



# ETUDE DES CETACES DE GUYANE PAR DES CAMPAGNES EN MER

-

## RAPPORT TECHNIQUE FINAL



© V Rufray & P Lenrume, Biotope, V Piazza & C Pusineri, OSL

Claire Pusineri, Responsable scientifique OSL

En collaboration avec :

Benjamin de Montgolfier & Morjane Safi, OSL & Aquasearch

Amandine Bordin, GEPOG

Vincent Rufray & Paul Lenrume, GEPOG & BIOTOPE

Ludivine Martinez, Emeline Pettex, COHABYS

Monia Farhi, COHABYS & OSL

Cette étude a été co-financée par les fonds européens pour le développement et la DEAL de Guyane



## Table des matières

Résumé.....	4
Abstract .....	7
I. Contexte et objectifs du projet.....	10
II. Bilan des campagnes en mer OSL .....	14
1. Protocoles.....	14
a) Trajet.....	14
b) L'équipe d'observateurs .....	14
c) Collecte des données visuelles .....	14
d) Collecte des données acoustiques .....	15
2. Effort réalisé .....	16
a) Trajet.....	16
b) Conditions d'observation.....	17
3. Données collectées.....	17
c) Bilan des données collectées pour les cétacés.....	17
d) Bilan des données collectées pour les oiseaux.....	20
e) Bilan des autres observations.....	22
III. Les communautés de cétacés et d'oiseaux marins observées au large de la Guyane	23
1. Données utilisées .....	23
2. Description de la communauté de cétacés .....	25
a) Taux de détection et diversité .....	25
b) Distribution .....	29
c) Phénologie .....	30
3. Description de la communauté d'oiseaux marins.....	32
a) Taux de détection et diversité .....	32
b) Distribution .....	34
c) Phénologie .....	39

IV.	Exploration des variabilités saisonnières et spatiales par calculs d'indices .....	41
1.	Matériel et méthode .....	41
a)	Jeux de données utilisés .....	41
b)	Indices de densité .....	43
c)	Indices de diversité .....	44
2.	Variabilité saisonnière .....	44
a)	Impact de l'état de la mer sur les résultats .....	44
b)	Diversité .....	45
c)	Taux de détection .....	46
3.	Variabilité spatiale .....	47
a)	Diversité .....	47
b)	Taux de détection .....	49
V.	Exploration des variabilités spatiales par modélisation de l'habitat des oiseaux marins	50
1.	Matériel et méthode .....	50
a)	Objectif de l'exercice .....	50
b)	Jeux de données utilisés .....	50
c)	Méthodes utilisées .....	51
2.	Résultats .....	51
VI.	Discussion et recommandations .....	55
1.	La méthode choisie .....	55
2.	Diversité de la communauté de cétacés .....	57
3.	Diversité de la communauté d'oiseaux marins .....	59
4.	Variabilité saisonnière .....	61
5.	Variabilité spatiale .....	63
6.	Conclusions et recommandations .....	66
VII.	Bibliographie .....	69

## Résumé

Les premiers travaux menés sur les cétacés en Guyane (survol REMMOA 2009 et campagnes du GEPOG en 2012) ont mis en évidence une diversité et des densités parmi les plus élevées de l'outremer français. L'ensemble des espèces de cétacés est intégralement protégé par arrêté ministériel et la France s'est engagée à assurer la protection de toutes les espèces de mammifères marins dans la grande région Caraïbe au travers de la convention de Carthagène. L'établissement des ZNIEFF mer, de la liste rouge des mammifères marins de Guyane et des zones clés pour la biodiversité ont mis en évidence deux habitats prioritaires pour la conservation des cétacés en Guyane. Le premier est le milieu côtier (de la côte à 20 m de profondeur environ), où se concentrent les activités humaines et qui est fréquenté par le dauphin de Guyane (*Sotalia guianensis*), espèce endémique du Nord-Est de l'Amérique du Sud, qui bénéficie depuis 2018 d'un programme d'actions dédié. Le second est le tombant du plateau continental (profondeurs 100 à 3500 m), milieu caractérisé par les plus grandes diversité et densités de cétacés dans la ZEE de Guyane et dans lequel se concentrent les activités pétrolières. De telles activités ne devraient plus être développées en Guyane mais elles restent nombreuses dans les pays voisins. C'est aussi dans ce milieu que sont observés les cachalots (*Physeter macrocephalus*) et les baleines à bec (Ziphiidae), grands plongeurs particulièrement sensibles aux impacts de l'exploration sismique, mais aussi les baleinoptéridés qui comptent plusieurs espèces mondialement menacées.

Afin d'améliorer les connaissances sur le tombant, l'association OSL a réalisé en 2018 dans cette zone deux campagnes en mer de 20 jours chacune en fin de saison des pluies et en saison sèche sur le catamaran Guyavoile. Afin de renforcer les analyses, deux autres jeux de données ont été utilisés. Le premier est celui de l'association GEPOG qui a été collecté en 2011-2012 durant une campagne organisée en 4 jours de mer environ tous les 2 mois du milieu côtier au milieu océanique. Le second est celui du bureau d'étude COHABYS qui a été collecté début 2018 durant une campagne en mer organisée en 5 jours de mer par mois de janvier à mai au niveau du tombant. L'effort d'observation par conditions de mer favorable (Beaufort < 5) a été de 1961 km pour le GEPOG, 1491 km pour COHABYS et 3234 km pour OSL. L'effort d'enregistrement acoustique a consisté en 55 et 64 points d'écoute pour le GEPOG et OSL respectivement mais aussi 20 et 17 nuits d'enregistrements continus pour OSL et COHABYS respectivement. Ces campagnes ont aussi permis de collecter des données sur les oiseaux marins.

Les campagnes du GEPOG, de COHABYS et d'OSL ont permis d'identifier visuellement 4 familles et 15 espèces de cétacés : un kogiidé, le cachalot nain (*Kogia sima*), un physeteridé, le cachalot, un baleinoptéridé, la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*), ainsi que 12 espèces de delphinidés. S'y ajoute deux taxons détectés uniquement grâce aux enregistrements acoustiques : le rorqual boréal (*Balaenoptera borealis*) et des baleines à bec non identifiées à l'espèce. Les delphinidés dominent largement la communauté : ils représentent entre 91 et 100 % des groupes observés et entre 99 et 100% des individus observés, en fonction des campagnes. Au niveau spécifique, 7 espèces dominent la communauté : le dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*), le grand dauphin (*Tursiops truncatus*), le sotalie (*Sotalia guianensis*), le dauphin tacheté de l'Atlantique (*Stenella frontalis*), le dauphin commun à long bec (*Delphinus delphis/capensis*), le péponocéphale (*Peponocephala electra*) et

le dauphin à long bec (*Stenella longirostris*). La reproduction a été confirmée pour les espèces les plus communes, à l'exception du dauphin commun, sans qu'une saisonnalité particulière soit mise en évidence. Des couples mères-petits de baleine à bosse ont été observés à deux reprises durant les campagnes OSL de saison sèche, dont un avec un petit de l'année. Enfin, des couples mères-petits de cachalot ont été observés à deux reprises en juin et en octobre mais l'âge des jeunes n'a pas été déterminé.

Au total, 30 espèces d'oiseaux marins ont été identifiées : 13 laridés, 6 procellariidés, 4 hydrobatidés, 3 stercorariidés, 2 sulidés, un frégatidé et un phaetontidé. La communauté est largement dominée par les laridés, qui ont compté pour : 44% à 50% des détections et 65% à 83% des individus observés en fonction des campagnes. Les procellariidés et les hydrobatidés sont aussi très présents dans la zone. En terme spécifique, les espèces les plus observées ont été : la sterne fuligineuse (*Onychoprion fuscatus*), très largement dominante en nombre d'individus, le nodd brun (*Anous stolidus*), la sterne pierregarin (*Sterna hirundo*), la mouette atricille (*Leucophaeus atricilla*), la sterne royale (*Thalasseus maximus*), la sterne de cayenne (*Thalasseus sandvicensis eurygnathus*), le puffin majeur (*Puffinus gravis*), le puffin des anglais (*Puffinus puffinus*), le puffin d'Audubon (*Puffinus lherminieri*), l'océanite cul-blanc (*Oceanodroma leucorhoa*), l'océanite de Wilson (*Oceanites oceanicus*) et la frégate superbe (*Fregata magnificens*).

Quatre espèces de cétacés et 12 espèces d'oiseaux marins identifiées en Guyane sont classées dans la liste rouge des espèces menacées dans le monde ou dans le territoire. En outre, une part importante des populations mondiales de 3 espèces d'oiseaux marins menacées en Guyane niche sur l'île du Grand Connétable.

L'ensemble de ces résultats met en évidence que la Guyane porte une responsabilité importante vis-à-vis de la préservation de la biodiversité de la grande faune marine outremer.

Les données collectées ont permis d'identifier les principales espèces d'oiseaux marins et de cétacés qui fréquentent les eaux guyanaises ainsi que leur distribution et leur saisonnalité ; mais de nombreuses questions demeurent, qui concernent en particulier les espèces menacées. En outre, 55% des espèces de cétacés et 38% des espèces d'oiseaux marins identifiées en Guyane sont classées dans la catégorie « données insuffisantes » dans la liste rouge régionale UICN, mettant là encore en évidence le manque d'informations disponibles sur ces groupes.

Les caractéristiques des communautés de cétacés et d'oiseaux (densités, diversité, périodes de reproduction, statuts de conservation) ont été comparées en fonction des saisons (petite saison des pluies, grande saison des pluies et saison sèche) et des habitats (plateau et tombant). Les résultats suggèrent que les saisons les plus sensibles pour la conservation des cétacés et des oiseaux marins au large de la Guyane sont la grande saison des pluies et la saison sèche. Au niveau spatiale, le secteur du talus semble plus prioritaire que le plateau pour les cétacés. Concernant les oiseaux, les deux secteurs semblent aussi sensibles l'un que l'autre. Les jeux de données utilisés pour ces analyses étant limités, ces résultats demandent à être renforcés avec des jeux de données plus importants et plus complets, en

particulier pour la petite saison des pluies et le plateau, qui n'étaient pas ciblés par les campagnes OSL et COHABYS. En outre, ces résultats ne doivent pas faire oublier l'importance de la zone côtière, qui n'a pas été intégrée dans ces analyses. En effet, celle-ci constitue l'habitat privilégié du sotalie, considéré comme menacé en Guyane, et elle est aussi le site privilégié d'alimentation des oiseaux menacés qui nichent sur l'île du Grand Connétable.

Ce travail a aussi mis en évidence que les campagnes en mer, avec des observations visuelles conduites selon un protocole classique de distance sampling et complétées par des enregistrements acoustiques, constituent une méthode performante pour améliorer les connaissances sur les communautés de cétacés et d'oiseaux marins qui fréquentent la ZEE de Guyane. Cet effort doit être poursuivi et il est important de le compléter par la mise en place d'un réseau d'hydrophones fixes sur le talus afin de renforcer la collecte de données sur les grands plongeurs et les baleinoptéridés, difficiles à observer et qui comptent plusieurs espèces menacées.

A partir de ces conclusions, une liste de recommandations est proposée pour poursuivre et renforcer le suivi et l'amélioration des connaissances sur les cétacés et les oiseaux marins observés au large de la Guyane. Les actions prioritaires sont les suivantes :

- Poursuivre le suivi des principaux groupes taxonomiques sur l'ensemble du territoire par les survols REMMOA.
- Poursuivre le suivi des couples reproducteurs des principales espèces nicheuses dans la réserve naturelle du Grand Connétable.
- Améliorer les connaissances sur la diversité des communautés d'oiseaux et de cétacés en renforçant la collecte, la centralisation mais aussi l'analyse des données collectées de manière opportuniste durant les campagnes océanographiques réalisées en Guyane.
- Poursuivre et renforcer le programme d'amélioration des connaissances sur la population de sotalies présente en Guyane (Programme COAST GEPOG/WWF).
- Améliorer les connaissances sur le cachalot et les baleinoptéridés qui fréquentent les eaux guyanaises (espèces, saisonnalité, présence de jeunes) par la mise en place d'un réseau d'hydrophones fixes au large de la Guyane.
- Améliorer les connaissances sur la population de baleines à bosse qui fréquente les eaux guyanaises en organisant des campagnes en mer dédiées dans la zone basse du talus (photoID, biopsies, suivis focaux, composition des groupes...).

Nous proposons aussi de réaliser de nouvelles campagnes en mer composées de quelques jours de terrain par mois sur un an du milieu côtier à la sonde 3500 m, conduites selon un protocole classique de distance sampling et complétées par des enregistrements acoustiques. De tels travaux permettront de continuer à renforcer les connaissances sur les oiseaux marins et les cétacés qui fréquentent les eaux guyanaises, bien que cela n'apparaisse pas comme l'action la plus prioritaire.

## Abstract

The first studies conducted on French Guiana EEZ (REMMA 2009 aerial survey and GEPOG 2012 boat campaign) showed that the community of cetaceans was among the most abundant and diversified of French overseas territories. France has committed itself to marine mammal conservation in the region through the Cartagena Convention, and more specifically through its Specially Protected Areas and Wildlife Protocol. In addition, all the species are protected at the national level. The establishment of the ZNIEFF (Natural Zone of Interest for Ecology, Flora and Fauna), the French Guiana IUCN red list of threatened species and the Key Biodiversity Areas, have shown that two habitats are of the highest priority for the conservation of cetaceans in French Guiana. The first one is the coastal area where human activities are concentrated and is a key habitat for the Sotalia (*Sotalia guianensis*), an endemic species of the Amazonian region, that has benefited from a dedicated study program since 2018. The second key area is the continental slope (100 to 3 500 m depth), where the highest density and diversity of cetaceans in French Guiana EEZ were found and oil activities are concentrated. These activities should not occur anymore in French Guiana but are numerous in foreign countries. This region was also shown to host sperm whales (*Physeter macrocephalus*) and beaked whales (Ziphiidae), deep divers highly sensitive to seismic operations, but also threatened species of the baleopterids family.

In order to study the little-known cetacean community found on the continental slope, the OSL association conducted a boat campaign for 17 days in June-July 2018, during the main rainy season and 19 days in September-October 2018, during the dry season. Two data sets were also used to strengthen data analyses. The first data set was collected during the 2012 GEPOG association boat survey conducted from July 2011 to June 2012 for four days every two months, from the coast to the oceanic area. The second one was collected by COHABYS during a campaign focusing on the slope and led for five days per month from January to May 2018. Survey efforts in favorable weather conditions (Beaufort < 5) took place over 1961 km for the GEPOG, 1491 km for COHABYS and 3234 km for OSL. The acoustic record effort was 55 and 64 listening stations during the GEPOG and OSL campaigns respectively, in addition to 20 and 17 nights of continuous recording during the OSL and COHABYS campaigns, respectively. Seabird sightings were also recorded during the surveys.

In total, 4 families and 15 cetacean species were visually identified during the three campaigns: one Kogiid, the Dwarf Sperm Whale (*Kogia sima*), one Physeterid, the Sperm Whale, one Baleinopterid, the Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*), as well as 12 species of delphinids. A Sei Whale (*Balaenoptera borealis*), and some unidentified Beaked Whales were also identified with the acoustic recordings. Delphinids constituted by far the most abundant family: it totaled 91 to 100 % of the sighted groups, and 99 to 100% of the spotted individuals, depending on the campaign. At the species level, 7 taxa dominated the community: the Pantropical Spotted Dolphin (*Stenella attenuata*), the Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*), the Sotalia (*Sotalia guianensis*),

the Atlantic Spotted Dolphin (*Stenella frontalis*), the Long-beaked Common Dolphin (*Delphinus delphis/capensis*), the Melon-headed Whale (*Peponocephala electra*) and the Spinner Dolphin (*Stenella longirostris*). Mother and calf pairs were sighted at least twice for all these dominant species except the common dolphin, although no particular seasonal pattern was brought into light. Humpback whale mother and calf pairs were sighted twice and at least one of the calf was a newborn. Sperm whale mother and calf pairs were also sighted twice but the calves' age were not determined.

In total, 30 seabird species were identified : 13 Larids, 6 Procellarids, 4 Hydrobatids, 3 Stercorariids, 2 Sulids, one Fregatid and one Phaetontid. The Larids dominated by far the community. They accounted for 44% to 50% of the spotted groups and 65% to 83% of the sighted individuals, depending on the campaign. Procellarids and Hydrobatids were also frequently sighted. The most frequently sighted species were: the Sooty Tern (*Onychoprion fuscatus*), that was by far the most abundant species in terms of number of individuals, the Brown Noddi (*Anous stolidus*), the Common Tern (*Sterna hirundo*), the Laughing Gull (*Leucophaeus atricilla*), the Royal Tern (*Thalasseus maximus*), the Cayenne Tern (*Thalasseus sandvicensis eurygnathus*), the Great Shearwater (*Puffinus gravis*), the Manx Shearwater (*Puffinus*), the Audubon's Shearwater (*Puffinus lherminieri*), the Leach's Storm-Petrel (*Oceanodroma leucorhoa*), the Wilson's Storm-Petrel (*Oceanites oceanicus*) and the Magnificent Frigatebird (*Fregata magnificens*).

These results underline the high diversity of French Guiana pelagic megafauna. In addition, 4 of the species identified in the EEZ and 12 seabird species are classified in the IUCN international and/or regional red list of threatened species. Furthermore, a high proportion of the world population of 3 seabird species threatened in French Guiana breed in the Natural Reserve of the Grand Connétable island.

All these results show that French Guiana bears a major responsibility for the conservation of the pelagic megafauna of French overseas territories.

The characteristics of cetaceans and seabirds communities in French Guiana (densities, diversity, seasons of reproduction, conservation status) were compared between seasons (minor rainy season, main rainy season and dry season) and habitats (shelf and slope). The results suggested that the most sensitive seasons for seabirds and cetaceans conservation were the main rainy season and the dry season. The analyses of spatial variability suggested that the slope is of higher priority than the shelf for cetaceans conservation. As for seabirds, no area was found to be more important than another. The data sets we used to analyze spatial and seasonal variabilities were limited from a quantitative point of view and not homogeneous. Hence, these results should be reinforced with analyses conducted with a larger and more comprehensive dataset, in particular regarding the minor rainy season and the shelf that were not targeted during the COHABYS and OSL campaigns. Moreover, these results must not obscure the importance of the coastal area, that was

not included in these analyses. Indeed, this habitat hosts the threatened *Sotalia* and most of the seabirds that nest on the Grand Connétable island feed there.

This work also highlighted the performance of boat campaigns, conducted with a classical visual distance sampling protocol along with acoustic recordings, to strengthen knowledge regarding the cetaceans and the seabird communities present in the French Guiana EEZ. This work should be pursued and it is important to supplement it with a network of hydrophones anchored alongside the slope in order to enrich the collection of data on deep divers and baleopterids, that are difficult to sight and account for several threatened species.

Based on these conclusions, we made recommendations to maintain and strengthen the monitoring and knowledge enhancement concerning cetaceans and seabirds species found in French Guiana. The priority actions are the following:

- Maintain the monitoring of the main cetaceans and seabirds taxa in the whole EEZ with the REMMOA aerial surveys.
- Maintain the monitoring of the nesting populations on the Grand Connétable island Natural Reserve.
- Reinforce knowledge on species diversity pooling and analyzing the opportunistic data collected during oceanographic surveys conducted in the EEZ.
- Maintain and boost the program currently conducted on the *Sotalia*.
- Strengthen knowledge on the sperm whale and the baleopterids found in French Guiana with a network of hydrophones anchored alongside the slope.
- Improve knowledge of the humpback whale population observed in French Guiana with dedicated boat campaigns on the slope (photoID, biopsies, focal follow, group composition...).

In addition, we suggest conducting other boat survey campaigns using a classical visual distance sampling protocol along with acoustic recordings, to continue improving the knowledge of the seabird and cetaceans found in the French Guiana EEZ, although this is perhaps not a top priority action with regard to the others.

## I. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

### *Les cétacés : des espèces phares mais vulnérables*

Les caractéristiques biologiques et écologiques des mammifères marins en font des espèces particulièrement vulnérables aux impacts d'origine anthropique : leur maturation tardive et leurs faibles taux de reproduction constituent déjà un point de fragilité ; ils exploitent de plus des habitats souvent côtiers et leur alimentation comprend des espèces exploitées par les pêcheries. Environ ¼ des espèces de cétacés est considéré comme étant menacé et plus de 10% sont listés dans les catégories « en danger critique d'extinction » ou « en danger » de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).

La France s'est engagée au niveau international à assurer la protection à long-terme de toutes les espèces de mammifères marins, notamment dans la grande région Caraïbe, au travers de la convention de Carthagène et de son protocole relatif aux zones et à la vie sauvage spécialement protégées (SPAW). De plus, l'ensemble des espèces est intégralement protégé par arrêté ministériel (Arrêté du 1er juillet 2011), protection qui inclue l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Leur classement en tant qu'espèces vulnérables et leur statut de protection ne constituent pas les seuls arguments en faveur de l'amélioration de la conservation des mammifères marins. En effet, ces animaux sont particulièrement appréciés par le grand public et peuvent être utilisés à ce titre pour sensibiliser et mobiliser la population à la préservation de l'environnement marin. En outre, les mammifères marins constituent des modèles pertinents pour évaluer et suivre l'état des milieux (on parle d'espèces « sentinelles »): ce sont non seulement des prédateurs qui se situent en bout des chaînes trophiques mais aussi leur mode de respiration aérienne, qui les oblige à remonter à la surface, facilite leur observation par rapport à la plupart des autres animaux marins.

### *La ZEE de Guyane, un milieu tropical remarquablement riche, diversifié et variable*

Les caractéristiques des eaux de la zone économique exclusive (ZEE) de la Guyane sont fortement influencées par les apports en nutriments des fleuves et en particulier de l'Amazone (Hu *et al.*, 2004), qui sont maximum en mai-juin et minimum en novembre (Lentz, 1995). Les panaches de fleuves se déplacent *non seulement* vers le nord-ouest sous l'effet du courant Nord Brésil puis de son extension, le courant des Guyanes mais aussi vers le large, sous la forme d'une rétroflexion engendrée par le contre-courant Nord équatorial qui est plus marquée entre juin et décembre (Hu *et al.*, 2004). En conséquence, la productivité du milieu est plus forte et plus étendue vers le large à la fin du printemps et en été (avril-août). La ZEE peut être divisée en 4 habitats (Froidefond, 2012 ; Ternon et Guiral, 2012) : le milieu côtier (0-20 m de profondeur), le plateau continental (20m-100m), le tombant ou talus (100m-3500m), et la zone océanique (profondeur>3500m). La bande côtière s'étend jusqu'à environ 20-30 km de la côte. La turbidité y est très importante et malgré des concentrations en nutriments élevées, la production phytoplanctonique est limitée par le manque

de lumière. Le plateau continental s'étend jusqu'à environ 100-120 km de la côte et présente des fonds marins en pente douce. La turbidité y est moindre mais la concentration en sels nutritifs est toujours importante en surface, ce qui favorise une forte productivité primaire (Smith & Demaster, 1996). Cette zone de forte productivité est plus ou moins étendue selon la saison. Elle est en générale réduite de novembre à décembre et s'étend jusqu'au tombant entre mai et juillet (Salisbury *et al.*, 2011), sous l'effet conjugué du pic de décharge de l'Amazone et du phénomène de rétroflexion. Dans sa partie sud-est, le tombant plonge rapidement ; à l'inverse, au nord-ouest, au niveau du Plateau de Démérara, la pente est plus douce. Quelques travaux récents ont montré que les écosystèmes du tombant sont plus riches et diversifiés qu'initialement pensé. En effet, des affleurements rocheux et des structures récifales y ont été mis en évidence, ils supportent une communauté benthique remarquablement dense et diversifiée (Moura *et al.*, 2016; CREOCEAN, 2018). En outre, Mannocci *et al.* (2013) ont montré que le grand dauphin, l'une des espèces de cétacés les plus observée en Guyane, présente des densités plus élevées au niveau du tombant que dans les autres habitats. Ces caractéristiques pourraient être la conséquence de l'apport saisonnier d'eaux riches par le panache de l'Amazone mais aussi de la remise en suspension de nutriments caractéristiques des zones de fortes pentes, en particulier lorsque, comme en Guyane, elles sont entaillées par des canyons. La zone océanique, qui s'étend au-delà du talus à partir de 370 km de la côte, présente des profondeurs comprises entre 3000 m et 5000 m et des eaux oligotrophes.

#### *Une diversité et une abondance de cétacés élevées dans les eaux marines de Guyane*

Les survols de la ZEE de Guyane qui ont été réalisés dans le cadre du programme REMMOA (Van Canneyt *et al.*, 2009) puis les campagnes d'observation embarquées menées par le Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane (GEPOG; Bordin *et al.*, 2012) ont mis en évidence une diversité et une densité de cétacés parmi les plus élevées de l'outremer français. En zone très côtière, l'espèce la plus rencontrée est le dauphin de Guyane ou sotalie (*Sotalia guianensis*). Sur le plateau, les espèces dominantes sont le grand dauphin (*Tursiops truncatus*), le dauphin commun à long-bec (*Delphinus capensis*) et le dauphin tacheté de l'Atlantique (*Stenella frontalis*). Au niveau du tombant et du milieu océanique, la communauté de cétacés est dominée par les petits delphinidés du genre *Stenella*, accompagnés, au niveau des grands fonds (>2000 m), de la présence notable de grands plongeurs : le cachalot (*Physeter macrocephalus*) et les baleines à bec (Ziphiidae). Les deux études mettent aussi en évidence l'importance particulière du talus où les densités de cétacés sont les plus fortes.

#### *Les pressions d'origine anthropique*

La pêche menace de manière directe les cétacés en Guyane, notamment par les mortalités induites par les captures accidentelles de sotalies par la pêche côtière au filet (Nalovic, 2009). La dégradation de la qualité des eaux côtières liées aux systèmes d'assainissement encore insuffisants

et à la contamination des fleuves par la pollution aux pesticides et par les rejets de l'orpaillage constituent une préoccupation pour les populations de cétacés les plus côtières (AAMP, 2009). En effet, au Brésil, des concentrations importantes de certains polluants ont été mesurées chez le dauphin de Guyane, comme les PCB ou le DDT dans l'Etat de Sao Paulo (Alonso *et al.*, 2010) ou le mercure dans l'Etat de Rio de Janeiro (Carvalho *et al.*, 2008). L'exploration pétrolière était identifiée comme une menace majeure pour les écosystèmes du large au début du présent projet, mais les résultats des derniers forages d'exploration et la nouvelle réglementation en vigueur semblent avoir mis définitivement fin à ces activités en Guyane. Cependant, les activités pétrolières offshore restent nombreuses dans les pays voisins et auraient un impact sur la faune marine guyanaise en cas d'accident, comme l'a montré la pollution du littoral par des hydrocarbures fin 2019 à la suite d'un accident qui s'est produit au large du Brésil. Au vu des caractéristiques des populations de la grande faune marine observées à large de la Guyane et des pressions d'origines anthropiques, 3 espèces de mammifères marins, 2 espèces de tortues marines et 10 espèces d'oiseaux marins ont été classées dans la liste rouge des espèces menacées à l'échelle de la Guyane (UICN *et al.*, 2017).

#### *Les actions prioritaires pour l'étude et la conservation des cétacés de Guyane*

Malgré ce contexte particulier, caractérisé par une diversité et une abondance de cétacés relativement élevées, des pressions d'origine anthropiques, des statuts de protection forts et des engagements internationaux pour une protection renforcée de ces animaux, les cétacés de Guyane restent peu connus et peu d'actions de conservation de ces espèces ont été entreprises. Ce constat est aussi celui de l'Analyse Stratégique Régionale de Guyane rédigée par l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP, 2009) ; cette analyse préconise, entre autres, de développer la connaissance du milieu marin et en particulier des espèces à « statut de protection forte » dont les mammifères marins font partie. Le séminaire organisé par la DEAL en 2012 sur les mammifères marins de Guyane avait identifié deux urgences de conservation pour les cétacés en Guyane : la pression liée aux pêches et les menaces liées au développement des activités pétrolières. La synthèse bibliographique réalisée par OSL dans la continuité du séminaire sur l'impact des activités pétrolières sur les cétacés en Guyane (Pusineri *et al.*, 2014), a permis d'identifier un certain nombre d'actions prioritaires pour l'étude et la conservation des cétacés en Guyane, dont :

- Réaliser des études indépendantes sur les espèces présentes : distribution, abondance, densités, habitats critiques, saisonnalité, fidélité au site...
- Définir les habitats sensibles et la saisonnalité des espèces.
- Organiser au mieux les activités dans le temps et l'espace afin de limiter l'impact sur les habitats sensibles et à forts enjeux patrimoniaux (Aires protégées et ZNIEFF).
- Mettre en place un suivi des populations de cétacés sur l'ensemble de la ZEE par survols aériens ainsi qu'un suivi plus précis des espèces et habitats sensibles par bateau et par acoustique passive.
- Former les experts locaux aux impacts des activités sismiques.

### *Objectifs du présent projet et complémentarité avec les travaux en cours*

Les survols aériens du programme REMMOA réalisés en 2008 et 2017 sur toute la ZEE de la Guyane ont pour objectif d'assurer le suivi des populations de la grande faune marine pélagique à l'échelle de la ZEE. Ils permettent de déterminer la distribution et la densité des principaux groupes taxonomiques sur l'ensemble de la ZEE et pour une période donnée.

Comme signalé dans le précédent paragraphe, il est aussi nécessaire de travailler à plus petite échelle et de manière plus fine sur les habitats sensibles de la ZEE de Guyane. Il s'agit par exemple de déterminer la richesse spécifique des grands groupes taxonomiques observés par survols aériens dans ces milieux, ainsi que l'utilisation de ces habitats, en priorité, par les espèces menacées ou encore la variabilité saisonnière de ces paramètres. Le travail sur les ZNIEFF mer (GEPOG, 2015) et les travaux pour l'établissement de la liste rouge des mammifères marins de Guyane (OSL, GEPOG), ou encore la définition des zones clés pour la biodiversité (BEST II, WWF), mettent en évidence deux habitats sensibles en Guyane. Le premier est le milieu côtier où se concentrent les activités humaines et où sont observés les sotalies qui sont fortement menacés par les captures accidentelles ; le WWF et le GEPOG travaillent depuis plusieurs années sur cette espèce et développent régulièrement de nouveaux programmes. Le deuxième est le tombant du plateau continental ; ce milieu est caractérisé par les plus grandes diversités et densités de cétacés dans la ZEE. C'est aussi dans ce milieu que sont observés les cachalots et des baleines à bec, grands plongeurs qui sont particulièrement sensibles aux impacts de l'exploration sismique qui a jusqu'ici essentiellement ciblé cette zone. Notre projet se concentre donc sur cet habitat, ces espèces et cette menace.

L'objectif général du volet scientifique du projet est **d'améliorer les connaissances sur la variabilité saisonnière de la diversité et de la distribution des cétacés observées au niveau du tombant de la ZEE de Guyane**. Les protocoles d'études des mammifères marins utilisés ont été propices à la collecte opportuniste d'autres observations et en particulier celles **des oiseaux de mer**. Ces informations ont donc été collectées et analysées afin d'améliorer les connaissances sur cet autre compartiment de la grande faune marine, lui aussi peu connu en-dehors de la zone côtière.

- Les objectifs spécifiques du projet ont été les suivants :
- compléter et mettre à jour les listes de cétacés et d'oiseaux de mer observés en Guyane ;
- réaliser des cartes de distribution des cétacés et des oiseaux marins observés en Guyane ;
- analyser la variabilité de la présence des principaux groupes taxonomiques de cétacés et d'oiseaux marins en fonction de la saison et des habitats afin d'identifier les périodes et habitats les plus importants pour leur conservation au large de la Guyane ;
- faire des préconisations pour renforcer la conservation et le suivi de la grande faune pélagique présente au large de la Guyane.

## II. BILAN DES CAMPAGNES EN MER OSL

### 1. Protocoles

#### a) Trajet

Les deux campagnes se sont déroulées comme prévu en deux legs de 10 jours environ, du 15 au 24 juin, puis du 27 juin au 4 juillet pour la campagne de fin de saison des pluies, et du 19 au 27 septembre, puis du 2 au 12 octobre, pour la campagne de saison sèche.

La plateforme choisie pour les deux campagnes était le catamaran Guyavoile qui est bien adapté à ce type de travaux car il permet de naviguer au large en autonomie plusieurs semaines avec une équipe de 4 scientifiques. Il possède en outre une voilure conséquente et un roof élevé (3 m de haut), ce qui optimise les conditions d'observations.

Des transects étaient prédéfinis afin d'échantillonner l'ensemble du tombant entre les profondeurs 100 m et 3000 m pendant toute la durée du jour, à une vitesse comprise entre 5 et 7 nœuds.

La nuit, le bateau était mis à la dérive afin de réaliser les enregistrements acoustiques.

#### b) L'équipe d'observateurs

L'équipe d'observateurs embarqués était composée de quatre personnes :

- La cheffe de mission, observatrice expérimentée et spécialiste des mammifères marins (Claire Pusineri d'OSL) ;
- Un second observateur expérimenté spécialiste des mammifères marins et possédant un savoir-faire dans la collecte de données acoustiques (Benjamin de Montgolfier pour la campagne 1 et Morjane Safi pour la campagne 2, OSL/Aquasearch) ;
- un naturaliste ornithologue avec une grande expérience des oiseaux marins et de la collecte de données en mer (Vincent Ruffray pour la campagne 1 et Paul Lenrume pour la seconde, de Biotope Guyane) ;
- une personne chargée des actions de sensibilisation et de communication (Vicky Plaza Lozano pour la première campagne et Georges Grepin pour la seconde, d'OSL).

#### c) Collecte des données visuelles

La collecte des observations visuelles était assurée du lever au coucher du soleil, d'environ 6h30 à 18h30, par deux observateurs. La rotation des observateurs avait lieu toutes les 2 heures environ.

Un protocole classique de *distance sampling* (méthode qui permet d'estimer l'abondance des animaux) a été utilisé : les deux observateurs recherchent visuellement la présence de cétacés et d'oiseaux marins, chacun d'un côté du bateau. Pour chaque groupe observé, sont relevés : l'espèce, le nombre, les classes d'âges, la présence de couples mères-petits, les comportements, la distance, l'angle d'observation et le point GPS. La présence de navire, de macrodéchets (déchet > 20 cm), de bancs de poissons (>20 individus) et de grands radeaux de sargasses (>10 m de diamètre) a aussi été relevée.

En outre, à chaque changement de l'équipe d'observateurs et/ou des conditions d'observation, les paramètres environnementaux sont notés : la vitesse et le cap du navire, la vitesse et la direction du vent, l'état de la mer en Beaufort, la visibilité et la couverture nuageuse, l'éblouissement ainsi que les conditions générales d'observation.

Les fiches de collecte de données de terrain utilisées ont été fournies par l'observatoire Pelagis.

#### d) Collecte des données acoustiques

Lorsque les conditions météo étaient favorables, des enregistrements acoustiques ont été réalisés :

- en milieu de matinée (environ 5 min) ;
- en milieu d'après-midi (environ 5 min) ;
- toute la nuit (8h à 10h d'enregistrement par nuit).

Pour chaque enregistrement, le navire était arrêté et orienté de manière à limiter sa vitesse de dérive à 3 nœuds maximum, afin de limiter les bruits parasites qui gênent la détection acoustique des animaux.

## 2. Effort réalisé

### a) Trajet

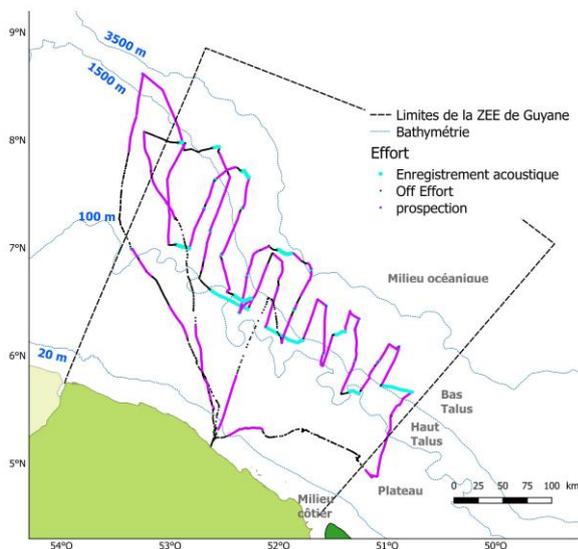
Au total, pendant la campagne 1 (saison des pluies), 3019 km ont été parcourus, dont 1 740 km ont été consacrés aux observations visuelles (Tableau 1). Le bruit sous-marin a été enregistré à l'aide d'un hydrophone pendant 93 heures au total, réparties en 19 points d'écoute de 5 min environ chacun et 11 dérives de nuit. Pendant la campagne 2 (saison sèche), 3 236 km ont été parcourus dont 1 853 km ont été consacrés aux observations visuelles. Au total, 100 heures d'enregistrement ont été réalisées, réparties en 45 points d'écoute et 9 dérives de nuit.

Tableau 1 : effort d'observation et d'enregistrement

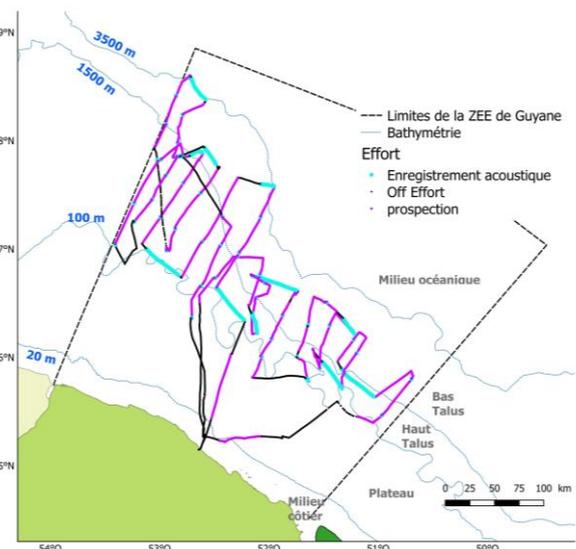
	Campagne 1			Campagne 2		
	Distance parcourue (km)	Durée (h)	Vitesse moyenne (Km/h)	Distance parcourue (km)	Durée (h)	Vitesse moyenne (Km/h)
Effort d'observation visuelle	1740	158	11	1853	182	10,2
Enregistrement acoustique	227	93	2,6	353	100	3,5
Pas de collecte de données	1052	137	8,7	1030	155	6,5
<b>Trajet total</b>	<b>3019</b>	<b>388</b>	<b>10,2</b>	<b>3236</b>	<b>437</b>	<b>7,4</b>

L'échantillonnage a été relativement régulier sur l'ensemble de la zone étudiée, entre les sondes de 100 m et 3 000 m (Figure 1).

L'effort d'échantillonnage est relativement homogène entre les deux campagnes, que ce soit en termes de durée (Tableau 1) ou de répartition géographique (Figure 1).



Campagne 1, legs 1 et 2 : saison des pluies



Campagne 2, legs 1 et 2 : saison sèche

Figure 1 : trajets parcourus (tracés violets=effort d'observation, tracés bleus=effort acoustique pendant les dérives de nuit, points bleus=effort acoustique pendant les points d'écoute de jour, tracés noirs=hors effort)

## b) Conditions d'observation

Durant la campagne 1, pendant les phases d'effort d'observation, 20% du trajet a été réalisé par très beau temps (Beauforts 1-2 ; Figure 2) et 84% du trajet a été réalisé avec des conditions favorables (Beaufort 1 à 4). Durant la campagne 2, les conditions ont été encore meilleures avec 27% de l'effort d'observation réalisé par très beau temps et 98% en conditions favorables. A beaufort 5, toutes les observations ont été maintenues, bien qu'elles ne puissent pas être analysées quantitativement, et à Beaufort 6, seule une veille pour les oiseaux marins a été maintenue quand les conditions le permettaient.

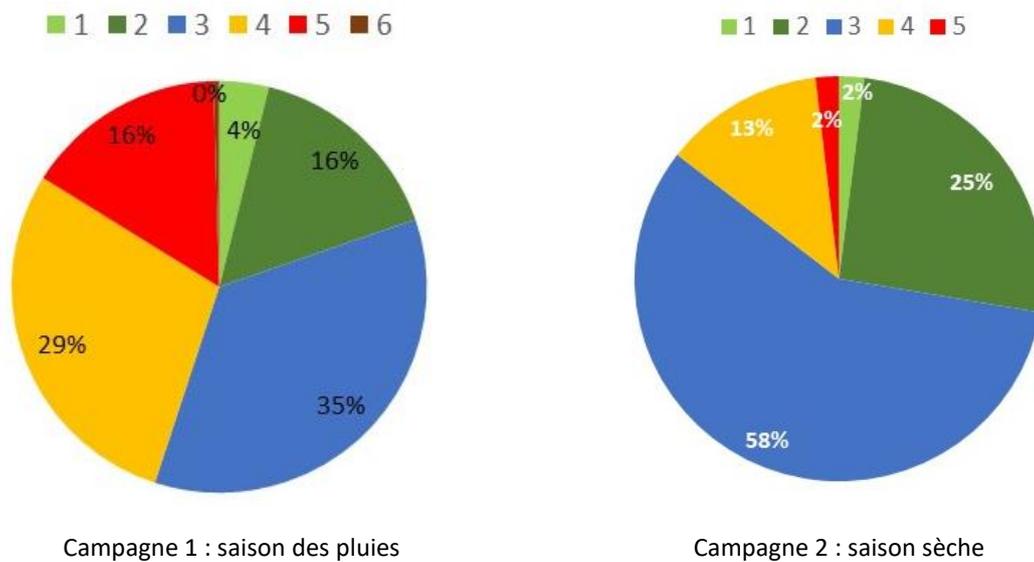


Figure 2 : Etat de la mer en Beaufort pendant les phases d'effort d'observation (% km parcourus)

## 3. Données collectées

### c) Bilan des données collectées pour les cétacés

Des groupes de mammifères marins ont été observés à 66 reprises, 24 pendant la première campagne et 42 pendant la seconde (Tableau 2). Au total, 857 individus ont été comptabilisés en saison des pluies et 660 en saison sèche.

Durant les points d'écoute de jour, 9 détections ont été réalisées à chacune des campagnes. Durant les enregistrements de nuit, 11 détections ont été réalisées durant la première campagne et 19 durant la seconde. Pour les enregistrements de nuit, un taxon a été noté comme détecté lorsqu'il a été entendu au moins une fois dans la nuit.

Tableau 2 : observations visuelles et détections acoustiques de cétacés réalisées pendant les deux campagnes

Nom commun	Nom scientifique	Juin-Juillet			Septembre/octobre		
		Nombre de groupes observés (nb individus)	Nombre de détections durant les points acoustiques de jour	Nombre de détection durant les enregistrements continus de nuit	Nombre de groupes observés (nb individus)	Nombre de détections durant les points acoustiques de jour	Nombre de détections durant les enregistrements continus de nuit
<b>Physeteridae</b>							
Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>			1			1
<b>Kogiidae</b>							
Cachalot nain	<i>Kogia sima</i>	0			2 (2)		
<b>Baleinopteraidae</b>							
Baleine à bosse	<i>Megaptera novaeangliae</i>	0		3	2 (5)		
Rorqual boréal (=de Rudolphi)	<i>Balaenoptera borealis</i>					1	
Rorqual non identifié	<i>Balaenoptera sp</i>	0			1 (1)		
Baleinoptéridé ind.	Baleinopteraidae spp.	0		1	1 (1)	1	
<b>Delphinidae</b>							
Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	9 (72)			7 (77)	1	1
Dauphin de Risso	<i>Grampus griseus</i>	0			1 (2)		
Dauphin de Fraser	<i>Lagenodelphis hosei</i>	2 (80)			0		
Globicéphale tropical	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	0		1	1 (10)	1	1
Péponocéphale	<i>Peponocephala electra</i>	1 (200)			3 (150)		
Petit globicéphaliné ind.	<i>Peponocephala / Feresa</i>	1 (6)					
Dauphin à long bec	<i>Stenella longirostris</i>	1 (200)		3	2 (55)		
Dauphin tacheté de l'Atlantique	<i>Stenella frontalis</i>	3 (95)			1 (40)		
Dauphin tacheté pantropical	<i>Stenella attenuata</i>	4 (185)			12 (257)	3	
Dauphin commun	<i>Delphinus delphis / capensis</i>	1 (15)			0		
Sotalie	<i>Sotalia guianensis</i>		1				
Delphinidés NID	<i>Delphinidae spp.</i>	2 (4)	8	10	9 (60)	2	8
<b>TOTAL</b>		<b>24 (857)</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>42 (660)</b>	<b>9</b>	<b>11</b>

Douze espèces ont été identifiées visuellement : un kogidé, le cachalot nain (*Kogia sima*), 9 delphinidés et deux baleinoptéridés, la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) et un rorqual non identifié (*Balaenoptera sp.*) qui pourrait être un rorqual de Bryde (*Balaenoptera brydei*). Les deux espèces qui ont été les plus observées pendant les deux campagnes sont des delphinidés : le grand dauphin (*Tursiops truncatus*), et le dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*), observées 16 fois chacune. On note que plusieurs espèces n'ont été observées que pendant la campagne de septembre-octobre et en particulier les rorquals (*Balaenoptera spp.*) qui sont des espèces migratrices. Parmi ces espèces, deux ont été identifiées pour la première fois avec certitude en Guyane : le cachalot nain et le dauphin de Fraser (*Lagenodelphis hosei* ; Figure 3). Autre rencontre intéressante réalisée en saison des pluies : deux couples mères-petits de baleine à bosse dont un avec un petit de l'année. Trois espèces ont été uniquement détectées par les enregistrements acoustiques : le cachalot (*Physeter macrocephalus*), le rorqual boréal (*Balaenoptera borealis*) et le sotalie (*Sotalia guianensis*).



Les deux espèces les plus observées pendant les deux campagnes : le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et le dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*)



Les deux *baleinoptéridés* observés : la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) et un rorqual non identifié (*Balaenoptera sp*)



Les deux espèces identifiées pour la première fois avec certitude en Guyane : le cachalot nain (*Kogia sima*) et le dauphin de Fraser (*Lagenodelphis hosei*)

*Figure 3 : Les espèces de cétacés remarquables observées pendant les deux campagnes*

#### d) Bilan des données collectées pour les oiseaux

Des groupes d'oiseaux marins ont été observés à 614 reprises, 317 pendant la première campagne et 297 pendant la seconde (Tableau 3). Au total, 2367 individus ont été comptabilisés en saison des pluies et 3314 en saison sèche.

Au total, 38 espèces ont été identifiées : 6 puffins (Procellariidae), 4 océanites (Hydrobatidae), un phaéon (Phaethontidae), une frégate (Fregatidae), un fou (Sulidae), 3 labbes (Stercorariidae), 10 laridés (Laridae), 11 limicoles (Charadriidae et Scolopacidae) et une hirondelle (Hirundinidae). Les espèces les plus fréquemment observées ont été : le puffin d'Audubon (*Puffinus lherminieri*, N=25), le puffin des anglais (*Puffinus puffinus*, N=35), le puffin majeur (*Puffinus gravis*, N=96), l'océanite cul-blanc (*Oceanodroma leucorhoa*, N=30), et la sterne fuligineuse (*Sterna fuscata*, N=185).

Comme pour les cétacés, on observe une variabilité marquée de la présence de nombreuses espèces avec la saison. Certaines espèces ont été essentiellement, voir uniquement, observées en juin-juillet (campagne 1), comme par exemple : le puffin cendré (*Calonectris diomedea*), le puffin d'Audubon, le puffin majeur, l'océanite cul-blanc, le phaéon à bec rouge (*Phaeton aethereus*) et la sterne de Cayenne (*Thalasseus eurygnathus*). Au contraire, d'autres espèces ont été détectées principalement en septembre-octobre (campagne 2), comme le puffin des anglais, la frégate superbe (*Fregata magnificens*), le noddin brun (*Anous stolidus*), la sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) et les limicoles.

Enfin, on note la première observation en Guyane de l'océanite à ventre noir (*Fregatta tropica*), une espèce des mers australes très rarement observée dans l'hémisphère Nord (Figure 4).



Le puffin majeur



Le puffin des anglais



L'océanite cul-blanc



La sterne fuligineuse

Figure 4 : Les principales espèces d'oiseaux marins observées pendant les deux campagnes

Tableau 3 : observations d'oiseaux marins réalisées pendant les deux campagnes

Nom commun	Nom scientifique	Juin-Juillet		Septembre-Octobre	
		Nombre de groupes observés	Nombre total d'individus observés	Nombre de groupes observés	Nombre total d'individus observés
<b>Procellariidae</b>					
Pétrel de Bulwer	<i>Bulweria bulwerii</i>	6	6	0	0
Puffin cendre	<i>Calonectris diomedea</i>	10	11	1	1
Puffin d'Audubon	<i>Puffinus lherminieri</i>	21	59	4	5
Puffin des anglais	<i>Puffinus puffinus</i>	4	6	30	35
Puffin fuligineux	<i>Puffinus griseus</i>	0	0	1	1
Puffin majeur	<i>Puffinus gravis</i>	96	588	0	0
Puffin ind.	<i>Puffinus spp</i>	8	8	4	4
<b>Hydrobatidae</b>					
Océanite à ventre noir	<i>Fregatta tropica</i>	1	1	0	0
Océanite cul-blanc	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	26	52	4	5
Océanite de Wilson	<i>Oceanites oceanicus</i>	7	9	2	2
Océanite de Castro	<i>Oceanodroma castro</i>	2	2	0	0
Océanite ind.	Océanites spp.	5	5	3	3
<b>Phaethontidae</b>					
Phaéton à bec rouge	<i>Phaethon aethereus</i>	6	6	0	0
<b>Fregatidae</b>					
Frégate superbe	<i>Fregata magnificens</i>	2	2	10	12
<b>Sulidae</b>					
Fou masqué	<i>Sula dactylatra</i>	4	5	2	2
<b>Stercorariidae</b>					
Labbe à longue queue	<i>Stercorarius longicaudus</i>	3	4	3	3
Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>	2	2	5	8
Labbe pomarin	<i>Stercorarius pomarinus</i>			3	3
Labbe ind.	<i>Stercorarius spp</i>	2	2	2	3
<b>Laridae</b>					
Noddi brun	<i>Anous stolidus</i>	0	0	21	95
Mouette atricille	<i>Larus atricilla</i>	0	0	5	5
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	0	0	2	3
Sterne arctique	<i>Sterna paradisaea</i>	0	0	1	1
Petite sterne	<i>Sternula antillarum</i>	0	0	3	5
Sterne bridée	<i>Sterna anaethetus</i>	1	1	0	0
Sterne de Cayenne	<i>Thalasseus eurygnathus</i>	18	30	1	1
Sterne fuligineuse	<i>Sterna fuscata</i>	75	1539	110	2899
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	3	3	21	70
Sterne royale	<i>Sterna maxima</i>	10	13	9	13
Sterne ind.	<i>Sterna spp</i>	3	5	12	47
Laridés ind.	<i>Laridae spp.</i>	0	0	1	1
<b>Charadriidae</b>					
Tournepierré à collier	<i>Arenaria interpres</i>	0	0	6	8
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	0	0	1	1
Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>	0	0	1	1
Bécasseau tacheté	<i>Calidris melanotos</i>	0	0	6	31
Pluvier semipalmé	<i>Calidris pusilla</i>	0	0	1	1
Bécasseau ind.	<i>Calidris spp</i>	0	0	2	5
Barge Hudsonienne	<i>Limosa haemastica</i>	0	0	1	1
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>	1	7	2	8
<b>Scolopaciidae</b>					
Gravelot semipalmé	<i>Charadrius semipalmatus</i>	0	0	4	4
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>	0	0	1	1
Grand chevalier	<i>Tringa melanoleuca</i>	0	0	3	10
Becassin roux	<i>Limnodromus griseus</i>	1	1	0	0
Limicole ind.	Charadriidae / Scolopaciidae spp.	0	0	4	8
<b>Hirundinidae</b>					
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	0	0	4	7
Hirondelle ind.	<i>Hirundo spp</i>	0	0	1	1
<b>TOTAUX</b>		<b>317</b>	<b>2367</b>	<b>297</b>	<b>3314</b>

### e) Bilan des autres observations

Ont aussi été observés pendant ces campagnes (Tableau 4 ; Figure 5) :

- 21 bancs de thonidés et un requin non-identifié ;
- 2 tortues à écailles ;
- 43 grands (>10 m de diamètre) radeaux de sargasses, essentiellement en juin-juillet ;
- 20 navires de transport de marchandises, 13 pétroliers et 13 bateaux de pêche (essentiellement des ligneurs) ;
- 137 macrodéchets, dont 72 bouées et/ou filets de pêche abandonnés.

*Tableau 4 : Autres observations collectées durant les campagnes*

Catégorie	Nombre d'observations	
	Juin-Juillet	Septembre-Octobre
<b>Bancs de poissons</b>		
Banc de thons ou bonites	7	14
<b>Raies/requins</b>		
Requins ind.	0	1
<b>Tortues</b>		
Tortue à écailles ind	0	2
<b>Sargasses</b>		
Grand(s) radeau(x) de sargasses (au moins un de plus de 10 m de diamètre)	39	4
<b>Navires</b>		
Bateau de pêche pro	8	5
Bateau pétrolier, chimiquier, gazier	1	12
Porte-conteneur	15	5
<b>Macrodechets</b>		
Déchets	27	38
Bouée/filet de pêche abandonnés	40	32



Un exemple de radeau de sargasse de plusieurs kilomètres de long observé pendant la campagne de juin-juillet



Les principaux macrodéchets rencontrés : des outils de pêche abandonnés et des bouteilles en plastiques

*Figure 5 : Quelques observations remarquables, hors cétacés et oiseaux marins*

### III. LES COMMUNAUTÉS DE CETACES ET D'OISEAUX MARINS OBSERVEES AU LARGE DE LA GUYANE

#### 1. Données utilisées

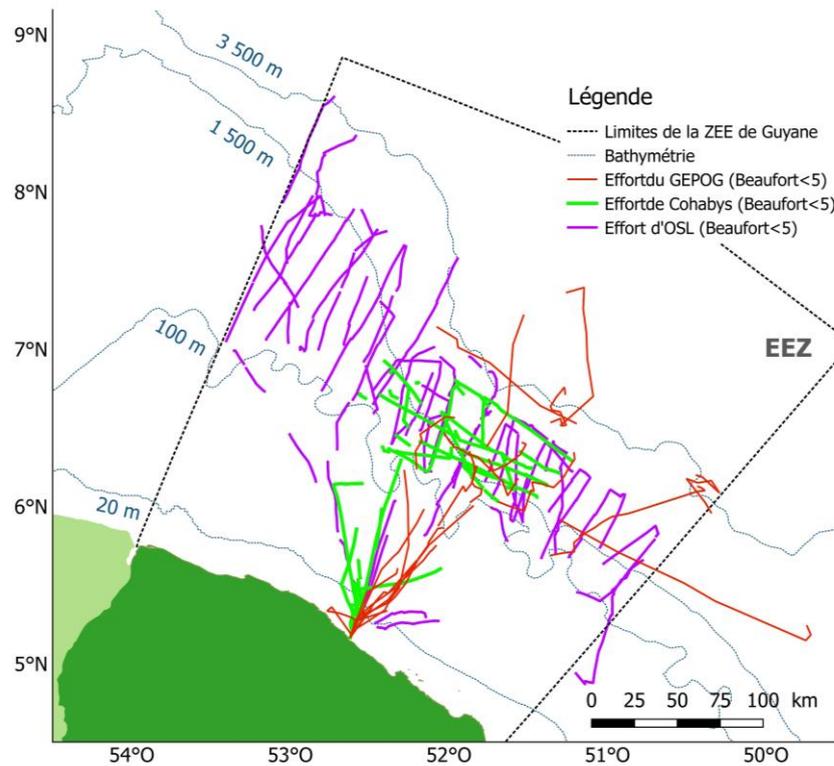


Figure 6 : distribution de l'effort d'observation réalisé durant les campagnes GEPOG, COHABYS et OSL dans des conditions de mer favorables (Beaufort<5)

Pour les analyses quantitatives présentées dans ce chapitre et ceux qui suivent, nous n'avons utilisé que les données collectées dans des conditions météorologiques favorables, c'est à dire par Beaufort inférieur à 5. En outre, afin de réaliser des analyses plus poussées, nous avons collaboré avec l'association GEPOG et le bureau d'étude COHABYS afin d'utiliser leurs jeux de données qui ont été collectés au cours de campagnes menées au large de la Guyane à bord du Guyavoile. La campagne de l'association GEPOG a consisté en 4 jours de mer tous les 2 mois, de juillet 2011 à juin 2012 (Figure 7). Les protocoles étaient similaires aux nôtres mais moins contraignants car leur travail avait une visée uniquement naturaliste. La campagne menée par le bureau d'études COHABYS a été réalisée 5 jours par mois de janvier à mai 2018 avec des protocoles normés, identiques aux nôtres. Durant la campagne du GEPOG, 1961 km ont été parcourus en effort d'observation dans des conditions de mer favorables (Beaufort<5). L'effort se distribue de la côte au milieu océanique (Figure 6) et a été particulièrement important sur le plateau (20-100 m ; 29% de l'effort) et le bas du talus (1500-3500 m ; 44% de l'effort). Durant la campagne COHABYS, 1491 km ont été parcourus

en effort d'observation dans des conditions de mer favorables. Les campagnes ciblaient le centre du talus, ce qui explique l'effort d'observation plus important dans cette zone et en particulier dans sa partie basse (40% de l'effort). Durant les campagnes OSL, l'effort d'observation a été de 3234 km sur le talus (45% au niveau du haut du talus, entre 100 et 1500 m de profondeur, et 39% au niveau du bas du talus, entre 1500 et 3500 m), en condition de mer favorable.

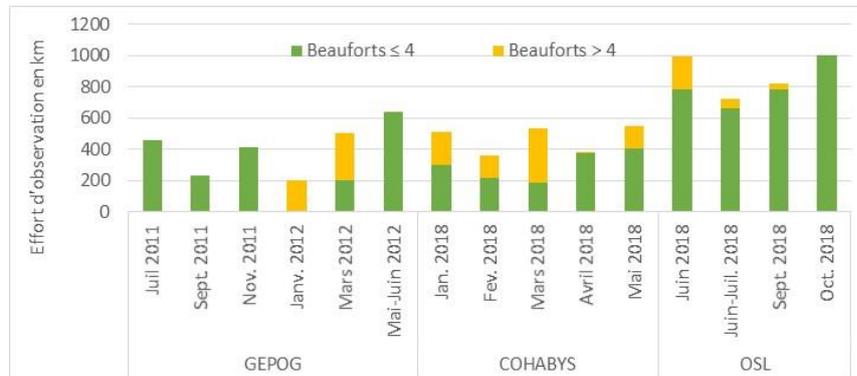


Figure 7 : répartition mensuelle de l'effort d'observation réalisé durant les campagnes GEPOG, COHABYS et OSL, dans des conditions de mer favorables (Beaufort<5)

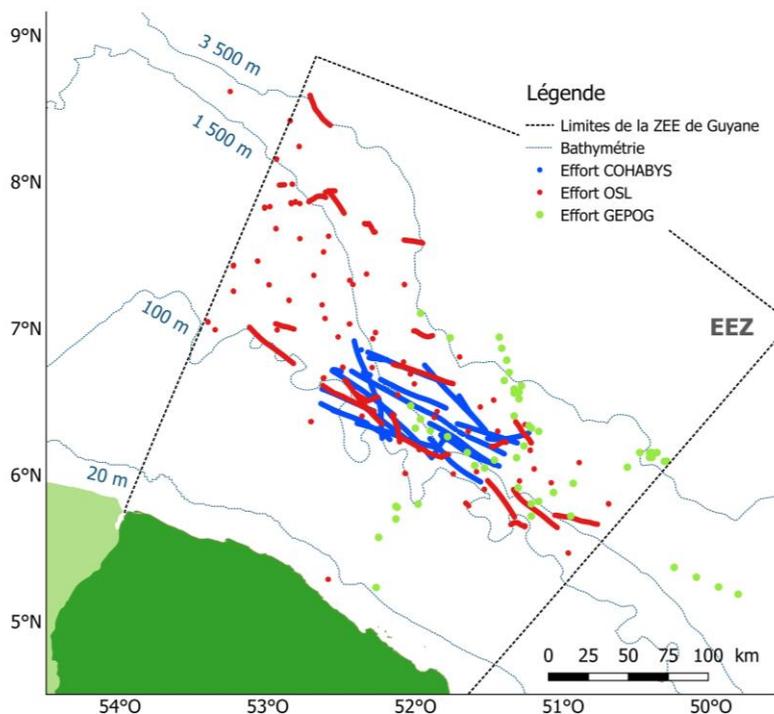


Figure 8 : distribution de l'effort acoustique réalisé durant les campagnes GEPOG, COHABYS et OSL (les traits correspondent aux enregistrements continus de nuit et les points aux points d'écoutes de jour)

L'effort acoustique est distribué de manière similaire à l'effort d'observation pour les trois campagnes (Figure 8). Il se compose de deux types d'enregistrements : les points d'écoutes de jour et les enregistrements acoustiques continus de nuit. Dans les deux cas, le navire a été arrêté et sa dérive limitée au maximum afin de limiter les bruits parasites.

Durant les campagnes du GEPOG, 55 points d'écoute de jour ont été réalisés pour une durée d'enregistrement de 9h et 30 min au total. Durant la campagne COHABYS, des enregistrements nocturnes continus ont été réalisés durant 17 nuits et totalisent 176 h de données acoustiques. Durant la campagne OSL, 64 points acoustiques de jour et 20 enregistrements nocturnes continus ont été réalisés ; ils totalisent 193 h d'enregistrement.

## 2. Description de la communauté de cétacés

### a) Taux de détection et diversité

Tableau 5 : nombre de groupes et d'individus détectés par espèces durant les 3 campagnes dans des conditions de mer favorables (Beaufort<5). Le sigle \* indique les espèces uniquement observées par Beaufort>5

Nom commun	Nom scientifique	Nombre de groupes (individus) observés par conditions météo favorables (Beaufort<5)			Abondance relative en % des groupes (individus) observés		
		GEPOG	COHABYS	OSL	GEPOG	COHABYS	OSL
<b>Physeteridae</b>							
Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>	*			*		
<b>Kogiidae</b>							
Cachalot nain	<i>Kogia sima</i>			2 (2)			3,1 (0,1)
<b>Baleinopteroidea</b>							
Baleine à bosse	<i>Megaptera novaeangliae</i>			2 (5)			3 (<1)
Rorqual non identifié	<i>Balaenoptera sp</i>			1 (1)			2 (<1)
Baleinoptéroïde ind.	Baleinopteroidea spp.			1 (1)			2 (<1)
<b>Delphinidae</b>							
Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	5 (20)	3 (13)	15 (147)	10 (2)	19 (9)	23 (10)
Dauphin de Risso	<i>Grampus griseus</i>			1 (2)			2 (<1)
Dauphin de Fraser	<i>Lagenodelphis hosei</i>			2 (80)			3 (5)
Globicéphale tropical	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	1(25)	1 (15)	1 (10)	2 (2)	6 (10)	2 (<1)
Péponocéphale	<i>Peponocephala electra</i>	3 (400)	1 (4)	4 (350)	6 (30)	6 (3)	6 (24)
Orque pygmée	<i>Feresa attenuata</i>		*			*	
Petit globicéphaliné ind.	<i>Peponocephala / Feresa</i>			1 (6)			2 (<1)
Dauphin à long bec	<i>Stenella longirostris</i>	4 (178)		3 (255)	8 (13)		5 (17)
Dauphin tacheté de l'Atlantique	<i>Stenella frontalis</i>	7 (208)	3 (14)	3 (95)	14 (16)	19 (9)	5 (6)
Dauphin tacheté pantropical	<i>Stenella attenuata</i>	7 (385)	3 (90)	16 (442)	13 (29)	19 (60)	25 (30)
Dauphin commun	<i>Delphinus delphis / capensis</i>	5 (27)	1 (7)	1 (15)	10 (2)	6 (5)	2 (1)
Sotalie	<i>Sotalia guianensis</i>	10 (35)	1 (5)		19 (3)	6 (3)	
Sténo	<i>Steno bredanensis</i>	1(9)			2 (<1)		
Delphinidé ind.		9 (28)	1 (1)	11 (64)	17 (2)	6 (<1)	17 (4)
Petit Cétacés sp.			2 (2)			13 (1)	
<b>TOTAL</b>		<b>52 (1315)</b>	<b>16 (151)</b>	<b>64 (1475)</b>	<b>100 (100)</b>	<b>100 (100)</b>	<b>100 (100)</b>

Le nombre total d'observations de cétacés par conditions météo favorables a été de 52 groupes et 1315 individus pour le GEPOG, 16 groupes et 151 individus pour COHABYS et 64 groupes et 1475 individus pour OSL (Tableau 5). Les fréquences de détection ont été en moyenne (sur les différents legs de chaque campagne) de  $3.0 \pm 2.6$  groupes/100km pour le GEPOG,  $1.0 \pm 0.7$  groupes/100km pour COHABYS, et  $2.0 \pm 0.4$  groupes/100km pour OSL.

Des cétacés ont été détectés durant 51% des points d'écoute de jour du GEPOG et 28% de ceux d'OSL (Tableau 6). Durant les enregistrements continus de nuit, des cétacés ont été détectés toutes les nuits durant les campagnes COHABYS et durant 85% des nuits durant les campagnes OSL.

L'ensemble des campagnes a permis d'identifier visuellement 13 espèces dans des conditions de mer favorables : un kogiidé, le cachalot nain, un baleinoptéridé, la baleine à bosse, ainsi que 11 espèces de delphinidés (Tableau 5). S'y ajoute un rorqual non identifié (*Balaenoptera sp.*) ainsi que deux espèces observées par mauvais temps : l'orque pygmée (*Feresa attenuata*) et le cachalot (*Physeter macrocephalus*). Deux taxons ont été identifiés uniquement grâce aux enregistrements acoustiques : le rorqual boréal (*Balaenoptera borealis*), détecté une fois durant la campagne OSL de saison sèche et les baleines à bec (Ziphiidae spp.), détectées à deux reprises durant la campagne COHABYS (Tableau 6).

Tableau 6 : nombre de détections acoustiques réalisées durant les différentes campagnes

Nom commun	Nom scientifique	Nombre (fréquence en %) de points d'écoute de jour pendant lesquels l'espèce a été détectée		Nombre (fréquence en %) d'enregistrements continus de nuit pendant lesquels l'espèce a été détectée	
		GEPOG (57 points d'écoute)	OSL (64 points d'écoutes)	COHABYS (17 nuits)	OSL (20 nuits)
<b>Physeteridae</b>		<b>10 (18%)</b>			
Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>	10 (18%)			2 (10%)
<b>Baleinopteridae</b>				<b>1 (6%)</b>	
Baleine à bosse	<i>Megaptera novaeangliae</i>			1 (6%)	3 (15%)
Rorqual boréal (rorqual de Rudolphi)	<i>Balaenoptera borealis</i>		1 (2%)		
Baleinoptéridé ind.	Baleinopteridae spp.		1 (2%)		1 (5%)
<b>Ziphiidae</b>				<b>2 (12%)</b>	
Baleine à bec NID	Ziphiidae NID			2 (12%)	
<b>Delphinidae</b>		<b>20 (36%)</b>		<b>15 (88%)</b>	
Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	1 (2%)	1 (2%)		1 (5%)
Globicéphale tropical	<i>Globicephala macrorhynchus</i>		1 (2%)		2 (10%)
Péponocéphale	<i>Peponocephala electra</i>	2 (4%)			
Dauphin à long bec	<i>Stenella longirostris</i>	1 (2%)			3 (15%)
Dauphin tacheté pantropical	<i>Stenella attenuata</i>	3 (5%)	3 (5%)		2 (10%)
Stenella NID	<i>Stenella spp.</i>				
Dauphin commun	<i>Delphinus delphis / capensis</i>	1 (2%)			
Sotalie	<i>Sotalia guianensis</i>		1 (2%)		
Delphinidé ind.		12 (22%)	10 (16%)	15 (88%)	8 (40%)
<b>Nombre total (fréquence) de points d'écoute/ de nuit avec détection</b>		<b>28 (51%)</b>	<b>18 (28%)</b>	<b>17 (100%)</b>	<b>17 (85%)</b>

La courbe d'accumulation du nombre d'espèces identifiées montre plusieurs phases (Figure 9) : une augmentation rapide jusqu'à 9 espèces, puis un plateau et enfin une nouvelle augmentation rapide qui correspond aux legs réalisés en saison sèche durant la campagne d'OSL, avec notamment l'observation d'espèces migratrices, les baleinoptéridés. Ces résultats suggèrent que les 3 campagnes n'ont pas permis d'identifier toutes les espèces communes qui fréquentent la zone, en particulier en saison sèche.

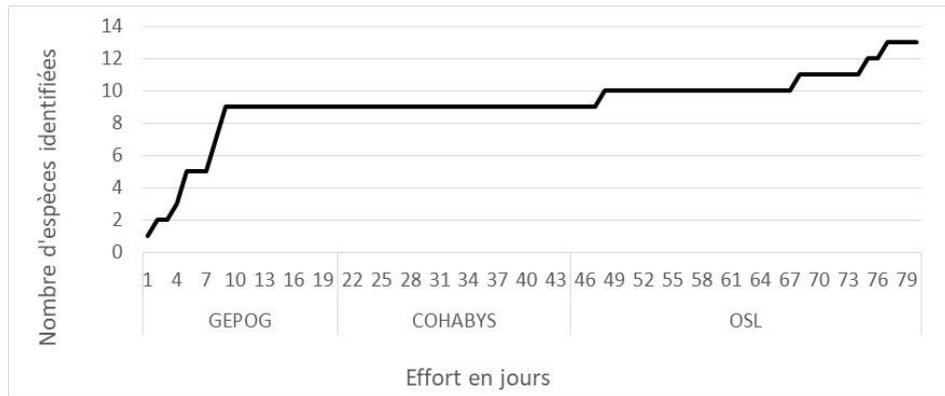


Figure 9 : courbe d'accumulation du nombre d'espèces observées par jour de campagne par Beaufort<5

Les delphinidés dominent largement la communauté : ils représentent entre 91 et 100 % des groupes observés et entre 99 et 100% des individus observés, en fonction des campagnes (Tableau 5).

Au niveau spécifique, 7 espèces dominent la communauté : le dauphin tacheté pantropical présente les abondances relatives les plus élevées à la fois en termes de nombre de groupes (entre 13 et 25% des groupes observés en fonction des campagnes) et de nombre d'individus observés (entre 29 et 60%, Tableau 5). Quatre espèces présentent les abondances relatives les plus élevées en termes de nombre de groupes observés seulement : le grand dauphin (jusqu'à 23% des groupes observés), le sotalie (jusqu'à 19%), le dauphin tacheté de l'Atlantique (jusqu'à 19%) et le dauphin commun (jusqu'à 10%). Enfin, deux espèces présentent les abondances relatives les plus élevées en termes de nombre d'individus uniquement : le péponocéphale (jusqu'à 30%) et le dauphin à long bec (jusqu'à 17%).

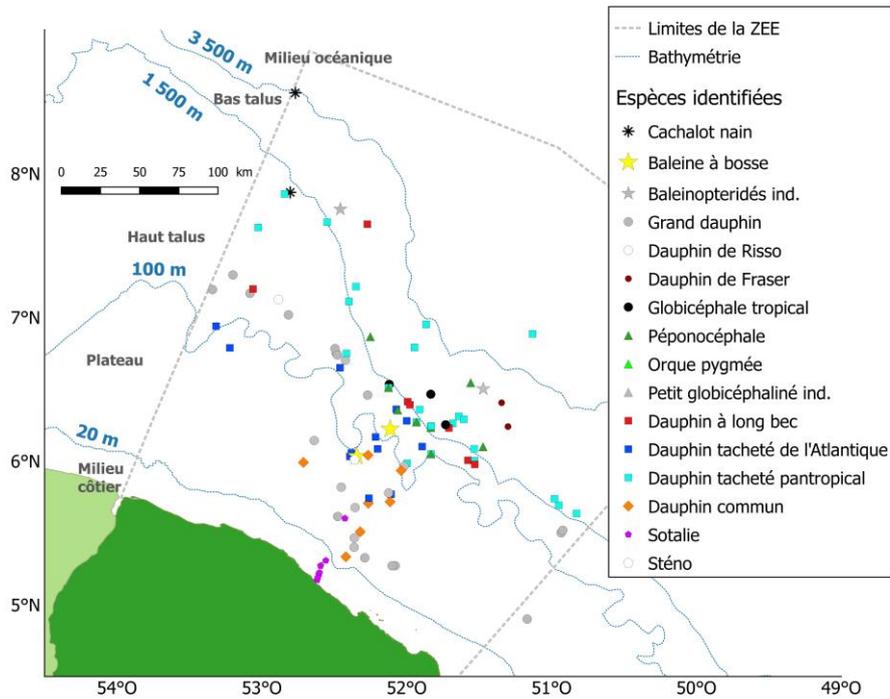


Figure 10 : distribution des groupes détectés par Beaufort < 5

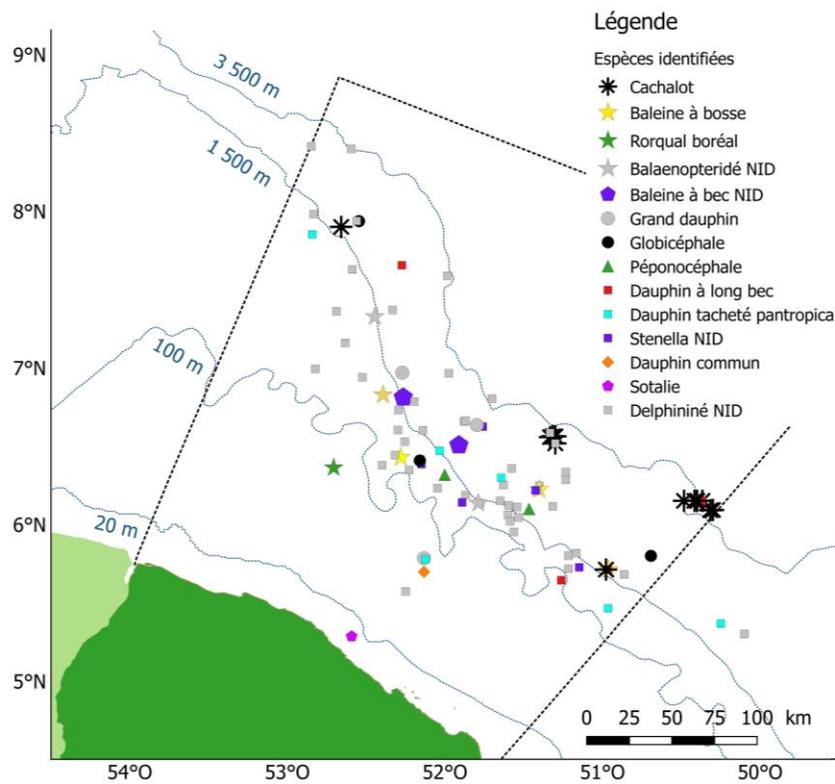


Figure 11 : détections de cétacés réalisées durant les points d'écoute de jour (GEPOG et OSL) et les enregistrements continus de nuit (COHABYS et OSL)

## b) Distribution

Concernant les delphinidés, l'ensemble des observations de Sotalies (N=11) sont localisées au niveau de la zone côtière, à l'exception d'un groupe observé au niveau du plateau (Figure 10 & 12). Le dauphin commun (N=7) semble se distribuer uniquement au niveau du plateau. Le grand dauphin (N=23) et le dauphin tacheté de l'Atlantique (N=13) se trouvent essentiellement au niveau du plateau et du haut du talus (Figure 10 & 12). L'ensemble des observations de péponocéphales (N=9) et de dauphins à long bec (N=7) ont été réalisées au niveau du talus, parties haute et basse. Il en est de même pour le dauphin tacheté pantropical (N=26), à l'exception d'un groupe observé au niveau du plateau (Figure 10 & 12). Les espèces plus rares, le dauphin de Risso (*Grampus griseus*), le dauphin de Fraser (*Lagenodelphis hosei*), le globicéphale (*Globicephala macrorhynchus*), l'orque pygmée (*Feresa attenuata*), ont été observées au niveau du talus, à l'exception du sténo (*Steno bredanensis*) qui a été observé sur le plateau (Figure 10).

Les deux observations de cachalots nains ont été réalisées au niveau du talus, près des lignes bathymétriques 1 500 m pour la première et 4 000 m pour la seconde (Figure 10). Les détections acoustiques de cachalots et de baleines à bec ont été réalisées au niveau du bas du talus (Figure 11).

Pour les baleinoptéridés, les observations de baleines à bosse (N=2) ont été réalisées à proximité de l'isobathe des 100 m. L'espèce a été enregistrée plus au large, au niveau du tombant (Figure 11) mais ses chants de basses fréquences peuvent être détectés à plusieurs dizaines de kilomètres de l'individu qui les produit. Le rorqual et le baleinoptéridé non identifiés ont été observés dans la zone basse du talus (Figure 10). Plusieurs détections acoustiques de baleinoptéridés non identifiés ont été réalisées au niveau du haut du talus et le rorqual boréal a été enregistré au niveau du plateau, près de la zone des 100 m (Figure 11). Cependant, comme pour la baleine à bosse, il est difficile dans ce cas de connaître avec précision la localisation des individus.

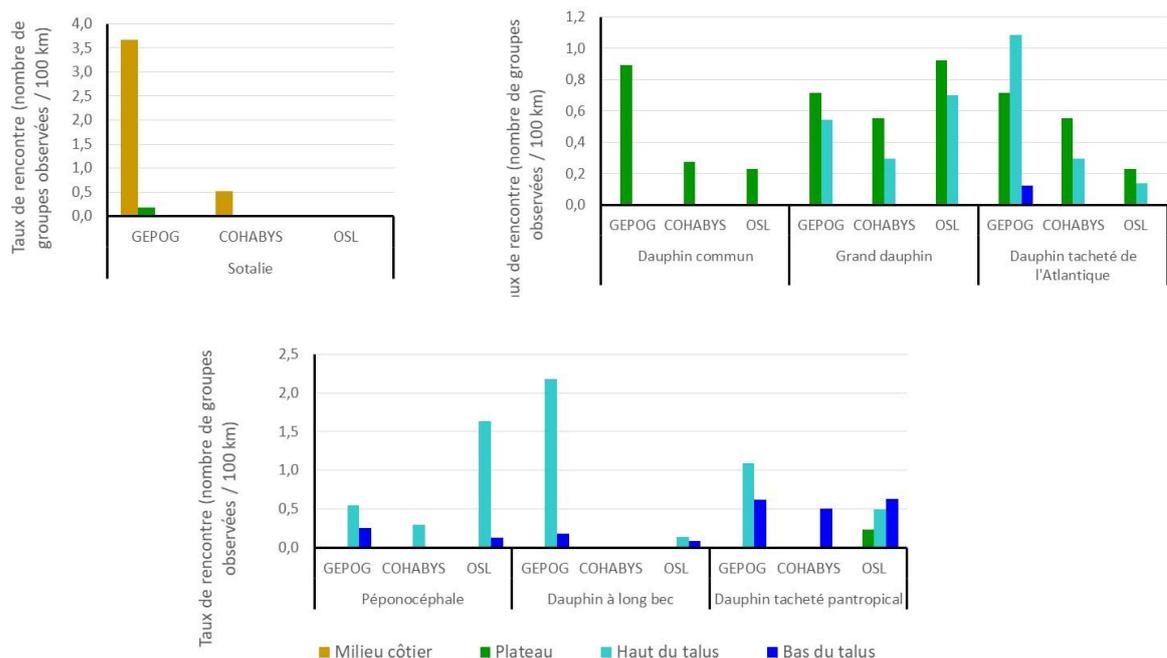


Figure 12 : taux de détection des espèces dominantes en fonctions des habitats, par Beaufort <5

### c) Phénologie

Tableau 7 : mois pendant lesquels chaque espèce a été identifiée ou entendue au moins une fois au stade adulte (A), immature (Im), couple mère-petit (MC). Le symbole e indique que l'espèce a été uniquement entendue à cette période. Les données des 3 campagnes sont cumulées et les observations réalisées par conditions de mer défavorables ont été intégrées.

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Cachalot						A+MC				e	A+MC	
Cachalot nain										A		
Baleine à bec			e									
Baleine à bosse	e					e			MC	A+MC		
Rorqual boréal										e		
Rorqual non identifié										A		
<b>Delphinidés</b>	A/Im/MC	A	A/Im	A/Im	A/Im	A/Im/MC	A		A/Im/MC	A/Im/MC	A/MC	
Grand dauphin		A	A/Im	A	A	A/Im/MC	A		A/Im/MC	A	A	
Dauphin de Risso										A		
Dauphin de Fraser						A						
Globicéphale tropical				A/Im		e			A/Im/MC			
Péponocéphale			A		A	A/Im/MC	A		A/Im		A/MC	
Orque Pygmée			A									
Dauphin à long bec	A/MC					A/MC	e		A/Im	A	A/MC	
Dauphin tacheté de l'Atlantique			A		A/Im	A/Im/MC	A		A/Im/MC		A	
Dauphin tacheté pantropical	A/Im			A		A/Im	A/Im/MC		A/Im/MC	A/Im/MC		
Dauphin commun	A	A		A	A	A	A		A		A	
Sotalie	A				A	e	A		A		A	
Sténo							A					

Les espèces les plus communes, le grand dauphin, le péponocéphale, le dauphin à long-bec, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le dauphin tacheté pantropical, le dauphin commun, et le sotalie, semblent être présentes toute l'année (

Tableau 7). Des couples mères-petits ont été observés plusieurs fois pour chacune d'entre elles, sauf pour le dauphin commun et le sotalie. Cependant, d'autres études ont montré que le Sotalie se reproduit en Guyane (Travaux GEPOG en cours). Toutes les observations de baleinoptéridés, espèces migratrices, ont eu lieu en saison sèche. Dans le cas des baleines à bosse, des couples mères-petits ont été identifiés lors des deux observations de l'espèce dont un avec un petit de l'année (Tableau 7). La présence de couples mères-petits en saison sèche en Guyane appuie les études brésiliennes récentes qui suggèrent que l'aire de reproduction de la population sud-ouest Atlantic de baleines à bosse serait en extension (Bortolotto *et al.*, 2016 ; Ristau *et al.*, 2020). En outre, la baleine à bosse a été identifiée dans les enregistrements acoustiques en janvier et en juin. L'espèce étant présente à partir de juin-juillet au Brésil, il n'est pas étonnant de l'avoir détectée en Guyane en juin, en revanche la détection du mois de janvier pose question. Le cachalot a été observé en juin et en novembre avec des jeunes et détecté dans les enregistrements en octobre. Les données sont toutefois trop peu nombreuses pour émettre des hypothèses sur la saisonnalité de sa présence ou de sa reproduction en Guyane.

Tableau 8 : nombre de groupes d'oiseaux et d'individus détectés par espèces durant les 3 campagnes dans des conditions de mer favorables (Beaufort<5). Le sigle \* indique les espèces uniquement observées par Beaufort>5

Nom commun	Nom latin	Nombre de groupes (individus) observés			Abondance relative en % des groupes (individus) observés		
		GEPOG	COHABYS	OSL	GEPOG	COHABYS	OSL
	<b>Procellariidae</b>	<b>49 (87)</b>	<b>24 (32)</b>	<b>153 (651)</b>	<b>14 (9)</b>	<b>13 (5)</b>	<b>27 (12)</b>
Puffin majeur	<i>Puffinus gravis</i>	10 (17)		77 (541)	3 (2)		14 (10)
Puffin des anglais	<i>Puffinus puffinus</i>	11 (24)	1 (1)	33 (39)	3 (2)	1 (<1)	6 (1)
Puffin d'Audubon	<i>Puffinus lherminieri</i>	3 (4)		20 (34)	1 (<1)		4 (1)
Puffin cendre	<i>Calonectris diomedea</i>	3 (6)	8 (10)	9 (9)	1 (1)	4 (2)	2 (<1)
Pétrel de Bulwer	<i>Bulweria bulwerii</i>			4 (4)			1 (<1)
Puffin fuligineux	<i>Puffinus griseus</i>			1 (1)			<1 (<1)
Puffin ind.	<i>Puffinus spp.</i>	22 (36)	15 (21)	9 (23)	6 (4)	8 (3)	2 (<1)
	<b>Hydrobatidae</b>	<b>80 (112)</b>	<b>30 (34)</b>	<b>50 (78)</b>	<b>22 (11)</b>	<b>17 (6)</b>	<b>9 (1)</b>
Océanite cul-blanc	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	34 (50)	6 (6)	31 (58)	9 (5)	3 (1)	5 (1)
Océanite de Wilson	<i>Oceanites oceanicus</i>	26 (34)		9 (10)	7 (3)		2 (<1)
Océanite de Castro	<i>Oceanodroma castro</i>		2 (4)	2 (2)		1 (1)	
Océanite à ventre noir	<i>Fregatta tropica</i>			1 (1)			
Océanite ind.	<i>Oceanites spp.</i>	20 (28)	22 (24)	7 (7)	6 (3)	12 (4)	1 (<1)
	<b>Phaethontidae</b>	<b>5 (5)</b>	<b>5 (9)</b>	<b>5 (5)</b>	<b>1 (&lt;1)</b>	<b>3 (1)</b>	<b>1 (&lt;1)</b>
Phaéton à bec rouge	<i>Phaethon aethereus</i>	4 (4)	5 (9)	5 (5)	1 (<1)	3 (1)	1 (<1)
Phaéton IND	<i>Phaethon spp.</i>	1 (1)			<1 (<1)		
	<b>Fregatidae</b>	<b>22 (39)</b>	<b>12 (17)</b>	<b>12 (14)</b>	<b>6 (4)</b>	<b>7 (3)</b>	<b>2 (&lt;1)</b>
Frégate superbe	<i>Fregata magnificens</i>	22 (39)	12 (17)	12 (14)	6 (4)	7 (3)	2 (<1)
	<b>Sulidae</b>		<b>12 (12)</b>	<b>4 (4)</b>		<b>7 (2)</b>	<b>1 (&lt;1)</b>
Fou masqué	<i>Sula dactylatra</i>		10 (10)	4 (4)		6 (2)	1 (<1)
Fou à pied rouge	<i>Sula sula</i>		2 (2)			1 (<1)	
	<b>Stercorariidae</b>	<b>26 (29)</b>	<b>9 (9)</b>	<b>20 (25)</b>	<b>7 (3)</b>	<b>5 (1)</b>	<b>4 (&lt;1)</b>
Labbe à longue queue	<i>Stercorarius longicaudus</i>	7 (9)		6 (7)	2 (1)		1 (<1)
Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>	2 (2)	2 (2)	7 (10)	1 (<1)	1 (<1)	1 (<1)
Labbe pomarin	<i>Stercorarius pomarinus</i>	8 (9)	5 (5)	3 (3)	2 (1)	3 (1)	1 (<1)
Labbe ind.	<i>Stercorarius spp.</i>	9 (9)	2 (2)	4 (5)	2 (1)	1 (<1)	1 (<1)
	<b>Laridae</b>	<b>158 (661)</b>	<b>85 (486)</b>	<b>285 (4360)</b>	<b>44 (65)</b>	<b>47 (80)</b>	<b>50 (83)</b>
Sterne fuligineuse	<i>Onychoprion fuscatus</i>	28 (189)	18 (274)	173 (4062)	8 (19)	10 (45)	31 (78)
Noddi brun	<i>Anous stolidus</i>	7 (15)	3 (5)	21 (95)	2 (1)	2 (1)	4 (2)
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	39 (283)	2 (26)	23 (72)	11 (28)	1 (4)	4 (1)
Mouette atricille	<i>Larus atricilla</i>	23 (50)	5 (8)	5 (5)	6 (5)	3 (1)	1 (<1)
Sterne royale	<i>Sterna maxima</i>	24 (44)	2 (3)	21 (32)	7 (4)	1 (<1)	4 (1)
Sterne de Cayenne	<i>Thalasseus sandvicensis eurygnathus</i>	21 (48)	6 (27)	19 (31)	6 (5)	3 (4)	3 (1)
Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis aculflavida</i>	1 (1)			<1 (1)		
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	1 (1)		2 (3)	<1 (<1)		<1 (<1)
Sterne arctique	<i>Sterna paradisaea</i>	2 (3)		1 (1)	1 (<1)		<1 (<1)
Petite sterne	<i>Sternula antillarum</i>	2 (7)		3 (5)	1 (1)		1 (<1)
Sterne bridée	<i>Sterna anaethetus</i>			1 (1)			<1 (<1)
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>		*				
Goélan marin	<i>Larus marinus</i>		1 (5)			1 (1)	
Sterne ind.	<i>Sterna spp.</i>	10 (20)	48 (138)	15 (52)	3 (2)	27 (23)	3 (1)
Laridés ind.	<i>Laridae spp.</i>			1 (1)			
	<b>Scolopaciidae</b>	<b>18 (66)</b>		<b>24 (70)</b>	<b>5 (7)</b>		<b>4 (1)</b>
Tournepieuvre à collier	<i>Arenaria interpres</i>	2 (11)		6 (8)	1 (1)		1 (<1)
Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>	1 (7)		1 (1)	<1 (1)		<1 (<1)
Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>			1 (1)			<1 (<1)
Bécasseau tacheté	<i>Calidris melanotos</i>			6 (31)			1 (1)
Bécasseau semipalmé	<i>Calidris pusilla</i>	2 (4)		1 (1)	1 (<1)		<1 (<1)
Bécasseau ind.	<i>Calidris spp.</i>	3 (23)		1 (1)	1 (2)		<1 (<1)
Barge Hudsonienne	<i>Limosa haemastica</i>			1 (1)			<1 (<1)
Becassin roux	<i>Limnodromus griseus</i>			1 (1)			<1 (<1)
Courlis hudsonien	<i>Numenius phaeopus hudsonicus</i>	1 (1)		3 (15)	<1 (<1)		1 (<1)
Grand chevalier	<i>Tringa melanoleuca</i>	4 (7)		3 (10)	1 (1)		1 (<1)
Petit chevalier	<i>Tringa flavipes</i>	2 (5)			1 (<1)		
Chevalier sp	<i>Tringa spp.</i>	3 (8)			1 (1)		
	<b>Charadriidae</b>			<b>5 (5)</b>			<b>1 (&lt;1)</b>
Pluvier semipalmé	<i>Charadrius semipalmatus</i>			4 (4)			1 (<1)
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>			1 (1)			<1 (<1)
Limicole ind.	<i>Charadriidae / Scolopaciidae spp.</i>	<b>2 (12)</b>		<b>4 (8)</b>	<b>1 (1)</b>		<b>1 (&lt;1)</b>
	<b>Hirundinidae</b>	<b>2 (2)</b>		<b>5 (8)</b>	<b>1 (&lt;1)</b>		<b>1 (&lt;1)</b>
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	2 (2)		4 (7)	1 (<1)		1 (<1)
Hirondelle ind.	<i>Hirundo spp.</i>			1 (1)			<1 (<1)
	<b>Unidentified birds</b>		<b>4 (12)</b>			<b>2 (2)</b>	
	<b>TOTAL</b>	<b>362 (1013)</b>	<b>181 (611)</b>	<b>567 (5228)</b>	<b>100 (100)</b>	<b>100 (100)</b>	<b>101 (100)</b>

### 3. Description de la communauté d'oiseaux marins

#### a) Taux de détection et diversité

Le nombre total d'observations d'oiseaux par conditions météo favorables (Beaufort $\leq$ 4) a été de 362 groupes et 1013 individus pour le GEPOG, 181 groupes et 611 individus pour COHABYS et 567 groupes et 5228 individus pour OSL (Tableau 8). Les fréquences de détection ont été en moyenne (sur les différents legs de chaque campagne) de :  $20,0\pm 5,5$  groupes/100km et  $61,0\pm 37,0$  ind./100km pour le GEPOG,  $12,8\pm 2,7$  groupes/100km  $31,7\pm 14,3$  ind./100km pour COHABYS, et  $18,2\pm 3,1$  groupes/100km  $158,4\pm 58,7$  ind./100km pour OSL.

L'ensemble des 3 campagnes a permis d'identifier 43 espèces au total (Tableau 8), dont :

- 30 espèces d'oiseaux marins : 13 laridés, 6 procellariidés, 4 hydrobatidés, 3 stercoreariidés, 2 sulidés, un frégatidé et un phaetontidé.
- 13 espèces d'oiseaux terrestres migrateurs : 11 scolopacidés, 2 charadriidés, et un hirundinidé.

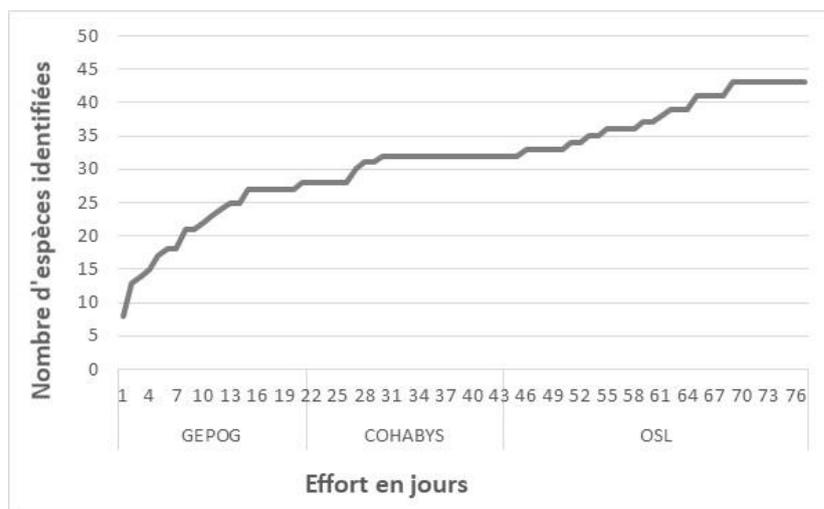


Figure 13 : courbe d'accumulation du nombre d'espèces observées par jour de campagne par Beaufort < 5

La courbe d'accumulation du nombre d'espèces (Figure 13) montre que le taux de rencontre de nouvelles espèces tend à diminuer mais n'atteint pas de plateau. Cela suggère que les espèces les plus communes de la zone ont été identifiées mais que toutes celles qui fréquentent plus ponctuellement le secteur ne l'ont pas encore été.

La communauté est largement dominée par les laridés, qui ont compté pour : 44% des détections et 65% des individus observés durant la campagne du GEPOG, 47% des détections et 80% des individus observés durant la campagne COHABYS, et 50% des détections et 83% des individus observés durant la campagne OSL. Les procellaridés et les hydrobatidés sont aussi largement présents dans la zone (Tableau 8). Les procellaridés ont représenté 14% des détections et 9% des individus observés durant la campagne du GEPOG, 13% des détections et 5% des individus observés durant la campagne de Cohabys et 27% des détections et 12% des individus observés durant la campagne OSL (Tableau 8). Les hydrobatidés ont compté pour 22% des détections et 11% des individus observés durant la campagne du GEPOG, 17% des détections et 6% des individus durant la campagne de COHABYS et 9% des détections et 1% des individus observés durant la campagne OSL.

En terme spécifique, les espèces de laridés qui ont été les plus observées sont : la sterne fuligineuse (jusqu'à 31% des détections et 78% des individus observés, Tableau 8), le noddie brun (jusqu'à 4% des détections), la sterne pierregarin (jusqu'à 11% des détections et 28% des individus observés), la mouette atricille (jusqu'à 6% des détections), la sterne royale (jusqu'à 7% des détections), et la sterne de cayenne (jusqu'à 6% des détections). Chez les procellaridés, les espèces les plus observées ont été : le puffin majeur (jusqu'à 14% des détections), le puffin des anglais (jusqu'à 6% des détections) et le puffin d'Audubon (jusqu'à 4% des détections). Chez les hydrobatidés, les espèces les plus observées ont été : l'océanite cul-blanc (jusqu'à 9% des détections) et l'océanite de Wilson (jusqu'à 7% des détections). La frégate, avec 70 individus observés au total et jusqu'à 7% des détections pour certaines campagnes, fait aussi partie des espèces les plus fréquentes. Cependant, des chiffres plus importants étaient attendus pour cette espèce car l'île du Grand Connétable abrite entre 1600 et 2000 couples nicheurs. Ce résultat amène à se questionner sur les lieux d'alimentation des frégates et suggèrent qu'ils seraient particulièrement loin de la colonie, probablement dans les eaux surinamaises et brésiliennes.

A l'inverse, un certain nombre d'espèces d'oiseaux marins, qui se trouvent en limite de répartition en Guyane, n'ont été observées qu'une fois : le puffin fuligineux (*Puffinus griseus*), l'océanite à ventre noir (*Fregetta tropica*), la sterne caugek (*Thalasseus acuflavida*), la sterne bridée (*Sterna anaethetus*), la mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*), le goéland marin (*Larus marinus*).

b) Distribution

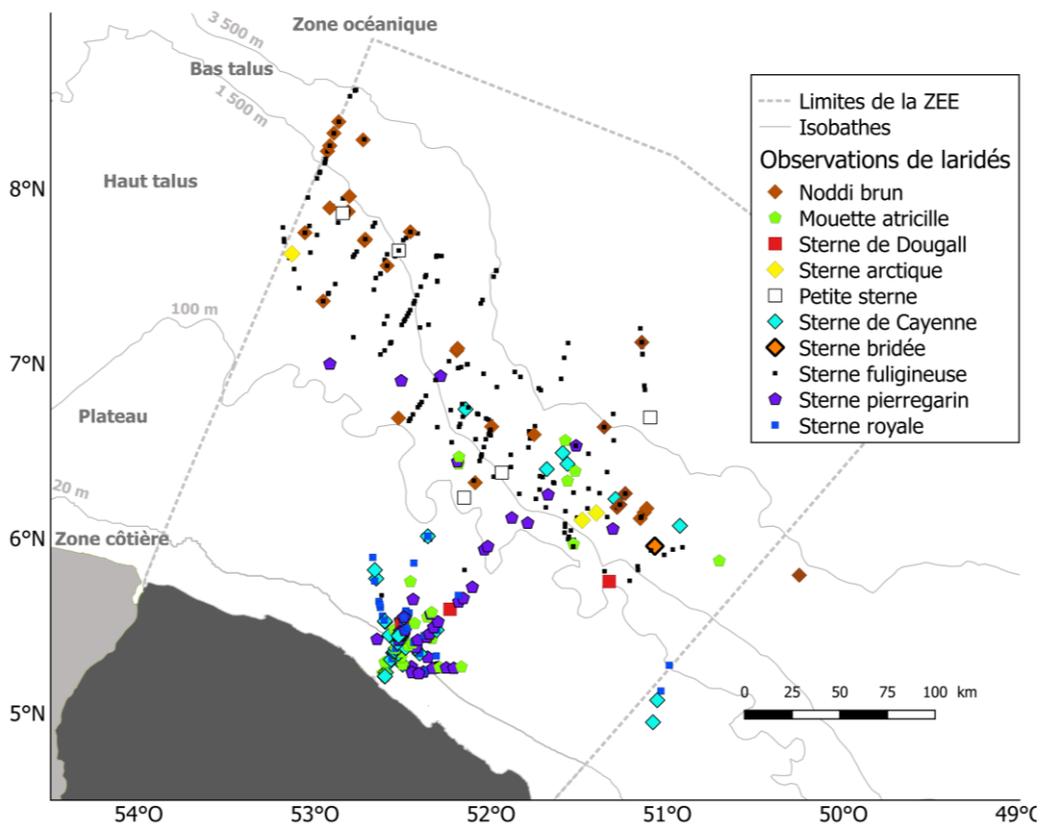


Figure 14 : distribution des observations de laridés durant les 3 campagnes, par conditions météo favorables (Beaufort<5)

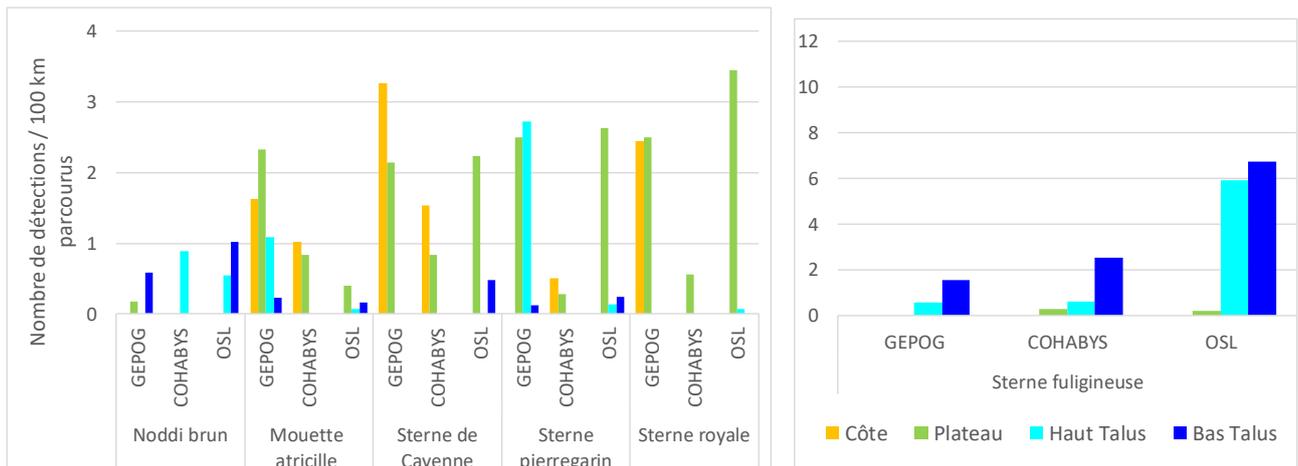


Figure 15 : Taux de détections des principales espèces de laridés en fonction de l'habitat. Pour rappel, l'effort d'observation d'OSL a été nul dans le milieu côtier.

Chez les laridés, on distingue deux communautés (Figure 14) : une communauté d'espèces pélagiques, qui a été observée essentiellement au niveau du talus et une communauté d'espèces néritiques, observée uniquement ou essentiellement en milieu côtier et/ou sur le plateau. La communauté pélagique est essentiellement composée de la sterne fuligineuse et du noddri brun. La sterne fuligineuse semble préférer les habitats les plus pélagiques (Figure 15) avec des taux de détection plus importants au bas du talus pour toutes les campagnes. Les autres espèces qui se trouvent dans cette communauté sont la sterne arctique (*Sterna paradisaea*) et la sterne bridée (Figure 14). La petite sterne (*Sternula antillarum*), qui est habituellement décrite comme une espèce côtière montre ici une distribution pélagique.

Les principales espèces de la communauté néritique sont : la sterne pierregarin, la mouette atricille, la sterne royale et la sterne de cayenne (Figure 14). La sterne royale et la mouette atricille présentent des taux de détections comparables en milieu côtier et sur le plateau, alors que la sterne de cayenne semble avoir une préférence pour le milieu côtier et la sterne pierregarin une préférence pour le plateau, voir le haut du talus (Figure 15). On trouve aussi dans cette communauté les espèces suivantes : sterne de Dougall (*Sterna dougallii*), sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis acuflavida*), et de manière accidentelle la mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) et le goéland marin (*Larus marinus*).

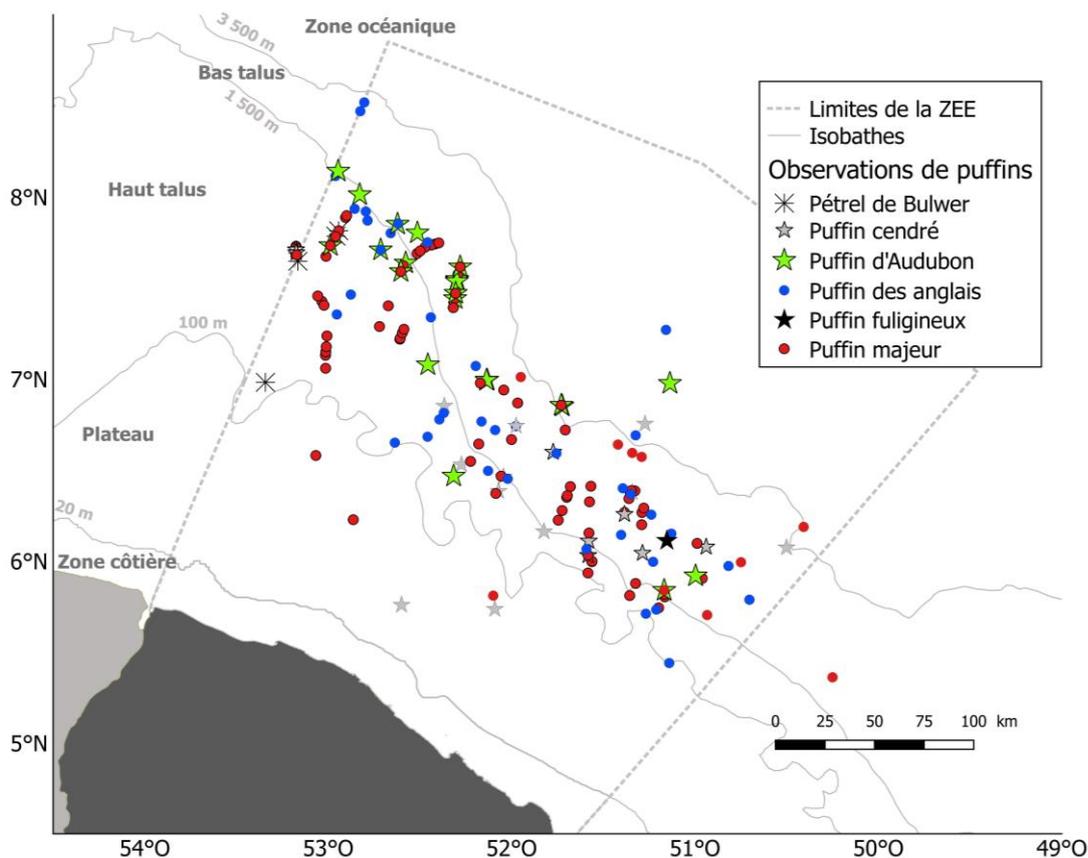


Figure 16 : distribution des observations de procellariidés durant les 3 campagnes, par conditions météo favorables (Beaufort<5)

Les procellariés ont essentiellement été observés sur le talus (Figure 16) ; aucune observation n'a été faite dans le milieu côtier et elles ont été très rares sur le plateau.

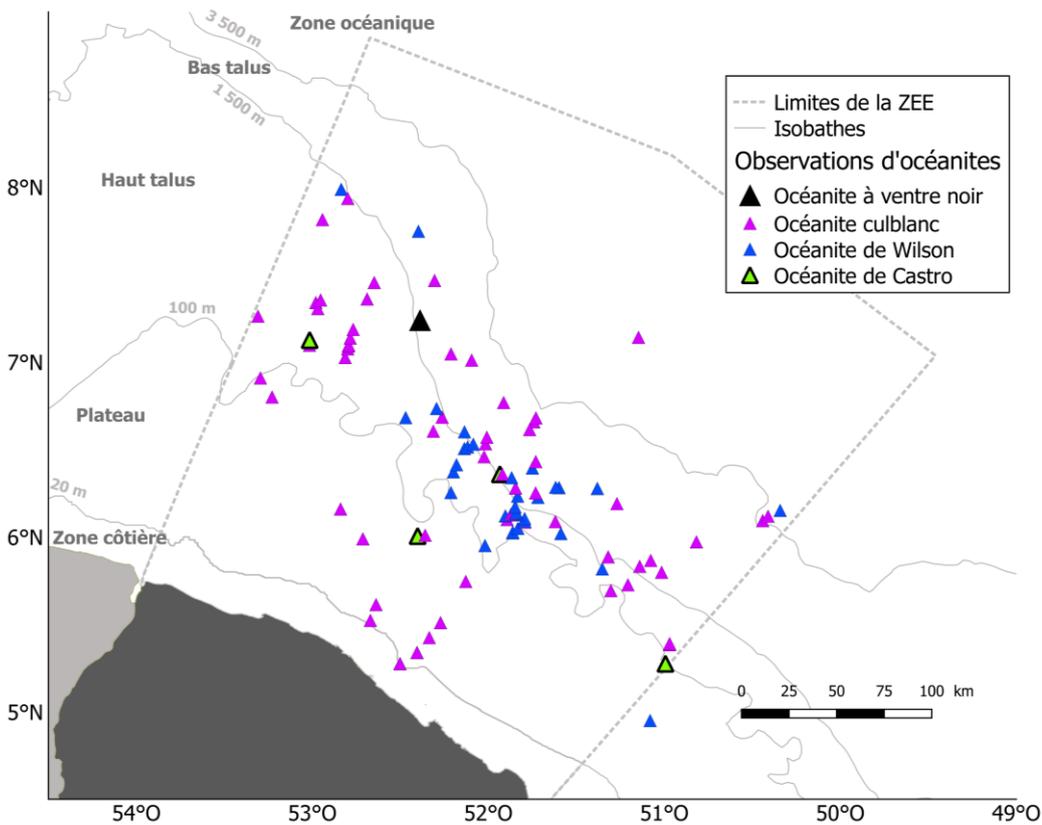


Figure 17 : distribution des observations d'océanites durant les 3 campagnes, par conditions météo favorables (Beaufort<5)

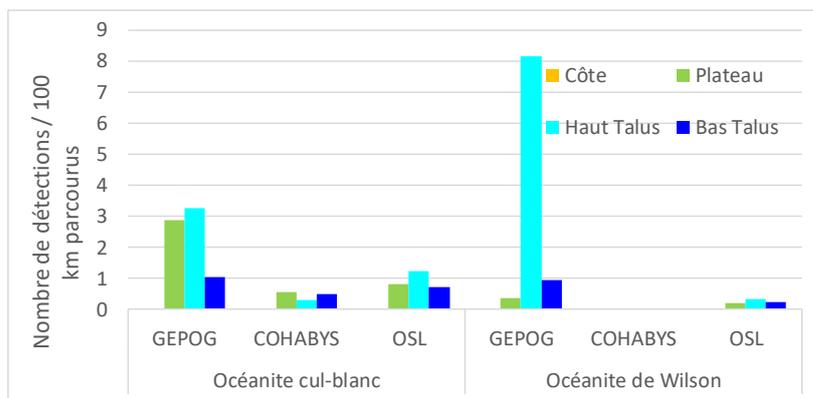


Figure 18 : taux de détections des principales espèces d'océanites en fonction de l'habitat

Les océanites ont été observés dans tous les habitats à l'exception du milieu côtier (Figure 17). Les deux espèces dominantes semblent avoir une préférence pour le haut du talus (Figure 18).

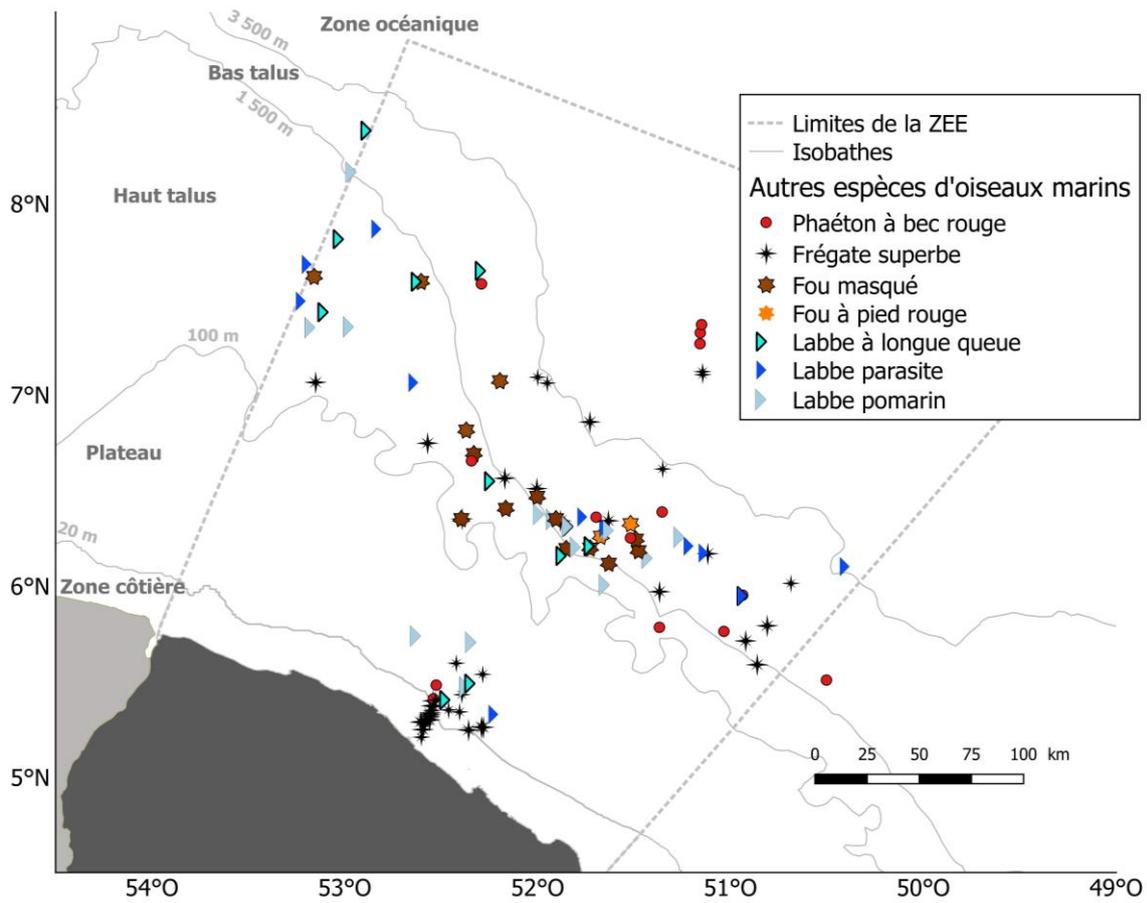


Figure 19 : distribution des observations des autres espèces d'oiseaux marins durant les 3 campagnes, par conditions météo favorables (Beaufort<5)

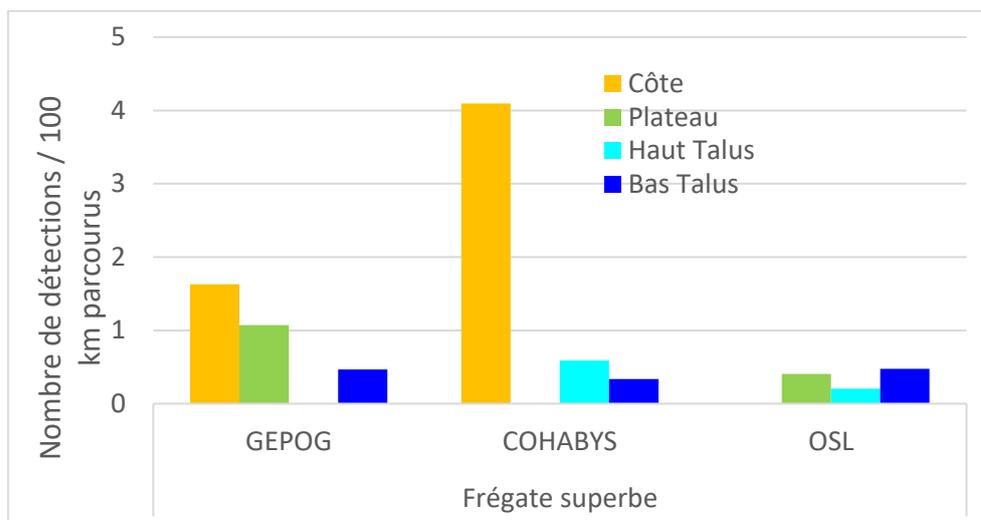


Figure 20 : taux de détections de la frégate superbe en fonction de l'habitat

Concernant les autres espèces d'oiseaux marins, le phaéton à bec rouge a été observé du plateau au milieu océanique mais la plupart des détections ont été réalisées au niveau du bas du talus et dans le milieu océanique (Figure 19). La frégate superbe a été observée dans tous les milieux et semble montrer une préférence pour le milieu côtier (Figure 20). Les détections de fous ont toutes été réalisées niveau du talus. Enfin, les labbes ont été observés essentiellement au niveau du talus ; une détection est localisée en milieu océanique, quelques-unes sur le plateau et aucune en milieu côtier (Figure 19).

Les limicoles ont été observés sur le plateau et le talus, jusqu'à la limite avec le milieu océanique (Figure 21). L'hirondelle rustique a elle été observée jusqu'à la limite entre le haut et le bas du talus (sonde des 1500m).

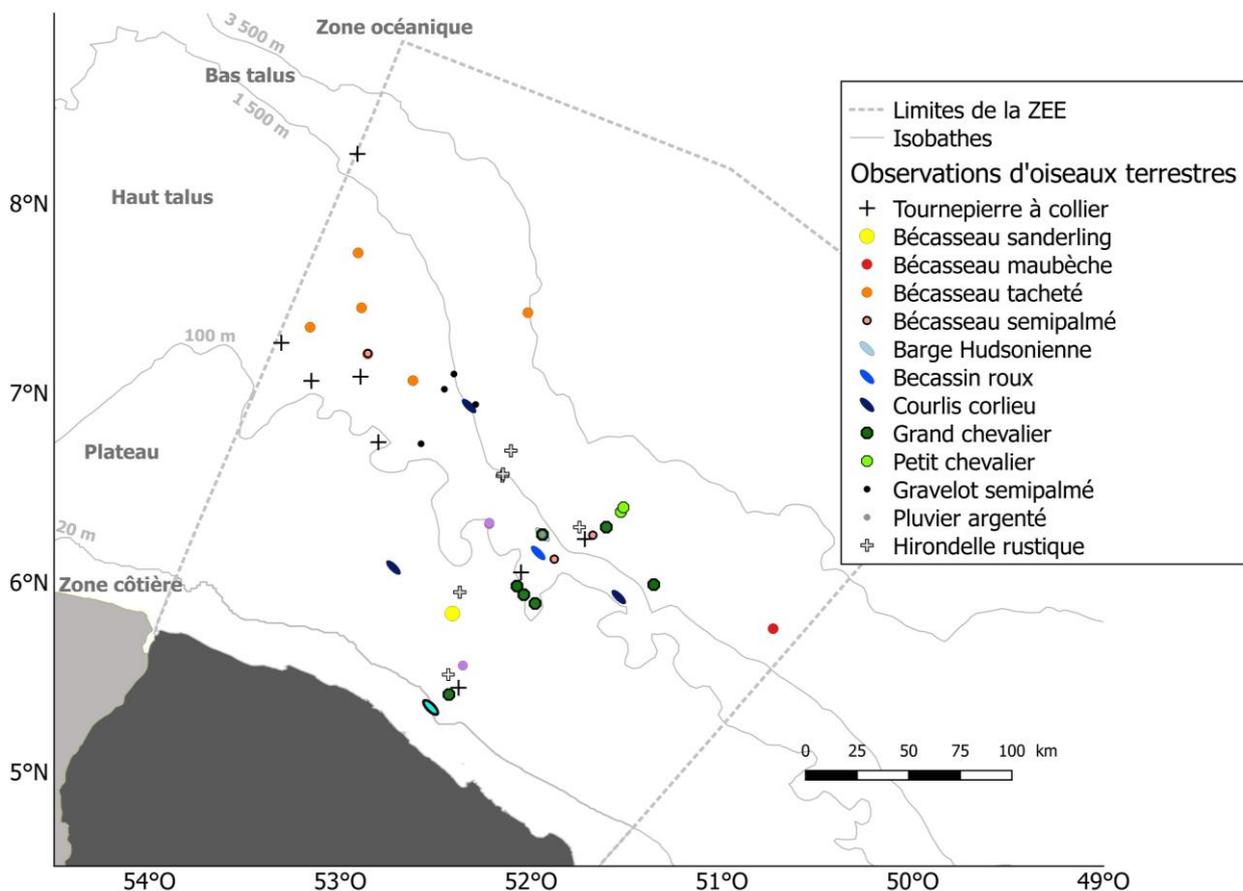


Figure 21 : distribution des observations d'oiseaux terrestres (limicoles et hirondelles) durant les 3 campagnes, par conditions météo favorables (Beaufort<5)

### c) Phénologie

A l'exception des Phaethontidae, toutes les familles d'oiseaux marins semblent pouvoir être observées en Guyane toute l'année (Tableau 9). Chez les limicoles, les Scolopacidae ont été observés de juin à novembre et les Charadriidae seulement en septembre et octobre, tout comme les hirondelles.

Parmi les espèces les plus fréquemment observées, certaines sont fréquentes toute l'année en Guyane : la sterne fuligineuse, la sterne de Cayenne, et la frégate superbe, qui sont connues pour nicher en Guyane mais aussi s'y alimenter en dehors de leur période de reproduction (Tableau 9). Les autres espèces n'ont été observées régulièrement qu'une partie de l'année et plus rarement en dehors de ces périodes : de mars à septembre pour la mouette atricille, de juin à novembre pour le nodd brun et de mai à novembre pour la sterne royale qui nichent en Guyane et migrent ensuite vers des zones de nourrissage. La sterne Pierregarin et le puffin des anglais sont observés régulièrement de juin à janvier, et le puffin majeur entre mai et juillet. La Guyane constitue pour ces espèces essentiellement une zone de repos et de nourrissage sur leur route migratoire. L'océanite cul-blanc est régulièrement observée de juin à mars et l'océanite de Wilson de juin à octobre. Toutes deux sont connues pour hiverner en Guyane. La dernière espèce la plus fréquemment observée, le puffin d'Audubon, a été détectée de manière irrégulière de mars à octobre. Cette espèce niche dans les Antilles et vient se nourrir en Guyane pendant et en dehors de sa période de reproduction.

Des immatures ont été observés régulièrement pour quelques espèces seulement : le fou masqué (*Sula dactylatra*), les trois espèces de labbes, la sterne fuligineuse et la sterne Pierregarin (Tableau 9).

Tableau 9 : mois pendant lesquels chaque espèce a été identifiée au moins une fois (O). L'abréviation Im indique les mois pendant lesquels des immatures ont été identifiés pour une espèce. Les données des 3 campagnes sont cumulées et les observations réalisées par conditions de mer défavorables ont été intégrées.

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Procellariidae</b>	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	
Puffin majeur			O		O (Im)	O	O					
Puffin des anglais	O		O			O	O		O	O	O	
Puffin d'Audubon			O			O	O			O		
Puffin cendre	O		O	O	O	O	O		O			
Pétrel de Bulwer						O	O					
Puffin fuligineux									O			
<b>Hydrobatidae</b>	O	O	O		O	O	O		O	O	O	
Océanite cul-blanc	O	O	O			O	O		O	O	O	
Océanite de Wilson						O	O		O	O		
Océanite de Castro	O	O	O			O	O					
Océanite à ventre noir						O						
<b>Phaethontidae</b>			O	O	O	O	O				O	
Phaéton à bec rouge			O	O	O	O	O					
<b>Fregatidae</b>												
Frégate superbe	O	O	O	O	O	O	O		O (Im)	O	O	
<b>Sulidae</b>		O	O	O	O	O	O			O	O	
Fou masqué		O	O	O (Im)	O (Im)	O	O (Im)			O (Im)		
Fou à pied rouge		O		O (Im)								
<b>Stercorariidae</b>	O		O	O	O	O	O		O	O	O	
Labbe à longue queue			O			O (Im)	O			O (Im)	O (Im)	
Labbe parasite			O (Im)		O	O	O (Im)		O	O		
Labbe pomarin	O (Im)		O	O	O				O	O	O (Im)	
<b>Laridae</b>	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O	
Sterne fuligineuse	O	O	O (Im)	O	O	O (Im)	O (Im)		O (Im)	O (Im)	O	
Noddi brun			O			O	O		O	O	O	
Sterne pierregarin	O		O			O (Im)	O		O (Im)	O (Im)	O	
Mouette atricille	O		O	O	O	O	O		O (Im)			
Sterne royale	O		O		O	O	O		O	O	O	
Sterne de Cayenne	O		O	O	O	O	O		O	O (Im)	O	
Sterne caugek											O	
Sterne de Dougall						O			O	O (Im)		
Sterne arctique										O	O	
Petite sterne							O		O	O (Im)	O	
Sterne bridée						O						
Mouette tridactyle			O									
Goélan marin			O									
<b>Scolopacidae</b>						O	O		O	O	O	
<b>Charadriidae</b>									O	O		
<b>Hirundinidae</b>									O	O		

## IV. EXPLORATION DES VARIABILITES SAISONNIERES ET SPATIALES PAR CALCULS D'INDICES

### 1. Matériel et méthode

#### a) Jeux de données utilisés

Pour réaliser ces analyses, nous avons additionné les jeux de données d'OSL et de COHABYS, qui ont été collectés selon des protocoles similaires. Comme pour les analyses précédentes, seules les données collectées par Beaufort inférieur à 5 ont été utilisées. Les données du GEPOG n'ont pas été utilisées car elles ne sont pas exploitables sur le plan quantitatif.

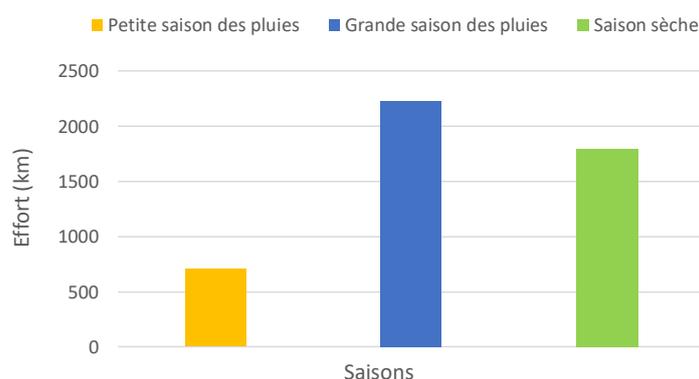


Figure 22 : bilan de l'effort d'observation réalisé par saison, par OSL et COHABYS, et par Beaufort < 5

Dans le but d'explorer les variabilités saisonnières des communautés d'oiseaux et cétacés au large de la Guyane, trois saisons ont été définies (Figure 22) :

- Une petite saison des pluies, de décembre à mars. D'après les données disponibles synthétisées en introduction, c'est durant cette période que la production primaire est la plus faible au niveau du plateau et du talus (décharge minimale de l'Amazone, faible rétroflexion et faible ensoleillement) et que l'état de la mer est le plus détérioré. Seulement 707 km ont été parcourus en effort d'observation durant cette période car les campagnes OSL n'ont pas été déployées mais aussi car le temps a été très souvent défavorable (>4 Beaufort) durant les campagnes COHABYS.
- Une grande saison des pluies, d'avril à juillet. Cette période présente la production primaire la plus élevée au niveau du plateau et du talus (décharge maximale de l'Amazone et rétroflexion plus marquée). L'effort a été de 2228 km à cette saison.
- Une saison sèche, d'août à novembre. Elle présente une production primaire intermédiaire (décharge faible mais persistance des effets de la saison des pluies, rétroflexion marquée et ensoleillement maximal), mais aussi un état de la mer particulièrement favorable aux observations. L'effort a été de 1791 km à cette saison.

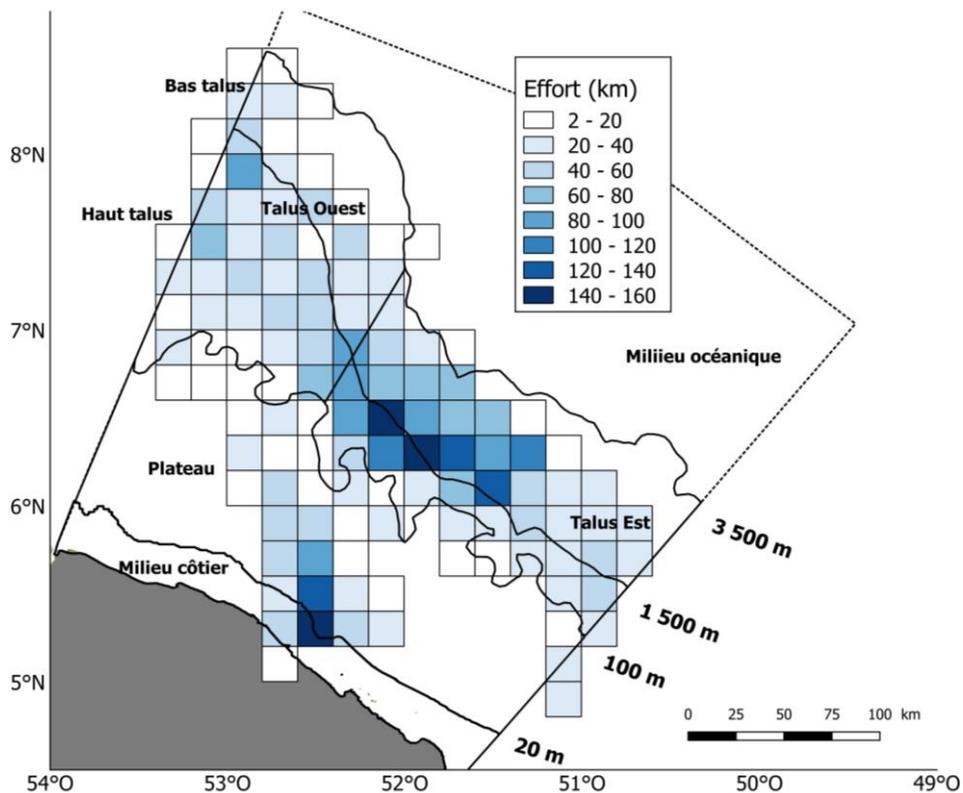


Figure 23 : répartition spatiale de l'effort d'observation réalisé par OSL et COHABYS par Beaufort <5. La grille établie a pour maille 0,2°.

Dans le but d'explorer les variabilités spatiales, la zone d'étude a été divisée de la manière suivante (Figure 23) :

- La zone côtière (sondes 0 à 20 m), qui n'a pas été prise en compte dans les analyses car n'étant pas ciblée par les campagnes, l'effort y a été trop faible (215 km).
- Le plateau (sondes 20 à 100 m) sur lequel un effort d'observation de 853 km a été réalisé, bien qu'il ne s'agisse pas non plus d'une zone ciblée par les campagnes. L'échantillonnage dans ce secteur est essentiellement localisé dans la zone centrale.
- le talus (sondes 100 à 3500 m), sur lequel un effort d'observation de 3657 km a été réalisé. Cette zone a été échantillonnée de manière exhaustive et homogène durant les campagnes OSL, tandis que seule la partie centrale a été échantillonnée au cours des campagnes de COHABYS, d'où un effort plus important dans ce secteur (Figure 23).

Le talus, zone cible de notre étude, a aussi été divisé en :

- haut du talus (sondes 100 à 1 500 m), dans lequel l'effort d'observation a été de 1796 km ;
- bas du talus (1500 m - 3500 m), dans lequel l'effort d'observation a été de 1861 km ;

Et, d'autre part :

- zone Ouest du talus (Figure 23), qui correspond au plateau de Démérara, qui présente une pente faible, dans laquelle l'effort d'observation a été de 1 398 km ;
- zone Est du Talus, qui présente une pente abrupte, et dans laquelle l'effort d'observation a été de 2259 km.

La description des jeux de données montre qu'ils sont limités d'un point de vue quantitatif et pas parfaitement homogènes. De ce fait, il est important de souligner ici que ces analyses restent exploratoires et que les résultats demanderont à être renforcés avec des jeux de données plus importants, en particulier pour la petite saison des pluies et le plateau.

#### b) Indices de densité

Les densités ont été évaluées à partir des taux de détection en nombres d'individus observés pour 100 km parcourus en effort d'observation par Beaufort < 5.

Pour évaluer la variabilité spatiale, la ZEE a été divisée selon une grille de mailles 0,2° et les densités de cétacés et d'oiseaux ont été calculées dans chaque cellule.

Pour évaluer la variabilité saisonnière, nous avons réalisé les manipulations suivantes : les campagnes COHABYS étaient organisées en 5 jours de mer par mois de janvier à mai 2018. Les campagnes OSL étaient organisées en deux legs de 10 jours environ, du 15 au 24 juin, puis du 27 juin au 4 juillet pour la campagne de fin de saison des pluies, et du 19 au 27 septembre, puis du 2 au 12 octobre, pour la campagne de saison sèche. Nous avons choisi de diviser chaque campagne OSL de 10 jours en deux campagnes de 5 jours pour avoir un jeu de données comparable à celui de COHABYS. Les taux de détection ont ensuite été calculés pour chaque campagne de 5 jours.

Ensuite, des boîtes à moustaches ont été réalisées pour les cétacés et les oiseaux, pour chaque habitat et chaque saison. La significativité des différences observées entre les habitats et entre les saisons a été testée soit par le test non paramétrique de deux échantillons indépendants de Mann-Whitney, soit par le test non paramétrique qui s'applique à plusieurs échantillons indépendants de Kruskal-Wallis.

### c) Indices de diversité

Nous avons choisi d'évaluer la diversité des communautés d'oiseaux marins et de cétacés à partir de l'indice de Shannon-Weaver (H) et de ses deux composantes : la richesse spécifique (s, nombre d'espèces observées) et l'équitabilité (E). L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle est d'autant plus élevée que les espèces qui composent la communauté présentent des taux de détection similaires. Ces indices ont été calculés par saison et par habitat, de la manière suivante :

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

avec  $p_i$  = le nombre d'individus recensés pour l'espèce  $i$ , divisé par l'effectif total de toutes les espèces.

$$\text{Equitabilité} = H'/H_{\max}$$

Avec  $H_{\max} = \ln s$  et  $s$  = richesse spécifique

L'effort ayant nécessairement un impact sur le nombre d'espèces observées, nous avons aussi tracé les courbes d'accumulation du nombre d'espèces en fonction l'effort afin de faciliter la comparaison de la richesse spécifique (s) entre les habitats et entre les saisons, à effort équivalent.

## 2. Variabilité saisonnière

### a) Impact de l'état de la mer sur les résultats

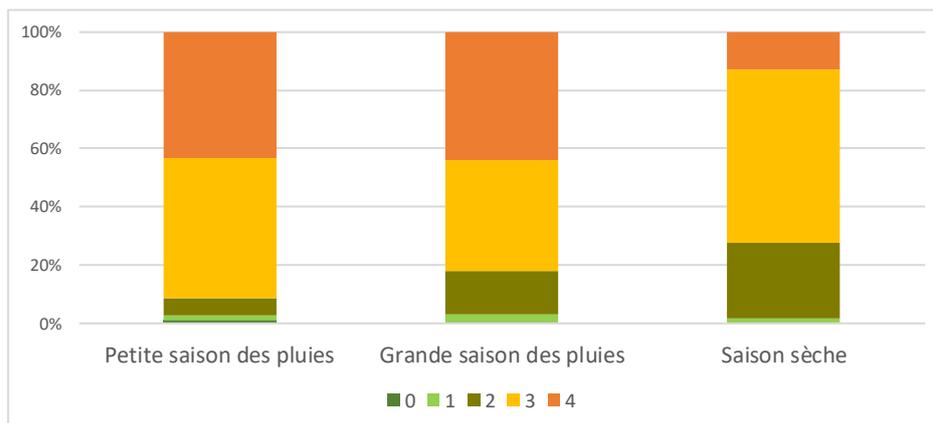


Figure 24 : variabilité de l'état de la mer en fonction de la saison ( $\chi^2$ ,  $p < 0,001$ )

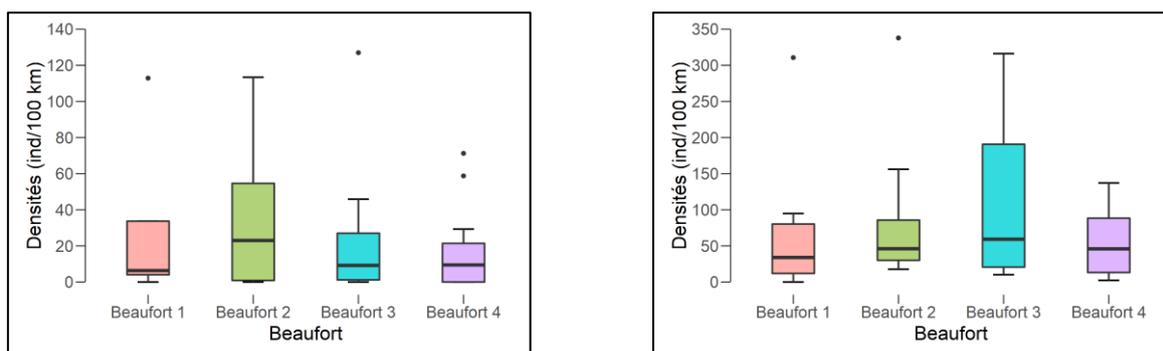


Figure 25 : taux de détection de cétacés (à gauche) et d’oiseaux (à droite) calculés en fonction de l’état de la mer. Les différences ne sont pas significatives (Kruskall Wallis,  $P > 0,1$ )

Bien que les données collectées par météo défavorable (Beaufort > 4) n’aient pas été utilisées dans les analyses, l’état de la mer diffère en fonction des saisons (Figure 24). Il a été moins favorable en petite saison des pluies et plus favorable en saison sèche. Cependant, les analyses statistiques montrent qu’il n’y a pas de différences significatives entre les taux de détections en fonction de l’état de la mer (Figure 25). Nous considérerons donc que l’impact de l’état de la mer sur les analyses de la variabilité saisonnière est négligeable.

## b) Diversité

Tableau 10 : indices de diversité en fonction de la saison ( $H$ =indice de Shannon,  $s$ =nombre d’espèces,  $E$ =équitabilité)

	Cétacés			Oiseaux		
	Petite saison des pluies	Grande saison des pluies	Saison sèche	Petite saison des pluies	Grande saison des pluies	Saison sèche
<b>Effort (km)</b>	707	2228	1791	707	2228	1791
<b>H</b>	0,9	1,8	1,4	2,2	1,1	0,6
<b>s</b>	4	8	10	14	24	29
<b>E</b>	0,67	0,87	0,60	0,84	0,36	0,18

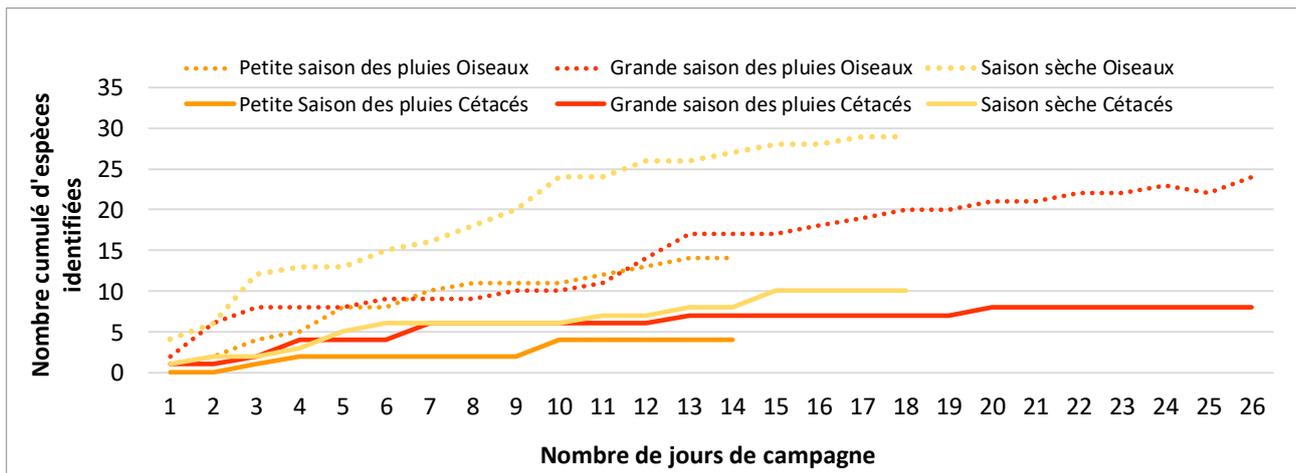


Figure 26 : courbe d'accumulation des espèces identifiées par saison pour les oiseaux et les cétacés

Pour les cétacés, l'indice de Shannon est plus élevé en grande saison des pluies, de part une équitabilité élevée, et en saison sèche, du faite d'un plus grand nombre d'espèces (Tableau 10). Concernant les oiseaux, l'indice de Shannon est plus élevé en petite saison des pluies, de part une équitabilité élevée. L'indice de Shannon est le plus faible en saison sèche mais le nombre d'espèces observées y est le plus élevé.

Les courbes d'accumulation suggèrent qu'à effort comparable, pour les oiseaux comme pour les cétacés, la petite saison des pluies présente un nombre d'espèces plus faible et la saison sèche un nombre plus élevé (Figure 26). Cependant, il faut garder à l'esprit que l'effort en petite saison des pluies est concentré sur la zone centrale du talus, puisque seul COHABYS a déployé des campagnes pendant cette saison.

### c) Taux de détection

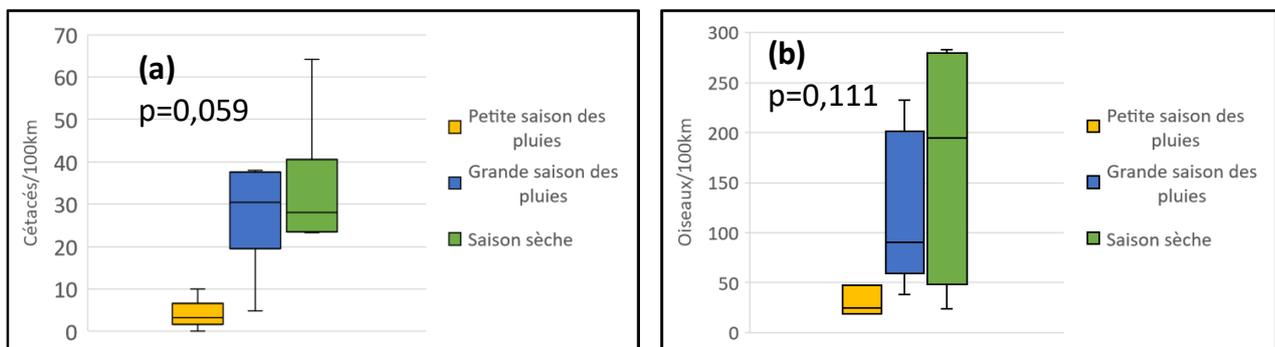


Figure 27 : taux de détection de cétacés (a) et d'oiseaux (b) observés en fonction de la saison. p correspond aux résultats du test de Kruskal-Wallis.

Les tests statistiques ne détectent pas de différence significative entre les taux de détection en fonction des saisons de manière générale ( $P > 0,05$  ; Figure 27), ni pour les cétacés, ni pour les oiseaux marins. Cependant, les tests deux à deux mettent en évidence des taux de détection plus faibles en petite saison des pluies si on la compare avec la grande saison des pluies d'une part et avec la saison sèche d'autre part ( $P < 0,05$ ) ; cela pour les cétacés et les oiseaux.

### 3. Variabilité spatiale

#### a) Diversité

Concernant les cétacés, l'indice de Shannon est plus élevé sur le talus que sur le plateau, essentiellement de part un nombre d'espèces plus élevé (Tableau 11). Cependant, à effort équivalent, les courbes d'accumulation montrent que le nombre d'espèces observées diffère peu entre le plateau et le talus (Figure 28). L'ensemble des indices de diversité diffèrent peu entre le haut et le bas du talus et entre l'ouest et l'est ; ce que les courbes d'accumulation confirment (Tableau 11 ; Figure 29).

Tableau 11 : Indices de diversité en fonction de l'habitat (H=indice de Shannon, s=nombre d'espèces, E=équité)

	Habitats	Plateau	Talus total	Haut Talus	Bas Talus	Talus O	Talus E
	Effort (km)	853	3657	1796	1861	1398	2259
Cétacés	H	1,0	1,6	1,6	1,4	1,3	1,3
	s	5	12	9	7	7	9
	E	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
Oiseaux	H	2,0	0,8	0,9	0,6	0,8	0,8
	s	21	37	30	29	24	30
	E	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2

Concernant les oiseaux, l'indice de Shannon est plus élevé sur le plateau que sur le talus à cause de l'équité (Tableau 11 : Indices de diversité en fonction de l'habitat (H=indice de Shannon, s=nombre d'espèces, E=équité)). En outre, les courbes d'accumulation montrent qu'à effort équivalent, le nombre d'espèces observées est plus élevé sur le plateau (Figure 28). L'ensemble des indices de diversité diffèrent peu entre le haut et le bas du talus et entre l'ouest et l'est, à l'exception du nombre d'espèces qui semble plus important à l'est qu'à l'ouest du talus (Tableau 11). Ces derniers résultats sont confirmés par les courbes d'accumulation (Figure 29).

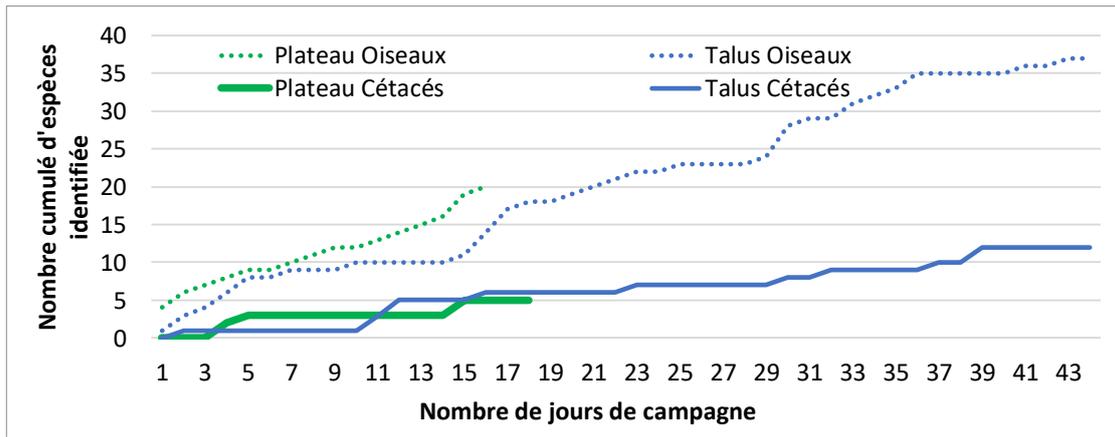


Figure 28 : Courbe d'accumulation des espèces identifiées au niveau du talus et du plateau pour les oiseaux et les cétacés

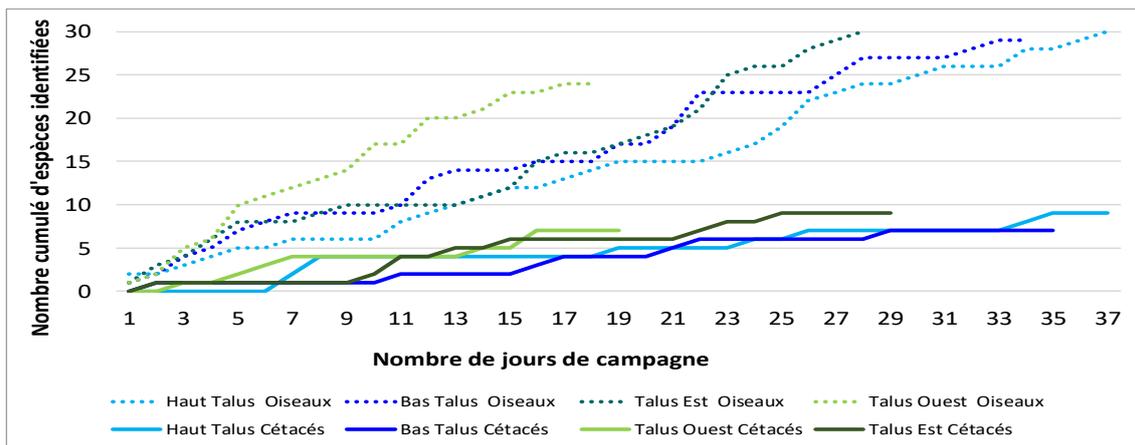


Figure 29 : Courbe d'accumulation des espèces identifiées au niveau des différents habitats du talus pour les oiseaux et les cétacés

## b) Taux de détection

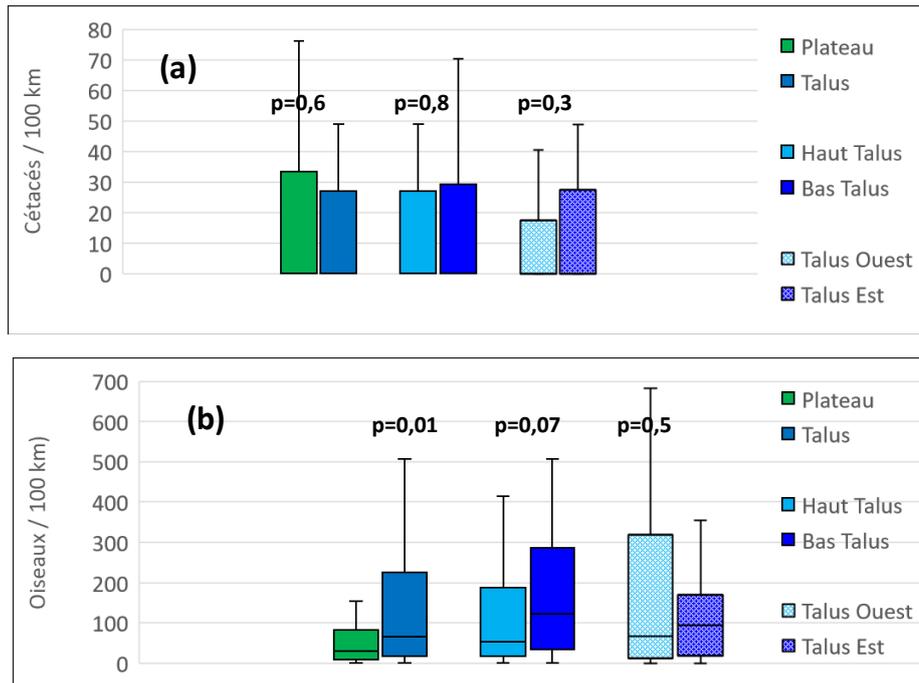


Figure 30 : Taux de détection de cétacés (a) et d'oiseaux (b) observés en fonction de la saison. Les p correspondent aux résultats des tests non paramétriques de Mann-Whitney

Concernant les cétacés, les analyses statistiques ne mettent pas en évidence de différences significatives entre les taux de détection en fonction de l'habitat (Figure 30). Concernant les oiseaux, la seule différence statistiquement significative apparaît entre le plateau et le talus, avec des densités plus faibles sur le plateau.

## V. EXPLORATION DES VARIABILITES SPATIALES PAR MODELISATION DE L'HABITAT DES OISEAUX MARINS

### 1. Matériel et méthode

#### a) Objectif de l'exercice

L'objectif de ce travail était de modéliser la distribution des principaux groupes d'espèces sur l'ensemble du talus, zone cible de l'étude, mais aussi au niveau du plateau, qui a bénéficié d'un effort d'observation opportuniste important, afin de localiser d'éventuelles zones de fortes/faibles densités. Il a été réalisé dans le cadre d'un stage de Master (Farhi, 2019).

#### b) Jeux de données utilisés

Pour réaliser ce travail, comme pour les analyses précédentes, les jeux de données d'OSL et de COHABYS ont été combinés. Encore une fois, uniquement les données collectées par Beaufort<5 ont été utilisées. Enfin, seuls deux modèles ont été réalisés pour les deux espèces d'oiseaux marins les plus fréquemment observées, la sterne fuligineuse (76% des oiseaux marins observés) et le puffin majeur (9%). En effet, la quantité de données était insuffisante pour modéliser les habitats des cétacés, même en réalisant des regroupements par groupes taxonomiques proches. Chez les oiseaux marins, les regroupements taxonomiques n'ont pas donné de résultats probants, du fait de la disparité d'utilisation de l'habitat même entre espèces proches. Cependant, on notera que les deux espèces ciblées par ces travaux représentent à elles deux 85% des oiseaux marins observés durant les deux campagnes (Tableau 12).

Tableau 12 : nombre de groupes d'oiseaux marins et d'individus observés durant les campagnes OSL et COHABYS lorsque les deux jeux de données sont combinés.

Taxons d'oiseaux marins	Nombre de groupes (d'individus) observés	Pourcentage de groupes (d'individus) observés
Laridae	370 (4846)	52 (84)
<i>Sterne fuligineuse (Onychoprion fuscatus)</i>	191 (4336)	27 (76)
Procellariidae	177 (683)	25 (12)
<i>Puffin majeur (Puffinus gravis)</i>	77 (541)	11 (9)
Hydrobatidae	80 (112)	11 (2)
Stercorariidae	29 (34)	4 (1)
Fregatidae	24 (31)	3 (1)
Sulidae	16 (16)	2 (<1)
Phaethontidae	10 (14)	1 (<1)
<b>TOTAL</b>	<b>706 (5736)</b>	<b>100 (100)</b>

### c) Méthodes utilisées

Les détails des analyses réalisées sont disponibles dans le rapport de stage qui a été consacré à ce travail (Farhi, 2019). Ces analyses ont consisté en deux étapes : estimer les densités (nombre d'individus par unité de surface) des animaux le long du trajet du navire par la méthode du distance sampling (Buckland et al 2001), puis modéliser et cartographier les densités sur l'ensemble de la ZEE, même les secteurs non échantillonnés, par la modélisation spatiale.

Le distance sampling permet de corriger le biais lié à la diminution de la probabilité de détection en fonction de la distance perpendiculaire entre l'observation et le transect (ligne de trajet du navire). Elle fait l'hypothèse que les objets situés sur la route ou à proximité sont tous détectés mais que cette probabilité de détection diminue lorsque la distance augmente. Elle s'appuie sur une estimation de la fonction de détection, qui dépend de la distance. Cette fonction de détection est modélisée pour chaque groupe d'espèces dont on souhaite estimer l'abondance. Pour cela, on utilise les données collectées sur le terrain (taxon, distance perpendiculaire et nombre d'individus). Le trajet du navire est alors divisé en legs, de 5 km dans notre cas, et les densités corrigées sont estimées pour chaque leg.

La modélisation spatiale a été réalisée à partir d'un modèle additif généralisé (GAM), qui est une généralisation de la régression multiple non linéaire (Wood, 2006). Cet outil est régulièrement utilisé pour modéliser les habitats de la grande faune pélagique (ex : Virgili *et al.*, 2017, Carlucci *et al.*, 2016 ; Novak, 2016, Laran *et al.* 2019). Cette méthode est basée sur le principe suivant : on ne connaît la densité du groupe taxonomique étudié que sur la route du navire. En revanche, grâce aux données satellites, on connaît les valeurs des principales variables environnementales dans toute la zone étudiée (température et élévation de l'eau, production primaire, courants, pente, profondeur...). On divise donc la zone d'étude en une grille de maille régulière. On détermine dans chaque cellule de cette grille la valeur des variables environnementales et lorsque la zone a été échantillonnée la densité du groupe étudié (estimée par distance sampling). Le modèle identifie ensuite les variables environnementales qui sont significativement corrélées à la densité du groupe taxonomique étudié et modélise cette relation. Enfin, le modèle estime puis cartographie la densité du groupe taxonomique étudié dans l'ensemble des cellules de la zone d'étude, à partir des valeurs des variables environnementales sélectionnées.

## 2. Résultats

Les variables sélectionnées par le modèle ont été les suivantes :

- Pour la sterne fuligineuse : les températures de surface et leur gradient, la profondeur et la pente.
- Pour le puffin majeur : les températures de surface, la chlorophylle (indice de production primaire) et la profondeur.

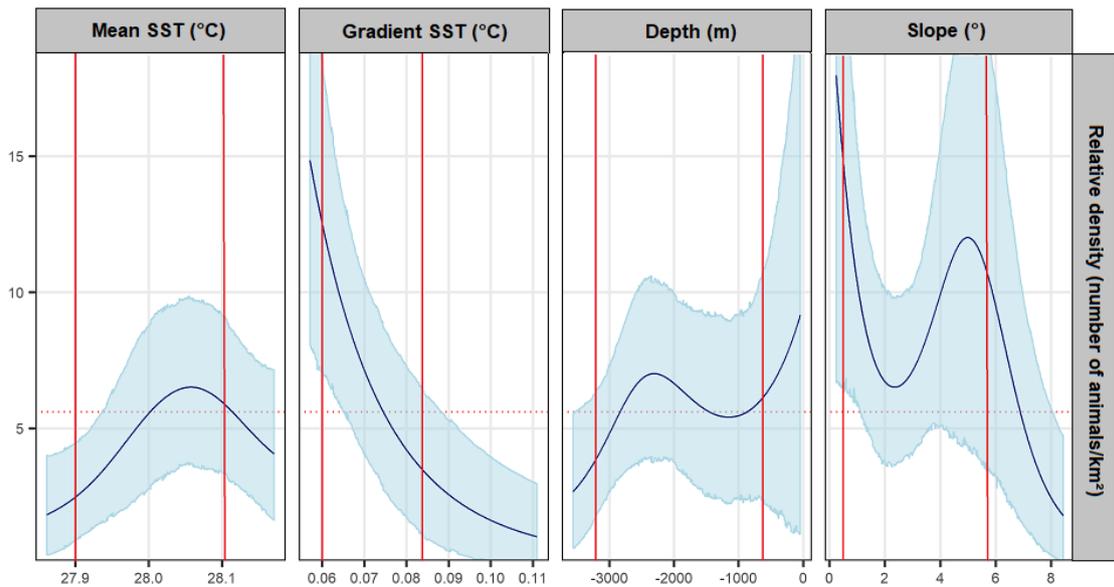


Figure 31 : variables sélectionnées pour la sterne fuligineuse. Dans l'ordre : la température de surface, le gradient de température de surface, la profondeur et la pente.

La sterne fuligineuse (Figure 31) montre une préférence pour un habitat avec une température de surface élevée (l'optimum de densité se situe à 28,05°C), un faible gradient de température (la densité diminue lorsque celui-ci augmente), une grande profondeur (la densité maximale est observé à -2200 mètres) et des pentes assez faibles (deux pics de densité sont observés à 1° et à 5,9°).

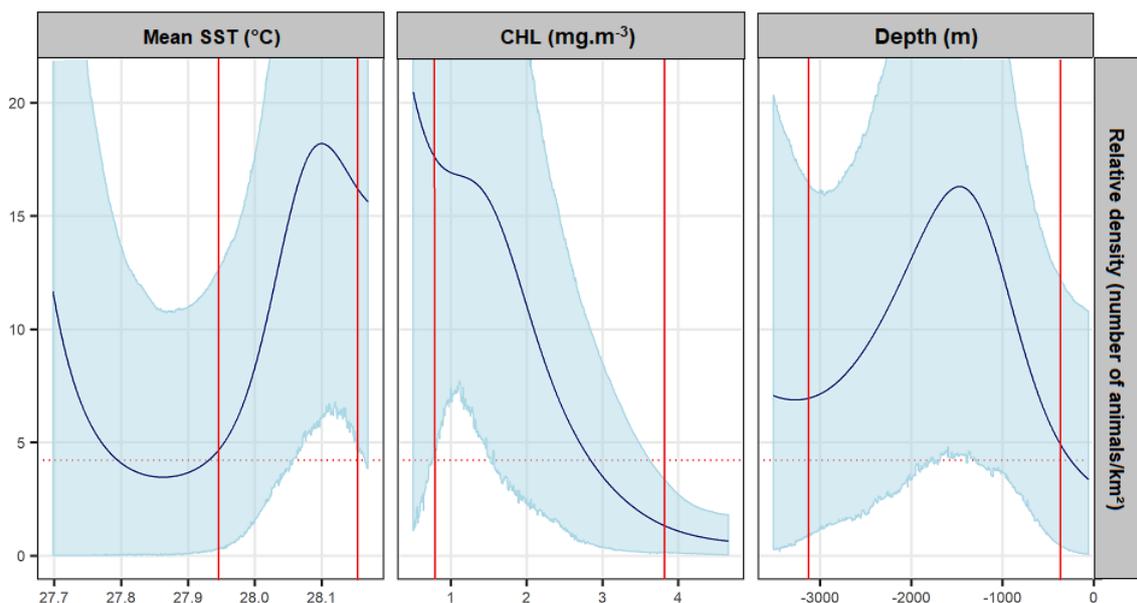


Figure 32 : variables environnementales sélectionnées pour le puffin majeur. Dans l'ordre : la température de surface, la concentration en chlorophylle et la profondeur.

Le puffin majeur (Figure 32) est observé dans des eaux plus chaudes en surface (optimum de densité à 28,1°C), peu productives (la densité diminue lorsque la concentration en chlorophylle a augmenté) et à des profondeurs moins élevées (la plus forte densité est observée à -1400 mètres).

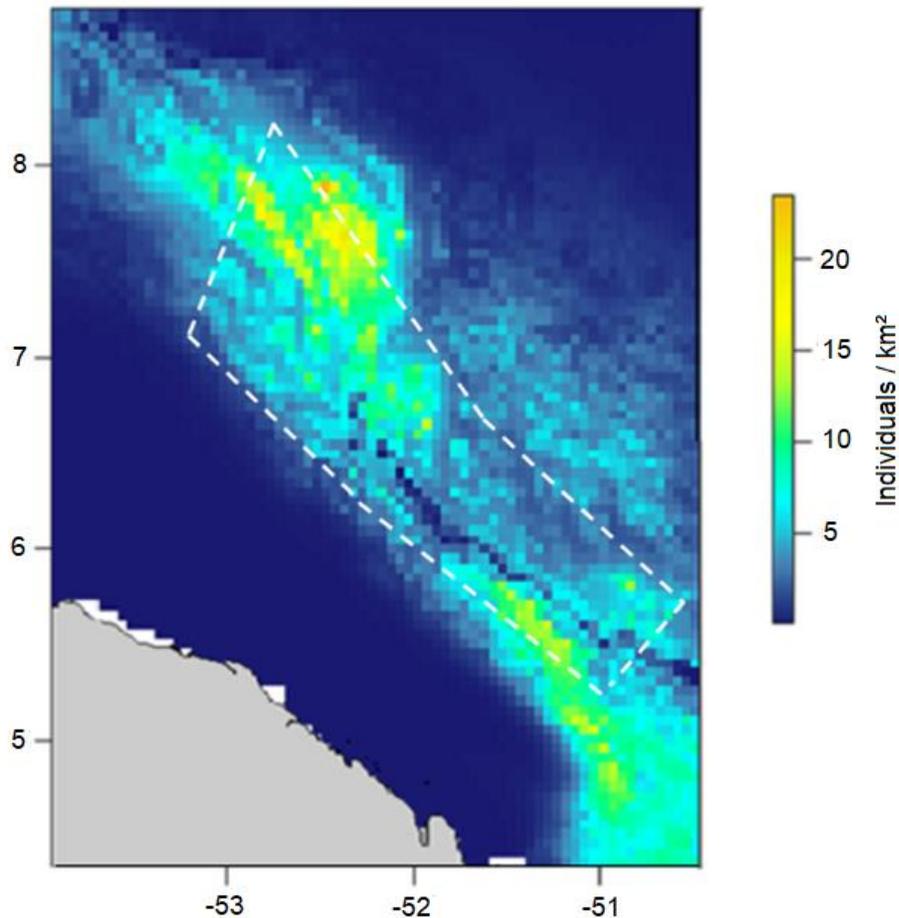


Figure 33 : Carte de prédiction des densités de la Sterne fuligineuse dans la zone d'étude. Les limites du talus sont présentées en pointillé.

La carte de distribution estimée par le modèle suggère que la Sterne fuligineuse (Figure 33) se distribue sur l'ensemble du talus. Les zones de plus fortes densités se trouvent au nord-ouest, au niveau du plateau de Demerara (22 individus/km<sup>2</sup>). Les densités sont très faibles à nulles sur le plateau. Le modèle suggère aussi que la Sterne fuligineuse est présente dans les eaux océaniques adjacentes au talus. Ce résultats doit cependant être pris avec précaution car le milieu océanique n'a pas été échantillonné durant les campagnes OSL et COHABYS.

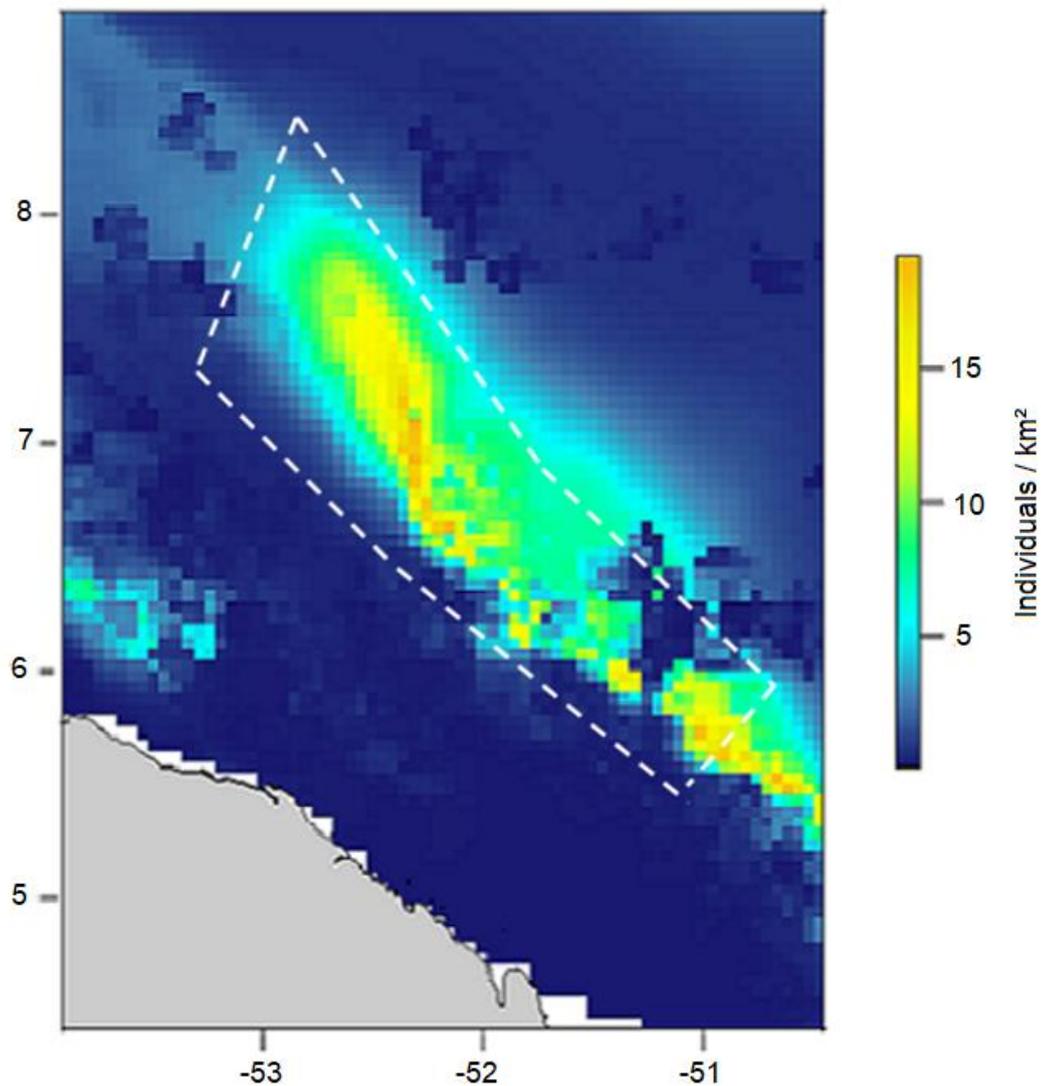


Figure 34 : Carte de prédiction des densités du puffin majeur dans la zone d'étude. Les limites du talus sont présentées en pointillé.

La distribution du puffin majeur (Figure 34) semble se limiter au talus. Son habitat préférentiel est centré sur la partie médiane de la pente (à 1400 mètres de profondeur). On trouve la densité maximale (18 individus / km<sup>2</sup>) dans le secteur centre ouest du talus, aux abords du plateau de Demerara.

## VI. DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

### 1. La méthode choisie

Une quantité importante de données a été collectée de manière opportuniste sur les cétacés présents au large de la Guyane durant différentes campagnes d'exploration sismiques pétrolières et scientifiques (ex : Harmann, 2010 ; Shell 2012 ; Martinez *et al.*, 2019 ; campagnes Ifremer DRADEM et MARGATS, 2016). Ces campagnes permettent, à moindre coût, d'explorer des secteurs difficiles d'accès de la ZEE. Un inconvénient de ces données est que les observateurs ne sont pas toujours expérimentés et les identifications ne sont donc pas toujours fiables. Cependant, ceci est un problème qui peut facilement être réglé en étant attentif aux CV des personnes embarquées. La seconde contrainte, qu'il n'est pas possible cette fois d'ajuster, est que les observations sont collectées dans une région et pendant une période restreinte. Ces données restent donc parfaitement pertinentes pour améliorer les connaissances sur la biodiversité de la grande faune pélagique présente au large de la Guyane, mais ne peuvent pas être utilisées pour des analyses quantitatives.

Les campagnes REMMOA, survols aériens réalisés en 2008 et 2017 sur toute la ZEE de la Guyane, ont pour objectif d'assurer le suivi des populations de la grande faune marine pélagique à l'échelle de l'ensemble du territoire (Van Canneyt *et al.*, 2009 ; Laran *et al.*, 2019a). Ils permettent de déterminer la distribution et la densité des principaux groupes taxonomiques sur l'ensemble de la ZEE et pour une période donnée. Cet outil est performant pour répondre à son objectif de suivi mais il ne permet pas de travailler à l'échelle de l'espèce et son coût empêche de réaliser plus d'un survol à une unique saison tous les 7 ans environ.

Le troisième outil utilisé en Guyane pour étudier la grande faune marine pélagique est la campagne en mer par bateau. La dernière de ce type a été réalisée en septembre 2019 par GREENPEACE en collaboration avec l'observatoire Pelagis, le GEPOG et Evasion Tropical (Laran *et al.*, 2019b). Cette campagne a été menée sur un grand navire océanographique durant 10 jours, au niveau du haut du tombant. Ce type de campagne est parfaitement adéquat pour étudier en détail les espèces présentes et leur distribution. Son unique inconvénient est son coût et le fait que ce type de navire n'est pas présent en permanence en Guyane. Il n'est donc pas envisageable d'organiser régulièrement ce type de campagnes dans le territoire.

Les campagnes en mer réalisées par le GEPOG (fin 2011 à début 2012), COHABYS (janv.-mai 2018) et OSL (juin-juil. puis sept.-oct. 2018), ont été réalisées à partir d'un catamaran de 18 m présent en Guyane à l'année et dédié à ce type d'étude, le Guyavoile. Par rapport à un grand bateau

océanographique, les deux principales contraintes du voilier sont la hauteur de la plateforme d'observation et la vitesse réduite, qui limitent toutes deux la surface de la zone prospectée. Les principaux avantages de ce type de campagnes sont leur coût réduit et la présence permanente de tels navires sur le territoire. Ainsi, la compilation des données collectées lors des trois campagnes a permis de répondre aux objectifs fixés, à savoir :

- compléter et mettre à jour les listes des espèces de cétacés et d'oiseaux de mer observés en Guyane ;
- réaliser des cartes de distribution des espèces de cétacés et d'oiseaux marins observés en Guyane ;
- analyser la variabilité de la présence des principales espèces de cétacés et d'oiseaux marins en fonction de la saison et des habitats, bien qu'il reste beaucoup à faire sur ce point;
- faire des recommandations pour renforcer la conservation et le suivi de la grande faune pélagique présente au large de la Guyane.

L'utilisation de l'acoustique, que ce soit par points d'écoute réguliers et/ou par enregistrements continus de nuit, a montré son utilité pour renforcer la collecte de données (espèces présentes, distribution et saisonnalité) sur les grands plongeurs (cachalot et baleines à bec) et les baleinoptéridés. Cependant, cet outil encore relativement récent présente plusieurs limites, dont les principales sont les suivantes : les groupes détectés ne peuvent pas toujours être identifiés à l'espèce pour les delphinidés, évaluer la taille des groupes n'est pas encore envisageable, enfin, l'impact de la variabilité des paramètres environnementaux sur la détection des animaux est encore mal connu. Ainsi, l'acoustique peut encore difficilement être utilisé dans le cadre d'analyses quantitatives (modélisation d'habitat, étude des variabilités saisonnières et spatiales...).

Les campagnes en mer, avec des observations visuelles conduites selon un protocole classique de distance sampling et complétées par des enregistrements acoustiques, constituent donc une méthode performante pour améliorer les connaissances sur les communautés de cétacés et d'oiseaux marins qui fréquentent la ZEE de Guyane.

Une des contraintes majeures de toute campagne en mer est la météo, quelle que soit la plateforme utilisée. En effet, l'état de la mer est le paramètre environnemental qui influe le plus sur la détectabilité et l'identification des animaux, en particulier les cétacés. Cette contrainte peut être en partie levée, d'une part en ayant une certaine souplesse sur les jours de campagne, de manière à ne sortir que lorsque la météo est acceptable (Beaufort<5), et d'autre part en embarquant un équipage qui a l'expérience de la haute mer.

## 2. Diversité de la communauté de cétacés

Les campagnes du GEPOG, de COHABYS et d'OSL ont permis d'identifier visuellement 4 familles et 15 espèces de cétacés : un kogiidé, le cachalot nain, un physeteridé, le cachalot, un baleinoptéridé, la baleine à bosse, ainsi que 12 espèces de delphinidés. S'y ajoute le rorqual boréal (*Balaenoptera borealis*) et des baleines à bec non identifiées à l'espèce, détectées uniquement grâce aux enregistrements acoustiques. Les delphinidés dominent largement la communauté : ils représentent entre 91 et 100 % des groupes observés et entre 99 et 100% des individus observés, en fonction des campagnes. Au niveau spécifique, 7 espèces dominent la communauté : le dauphin tacheté pantropical, le grand dauphin, le sotalie, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le dauphin commun, le péponocéphale et le dauphin à long bec.

Les résultats montrent que les trois campagnes n'ont pas permis d'identifier toutes les espèces communes qui fréquentent la zone, en particulier en saison sèche. Cela est en accord avec la compilation de toutes les observations de cétacés en Guyane (Tableau 13) qui fait état de la présence de 22 espèces identifiées à ce jour avec certitude dans la ZEE. Cette liste n'est bien entendu pas définitive.

Par comparaison, il existe dans le monde plus de 90 espèces de cétacés classées dans 4 familles de mysticètes (cétacés à fanons) et 10 familles d'odontocètes (cétacés à dents). Dans d'autres territoires d'outremer, 10 espèces de cétacés ont été identifiées aux abords de l'île de la Réunion (Dulau-Drouot, *et al.*, 2008), 13 en Nouvelle Calédonie (Garrigue et Greaves, 2001), 22 à Mayotte (Kiszka *et al.*, 2006), et 23 dans toutes les Antilles françaises (Laran *et al.*, 2019a). En France métropolitaine, la diversité est de 17 espèces dans le golfe de Gascogne (Matear *et al.* 2019) et 14 en Méditerranée (Notarbartolo di Sciara, 2016).

Concernant les statuts de conservation, sur les 90 espèces de cétacés identifiées dans le monde, 25 sont considérées comme menacées (classées dans la liste rouge de l'UICN) et 27 ne sont pas classées par manque de données. En Guyane, le cachalot et le sotalie ont été classés dans la liste rouge des espèces menacées sur le territoire (UICN, 2017) ; par ailleurs, le rorqual commun, le rorqual bleu et à nouveau le cachalot sont classés dans la liste rouge des espèces mondialement menacées. Enfin, plus de la moitié des espèces identifiées en Guyane (12 exactement), ont été classées dans la catégorie « Données insuffisantes » de l'UICN.

Tableau 13 : Liste complète des espèces de cétacés identifiées en Guyane à ce jour avec certitude (=identifiées au moins une fois par un observateur expérimenté sur le terrain ou par la suite à l'aide d'une photographie de bonne qualité) lors d'une des campagnes suivantes (dans l'ordre chronologique) : Van Canneyt et al., 2009 ; Hardmann, 2010 ; Bordin et al., 2012 ; Shell, 2012a ; Shell, 2012b ; Laran, 2019A ; Laran, 2019b ; Martinez et Legall, 2018 ; campagnes OSL 2018. EN=en danger, VU=vulnérable, DD=données manquantes, LC=préoccupation mineure, NA=non applicable (espèce trop peu observées au moment de l'évaluation pour être classée, UICN et al., 2017).

Famille	Espèce	Nom commun	Nom commun anglais	Habitat préférentiel en Guyane	Présence en Guyane	Statut UICN mondial	Statut UICN Régional (Guyane)
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Fin Whale	Bas du Talus	Rare	VU	DD
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	Rorqual bleu	Blue Whale	Bas du Talus	Rare	EN	DD
Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleine à bosse	Humpback Whale	Haut du talus	Commune de juil. à nov.	LC	DD
Balaenopteridae	<i>Rorqual de Bryde</i>	<i>Balaenoptera brydei/edeni</i>	Bryde's Whale	Bas du talus	Rare	LC	NA
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalot	Sperm whale	Bas du talus et milieu océanique	Occasionnelle	VU	VU
Kogiidae	<i>Kogia sima</i>	Cachalot nain	Dwarf sperm whale	Bas du talus et milieu océanique	Rare	DD	NA
Ziphiidae	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleine à bec de cuvier	Cuvier's Beaked Whale	Bas du talus et milieu océanique	Rare	LC	DD
Delphinidae	<i>Orcinus orca</i>	Orque	Killer whale	Talus	Rare	DD	DD
Delphinidae	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Globicéphale tropical	Short-finned Pilot Whale	Talus	Commune	DD	DD
Delphinidae	<i>Pseudorca crassidens</i>	Pseudorque, faux orque	False killer whale	Tous	Occasionnelle	DD	DD
Delphinidae	<i>Peponocephala electra</i>	Péponocéphale	Melon-headed whale	Haut du talus	Commune	LC	DD
Delphinidae	<i>Orque pygmée</i>	<i>Feresa attenuata</i>	Pygmy killer Whale	Talus	Rare	LC	NA
Delphinidae	<i>Sotalia guianensis</i>	Dauphin de Guyane	Sotalia	Côtier	Commune	DD	EN
Delphinidae	<i>Steno bredanensis</i>	Sténo	Rough-toothed dolphin	Plateau	Occasionnelle	LC	DD
Delphinidae	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Dauphin de Fraser	Fraser's dolphin	Talus	Occasionnelle	LC	NA
Delphinidae	<i>Grampus griseus</i>	Dauphin de Risso	Risso's dolphin	Talus	Occasionnelle	LC	DD
Delphinidae	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Bottlenose dolphin	Plateau et haut du Talus	Commune	LC	LC
Delphinidae	<i>Stenella longirostris</i>	Dauphin à long bec	Spinner Dolphin	Haut du talus	Commune	DD	LC
Delphinidae	<i>Stenella frontalis</i>	Dauphin tacheté de l'Atlantique	Atlantic spotted dolphin	Plateau et haut du Talus	Commune	DD	DD
Delphinidae	<i>Stenella attenuata</i>	Dauphin tacheté pantropical	Pantropical spotted dolphin	Talus	Commune	LC	LC
Delphinidae	<i>Stenella clymene</i>	Dauphin de Clymene	Clymene dolphin	Talus	Rare	DD	NA
Delphinidae	<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Common dolphin	Plateau	Commune	LC	DD

### 3. Diversité de la communauté d'oiseaux marins

Les campagnes GEPOG, COHABYS et OSL ont permis d'identifier 30 espèces d'oiseaux marins : 13 laridés, 6 procellariidés, 4 hydrobatidés, 3 stercorariidés, 2 sulidés, un frégatidé et un phaetontidé.

La communauté est largement dominée par les laridés, qui ont compté pour 44% à 50% des détections et 65% à 83% des individus observés en fonction des campagnes. Les procellariidés et les hydrobatidés sont aussi très présents dans la zone. En terme spécifique, les espèces les plus observées ont été : la sterne fuligineuse, très largement dominante en nombre d'individus, le nodd brun, la sterne pierregarin, la mouette atricille, la sterne royale, la sterne de cayenne, le puffin majeur, le puffin des anglais, le puffin d'Audubon, l'océanite cul-blanc, l'océanite de Wilson et la frégate superbe.

Les résultats suggèrent que les trois campagnes ont permis d'identifier les espèces les plus communes de la zone mais pas toutes celles qui fréquentent le territoire de manière plus ponctuelle. Cela est en accord avec la compilation des observations d'oiseaux marins réalisée par le Comité d'Homologation de Guyane (2016), qui liste la présence de 50 espèces d'oiseaux marins dans la ZEE de Guyane (Tableau 14). Ces espèces appartiennent à 10 familles :

- Les diomedeidés, avec l'albatros à nez jaune
- Les procellariidés, avec 7 espèces
- Les hydrobatidés, avec 4 espèces
- Les phaéthondidés avec le phaéton à bec rouge
- Les pélicanidés avec le pélican brun
- Les frégatidés avec la frégate superbe
- Les sulidés avec 3 espèces
- Les phalacrocoracidés avec le cormoran vigua
- Les stercorariidés avec 5 espèces
- Les laridés avec 28 espèces

En outre, la Guyane, et en particulier la réserve naturelle de l'île du Grand Connétable, constitue un site de nidification important pour six espèces d'oiseaux marins.

Par comparaison, il existe dans le monde plus de 300 espèces d'oiseaux marins (Enticott & Tipling, 1997). Elles appartiennent à 13 familles, dont 10 sont communes sous les tropiques : les laridés, les Procellariidae, les Hydrobatidae, les Phaetontidae, les Pelecanidae, les Fregatidae, les Sulidae, les Stercorariidae, les Phalacrocoracidae, et les Diomedidae (Ballance & Pitman, 1999). En Nouvelle Calédonie, 55 espèces ont été identifiées, dont 26 nicheuses, appartenant à 11 familles (Spaggiari *et al.*, 2006). A la Réunion, six espèces d'oiseaux nicheuses sont recensées et plus de 20 espèces sont observées en mer (Jaquemet *et al.*, 2004 ; Le Corre com. pers).

Tableau 14 : Liste complète des espèces d'oiseaux marins identifiées en Guyane à ce jour (CHG, 2016 ; CHG com. pers. ; UICN, 2017 ;). CR=en danger critique, EN=en danger, VU=vulnérable, DD=données manquantes, LC=préoccupation mineure, NA=non applicable (espèces trop peu observées au moment de l'évaluation pour être classées)

Nom Commun	Nom commun anglais	Nom latin	Présence en Guyane	Statut UICN mondial	Statut UICN régional
<b>Diomedidae</b>					
Albatros à nez jaune	Yellow-nosed Albatross	<i>Diomedea chlororhynchus</i>	Rare	EN	DD
<b>Procellariidae</b>					
Puffin cendre	Cory's Shearwaters	<i>Calonectris diomedea</i>	Commune	LC	DD
Puffin d'Audubon	Audubon's Shearwater	<i>Puffinus lherminieri</i>	Commune	LC	DD
Puffin des anglais	Manx Shearwater	<i>Puffinus puffinus</i>	Commune	LC	DD
Puffin majeur	Great Shearwaters	<i>Puffinus gravis</i>	Commune	LC	DD
Pétrel de Bulwer	Bulwer's Petrel	<i>Bulweria bulwerii</i>	Rare	LC	NA
Puffin fuligineux*	Sooty Shearwater	<i>Puffinus griseus</i>	Rare	NT	NA
Pétrel des Desertas	Desertas Petrel	<i>Pterodroma feae deserta</i>	Rare	VU	NA
<b>Hydrobatidae</b>					
Océanite à ventre noir*	Black-bellied Storm Petrel	<i>Fregetta tropica</i>	Rare	LC	NA
Océanite cul-blanc	Leach's Storm-Petrel	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	Commune	VU	NA
Océanite de Wilson	Wilson's Storm-Petrel	<i>Oceanites oceanicus</i>	Commune	LC	DD
Océanite de Castro	Band-rumped Storm-Petrel	<i>Oceanodroma castro</i>	Occasionnelle	LC	DD
<b>Phaethontidae</b>					
Phaéton à bec rouge	Red-billed Tropicbird	<i>Phaethon aethereus</i>		LC	DD
<b>Pelecanidae</b>					
Pélican brun	Brown Pelican	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Rare	LC	NA
<b>Fregatidae</b>					
Frégate superbe	Magnificent Frigatebird	<i>Fregata magnificens</i>	Commune	LC	EN
<b>Sulidae</b>					
Fou masqué	Masked Booby	<i>Sula dactylatra</i>	Commune	LC	DD
Fou à pieds rouges	Red-footed Booby	<i>Sula sula</i>	Rare	LC	NA
Fou brun	Brown Booby	<i>Sula leucogaster</i>	Occasionnelle	LC	DD
<b>Phalacrocoracidae</b>					
Cormoran vigua	Neotropic Cormoran	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Rare	LC	VU
<b>Stercorariidae</b>					
Labbe à longue queue	Long-tailed Jaeger	<i>Stercorarius longicaudus</i>	Commune	LC	DD
Labbe parasite	Parasitic Jaeger	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Commune	LC	DD
Labbe pomarin	Pomarine Jaeger	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Commune	LC	DD
Grand Labbe	Great Skua	<i>Stercorarius skua</i>	Rare	LC	DD
Labbe de McCormick	South Polar Skua	<i>Stercorarius maccormicki</i>	Rare	LC	DD
<b>Laridae</b>					
Mouette tridactyle	Black-legged Kittiwake	<i>Rissa tridactyla</i>	Rare	VU	NA
Mouette de Sabine	Sabine's Gull	<i>Xema sabini</i>	Rare	LC	NA
Mouette à tête grise	Gray-hooded Gull	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Rare	LC	NA
Mouette rieuse	Black-headed Gull	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Occasionnelle	LC	DD
Mouette pygmée	Little Gull	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Rare	LC	NA
Mouette atricille	Laughing Gull	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Commune	LC	VU
Mouette de Franklin	Franklin's Gull	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Rare	LC	NA
Goéland cendré	Common Gull	<i>Larus canus</i>	Rare	LC	NA
Goélan marin	Great Black-backed Gull	<i>Larus marinus</i>	Rare	LC	NA
Goéland dominicain	Kelp Gull	<i>Larus dominicanus</i>	Rare	LC	NA
Goéland brun	Lesser Black-backed Gull	<i>Larus fuscus</i>	Occasionnelle	LC	DD
Goéland argenté	Herring Gull	<i>Larus argentatus</i>	Rare	LC	NA
Noddi brun	Brown Noddy	<i>Anous stolidus</i>	Commune	LC	VU
Sterne fuligineuse	Sooty Tern	<i>Onychoprion fuscatus</i>	Commune	LC	CR
Sterne bridée	Bridled Tern	<i>Onychoprion anaethetus</i>	Rare	LC	NA
Petite sterne	Least Tern	<i>Sternula antillarum</i>	Occasionnelle	LC	NT
Sterne argentée	Yellow-billed Tern	<i>Sternula superciliaris</i>	Rare	LC	NA
Sterne à gros bec	Large-billed Tern	<i>Phaetusa simplex</i>	Occasionnelle	LC	NT
Sterne hansel	Gull-billed Tern	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Rare	LC	NA
Guifette noire	Black Tern	<i>Chlidonias niger</i>	Rare	LC	NT
Guifette leucoptère	White-winged Tern	<i>Chlidonias leucopterus</i>	Rare	LC	NA
Sterne pierregarin	Common Tern	<i>Sterna hirundo</i>	Commune	LC	NA
Sterne de Dougall	Roseate Tern	<i>Sterna dougallii</i>	Occasionnelle	LC	DD
Sterne arctique	Arctic Tern	<i>Sterna paradisaea</i>	Occasionnelle	LC	DD
Sterne élégante	Elegant Tern	<i>Thalasseus elegans</i>	Rare	NT	NA
Sterne caugek	Sandwich Tern	<i>Thalasseus sandvicensis acuflavida</i>	Occasionnelle	LC	DD
Sterne de Cayenne	Cayenne tern	<i>Thalasseus sandvicensis eurygnathus</i>	Commune	LC	VU
Sterne royale	Royal Tern	<i>Thalasseus maximus</i>	Commune	LC	VU

Parmi les 50 espèces identifiées en Guyane, 6 sont mondialement menacées : l'Albatros à nez jaune, classé dans la catégorie « En danger », le Pétrel des Desertas, l'Océanite cul-blanc, et la Mouette tridactyle, qui sont classés dans la catégorie « Vulnérable » de la liste rouge mondiale, et d'autre part le Puffin fuligineux ainsi que la Sterne élégante qui sont classées dans la catégorie « Quasiment menacé ». L'océanite cul-blanc fait aussi partie des espèces qui ont été les plus observées durant les campagnes. En outre, les populations des principales espèces qui nichent sur l'île du Grand Connétable ont été classées dans la liste des espèces menacées à l'échelle régionale : la population nicheuse de sterne fuligineuse a été classée dans la catégorie « En danger critique d'extinction », la frégate superbe se trouve dans la catégorie « En danger » et la mouette atricille, le noddie brun, la sterne de Cayenne et la sterne royale ont été classées dans la catégorie « Vulnérable » (UICN *et al.*, 2017).

#### 4. Variabilité saisonnière

Dans le but d'identifier les périodes les plus importantes pour la conservation des cétacés et des oiseaux marins au large de la Guyane, trois saisons ont été définies :

- Une petite saison des pluies, de décembre à mars, qui est la période durant laquelle la production primaire est la plus faible au niveau du plateau et du talus.
- Une grande saison des pluies, d'avril à juillet. Cette période présente la production primaire la plus élevée au niveau du plateau et du talus.
- Une saison sèche, d'août à novembre.

L'état de la mer n'est pas constant en fonction des saisons, cependant, les données collectées par beaufort >4 n'ont pas été utilisées dans les analyses et les tests statistiques ont montré que dans ces conditions l'impact de l'état de la mer sur les taux de détections des cétacés et des oiseaux n'était pas significatif.

Concernant les cétacés, les résultats de la présente étude montrent que les espèces les plus communes, le grand dauphin, le péponocéphale, le dauphin à long-bec, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le dauphin tacheté pantropical, le dauphin commun et le sotalie semblent être présentes toute l'année. Toutes les observations de baleinoptéridés, espèces migratrices, ont eu lieu en saison sèche. Cependant, la baleine à bosse a aussi été identifiée dans les enregistrements acoustiques en janvier et en juin. Le cachalot a été observé en juin et en novembre et détecté dans les enregistrements en octobre. Sa présence en petite saison des pluies n'est donc pas confirmée.

Les indices de diversité et les taux de détection suggèrent que la communauté de cétacés est moins diversifiée et les individus moins abondants en petite saison des pluies, période durant laquelle la productivité du milieu est la plus faible de l'année. Il doit cependant être souligné ici que seul les campagnes COHABYS ont été déployées durant la petite saison des pluies. Ainsi l'effort a été plus faible durant cette saison et limité à la zone centrale du plateau et du talus. Ces résultats demandent donc à être confortés avec un jeu de données plus important et complet pour cette saison.

La reproduction a été confirmée pour les espèces les plus communes, à l'exception du dauphin commun, sans qu'une saisonnalité particulière soit mise en évidence. Des couples mères-petits de baleine à bosse ont été observés à deux reprises durant les campagnes OSL de saison sèche, dont un avec un petit de l'année. De telles observations ont été régulières au cours des différentes campagnes menées en Guyane à cette période ces dernières années (Martinez *et al.*, 2019 ; Laran *et al.*, 2019b). Enfin, des couples mères-petits de cachalot ont été observés à deux reprises en juin et en octobre mais l'âge des jeunes n'a pas été déterminé.

Concernant les espèces les plus fréquemment observées d'oiseaux marins, les campagnes GEPOG, COHABYS et OSL mettent en évidence que la sterne fuligineuse, la sterne de Cayenne, et la frégate superbe sont fréquentes toute l'année en Guyane. La plupart des autres espèces communes ne fréquenteraient régulièrement le territoire que durant la grande saison des pluies et/ou la saison sèche et de manière plus ponctuelle en dehors de cette période. Les limicoles ont pour leur part été principalement observés en fin de grande saison des pluies et début de saison sèche.

Au vu de ces premiers résultats, il est logique d'observer que le nombre d'espèces d'oiseaux identifiées en Guyane est plus faible en petite saison des pluies. Cependant, en grande saison des pluies et en saison sèche, des groupes de plusieurs centaines de sternes fuligineuses ont été observés à plusieurs reprises et l'espèce a largement dominé la communauté en nombre d'individus. Ainsi, l'indice de diversité est finalement plus élevé en saison des pluies, période à laquelle la proportion des différentes espèces est plus équilibrée. Par ailleurs, les indices de densité d'oiseaux sont significativement plus faibles en petite saison des pluies. Enfin, comme signalé pour les cétacés, ces résultats demandent à être renforcés avec un jeu de données plus important et complet pour la petite saison des pluies.

Afin d'identifier la période la plus sensible pour la conservation des oiseaux au large de la Guyane, il faut aussi prendre en compte le fait que le territoire constitue un site de nidification majeur pour six espèces d'oiseaux marins. Le pic de la saison de reproduction se situe en fin de grande saison des pluies et début de saison sèche, à l'exception de la frégate qui montre un pic de nidification en petite et grandes saisons des pluies (Hauselmann *et al.*, 2013).

L'ensemble de ces résultats nous ont permis de proposer une première évaluation de l'importance relative des différentes saisons pour la conservation des cétacés et des oiseaux observés au large de la Guyane. Cette évaluation (Tableau 15), suggère que les saisons les plus sensibles pour la conservation de ces deux communautés sont la grande saison des pluies et la saison sèche.

*Tableau 15 : évaluation des saisons les plus sensibles pour la conservation des communautés de cétacés et d'oiseaux observées au large de la Guyane. Les cases grisées mettent en évidence l'importance particulière d'une saison par rapport aux autres au regard du critère correspondant.*

Critères		Petite saison des pluies (dec.-mars)	Grande saison des pluies (avr.-juil.)	Saison sèche (août-nov.)
Cétacés	Espèces classées dans la liste rouge UICN mondiale et/ou régionale et dont la présence régulière est avérée	Sotalie	Sotalie, Cachalot	Sotalie, Cachalot
	Période de reproduction avérée pour			Baleine à bosse
	Diversité de la communauté	La plus faible		
	Taux de détection	Les plus faibles		
Oiseaux	Espèces classées dans la liste rouge UICN mondiale et/ou régionale dont la présence régulière est avérée	Océanite cul-blanc, sterne fuligineuse, frégate superbe, mouette atricille, sterne de Cayenne <b>(5 espèces)</b>	Océanite cul-blanc, sterne fuligineuse, frégate superbe, mouette atricille, sterne de Cayenne, nodd brun, sterne royale <b>(7 espèces)</b>	Océanite cul-blanc, sterne fuligineuse, frégate superbe, mouette atricille, sterne de Cayenne, nodd brun, sterne royale <b>(7 espèces)</b>
	Période de reproduction avérée pour	frégate superbe	sterne fuligineuse, frégate superbe, mouette atricille, nodd brun, sterne de Cayenne, sterne royale <b>(6 espèces)</b>	sterne fuligineuse, mouette atricille, nodd brun <b>(3 espèces)</b>
	Diversité de la communauté	La plus élevée		
	Taux de détection	Les plus faibles		

## 5. Variabilité spatiale

Dans le but d'explorer les variabilités spatiales, la zone d'étude a été divisée de la manière suivante :

- Le plateau : sondes 20 à 100 m ;
- haut du talus : sondes 100 à 1500 m ;
- bas du talus : 1 500 m - 3500 m ;
- zone Ouest du talus, à la pente douce, qui correspond au plateau de Démérara ;
- zone Est du Talus, qui présente une pente abrupte.

Le milieu côtier et le milieu océanique n'ont pas été considérés dans ces analyses car ces habitats n'étant pas ciblés par les campagnes COHABYS et OSL, la quantité de données était insuffisante.

Les résultats de la présente étude montrent que les principales espèces de delphinidés ont été observées : sur le plateau, pour le grand dauphin, le dauphin tacheté de l'Atlantique et le dauphin commun ; dans la zone haute du talus pour le grand dauphin, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le dauphin à long bec, péponocéphale, et le dauphin tacheté pantropical ; dans la zone basse du talus pour le dauphin tacheté pantropical et le cachalot, le dauphin à long bec, péponocéphale. Les espèces plus rares (dauphin de Risso, le dauphin de Fraser, le globicéphale, l'orque pygmée) ont été observées au niveau du talus, sans qu'on puisse définir leur habitat avec plus de précision et l'observation de sténo a été réalisée sur le plateau. Le cachalot nain, le cachalot, et les ziphiidés ont été détectés dans la zone basse du talus. Les observations de baleine à bosse ont été réalisées à proximité de l'isobathe des 100 m, à la frontière entre le plateau et le talus.

Concernant la variabilité de la diversité de la communauté de cétacés en fonction de l'habitat, certains résultats suggèrent que le nombre d'espèces est plus important au niveau du talus qu'au niveau du plateau. En outre, la diversité ne semble pas varier entre les différents secteurs du talus. Enfin, contrairement à ce que suggéraient les premiers survols REMMOA (Van Canneyt *et al.*, 2009), nos résultats n'ont pas mis en évidence que les densités de cétacés étaient plus importantes au niveau du talus qu'au niveau du plateau. Comme pour les variabilités saisonnières, il faut garder à l'esprit que le jeu de données n'était pas parfaitement homogène. En effet, sur le plateau, les données ont été collectées de manière opportuniste, ainsi, l'effort est plus faible que sur le talus et concentré dans la zone centrale. Ces résultats demandent donc à être renforcés avec un jeu de données plus important et complet pour le plateau.

Chez les laridés, on distingue deux communautés : une communauté d'espèces pélagiques, qui a été observée essentiellement au niveau du talus et une communauté d'espèces néritiques, observées uniquement ou essentiellement en milieu côtier et/ou sur le plateau. La communauté pélagique est dominée par la sterne fuligineuse, qui montre la distribution la plus pélagique avec une préférence pour le bas du talus, voir le milieu océanique comme les résultats de la modélisation le suggèrent. On trouve aussi dans ce groupe : le noddie brun, la sterne arctique, la sterne bridée ainsi que de la petite sterne. Cette dernière espèce est habituellement décrite comme une espèce côtière mais elle a montré une distribution pélagique pendant la campagne OSL. La communauté côtière est composée de la sterne de Cayenne, qui semble avoir une préférence pour le milieu côtier, de la sterne pierregarin, qui montre une préférence pour le plateau, et des espèces suivantes : la sterne royale, la mouette atricille, la sterne de Dougall, la sterne caugek, la mouette tridactyle et le goéland marin.

Concernant les autres espèces d'oiseaux, les procellariidés ont essentiellement été observés sur le talus ; les océanites ont été observés dans tous les habitats à l'exception du milieu côtier mais les deux espèces dominantes semblent avoir une préférence pour le haut du talus ; la frégate superbe a été observée dans tous les milieux avec une préférence pour la zone côtière ; enfin, le phaéton à bec rouge, les fous et les labbes ont été observés essentiellement au niveau du talus.

La diversité de la communauté d’oiseaux est plus élevée sur le plateau. L’ensemble des indices diffèrent peu entre le haut et le bas du talus et entre l’ouest et l’est, à l’exception du nombre d’espèces qui semble plus important à l’est qu’à l’ouest du talus. Concernant les densités, le talus présenterait des densités plus élevées que le plateau. Ce résultat est confirmé par la modélisation qui montre que la sterne fuligineuse et le puffin majeur, qui composent 85% des individus de la communauté d’oiseaux marins, se distribuent essentiellement sur le talus. Ces derniers travaux suggèrent aussi que la densité de ces espèces est particulièrement importante à l’ouest du talus, au niveau du plateau de Demerara. Comme souligné pour les cétacés, ces résultats demandent à être renforcés avec un jeu de données plus important et complet pour le plateau.

L’ensemble de ces résultats nous amène à proposer une première évaluation de la sensibilité relative des différents habitats du plateau et du talus pour la conservation des cétacés et des oiseaux observés au large de la Guyane. Cette évaluation (Tableau 16), suggère que le secteur du talus est plus sensible que le plateau pour la conservation des cétacés. Concernant les oiseaux, les deux secteurs semblent aussi sensibles l’un que l’autre. Enfin, au sein du talus, aucun secteur ne semble prioritaire.

*Tableau 16 : évaluation des habitats les plus sensibles pour la conservation des communautés de cétacés et d’oiseaux observées au large de la Guyane. Les cases grisées mettent en évidence l’importance particulière d’une saison par rapport à une autre au regard du critère correspondant.*

Critères		Plateau	Talus total	Haut talus	Bas talus	Ouest talus	Est talus
Cétacés	Eespèces classées dans la liste rouge UICN mondiale et/ou régionale dont la présence régulière est avérée		Cachalot, Baleine à bosse	Baleine à bosse	Cachalot	Pas analysé	
	Diversité de la communauté		Plus élevée	Pas de différences significatives		Pas de différences significatives	
	Densités d'individus	Pas de différences significatives		Pas de différences significatives		Pas de différences significatives	
Oiseaux	Eespèces classées dans la liste rouge UICN mondiale et/ou régionale dont la présence régulière est avérée	frégate, mouette atricille, sterne de Cayenne, sterne royale	Océanite cul-blanc, sterne fuligineuse, frégate, noddi brun	Océanite cul-blanc, frégate, noddi brun	sterne fuligineuse, frégate, noddi brun	Pas analysé	
	Diversité de la communauté	Plus élevée		Pas de différences significatives			Plus élevée
	Densités d'individus		Plus élevée	Pas de différences significatives		Plus élevée	

## 6. Conclusions et recommandations

Avec 22 espèces identifiées à ce jour, la diversité de la communauté de cétacés présente en Guyane apparaît comme une des plus élevée de l'ensemble des régions marines françaises d'outremer. C'est aussi le constat qu'ont fait Laran *et al.* (2019a) à la suite des campagnes REMMOA de suivi de la grande faune pélagique dans l'ensemble des territoires d'outremer français.

Au total, 50 espèces d'oiseaux marins ont été identifiées en Guyane. Ainsi, toutes les familles d'oiseaux marins régulièrement rencontrées dans les régions tropicales et environ 20% des espèces d'oiseaux marins comptabilisées dans le monde (environ 300) ont été identifiées en Guyane. Le territoire présente donc une diversité d'espèces importante.

Cinq espèces de cétacés sont particulièrement vulnérables en Guyane : le sotalie et le cachalot, listés dans la liste rouge UICN régionale, le rorqual commun et le rorqual bleu classés dans la liste rouge UICN mondiale, auxquels on peut ajouter la baleine à bosse, espèce migratrice pour qui les eaux guyanaises semblent constituer une zone de nurserie.

Les populations des 6 principales espèces d'oiseaux qui nichent sur l'île du Grand Connétable ont été classées dans la liste rouge des espèces menacées en Guyane. Parmi elles se trouvent la sterne royale et la mouette atricille dont respectivement environ 50% et 20% de la population caribéenne niche en Guyane et la sterne de Cayenne dont environ un tiers de la population mondiale nidifie dans ce territoire (Hauselmann *et al.*, 2013). En outre, 6 autres espèces observées en Guyane se trouvent dans la liste rouge mondiale, dont l'océanite cul-blanc qui fait partie des espèces les plus observées au large.

L'ensemble de ces résultats montre que la Guyane porte une responsabilité importante vis-à-vis de la préservation de la biodiversité de la grande faune marine outremer.

Les données collectées ont permis d'identifier les principales espèces d'oiseaux marins et de cétacés qui fréquentent les eaux guyanaises ainsi que leur distribution et leur saisonnalité. Cependant, de nombreuses questions demeurent, en particulier dans le cas des espèces menacées : quelle est la taille et l'évolution de la population de sotalie ? Combien de baleines à bosse utilisent les eaux guyanaises comme nurserie et d'où viennent ces individus ? Quelles espèces de rorquals fréquentent la ZEE, dans quel but et à quelle période ? Les cachalots sont-ils présents toute l'année en Guyane ? D'où proviennent les très nombreuses sternes fuligineuses qui fréquentent le talus ? Quel est le rôle des eaux guyanaises dans l'accueil des oiseaux marins en dehors des périodes de reproduction ? En outre, 55% des espèces de cétacés et 38% des espèces d'oiseaux marins identifiées sont classés dans la catégorie « données insuffisantes » à l'échelle régionale (UICN *et al.*, 2017), mettant en évidence le manque global d'information disponible sur ces groupes.

Les caractéristiques des communautés de cétacés et d'oiseaux marins (densités, diversité, périodes de reproduction, statuts de conservation) ont été comparées en fonction des saisons (petite saison des pluies, grande saison des pluies et saison sèche) et des habitats (plateau et tombant). Les résultats suggèrent que les saisons les plus sensibles pour la conservation des cétacés et des oiseaux marins au large de la Guyane sont la grande saison des pluies et la saison sèche. Au niveau spatiale, le secteur du talus semble plus prioritaire que le plateau pour les cétacés. Concernant les oiseaux, les deux secteurs semblent aussi sensibles l'un que l'autre. Les jeux de données utilisés pour ces analyses étant limités, ces résultats demandent à être renforcés avec des jeux de données plus importants et plus complets, en particulier pour la petite saison des pluies et le plateau, qui n'étaient pas ciblés par les campagnes OSL et COHABYS. En outre, ces résultats ne doivent pas faire oublier l'importance de la zone côtière, qui n'a pas été intégrée dans ces analyses. En effet, celle-ci constitue l'habitat privilégié du sotalie, espèce endémique du plateau des Guyane et considérée comme menacé en Guyane et elle est aussi le site privilégié d'alimentation des espèces d'oiseaux menacés qui nichent sur l'île du Grand Connétable.

Ce travail a aussi mis en évidence que les campagnes en mer, avec des observations visuelles conduites selon un protocole classique de distance sampling et complétées par des enregistrements acoustiques, constituent une méthode performante pour améliorer les connaissances sur les communautés de cétacés et d'oiseaux marins qui fréquentent la ZEE de Guyane. Cet effort doit être poursuivi et il est important de le compléter par la mise en place d'un réseau d'hydrophones fixes sur le talus afin de renforcer la collecte de données sur les grands plongeurs et les baleinoptéridés, difficiles à observer et qui comptent plusieurs espèces menacées.

A partir de ces conclusions, nous pouvons établir une liste de recommandations pour :

- poursuivre le suivi des communautés de cétacés et d'oiseaux marins observées en Guyane ;
- améliorer les connaissances sur les communautés de cétacés et d'oiseaux marins observées en Guyane,
- améliorer les connaissances sur les espèces de cétacés menacés observées en Guyane : sotalie, cachalot, baleine à bosse, rorqual commun et rorqual bleu ;
- améliorer les connaissances sur les espèces d'oiseaux marins menacés observées en Guyane : les espèces nicheuses (sterne fuligineuse, frégate superbe, mouette atricille, de noddie brun, de sterne de Cayenne et de sterne royale, classées dans la liste rouge régionale) et les espèces non nicheuses (Pétrel des Desertas, Océanite cul-blanc, Mouette tridactyle, Puffin fuligineux, Sterne élégante, classées dans la liste rouge mondiale).

Les actions correspondantes sont décrites et priorisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : recommandations pour le suivi et l'amélioration des connaissances sur les cétacés et les oiseaux marins qui fréquentent la ZEE de Guyane

Besoins	Objectif	Actions à mettre en œuvre	Etat	Priorité
Suivi des communautés de cétacés et d'oiseaux observées en Guyane	Assurer le suivi des principaux taxons sur toute la ZEE	Poursuivre les survols de suivi de la grande faune marine pélagique par les survols REMMOA	En cours	1
	Suivre les effectif des couples reproducteurs et le succès de reproduction des principales espèces nicheuses	Poursuivre le suivi des populations qui nichent sur l'île du Grand connétable	En cours	1
Améliorer les connaissances sur les communautés d'oiseaux marins et de cétacés	Améliorer les connaissances sur la diversité d'espèces, leur distribution et leur saisonnalité	Réaliser de nouvelles campagnes en mer composées de quelques jours de campagne par mois sur un an, du milieu côtier à la sonde 3500 m.	A faire	2
		Centraliser et analyser les données collectées de manière opportunistes durant les campagnes océanographiques réalisées au large de la Guyane	A renforcer	1
	Améliorer les connaissances sur les espèces de cétacés difficiles à observer (grands plongeurs et espèces migratrices)	Mettre en place un réseau d'hydrophones fixes au large de la Guyane	A faire	2
Améliorer les connaissances sur les espèces de cétacés menacés observées en Guyane	Améliorer les connaissances sur la population de sotalie présente en Guyane	Poursuivre et renforcer le programme COAST (GEOG/WWF)	En cours	1
	Améliorer les connaissances sur le cachalot et les baleinoptéridés menacés qui fréquentent les eaux guyanaises : fréquence de détection, saisonnalité, présence de jeunes...	Mettre en place un réseau d'hydrophones fixes au large de la Guyane	A faire	1
	Améliorer les connaissances sur la population de baleines à bosse qui fréquente les eaux guyanaises	Organiser des campagnes en mer dédiées dans la zone basse du talus (photoID, biopsies, suivis focaux, composition des groupes...)	A faire	1
Améliorer les connaissances sur les espèces d'oiseaux marins menacés observées en Guyane	Améliorer les connaissances sur la présence des principales espèces nicheuses : saisonnalité et utilisation de l'habitat	Réaliser de nouvelles campagnes en mer composées de quelques jours de campagne par mois sur un an, du milieu côtier à la sonde 3500 m.	A faire	2
		Organiser une campagne de pose de balises annuelles sur les principales espèces qui nichent au Grand Connétable	A renforcer	2
	Améliorer les connaissances sur les espèces mondialement menacés mais non nicheuses qui fréquente régulièrement les eaux guyanaises	Réaliser de nouvelles campagnes en mer composées de quelques jours de campagne par mois sur un an, du milieu côtier à la sonde 3500 m.	A faire	2

## VII. BIBLIOGRAPHIE

- AAMP (2009). *Analyse Stratégique Régionale - Guyane*. Agence des Aires Marines Protégées, Brest.
- Alonso M.B., Marigo J., Bertozzi C.P., Santos M.C.O., Taniguchi S., Montone R.C. (2010). Occurrence of chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) from Ubatuba and Baixada Santista, São Paulo, Brazil. *LAJAM* 8(1-2): 123–130.
- Ballance L.T., Pitman R.L., Reilly S.B. (1997). Seabird community structure along a productivity gradient : Importance of competition and energetic constraint. *Ecology*, 78(5), 1502–1518.
- Bordin A. (2019) Contamination au mercure et polluants organiques persistants chez le Dauphin de Guyane (*Sotalia guianensis*). Séminaire RNE, Martinique.
- Bordin A., de Pracontal N., Hauselmann A., Rinaldi R. Renaudier A. (2012). *Résultats de l'inventaire pélagique*. GEPOG, Cayenne. 67p.
- Ristau, N. G., Martins, C. C. A., Luvizotto-Santos, R., Balensiefer, D., Sousa, G., Marmontel, M., & Farias, I. P. (2020). Sharing the space: Review of humpback whale occurrence in the Amazonian Equatorial Coast. *Global Ecology and Conservation*, 22: e00854.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L., Thomas L. (2001). *Introduction to distance sampling estimating abundance of biological populations*. Oxford.
- Carlucci R., Fanizza C., Cipriano G., Paoli C., Russo T., Vassallo P. (2016). Modeling the spatial distribution of the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) and common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central-eastern Mediterranean Sea). *Ecological Indicators*, 69, 707–721.
- Carvalho C.E.V., Di Benedetto A.P.M., Souza C.M.G., Ramos R.M.A., Resende C.E. (2008) Heavy metal distribution in two cetacean species from Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88:1117
- Chastel O. (2015) *Métaux lourds, pesticides organochlorés et hydrocarbures aromatiques polycycliques chez les oiseaux marins de la Réserve Naturelle du Grand Connétable*, Guyane française. Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC) /UMR 7372 Université La Rochelle. Rapport. 15pp.
- Comité d'homologation de Guyane (2016) *Liste des oiseaux de Guyane – version mars 2016*.
- CREOCEAN (2018) *Projet de forages d'exploration – Permis Guyane Maritime - AOT – Volume 2 : Description du milieu*. TOTAL E&P Guyane française.
- Dulau-drouot V., Boucaud V., Rota B. (2008). Cetacean diversity off La Réunion Island (France). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88(6), 1263–1272.
- Enticott J., Tipling D. (1997) *Seabirds of the World: the complete reference*. Singapore: New Holland (Publishers) Ltd.
- Farhi M. (2019) *Modélisation des habitats des oiseaux marins pélagiques présents en Guyane française*. Rapport de Mastère de l'Université de Toulon. COHABYS, OSL, La Rochelle, 35p.
- Froidefond J.-M. (2012). Physique et chimie du milieu marin : Couleur des eaux. P28-37. In Guiral D., le Guen R., *Guyane Océane*. Roger Le Guen, IRD.
- Garrigue C., Greaves J. (2001) Cetacean records for the New Caledonia area (Southwest Pacific Ocean). *Micromesica* 34(1): 27-33.
- GEPOG (2015). *Mise en œuvre de l'inventaire des ZNIEFF pour le milieu marin en Guyane*.
- Hardman (2010). *Marine mammal observer's report during Guyane Maritime 3D/2D seismic survey GFGUMA093DS11C French Guiana*. Hardman Petroleum France SAS.
- Hauselmann A., Bétremieux L., Alcide A. (2013) *Réserve naturelle de l'île du Grand-Connétable – Plan de gestion 2013-2017*. GEPOG, Cayenne.

- Hu C., Montgomery E.T., Schmitt R.W., Muller-Karger F.E. (2004). The dispersal of the Amazon and Orinoco River water in the tropical Atlantic and Caribbean Sea: Observation from space and S-PALACE floats. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(10-11 SPEC. ISS.), 1151–1171.
- Jaquemet S., Le Corre M., Weimerskirch H. (2004). Seabird community structure in a coastal tropical environment: Importance of natural factors and fish aggregating devices (FADs). *Marine Ecology Progress Series*, 268, 281–292.
- Kiszka J., Ersts P., Ridoux V. (2006) *Cetacean diversity in the lagoon and surrounding waters of Mayotte, Comoros Archipelago*. SC/58/O13, 58th International Whaling Commission.
- Laran S., Bassols N., Dorémus G., Authier M., Ridoux V. Van Canneyt O. (2019a) *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.
- Laran S., Bordin A., Dorémus G., Ifticène E., Rinaldi R., Vanhoucke M., Van Canneyt O. (2019b) *Expédition Greenpeace Pole to Pole - Etape Récif de l'Amazone*. Séminaire annuel du RNE, Martinique.
- Lentz S.J. (1995), Seasonal variations in the horizontal structure of the Amazon Plume inferred from historical hydrographic data. *Journal of Geophysical Research*, 100, 2391–2400, doi:10.1029/94JC01847.
- Mannocci L., Monestiez P., Bolaños-Jiménez J., Dorémus G., Jeremie S., Laran S. et al. (2013). Megavertebate communities from two contrasting ecosystems in the western tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems*, 111–112, 208–222.
- Martinez L., Le Gall R. (2018). *Programme de forage d'exploration – Permis Guyane Maritime - État Initial de l'environnement marin - Suivi mensuel de la mégafaune (Janvier à Mai 2018)*. CREOCEAN, COHABYS.
- Martinez L., Geraldès D., Suardi A., Wyss V., Dutrieux E., Chaineau C., Fès D. (2019). New sightings records of marine mammals and seabirds off French Guiana. *LAJAM*, 47(5), 753–763.
- Matear L., Robbins J.R., Hale M., Potts J. (2019) Cetacean biodiversity in the Bay of Biscay: Suggestions for environmental protection derived from citizen science data. *Marine Policy*, 109: 103672.
- Moura R.L., Rezende C.E., Teixeira J.B., Francini-Filho R.B., Moreira A.P.B., Campeão M., Moraes F.C. (2016). An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Science Advances*, 2(4), e1501252.
- Nalovic M.A. (2009). *Les interactions entre les tortues marines et les fileyeurs de la pêche côtière*. CRPMEM Guyane, Cayenne.
- Notarbartolo di Sciara G. (2016). Marine Mammals in the Mediterranean Sea: An Overview. In: Notarbartolo di Sciara G., Podesta, M., Curry, B.E. (Eds), *Mediterranean Marine Mammal Ecology and Conservation*. *Advances in Marine Biology*, vol. 75, Elsevier. Amsterdam, p. 359-386.
- Novak N.P. (2016). *Predictive Habitat Distribution Modeling of Sperm Whale (Physeter macrocephalus) within the Central Gulf of Alaska utilizing Passive Acoustic Monitoring*. University of Southern California.
- Pusineri C., Plaza-Lozano V., Grepin G., Safi M., de Montgolfier B., Rufroy V., Lenrume P. (2018) *Etude des cétacés au large de la Guyane : Bilan technique des campagnes en mer*. OSL, Kourou.
- Pusineri C et al. (2014). *Activités pétrolières et cétacés en Guyane : état des lieux, description des impacts, évaluation et préconisations*. OSL, Kourou.

- Ristau, N. G., Martins, C. C. A., Luvizotto-Santos, R., Balensiefer, D., Sousa, G., Marmontel, M., & Farias, I. P. (2020). Sharing the space: Review of humpback whale occurrence in the Amazonian Equatorial Coast. *Global Ecology and Conservation*, 22: e00854.
- Salisbury J., Vandemark D., Campbell J., Hunt C., Wisser D., Reul N., Chapron B. (2011). Spatial and temporal coherence between Amazon River discharge , salinity , and light absorption by colored organic carbon in western tropical Atlantic surface waters. *Journal of Geophysical Research*, 116.
- Sebastiano M., Bustamante P., Eulaers I., Malarvannan G., Mendez-Fernandez P., et al. (2017). Trophic ecology drives contaminant concentrations within a tropical seabird community. *Environmental Pollution*, 227: 183-193.
- Shell (2012a). *Surveillance des mammifères marins, des tortues et des chondrichthyens – Rapport zone Est Guyane française*. Shell.
- Shell (2012b). *Observations de mammifères marins et surveillance acoustique passive – Campagne sismique et géophysique 3D Ouest Guyane française*. Shell.
- Smith W.O., Demaster D.J. (1996) Phytoplankton biomass and productivity in the Amazon River plume: correlation with seasonal river discharge. *Continental Shelf Research*, 16:291–319.
- Spaggiari J., Barré N., Borsa P. (2006). New Caledonian seabirds. In C. Payri & B. Richer de Forges (Eds.), *COMPENDIUM of marine species from New Caledonia*. IRD, Nouméa, Nouvelle Calédonie.
- Ternon J.-F., Guiral D. (2012). Physique et chimie du milieu marin : Nature et richesse des eaux. P38-46. In Guiral D., le Guen R., *Guyane Océane*. Roger Le Guen, IRD.
- UICN France, MNHN, GEPOG, Kwata, Biotope, Hydreco, OSL (2017). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitres de la Faune vertébrée de Guyane*. Paris, France
- Van Canneyt O., Certain G., Doremus G., Laran S., Ridoux V., et al. (2009). *Distribution et abondance de la mégafaune marine en Guyane française*. Université de La Rochelle, AAMP.
- Virgili A., Racine M., Authier M., Monestiez P., Ridoux V. (2017). Comparison of habitat models for scarcely detected species. *Ecological Modelling*, 346(January):88–98.
- Wood S.N. (2006). *Generalized Additive Models : An Introduction with R*. Chapman andHall/CRC.