

PROSPECTION AERIENNE DES REPRODUCTEURS DE THONS
ROUGES (*THUNNUS THYNNUS*)
ZONE A – MER DES BALEARES

Juillet 2021



Banc de thons rouges (Thunnus thynnus) en mer des Baléares – Juin 2021

Hélène QUEVREUX
Vincent QUIQUEMPOIS

This project is co-funded
by the European Union



SOMMAIRE

Introduction	3
Contexte	3
Objectifs	4
Matériel et méthode	5
Equipe	5
Equipement	5
Zone d'étude	6
Protocole	7
Résultats.....	9
Registre de vol	9
Rapports quotidiens.....	11
Statistiques des données d'observation	33
Conclusion	38
Bibliographie	39
Table des figures.....	39
Table des tables.....	40
Annexes.....	41

INTRODUCTION

CONTEXTE

Le Thon rouge d'Atlantique (BFT), *Thunnus thynnus*, est une espèce pélagique évoluant dans l'Atlantique nord et la Méditerranée. L'aire de répartition ainsi que la migration de cette espèce peuvent être expliquées par différents facteurs environnementaux et biologiques (disponibilité de la ressource alimentaire, température de l'eau, etc.). Des études (Fromentin et Powers, 2005) ont mis en évidence le fait que la migration du Thon rouge en méditerranée est liée à la recherche de zones de fraie spécifiques pour l'espèce qui sont probablement les zones où ces derniers sont nés.

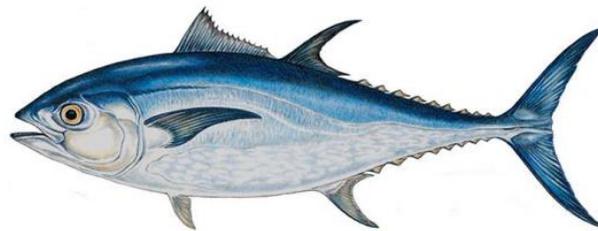


Figure 1 : Thon rouge (BFT) - *Thunnus thynnus*

Cette espèce est exploitée depuis des siècles. Déjà les carthaginois et les romains guettaient son arrivée en Méditerranée. Plus récemment, les pêcheurs artisanaux opéraient le métier de madrague, une technique de pêche côtière. Cependant, dès les années 1970, les techniques de pêche ciblant le thon ont évolué, la senne tournante a remplacé la madrague et a permis une exploitation hauturière de la ressource. De ce fait, à partir des années 1980, l'ensemble des pêcheries exploitait la ressource dans le bassin méditerranéen. Cette exploitation généralisée sur l'ensemble de la Méditerranée mais aussi l'Atlantique nord peut engendrer des modifications de la dynamique spatiale de l'espèce et, à terme, de l'évolution des stocks.

Au vu de ces éléments, il apparaît primordial d'évaluer l'effort de pêche des pêcheries sur les stocks, mais aussi d'améliorer les connaissances des processus biologiques du Thon rouge afin d'élaborer une politique de gestion des stocks internationaux pour une exploitation durable de cette ressource. Dans ce sens, en 2009, la commission internationale de conservation des thonidés de l'atlantique nord (ICCAT) a mis en œuvre un programme de recherche : Grand Bluefin Tuna Year Programme (GBYP) dont l'objectif est d'améliorer la collecte de données de base, la compréhension des processus biologiques et écologiques clés, les modèles d'évaluation et de gestion. Un point important de ce programme est d'effectuer des relevés aériens des populations reproductrices de thon rouge en réalisant des survols de la mer Méditerranée sur des zones spécifiques au début de l'été.

OBJECTIFS

Chaque année, le suivi aérien est effectué dans quatre secteurs de la Méditerranée afin d'estimer l'abondance relative de thons reproducteurs dans les zones de fraie : Mer des Baléares, Mer Tyrhénienne, Méditerranée centrale (Malte) et la Mer Levantine.

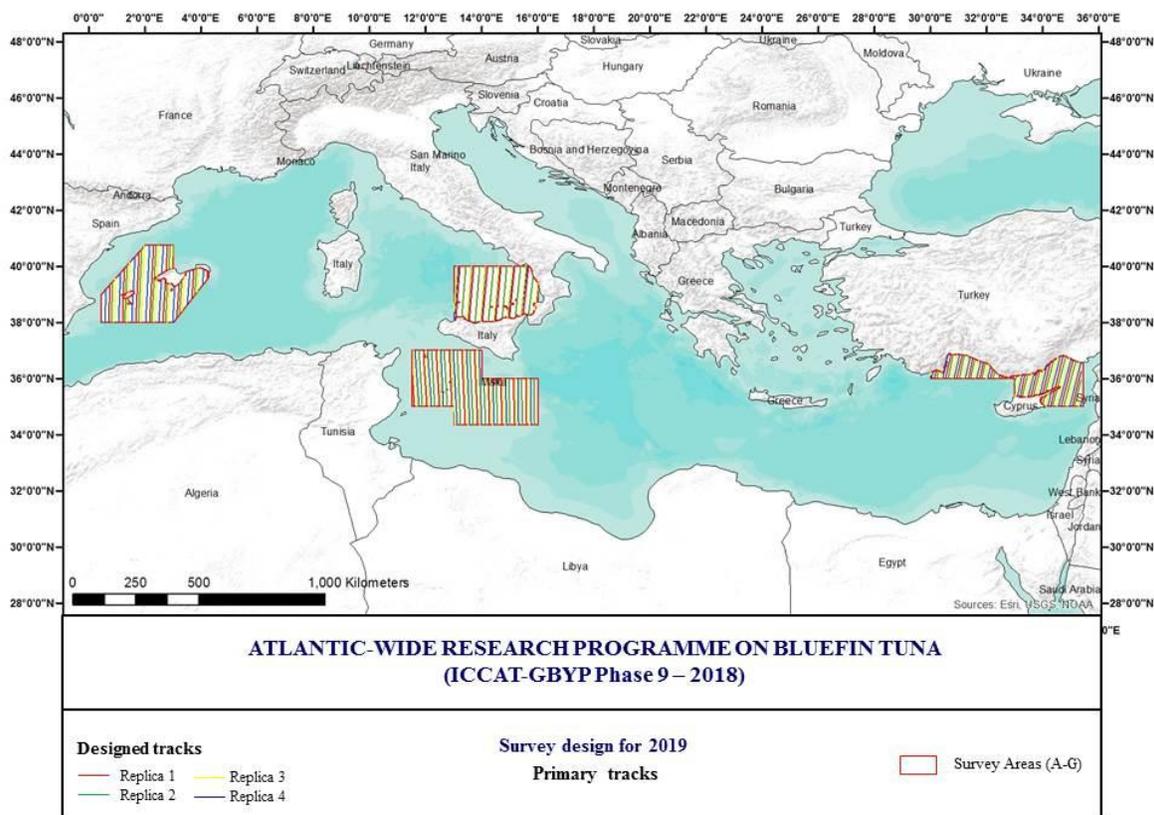


Figure 2 : Secteurs prospectés les années précédentes en mer Méditerranée

Cette année 2021, la 10^{ème} phase du programme de recherche se concentre uniquement sur la zone des Baléares (Zone A).

Toutes les données d'observation sur les autres espèces rencontrées sont également enregistrées : tortues, mammifères marins et gros poissons.

Aussi, un des objectifs de cette mission de 2021 est de faire une prospection pilote avec un système numérique automatique dans cette zone afin d'évaluer la faisabilité de l'utilisation de ce type de système. Nous reviendrons sur cette partie dans un second rapport plus détaillé.

MATERIEL ET METHODE

EQUIPE

Action Air Environnement est une société spécialisée dans la télédétection aérienne environnementale, l'évaluation des ressources naturelles et de la biodiversité marine. Elle a été mandatée par l'ICCAT pour la prospection aérienne dans la zone de la mer des Baléares.



Figure 3 : Avion F-HCOM

Pour cette mission, un avion type push-pull Cessna 337 immatriculé F-HCOM a été utilisé. Il est équipé de hublots bulle permettant une observation à 90° sous l'avion.

L'équipe de terrain est composée de quatre membres (de gauche à droite [Figure 4](#)) :

- Silvère FONTANET : observateur professionnel (PS)
- Hélène QUEVREUX : observatrice scientifique chef d'équipe (SS – CL)
- Patrick FERON : pilote professionnel (PP)
- Vincent QUIQUEMPOIS : observateur scientifique (SS)



Figure 4 : Equipe de terrain

Pour des questions d'organisation, Helder Araujo ainsi que José Antonio Vázquez ont complété l'équipe lors de certains vols en début de campagne.

EQUIPEMENT

Pour la navigation, les observateurs scientifiques sont équipés d'un ordinateur de vol, un DURABOOK, sur lequel est branché le GPS (GARMIN GPSMAP 78S). Cet équipement permet à l'observateur scientifique placé à gauche dans l'avion d'enregistrer toutes les données d'observations et les conditions d'effort via le logiciel LOGGER durant le vol.

Chacun des observateurs est également équipé d'un clinomètre SUUNTO, afin de mesurer l'angle d'inclinaison de chaque observation, et d'un appareil photo CANON EOS 5D mark IV avec un objectif IRIX 150mm pour la prise de photo au travers du hublot bulle lors d'observations de bancs de thons.

Cette année, un nouveau protocole pilote de détection à l'aide d'images numériques est testé. Un appareil photo, le FUJIFILM GFX100S (101,8 millions de pixels) équipé d'un objectif FUJINON GF23MM F4 R LM WR Lentille, est fixé sous le siège de l'observateur professionnel (place du copilote). A une hauteur de vol de 300m, cela permet d'obtenir une largeur de bande effective de 574m. Ce système est relié à un ordinateur dans l'avion afin de contrôler le déclenchement de la caméra via le logiciel MISSION PLANNER. A une vitesse moyenne constante de 100 nœuds, MISSION PLANNER est configuré pour prendre des photos toutes les 7,2 secondes. A ce rythme, la bande de 574m est prise en photo en continu avec 10% de recouvrement entre chaque photo.

ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est la mer des Baléares, unique zone prospectée cette année 2021. Elle s'étend de l'ouest de l'île d'Ibiza jusqu'à l'est au sud de l'île de Minorque. Sur cette zone, appelée zone « IN », 4 répliques (A à D) de 7 ou 8 transects chacun sont effectués. Couplés à ceux-ci une zone « OUT » autour de la zone d'étude est à prospecter également (Figure 5). Deux répliques (E et F) de 8 transects chacun constituent la zone OUT.

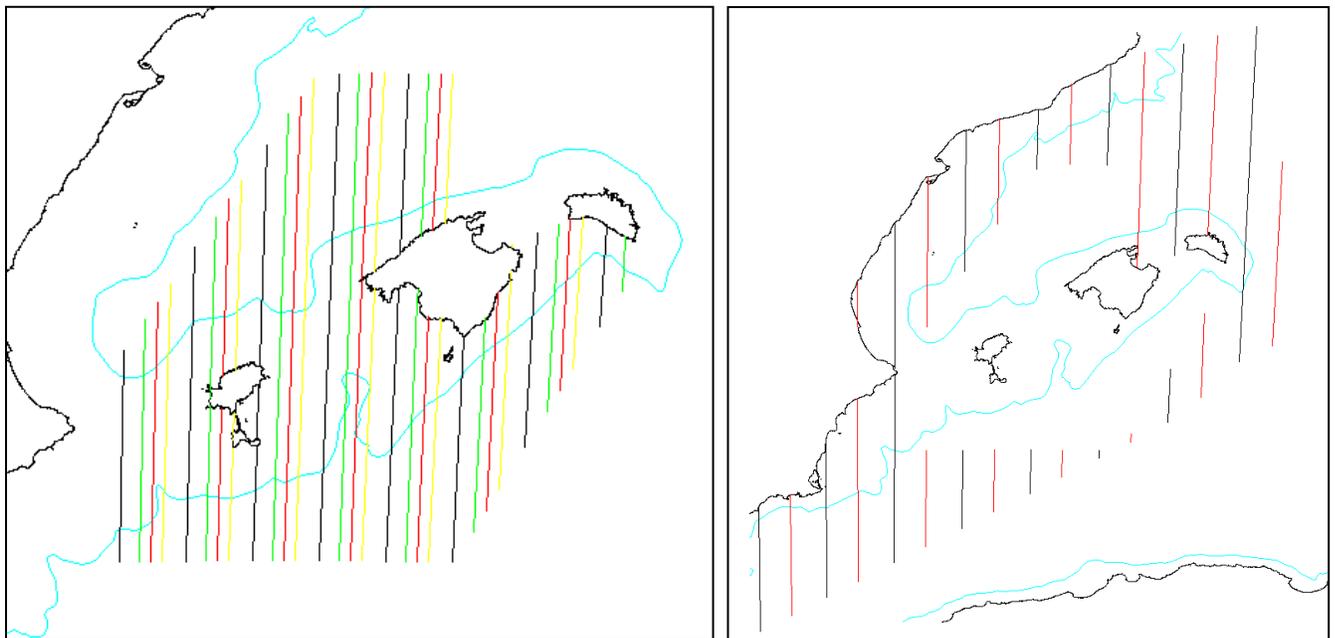


Figure 5 : Cartes des transects IN (gauche) et des transects OUT (droite)

PROTOCOLE

Chaque matin, l'équipe se réunit afin de faire un point sur les conditions météo du jour (en analysant avec précaution les sites internet suivant : www.windy.com et passageweather.com) et décider du plan de vol.

Afin que le vol puisse être effectué, des conditions météo définies par l'ICCAT sont à respecter dans le but d'avoir des conditions optimales d'observation : une bonne visibilité (minimum 3,5km), un état de la mer à un maximum de 3 beaufort et pas de pluie.

Lors des vols, le temps de vol est enregistré sous différentes catégories :

- « LAND » lorsque l'avion est au-dessus de la terre
- « ON EFFORT » lorsque l'équipe est en effort de prospection, sur les transects et parfois hors des transects (« Off track »)
- « OFF EFFORT » lorsque l'équipe n'est pas en observation, entre deux transects ou lors des transits.

En effort de prospection les conditions environnementales d'observation sont enregistrées sur le logiciel LOGGER :

- Sea State : état de la mer en beaufort
- Glare : éblouissement, si oui préciser les angles (système 360°)
- Glint : effet miroir sur l'eau
- Conditions subjectives (bonnes, moyennes ou pauvres)

Lors d'une observation de BFT, l'observateur la communique au reste de l'équipe dès la détection de l'animal (event F). L'avion garde les ailes à plat jusqu'à ce que l'observateur ait pris l'angle lorsque les animaux sont dans le travers de l'avion (event A). Une fois l'angle noté, l'avion quitte le transect (LE) pour se rapprocher des animaux et tourner autour (event C) afin d'avoir la meilleure estimation possible du banc ainsi que du poids moyen des animaux par l'observateur professionnel (PS) et l'observateur scientifique droit (SS). Une fois ces données récoltées, des photos sont prises à travers le hublot bulle et avec l'appareil photo positionné sous l'avion avant de rejoindre le transect (RE) et de reprendre l'effort d'observation.

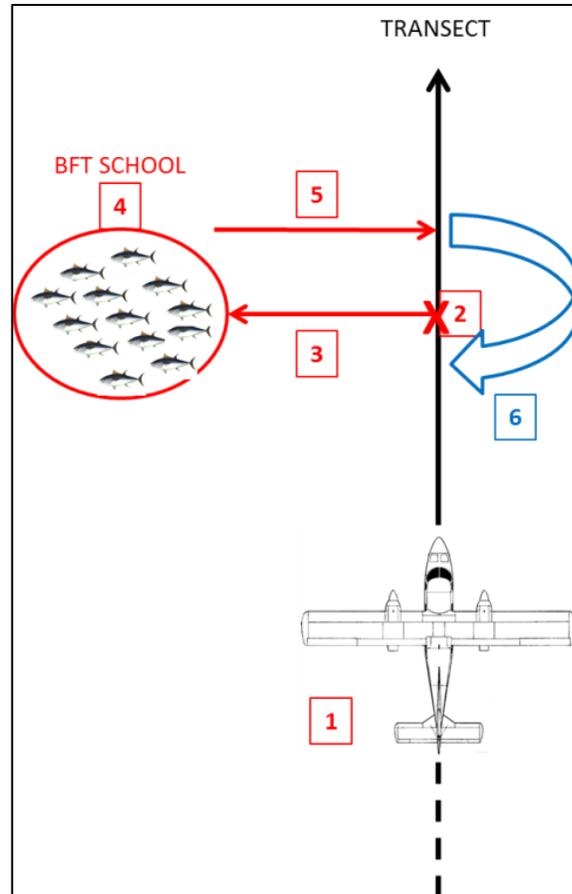


Figure 6 : Schéma du protocole à suivre lors d'une observation de BFT ; 1 : event F, 2 : event A, 3 : LE, 4 : event C, 5 : RE, 6 : reprise de l'effort

L'observateur de gauche en charge de noter les données, enregistre les différentes informations à l'aide du logiciel LOGGER sur l'ordinateur de vol :

- l'angle lorsque l'animal est dans le travers de l'avion (event A),
- le moyen de détection (cue),
- l'espèce,
- le nombre d'animaux et le poids moyen.

Toutes ces données de vol sont ensuite enregistrées sur un fichier Excel dans les formulaires « effort form » pour les données environnementales et « sighting form » pour les données d'observation (Annexe 1 & 2). Dans ce fichier, sont également enregistrés tous les points GPS du vol provenant du GPS Garmin relié à l'ordinateur de vol, mais également les points du GPS de l'avion.

Le logiciel LOGGER permet d'extraire également les cartes des tracés GPS du jour. Les cartes finales d'observations présentées dans la partie résultats sont réalisées à l'aide du logiciel QGIS (version 3.18.3).

Pour un résultat optimal des images prises par le système automatisé, un post-traitement était prévu grâce à un logiciel d'intelligence artificielle, « TRACKFISH », afin de détecter la présence de thons rouges, en partenariat avec la société Créocéan. Pour des raisons techniques, ce logiciel n'a pu être utilisé. Les images ont donc analysées visuellement une à une. Nous reviendrons en détail sur cette partie dans le second rapport consacré uniquement à cette partie de la mission.

RESULTATS

REGISTRE DE VOL

Au total 22 vols ont été réalisés au cours de la mission entre le 2 Juin 2021 et le 8 Juillet 2021, ce qui représente 21 jours de travail et 10 jours de mauvaises conditions météo. De plus, 2 jours ont été nécessaires pour faire des améliorations et tests du système photo placé sous l'avion et 1 jour pour des réparations de l'avion suite à des problèmes techniques. Le dernier vol effectué le 6 juillet a dû être avorté pour un problème médical d'un membre de l'équipage.

Sur la totalité de la campagne 2021, 7 transects sur les 46, tout réplica confondu (correspondant à 15.22%), n'ont pas été effectués à cause d'une mauvaise météo régulière dans la partie ouest de la zone. Ainsi, la 4^{ème} réplique (réplica D) de la zone « IN » et la 2^{ème} réplique de la zone « OUT » (réplica F) sont incomplètes. Ces transects sont situés au niveau de l'île d'Ibiza et sur toute la partie à l'ouest de cette île. La Figure 7 récapitule l'ensemble des transects effectués.

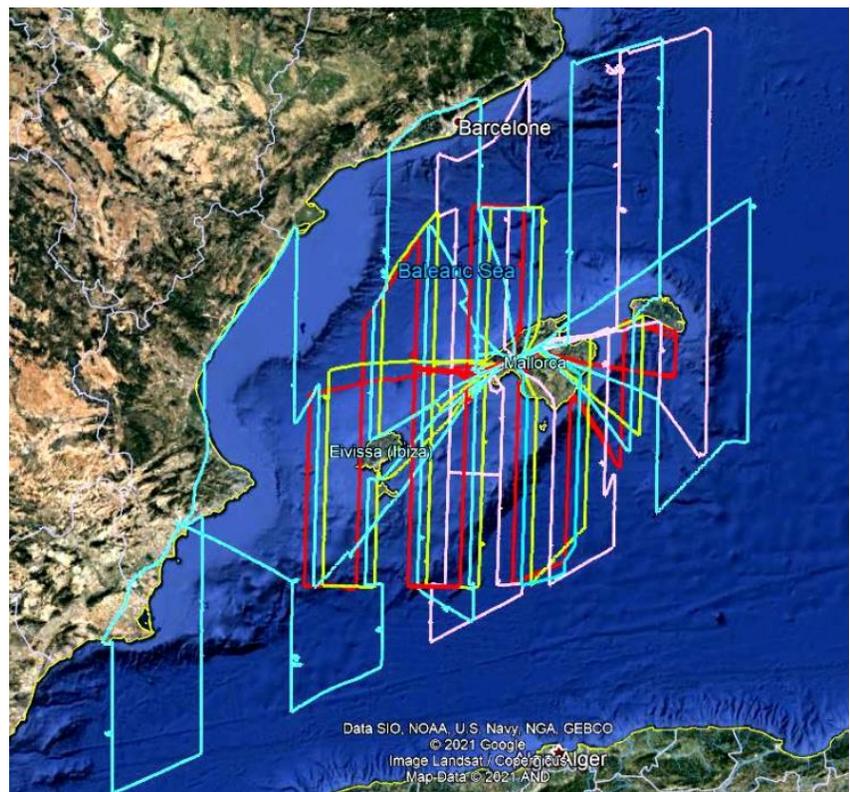


Figure 7 : Carte de l'ensemble des transects effectués; rouge : réplica A, bleu : réplica B & E, vert : réplica C, violet : réplica D & F

Table 1 : Registre de vol de la mission d'après le GPS de l'avion

Date	Aéroports		Heure		Durée de vol	Numéro de vol	Transect	Commentaires
	Décollage	Atterrissage	Départ	Arrivée				
2-juin-21	Cuers	Perpignan	11:34	12:53	1:19		Ferry	
2-juin-21	Perpignan	Son Bonet	13:20	15:02	1:42		Ferry	
3-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
4-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:45	13:16	4:31	1	IN1 : A1 A2 A3	
5-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
6-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	12:09	16:21	4:12	2	IN1 : A5 A6 A7 A8	
7-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	09:42	13:54	4:12	3	IN1 : A3 A4 A5	
8-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:39	10:42	2:03	4	IN2 : B12 B13	
9-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:27	12:55	4:28	5	IN2 : B11 B12 ; OUT1 : E35	
10-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	14:52	15:49	0:57			Vol test système photo
11-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	09:34	13:39	4:05	6	IN2 : B10 ; OUT1 : E34 E35	
12-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:50	12:42	3:52	7	OUT1 : E37 E38	
13-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:29	13:20	4:51	8	IN2 : B15 ; OUT1 E36 E37	
14-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	10:57	12:12	1:15			Vol test système photo
15-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Problèmes techniques avion
16-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:25	12:44	4:19	9	IN3 : C17 C18 C19 C20	
17-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
18-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:27	11:38	3:11	10	IN3 : C18 C19	
18-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	12:37	15:42	3:05	11	IN3 : C16 C17	
19-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
20-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
21-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
22-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	12:00	15:38	3:38	12	IN3 : C20 C21 C22	
23-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:03	10:42	2:39	13	IN2 : B13 B14 ; OUT1 : E36	
24-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
25-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:36	13:14	4:38	14	IN4 : D26 D27 ; OUT2 : F43 F44	
26-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:33	14:18	5:45	15	IN4 : D30 ; OUT2 : F45 F46	
27-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	08:36	12:02	3:26	16	IN4 : D26 D27 ; OUT2 : F43 F44	
28-juin-21	Son Bonet	Son Bonet	13:04	16:04	3:00	17	IN4 : D28 D29 ; OUT2 : F45	
29-juin-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
30-juin-21	Son Bonet	Mutxamel	10:14	13:51	3:37	18	IN2 : B10 ; OUT1 : E33 E34	
1-juil.-21	Mutxamel	Mutxamel	10:19	13:15	2:56	19	OUT1 : E31 E32	
2-juil.-21	Mutxamel	Son Bonet	09:57	14:25	4:28	20	IN2 : B9 ; OUT1 : E32 E33	
3-juil.-21	Son Bonet	Son Bonet	09:32	13:52	4:20	21	IN1bis : A3 A4 A5	Vol 3 répété suite à pbm système photo
4-juil.-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
5-juil.-21	Son Bonet	Son Bonet	09:01	12:49	3:48	22	IN1bis : A5 A6 A7 A8	Vol 2 répété suite à pbm système photo
6-juil.-21	Son Bonet	Son Bonet	10:59	11:53	0:54			Vol avorté (observateur malade)
7-juil.-21	//	//	//	//	//	//	//	Mauvaises conditions météo
8-juil.-21	Son Bonet	Perpignan	10:47	12:29	1:42		Ferry	
8-juil.-21	Perpignan	Cuers	13:41	14:48	1:07		Ferry	
	Total flight time				94:00			
	Survey flight time				85:04			
	Other flight time				8:56			

RAPPORTS QUOTIDIENS

Les rapports quotidiens sont présentés de la façon suivante : un tableau récapitulatif du vol avec les données d'après le logiciel LOGGER, un tableau comprenant le nombre d'observations par espèce (code espèce Annexe 3) ainsi que le tracé GPS effectué (vert : «On effort », rouge « Off effort ») et un bref commentaire sur le vol.

4 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	4-juin-21		
Survey	1		
Departure Time	8:52:30		
Landing Time	13:11:21		
Total Time	4:18:51		
On effort Time	2:31:50		
Off effort Time	1:47:01		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	0	SWO	1
CAR	3	UMM	0
FIN	0	SDO	0
MOB	2	MIN	0
MAN	0	UDO	2
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	8

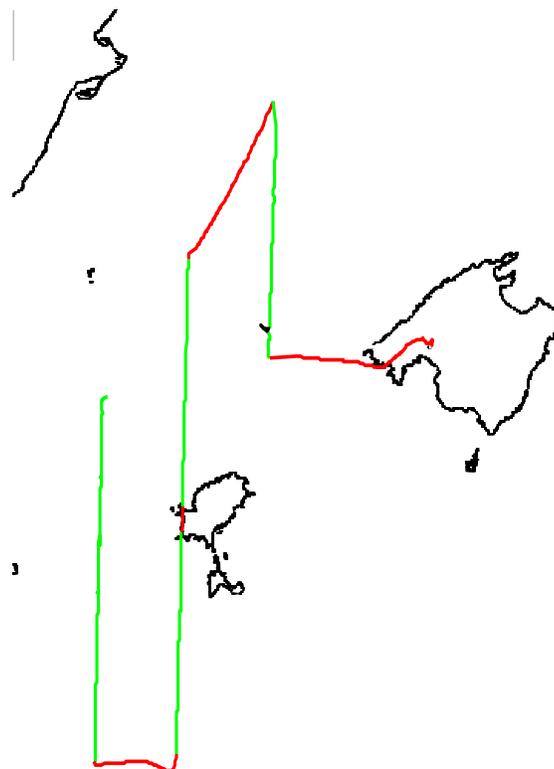


Figure 8 : Survey 1 – Réplica A

Premier vol de la campagne, bon état de la mer mais couverture nuageuse forte (8) et nuages bas fréquents qui bloquent la visibilité entraînant des conditions d'observations pauvres. Les transects A1, A2 et une partie du A3 ont été faits sur le réplica A. Premier vol également avec le système photo qui fonctionne mais les images sont sombres à cause des nuages.

6 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	6-juin-21		
Survey	2		
Departure Time	12:17:52		
Landing Time	16:14:52		
Total Time	3:57:00		
On effort Time	2:15:29		
Off effort Time	1:41:31		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	1	SWO	1
CAR	45	UMM	0
FIN	0	SDO	4
MOB	2	MIN	0
MAN	0	UDO	1
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	54

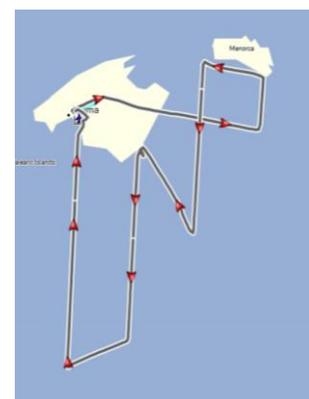
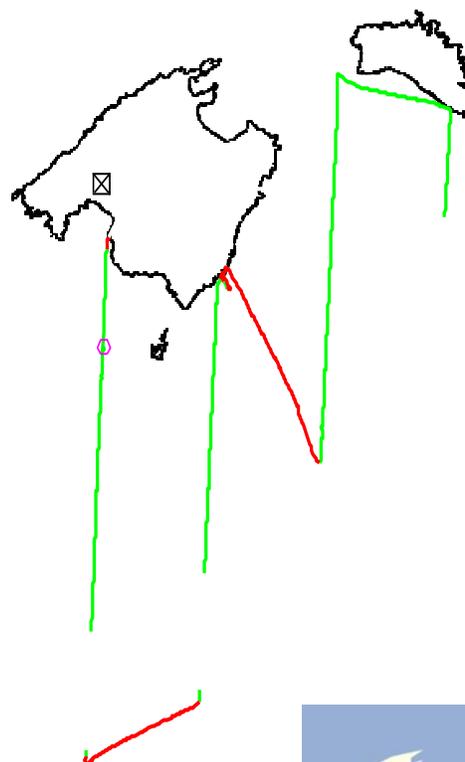


Figure 9 : Survey 2 – Réplica A

Deuxième vol avec de bonnes conditions, beaufort 1 et peu de nuages. Première observation de thons de la mission. Les transects A6, A7, A8 et une partie du A5 ont été faits sur le réplica A. Problème de réception du GPS connecté à l'ordinateur de vol, il manque des coordonnées d'une partie des transects A5 et A6, pour le tracé complet voir le tracé du GPS de l'avion. Problème de déclenchement du système photo, très peu de photos prises pendant le vol (188 photos seulement contre 1500 en moyenne lors d'un vol classique).

7 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	7-juin-21
Survey	3
Departure Time	9:48:04
Landing Time	13:50:25
Total Time	4:02:21
On effort Time	2:59:41
Off effort Time	1:02:40

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	4
BFT	0	SWO	1
CAR	9	UMM	0
FIN	0	SDO	3
MOB	5	MIN	0
MAN	0	UDO	2
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	1
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	25

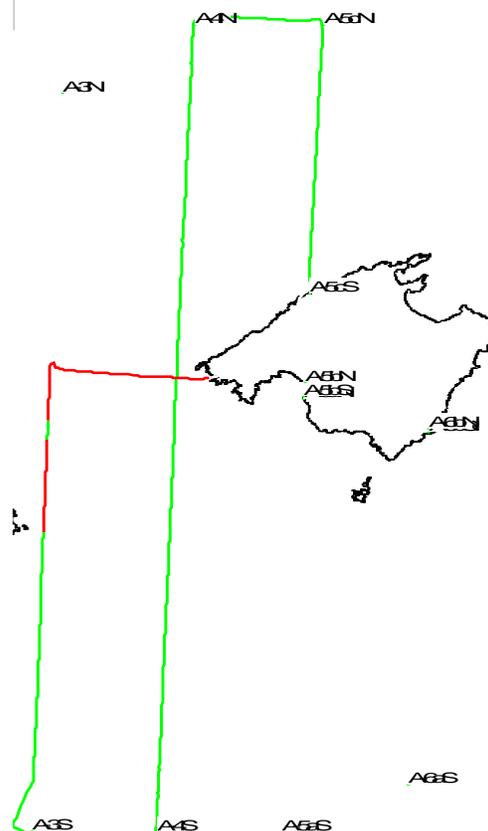


Figure 10 : Survey 3 – Réplica A

Pour ce troisième vol, les transects A3 (en partie), A4 et A5 (en partie) ont été faits sur le réplica A qui est à présent terminé. Les conditions étaient moyennes, avec beaufort moyen de 3 et de l'éblouissement. Une partie du transect A3 est "off effort" car l'état de la mer était de 4 beaufort. Aucune observation de thons durant ce vol. De nombreuses observations de cachalots ont été réalisées dans la partie sud (dont 2 off effort). Le problème de déclenchement de l'appareil photo est résolu, mais la mise au point étant dérégulée, les photos sont inexploitable car trop floues.

8 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	8-juin-21		
Survey	4		
Departure Time	8:42:07		
Landing Time	10:38:27		
Total Time	1:56:20		
On effort Time	1:21:39		
Off effort Time	0:34:41		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
BFT	0	SWO	2
CAR	5	UMM	0
FIN	0	SDO	6
MOB	10	MIN	0
MAN	0	UDO	0
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	24

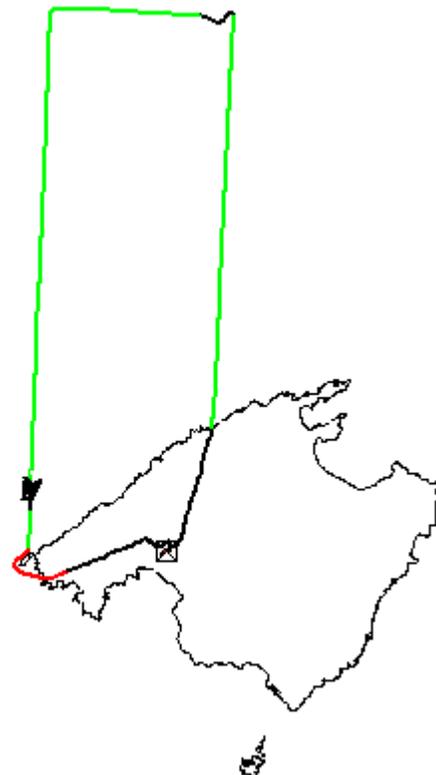


Figure 11 : Survey 4 – Réplica B

Début du réplica B, une partie des transects B12 et B13 effectués avec de bonnes conditions : beaufort moyen de 1. Aucune observation de thons.

Le système automatique de prise de vues fonctionne très bien, les photos sont correctes mais légèrement floues, besoin d'une légère amélioration des paramètres de l'appareil photo pour avoir des images les plus nettes possible.

9 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	9-juin-21		
Survey	5		
Departure Time	8:27:08		
Landing Time	12:51:12		
Total Time	4:24:04		
On effort Time	2:57:51		
Off effort Time	1:26:13		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
BFT	4	SWO	4
CAR	31	UMM	0
FIN	0	SDO	1
MOB	8	MIN	0
MAN	0	UDO	3
NIC	0	RIS	1
NIF	0	CUV	2
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	1
		TOTAL	56

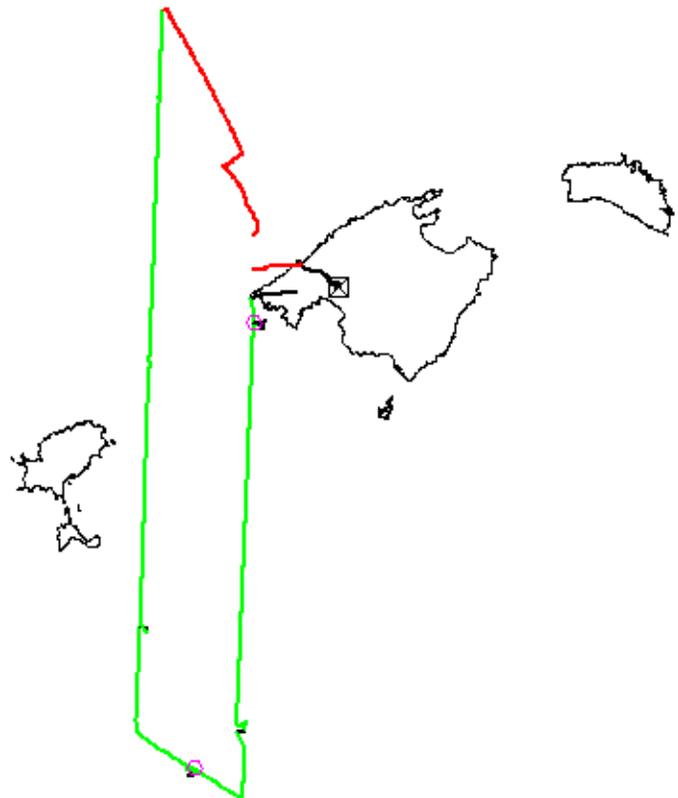


Figure 12 : Survey 5 – Réplica B & E

Bonnes conditions de vol sur l'ensemble du vol, les transects B12 et B11 du 2ème réplica IN et le transect E35 du 1er réplica OUT ont été faits. 2 observations de BFT en effort et 2 observations off effort (pas sur la carte car problème de réception GPS). Le système de prise de vues automatique fonctionne, de nouveaux paramètres ont été essayés afin de corriger la qualité des photos. Au final, les photos sont très sombres et le problème de flou n'est pas résolu, ce qui est certainement dû au dispositif de fixation de l'appareil photo dans l'avion qui provoque un flou de bouger.

11 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	11-juin-21
Survey	6
Departure Time	9:38:23
Landing Time	13:35:13
Total Time	3:56:50
On effort Time	1:47:20
Off effort Time	2:09:30

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	6	SWO	1
CAR	4	UMM	0
FIN	0	SDO	1
MOB	9	MIN	0
MAN	0	UDO	5
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	1
PIL	0	BOT	0
SHA	1	oth	0
		TOTAL	28

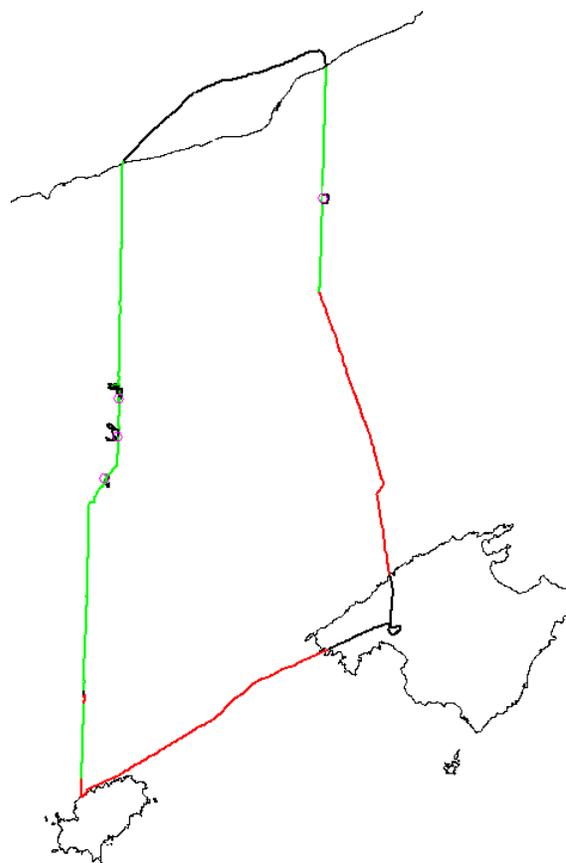


Figure 13 : Survey 6 – Réplica B & E

Vol de 4h où les transects E34 et E35 du réplica 1 OUT et le transect B10 du 2ème réplica IN ont été effectués. Très bonnes conditions sur l'ensemble du vol avec un beaufort moyen de 1, mais un beaufort de 4 sur la fin du transect 10, ce qui nous a obligé à ne faire qu'une partie de celui-ci. 6 observations de BFT, des animaux de petites tailles de manière générale.

La couverture nuageuse était assez importante provoquant de la réverbération sur l'eau (glint), ce qui rend la détection des animaux sous la surface compliquée. Cela impacte aussi les photos du système automatique de prise de vues. Les photos sont floues, probablement à cause d'une mauvaise fixation de l'appareil photo sur le nouveau dispositif installé la veille.

12 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	12-juin-21
Survey	7
Departure Time	8:55:23
Landing Time	12:36:44
Total Time	3:41:21
On effort Time	1:53:06
Off effort Time	1:48:15

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
BFT	1	SWO	2
CAR	46	UMM	0
FIN	0	SDO	0
MOB	3	MIN	0
MAN	0	UDO	4
NIC	0	RIS	1
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	58

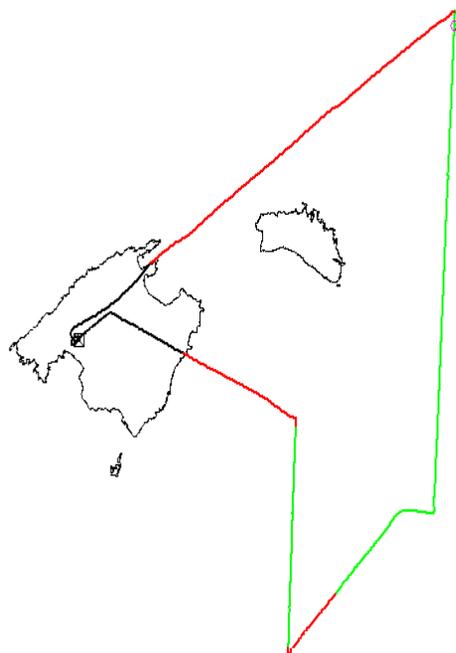


Figure 14 : Survey 7 – Réplica E

Vol 7 avec des conditions correctes, s'améliorant au fil du vol. Les transects E37 et E38 du réplica OUT ont été faits. Une observation de BFT de moins de 25kg. Equipe en Off effort hors transect car de mauvaises conditions d'observation (beaufort 4).

13 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	13-juin-21		
Survey	8		
Departure Time	8:28:53		
Landing Time	13:16:24		
Total Time	4:47:31		
On effort Time	3:28:41		
Off effort Time	1:18:50		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	2	SWO	5
CAR	19	UMM	0
FIN	0	SDO	0
MOB	11	MIN	0
MAN	0	UDO	2
NIC	0	RIS	1
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	2	oth	0
		TOTAL	42

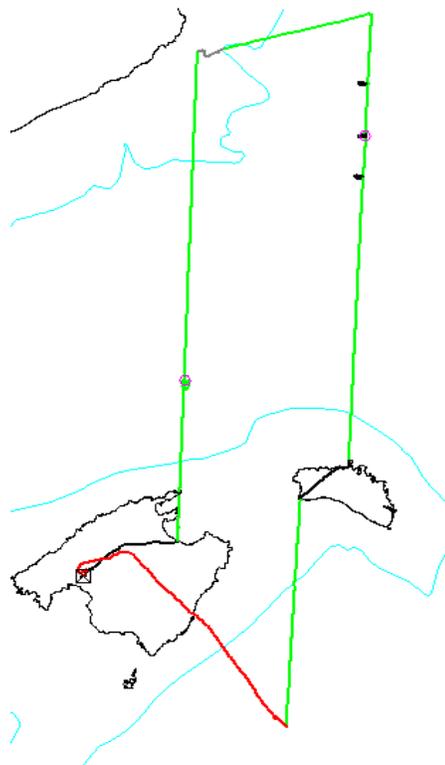


Figure 15 : Survey 8 – Réplica B & E

Vol 8 avec des bonnes conditions : une moyenne à 2 de beaufort, mais un éblouissement souvent étalé sous l'avion. Les transects du 2^{ème} réplica IN B15 et B2, ainsi que les transects E36 et E37 du 1^{er} réplica OUT ont été faits. Une concentration de raies Manta a été observée au Nord de Minorque.

Les photos du système automatique de prise de vues sont à nouveau floues comme au 11/06/2021, la fixation n'est pas aussi stable qu'on aurait pu le penser. Pour résoudre ce problème, nous allons ajouter de la mousse autour de l'objectif pour l'empêcher de toucher la structure de l'avion et de le faire vibrer.

16 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	16-juin-21		
Survey	9		
Departure Time	8:28:40		
Landing Time	12:38:03		
Total Time	4:09:23		
On effort Time	2:34:53		
Off effort Time	1:34:30		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	1	SWO	2
CAR	2	UMM	0
FIN	0	SDO	1
MOB	7	MIN	0
MAN	0	UDO	1
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	1
SHA	0	oth	0
		TOTAL	15

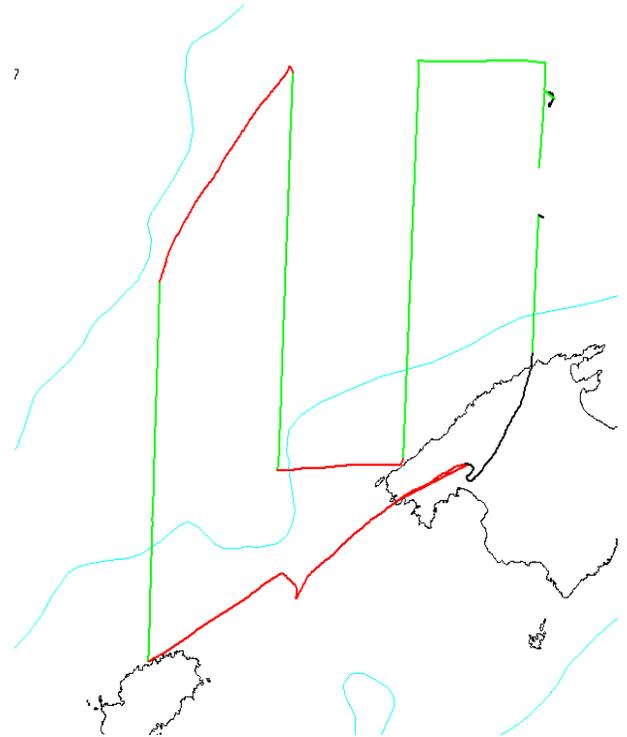


Figure 16 : Survey 9 – Réplica C

Vol 9 avec des conditions moyennes, la plupart du temps entre 2 et 3 beaufort. Le 3ème réplica a été commencé avec les transects C17, C18, C19 & C20 effectués. Une seule observation de thons durant ce vol.

Le système de prise de vue automatique fonctionne correctement et les images sont nettes avec une bonne exposition.

Suite à un problème d'antenne du GPS de l'ordinateur, le tracé GPS sur logger est incomplet.

18 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	18-juin-21
Survey	10
Departure Time	8:18:58
Landing Time	11:33:40
Total Time	3:14:42
On effort Time	1:53:22
Off effort Time	1:21:20

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	1	SPE	1
BFT	3	SWO	1
CAR	12	UMM	0
FIN	0	SDO	2
MOB	0	MIN	0
MAN	0	UDO	0
NIC	0	RIS	2
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	22

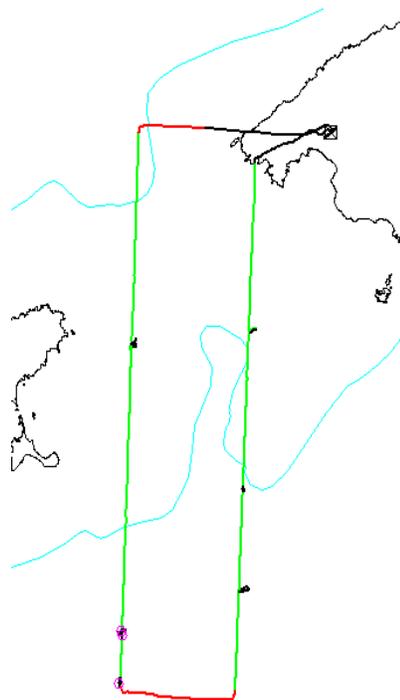


Figure 17 : Survey 10 – Réplica C

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	18-juin-21		
Survey	11		
Departure Time	12:41:52		
Landing Time	15:38:04		
Total Time	2:56:12		
On effort Time	1:22:41		
Off effort Time	1:33:31		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	0	SWO	2
CAR	10	UMM	1
FIN	0	SDO	1
MOB	2	MIN	0
MAN	0	UDO	3
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	1	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	20

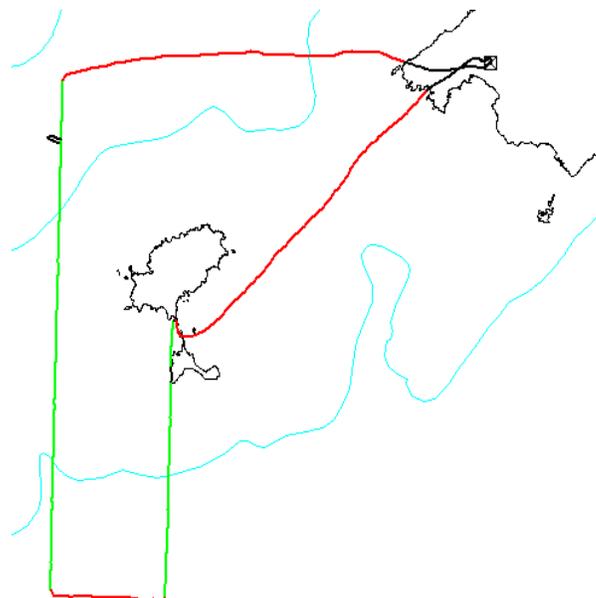


Figure 18 : Survey 11 – Réplica C

Deux vols ont été réalisés, le vol 10 et le vol 11 avec des conditions intermédiaires : beaufort entre 1 et 2 mais alternance entre éblouissement (glare) et effet miroir (glint) limitant notre visibilité, en plus d'une couverture nuageuse gênante pour le spotter professionnel.

Nous continuons le 3ème réplica avec les transects C18 et C19 effectués sur le vol 10 avec 3 observations de BFT. Pour le vol 11, les transects C16 et C17 ont été effectués sans observation de thons. Beaucoup de déchets plastiques et autres ont été vus durant ces deux vols.

Le système automatique fonctionne bien, nous affinons les réglages pour avoir les meilleurs paramètres pour le futur système de détection automatique.

22 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	22-juin-21		
Survey	12		
Departure Time	11:55:34		
Landing Time	15:36:35		
Total Time	3:41:01		
On effort Time	2:23:00		
Off effort Time	1:18:01		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	2
BFT	0	SWO	1
CAR	8	UMM	0
FIN	0	SDO	0
MOB	3	MIN	0
MAN	0	UDO	1
NIC	0	RIS	0
NIF	1	CUV	0
PIL	0	BOT	2
SHA	0	oth	0
		TOTAL	18

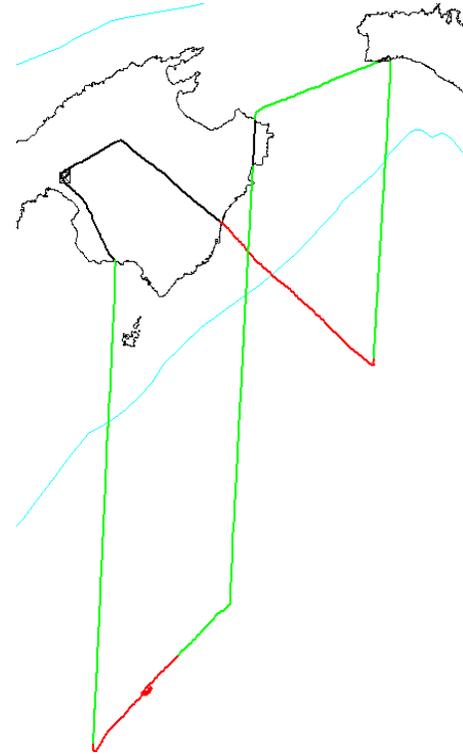


Figure 19 : Survey 12 – Réplica C

Fin du 3ème réplica, les transects C20, C21 & C22 effectués avec de bonnes conditions. Aucune observation de thon. Plusieurs observations de cachalots proches de Minorque.

Le système automatisé fonctionne bien et les photos sont de bonne qualité.

23 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	23-juin-21
Survey	13
Departure Time	7:52:42
Landing Time	10:37:05
Total Time	2:44:23
On effort Time	1:36:38
Off effort Time	1:07:45

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	2
BFT	0	SWO	4
CAR	27	UMM	0
FIN	0	SDO	2
MOB	3	MIN	0
MAN	0	UDO	0
NIC	0	RIS	2
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	40

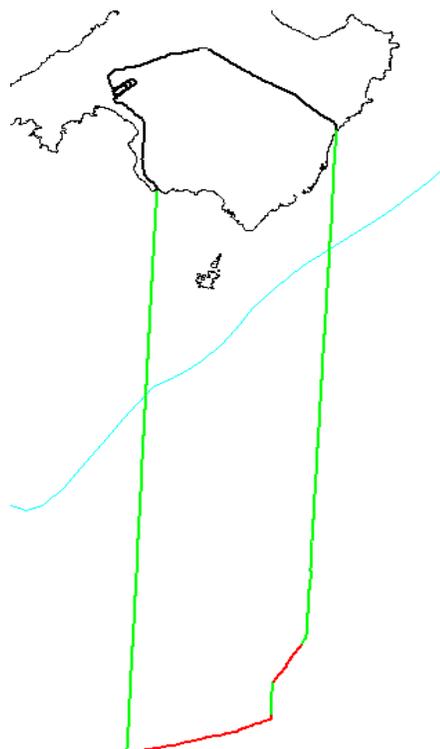


Figure 20 : Survey 13 – Réplica B

Une bonne météo dans le sud de la zone nous a permis de reprendre et continuer le 2^{ème} réplica mis de côté jusqu'à présent. Les transects B13, B14 et le transect E36 du réplica OUT ont été faits avec de bonnes conditions. Aucune observation de BFT ce jour.

25 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	25-juin-21
Survey	14
Departure Time	8:29:20
Landing Time	13:11:31
Total Time	4:42:11
On effort Time	3:17:42
Off effort Time	1:24:29

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	3	SWO	6
CAR	15	UMM	0
FIN	0	SDO	10
MOB	7	MIN	0
MAN	0	UDO	3
NIC	0	RIS	4
NIF	3	CUV	0
PIL	0	BOT	3
SHA	3	oth	0
		TOTAL	57

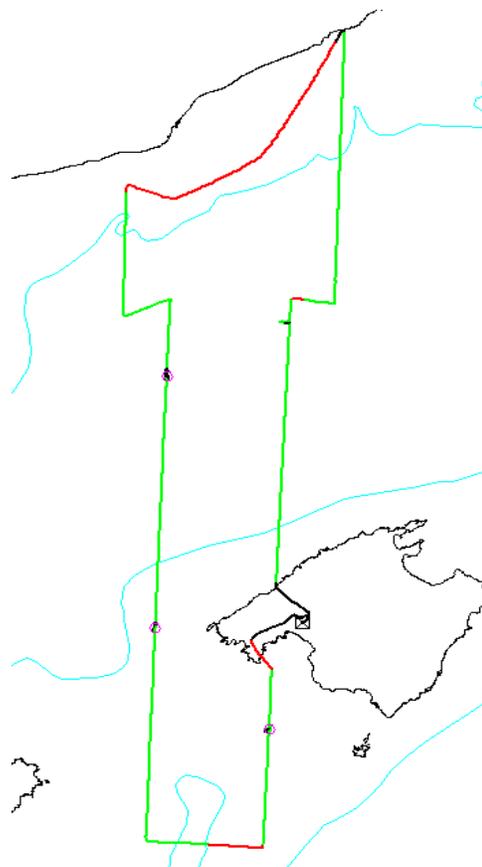


Figure 21 : Survey 14 – Réplica D & F

Vol 14 effectué dans de bonnes conditions pour la partie nord. Le 2^{ème} réplica OUT (transects F43 & F44) ainsi que le 4^{ème} réplica IN sont commencés (transect D26 & D27). La météo se dégradant dans le sud, avec un beaufort 4, les transects du réplica IN n'ont pas été faits complètement.

3 observations de BFT et de nombreuses observations de dauphins bleu et blanc.

26 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	26-juin-21
Survey	15
Departure Time	8:27:50
Landing Time	14:14:12
Total Time	5:46:22
On effort Time	3:20:54
Off effort Time	2:25:28

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
BFT	2	SWO	5
CAR	44	UMM	0
FIN	2	SDO	7
MOB	12	MIN	0
MAN	0	UDO	3
NIC	0	RIS	3
NIF	4	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	2	oth	
		TOTAL	85

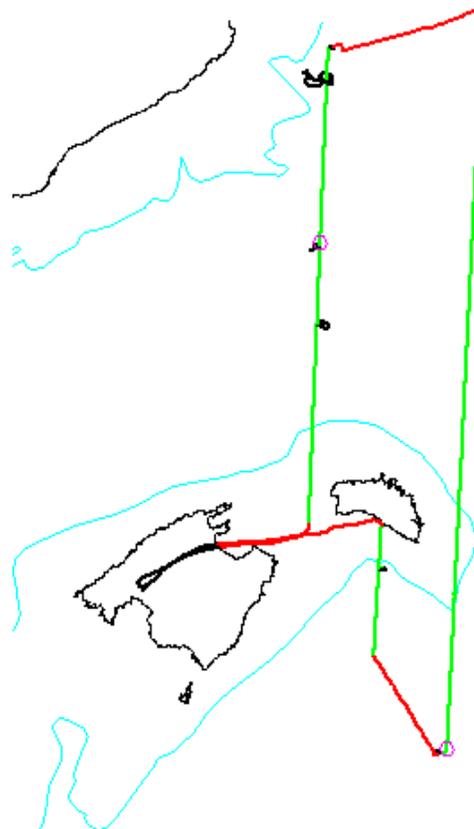


Figure 22 : Survey 15 – Réplica D & F

15^{ème} vol effectué avec de bonnes conditions dans l'ensemble. Les transects effectués ce jour : F45 (en partie) et F46 (en entier) du 2^{ème} réplica OUT ainsi que le D30 du 4^{ème} réplica IN.

Deux observations de thons lors de ce vol et de nombreuses observations de mammifères marins, notamment 6 rorquals (dont 4 off effort) dans la zone la plus au nord. Le transect F45 a été mis en pause 20 min car nous avons repéré un morceau de bateau immergé et nous avons donc prévenu les autorités.

Une observation de BFT off effort repérée par le SP : 100T au point N39°47 E03°31 à 08h38 UTC.

27 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	27-juin-21
Survey	16
Departure Time	8:31:36
Landing Time	11:59:05
Total Time	3:27:29
On effort Time	2:30:26
Off effort Time	0:57:03

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	1	SPE	0
BFT	2	SWO	18
CAR	64	UMM	0
FIN	0	SDO	3
MOB	0	MIN	0
MAN	0	UDO	2
NIC	0	RIS	3
NIF	4	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	1	oth	0
		TOTAL	98



Figure 23 : Survey 16 – Réplica D & F

De très bonnes conditions sur l'ensemble du vol, les transects D26 et D27 du réplica IN et les transects F43 et F44 du réplica OUT effectués. Pas d'observation de bancs de BFT en effort mais 2 observations off effort sur le retour proche de la côte. 2 observations de BFT solitaires sur la partie sud du vol.

2 observations de calmes de BFT off effort en fin de vol au point N39°24 E02°30, pour un total de 70T.

28 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	28-juin-21		
Survey	17		
Departure Time	13:00:01		
Landing Time	16:00:39		
Total Time	3:00:38		
On effort Time	1:48:29		
Off effort Time	1:12:09		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	0	SWO	4
CAR	19	UMM	0
FIN	0	SDO	3
MOB	1	MIN	0
MAN	0	UDO	0
NIC	0	RIS	2
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	1	oth	0
		TOTAL	30

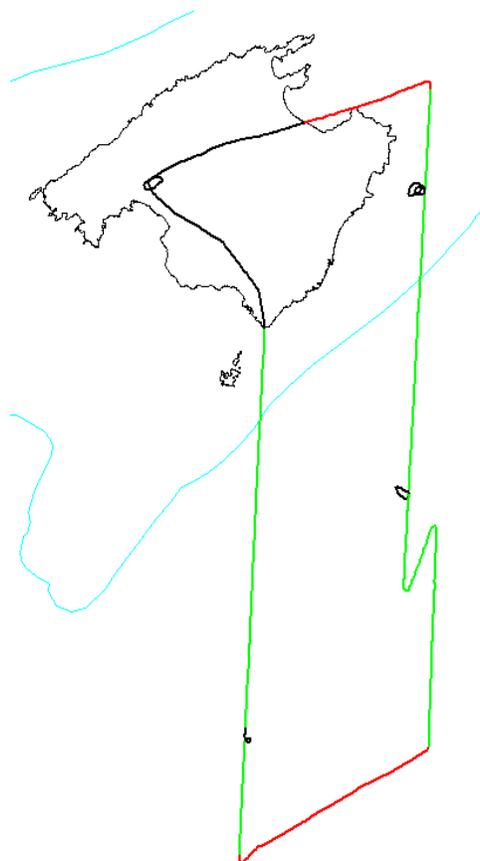


Figure 24 : Survey 17 – Réplica D & F

17^{ème} vol de la campagne, qui s'est déroulé dans de bonnes conditions dans l'ensemble malgré une bulle de vent avec un beaufort 4 d'une durée de 10 min qui nous a gêné en début de vol. Nous avons fait les transect D28 et D29 du réplica IN 4 ainsi que le transect F45 du réplica OUT 2. Pas d'observation de BFT et très peu d'autres observations de manière globale.

30 Juin 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	30-juin-21
Survey	18
Departure Time	9:58:33
Landing Time	13:51:14
Total Time	3:52:41
On effort Time	1:54:10
Off effort Time	1:58:31

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	2	SWO	0
CAR	1	UMM	0
FIN	0	SDO	1
MOB	0	MIN	0
MAN	0	UDO	2
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	6

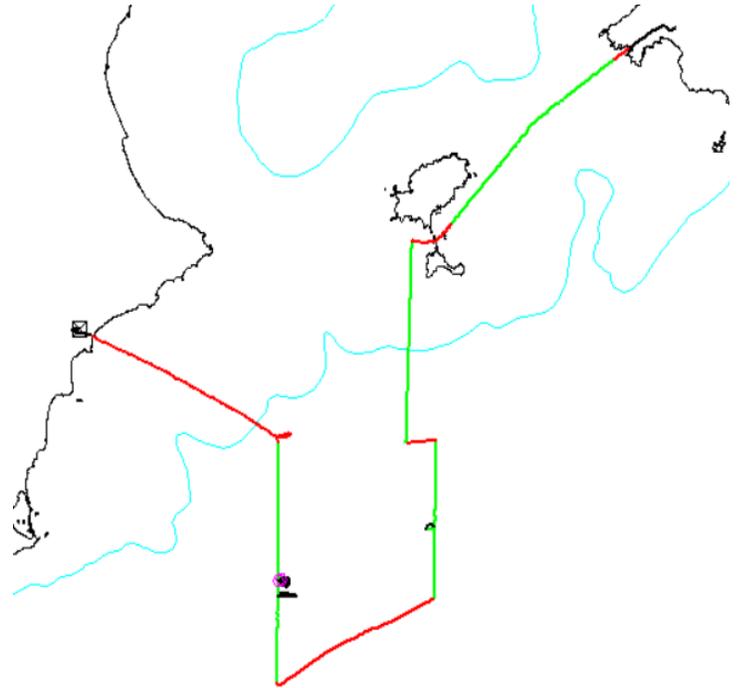


Figure 25 : Survey 18 – Réplica B & E

18ème vol de la campagne, nous avons pu finir le transect B10 du 2ème réplia IN, et faire les transects E33 et E34 du 1er réplia OUT. Les conditions étaient moyennes avec un beaufort 3.

Atterrissage à Mutxamel en prévision des transects sur la partie ouest de la zone à faire les jours suivants.

2 observations de BFT sur le transect E33. Très peu d'observations sur l'ensemble du vol.

1^{er} Juillet 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	1-juil-21		
Survey	19		
Departure Time	10:19:14		
Landing Time	13:12:40		
Total Time	2:53:26		
On effort Time	1:40:06		
Off effort Time	1:13:20		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	0	SWO	0
CAR	9	UMM	0
FIN	0	SDO	3
MOB	1	MIN	0
MAN	0	UDO	5
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	1	oth	0
		TOTAL	19

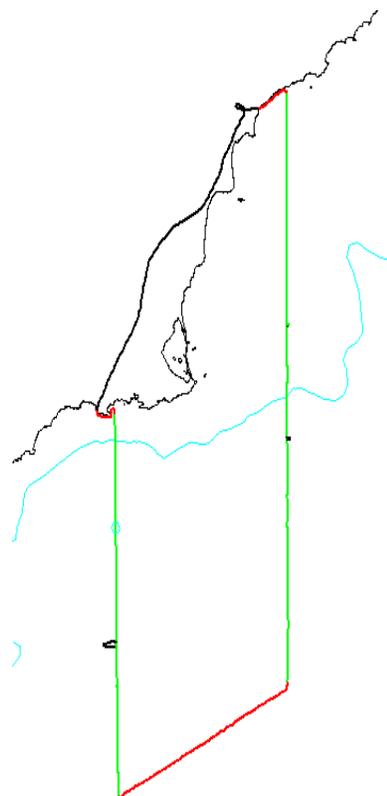


Figure 26 : Survey 19 – Réplica E

Les transects E31 et E32 du 1er réplica IN ont été effectués dans des conditions moyennes avec un glare très gênant pour les deux observateurs scientifiques. Aucune observation de BFT ce jour, et peu d'observations dans ce secteur.

2 Juillet 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	2-juil-21		
Survey	20		
Departure Time	10:13:30		
Landing Time	14:22:52		
Total Time	4:09:22		
On effort Time	2:09:00		
Off effort Time	2:00:22		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	0	SWO	0
CAR	0	UMM	0
FIN	0	SDO	0
MOB	1	MIN	0
MAN	0	UDO	2
NIC	0	RIS	1
NIF	1	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	5

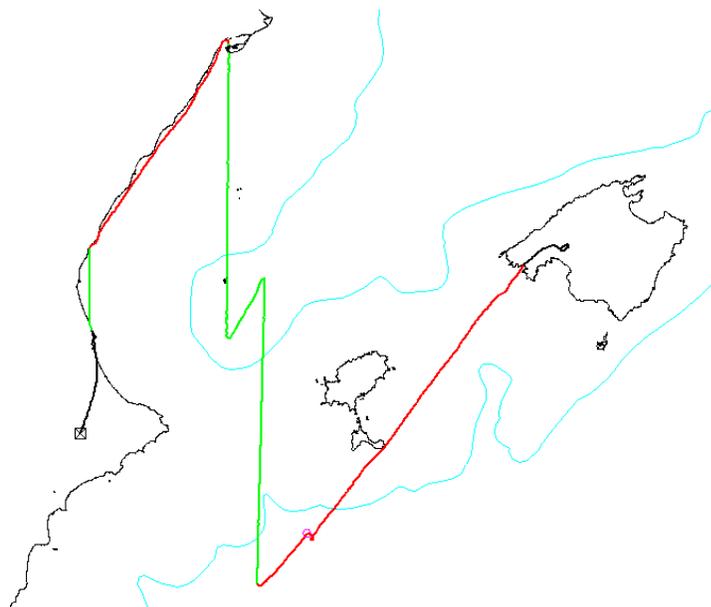


Figure 27 : Survey 20 – Réplica B & E

20ème vol de la campagne, les transects E32 et E33 du 1er réplica OUT et le B9 du 2ème réplica IN ont enfin pu être prospectés dans de bonnes conditions dans l'ensemble. Les réplica B et E sont terminés.

3 observations off effort en fin de vol de petits groupes (50 poissons max) de BFT de moins de 25kg.

Très peu d'observations de manière générale lors de ce vol.

3 Juillet 2021

SURVEY DATA SUMMARY			
Date	3-juil-21		
Survey	21		
Departure Time	9:29:01		
Landing Time	13:49:35		
Total Time	4:20:34		
On effort Time	3:14:20		
Off effort Time	1:06:14		
SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
BFT	0	SWO	3
CAR	3	UMM	0
FIN	0	SDO	2
MOB	5	MIN	0
MAN	0	UDO	1
NIC	0	RIS	0
NIF	0	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	14

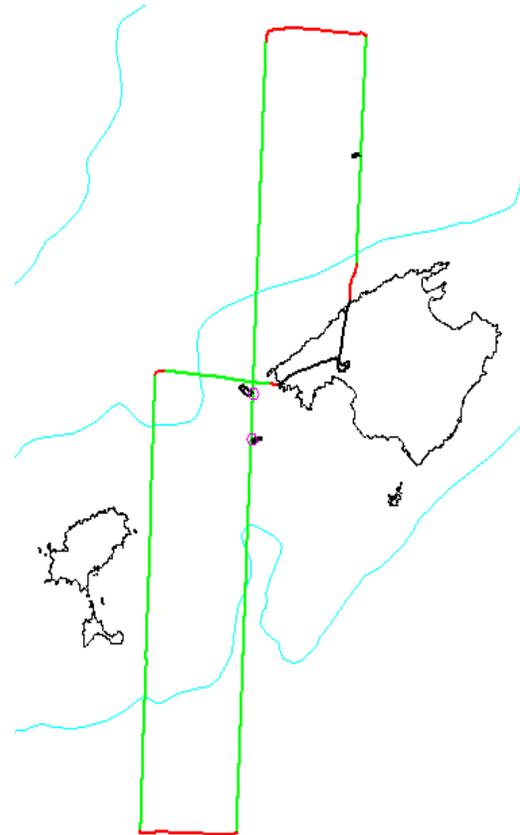


Figure 28 : Survey 21 – Réplica A

Le vol 21 de ce jour est identique au vol 3 effectué le 07/06/21. Ce vol a été répété suite au problème technique avec le système automatique d'images.

Ces transects (A3 A4 et A5) ont été effectués avec des conditions moyennes sur l'ensemble avec un beaufort souvent à 3.

Peu d'observations, 2 observations de petits BFT de moins de 25kg.

5 Juillet 2021

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	5-juil-21
Survey	22
Departure Time	9:01:44
Landing Time	12:47:25
Total Time	3:45:41
On effort Time	2:30:10
Off effort Time	1:15:31

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
BFT	0	SWO	4
CAR	6	UMM	0
FIN	0	SDO	2
MOB	0	MIN	0
MAN	0	UDO	1
NIC	0	RIS	1
NIF	2	CUV	0
PIL	0	BOT	0
SHA	0	oth	0
		TOTAL	17

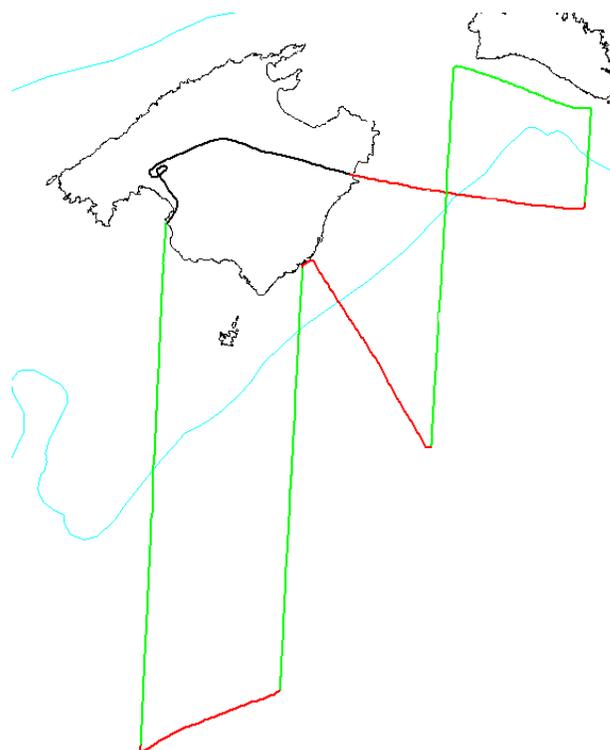


Figure 29 : Survey 22 – Réplica A

Le vol 22 de ce jour est identique au vol 2 effectué le 06/06/2021. Ce vol, tout comme le vol 21, est répété suite aux problèmes techniques avec le système automatique d'images. Les transects A5 à A8 ont été effectués avec des conditions moyennes entre 2,5 et 3 beaufort, avec la partie sud des transects A5 et A6 parsemé de nuages bas.

Aucune observation de BFT lors de ce vol.

STATISTIQUES DES DONNEES D'OBSERVATION

THON ROUGE (BFT)

Sur l'ensemble de la mission, l'équipe a observé en effort de prospection 23 bancs de thons rouges (BFT), pour une totalité estimée de 17 530 individus avec un poids total de 3 372,3 tonnes (Tableau 2). La taille d'un banc est en moyenne de 762 individus pour un poids total moyen proche de 150 tonnes, avec des bancs variant de 80 individus pour le plus petit à 1925 individus pour le plus grand.

Comme les années précédentes, la majorité des thons détectés font partie de la catégorie « large » avec un poids entre 150 et 299kg (82% des animaux observés). En revanche, cette année, moins de bancs de thons ont été observés en comparaison à 2019 (31 bancs de thons rouges), dernière année de prospection de la zone.

Les animaux sont principalement présents proches de l'île de Majorque et dans la partie nord de la zone (Figure 30).

Table 2 : Données d'observations de BFT (date, heure, coordonnées GPS, nombre d'individus estimé et poids total du banc estimé (kg) ainsi que les classes de taille des individus en pourcentage)

Date	Heure	Latitude	Longitude	Nombre BFT estimé	Poids total estimé	% small (<25Kg)	% medium (25kg à 149kg)	% large (150 kg à 299kg)	% giant (300 kg et plus)
06/06/2021	15:53:25	39,22376	2,710318	1200	228000			100	
09/06/2021	08:47:16	39,45448	2,319613	900	180000			100	
09/06/2021	10:06:26	37,86021	1,986505	1000	260000			100	
11/06/2021	10:26:31	41,0626333	2,70348333	80	800	100			
11/06/2021	11:36:16	40,4329333	2,70348333	800	80000		100		
11/06/2021	11:45:48	40,39665	2,70348333	700	14000	100			
11/06/2021	12:00:36	40,2981167	2,70348333	550	80000		100		
11/06/2021	12:10:14	40,0995167	2,70348333	1250	150000		100		
11/06/2021	12:13:44	40,1266167	2,70348333	450	90000			100	
12/06/2021	11:32:50	40,70676	5,03247	300	4500	100			
13/06/2021	09:14:08	40,41467	3,231075	450	100000			100	
13/06/2021	10:59:39	41,45136	4,170618	900	250000			100	
16/06/2021	09:09:50	40,6421667	2,70581667	935	220000			100	
18/06/2021	09:50:17	38,17983	1,835302	1200	190000		70	30	
18/06/2021	09:58:17	38,16577	1,847298	150	42000			100	
18/06/2021	10:05:10	38,04635	1,840192	1150	250000			90	10
25/06/2021	11:06:52	40,48699	2,144087	1925	480000			100	
25/06/2021	11:47:15	39,59213	2,094373	1075	120000		100		
25/06/2021	12:49:22	39,22393	2,569887	360	60000			100	
26/06/2021	09:51:22	41,04066	3,684782	550	121000			100	
26/06/2021	12:59:17	38,91046	4,412326	480	132000			100	
30/06/2021	12:43:02	37,47846	0,6291417	625	180000			100	
30/06/2021	12:54:01	37,45852	0,6470317	500	140000			100	
Tot				17530	3372300				
Moyenne %						0,6	16,7	82,0	0,7

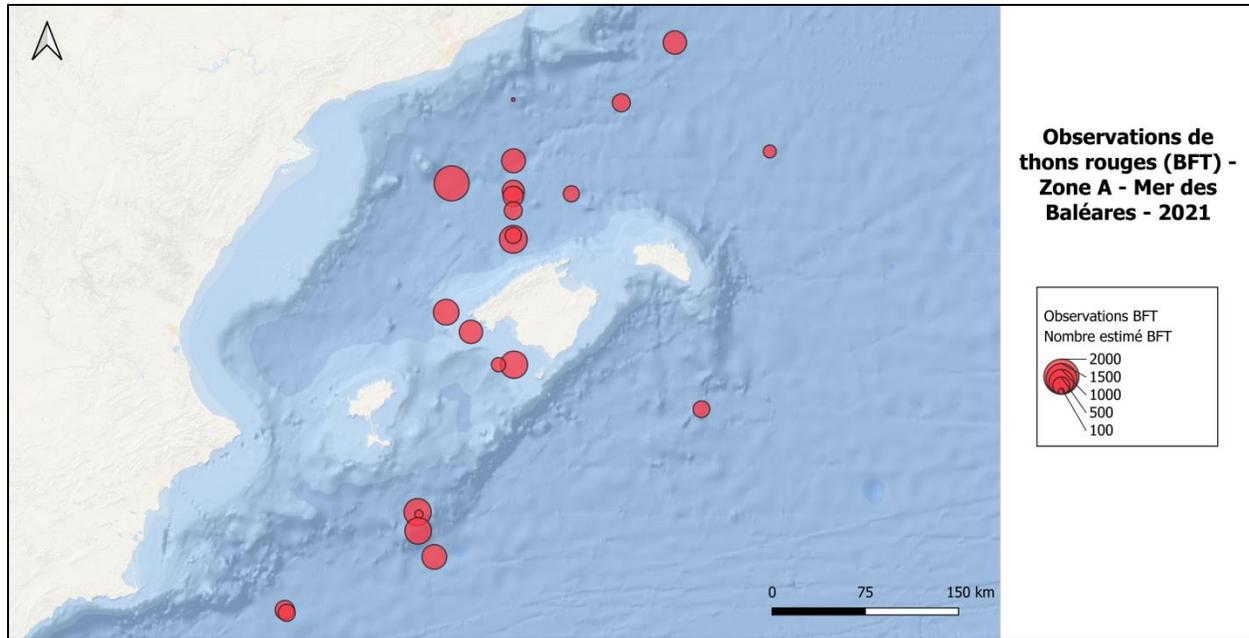


Figure 30 : Répartition des observations de thons rouges (BFT) et les effectifs estimés

AUTRES ESPECES

L'objectif principal de la mission est l'observation de BFT, mais les observations d'autres espèces ont également été récoltées sans nuire à cet objectif (Tableau 3). Lors des prospections, 713 observations d'autres espèces ont été enregistrées en effort, principalement des tortues caouannes (382 observations). Beaucoup de mammifères marins ont aussi été observés dans cette zone avec près de 1500 dauphins bleu et blanc, très répandus en Méditerranée.

La répartition des observations est visible dans les Annexes 3 & 4.

Table 3 : Données d'observation des autres espèces de la mission, nombre d'observations et nombre d'individus total

	Espèces	Nombre d'observations	Nombre d'individus
ALB	Thon albacore - <i>Thunnus albacares</i>	2	24
CAR	Tortue caouanne - <i>Caretta caretta</i>	382	432
FIN	Rorqual commun - <i>Balaenoptera physalus</i>	2	2
MOB	Raie Manta - <i>Mobula birostris</i>	92	200
NIF	Poisson non identifié	15	121
PIL	Globicéphale - <i>Globicephala melas</i>	1	3
SHA	Requin	11	11
SPE	Cachalot - <i>Physeter macrocephalus</i>	14	15
SWO	Espadon - <i>Xiphias gladius</i>	67	76
UMM	Mammifère marin non identifié	1	1
SDO	Dauphin bleu et blanc - <i>Stenella coeruleoalba</i>	52	1498
UDO	Dauphin non identifié	43	649
RIS	Dauphin de Risso - <i>Grampus griseus</i>	20	122
CUV	Baleine à bec de Cuvier - <i>Ziphius cavirostris</i>	4	8
BOT	Grand dauphin - <i>Tursiops truncatus</i>	6	24
oth	Autre	1	1

STATISTIQUES OBSERVATEURS

La fréquence des angles d'observation permet de faire une première évaluation de l'efficacité des observateurs (Figures 30 à 32).

La Figure 31 nous montre que la majorité des observations de thons rouges (BFT) ont été faites à un angle situé entre 10° et 20°, principalement par l'observateur professionnel (PS) qui observe entre 40° et la ligne d'horizon. Les deux observateurs scientifiques ont surtout détecté les animaux à un angle situé entre 90° et 40°, leur zone principale de prospection. (Figure 32).

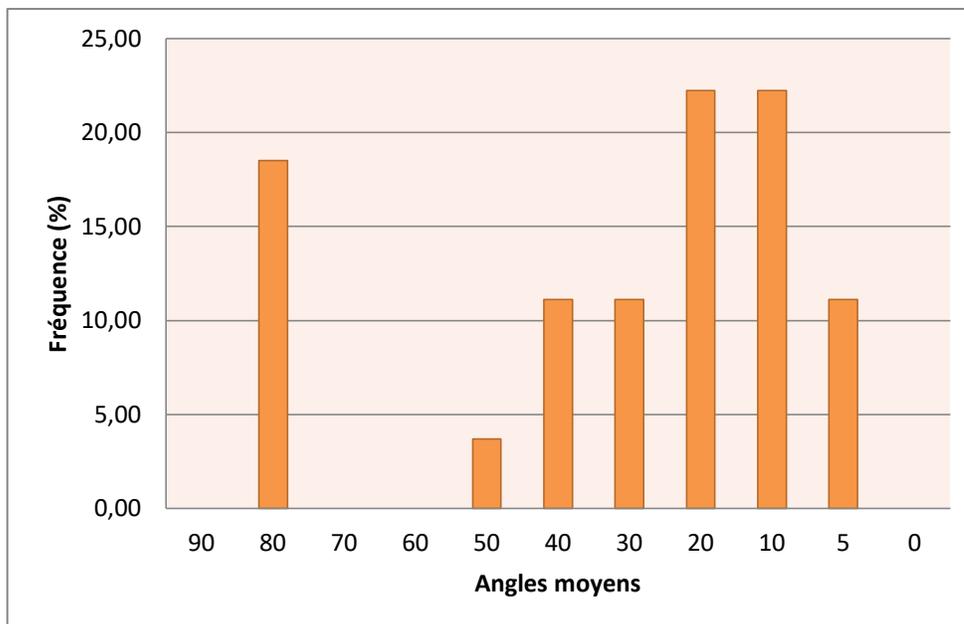


Figure 31 : Fréquence des angles d’observation de thons rouges (tout observateur confondu)

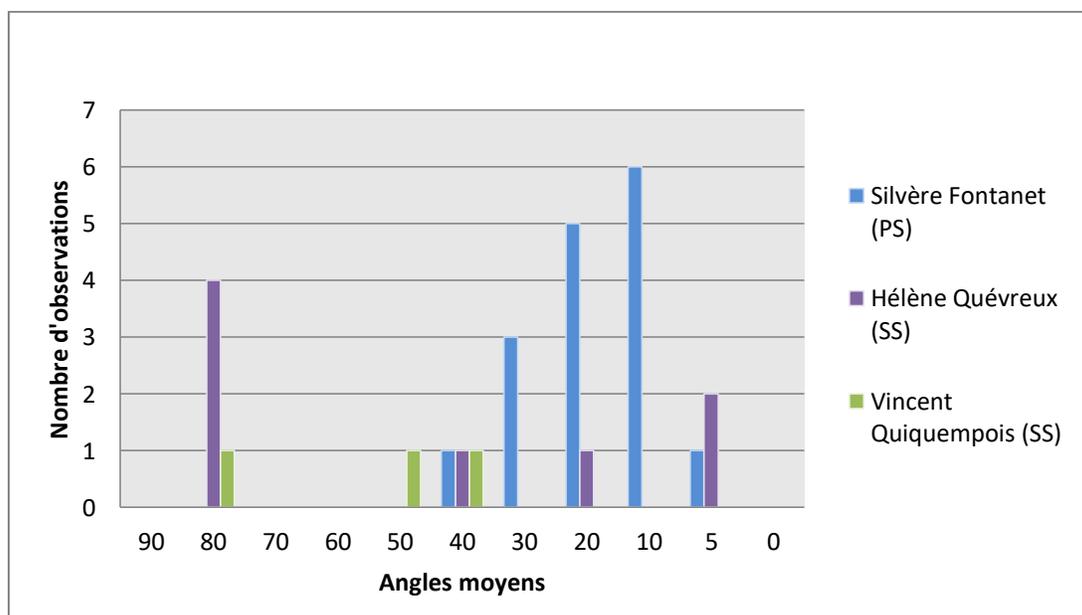


Figure 32 : Nombre d’observations de thons rouges (BFT) par angles moyens pour chaque observateur

L’effort de prospection est majoritairement situé entre 70° et 50° (Figure 33). Cette répartition de l’effort peut s’expliquer par les conditions environnementales. En effet, la majorité des vols se faisant en milieu de journée lorsque le soleil est au zénith, l’éblouissement se situe sous l’avion. Cela empêche alors une bonne détection des animaux sous l’avion (entre 90° et 80°).

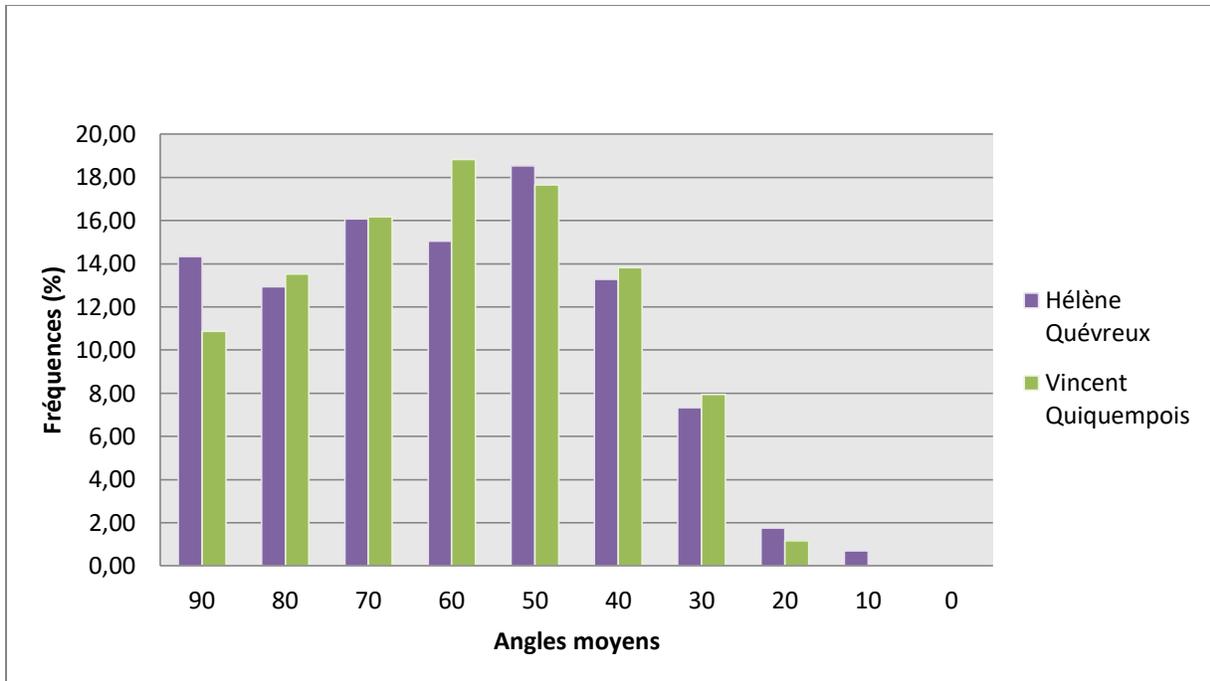


Figure 33 : Fréquence des angles d’observation pour chaque observateur scientifique (mammifères marins et autres espèces)

CONCLUSION

La 10^{ème} mission de survol de la zone de la Mer des Baléares a débuté le 2 Juin 2021 et s'est terminée le 8 Juillet 2021. Sur 37 jours, 21 jours de travail aérien ont été possibles et les autres jours, les vols n'ont pu être effectués principalement à cause de mauvaises conditions météo ou de problèmes techniques.

L'intégralité de la mission n'a pu être réalisée particulièrement dans l'ouest de la zone avec des vents établis très régulièrement de 4 beaufort, limitant très fortement la détection des animaux. Au total 7 transects sur 46 n'ont pu être prospectés, correspondant au 4^{ème} réplica « IN » et au 2^{ème} réplica « OUT ». De plus, des problèmes survenus sur le système automatique de photos placé sous l'avion nous ont amenés à refaire la majorité des transects du 1^{er} réplica « IN ». Pour les estimations de la population de thons rouges, les observations faites sur les premiers passages ont été gardées.

Les conditions météo nous ont également obligés à modifier l'ordre initial des plans de vol. En effet, il était prévu de faire l'intégralité des transects d'une réplique avant d'en commencer une autre. Cela n'a pu être le cas pour le 2^{ème} réplica « IN » (B) et le 1^{er} réplica « OUT » (E) qui ont été fait de façon « morcelés » sur la partie ouest dès qu'un créneau météo le permettait. Cela sera à prendre en compte dans l'analyse des données.

Lors de cette mission, 23 bancs de thons rouges ont été détectés. Ces observations sont principalement à un angle inférieur à 20° et faites par l'observateur professionnel (PS). Les observateurs scientifiques ont aussi détecté des bancs mais à des angles supérieurs en raison de leur zone de prospection dans le hublot bulle.

Les premières analyses montrent une répartition des animaux principalement à proximité de l'île de Majorque et au nord de celle-ci.

Concernant le protocole, les observateurs ont eu la possibilité en début de mission d'être formés et d'avoir un temps de prise en main du logiciel LOGGER. Cela a grandement facilité la prise de données lors de l'effort de prospection, permettant ainsi de récolter également les données d'observations d'autres espèces sans perdre de vue l'objectif principal de la mission.

La prise de photo à travers le hublot bulle s'est avérée compliquée. En effet, il est difficile d'avoir les réglages optimaux pour une photo de bonne qualité avec le hublot qui provoque un effet de déformation. Théoriquement, les photos prises à la verticale permettent de pallier ce problème.

BIBLIOGRAPHIE

Fromentin, J.-M. and J. E. Powers. 2005. Atlantic bluefin tuna: population dynamics, ecology, fisheries and management. *Fish and Fisheries* 6: 281-306

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Thon rouge (BFT) - <i>Thunnus thynnus</i>	3
Figure 2 : Secteurs prospectés les années précédentes en mer Méditerranée	4
Figure 3 : Avion F-HCOM.....	5
Figure 4 : Equipe de terrain	5
Figure 5 : Cartes des transects IN (gauche) et des transects OUT (droite).....	6
Figure 6 : Schéma du protocole à suivre lors d'une observation de BFT ; 1 : event F, 2 : event A, 3 : LE, 4 : event C, 5 : RE, 6 : reprise de l'effort.....	8
Figure 7 : Carte de l'ensemble des transects effectués; rouge : réplica A, bleu : réplica B & E, vert : réplica C, violet : réplica D & F	9
Figure 8 : Survey 1 – Réplica A.....	11
Figure 9 : Survey 2 – Réplica A.....	12
Figure 10 : Survey 3 – Réplica A.....	13
Figure 11 : Survey 4 – Réplica B	14
Figure 12 : Survey 5 – Réplica B & E.....	15
Figure 13 : Survey 6 – Réplica B & E.....	16
Figure 14 : Survey 7 – Réplica E	17
Figure 15 : Survey 8 – Réplica B & E.....	18
Figure 16 : Survey 9 – Réplica C	19
Figure 17 : Survey 10 – Réplica C	20
Figure 18 : Survey 11 – Réplica C	21

Figure 19 : Survey 12 – Réplica C	22
Figure 20 : Survey 13 – Réplica B	23
Figure 21 : Survey 14 – Réplica D & F	24
Figure 22 : Survey 15 – Réplica D & F.....	25
Figure 23 : Survey 16 – Réplica D & F	26
Figure 24 : Survey 17 – Réplica D & F	27
Figure 25 : Survey 18 – Réplica B & E.....	28
Figure 26 : Survey 19 – Réplica E	29
Figure 27 : Survey 20 – Réplica B & E.....	30
Figure 28 : Survey 21 – Réplica A	31
Figure 29 : Survey 22 – Réplica A.....	32
Figure 30 : Répartition des observations de thons rouges (BFT) et les effectifs estimés	34
Figure 31 : Fréquence des angles d’observation de thons rouges (tout observateur confondu)	36
Figure 32 : Nombre d’observations de thons rouges (BFT) par angles moyens pour chaque observateur.....	36
Figure 33 : Fréquence des angles d’observation pour chaque observateur scientifique (mammifères marins et autres espèces)	37

TABLE DES TABLES

Table 1 : Registre de vol de la mission	10
Table 2 : Données d’observations de BFT (date, heure, coordonnées GPS, nombre d’individus estimé et poids total du banc estimé (kg) ainsi que les classes de taille des individus en pourcentage).....	33
Table 3 : Données d’observation des autres espèces de la mission, nombre d’observations et nombre d’individus total.....	35

ANNEXES

Annexe 1 & 2 : « Effort form » et « sighting form » - Exemple du 16 Juin 2021



SURVEY DETAILS							TEAM				SURVEY CONDITIONS					GLARE				COMMENTS			
Date	Time	Event	LAT	Lon	Subarea	Survey	Transect	Pilot	Front Spotter	Left rear Spotter	Right rear Spotter	Altitude	Sea State	Haze	Turbidity	Clouds	Glint	Slide	Sector		Intensity	Subjective P	Subjective S
16-juin-21	08:28:00	LA	39,59463	2,695893	A	9 P	16	32	87	88			1	0		4	0	NO		0	G	G	
16-juin-21	08:42:10	ON	39,94358	2,930347	A	9 20	16	32	87	88		3	1	0		4	0	S	80-120	2	G	P	
16-juin-21	08:43:20	ON	39,98294	2,932668	A	9 20	16	32	87	88		3	1	0		4	0	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	08:48:30	ON	40,13005	2,941855	A	9 20	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	08:55:25	LE	40,32113	2,953497	A	9 P	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	08:56:00	RE	40,31244	2,971755	A	9 P	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	08:56:20	ON	40,3210	2,9529	A	9 20	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	08:57:39	ON	40,3601	2,9562	A	9 20	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	09:01:25	ON	40,45203	2,95407	A	9 20	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	09:08:50	LE	40,65755	2,989777	A	9 P	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	09:14:26	RE	40,6454	3,0074	A	9 P	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	09:15:50	ON	40,6498	2,9762	A	9 20	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	P	
16-juin-21	09:18:50	ON	40,73379	2,982267	A	9 OFF T	16	32	87	88		3	1	0		4	1	S	80-120	2	M	M	
16-juin-21	09:20:30	ON	40,74426	2,924068	A	9 OFF T	16	32	87	88		3	1	0		4	1	PS	170-210	2	M	M	
16-juin-21	09:32:37	ON	40,72672	2,477995	A	9 19	16	32	87	88		3	1	0		4	1	P	270-300	2	M	M	
16-juin-21	09:33:05	ON	40,714	2,477502	A	9 19	16	32	87	88		3	1	0		4	1	P	270-300	2	P	M	
16-juin-21	09:38:50	ON	40,55466	2,468672	A	9 19	16	32	87	88		4	1	0		4	1	P	270-300	2	P	M	
16-juin-21	09:39:25	ON	40,53792	2,4679	A	9 19	16	32	87	88		4	1	0		4	1	P	270-300	2	P	P	
16-juin-21	09:40:48	ON	40,49983	2,465267	A	9 19	16	32	87	88		4	1	1		4	0	P	270-300	2	P	P	
16-juin-21	09:41:37	ON	40,47788	2,465103	A	9 19	16	32	87	88		3	1	1		4	0	P	270-300	2	P	M	
16-juin-21	09:43:00	ON	40,43888	2,462178	A	9 19	16	32	87	88		3	1	1		6	0	P	270-300	1	M	M	
16-juin-21	09:47:50	ON	40,30812	2,454938	A	9 19	16	32	87	88		3	1	1		6	0	P	270-300	2	P	M	
16-juin-21	10:04:00	ON	39,87236	2,429405	A	9 19	16	32	87	88		2.5	1	1		6	0	P	270-300	2	P	M	
16-juin-21	10:05:20	ON	39,83905	2,427593	A	9 19	16	32	87	88		2.5	1	1		6	0	P	260-300	2	P	M	
16-juin-21	10:06:17	ON	39,81561	2,42621	A	9 19	16	32	87	88		2	1	1		6	0	P	260-300	2	M	M	
16-juin-21	10:12:37	ON	39,64769	2,416942	A	9 19	16	32	87	88		1	1	1		6	0	P	260-300	2	G	M	
16-juin-21	10:12:37	ON	39,64769	2,416942	A	9 19	16	32	87	88		1	1	1		6	0	P	260-300	2	G	G	
16-juin-21	10:12:50	OFF	39,64128	2,416823	A	9 P	16	32	87	88		1	1	1		6	0	P	260-300	2	G	G	
16-juin-21	10:24:30	ON	39,62003	1,913992	A	9 18	16	32	87	88		1	1	1		6	0	S	90-140	2	G	M	
16-juin-21	10:29:20	ON	39,75534	1,928088	A	9 18	16	32	87	88		1	1	1		6	0	S	110-130	3	G	M	
16-juin-21	10:31:20	ON	39,81293	1,931487	A	9 18	16	32	87	88		1	1	1		6	0	PS	110-130	3	G	M	
16-juin-21	10:31:40	ON	39,82318	1,931967	A	9 18	16	32	87	88		1	1	1		6	1	PS	110-130	3	G	M	
16-juin-21	10:32:40	ON	39,85254	1,934493	A	9 18	16	32	87	88		2	1	1		6	1	PS	110-130	3	G	M	
16-juin-21	10:35:40	ON	39,93588	1,937187	A	9 18	16	32	87	88		2	1	1		6	1	PS	90-140	2	G	M	
16-juin-21	10:36:48	ON	39,96548	1,938862	A	9 18	16	32	87	88		2.5	1	1		6	1	PS	90-140	2	G	M	
16-juin-21	10:38:00	ON	39,9966	1,940763	A	9 18	16	32	87	88		2.5	1	1		6	1	PS	90-140	1	G	M	
16-juin-21	10:41:30	ON	40,09496	1,945747	A	9 18	16	32	87	88		3	1	1		6	1	PS	90-140	1	M	M	
16-juin-21	10:44:26	ON	40,17707	1,94952	A	9 18	16	32	87	88		3	1	1		6	1	PS	90-140	1	M	P	
16-juin-21	10:47:10	ON	40,25162	1,953997	A	9 18	16	32	87	88		4	1	1		6	1	PS	90-140	1	M	P	
16-juin-21	10:47:19	ON	40,25549	1,954278	A	9 18	16	32	87	88		4	1	1		6	1	PS	90-140	1	P	P	
16-juin-21	10:50:20	ON	40,33871	1,959367	A	9 18	16	32	87	88		3	1	1		6	1	PS	90-140	1	M	P	
16-juin-21	10:56:00	ON	40,49731	1,966213	A	9 18	16	32	87	88		3	1	1		6	1	PS	90-140	2	M	P	
16-juin-21	11:03:40	OFF	40,715	1,977787	A	9 P	16	32	87	88		4	1	1		6	1	PS	90-140	2	M	P	
16-juin-21	11:23:10	ON	40,13498	1,449775	A	9 17	16	32	87	88		3	2	1		6	1	PS	260-300	2	M	M	
16-juin-21	11:27:19	ON	40,01764	1,444125	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		6	1	PS	260-300	2	M	M	
16-juin-21	11:29:30	ON	39,96046	1,44283	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		6	1	PS	260-300	1	M	M	
16-juin-21	11:31:50	ON	39,89618	1,439388	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		6	1	PS	260-300	1	M	G	
16-juin-21	11:36:42	ON	39,76438	1,433122	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		6	1	PS	260-300	1	M	G	
16-juin-21	11:38:03	ON	39,72819	1,431485	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		6	1	NO	260-300	0	G	G	
16-juin-21	11:38:50	ON	39,70675	1,431663	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		6	1	PS	260-300	1	G	G	
16-juin-21	11:51:52	ON	39,32666	1,413117	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		6	1	NO	260-300	0	G	G	
16-juin-21	11:55:33	ON	39,22665	1,410487	A	9 17	16	32	87	88		1	2	1		6	1	NO	260-300	0	G	G	
16-juin-21	11:59:31	ON	39,11704	1,405405	A	9 17	16	32	87	88		2	2	1		8	1	NO	260-300	0	G	G	
16-juin-21	12:00:33	OFF	39,08917	1,40479	A	9 P	16	32	87	88		2	2	1		8	1	NO	260-300	0	G	G	
16-juin-21	12:31:23	LA	39,63363	2,673805	A	9 P	16	32	87	88		2	2	1		8	1	NO	260-300	0	G	G	



SIGHTINGS FORMS

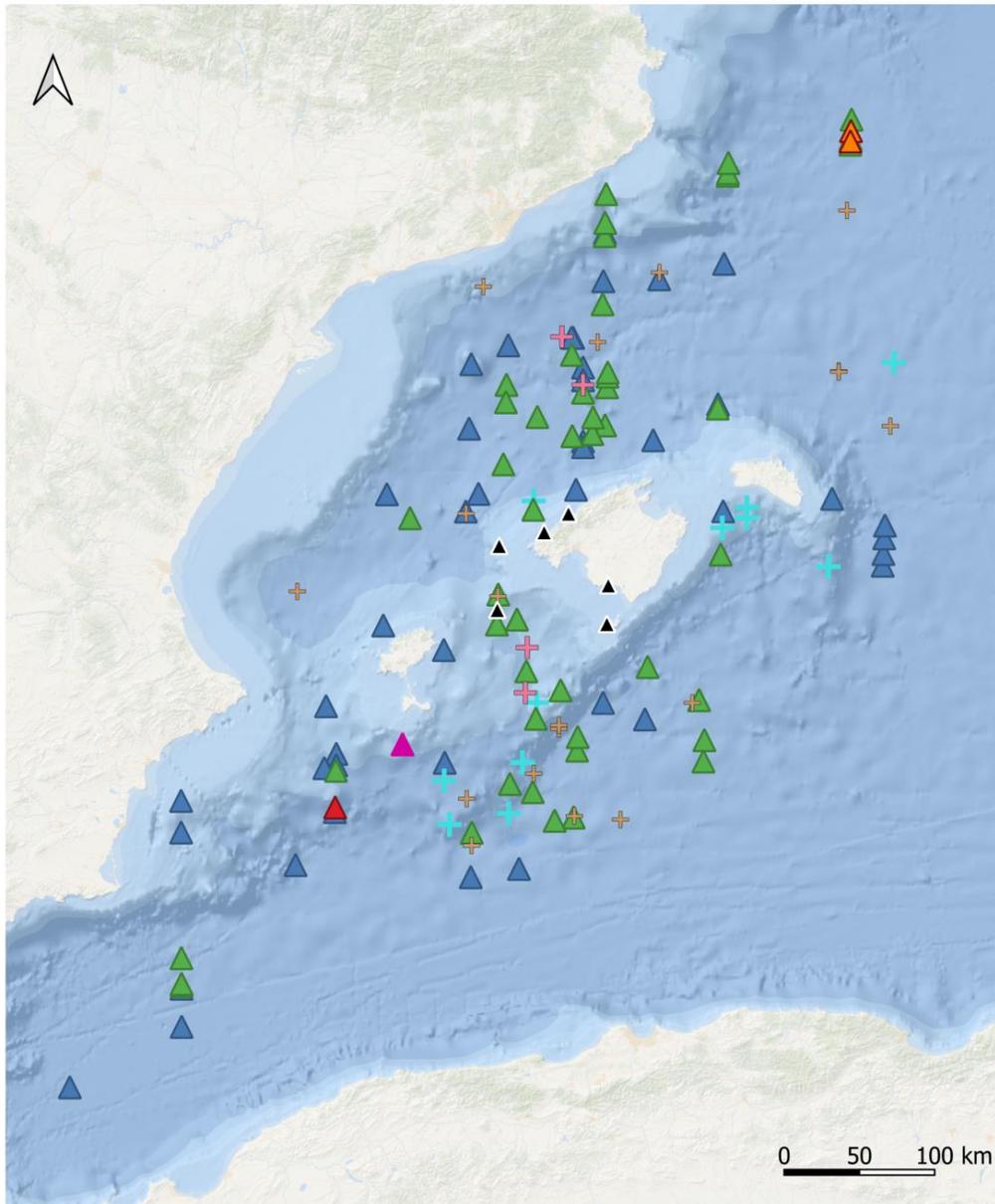
POSITIONING DATA						SIGHTING DATA											SCHOOL COMPONENTS				COMMENTS									
Num	Date	Event	Time FS/ ABEAM/Circle	LAT FS/ ABEAM/Circle	LON FS/ ABEAM/Circle	ABEAM?	Angle ABEAM	Altitude	Observer	Cue	Species	Total Number PS	Individual average weight PS	Total Weight PS	Surface/Under	Total Number SS	Individual average weight SS	Total Weight SS	Leave ?	Photos?	Photo Number	% small	% medium	% large	% giant	Cetaceans?	Birds?			
18	16-juin-21	F	09:07:18	40,6169333	2,7058			310 m																						
		G	09:08:24	40,6534333	2,7058 N			10 324 m	32	RI	BFT	935	240	220000 SU		800	180		Y	Y	9_B				100				ANGLE ESTIME	
		C	09:09:50	40,6421667	2,7058			368 m																						
141	16-juin-21	A	09:24:40	40,74513	2,7594 Y			51 300 m	88	SP	SWO					1														
142	16-juin-21	A	09:32:49	40,72051	2,4778 Y			51 314 m	88	UN	MOB					1														
143	16-juin-21	A	09:34:10	40,68428	2,4768 Y			62 324 m	88	UN	MOB					2														
144	16-juin-21	A	09:46:10	40,35346	2,4572 Y			42 315 m	88	UN	MOB					8														8-8-10
145	16-juin-21	A	09:47:20	40,32134	2,4552 Y			34 302 m	88	UN	MOB					1														
159	16-juin-21	A	10:08:59	39,74725	2,4224 Y			67 315 m	87	UN	MOB					1														
146	16-juin-21	A	10:11:20	39,68178	2,4184 Y			40 281 m	88	SU	CAR					1														
147	16-juin-21	A	10:12:00	39,66356	2,4178 Y			43 319 m	88	SU	BOT					2														
148	16-juin-21	A	10:12:27	39,65238	2,417 Y			58 322 m	88	SU	CAR					1														
160	16-juin-21	A	10:33:40	39,88048	1,935 Y			59 298 m	87	SU	UDO					1														
149	16-juin-21	A	11:30:59	39,92008	1,4409 Y			85 335 m	88	SU	MOB					1														
161	16-juin-21	A	11:37:30	39,74306	1,4322 Y			41 298 m	87	UN	SDO					22														22-22-25
162	16-juin-21	A	11:42:48	39,59083	1,4247 Y			48 307 m	87	UN	MOB					3														
150	16-juin-21	A	11:44:33	39,54067	1,4238 Y			76 310 m	88	SP	SWO					1														

Annexe 3 : Codes espèces

Codes espèces	
ALB	Thon albacore - <i>Thunnus albacares</i>
CAR	Tortue caouanne - <i>Caretta caretta</i>
FIN	Rorqual commun - <i>Balaenoptera physalus</i>
MOB	Raie Manta - <i>Mobula birostris</i>
NIF	Poisson non identifié
PIL	Globicéphale - <i>Globicephala melas</i>
SHA	Requin
SPE	Cachalot - <i>Physeter macrocephalus</i>
SWO	Espadon - <i>Xiphias gladius</i>
UMM	Mammifère marin non identifié
SDO	Dauphin bleu et blanc - <i>Stenella coeruleoalba</i>
UDO	Dauphin non identifié
RIS	Dauphin de Risso - <i>Grampus griseus</i>
CUV	Baleine à bec de Cuvier - <i>Ziphius cavirostris</i>
BOT	Grand dauphin - <i>Tursiops truncatus</i>
oth	Autre

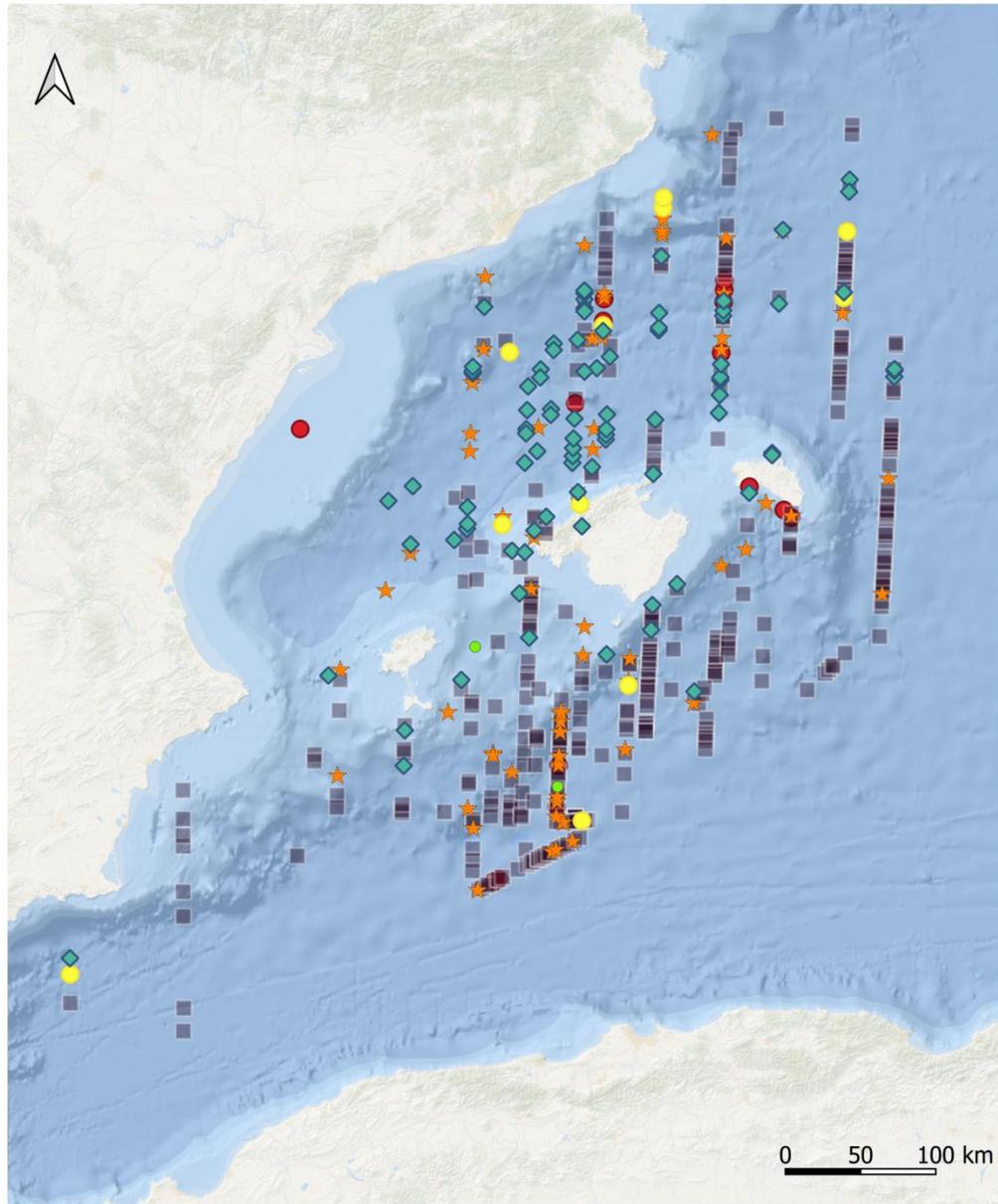
Annexe 4 & 5 : Répartition des observations des autres espèces

**Observations mammifères marins - Zone A -
Mer des Baléares - 2021**



- | | |
|---|---------------------------------|
| ▲ Mammifères marins non identifié (UMM) | + Dauphin de Risso (RIS) |
| ▲ Dauphin non identifié (UDO) | ▲ Globicéphale (PIL) |
| + Cachalot (SPE) | ▲ Rorqual commun (FIN) |
| ▲ Dauphin bleu et blanc (SDO) | + Baleine à bec de Cuvier (CUV) |
| | ▲ Grand dauphin (BOT) |

Observations autres- Zone A - Mer des Baléares - 2021



- ★ Espadon (SWO)
- Requin (SHA)
- Poisson non identifié (NIF)
- ◆ Raie manta (MOB)
- Tortue caouanne (CAR)
- Thon albacore (ALB)