



HAL
open science

Elaboration d'un protocole de suivi aérien (ULM) pour la détermination de l'abondance des tortues marines en alimentation sur le linéaire côtier de Mayotte Rapport de mission -[Phase I]

François-Elie Paute

► **To cite this version:**

François-Elie Paute. Elaboration d'un protocole de suivi aérien (ULM) pour la détermination de l'abondance des tortues marines en alimentation sur le linéaire côtier de Mayotte Rapport de mission -[Phase I]. Oulanga na Nyamba. 2023. hal-04467225

HAL Id: hal-04467225

<https://hal.science/hal-04467225v1>

Submitted on 20 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright



Elaboration d'un protocole de suivi aérien (ULM) pour la détermination de l'abondance des tortues marines en alimentation sur le linéaire côtier de Mayotte

Rapport de mission – [Phase I]



François-Elie PAUTE
Chargé de Projets scientifiques
06.81.38.66.24
Francois-elie.paute@oulanganyamba.com

Association Oulanga na Nyamba
Protection de l'environnement et des tortues marines
16, rue de la mairie
97615 Pamandzi
06 39 65 55 34
www.oulanganyamba.com

 **FONDATION
NATURE &
DECOUVERTES**
SOUS L'ÉGIDE DE LA FONDATION DE FRANCE

Contexte

Dans un objectif de conservation des espèces de tortues marines dont le statut est jugé en danger voir en danger critique d'extinction (IUCN Red List), l'évaluation des stocks d'individus jeunes pouvant alimenter dans le futur les populations adultes semble primordiale. Le programme JUV MAY piloté par Oulanga na Nyamba (en préparation), met en évidence l'intérêt d'estimer l'abondance des populations de tortues marines à Mayotte (action 1), notamment juvéniles, et d'en déterminer la distribution le long de côtes mahoraises.

Les suivis aériens sont le meilleur moyen pour estimer les abondances des tortues marines qui passent une partie de leur temps en surface sur les sites d'alimentation, notamment du fait que cette méthode présente l'avantage de ne requérir qu'un seul observateur embarqué et de couvrir de grands espaces en peu de temps.

Il n'en demeure pas loin que la méthode de suivi comprend des biais, d'observateur, de visibilité (hauteur d'eau sur platier, réflexion des rayons lumineux, turbidité de l'eau), de disponibilité des sujets au passage de l'appareil (migrations lagon/platier entre le jour et la nuit) et de perception, dont l'effet réside dans une sous-estimation des abondances de populations étudiées.

L'utilisation d'une méthode de suivi aérien en ULM semble adaptée au questionnement scientifique posé (Roos et al., 2005, Jean et al., 2010), mais les conditions de mise en œuvre sont propres à celles du site étudié (longueur de linéaire côtier, profondeur des sites, hauteur d'eau, coefficients de marée, météo).

Oulanga na Nyamba propose de tester et adapter un protocole de suivi aérien en ULM afin d'estimer les abondances des populations et de leur distribution sur leurs habitats d'alimentation. Il se base sur le protocole mise en œuvre à La Réunion depuis 1998 (Jean et al., 2010). L'utilisation d'une telle méthode, **nécessite une calibration du protocole de recensement afin de déterminer :**

- La faisabilité du suivi à l'échelle de l'île ;
- la durée de vol nécessaire ;
- la hauteur de vol,
- la hauteur d'eau optimale sur les sites ;
- les heures de passage en fonction du taux d'ensoleillement, de la fréquentation humaines,
- les taux de couverture nuageuse maximales
- les points remarquables terrestres pour délimiter les zones (amers)
- les contraintes de vols linéaires (suivi du littoral dans les baies)
- la détermination des classes de taille (Grand / moyen / petit)
- les conditions de visibilité optimales : orientation des vagues et du vent par rapport à la côte.

Le protocole à tester est issu d'une concertation avec :

- Les partenaires scientifiques ayant mis en place de tels suivi ou projetant de la faire : KELONIA, CEDTM, ONF, IFREMER
- Les partenaires techniques : pilotes ULM avec expérience de suivi scientifiques.

Objectif premier du test suivi ULM :

- Etude de faisabilité et calibration d'un protocole de suivi des populations de tortues marines : détermination du nombre de vols à réaliser, les conditions environnementales, coefficient de marée (hauteur d'eau optimale), plan d'échantillonnage.
- Adéquation au questionnement scientifique : suivre l'évolution des abondances de tortues marines et leur distribution sur leurs zones d'alimentation.

- Estimation financière du suivi

Objectifs secondaires :

- Déterminer les sites de fréquentation des populations juvéniles (Programme JUV MAY) ;
- Déterminer la distribution des populations de TM en alimentation sur le territoire ;
- Evaluer les tendances démographiques des populations sur les zones côtières d'alimentation ;
- Alimenter un potentiel indicateur national de suivi des populations en alimentation sur les zones côtières ;

L'association Oulanga na Nyamba met en œuvre l'élaboration de ce protocole sur **deux** périodes représentative des conditions de vents, facteur qui a priori reste déterminant pour l'accessibilité visuelle au milieu :

- Phase 1 de mars à juin 2023 : Saison sèche avec apparition des vents d'Alyées de secteur sud/sud-ouest ;
- Phase 2 de septembre à novembre 2023 : fin de saison sèche avec diminution des vents d'Alysée, début de saison humide.

L'action est rendue possible grâce au soutien financier de la Fondation Nature et Découverte.

Phase 1 [mars – juin 2023]

La première phase du projet a consisté à :

- Identifier un prestataire de vol ULM ;
- Caractériser la zone d'étude ;
- Etablir un zonage de la zone d'étude ;
- Etablir et tester les critères de vols ;
- Etablir et tester des plans de vols ;

1- Prestaire de Vol ULM

Deux entreprises proposent des vols touristiques et/ou professionnels en ULM sur le territoire de Mayotte : Tip top ULM et les ULM de Mayotte.

Ces deux entreprises sont relativement similaires, mais « les ULM de Mayotte » présente l'avantage de mettre en œuvre les suivis de l'avifaune côtière depuis plusieurs années (GEPOMAY), ainsi que les recensements des activités de pêche à pied sur le littoral mahorais (Parc naturel marin de Mayotte). L'expérience des pilotes pour la mise en œuvre de protocoles scientifiques similaires à celui testé dans le cadre du suivi des populations de tortues marines en alimentation sur la zone côtière représente un atout non négligeable.

Les appareils utilisés par les deux structures proposent une disposition côte à côte. Le pilote est situé à gauche de l'appareil tandis que la fenêtre d'observation de l'opérateur est en « main droite » de l'appareil. La portière latérale droite de l'appareil utilisé par Les ULM de Mayotte peut être retirée, pour ainsi permettre une meilleure vision au droit de l'appareil.



2- La zone d'étude

Pour répondre au questionnement scientifique, il importe de préciser les types d'habitats disponibles pour l'alimentation des tortues marines :

- les zones de mangroves littorale ;
- les platiers de récif barrière, leur pente interne ou externe ;
- les platiers de récif frangeant ;
- les platiers de récif frangeant d'îlot ;
- les platiers de double barrière ;

Les contraintes techniques de vols (autonomie, distance maximale, sécurité) limitent les passages sur le récif barrière au-delà de la Passe en S et du Grand Récif Nord-Est (GRNE).

Ainsi, la zone d'étude peut être caractérisée par la zone d'estran le long du littoral de la Grande Terre, Petite Terre et de l'îlot M'tsamboro, ainsi que l'estran des zones Passe en S, Ilot des aviateurs et Grand Récif Nord-Est.

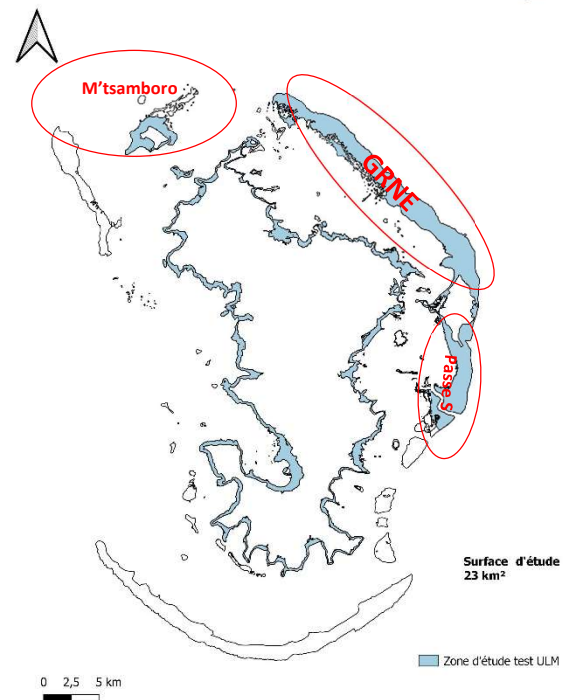
3- Zonage d'étude

La compartimentation de la zone d'étude paraît nécessaire afin de pouvoir rapporter une abondance parfois élevée d'individus à une notion géographique correspondant à leur habitat d'alimentation. Le géoréférencement des observations est difficile à mettre en œuvre car les densités d'individus observés sont parfois trop élevées pour être recensées en temps réel. Le recensement par compteur manuel avec reportage de la donnée de densité à la zone est préféré.

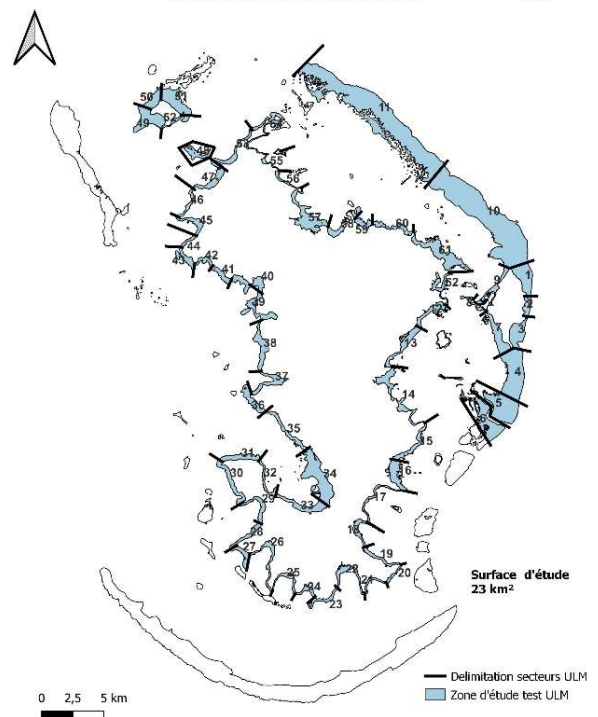


Le zonage proposé se base sur les connaissances empiriques et le retour d'expériences recueillies auprès des acteurs (Katia BALLORAIN, François-Elie PAUTE, Mireille Quillard, Jeanne WAGNER), ainsi que sur la géomorphologie de la côte proposant des amers remarquables (points de repères), facilement discernables par l'observateur en vol (pointes rocheuses, villages, embouchures de cours d'eau ou autres éléments pérennes). Il paraît nécessaire de pouvoir associer rapidement la valeur du comptage à la zone d'étude repérable en vol, ce qui nécessite une bonne connaissance du littoral mahorais.

Zone d'étude du suivi des populations de tortues marines en alimentation



Zone d'étude du suivi des populations de tortues marines en alimentation



4- Les critères et conditions de vols

Les critères et conditions de vols sont dans un premiers temps déterminés par rapport à ceux établis par Jean et al., 2010 à La Réunion, et à Mayotte (*comm. pers.*).

[Critères et conditions de vol retenus – Phase 1]

Critères	Valeurs	Observations
Altitude	150 m (500 pieds)	Altitude minimale réglementaire
Vitesse	100 Km/H	Vitesse minimale réglementaire
Force du vent	Faible, Max 10 nds	Au-delà, comptage possible jusqu'à 15nds mais risque de remise en suspension de sédiments sur certains platiers exposés, et incidence
Soleil	Faible incidence	Evite réflexion des rayons
Couverture nuageuse	Faible	
Horaires de vol	[7h – 15h]	Horaire d'ouverture de la piste 7h
Hauteur d'eau	1,2 – 1,4 m	
Durées de vols	[20'-180']	En fonction de la hauteur d'eau disponible

La durée des vols est calculée en fonction des critères de hauteur d'eau retenus (entre 1,2 et 1,4m). La durée pour laquelle la hauteur d'eau requise est maintenue sur la zone d'étude est variable en fonction des coefficients de marée. Les données disponibles sont limitées à l'almanach du SHOM (<https://maree.shom.fr>), la durée de vol est par conséquent déterminée selon la règle des 12^e en condition de jusant ou de flot (**fig**).

	Jusant			Flot	
	HM	BM		BM	HM
Heure	04:20:00	10:22:00	Heure	08:00:00	14:04:00
Hauteur (m)	3,6	0,35	Hauteur (m)	1,05	3,2
Marnage (m)	3,25		Marnage (m)	2,15	
Delta heure	06:02:00		Delta heure	06:04:00	
Valeur 12e (m)	0,27083333		Valeur 12e (m)	0,179166667	
Hauteur 1h avant BM	0,620833333		Hauteur 1h avant HM	3,020833333	
Hauteur 2h avant BM	1,1625		Hauteur 2h avant HM	2,6625	
Hauteur 3h avant BM	1,975		Hauteur 3h avant HM	2,125	
Hauteur 4h avant BM	2,7875		Hauteur 4h avant HM	1,5875	
Hauteur 5h avant BM	3,329166667		Hauteur 5h avant HM	1,229166667	
Hauteur 6h avant BM	3,6		Hauteur 6h avant HM	1,05	

Figure 1 : tableau de calcul des 12e de marée

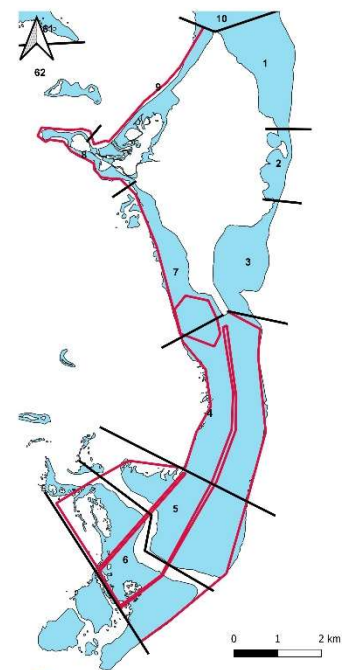
La prise en compte de ces critères a permis de mettre en évidence 35 possibilités de vols entre le 7 mars et le 30 juin 2023.

5- Etablir et tester des plans de vols

Plusieurs plans de vols (trajets) ont été déterminés en fonction de la contrainte de temps associée à la hauteur d'eau disponible, tout en optimisant les déplacements. Les tracés ont été déterminés en prenant en considération la capacité d'observer convenablement la zone d'étude, jusqu'à une distance de 300 m de l'observateur sur sa main droite (hauteur de 150 m à une vitesse de 100 Km/h).

En fonction des temps de vols disponibles pour survoler la zone d'étude, l'observateur peut choisir des plans de vols dont la distance à parcourir est variable, et bien sur adaptée aux contraintes. L'observateur embarque avec lui un GPS permettant de suivre le déplacement de l'ULM.

Figure 2 : Plan de vol pour couvrir les zones du secteur Petite-Terre / Passe en S



6- Retour d'expérience

1- Calendrier de vol :

Sur les 35 dates de vol potentielles sur la période de mars à juin, 14 ont été retenues auprès du prestataire pour assurer les vols en ULM (FIG). Certaines dates étaient déjà réservées par d'autres structures nécessitant des critères similaires (suivi avifaune, activités nautiques etc.), ou correspondaient à des d'autres suivis scientifiques mobilisant l'opérateur de l'association (suivi PAPANI).

	Phase 1			
	Temps de comptage	Heure début comptage possible	Zonage	Obs
mardi 4 avril 2023	30'	07:50	Zone Passe S / PT	Annulé mauvais temps
mercredi 5 avril 2023	45'	07:45	Zone Passe S / PT	cf BDD
mercredi 19 avril 2023	30'	07:20	Zone Passe S / PT	Annulé mauvais temps
jeudi 20 avril 2023	20'	07:50	Zone Passe S / PT	cf BDD
vendredi 21 avril 2023	30'	08:00	Passe S / VdB	cf BDD
lundi 15 mai 2023	3h	05:30		1h30 à 7h cf BDD
lundi 22 mai 2023	30'	09:30		Fermeture Piste
mardi 23 mai 2023	30'	10:00		vac Dispo Autre pilote ?
mercredi 31 mai 2023	3h	06:00		Dispo Autre pilote : problèmes qualité de survol
jeudi 1 juin 2023	30'	06:45		Pas dispo
vendredi 2 juin 2023	30'	07:00		Pas dispo
lundi 19 juin 2023	30'	08:45		
mardi 20 juin 2023	30'	09:20		
vendredi 30 juin 2023	3h	06:00		2h a partir de 7h

Figure 3 : Calendrier prévisionnel des vols

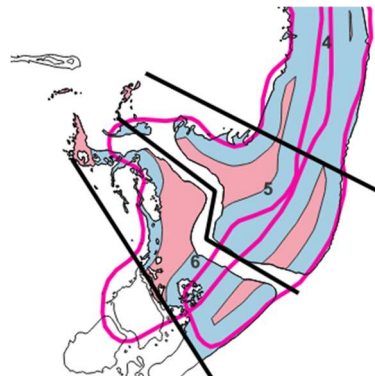
Parmi les 14 vols retenus, 6 ont été réalisés couvrant l'ensemble de la zone d'étude (exceptée la zone 11 correspondant à la partie Nord du GRNE). Les autres vols ont dû être annulés pour divers raisons : 2 causes d'annulation pour mauvais temps, 1 pour fermeture de piste par la DGAC (fermetures régulières pour entretien/contrôle mais prévisibles), 1 pour manque de disponibilité du pilote et 4 pour manque de disponibilité de l'opérateur d'ONN.

Les vols réalisés sur une période de 3 mois (n=6) ont permis de survoler l'ensemble de la zone d'étude (excepté zone 11 du GRNE). L'efficacité relative (surface à prospecter/nombre de vols) s'explique par la couverture du linéaire côtier de la Grande Terre en 2 vols de 90 minutes.

2- Couverture de la zone d'étude :

Les vols successifs ont permis de déterminer une distance à l'ULM maximale où l'opérateur a la capacité de recenser les individus de manière optimale. Elle est estimée à 300 m au droit de l'ULM.

La trace de vol effectué permet d'établir la surface de la zone d'étude couverte par l'observateur. Lors de la Phase 1, **30 % de la zone d'étude n'était pas disponible pour l'observateur** (surface non survolée).



3- Critères et conditions de vol

Globalement, les hauteurs d'eau testées correspondent à des marées du matin. Les temps de vols disponibles oscillent entre 20 minutes et 3 heures, impliquant une large possibilité de plans de vols. Cependant, la majorité des vols sont de courtes durées (entre 20 et 30 minutes), et les temps de vols longs ne peuvent être utilisés de manière optimale car les heures de début de comptage sont trop tôt dans la matinée (entre 5h30 et 6h). La lumière du soleil n'est pas assez forte et les rayons trop incidents. L'heure d'ouverture de la piste à 7h conditionne les heures de décollage.

Ainsi, les plages horaires de comptage les plus élargies (3h), sont en réalité réduites de moitié, avec des temps de comptage d'1h30 à 2h. Sur la période, deux possibilités de vols long ont été utilisées, avec des conditions de vent convenable pour le comptage. Elles ont chacune permis de couvrir l'une des deux moitiés du littoral de la Grande Terre.

Le matin entre 7h et 8h en période hivernale, l'incidence des rayons du soleil implique un rayonnement réduisant la visibilité sur les transects dans le sens sud/nord. Il peut être accentué lorsque les conditions de mers sont faiblement agitées avec clapot. Le comptage n'est pas optimal, quand bien même l'observateur puisse regarder du milieu vers l'arrière de la fenêtre d'observation.

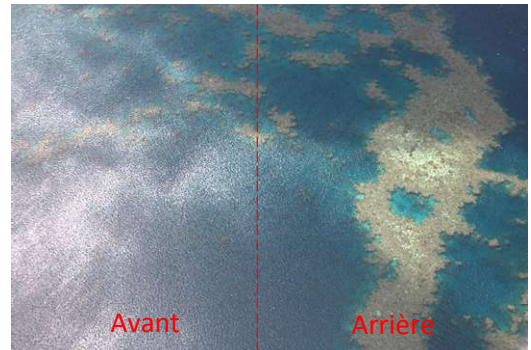


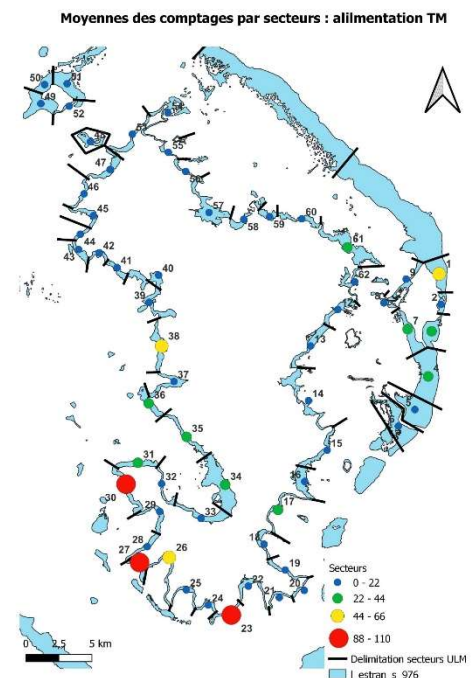
Figure 4 : Perte de visibilité d'une partie de la fenêtre d'observation par la réflexion des rayons du soleil

4- Résultats Phase 1 (1 passage par secteur au 31-05-2023) :

Le suivi sur le littoral de la Grande-Terre présente peu de difficultés techniques. Certaines zones de platier étendu nécessitent un second passage de type « boucle » de manière à échantillonner le maximum de surface (N'Gouja, baie de Bouéni, Tsingoni). Les platiers de surface étendus sont également présents sur les zones de l'îlot M'Tsamboro/Papani/Passe en S, leur couverture nécessite une augmentation de l'effort d'échantillonnage par la réalisation de transects supplémentaires.

Cependant, la réalisation de transect répétables ne semble pas aisée pour les pilotes par manque d'amers sur les zones éloignées de la côte (Passe en S/Papani/GRNE). Le placement au droit du tombant est difficile, avec un décalage parfois de plus de 100 m entre la position de l'ULM et la limite du tombant récifal.

L'ensemble de la zone d'étude a été survolée sur une distance totale de 390 Km répartis sur 6 vols. Le coût total (prestation ULM Phase 1) s'élève à 1056 €.



5- Préconisations :

- Réadapter les plans de vols pour augmenter l'effort d'échantillonnage de la zone d'étude.
- Utilisation d'une tablette pouvant matérialiser le positionnement de l'ULM par rapport au plan de vol optimisé permettrait de réduire le décalage par rapport à la limite du tombant récifal, donner des points de repères pour les parties de transects n'en disposant pas, et enfin de pouvoir repérer le positionnement de l'observateur sur sa zone d'étude.
- Tester des conditions de vols différentes sur une même zone (ex différents horaires, hauteurs d'eau etc ..).
- Exclure les zones de mangroves/fond de baie de la zone d'étude, où la visibilité est généralement mauvaise.

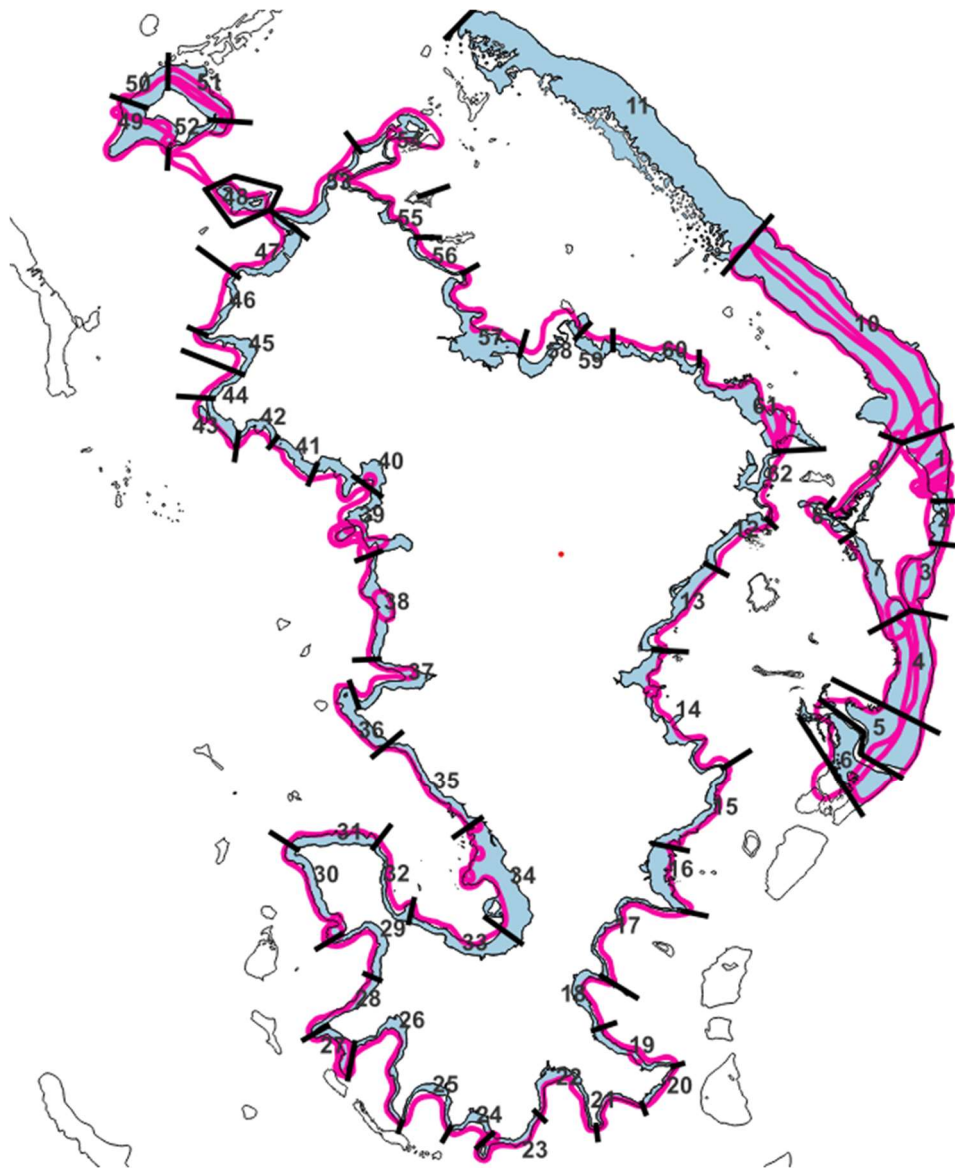


Figure 6 : Trace vols effectués Phase 1

Moyennes des comptages par secteurs : ailimentation TM

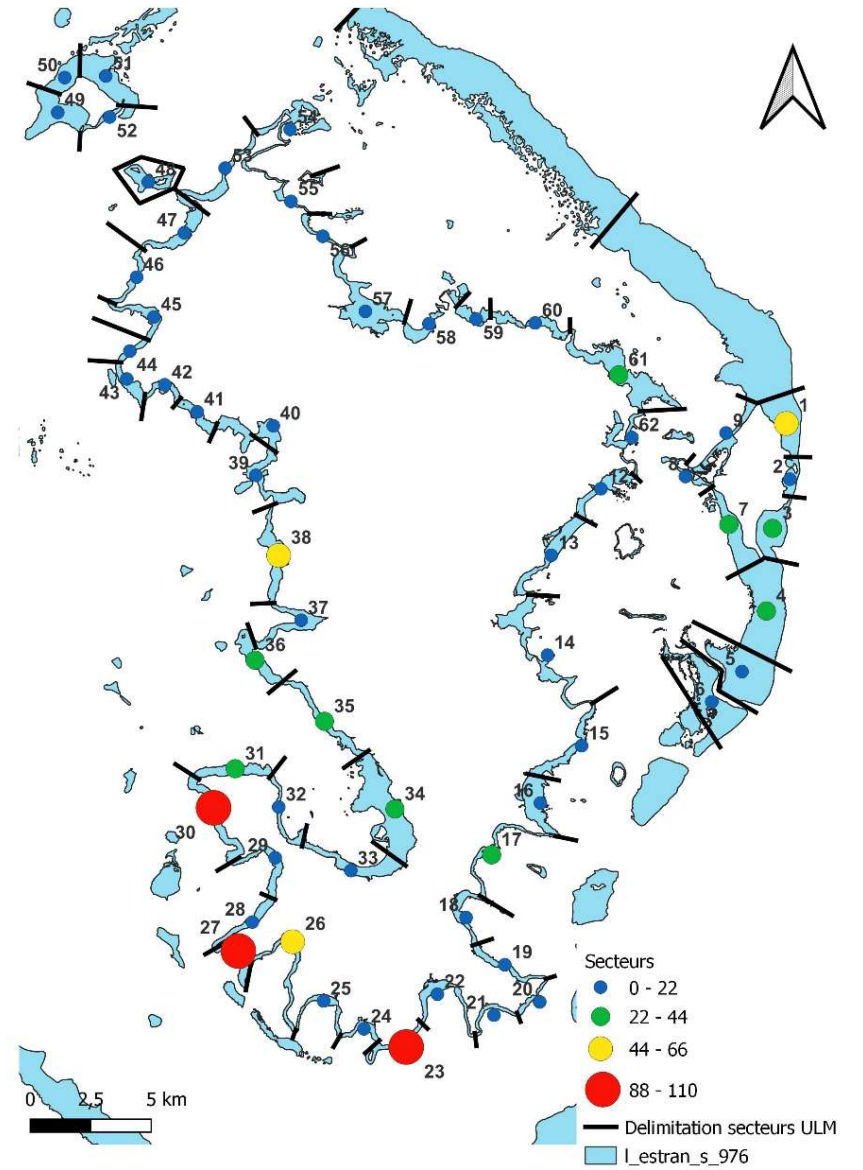


Figure 5 : Répartition des abondances recensées en Phase 1