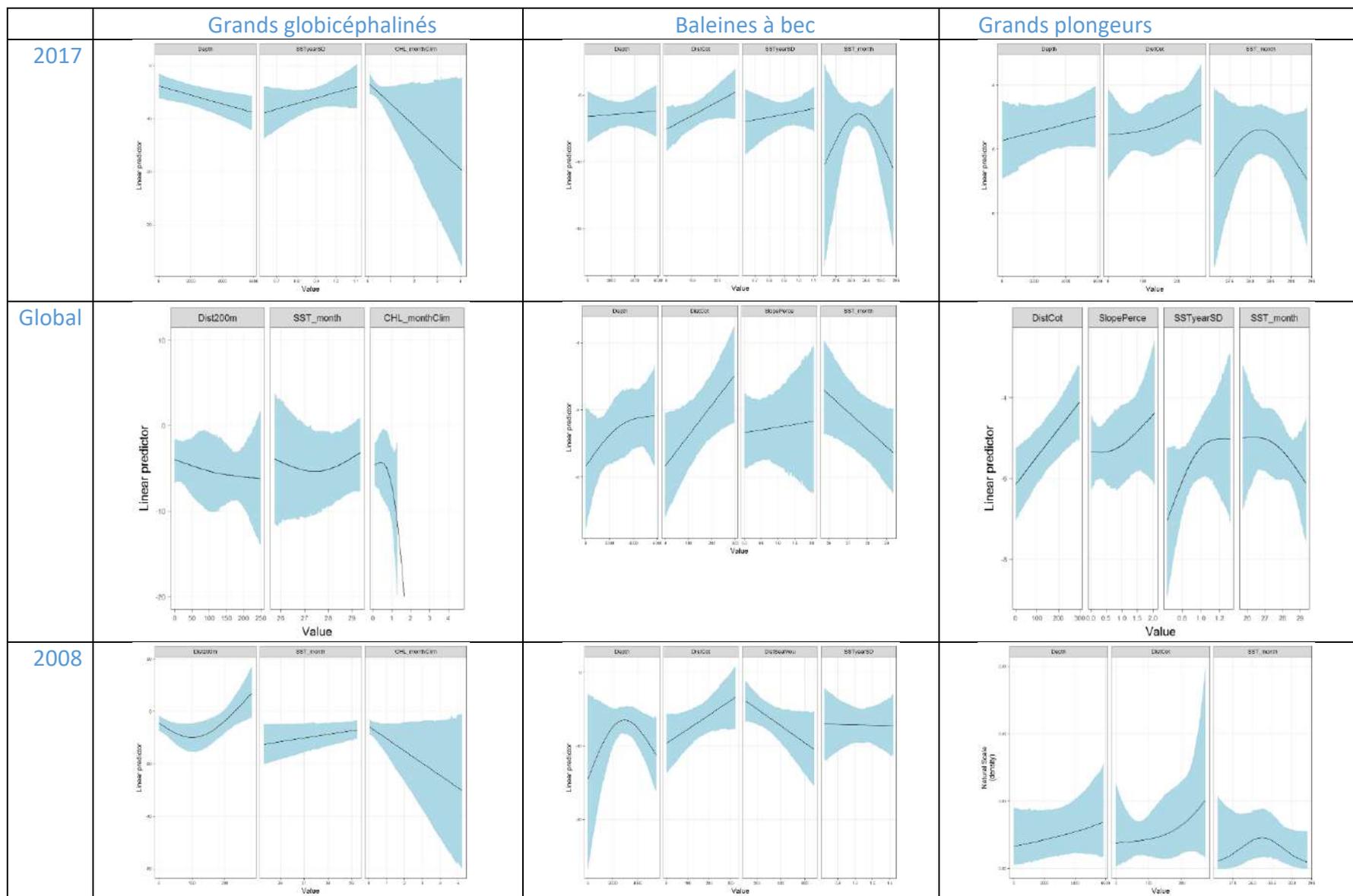
ANNEXE 1 :

GUYANE



GUYANE





ANNEXE 2 :

Densités de cétacés estimées aux Antilles par strates : nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort conditions subjectives > Moyen, transect du plan d'échantillonnage) taux de rencontre (n/L en obs/100km) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind. km⁻²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max).

			Sightings	Group density (D). km-2	CV (%)	Mean group size	CV (%)	Animal density (D). km-2	CV (%)	Animal abundance	Abon min	Abon max
Small delphinidae	2008	O1_C&F	-									
		P1_G	-									
		P2_A&D	2	0,004	105%	3,0	67%	0,011	124%	291	44	1 933
		P3_B&E	-				0					
		sur surface 2017							0,002	124%	333	50
	2017	P1	2	0,003	73%	20,5	95%	0,057	120%	999	157	6 354
		P2	4	0,003	64%	20,8	50%	0,062	81%	2 224	555	8 909
		P3	3	0,001	77%	63,3	43%	0,084	88%	4 435	1 001	19 655
		O1	1	0,000	101%	50,0	0%	0,020	101%	1 139	220	5 891
									0,054	53%	8 797	1 933
		DSM					annual	40%	9 739	4 564	20 781	
							global	41%	10 555	4 890	22 784	
Large delphinidae	2008	O1_C&F	2	2,19E-03	76%	23	73,91%	0,050	106%	4 020	734	22 022
		P1_G	0									
		P2_A&D	0									
		P3_B&E	1	1,03E-03	99%	50	0%	0,051	99%	1 585	312	8 049
		sur surface 2017							0,039	71%	6 408	1 835
		DSM					global	42%	9 435	4 284	20 778	
	2017	P1	-									
		P2	4	0,004	79%	18,8	74%	0,074	108%	2 673	476	15 004
		P3	3	0,002	60%	10,7	41%	0,019	73%	994	277	3 564
		O1	3	0,002	61%	16,7	26%	0,027	66%	1 515	466	4 928
									0,032	61%	5 182	1 219
		DSM					annual	43%	5 809	2 614	12 911	
							global	30%	8 548	4 821	15 158	

Small Globicephalinae	2008		-										
	2017	P1	3	0,004	68%	6,3	32%	0,026	75%	458	123	1 699	
		P2, P3	-										
		O1	1	0,000	106%	4,0	0%	0,002	106%	90	16	493	
			4					0,003	65%	548	140	2 192	
		DSM					annual		82%	341	84	1 390	
Large Globicephalinae	2008	O1_C&F	2	0,003	64%	13,0	34%	0,036	79%	2 864	731	11 227	
		P1_G	-										
		P2_A&D	2	0,003	103%			0,042	113%	1 093	185	6 447	
		P3_B&E	-										
			sur surface 2017					0,028	89%	4 524	1 013	20 204	
		DSM					global		74%	3 015	830	10 948	
	2017	P1	1	0,002	100%	20.000	0%	0,042	100%	731	142	3 758	
		P2	3	0,003	73%	13,7	46%	0,046	87%	1 649	381	7 138	
		P3	8	0,005	59%	8,6	59%	0,046	83%	2 414	583	9 993	
		O1	4	0,002	81%	2.5000	20%	0,006	83%	342	83	1 412	
			16					0,032	50%	5 136	1 189	22 301	
		DSM					annual		80%	5 657	1 434	22 316	
							global		54%	4 272	1 589	11 482	
Beaked whale*	2008	O1_C&F	1	0,001	100%	1,0	0%	0,001	100%	93	18	476	
		P1_G	1	0,003	106%	2,0	0%	0,005	106%	31	6	170	
		P2_A&D	1	0,001	109%	3,0	0%	0,004	109%	117	21	662	
		P3_B&E	1	0,001	101%	2,0	0%	0,002	101%	67	13	348	
			sur surface 2017						0,002	57%	353	125	993
		DSM					annual		112%	899	154	5 251	
							global		39%	378	182	785	
	2017	P1	-	0,000				-					
		P2	1	0,001	101%	1,0		0,001	101%	21	4	110	
		P3	3	0,001	57%	1,0		0,001	57%	58	20	164	
		O1	7	0,003	39%	1,4	14%	0,004	41%	225	103	491	
			11					0,002	33%	304	128	764	
		DSM					annual		38%	438	212	904	

							global		35%	408	209	797
Sperm whale*	2008	O1_C&F	0	0,00E+00	32%			-	0%	-		
		P1_G	1	2,43E-03	102%	1,0	0%	0,002	102%	14	3	74
		P2_A&D	2	2,73E-03	74%	1,0	0%	0,003	74%	71	19	263
		P3_B&E	1	9,99E-04	106%	2,0	0%	0,002	106%	62	11	338
			4					0,001	58%	147	51	424
		sur surface 2017								168	59	484
	2017	P1	2	0,001	71%	5,5	64%	0,005	90%	88	19	394
		P2	1	0,000	100%	1,0	0%	0,001	107%	23	4	125
		P3	2	0,000	71%	1,0	0%	0,001	78%	39	10	152
		O1	3	0,001	55%	1,0	0%	0,001	63%	58	18	180
								0,004	37%	614	200	1 952
Kogia	2008		2									
	2017	P1	1	2,19E-03	105%	1	0%	0,002	100%	38	7	195
		P2	3	3,51E-03	66%	2	0%	0,007	58%	252	87	730
		P3	1	6,96E-04	105%	1	0%	0,001	105%	37	7	198
		O1	4	2,52E-03	59%	2	0%	0,005	59%	286	99	829
								0,001	58%	147	51	424

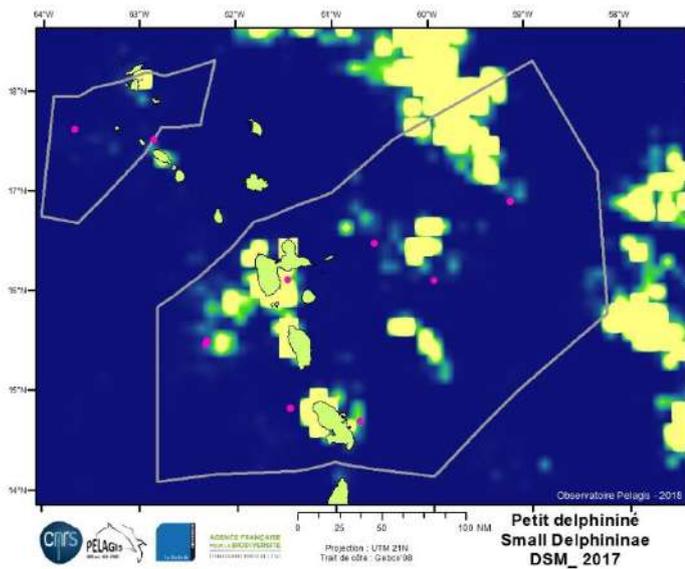
ANNEXE 3 :

Densités de cétacés estimées en Guyane par strates : nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort conditions subjectives > Moyen, transect du plan d'échantillonnage) taux de rencontre (n/L en obs/100km) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind. km⁻²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max).

		Sightings	Group density (D). km-2	CV (%)	Mean group size	CV (%)	Animal density (D). km-2	CV (%)	Animal abundance	Abon min	Abon max	
Guiana Dolphin	CDS	P5_B&A	17	0,012	48%	2,6	12%	0,031	45%	2 396	1 038	5 532
		O5_C	-									
		sur surface 2017						0,013	45%	2 000	866	4 618
	DSM						annual		103%	3 149	595	16 674
						global		36%	1 783	897	3 543	
2017	CDS	P5	13	0,007	48%	3,9	28%	0,029	53%	1 764	664	4 684
		O5	-									
								0,016	53%	1 764	664	4 684
	DSM						annual		61%	2 595	866	7 772
						global		36%	1 655	840	3 259	
Small delphininae	CDS	O5_C	1	0,001	101%	30,0	0	0,026	101%	1 413	273	7 308
		P5_B&A	4	0,002	60%	6,8	47%	0,013	76%	1 040	277	3 911
		sur surface 2017						0,019	66%	2 048	626	6 706
	DSM						annual		216%	3 596	272	47 517
						global		70%	3 964	1 143	13 747	
2017	CDS	P5	15	0,007	34%	14,4	24%	0,095	42%	5 811	2 643	12 776
		O5	6	0,003	51%	17,3	31%	0,058	60%	2 840	965	8 361
		Σ						0,078	34%	8 651	3 608	21 137
	DSM						annual		70%	8 401	2 454	28 762
						global		74%	8 258	2 253	30 268	
Large delphininae	CDS	O5_C	13	0,009	32%	36,9	26%	0,332	41%	18 240	8 361	39 789
		P5_B&A	39	0,016	23%	16,1	24%	0,252	33%	19 486	10 314	36 811
		sur surface 2017						0,285	26%	31 493	18 931	52 389
	DSM						annual		32%	20 014	10 948	36 585
						global		43%	17 605	7 920	39 135	

	CDS	P5	16	0,009	36%	9,7	28%	0,090	46%	5 546	2 344	13 125
2017		O5	3	0,002	60%	5,3	23%	0,012	64%	581	184	1 833
		Σ						0,055	42%	6 128	2 528	14 958
	DSM						annual		67%	6 110	1 858	20 098
							global		35%	4 112	2 098	8 059
Small Globicephalinae	CDS	P5_B&A	3	0,003	97%	15,0	19%	0,040	99%	2 184	431	11 066
2008		O5_C	1	0,001	119%	15,0	0%	0,008	119%	595	95	3 738
		sur surface 2017						0,021	82%	2 320	569	9 462
	DSM						annual		243%	2 276	149	34 706
							global		93%	971	207	4 546
2017	CDS	P5	5	0,002	63%	3,6	44%	0,008	77%	478	126	1 819
		O5	3	0,002	67%	2,3	38%	0,004	77%	189	50	714
		Σ						0,006	59%	667	176	2 533
	DSM						annual		131%	256	36	1 816
							global		95%	946	197	4 536
Large Globicephalinae	CDS	P5_B&A	4	0,003	51%	15,8	18%	0,049	64%	2 680	852	8 426
2008		O5_C	3	0,001	76%	17,3	47%	0,021	85%	1 644	386	6 991
		sur surface 2017				<u>16,4</u>	<u>21%</u>	0,033	51%	3 609	1 404	9 280
	DSM						annual		149%	3 127	376	26 039
							global		59%	2 115	729	6 134
2017	CDS	P5	3	0,002	61%	6,0	51%	0,012	79%	726	185	2 858
		O5	-							-		
		Σ						0,007	79%	726	185	2 858
	DSM						annual		100%	355	69	1 815
							global		82%	576	141	2 359
Beaked whale*	CDS	P5_B&A	4	0,002	49%	1,8	27%	0,005	67%	255	77	846
2008		O5_C	2	0,000	72%	1,0	0%	0,001	81%	62	15	247
		sur surface 2017						0,002	56%	264	94	741
	DSM						annual		73%	197	55	708
							global		43%	174	78	389
2017	CDS	P5	2	0,000	71%	1,0	0%	0,001	72%	43	12	154
		O5	4	0,001	50%	2,8	37%	0,006	64%	275	87	864

		Σ						0,003	56%	318	99	1 018
	DSM						annual		49%	227	91	567
							global		40%	247	116	529
Sperm whale*	2008	P5_B&A	-									
		O5_C	2	0,001	71%	4,0	75%	0,005	108%	267	47	1 500
CDS								0,003	108%	267	47	1 500
		sur surface 2017								223	40	1 252
	2017	P5	2	0,000	100%	1,0	0%	0,001	105%	45	8	246
		O5	-	0,000		1,0	0%	-	0%			
								0,0004	105%	45	8	246
Kogidés	2008	P5_B&A	4	0,002	49%	1,8	27%	0,005	67%	255	77	846
		O5_C	2	0,000	72%	1,0	0%	0,001	81%	62	15	247
		sur surface 2017						0,002	56%	264	94	741
	DSM						annual		73%	197	55	708
							global		43%	174	78	389
2017	CDS	P5	2	0,000	71%	1,0	0%	0,001	72%	43	12	154
		O5	4	0,001	50%	2,8	37%	0,006	64%	275	87	864

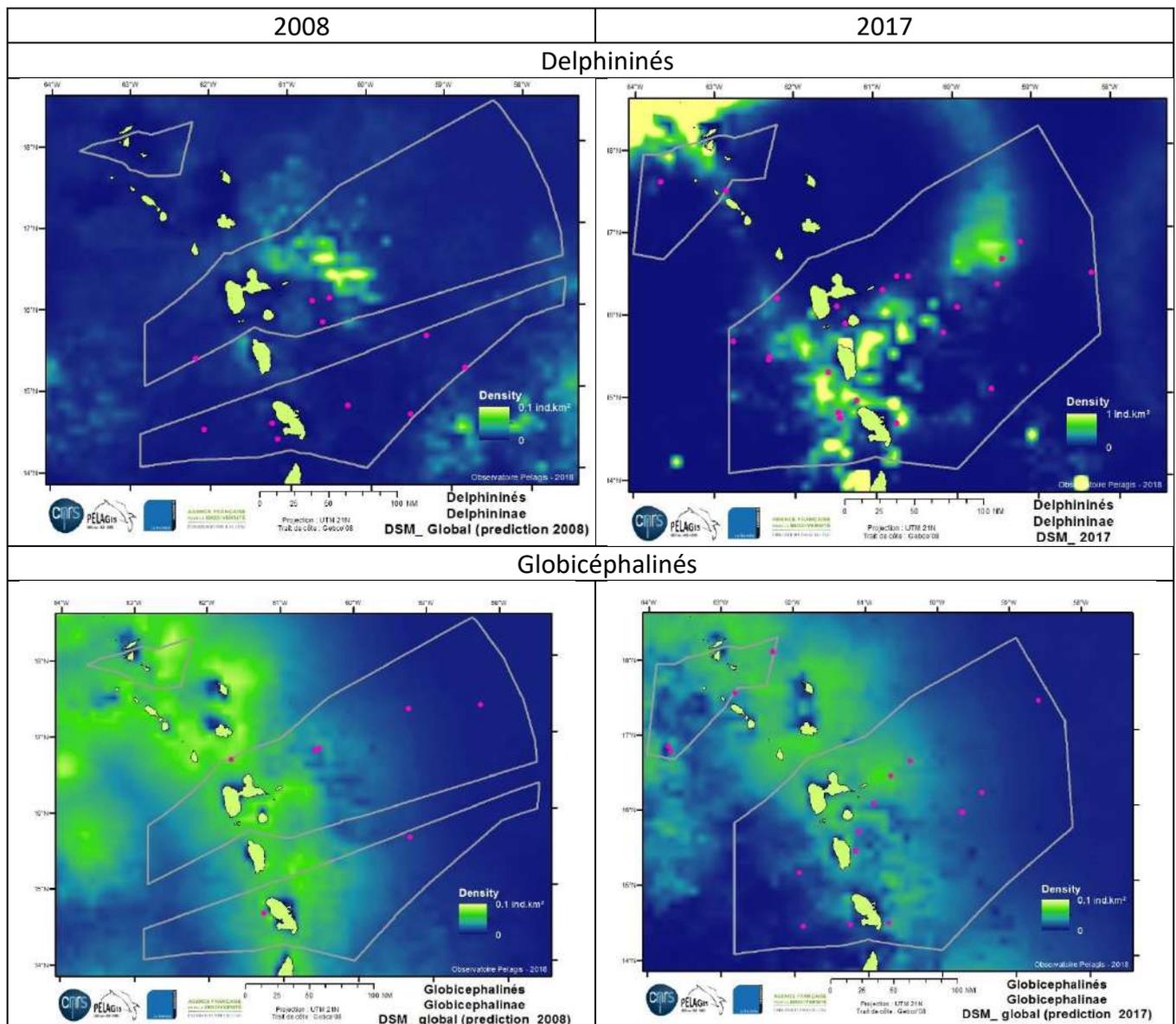


ANNEXE 4 :

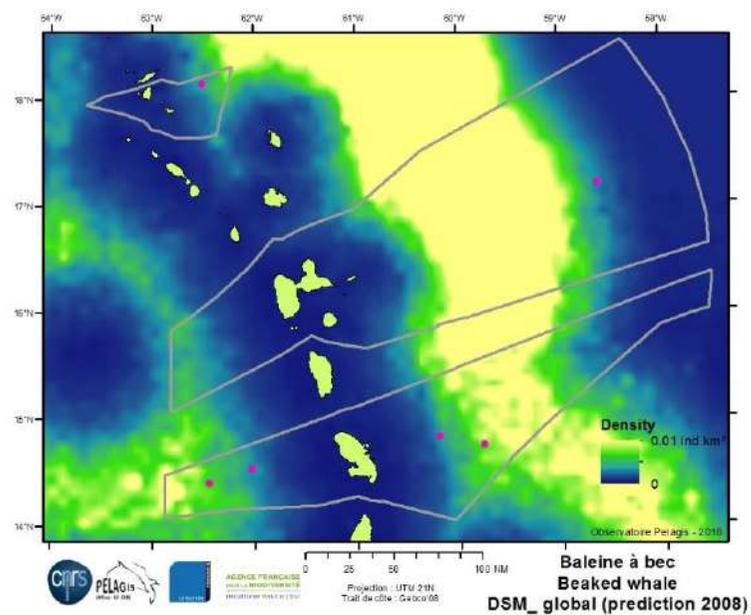
Prédiction spatiale de la densité de petits delphininés aux Antilles obtenues par les modèles annuel *DSM* de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).

ANNEXE 5 :

Prédiction spatiale de la densité de delphininés et globicéphalinés aux Antilles obtenues par les modèles annuel *DSM* de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).



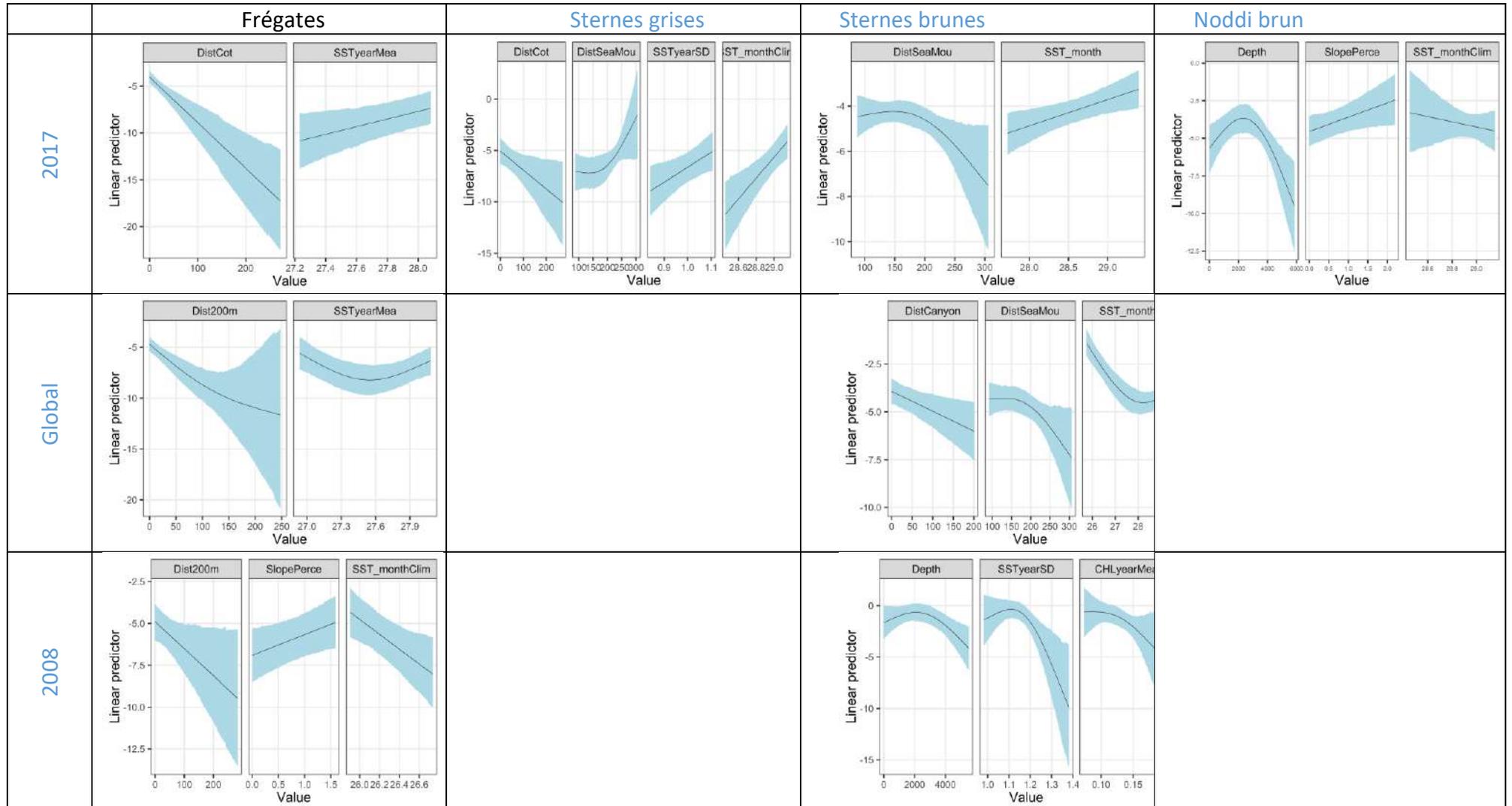
ANNEXE 6 :



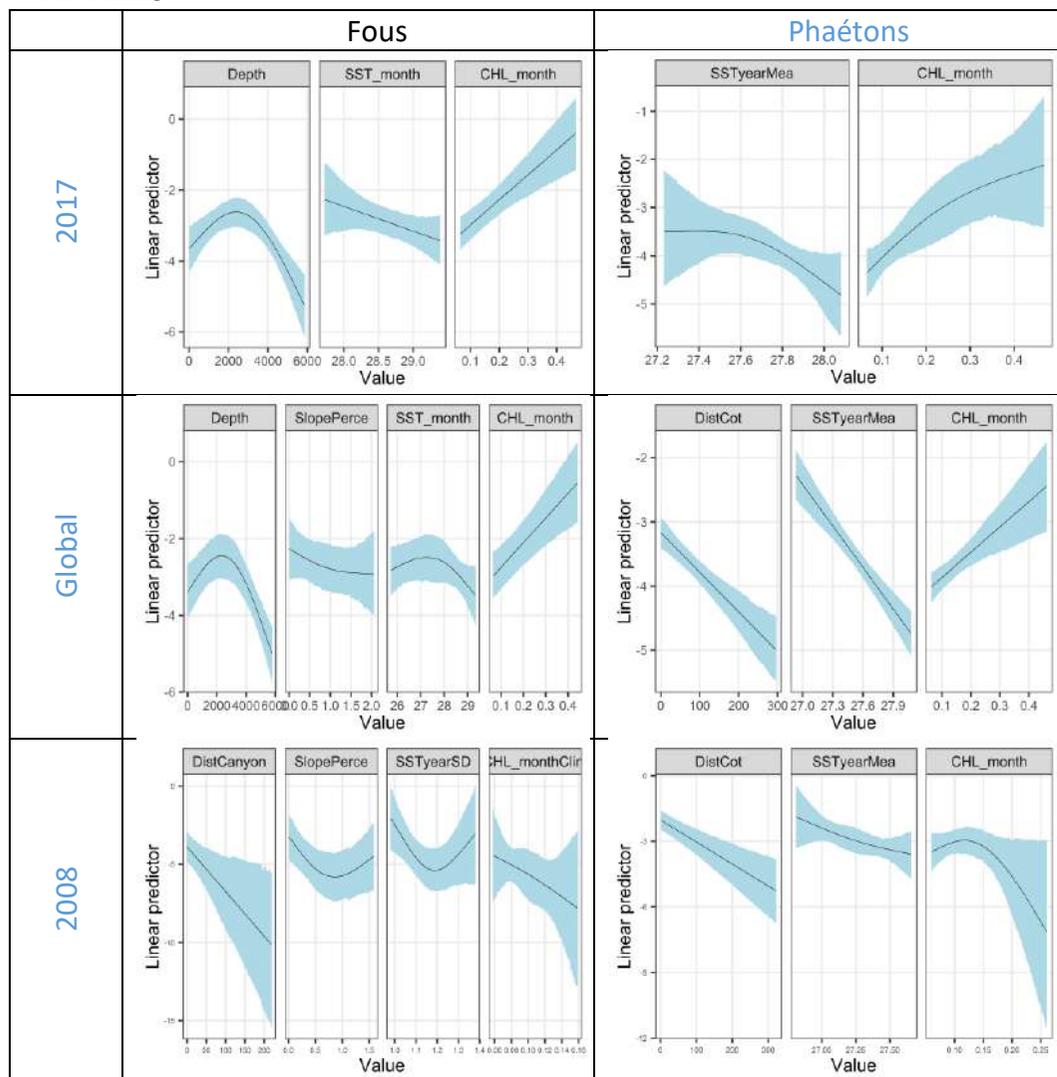
Cartes de prédictions de la densité de baleines à bec aux Antilles obtenues par le DSM global avec les conditions de 2008. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (●).

ANNEXE 7 :

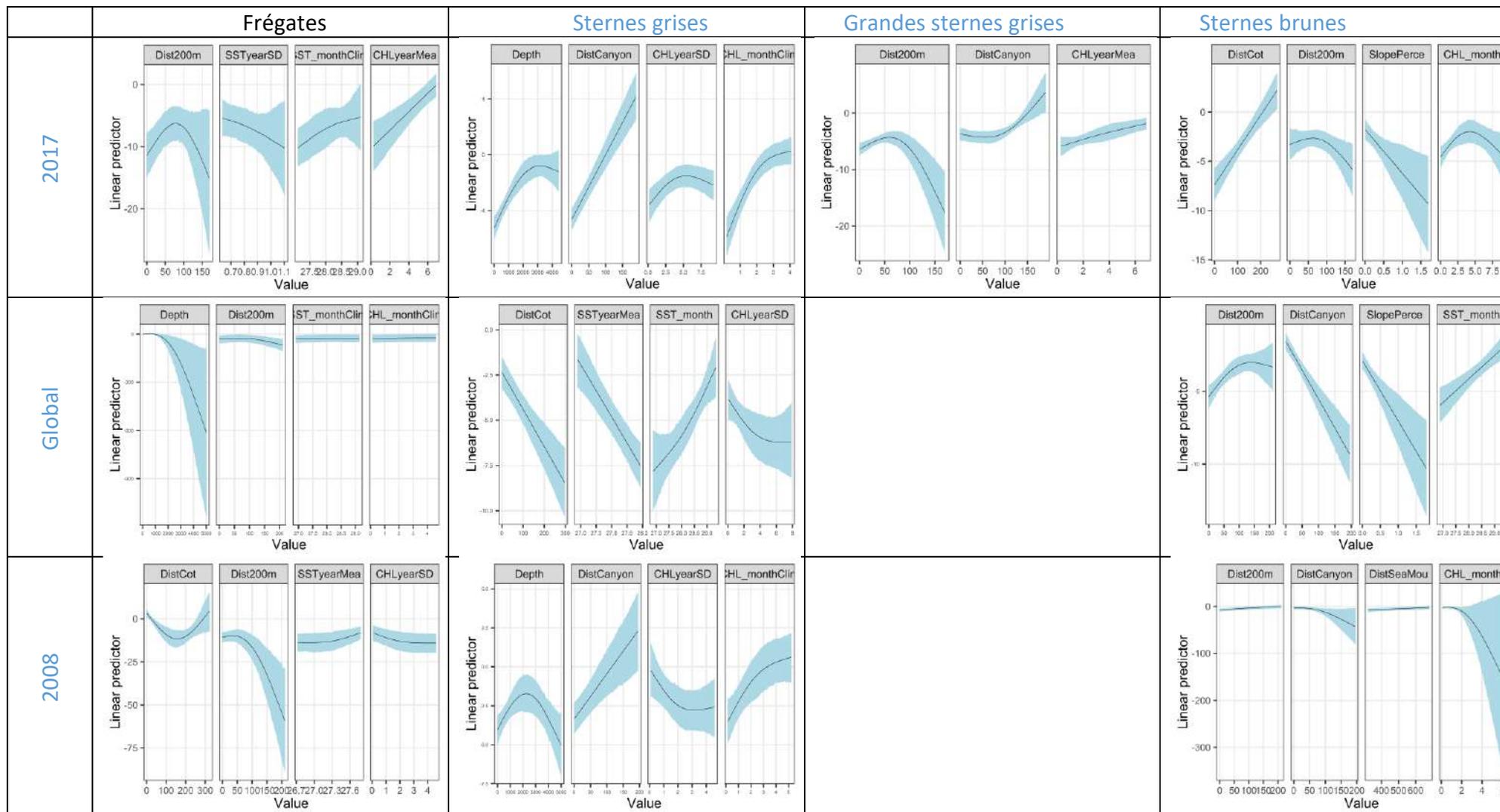
ANTILLES



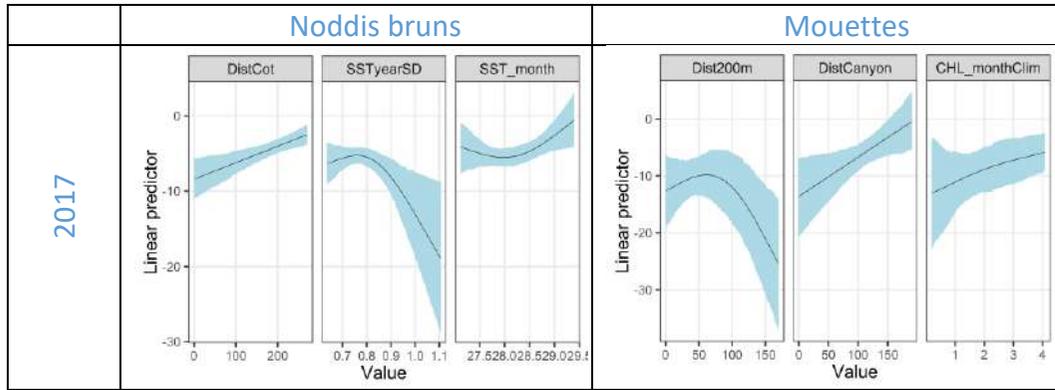
ANTILLES



GUYANE



GUYANE



ANNEXE 8 :

Densités par strate sternes "brunes" et sternes "grises": nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort conditions subjectives > Moyen, Best passage (Plan ABCD), 200m (Left ou Right)) taux de rencontre (n/L en obs.km⁻¹) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind. km⁻²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max).

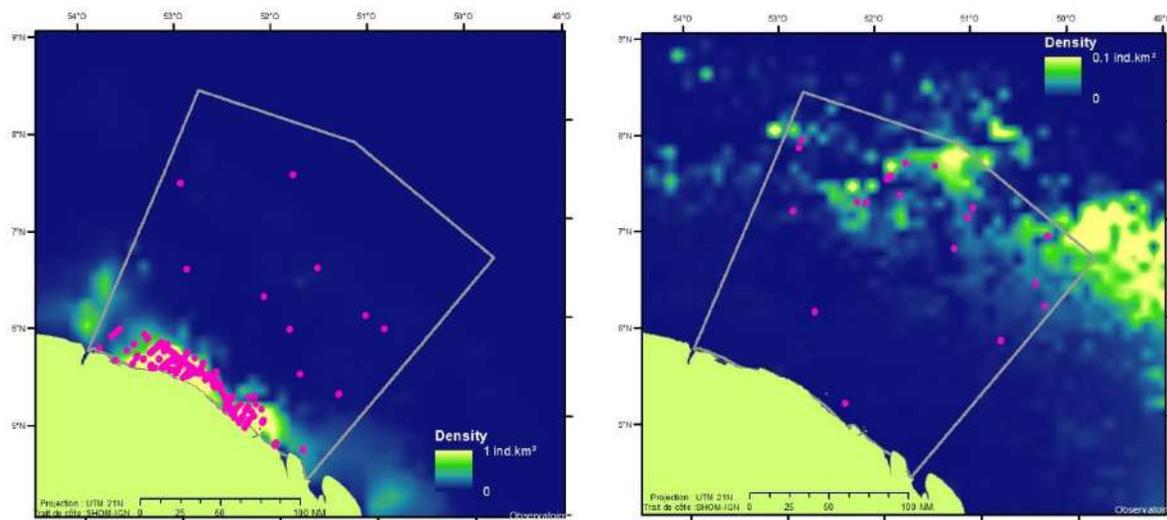
Antilles

Sternes brunes		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	O1_C	1	4,65E-03	91%	1,0	0%	0,012	91%	196	43	896
	O1_F	5	4,99E-03	49%	3,2	54%	0,040	73%	2 510	701	8 984
	P1_G	5	8,94E-03	64%	8,0	50%	0,179	81%	1 041	260	4 175
	P2_A	4	7,27E-03	51%	3,5	62%	0,064	81%	831	207	3 336
	P2_D	9	1,81E-02	56%	9,6	38%	0,433	68%	5 672	1 689	19 045
	P3_B	12	2,75E-02	18%	4,9	58%	0,337	61%	5 685	1 897	17 042
	P3_E	9	1,95E-02	45%	6,2	33%	0,304	56%	4 264	1 530	11 883
2017	P1	2	1,34E-03	73%	1,5	33%	0,005	80%	88	22	348
	P2	20	7,15E-03	28%	1,5	12%	0,027	31%	965	538	1 732
	P3	15	3,19E-03	29%	2,1	28%	0,016	28%	869	506	1 491
	O1	7	1,35E-03	36%	1,3	22%	0,004	0%	246	246	246
CDS	2008	45	15,698				0,142	30%	20 200	6 327	65 362
	2017	44	0,003				0,013	18%	2 167	1 311	3 817
DSM	2008	55						24%	19 809	12 453	31 509
	2017	73						19%	1 660	1 152	2 390

Guyane

Sternes brunes		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	P5_A	41	1.81E-02	28%	0.045	28%	11.8780	21%	0.537	35%	21,159
2008	P5_B	0	0.00E+00	0%	0.000	0%	1.0000	0%	0.000	0%	0
2008	P5_C	15	8.58E-03	36%	0.021	36%	3.3333	37%	0.072	52%	3,935
2017	P5	10	2,10E-03	32%	3,10	61%	0,016	61%	1 001	334	3 001
2017	O5	70	1,87E-02	20%	6,43	22%	0,300	22%	14 755	9 549	22 801
CDS	2008	56	9.07E-03				0,142	30%	40 672	19 987	83 699
	2017	80	9,41E-03				0,142	21%	15 756	9 883	25 802

DSM		2 008	69						33%	19 302	10 208	36 497	
		2 017	89						29%	23 088	15 634	34 096	
Sternes grises			n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max	
Par sous-groupe													
GRETER 2017	P5	24	5,04E-03	40%	3,54	31%	0,045	31%	2 745	1 510	4 988		
	O5	0	0,00E+00	0%	1,00	0%	0,000	0%	0				
CDS	2017	24	2,82E-03						0,025	31%	2 745	1 510	4 988
LARTER&STEMAX2017	P5	237	4,98E-02	23%	1,66	9%	0,206	9%	12 690	10 662	15 103		
	O5	3	8,01E-04	57%	2,33	57%	0,005	57%	230	81	651		
CDS	2017	240	2,82E-02						0,117	9%	12 919	10 743	15 753
DSM	2 017	465								18%	11 028	7 718	- 15 756
SMATER 2017	P5	66	1,39E-02	37%	2,12	16%	0,074	16%	4 521	3 341	6 117		
	O5	5	1,33E-03	51%	2,20	27%	0,007	27%	361	216	601		
CDS	2017	71	8,35E-03						0,044	15%	4 881	3 557	6 718
TOTAL "Sternes grises"													
2008	P5_A	8	3,53E-03	55%	1,88	27%	0,017	62%	652	214	1 981		
	P5_B	73	3,38E-02	26%	4,08	34%	0,345	43%	13 142	5 878	29 382		
	P5_C	7	4,01E-03	52%	5,86	37%	0,059	64%	3 227	1 031	10 104		
CDS	2008	88	1,43E-02						0,128	35%	236 207	98 854	575 461
DSM	2 008	644								20%	11 965	5 960	24 018
	2 017	102								38%	14 835	7 252	30 350



Prédictions de la densité de **grandes sternes grises** en Guyane (gauche) et de **noddis bruns** (droite) obtenues par le modèle (DSM) de 2017. Les observations en effort sont reportées sur les cartes (•).

ANNEXE 9 :

Densités par strate de noddis, océanites, mouettes : nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort conditions subjectives > Moyen transect du plan d'échantillonnage) taux de rencontre (n/L en obs.km⁻¹) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind. km⁻²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max)

Antilles

Noddis		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	01_C, F, G	-									
	P2_A	1	1,8E-03	32%	1,0	6%	0,004	32%	59	32	110
	P2_D	1	2,0E-03	60%	1,0	0%	0,005	60%	66	22	194
	P3_B	1	2,3E-03	21%	1,0	13%	0,006	24%	96	60	155
	P3_E	2	4,3E-03	40%	1,0	8%	0,011	41%	152	71	329
2017	P1	4	2,7E-03	59%	6,5	70%	0,044	91%	761	166	3490
	P2	17	6,1E-03	28%	1,8	15%	0,027	31%	965	529	1760
	P3	7	1,5E-03	51%	1,7	21%	0,006	21%	336	224	505
	O1	1	1,9E-04	100%	1,0	0%	0,000	0%	27	27	27
CDS	2008	5	1,3E-03				0,003	21%	428	212	900
CDS	2017	29	2,0E-03				0,013	36%	2089	946	5783
DSM	1017	32						32%	1580	854	-2924
Océanites		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	01_C, F	-									
	P1_G	1	1,8E-03	97%	1,0	0%	0,004	97%	26	5	128
	P2_A, D, B	-									
	P3_E	2	4,3E-03	95%	5,0	0%	0,054	95%	761	158	3 676
2017	P1	1	6,7E-04	98%	20,0	0%	0,033	98%	585	117	2 926
	P2	1	3,6E-04	100%	1,0	0%	0,001	100%	32	6	165
	P3	2	4,3E-04	71%	1,5	33%	0,002	78%	84	22	325
	O1	2	3,8E-04	99%	1,0	0%	0,001	99%	55	11	277
CDS	2008	3	8,1E-04		6,9300	15%	0,006	92%	787	163	3 804
	2017	6	4,2E-04		2,8	61%	0,005	77%	756	156	3 693

Mouettes		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2017	P1	1	6,7E-04	96%	2,0	0%	0,003	96%	59	12	287
	P2	4	1,4E-03	50%	4,0	53%	0,014	73%	515	143	1 858
	P3	-									
	O1	2	3,8E-04	101%	1,0	0%	0,001	101%	55	11	281
CDS	2017	7	4,9E-04				0,004	61%	628	165	2 426

Guyane

Noddis		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
GUY	P5_A	2	8,82E-04	98%	1,00	0%	0,0022	98%	87	17	434
GUY	P5_B	-									
GUY	P5_C	1	5,72E-04	100%	1,00	0%	0,0014	100%	79	15	403
GUY	P5	6	1,26E-03	53%	1,67	40%	0,005	40%	323	152	687
	O5	17	4,54E-03	33%	2,88	32%	0,033	32%	1607	864	2987
CDS	2008	3	4,86E-04				0,0012	70%	138	27	699
CDS	2017	23	2,70E-03				0,0174	28%	1930	1016	3674
DSM	2017	23						40%	1257	592	-2668
Océanites		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
GUY	P5_A, B	-									
GUY	P5_C	1	5,72E-04	101%	5,00	0%	0,007	101%	394	76	2 041
GUY	P5	2	4,20E-04	71%	1,00	0	0,001	71%	65	19	225
	O5	3	8,01E-04	57%	1,00	0	0,002	57%	98	35	277
CDS	2008	1	1,62E-04				0,003	101%	394	76	2 041
	2017	5	5,88E-04				0,001	44%	163	53	502

Mouettes		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
GUY	P5_A	-									
GUY	P5_B	4	1,85E-03	62%	3,25	4925%	0,015	49%	573	2	136 416
GUY	P5_C	1	5,72E-04	102%	1,00		0,001	102%	79	15	410
GUY	P5	33	6,93E-03	41%	2,24	26%	0,039	48%	2 387	974	5 848
	O5	0	-								
CDS	2008										
	2017						0,022	48%	2 387	974	5 848
DSM	2017	67						29%	1 883	1 071	3 311

ANNEXE 10 :

Densités par strate pour les fous, phaétons et frégates : nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort conditions subjectives > Moyen transect du plan d'échantillonnage) taux de rencontre (n/L en obs. km⁻¹) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind. km⁻²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max).

Antilles

Fous		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	O1_C	1	4,65E-03	109%	1,0000		0,012	109%	196	35	1 115
	O1_F	2	2,00E-03	68%	1,0000		0,005	68%	314	93	1 056
	P1_G	6	1,07E-02	41%	2,1667	37%	0,058	55%	338	124	924
	P2_A	2	3,64E-03	65%	2,0000	0%	0,018	65%	238	74	758
	P2_D	12	2,41E-02	29%	3,6667	45,08%	0,221	54%	2 902	1 081	7 793
	P3_B	2	4,58E-03	63%	1,5000	33,33%	0,017	71%	289	83	1 012
	P3_E	2	4,34E-03	63%	1,0000		0,011	63%	152	49	473
2017	P1	13	8,70E-03	0,4187	2,7692	0,5239	0,060	52%	1 053	401	2 765
	P2	89	3,18E-02	0,1726	2,8876	0,2217	0,230	28%	8 267	4 816	14 190
	P3	45	9,57E-03	0,1894	1,6222	0,1595	0,039	16%	2 045	1 499	2 790
	O1	13	2,50E-03	0,3195	1,6923	0,2355	0,011	0%	601	601	601
CDS	2008	27	0,007		6,9300	15%	0,031	37%	5 064	1 759	15 014
	2017	160	0,011				0,073	20%	11 966	7 318	20 346
DSM	2 008	35						30%	6 236	3 482	11 168
	2 017	180						23%	13 047	8 345	20 400

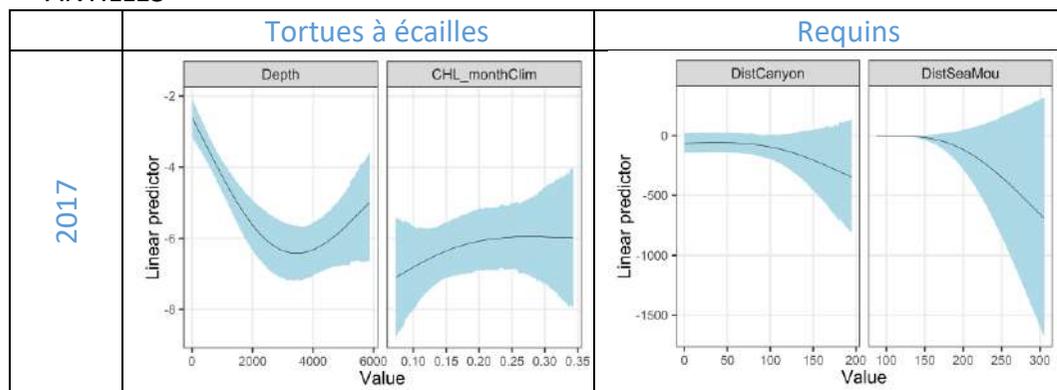
Phaetons		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	O1_C	1	4,65E-03	109%	1,0000	0%	0,012	109%	196	35	1 115
	O1_F	11	1,10E-02	40%	1,0000	0%	0,027	40%	1 726	812	3 667
	P1_G	36	6,44E-02	19%	1,0833	4%	0,174	20%	1 015	692	1 489
	P2_A	16	2,91E-02	32%	1,0625	6%	0,077	32%	1 010	545	1 869
	P2_D	3	6,04E-03	60%	1,0000	0%	0,015	60%	198	67	582
	P3_B	8	1,83E-02	21%	1,2500	13%	0,057	24%	964	600	1 546
	P3_E	16	3,47E-02	40%	1,1250	8%	0,098	41%	1 371	635	2 957
2017	P1	31	2,08E-02	0,3851	1,0645	0,0421	0,055	39%	965	464	2 009
	P2	24	8,58E-03	0,2469	1,125	0,0613	0,024	25%	868	532	1 419
	P3	24	5,10E-03	0,2713	1,2083	0,0701	0,015	7%	812	708	932
	O1	27	5,19E-03	0,1842	1,1852	0,0643	0,015	20%	875	599	1 278
CDS	2008	91	0,024		6,9300	15%	0,045	16%	7 407	3 872	15 121
	2017	106	0,007		1,4115	3%	0,022	13%	3 521	2 303	5 637
DSM	2 008	107						12%	8 432	6 705	10 603
	2 017	127						14%	4 158	3 193	5 414
FREGATE		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	O1_C	-									
	O1_F	1	9,99E-04	102%	1,0000		0,002	102%	157	30	822
	P1_G	8	1,43E-02	38%	1,5000	13%	0,054	40%	312	147	664
	P2_A	1	1,82E-03	105%	1,0000		0,005	105%	59	11	322
	P2_D, B, E	-									
2017	P1	4	2,68E-03	0,4702	1	0	0,007	47%	117	49	281
	P2	7	2,50E-03	0,4297	1	0	0,006	43%	225	100	505
	P3	11	2,34E-03	0,3508	1	0	0,006	35%	308	158	601
	O1	-									
CDS	2008	10	0,003		6,9300	15%	0,004	40%	604	215	2 066
	2017	22	0,002				0,004	24%	650	307	1 386
DSM	2 008	12						35%	938	484	1 818
	2 017	34						19%	707	487	1 025

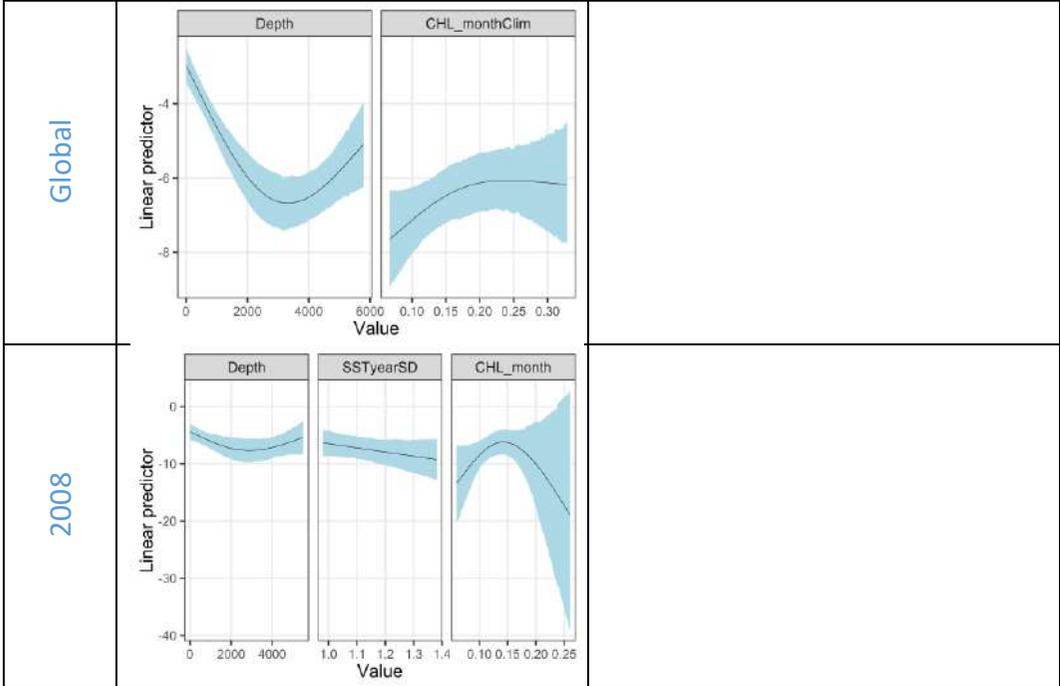
Guyane

Frégates		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	P5_A	-									
	P5_B	33	1,53E-02	36%	2,76	54%	0,105	65%	4 013	1 255	12 834
	P5_C	1	5,72E-04	100%	8,00	0%	0,011	100%	630	123	3 225
2017	P5	33	6,93E-03	28%	1,64	23%	0,028	36%	1 744	885	3 437
	O5	-									
CDS	2008	34	5,51E-03				0,035	58%	3 876	1 150	13 406
	2017	33	3,88E-03		1,38	16%	0,016	36%	1 744	885	3 437
DSM	2 008	47						51%	1 825	710	4 688
	2 017	34						55%	1 827	667	5 006
Phaetons		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.km ²)	CV (%)	N	N min	N max
2008	P5_A	1	4,41E-04	98%	1,00	0%	0,001	98%	43	9	217
	P5_B	-									
	P5_C	1	5,72E-04	100%	1,00	0%	0,001	100%	79	15	403
2017	P5, O5	-									
CDS	2008	2	3,24E-04				0,001	73%	102	20	518
	2017	-	-								

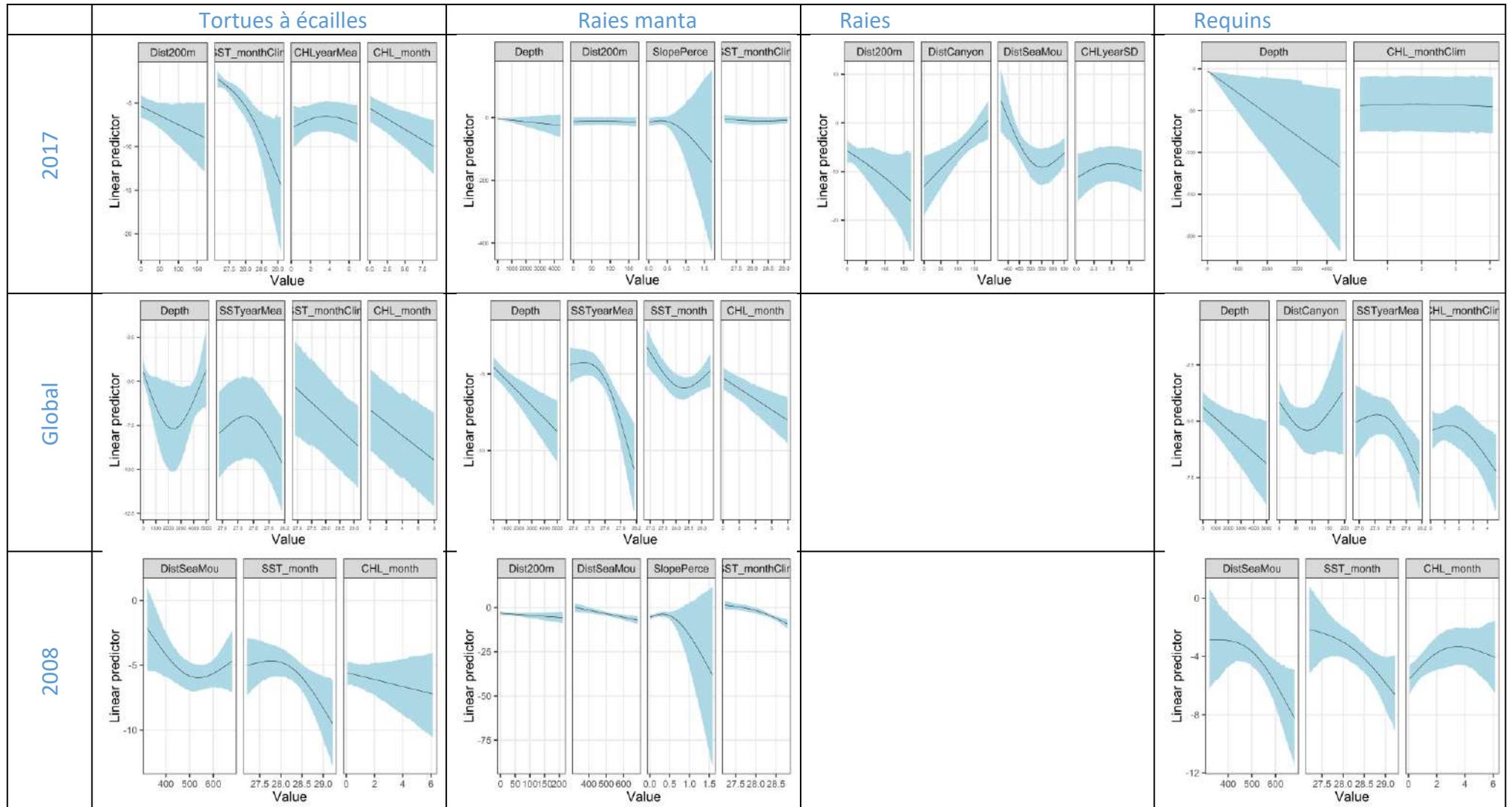
ANNEXE 11 :

ANTILLES





GUYANE



ANNEXE 12 :

Densités par strate de tortues à écailles : nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort conditions subjectives > Moyen) taux de rencontre (n/L en obs/100km) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind. km⁻²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max).

Antilles

Tortues à écailles		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D (ind.100km ²)	CV (%)	N	2,5%	97,5%
2008	O1_C	-									
	O1_F	1	0,10	101%	1	0%	0,17	102%	105	20	550
	P1_G	2	0,36	105%	1	6%	0,60	107%	35	6	193
	P2_A	1	0,18	104%	1	20%	0,30	107%	40	7	221
	P2_D	2	0,40	72%	1	0%	0,67	74%	88	24	323
	P3_B	1	0,23	80%	1	0%	0,38	82%	64	16	262
	P3_E	3	0,65	79%	1	0%	1,09	81%	153	38	618
2017	P1	12	0,80	35%	1,1	8%	2,75	36%	481	245	945
	P2	8	0,29	38%	1,0	0%	0,98	39%	353	169	737
	P3	22	0,47	32%	1,1	6%	1,60	33%	845	447	1 597
	O1	4	0,08	50%	1,3	20%	0,26	50%	150	59	380
CDS	2008	10	0,27		1	34%	0,34	40%	485	111	2 167
	2 017	46	0,32		1,087	4%	1,12	20%	1 828	920	3 658
DSM	2 008	10						44%	460	200	1 050
	2 017	60						23%	2 068	1 325	3 226

Guyane

Tortues à écailles		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D (ind.100km ²)	CV (%)	N	2,5%	97,5%
2008	O5_C	4	0,18	0,48	1	0%	0,29	51%	116	45	300
	P5_A	18	0,68	0,28	1	0%	1,13	34%	432	228	820
	P5_B	3	0,15	0,75	1	0%	0,25	77%	140	37	531
2017	P5	31	0,65	22%	1,0	0%	2,05	23%	1 262	807	1 973
	O5	-									
CDS	2 008	25	0,36				0,52	28%	688	309	1 652
	2 017	31	0,36				1,14	23%	1 262	807	1 973
DSM	2 008	26						28%	574	258	1 379
	2 017	44						18%	1 275	885	1 837

ANNEXE 13 :

Densités par strate pour l'ensembles des requins: nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort, conditions subjectives > Moyen) taux de rencontre (n/L en obs/100km) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind./100km²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max).

Antilles

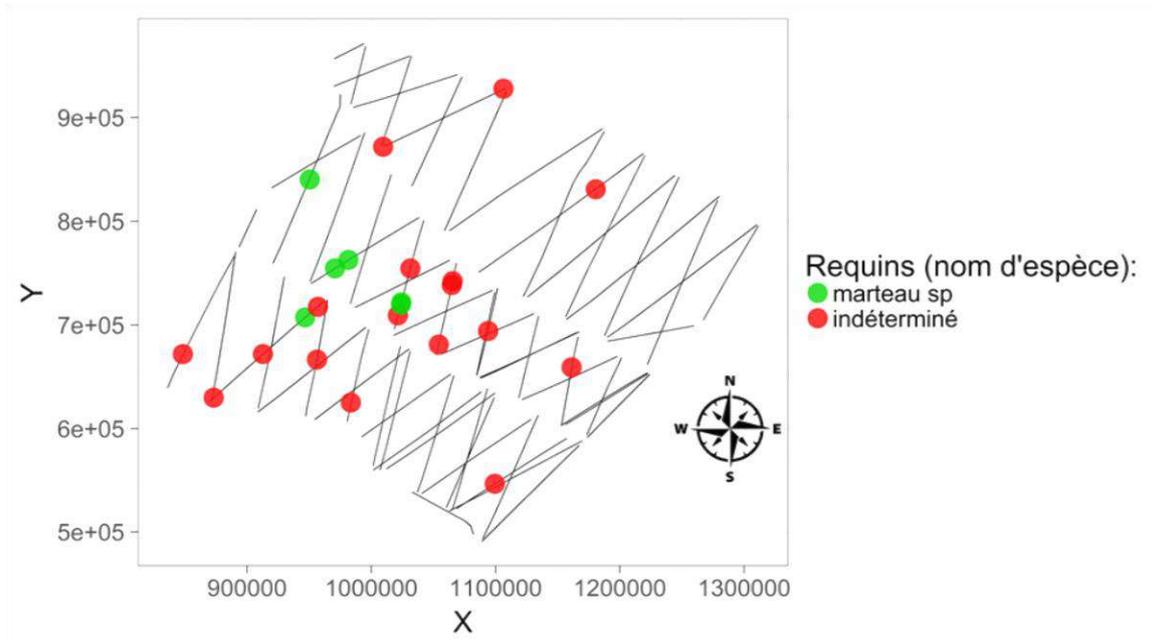
Requins		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.100km ²)	CV (%)	N	2,5%	97,5%
ANT	O1_C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	O1_F	1	0,10	100,82%	5	0%	0,53	114%	336	56	2 008
	P1_G	1	0,18	95,31%	1,0	0%	0,96	109%	56	10	316
	P2_A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P2_D	1	0,20	97,68%	1,0	0%	1,08	111%	141	24	820
	P3_B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P3_E	1	0,22	96,52%	1,0	0%	1,16	110%	163	28	936
ANT	P1	3	0,20	70%	1,0	0%	0,57	71%	99	28	347
	P2	1	0,04	97%	1,0	0%	0,10	98%	36	7	181
	P3, O1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CDS	2008	4	0,11				0,49	65%	695	119	4 080
	2 017	4	0,03				0,08	58%	136	36	528
DSM	2 008	5						65%	382	119	1 221
	2 017	5						48%	152	62	368

Guyane

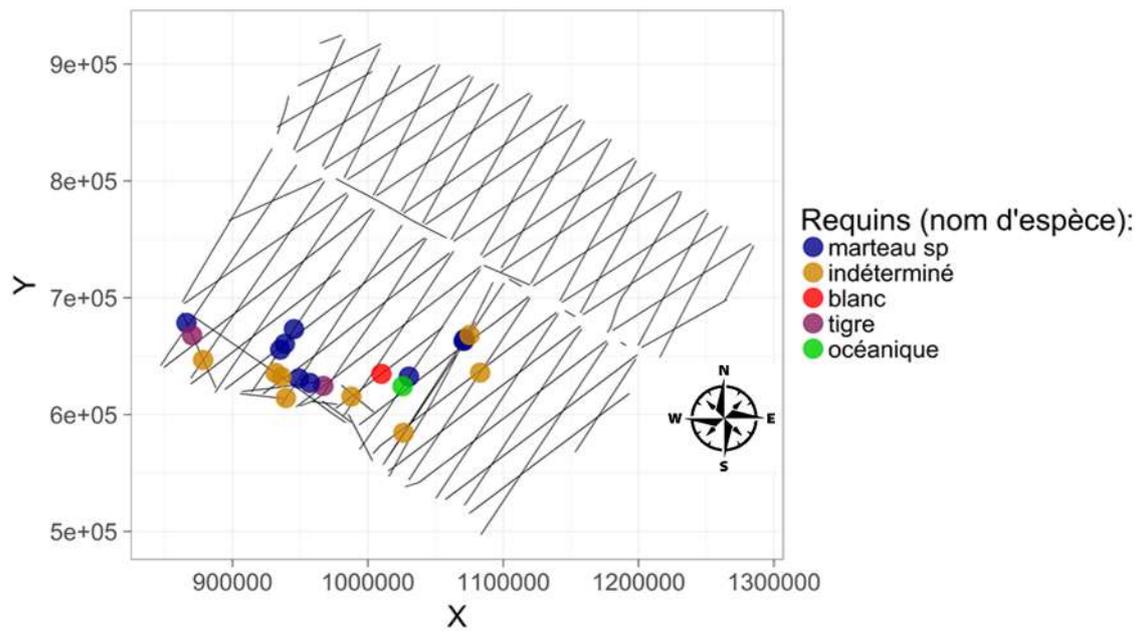
Requins		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.100km ²)	CV (%)	N	2,5%	97,5%
GUY	O5_C	2	0,09	97,10%	1,0	0%	0,26	99%	103	20	522
	P5_A	6	0,23	47,05%	1,0	0%	0,67	51%	256	100	656
	P5_B	10	0,51	49,60%	1,2	11%	1,50	53%	827	310	2 206
GUY	P5	13	0,27	27%	1,0	0%	0,77	30%	475	267	846
	O5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CDS	2 008	18	0,26				0,90	40%	991	430	3 385
	2 017	13	0,15				0,43	30%	475	267	846
DSM	2 008	23						31%	834	464	1 501
	2 017	22						28%	512	299	878

ANNEXE 14 :

Distribution des observations de requins par espèce en 2008 (haut) et 2017 (bas) en Guyane



par

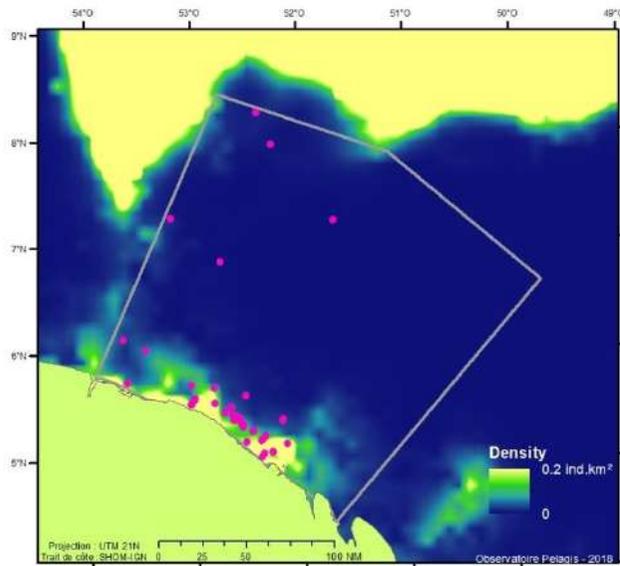


ANNEXE 15 :

Densités par strate pour les raies: nombre d'observations (n) pour l'effort sélectionné (Etat de la mer <4 Beaufort, conditions subjectives > Moyen) taux de rencontre (n/L en obs.km⁻¹) et son coefficient de variation (CV) de l'effectif moyen (E(s) et son CV) de la densité d'individus (D en ind./100k⁻²) de l'abondance (N) et son intervalle de confiance (Min Max).

Guyane

Groupe(ou espèce) /EC		n	n/L	CV (%)	E(s)	CV (%)	D(ind.100km ²)	CV (%)	N	2,5%	97,5%
raies		Etat de la mer <4 Beaufort, conditions subjectives > 3									
2017	P5	23	0,48	30%	2,3	36%	3,29	73%	2 024	558	7 339
	O5	2	0,05	71%	1,0	0%	0,16	90%	78	17	352
CDS	GUY	25	0,29		2,2	35%	1,90	71%	2 102	575	7 691
DSM	GUY	44						36%	141	56	356
raies indifférenciées		Etat de la mer <4 Beaufort, conditions subjectives > 3									
2017	P5	20	0,42	34%	2,5	38%	3,06	52%	1 881	725	4 880
	O5	-									
CDS	2 017	20	0,24	-	-	2%	1,70	52%	1 881	725	4 880
DSM	2 017	38						46%	1 847	779	4 380
Raie manta		Etat de la mer <4 Beaufort, conditions subjectives > 3									
2008	O5_C	1	0,04	97%	2,0	0%	0,11	98%	43	9	212
	P5_A	69	2,60	41%	1,4	8%	6,38	42%	2 429	1 096	5 385
	P5_B	11	0,56	44%	1,0	0%	1,37	45%	751	322	1 752
2017	P5	92	1,93	26%	1,1	3%	4,95	26%	3 040	20	459 206
	O5	-									
CDS	2 008	81	1,17				2,43	34%	2 691	1 427	7 349
	2 017	92	1,08				2,75	26%	3 040	20	459 206
DSM	2 008	92						30%	3 833	2 480	- 5 924
	2 017	205						22%	3 833	2 480	5 924



Carte de prédiction de la densité des raies (toutes espèces confondues à l'exception des raies manta) en Guyane obtenues par les modèles spatialisés (DSM) de 2017. Les observations en effort des deux campagnes sont reportées sur les cartes (•).