

Campagne de prospection maritime hauturière

Etude des Cétacés de La Réunion et Actions de
coopération régionale

Rapport 2018-2019



Programme financé par :



Sommaire

I.	Contexte et objectifs.....	3
II.	Méthodologie.....	4
II.1.	Période et zone d'étude	4
II.2.	Moyens déployés pour la collecte de données.....	6
II.2.1.	Moyens matériels	6
II.2.2.	Moyens humains	7
II.3.	Protocole de collecte de données.....	7
II.4.	Traitement des données	9
II.4.1.	Bancarisation des données	9
II.4.2.	Cartographie.....	10
II.4.3.	Analyse et estimation d'abondance	10
III.	Résultats.....	12
III.1.	Effort de prospection	12
III.2.	Observations de cétacés.....	14
III.3.	Estimation d'abondance.....	18
III.3.1.	Transects et effort cumulé sur la totalité des campagnes hauturières.....	18
III.3.2.	Estimation d'abondance	18
IV.	Discussion et perspectives.....	22
V.	Bibliographie	24

I. Contexte et objectifs

Le travail d'inventaire mené par Globice depuis 2001 a permis de démontrer une grande diversité de cétacés fréquentant les eaux de La Réunion, avec 21 espèces recensées lors des prospections en mer autour de l'île (Dulau-Drouot et al., 2008 ; Globice, 2014 ; Globice, données non publiées). A cela s'ajoute **1 espèce uniquement observée échouée** : le cachalot pygmée, recensée par le réseau échouage. Des données conséquentes sont disponibles sur les espèces côtières les plus communes et les plus emblématiques : la baleine à bosse, le grand dauphin de l'Indo-Pacifique, le dauphin long bec et le grand dauphin commun. Ces quatre espèces font l'objet d'études spécifiques ayant permis l'évaluation de l'état de conservation des populations à l'échelle locale (UICN France et al., 2013).

Si les populations de cétacés sont relativement bien connues dans le secteur ouest de La Réunion, qui offre de meilleures conditions d'observation en mer, des données incomplètes existent pour le Sud et peu de données sont disponibles pour les secteurs nord et est, plus exposés aux mauvaises conditions météorologiques, et offrant donc moins d'accès à la mer (Dulau-Drouot et al., 2008). De plus, peu de données fiables existent sur les cétacés présents dans les **eaux du large : l'effort de prospection des études réalisées jusqu'à présent se concentre essentiellement dans les eaux côtières, et ne s'étend pas** au-delà des 6 milles nautiques - MN.

Depuis 2009, Globice mène des campagnes CéTO (Cétacés, Tortues, Oiseaux), dont l'objectif est de réaliser une **prospection homogène de l'ensemble des eaux territoriales de La Réunion (jusqu'à** parfois 17,5 MN au large), afin de compléter le recensement des espèces de cétacés, tortues et oiseaux marins fréquentant la zone et de décrire leur distribution. La méthode de prospection par transect linéaire a été retenue, car elle permet de réaliser une **prospection homogène et d'acquérir des données permettant, à terme, de produire des estimations d'abondance (Buckland et al., 1993).**

Le dauphin tacheté pantropical est une espèce hauturière pour laquelle le statut de **conservation à l'échelle locale n'a pu être évalué du fait du manque de connaissance sur la population présente à La Réunion, notamment en termes de distribution et d'abondance.**

Contrairement aux espèces de delphinidés côtiers tels que le grand dauphin de l'Indo-Pacifique, le grand dauphin commun ou le dauphin long bec, du fait de sa plus large répartition (habitat principalement océanique, au-dessus du plateau insulaire), et du faible degré de marquage de cette espèce, la méthode de la photo-identification ne peut être **appliquée pour estimer l'abondance de la population de dauphin tacheté pantropical** autour de La Réunion. Seule la technique du *distance sampling*, en vue de **l'estimation d'abondance,**

est applicable à cette espèce. Cette technique (développée dans la partie Méthodologie) **nécessite de disposer d'un nombre important d'observations de l'espèce en question ($N >$ ou $= 30$)**. Une première estimation d'abondance de la population de dauphins tachetés pantropicaux autour de La Réunion a été effectuée à partir des campagnes hauturières précédentes (2009-2018), et a évalué la population à 2933 individus (± 1190 , 95% CI=1343-6404 – Cottarel et al. , 2018). Cette première estimation doit néanmoins être interprétée avec **précaution**. En effet, il s'agit de l'estimation de l'effectif d'une espèce relativement peu observée autour de La Réunion, basée sur une période de 10 ans d'acquisition de données, à raison d'une prospection par an environ. De plus, le statut (population ouverte ou fermée) ainsi que le niveau de résidence de la population de dauphins tachetés pantropicaux restent inconnus.

Ce chiffre constitue donc **un ordre de grandeur pouvant servir de base à d'éventuels projets de conservation et méritait d'être affiné** par la poursuite de telles campagnes dans le but **d'acquérir davantage de données d'observation sur cette espèce**.

Dans le cadre du programme ET.CET.R.A., deux campagnes hauturières, basées sur la même méthodologie que celle des missions CéTO, ont été prévues. Le but de ces deux missions était de poursuivre le recensement des espèces hauturières de cétacés, ainsi que **de compléter la collecte de données sur le dauphin tacheté pantropical, en vue d'être en mesure d'affiner** cette première estimation d'abondance de la population autour de La Réunion.

Le présent rapport présente le déroulement des deux campagnes hauturières effectuées en 2018 et 2019 dans le cadre du programme ET.CET.R.A.

II. Méthodologie

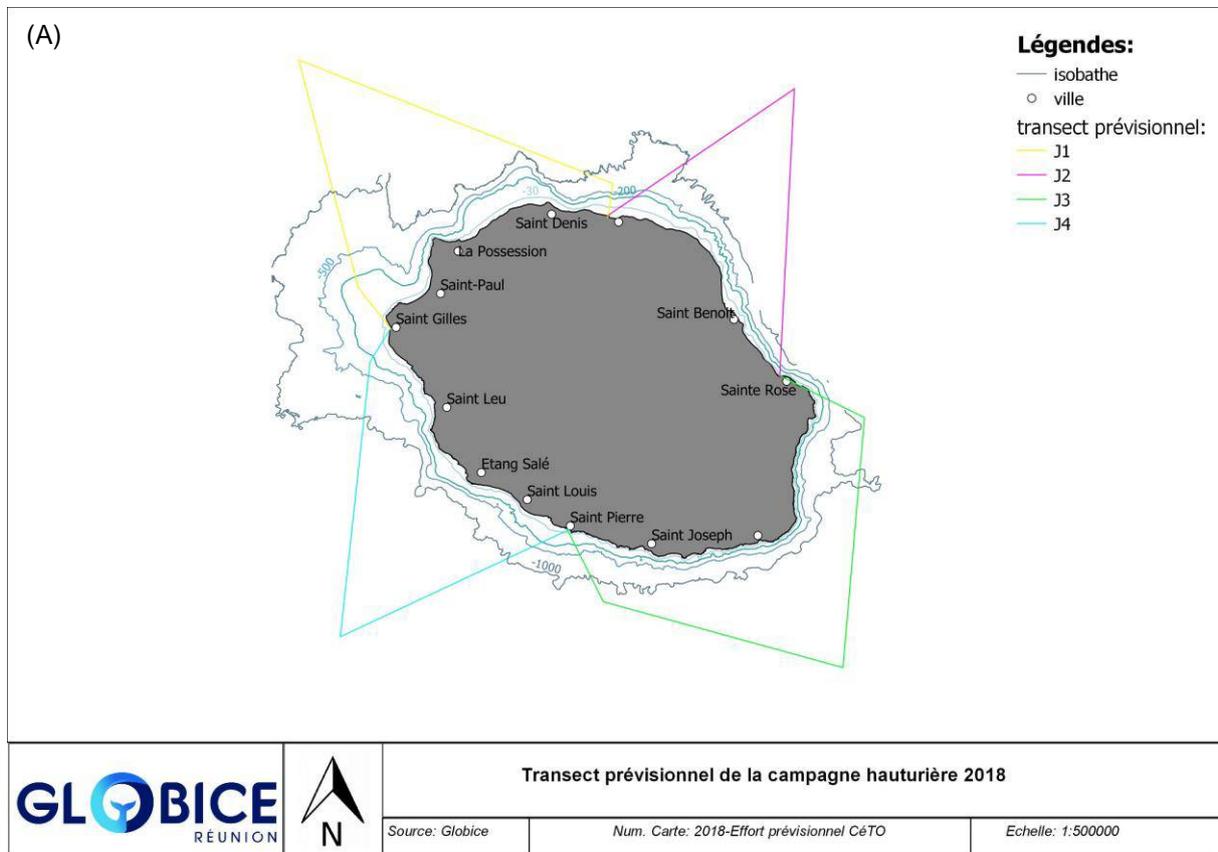
II.1. Période et zone d'étude

Le plan d'échantillonnage des campagnes hauturières 2018 et 2019 est illustré Figure 1.

Le projet ET.CET.R.A. 2018-2019 prévoyait deux campagnes hauturières, de 4 jours consécutifs chacune, avec des transects en zigzag tout autour de La Réunion, afin de **prospector les eaux territoriales et contigües de La Réunion (jusqu'à 12 MN autour de l'île)** de manière homogène, en prenant en compte les limitations logistiques (*i.e.* rallier un port chaque soir) (Figure 1).

La première campagne hauturière (2018) a été réalisée sur 4 jours consécutifs du 05 au 08 décembre 2018. Du fait d'un ensablement du port de Sainte Marie ainsi devenu

impraticable, la deuxième campagne hauturière s'est déroulée sur seulement 3 jours consécutifs, du 26 au 28 novembre 2019.



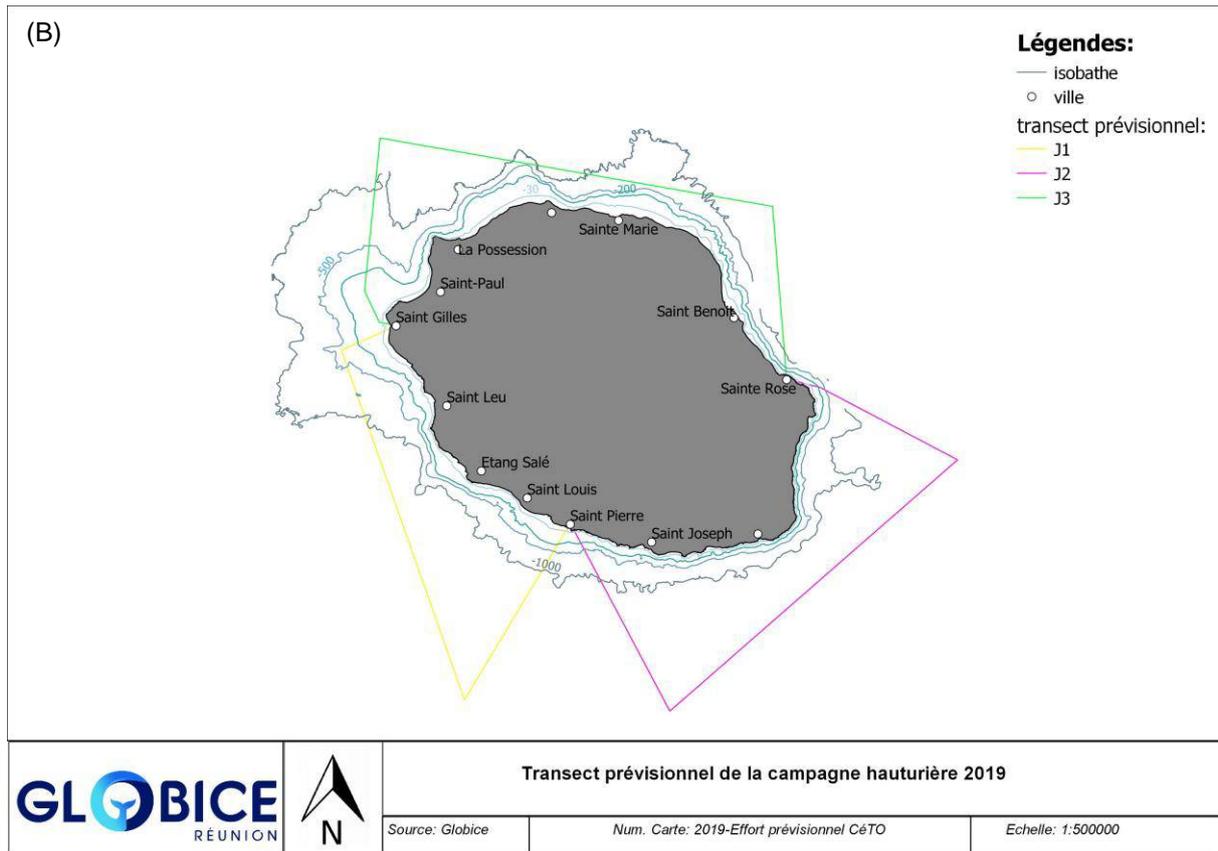


Figure 1. Plan prévisionnel d'échantillonnage des campagnes hauturières de 2018 (A) et 2019 (B).

II.2. Moyens déployés pour la collecte de données

II.2.1. Moyens matériels

Les deux campagnes hauturières ont été conduites à bord du bateau *Are Nui* de Reunion Fishing Club, basé au port de Saint-Gilles : il s'agit d'un bateau à moteur, de type PADI 31 Sportfishing, de 10,5 mètres de long avec une passerelle d'observation qui culmine à 2,5 mètres au-dessus de l'eau. Ce bateau est le même que celui utilisé lors des précédentes missions CéTO car il s'agit du seul bateau de la flottille de Reunion Fishing Club disposant d'une dérogation pour s'éloigner à de telles distances de son port d'attache. De plus, il est important de conserver ce même bateau afin que les observateurs soient basés à une hauteur constante d'une mission à l'autre, élément indispensable pour limiter le biais dans les estimations d'abondance.

Le matériel spécifique suivant a été embarqué pour la prise de données sur les cétacés:

- un ordinateur et disque dur externe,
- une antenne GPS reliée à l'ordinateur,
- 2 à 5 appareils photographiques reflex (Canon 40D, 50D, 60D, Nikon D5000) pourvus de téléobjectifs 70-300mm,

- une paire de jumelles (7x50) munies **d'un réticule et d'un compas magnétique interne** (STEINERR Navigator).

II.2.2. Moyens humains

L'équipe en charge de la collecte de données sur les cétacés était constituée de 3 à 6 personnes, membres actifs de Globice, dont 2 à 5 observateurs aguerris et une personne en charge de la saisie des **données sur l'ordinateur embarqué**.

II.3. Protocole de collecte de données

La prospection visuelle implique une observation continue des secteurs avant et de chaque côté du bateau par les 2 à 5 observateurs en rotation dans le but de détecter la présence de cétacés. La vitesse du bateau est maintenue constante à 6-7 **nœuds le long des transects** linéaires préalablement définis. Les observateurs étaient tous situés sur la plateforme **d'observation, à une hauteur d'observation de 2,5 mètres** au-dessus de la surface de la mer, ce qui permet une **détection visuelle pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de mètres**, voire 2-3 km pour les yeux les plus performants en cas de conditions météorologiques favorables (Photographie 1). Les paramètres de navigation (latitude, longitude, cap, vitesse) **étaient saisis en continu et automatiquement, grâce à l'antenne GPS reliée à l'ordinateur** embarqué. Les **conditions générales d'observation étaient notées toutes les 30 minutes, sous forme d'un indice de visibilité**. Cet indice, défini sur une échelle de 1 à 5, est basé sur **l'appréciation des facteurs environnementaux pouvant gêner la détection des animaux**, principalement la force du vent, la hauteur de houle et la luminosité:

- 1 : Nulle (vent > 4 Beaufort, vagues ou nuit),
- 2 : Mauvaise (vent >3 Beaufort, moutons nombreux ou faible luminosité),
- 3 : Moyenne (vent à 2-3 Beaufort, avec quelques moutons ou houle modérée),
- 4 : Bonne (vent \leq 2 Beaufort, mer belle, sans mouton),**
- 5 : Excellente (mer lisse).

La détection visuelle des cétacés en surface nécessite des conditions de mer inférieures à 3 **Beaufort, soit un indice de visibilité de 3 à 5. La détection des cétacés s'effectue à l'œil nu**, les jumelles étant uniquement utilisées pour la confirmation de la détection ou de l'identification **de l'espèce, et la collecte des données de détection et d'observation**.

La Figure 2 schématise les paramètres de détection (angle de relèvement ϑ , distance radiale r et distance perpendiculaire x) lors de la détection d'un cétacé.

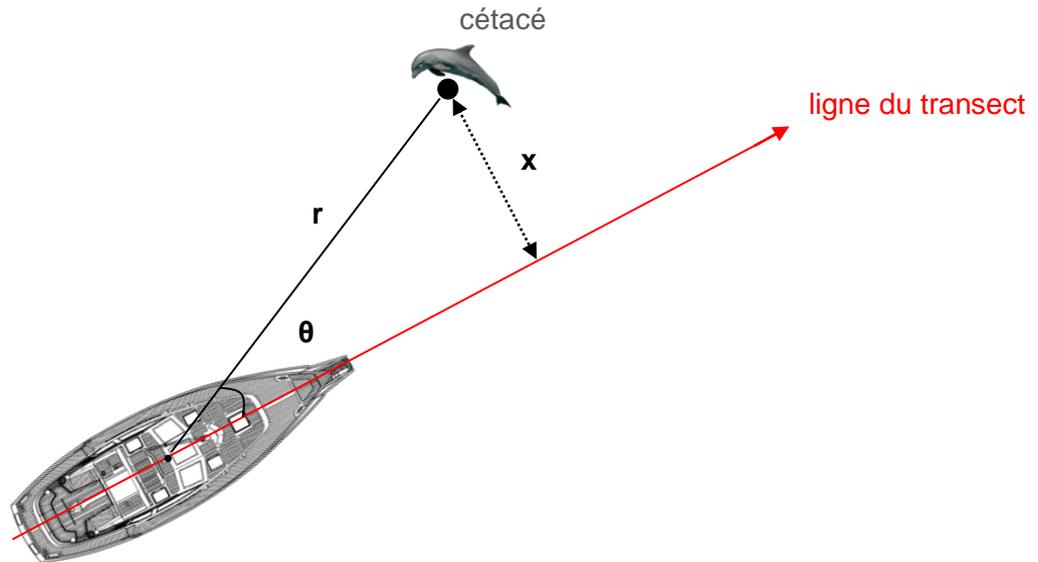


Figure 2. **Paramètres mesurés lors d'une détection de cétacé** : **r** : distance radiale, **θ** : angle des animaux. Ces deux paramètres permettent de déduire la distance perpendiculaire au transect (x).

Lors de la détection confirmée de cétacés, les paramètres de détection suivants sont notés le plus rapidement possible :

- position GPS du bateau,
- indice ayant permis la détection du groupe (saut, éclaboussure, nageoire dorsale, souffle, etc....),
- angle de relèvement des animaux par rapport à la ligne du transect (θ),
- distance radiale des animaux par rapport au bateau (r).

Ces deux derniers paramètres permettent de déduire la distance perpendiculaire (x) des animaux par rapport à la ligne du transect, par la relation trigonométrique suivante (Figure 2):

$$x = r \sin(\theta)$$

L'estimation des distances perpendiculaires permet d'évaluer la distance de troncature (distance w permettant la meilleure adéquation des modèles au jeu de données), ainsi que la probabilité de détection (P_a), toutes deux utilisées pour les estimations d'abondance (Buckland *et al.*, 2001). La modélisation des distances perpendiculaires via le logiciel RStudio© (package Distance) nécessite un nombre suffisant d'observations ($N=30$) pour une estimation fiable de l'abondance d'une espèce donnée.

Le relèvement d'angle a été effectué à l'aide du compas interne de la paire de jumelles réticulées, en notant le cap du navire et l'azimut des animaux. Dans la mesure du possible, les jumelles réticulées ont également été utilisées pour estimer la distance radiale des

animaux. Une estimation visuelle de la distance des animaux par rapport au bateau a également été faite par les observateurs. Une fois les paramètres de détection relevés, les données relatives à l'observation du groupe étaient consignées dans l'ordinateur embarqué:

- espèce (Photographie 2),
- estimation de la taille du groupe,
- composition du groupe (nombre d'adultes, de juvénile(s) et de nourrisson(s)),
- activité du groupe (repos, prédation, socialisation, voyage ou reproduction).

Afin de recueillir ces informations, le transect était interrompu pour se rapprocher des animaux et les observer pendant un temps limité (30 minutes maximum). L'approche des animaux était envisagée uniquement lorsque le groupe était situé à moins de 2 kilomètres du bateau. A la fin de la phase d'observation, le bateau reprenait une route convergente à la ligne de transect initialement prévue.

II.4. Traitement des données

II.4.1. Bancarisation des données

L'interface du logiciel *Logger 2000*® utilisé pour bancariser les données en temps réel est illustrée Figure 3.

Toutes les données visuelles, ainsi que l'effort de prospection, ont été saisis dans une base de données Access, via l'interface *Logger 2000*®, conçue par l'IFAW, à laquelle nous avons rajouté des onglets pour la saisie des données d'observation et d'effort de prospection (Figure 3). Cette interface permet de géo-référencer toutes les données, grâce à l'antenne GPS reliée à l'ordinateur embarqué. Ainsi, chaque enregistrement de la base de données est lié à une position GPS.

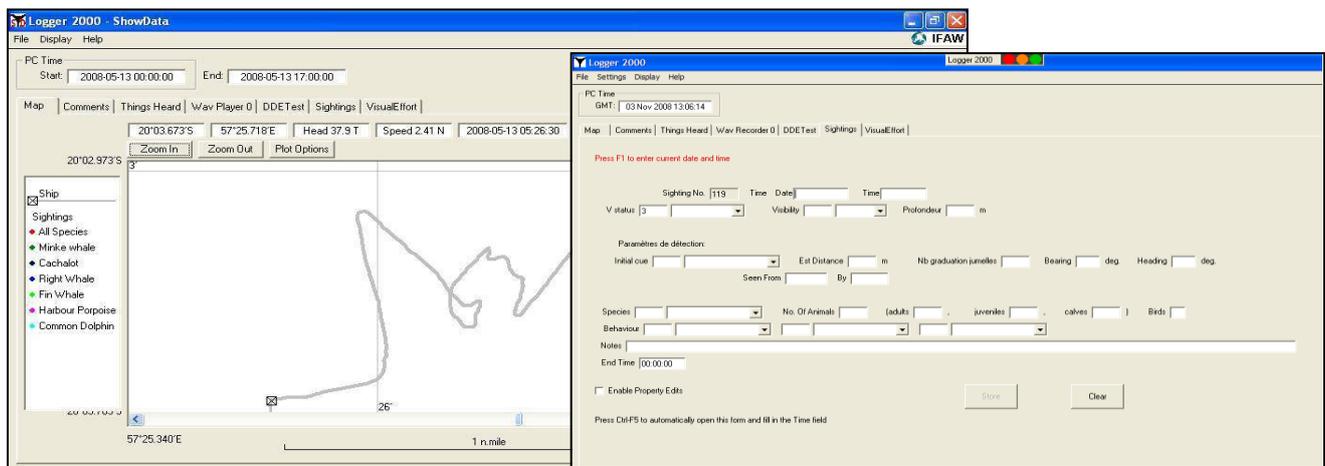


Figure 3. Interface du logiciel « *Logger 2000*® » pour bancariser les données en temps réel



Photographie 1. Positionnement des observateurs sur la plateforme d'observation.

II.4.2. Cartographie

Les trajets suivis pendant les campagnes et les positions des observations de cétacés ont été cartographiés en exportant les points GPS de la base de données Access vers un Système d'Information Géographique, QGIS 2.10.1©.

II.4.3. Analyse et estimation d'abondance

Sélection des données

Les observations des dauphins tachetés pantropicaux **de l'ensemble** des campagnes hauturières (de 2009 à 2019) **ont été compilées et prises en compte pour l'estimation d'abondance de la population** dans la zone d'étude. Seules les observations effectuées dans des conditions de mer favorables à la détection (*i.e.*, indice de visibilité supérieur ou égal à 3) **ont été sélectionnées pour le calcul d'abondance.**

Validation des paramètres de détection

Les projections des trajectoires suivies, de la position du bateau lors des détections, ainsi que des positions des observations, ont permis de valider *a posteriori* (ou de corriger si besoin) les paramètres de détection relevés *in situ*, à savoir la distance entre le point de détection et la position réelle des animaux (distance radiale r) et **l'angle de relèvement des animaux par rapport au transect (Θ)**, à l'aide des outils de mesure de distance et d'angle du logiciel SIG Mapinfo 7.5© (distance calculator et bearing, respectivement).

Modélisation de la fonction de détection et estimation d'abondance

Le package Distance du logiciel RStudio© a été utilisé afin de modéliser la fonction de détection des dauphins tachetés pantropicaux à partir des distances perpendiculaires. La modélisation de la fonction de détection permet à son tour d'estimer la distance de

troncature, w , ainsi que la probabilité de détection, P_a , sur lesquelles se basent les calculs d'abondance.

La fonction de détection $g(x)$ représente l'évolution de la probabilité de détection d'un groupe de cétacés en fonction de la distance perpendiculaire entre ce dernier et le transect. Il est admis que les groupes de cétacés situés sur le transect ou à proximité sont tous détectés ($g(x=0)=1$) ; néanmoins, cette probabilité de détection diminue quand la distance perpendiculaire (x) augmente.

Le test de Cramer-von Mises a permis de tester l'ajustement des données aux modèles proposés. Le ou les modèles les plus pertinents correspondent à ceux qui ont l'AIC (Akaike Information Criterion) le plus bas.

Différentes valeurs de troncature ont, de plus, été testées. En effet, il convient généralement d'enlever les détections obtenues à des distances perpendiculaires « extrêmes » (*outliers*) dans la limite de 10%.

L'abondance, N , des dauphins tachetés pantropicaux dans la zone d'étude a été estimée via la formule suivante (Buckland et al., 2001 ; Marques et Buckland, 2003) :

$$\hat{N} = \frac{nAs}{2wL\hat{P}_a}$$

avec A , aire de la zone d'étude, n , nombre de groupes observés (à une distance perpendiculaire $< w$), s , taille moyenne de groupe, w , distance de troncature, L , longueur totale des transects réalisés et P_a , probabilité de détection.

Les coefficients de variation (CV) de n , P_a et s ont été calculés individuellement en divisant leur écart type par eux même selon la formule (adaptée à n) :

$$CV(n) = \sqrt{\frac{\text{var}(n)}{n^2}}$$

Le coefficient de variation de l'estimation d'abondance N a été calculé à partir des coefficients de variation individuels de n , P_a et s (méthode delta dérivée de Buckland et al. (2001)) :

$$CV(\hat{N}) = \sqrt{[CV(n)]^2 + [CV(\hat{P}_a)]^2 + [CV(\bar{s})]^2}$$

III. Résultats

III.1. Effort de prospection

L'effort de prospection des deux campagnes hauturières 2018 et 2019 est représenté Tableau 1.

L'effort de prospection de la première campagne hauturière (2018) représente 104 km de transect parcourus lors du premier jour (05/12/2018), 91 km lors du deuxième jour (06/12/2018), 119 km lors du troisième jour (07/12/2018) et 119 km pendant le quatrième jour (08/12/2018), soit un total de 433 km (234 MN) couverts en 4 jours. Cet effort représente 34,5 heures de prospection en mer (Tableau 1).

L'effort de prospection de la deuxième campagne hauturière (2019) représente 111 km parcourus le premier jour (26/11/2019), 126 km le deuxième jour (27/11/2019) et 133 km le troisième jour (28/11/2019), soit un total de 370 km (200 MN) couverts en 3 jours. Cet effort représente environ 30,2 heures de prospection en mer (Tableau 1).

Les deux campagnes cumulent à elles deux 803 km (434 MN) prospectés en 64,7 heures (Tableau 1).

Tableau 1. Effort de prospection (durée et distance parcourue) réalisé pendant les campagnes hauturières 2018 et 2019.

	Jour	Date	Zone	Heure de départ	Heure d'arrivée	Durée	Distance parcourue (km)
Campagne 2018	J1	05/12/2018	Saint Gilles-Sainte Marie	07 :57	15 :43	7 :46	104
	J2	06/12/2018	Sainte Marie-Sainte Rose	07 :11	15 :26	8 :15	91
	J3	07/12/2018	Sainte Rose-Saint Pierre	07 :33	16 :52	9 :19	119
	J4	08/12/2018	Saint Pierre-Saint Gilles	07 :39	16 :52	9 :13	119
	TOTAL	-	-	-	-	34 :33	433
Campagne 2019	J1	26/11/2019	Saint Gilles-Saint Pierre	07 :23	16 :57	09 :34	111
	J2	27/11/2019	Saint Pierre-Sainte Rose	07 :04	17 :07	10 :03	126
	J3	28/11/2019	Sainte Rose-Saint Gilles	07 :11	17 :43	10 :32	133
	TOTAL	-	-	-	-	30 :09	370
TOTAL	-	-	-	-	-	64 :42	803

Les trajets suivis lors de ces campagnes sont représentés Figure 4.

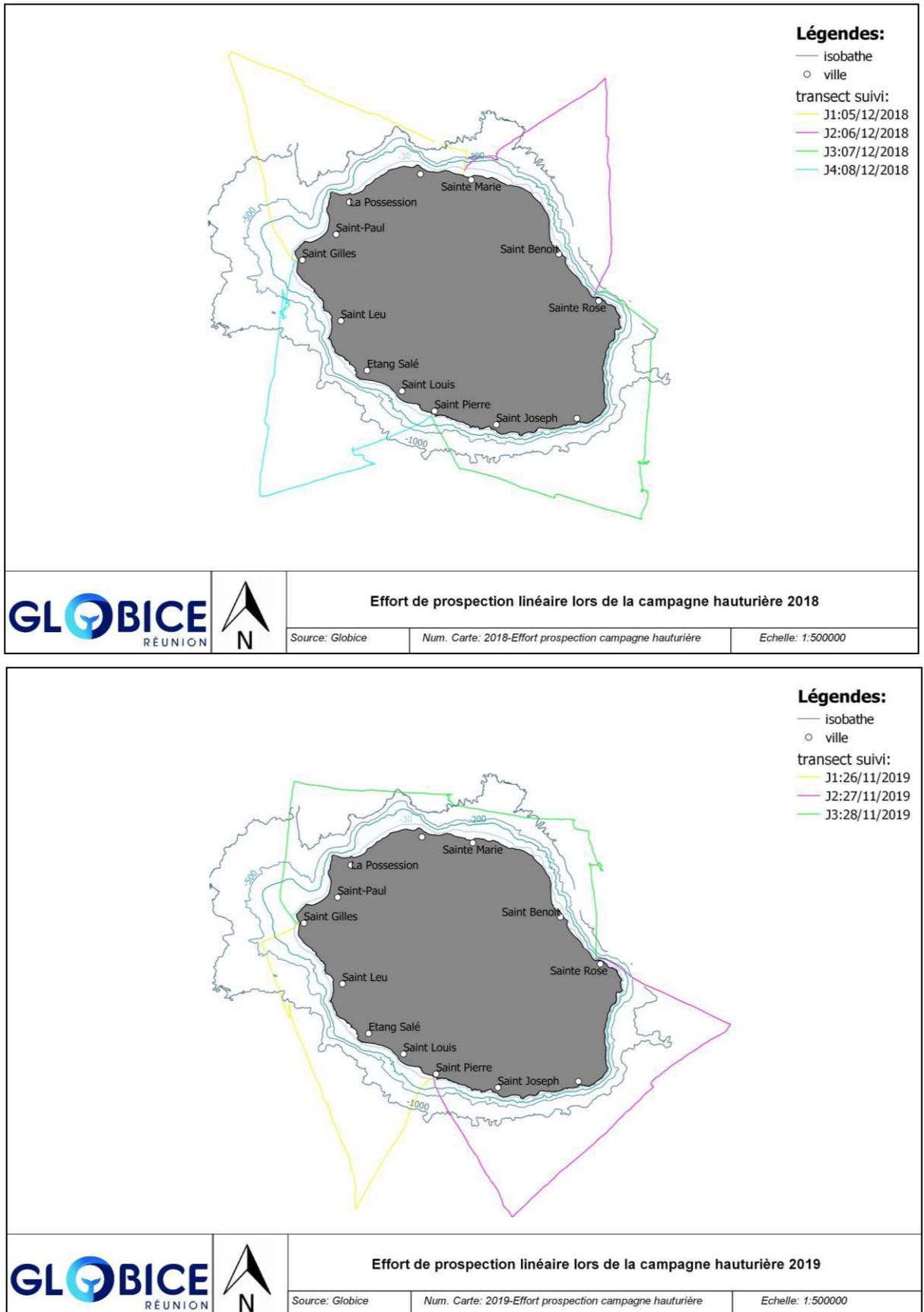


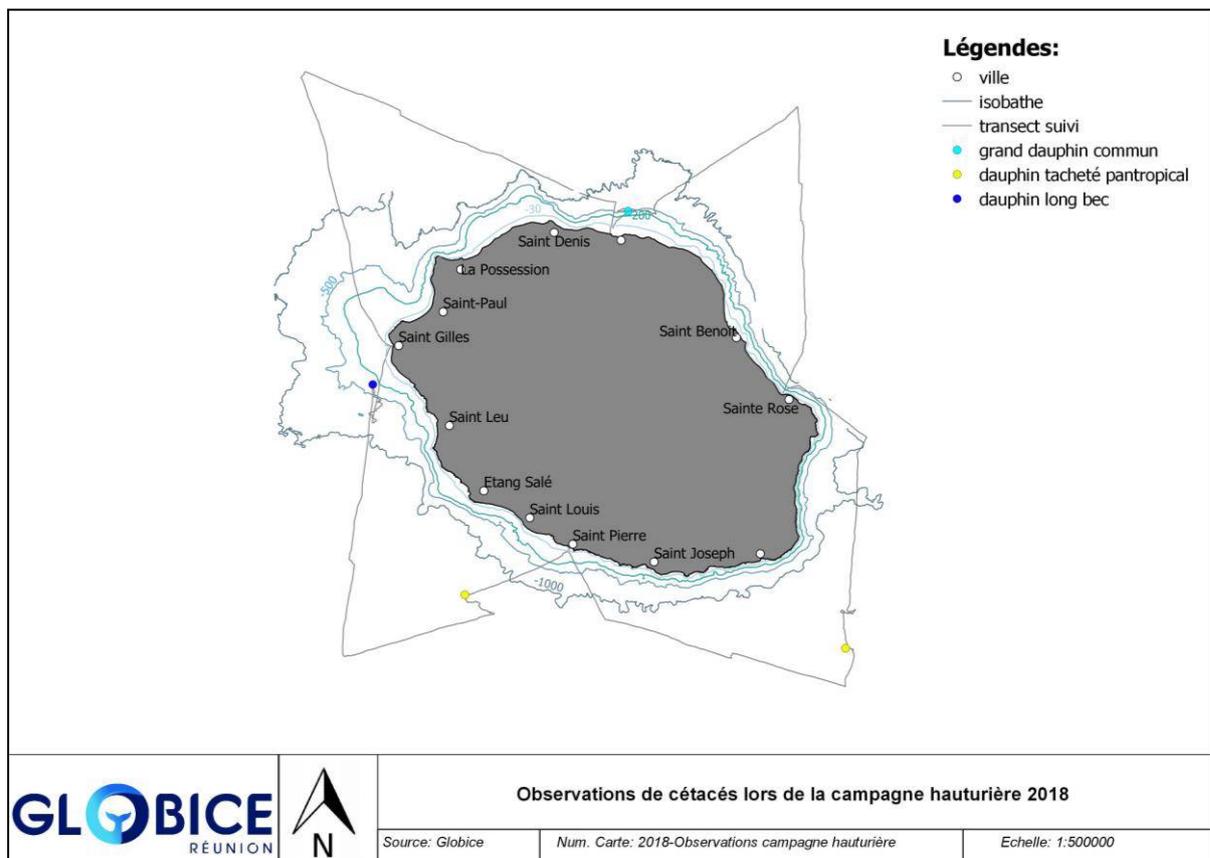
Figure 4. Carte représentant les transects réalisés lors des campagnes hauturières 2018 et 2019.

III.2. Observations de cétacés

Le Tableau 2 liste les différentes observations de cétacés relevées lors des campagnes hauturières 2018 et 2019.

Lors de ces campagnes, 7 observations de cétacés ont été réalisées, représentant 4 espèces d'odontocètes (i.e. cétacés à dents) différentes (Tableau 2, Figure 5):

- le grand dauphin commun (*Tursiops truncatus*),
- le dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*),
- le dauphin long bec (*Stenella longirostris*),
- la baleine à bec de Blainville (*Mesoplodon densirostris*).



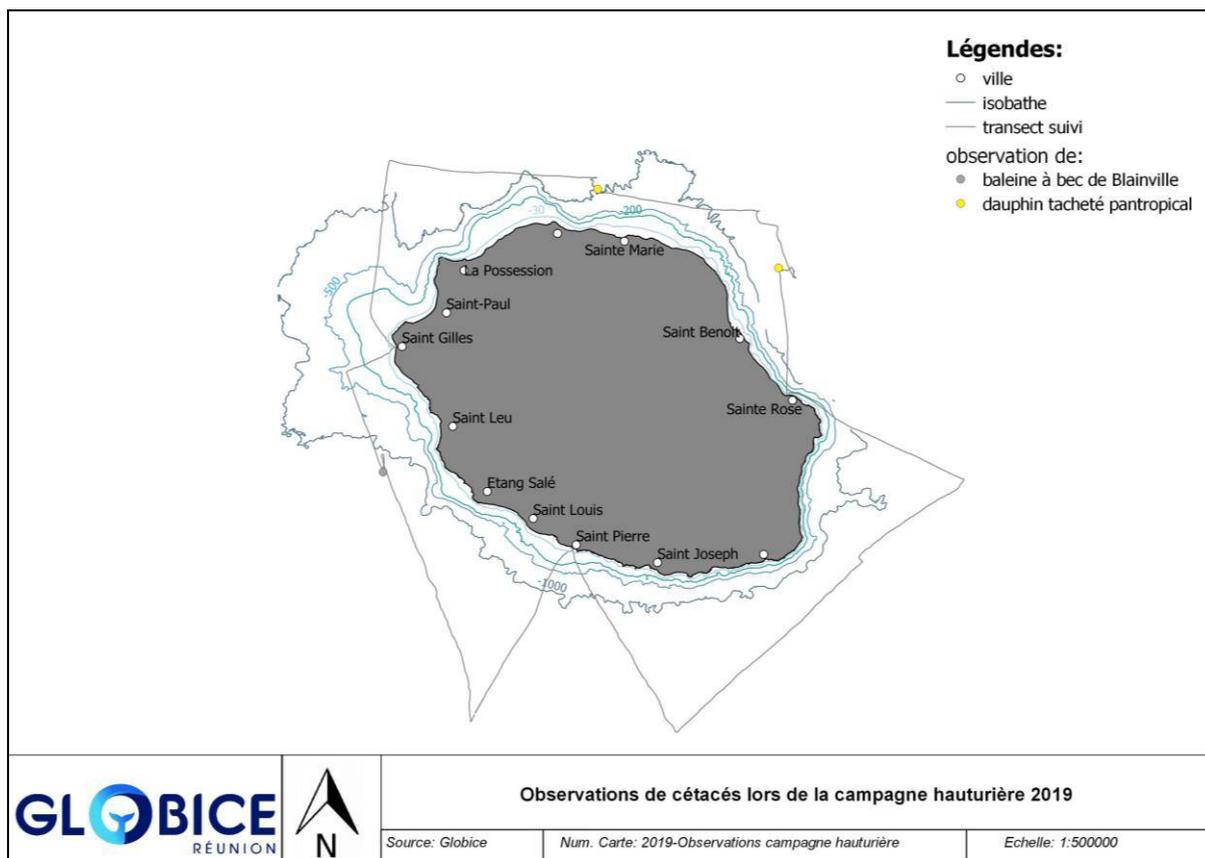


Figure 5. Distribution des observations de cétacés réalisées lors des campagnes hauturières 2018 et 2019.



Photographie 2. Différentes espèces de cétacés observées lors des campagnes hauturières 2018 et 2019. A: grand dauphin commun, B : dauphin tacheté pantropical, C : dauphin long bec et D : baleine à bec de Blainville.

Tableau 2. Détails des observations et paramètres de détection de cétacés relevés *in situ* et validés (ou corrigés si besoin) *a posteriori* lors des campagnes hauturières 2018 et 2019.

	Date	Heure	Latitude	Longitude	Espèce	Nombre d'animaux	Indice de visibilité	Angle	Secteur par rapport au bateau	Distance radiale (m)	Distance perpendiculaire (m)	Activité	Indice de détection
Campagne 2018	06/12/2018	7:34	20,85828	55,56213	Grand dauphin commun	125	4	-30	bâbord avant	70	35	Socialisation	éclaboussures
	07/12/2018	11 :47	21,49397	55,87633	Dauphin tacheté pantropical	60	4	+49	tribord avant	355	268	Indéterminé	éclaboussures
	08/12/2018	09 :01	21,41613	55,32647	Dauphin tacheté pantropical	25	4	+15	tribord avant	890	230	Repos	éclaboussures
	08/12/2018	14 :49	21,11023	55,19345	Dauphin long bec	50	5	-2	bâbord avant	630	22	Prédation	éclaboussures
Campagne 2019	26/11/2019	09 :35	21,23652	55,20339	Baleine à bec de Blainville	5	4	-10	bâbord avant	200	35	Voyage	dos
	28/11/2019	08 :59	20,93916	55,77447	Dauphin tacheté pantropical	100	4	-28	bâbord avant	30	13	Prédation	dos
	28/11/2019	12 :58	20,82448	55,5133	Dauphin tacheté pantropical	200	5	+51	tribord avant	350	271	Socialisation	éclaboussures

III.3. Estimation d'abondance

III.3.1. Transects et effort cumulé sur la totalité des campagnes hauturières

L'ensemble des transects suivis lors des campagnes hauturières 2009-2019, ainsi que la zone d'étude prospectée sont illustrés Figure 6.

Un total de 3952 km a été prospecté sur les 41 jours de prospection de ces campagnes hauturières, couvrant une superficie de 7701 km² autour de la Réunion (Figure 6).

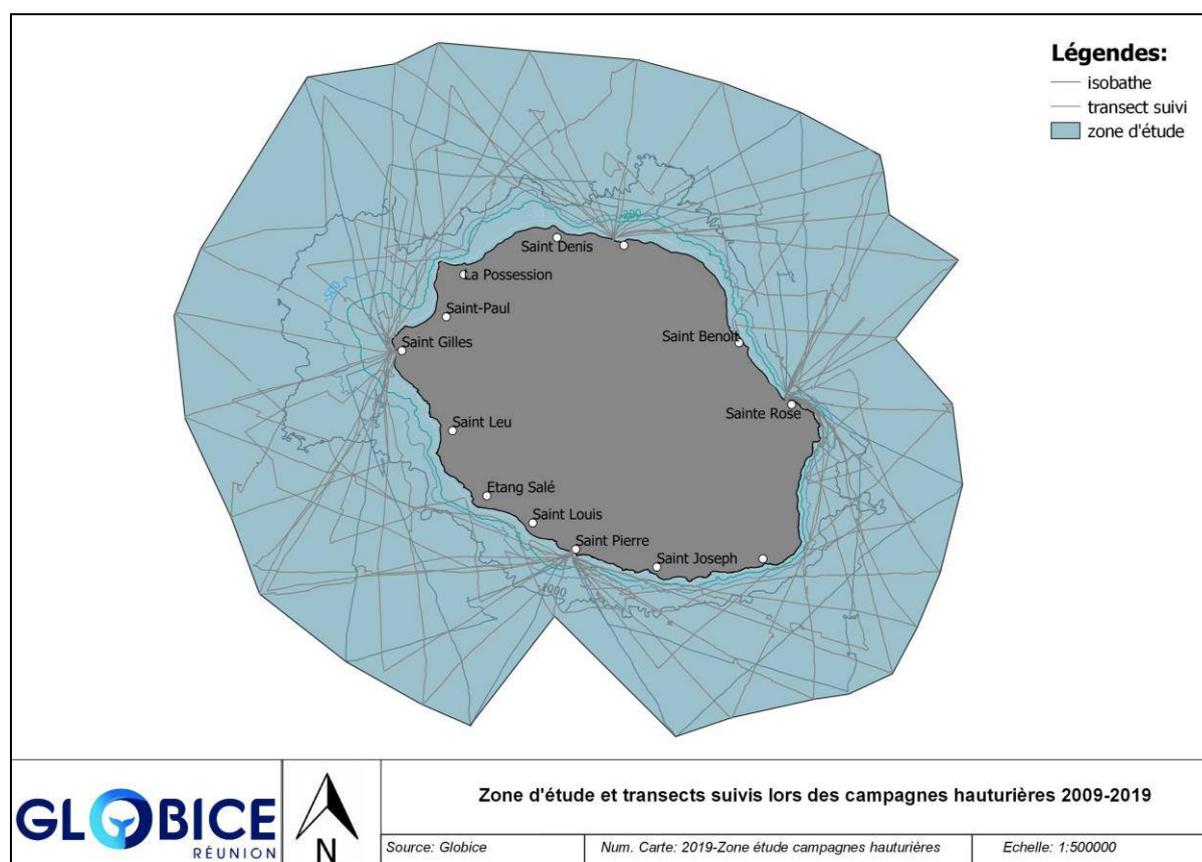


Figure 6. Zone d'étude et transects suivis lors des campagnes hauturières de 2009 à 2019

III.3.2. Estimation d'abondance

Vingt-neuf observations de groupes de dauphins tachetés pantropicaux furent relevées au cours de ces campagnes, et ont permis d'établir la courbe de détection pour cette espèce. Trois valeurs différentes de troncature ont été testées (troncature à 10%, à savoir que 10% des détections les plus extrêmes ont été retirées du jeu de données, soit $w=480,4$, $w=600$, et $w \rightarrow \infty$, à savoir absence de troncature).

Les 29 observations de dauphins tachetés pantropicaux, équivalent à un cumul de 1399 individus, ont été réalisées dans de bonnes conditions de mer (indice de visibilité ≥ 3) et utilisées pour le calcul de **l'estimation d'abondance globale de la population**. La **taille de groupe moyenne était égale** à 48,2 individus ($\pm 50,8$). **Le faible nombre d'observations étalées sur les 10 ans d'étude (2009 à 2019) n'a pu permettre le calcul d'estimation d'abondance sur des laps de temps plus courts.**

Les modèles candidats pour l'estimation de l'abondance des dauphins tachetés pantropicaux, ainsi que les modèles décrivant potentiellement le mieux les données (i.e., ayant l'AIC le plus faible), sont présentés Tableau 3.

La fonction de détection des modèles ayant l'AIC le plus faible, est présentée Figure 7.

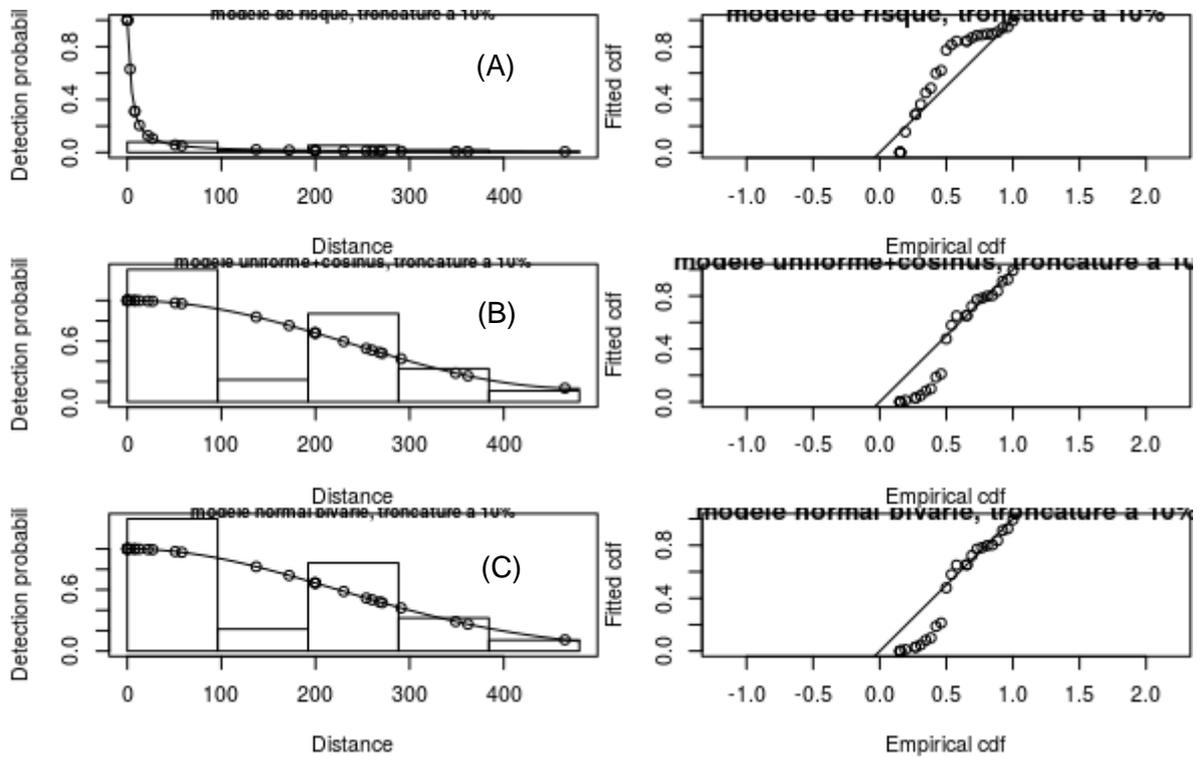
Les modèles de fonction de détection décrivant le mieux les données correspondent à une troncature à 10% ($w=480,4$) (Tableau 3).

Au sein des modèles avec une troncature à 10%, le modèle ayant l'AIC le plus bas, et donc décrivant potentiellement le mieux les données (en italique dans le Tableau 3) correspond au modèle présentant une base « modèle de risque » sans ajustement (AIC=302,79). Néanmoins, le test de Cramer-von Mises (0,61, $p=0,02 < 0,05$) montre que ce modèle ne s'ajuste que faiblement au jeu de données. De plus, le tracé de la fonction de détection inhérente à ce modèle est erratique, et donc peu conforme à celui d'un modèle fiable (Figure 7A). Ce modèle a donc été écarté.

Les deux autres modèles ayant les valeurs d'AIC les plus basses (en gras dans le Tableau 3) sont les modèles « uniforme+cosinus » (AIC=314,42) et « normal bivarié » sans ajustement (AIC=314,57). Du fait d'une valeur d'AIC très proche, ces modèles ne peuvent être choisis indépendamment l'un de l'autre. Le test de Cramer-von Mises pour ces deux modèles (0,46, $p > 0,05$ et 0,45, $p < 0,05$, respectivement) montre que ces derniers s'ajustent correctement au jeu de données. Le tracé des fonctions de détection de ces deux modèles est conforme à celui d'un modèle fiable (Figure 7B et C), et ces deux modèles ont donc été choisis comme décrivant le mieux les données. Ces modèles ont **permis d'estimer** P_a , probabilité de détection, nécessaire au calcul d'abondance ($P_a=0,57 \pm 0,06$ pour le modèle « uniforme+cosinus » et $P_a=0,56 \pm 0,09$ pour le modèle « normal bivarié » sans ajustement).

La densité de dauphins tachetés pantropicaux calculée à partir de ces deux modèles est similaire et égale à 0,57 individus par km^2 ($\pm 0,17$, 95% CI=0,31-1,03 pour le modèle « uniforme+cosinus » et $\pm 0,19$, 95% CI= 0,31-1,07 pour le modèle « normal bivarié » sans ajustement). En extrapolant cette **densité à la zone d'étude, à savoir la zone de 7701 km^2 prospectée** lors des campagnes hauturières (zone en bleu sur la Figure 6) et en supposant que la distribution du dauphin tacheté pantropical est homogène dans cette zone, **l'abondance de la population est estimée** à 4364 individus (± 1346 , 95% CI=2411-7899) et 4405 individus (± 1438 , 95% CI=2455-8243), respectivement.

Figure 7. Histogrammes des distances perpendiculaires et fonctions de détection des trois modèles ayant l'AIC le plus faible, et donc décrivant potentiellement le mieux les données : (A) : « modèle de risque » sans ajustement (troncature à 10%), (B) : modèle « uniforme+cosinus » (troncature à 10%) et (C) : modèle « normal bivarié » sans ajustement (troncature à 10%). Le ou les modèles les plus fiables permettront d'estimer P_a , probabilité de détection nécessaire au calcul de l'abondance.



IV. Discussion et perspectives

Ces deux campagnes ont **permis de poursuivre le travail d'inventaire et d'identification** des espèces de cétacés fréquentant les eaux territoriales et contigües autour de La Réunion, en élargissant la zone habituellement prospectée aux eaux du large et aux secteurs nord et est de La Réunion.

De plus, ces campagnes ont permis l'**observation** de quatre groupes de dauphins tachetés pantropicaux supplémentaires, observations qui se rajoutent aux précédentes observations de cette espèce relevées lors des campagnes précédemment réalisées par Globice (N=25). Ainsi, ces campagnes ont permis de se rapprocher du seuil des N=30 observations de dauphin tacheté pantropical, seuil nécessaire à l'obtention d'estimation d'abondance fiable.

Pour rappel, une première estimation d'abondance de cette espèce autour de La Réunion avait été effectuée à partir des campagnes hauturières précédentes (2009-2018) en compilant l'ensemble des observations de dauphins tachetés pantropicaux (N=25), et d'espèces similaires en taille, comportement et taille de groupe (autres dauphins du genre *Stenella*, N=5), dans le but de disposer d'un jeu de données conséquent (N=30) en vue **d'obtenir un modèle fiable et précis de la fonction de détection sur lequel se basent les calculs d'abondance**. Cette première estimation d'abondance avait permis d'estimer la population de dauphins tachetés pantropicaux à 2933 individus (± 1190 , 95% CI=1343-6404 – Cottarel et al., 2018).

L'acquisition de quatre nouvelles observations de dauphins tachetés pantropicaux lors des campagnes hauturières 2018-2019 a permis de disposer d'un nombre d'observations suffisamment important (N=29) pour s'affranchir de la modélisation de la fonction de détection sur l'ensemble des espèces du genre *Stenella*. Le fait de modéliser la fonction de détection uniquement sur les observations de dauphins tachetés pantropicaux, à partir d'un nombre d'observations similaires, diminue le biais des modèles obtenus, et augmente donc la fiabilité des estimations de densité et d'abondance.

L'**abondance** des dauphins tachetés pantropicaux obtenue à l'issue des campagnes hauturières 2009-2019, a été estimée à 4364 individus (± 1346 , 95% CI=2411-7899) pour le modèle « uniforme+cosinus » et 4405 individus (± 1438 , 95% CI=2455-8243) pour le modèle « normal bivarié » sans ajustement.

Ces estimations doivent néanmoins être interprétées avec **précaution**. En effet, il s'agit de l'estimation d'un effectif basée sur une période de 10 ans d'acquisition de données, à raison d'une prospection par an environ. De plus, l'estimation d'abondance, basée sur une extrapolation de la densité observée dans la bande prospectée (jusqu'à $w=480,4$ m de part et d'autre du bateau) à l'ensemble de la zone d'étude, suppose que la distribution des dauphins tachetés pantropicaux est homogène autour de la Réunion, ce qui reste à

démontrer. Enfin, le niveau de résidence de la population de dauphins tachetés pantropicaux **et les mouvements autour de l'île** restent inconnus. Ce chiffre constitue donc un ordre de grandeur pouvant **servir de base à d'éventuels projets de conservation**. Néanmoins, cette abondance mériterait **d'être affinée** par la poursuite de telles campagnes **dans le but d'acquérir davantage de données d'observation sur cette espèce**.

V. Bibliographie

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., et Laake, J. L., 1993. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations, Chapman and Hall, London.

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., et Thomas, L., 2001. Introduction to Distance Sampling, Oxford University Press, Oxford.

Cottarel, G., Dulau, V., Mouysset, L., Martin, J. et Philippe, J.-S., 2018. Plan Directeur de conservation en faveur des populations de dauphins fréquentant les eaux côtières réunionnaises (2048-2023). Ministère de la Transition écologique et solidaire, Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement de La Réunion. GLOBICE, BIOTOPE, 150 pages.

Dulau-Drouot, V., Boucaud, V., et Rota, B., 2008. Cetacean diversity off Reunion Island (France). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 88, 1263–1272.

Globice, 2014. Suivi des populations de baleine à bosse, de grand dauphin de l'Indo-Pacifique, de grand dauphin commun et de Dauphin long bec à La Réunion.

Marques, F. F. C., et Buckland, S. T., 2003. Incorporating covariates into standard line transect analyses. *Biometrics*, 59, 924–35.

UICN France, MNHN, SEOR, ARDA, Insectarium de La Réunion, GLOBICE & Kélonia, 2013. La Liste rouge des espèces menacées en France - faune de La Réunion.