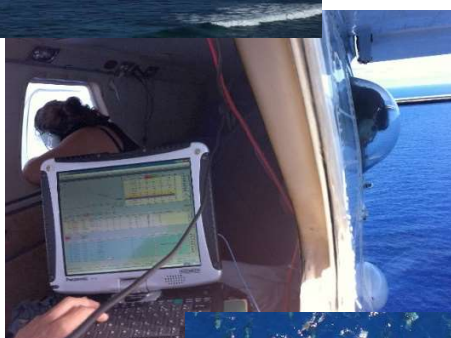




Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la méga-faune marine

Programmes
REMMOA (Outre-mer) &
SAMM (France métropole)

CAHIER TECHNIQUE DE L'OBSERVATOIRE PELAGIS

Dorémus Ghislain
Laran Sophie
Van Canneyt Olivier

Version du 22 décembre 2020

Observatoire PELAGIS - UMS 3462

La Rochelle Université / CNRS
Pôle Analytique - 5 allées de l'Océan
17 000 La Rochelle - France
<http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr>



SOMMAIRE

AVANT PROPOS.....	2
CONTACTS.....	3
1. INTRODUCTION	4
1.1 Contexte et enjeux	4
1.2 Objectifs principaux.....	5
2. DEROULEMENT DES CAMPAGNES	6
2.1 Période et périmètre d'étude	6
2.2 Effort d'observation	6
3. METHODOLOGIE GENERALE.....	10
3.1 Choix de la méthodologie : avantages et limites	10
3.2 Aéronefs et équipes embarquées	12
3.3 Echantillonnage et stratification	13
3.4 Analyses et exploitation des données.....	16
4. PROTOCOLE D'OBSERVATION.....	19
4.1 Principe général	19
4.2 Rôle du chef d'équipe et préparation des vols	21
4.3 Rôle des observateurs et déroulement d'un vol	24
4.4 Collecte des données sur les conditions d'observation	28
4.5 Collecte des données d'observation	30
4.6 Interface de saisie en vol & validation et base de données	35
4.7 Réalisation du circle-back.....	46
ANNEXE 1 : Liste de l'équipement	50
ANNEXE 2 : Codes des conditions d'observation.....	51
ANNEXE 3 : Codes et paramètres des observations.....	52
ANNEXE 4 : Codes espèces et objets	53
ANNEXE 5 : Echantillonnage campagne SAMM 2 – Atlantique et Manche.....	57
REFERENCES	58

Avec plus de 10 millions de kilomètres carrés, la France a la responsabilité de la seconde Zone Economique Exclusive (ZEE) la plus étendue au monde. En particulier, les eaux situées autour des départements, collectivités, territoires et pays d'outre-mer représentent 80% de cette surface et comportent de nombreux habitats ou espèces remarquables des milieux tropicaux.

L'Office Français de la Biodiversité, OFB, a pour mission d'apporter un appui aux politiques publiques en matière de création et de gestion d'aires marines protégées, de construire un réseau cohérent d'aires marines protégées (AMP) et de mesurer les bénéfices environnementaux à long terme résultant de l'établissement de ce réseau. Un point particulièrement important de la réussite de sa mission est la constitution d'une base de connaissances à partir de données existantes ou, le cas échéant, en organisant l'acquisition de données nouvelles qui permettront d'identifier les secteurs prioritaires pour l'établissement des nouvelles AMP et d'élaborer leurs plans de gestion. Dans les régions côtières cette connaissance scientifique est souvent abondante et diversifiée, même si bien sûr des compléments de connaissance restent à acquérir. Par comparaison, les vastes étendues océaniques qui constituent l'essentiel des ZEE liées à la France dans les régions tropicales des océans Atlantique, Indien et Pacifique sont trop peu documentées.

Pour répondre à ces engagements d'acquisition de connaissances et de suivi de la mégafaune marine au large, les campagnes **REMMOA**, **RE**censement des **M**ammifères marins et autre **M**égafaune pélagique par **O**bservation **A**érienne et les campagnes **SAMM**, **S**uivi **A**érien de la **M**égafaune **M**arine, ont pour principal objectif de cartographier la diversité et la densité de mégafaune pélagique dans la ZEE française de métropole et d'outre-mer par observation aérienne. Ces campagnes sont coordonnées par l'UMS 3462 - Observatoire PELAGIS (Université de La Rochelle et CNRS)

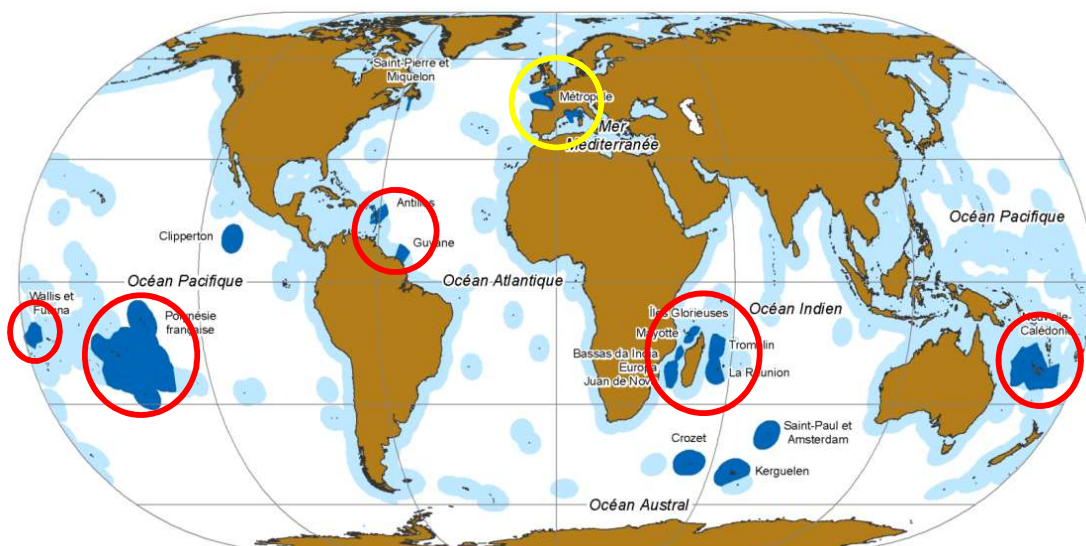


Figure 1. Emprise géographique des campagnes REMMOA (en rouge) : région Antilles-Guyane, région sud-ouest océan Indien, région Polynésie française, région sud-ouest océan Pacifique ; et des campagnes SAMM (en jaune) : eaux métropolitaines de la Méditerranée, de l'Atlantique et de la Manche-Mer du Nord.

CONTACTS

Maitrise d'œuvre



Observatoire PELAGIS - UMS 3462 / 05 46 44 99 10

La Rochelle Université et CNRS, Pôle Analytique, 5 allées de l'Océan, 17000 La Rochelle

- Vincent Ridoux : vincent.ridoux@univ-lr.fr (direction scientifique)
- Jérôme Spitz : jerome.spitz@univ-lr.fr (co-direction scientifique de l'Observatoire Pelagis)
- Olivier Van Canneyt : olivier.van-canneyt@univ-lr.fr (coordination)
- Ghislain Dorémus : ghislain.doremus@univ-lr.fr (protocole d'observation)
- Sophie Laran : sophie.laran@univ-lr.fr (échantillonnage et analyses)

Maitrise d'ouvrage (REMMOA et SAMM 1)

Office Française de la Biodiversité / 02 98 33 87 67

16 quai de la Douane, BP 42932 29229 Brest Cedex 2

- Benjamin Guichard : benjamin.guichard@ofb.gouv.fr

Citation du document :

Dorémus G., Laran S., Van Canneyt O. 2020.

Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la mégafaune marine. Cahier technique de l'observatoire PELAGIS sur le suivi de la mégafaune marine. La Rochelle Université et CNRS, 59 pages.

Crédits photographiques :

Dorémus G., Laran S. et Van Canneyt O. (Observatoire Pelagis) ; JP. Pelletier (Aerosotravia).

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET ENJEUX

La conservation de la biodiversité marine en France est notamment encadrée par plusieurs directives européennes, dont la Directive Habitats Faune Flore, la Directive Oiseaux et la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, qui concernent les habitats marins inclus dans la Zone Economique Exclusive (ZEE) autour des côtes de métropole. Cependant les engagements de la France relatifs à la conservation du milieu marin concernent aussi des espaces beaucoup plus étendus autour des collectivités françaises d'outre-mer qu'en métropole et représentent des enjeux mondiaux pour de nombreux habitats ou espèces remarquables caractéristiques des milieux tropicaux qui ne sont pas incorporés dans les textes communautaires. L'Agence des aires marines protégées (AAMP) -devenue *Office Français de la Biodiversité (OFB)* en 2020- a donc souhaité étendre rapidement à l'outre-mer les efforts d'inventaire, de suivi et de conservation zonale du patrimoine naturel marin dans les eaux sous juridiction française situées hors du territoire métropolitain.

Le Ministère en charge de l'Ecologie et l'OFB ont identifié un certain nombre d'indicateurs de suivi de la biodiversité, dans le double cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité et du tableau de bord des mers françaises. L'abondance et la distribution de la mégafaune marine tels que les cétacés, les oiseaux de mer et les tortues marines, font partie des indicateurs retenus. Quatre raisons principales justifient ce choix : des pressions et menaces anthropogéniques avérées croissantes s'exercent sur ces espèces (fortes pressions) ; les taux maxima d'accroissement de populations sont généralement faibles et leur confèrent une capacité limitée à restaurer des situations dégradées (faible résilience) ; des bénéfices plus généraux pour la biodiversité marine sont attendus de la conservation de ces espèces, du fait de leurs niveaux trophiques généralement élevés et de leurs domaines vitaux étendus (effet "parapluie") ; et enfin, dans les vastes secteurs océaniques de l'océan mondial et de la ZEE française, peu d'éléments de la biodiversité pélagique se prêtent autant que les prédateurs supérieurs marins à être cartographiés sur de grandes surfaces permettant de déduire certaines propriétés des écosystèmes marins sous-jacents (valeur d'indicateur). A ce titre, Le Ministère en charge de l'Ecologie et l'OFB ont décidés de mettre en œuvre, sur toutes les eaux sous juridiction française (ZEE), un inventaire des populations de mammifères marins et des autres espèces appartenant à la mégafaune marine (oiseaux de mer, tortues marines,...). Il s'agit d'effectuer tous les 5 à 10 ans, un suivi par survol aérien pour compléter les études en cours. Le programme doit couvrir l'ensemble des eaux françaises ultra-marines présentes dans les eaux tropicales des 3 océans, et les eaux métropolitaines plus régulièrement. Cet inventaire est généralement réalisé en partenariat et sous la direction scientifique de l'Observatoire PELAGIS.

1.2 OBJECTIFS PRINCIPAUX

Ces campagnes ont pour objectif de produire un état des lieux de la distribution spatiale et de l'abondance des oiseaux et mammifères marins, tortues marines, raies, requins et grands poissons visibles en surface dans les eaux d'outre-mer et de métropole. Les activités humaines (pêche, trafic maritime, déchets) sont également répertoriées. Ces données sont également corrélées aux observations d'animaux relevées afin d'évaluer l'impact potentiel des activités anthropiques sur la conservation des habitats marins. Grâce aux techniques de modélisation, nous pouvons identifier les habitats préférentiels associés aux fortes densités d'animaux ou à une forte diversité biologique. Les données acquises au cours de cette campagne viennent alimenter une réflexion commune pour la désignation d'aires marines protégées répondant aux objectifs de conservation et de valorisation des espaces maritimes. Ces campagnes sont d'autant plus importantes qu'elles sont les premières à couvrir avec la même méthodologie les eaux françaises d'outre-mer de 4 grandes régions : nord-ouest de l'océan Atlantique (Antilles/Guyane), sud-ouest Océan Indien (autour de Madagascar), Polynésie française et sud-ouest de l'océan Pacifique (Nouvelle-Calédonie et Wallis & Futuna), alors qu'en métropole, elles permettent de suivre l'évolution des populations plus régulièrement et sur deux saisonnalités marquées.



Figure 2. Cachalot en surface observé lors de la campagne REMMOA I en Polynésie française.

2. DEROULEMENT DES CAMPAGNES

2.1 PERIODE ET PERIMETRE D'ETUDE

Ceci est très variable en fonction des objectifs des missions et la répétabilité d'un tel suivi. Lorsqu'il est à déterminer, le choix de la saison est essentiellement motivé par la météorologie qui influence les conditions d'observation et donc la détectabilité des espèces suivies.

En zone tropicale, ce choix s'oriente la période d'été afin d'éviter la saison du vent. Ce choix exclu donc le plus souvent la possibilité de recenser les grandes espèces de baleines en migration, telles que les baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*). Cette espèce est présente dans les eaux couvertes par REMMOA, pour se reproduire et elle ne s'y alimente a priori pas et utilise des espaces côtiers suivis par d'autres dispositifs plus adaptés que celui proposé ici. Par contre, la campagne REMMOA cible toutes les autres espèces dont la saisonnalité n'est pas ou moins marquée.

En zone tempérée, les conditions météorologiques sont plus fluctuantes à court terme ce qui permet de réaliser également des campagnes à différentes saisons. Comme sur les campagnes SAMM, le choix peut donc s'orienter sur plusieurs couvertures réalisables au cours de l'année en évitant les vols lors de régimes de vents importants (notamment l'hiver). En outre, ceci permet de réaliser des suivis temporels et de pouvoir comparer la distribution saisonnière des espèces, voir se caler sur leur phénologie.

Bien qu'il soit aussi à grande échelle, le périmètre d'étude correspond rarement aux vastes espaces qu'utilise la majorité de la mégafaune suivie (excepté quelques espèces). Il s'étend généralement jusqu'aux limites des ZEE des pays concernés et peut se trouver plus restreint lorsque la portée des avions ne permet pas d'y accéder. Pour plus de cohérence, il couvre souvent des zones passant au-delà des frontières et pouvant appartenir à des mêmes entités écologiques.

2.2 EFFORT D'OBSERVATION

Au sein de chaque secteur, les survols suivent un plan d'échantillonnage stratifié. Le volume d'heures de vols (HDV) est ventilé dans des strates bathymétriques dont le zonage dépend de la profondeur (voir *Méthodologie : échantillonnage et stratification*). Pour l'évaluer, les caractéristiques de cette stratification par secteur et par strate sont renseignées avec la surface en kilomètres carrés, la distance moyenne entre la base au sol et le centre de la strate, et l'effort d'observation prévu exprimé en milles nautiques (qui seront parcourus selon des transects en mer prédéfinis).

Aussi, les heures de vol de transit entre base au sol et zones de travail ne sont pas à négliger. Bien qu'elles soient variables en fonction des différentes campagnes et de la disposition des bases, elles ajoutent 30 à 40% du temps de vol total. Ces estimations ne tiennent pas compte de la mise en place des avions sur les bases au début de la campagne ainsi que pour chaque changement de bases au cours de la campagne.

A titre comparatif, l'effort d'observation déployé au cours des quatre volets du **programme REMMOA cycle I** est également sans précédent. En effet, un total de **267.000 km d'effort** de prospection a été parcouru au cours de 2.300 heures de vol réalisées en 54 semaines de campagne entre 2008 et 2015, et sur une surface de plus de 4 millions de km² (Tableau 1, Figure 3). La ventilation de l'effort entre les trois océans n'est pas équilibrée en raison principalement de la délimitation des zones prospectées au sein des limites administratives (ZEE) : 0,3 million de km² pour l'océan Atlantique, 1,4 million pour l'océan Indien et 2,5 millions pour l'océan Pacifique.

La couverture des **campagnes SAMM I** atteint une surface d'environ 0,6 million de km², et près de **100.000 km de transect en effort** ont été parcourus au cours de deux saisons entre novembre 2011 et février 2012 et mai et début août 2012. La totalité de la ZEE française a été couverte, et afin de considérer la distribution des espèces et limiter le découpage spatial d'entités écologiques, une partie des eaux limitrophes anglaises (Manche-Mer du Nord), espagnoles (sud du golfe de Gascogne, nord des Baléares) et italiennes (mer Tyrrhénienne pour couvrir la totalité du Sanctuaire PELAGOS) a été également couverte. Les campagnes SAMM ont couvert deux saisons contrastées, l'été et l'hiver, afin de tenir également compte des changements saisonniers de distribution et d'abondance en liaison avec la phénologie des espèces suivies.

Pour les **campagnes SAMM II** qui ont lieu à partir de 2018, l'échantillonnage est découpé par façade maritime. La **Méditerranée** « métropolitaine » a été couverte en juin-juillet 2018 et janvier-février 2019 afin d'être calée avec la campagne Accobams Survey Initiative couvrant toutes les eaux de méditerranée. L'emprise spatiale est proche de SAMM 1 avec moins d'effort et sans strate côtière. La couverture prévisionnelle pour l'été n'a atteint que 3% des 169.700 km² de la zone afin de correspondre à ces objectifs ASI étant à plus grande échelle. Pour les survols hivernaux, la couverture de la zone atteint 6% de la surface (voir Annexe 5). La campagne SAMM II en **Manche et Atlantique** couvre en simultanée ces deux régions avec probablement un échantillonnage proche de celui réalisé sur SAMM I mais toujours sans la strate côtière. Pour cette dernière le volet hivernal est planifié pour janvier-mars 2021 alors que la partie estivale sera probablement décalée de quelques années pour être réalisée avec les couvertures européennes SCANS.

Tableau 1. Récapitulatif de l'effort d'observation déployé dans les quatre régions ultra-marines couvertes par les campagnes REMMOA cycle I et en métropole par SAMM I.

Région	Nord-ouest Atlantique Antilles Guyane		Sud-ouest Océan Indien	Polynésie française	Sud-ouest Pacifique		Métropole Hiver	Métropole Eté
Zone d'étude (ZEE, Fig.1 et Fig.2)	ZEE de Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin et Saint-Barthelemy	ZEE de Guyane française	ZEE* de Mayotte, Glorieuses, et Juan de Nova. Partiellement, ZEE de La Réunion, Europa, Bassas da India, Tromelin, Comores, Madagascar, Maurice et Seychelles	ZEE de Polynésie française (36 %)	ZEE de Nouvelle-Calédonie (39 %, colonne gauche) et de Wallis et Futuna (88%, colonne droite)		ZEE française, et eaux adjacentes italiennes (Sanctuaire PELAGOS), espagnoles (golfe de Gascogne) et anglaises (Manche-Mer du Nord)	
Période	Février à mars 2008 (saison sèche)	Octobre 2008 (saison sèche)	Décembre 2009 à avril 2010 (été austral)	Janvier à mai 2011 (été austral)	Octobre 2014 à janvier 2015 (fin saison sèche/début saison humide)		Novembre 2011 à février 2012	Mai à août 2012
Effort (en HDV)	50	40	502	559	236	128	276	313
Effort (en km)	8.500	7.800	89.000	98.500	40.300	22.600	ATL : 20.800 MMDN : 11.600 MED : 10.500	ATL : 23.000 MMDN : 10.900 MED : 14.100
Surface d'étude (en km ²)	142.500	132.500	1.405.650*	1.750.000	542.250	233.600	Atlantique (ATL) : 282.100 Manche (MMDN): 92.900 Méditerranée (MED) : 181.400	
Rapport Effort / Surface	5,9%	5,8%	6,3%	5,6%	7,4%	9,7%	Atlantique + Manche-Mer du Nord : 8,7% Méditerranée : 7,6%	
Moyens mis en œuvre	1 Partenavia P68C + 4 scientif.	1 Partenavia P68C + 4 scientif.	2 Britten Norman (BN2) + 10 scientif	3 BN2 + 15 scientifiques	3 BN2 + 15 scientif.	2 BN2 + 10 scientif.	3 BN2 + 19 scientifiques	2 BN2 + 13 scientifiques
Références	(Van Canneyt et al., 2009a; Ridoux et al., 2010; Van Canneyt et al., 2010a; Mannocci et al., 2013)		(Ridoux et al., 2010; Van Canneyt et al., 2010b; Laran et al., 2011; 2017c ; Laran et al., 2012; Mannocci et al., 2013a)	(Van Canneyt et al., 2011; Laran et al., 2013; Lambert et al., 2014; Mannocci et al., 2014)	(Van Canneyt et al., 2015) (Laran et al, 2016)		(Pettex et al., 2014; Pettex et al., 2017a; Pettex et al., 2017b; Lambert et al., 2017a; Lambert et al., 2017b; Laran et al., 2017a; Laran et al., 2017c)	

* 0,5 million de km² pour la ZEE française et 0,9 pour les autres pays de la COI.

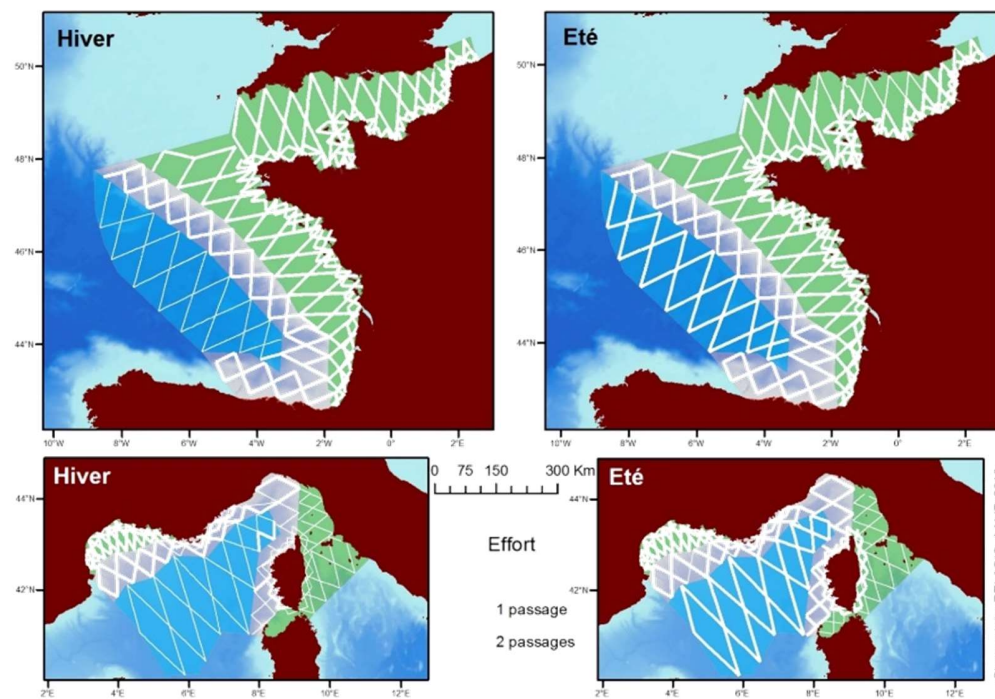
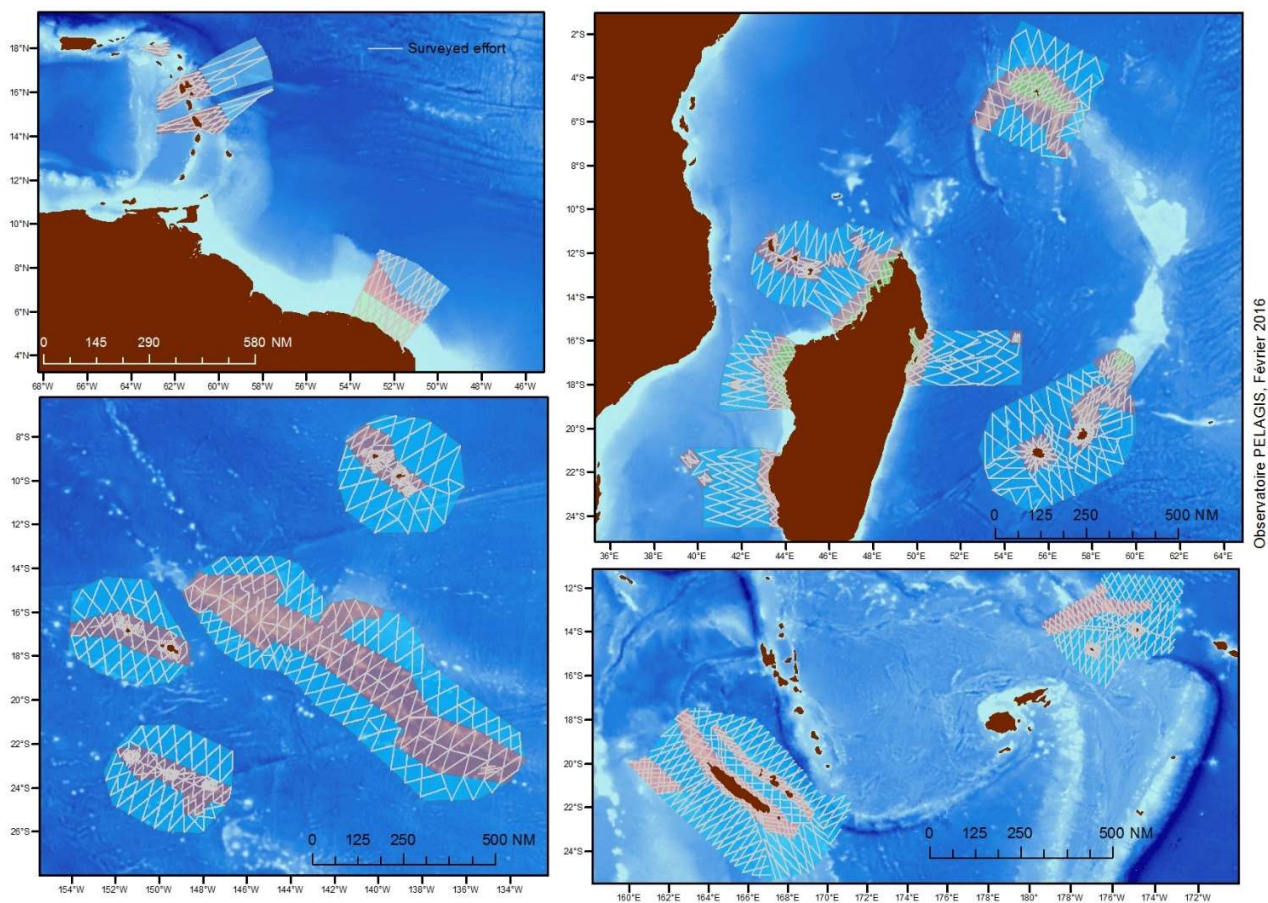


Figure 3. Effort d'observation déployé au cours des campagnes REMMOA de 2008 à 2015 (haut) et des campagnes SAMM I au cours de l'hiver 2011-12 et de l'été 2012 (bas).

3. METHODOLOGIE GENERALE

3.1 CHOIX DE LA METHODOLOGIE : AVANTAGES ET LIMITES

Au vu des objectifs de ces campagnes d'acquisition de connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins et la mégafaune marine en général, il est pertinent d'appliquer la méthode d'observation par avion. Le principal avantage de cette méthode est de couvrir une vaste surface en peu de temps, et avec un coût plus faible qu'une campagne embarquée sur un navire dédié. Le cadre général de la méthodologie s'appuie sur la technique de l'observation le long de transects linéaires préalablement établis (*Distance sampling*, Buckland *et al.*, 2001).

La méthodologie générale est ici identique sur toutes les campagnes REMMOA effectuées au cours du cycle I (2008-2015) et également sur les campagnes SAMM I (2011-2012). Le protocole est adapté de nombreuses campagnes, auxquelles l'Observatoire PELAGIS a participé ou piloté : campagnes ROMER (Certain and Bretagnolle, 2008), campagne ATLANCET (Certain *et al.*, 2008) et campagnes SCANS II et III (SCANS, 2006).

L'observation aérienne permet d'acquérir une image instantanée de la distribution des animaux à une échelle géographique pertinente pour toutes les espèces de cétacés, mais aussi d'oiseaux de mer, de tortues marines et d'autres grandes espèces marines visibles en surface. De plus, cette méthode est reproductible pour acquérir des jeux de données comparables avec une méthode de collecte standardisée, ce qui permet d'estimer des densités d'animaux comparables entre elles.

A titre comparatif, un échantillonnage tel qu'une saison des survols SAMM I (40-50 000 km) réalisés depuis un bateau, aurait nécessité entre 3 000 et 6 000 heures d'observation (en fonction de la vitesse) soit plus d'une année en mer en étant tributaire des conditions météorologiques. La flexibilité de mise en œuvre est aussi un avantage important de l'observation aérienne, car elle permet d'utiliser les meilleures fenêtres météorologiques pour optimiser les conditions d'observation et de détection des animaux marins, et conserver ainsi un standard dans les conditions d'observation au cours d'une campagne et entre des missions successives (Laran *et al.*, 2017).

Un autre avantage de la plateforme d'observation aérienne est la détection de certaines espèces au comportement discret en surface (en les observant par transparence), moins visibles depuis un bateau, comme par exemple les baleines à bec, les tortues, les raies et requins, et les grands poissons pélagiques (Van Canneyt *et al.*, 2010b). Cette méthodologie permet aussi de combiner plusieurs couches d'informations, les activités humaines qui peuvent ainsi être relevées par grandes catégories : navires de pêche, de plaisance, de commerce, macro-déchets, etc.

Comme toute méthode, l'observation aérienne a également ses limites :

1 - La vitesse de déplacement de l'avion combinée à la faible altitude de vol implique que la fenêtre d'observation à la surface de l'eau est très courte. Les détections pour certaines espèces qui passent de longues périodes sous l'eau sont inévitablement biaisés et les effectifs des groupes éventuellement sous-estimés, car parfois observés que partiellement.

2 - De même, ce temps d'observation court et l'altitude (180m) ne permettent pas toujours une identification jusqu'à l'espèce, surtout pour les groupes d'espèces dont la morphologie est proche. Cela concerne notamment pour les cétacés les petits delphininés, certaines baleines à bec ou encore les kogiidés. Pour les oiseaux la plupart des espèces seront rassemblées en groupes taxonomiques ou sous-groupes comme chez les laridés où figurent goélands, mouettes ou sternes.

3 - Toujours en raison de la vitesse d'échantillonnage, la précision dans les estimations de distance est réduite. Une seule bande d'observation (0-200 m) de part et d'autre du trajet de l'avion est considérée pour les oiseaux car en effet, multiplier les différentes bandes d'observations risque d'entraîner des erreurs d'assignation des observations. Pour le reste de la mégafaune les observations sont moins nombreuses et un inclinomètre est utilisé pour minimiser cet effet.

4 - A cette vitesse, la localisation des positions GPS est également moins précise que par bateau, pour cette raison un système de positionnement est couplé à la saisie des observations, indépendant des observateurs, ainsi qu'un enregistrement audio synchronisé.

5 - La faible probabilité de détection de certaines espèces, notamment les cétacés dits « grands plongeurs » (baleines à bec et cachalots), est une limite commune à toutes les approches basées sur la détection visuelle en surface, qu'elles soient conduites depuis un navire ou depuis un avion ; par contre une campagne embarquée permet sous certaines conditions de coupler échantillonnages visuel et acoustique. La vitesse de l'avion entraîne une diminution encore plus importante de cette probabilité de détection.

Concernant l'aspect quantitatif, lorsque les biais liés à la détection ou à la disponibilité des espèces (limite 1 et 5) sont identifiés et constants, ils n'entravent pas les comparaisons des abondances relatives. Le biais de détection (lié aux conditions météorologiques, à l'observateur) peut être en partie corrigé par la modélisation des détections selon la méthodologie *Distance sampling* (Thomas et al., 2010). Les biais liés à la disponibilité des animaux peuvent être dans certains cas être corrigés, afin de tendre vers l'abondance la plus proche de la réalité (estimation de la détectabilité $g(0)$ pour les cétacés (Laran et al., 2017)).

Concernant l'aspect qualitatif (limite 2), il faut rester extrêmement prudent sur l'identification des espèces lorsque l'on pratique l'observation aérienne et privilégier des regroupements par niveau taxonomique plus élevé (genre, famille) ou par morphologie proche. Quelles que soient les espèces cibles, cétacés ou oiseaux, la plupart des auteurs identifient ce problème (Buckland et al., 2001a; Dean et al., 2003; Camphuysen et al., 2004). Si cette limite est bien prise en compte dès le départ dans le protocole d'observation avec des groupes correctement identifiés, l'observation est amplement facilitée et le protocole permet ainsi une approche plus intégrée avec l'acquisition simultanée de données concernant les cétacés et d'autres groupes d'espèces appartenant à la mégafaune marine.

Cependant pour réduire l'incertitude sur la détermination d'une espèce de cétacés ou de l'effectif d'un groupe, l'effort peut parfois être interrompu sur décision du chef de vol pour la réalisation d'une manœuvre circulaire (*circle back*), permettant un second passage rapide au-dessus de l'observation (Hiby, 1999).

3.2 AERONEFS ET EQUIPES EMBARQUEES

Considérant le volume d'heures d'observation prévu, la surface et l'éloignement des zones à couvrir, un à plusieurs aéronefs peuvent être nécessaires. Les équipes sont composées chacune de cinq observateurs et de 2 pilotes. Les appareils utilisés pour ces grandes campagnes étaient des Partenavia P.68 puis depuis 2009 des Britten Norman 2 (BN2, figure 4a) équipés de hublots-bulles (*bubble windows*, figure 4b).

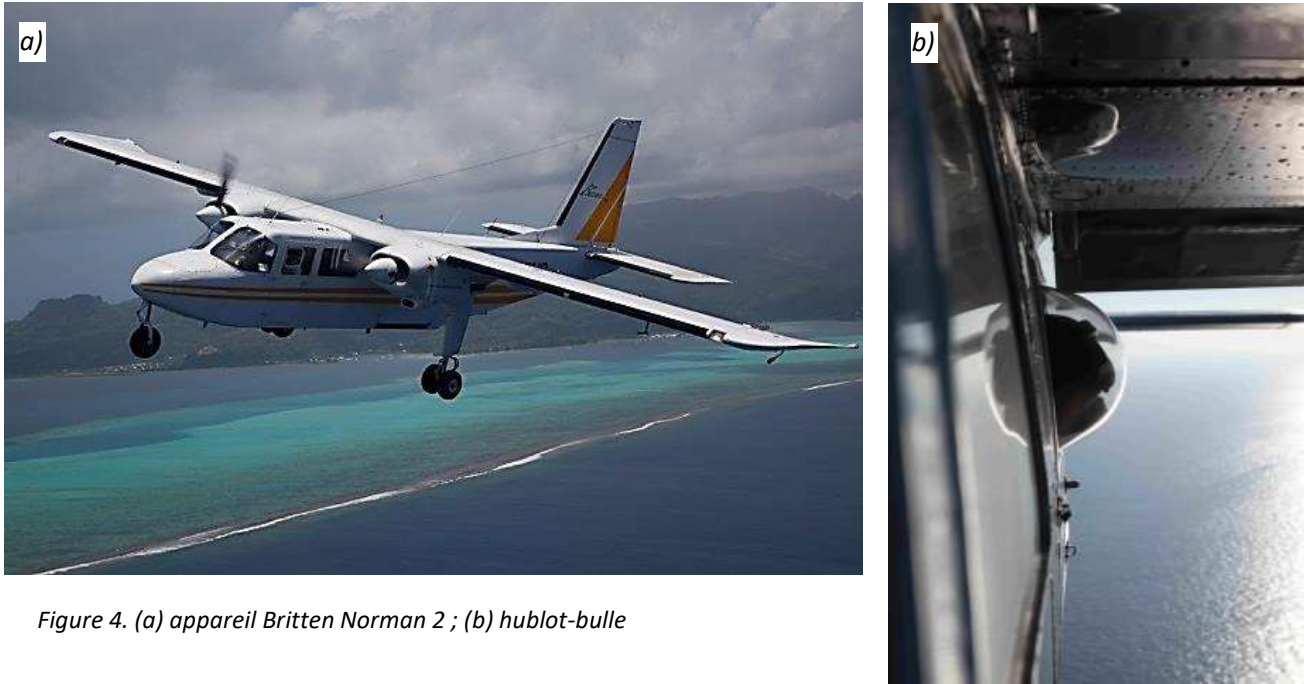


Figure 4. (a) appareil Britten Norman 2 ; (b) hublot-bulle

Les BN2 sont des avions bimoteurs (moteur à pistons et à turbines dans le cas présent) de dix places à ailes hautes et possédant une autonomie d'environ 6 à 8 heures en fonction des équipements, incluant la marge de sécurité. Un des avantages du BN2 est leur capacité à voler à faible vitesse (< 80 nœuds si nécessaire). La vitesse d'échantillonnage est de 90 nœuds (167 km.h^{-1}) à une altitude de 600 pieds (183 m) au-dessus de la surface de l'eau. En raison des équipements embarqués et de la configuration pour organiser le travail d'observation à bord, le nombre de places disponibles est limité à six. Les équipes embarquées pour chaque vol sont composées de quatre observateurs (pour assurer une rotation en vol) et un à deux pilotes en fonction de la durée des vols.

3.3 ECHANTILLONNAGE ET STRATIFICATION

Initialement la stratégie générale de l'échantillonnage a été conçue en **3 étapes** :

- 1- Définition des secteurs : zones correspondant à des domaines maritimes distincts
- 2- Définition des strates : zones au sein de chaque secteur définies en fonction de la stratégie d'échantillonnage : soit délimitées en fonction des caractéristiques bathymétriques (cycle I de SAMM et REMMOA), soit pour faciliter la réalisation logistique des vols (cycle II de SAMM et REMMOA).
- 3- Définition des transects : sur le premier cycle la ventilation de l'effort d'observation entre les strates bathymétriques était définie en tenant compte des taux d'observations attendus (disponibles dans la littérature, issus de campagnes précédentes ou spéculés) afin d'obtenir un nombre significatif d'observations pour les cétacés et de permettre une modification de l'effort au cours de la campagne en fonction des taux réellement observés (augmentation ou diminution de l'effort). Pour le 2^e cycle un effort homogène a été réparti sur les strates et les transects réalisés à l'aide du logiciel Distance 7.3 (Thomas et al., 2010) suivant une disposition homogène au sein de chaque strate.

Stratégie générale de l'échantillonnage - étape 1 - délimitation des secteurs

Une première délimitation est réalisée en prenant en compte des facteurs principalement techniques. En fonction des zones, ces limites suivent une zone tampon d'environ 150 milles nautiques autour des aérodromes disponibles et fonctionnels pour le ravitaillement des avions. Ce rayon d'action est fixé en s'appuyant sur l'expérience des précédentes campagnes. Il tient compte de l'autonomie des avions utilisés, de la mise en œuvre du plan d'échantillonnage et de la sécurité.

Stratégie générale de l'échantillonnage - étape 2 - stratification

- **Choix 1 : Stratification bathymétrique (REMMOA et SAMM Cycle I)**

A l'intérieur de chaque secteur, un second découpage est effectué en fonction des strates : « **néritique** » s'étend du littoral jusqu'à l'isobathe des 200 m de profondeur. Elle inclut généralement une grande partie de plateau continental ; « **pente** » correspond à la zone de talus, approximativement situé entre les isobathes des 200 et 2 000 m, incluant les grands reliefs comme les canyons, monts sous-marins, récifs, bancs, etc. ; strate « **océanique** » inclut les eaux situées au-delà de l'isobathe des 2 000 m de profondeur. Le faciès bathymétrique dominant est plus homogène et présente un faible gradient de pente.

En fonction des objectifs définis et de la particularité de certains sites, lors des campagnes du cycle I, une « **sous-strate côtière** » a parfois été ajoutée (métropole et Polynésie française). Elle s'étend du littoral à une limite fixée qui répond à des besoins spécifiques : affiner les relevés sur les espèces d'oiseaux côtiers dans les eaux territoriales (12 milles nautiques lors de SAMM I) ; ou distinguer plus clairement les taux de rencontre pour les cétacés en périphérie d'îles ne comportant que de larges strates de pentes (15 milles nautiques lors de REMMOA Polynésie). A noter que cette sous-strate couvre une zone déjà comprise par une autre strate et elles doivent être traitées de manière distinctes dans les analyses.

- **Choix 2 : Stratification avec ventilation homogène de l'effort (SAMM et REMMOA Cycle II)**

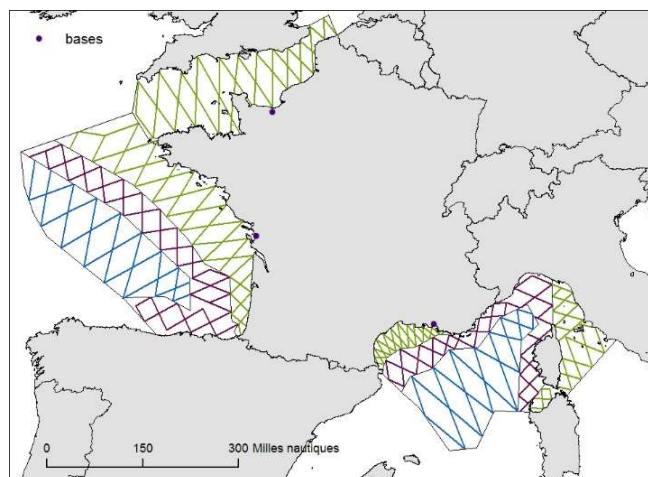
A partir de 2017 pour le 2^{ème} cycle de REMMOA, fort d'un jeu d'observations déjà acquis lors du premier cycle, un échantillonnage homogène des strates a été appliqué. L'usage des strates a été modifié et leur délimitation a été établie pour faciliter la logistique, en limitant les transects d'observation trop longs.

Les cartes de densités spatialisées, qui seront obtenues après analyse, devraient permettre de mieux caractériser les variations spatiales en fonction des groupes d'espèces concernés. Si le nombre d'observations recueillies est trop faible pour construire le modèle de détection, il pourra maintenant être enrichi des observations enregistrées lors des précédentes campagnes.

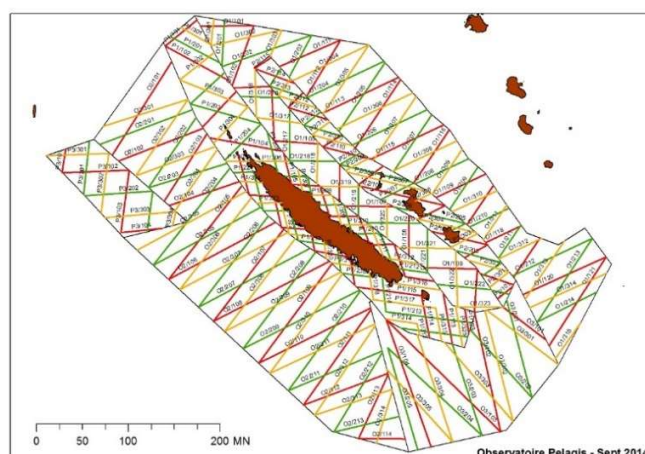
Stratégie générale de l'échantillonnage - étape 3 - design des transects

Le design des transects suit un profil en zigzags (figure 5), largement utilisé dans les campagnes d'échantillonnage aérien car il offre plus de facilité dans la mise en œuvre ainsi qu'une variance plus robuste dans les estimations d'abondance pour les espèces à faible densité (Buckland et al., 2001a).

Les zigzags sont répartis de manière homogène sur un plan spatial et sont généralement orientés de manière à couper perpendiculairement les isobathes et échantillonner ainsi les différentes profondeurs des strates



bathymétriques (notamment dans la strate "pente" présentant le plus fort gradient de profondeur, figure 5-haut). La longueur des transects, leur localisation et leur orientation sont générées en n'excédant pas, en général, 100 milles nautiques, afin de limiter les biais liés à la fatigue (soit un peu plus d'1 heure d'observation continue). Les contraintes techniques comme l'autonomie des avions et l'optimisation des vols pour limiter le transit entre les bases et les zones de travail sont aussi prises en considération. Enfin, ce profil en zigzag permet de couvrir plus rapidement une zone étendue et d'optimiser le temps de vol, en limitant les transits sur les intervalles dans le cas d'un échantillonnage en transects parallèles.



Les transects peuvent être rassemblés en plusieurs plans d'échantillonnage (exemple : A, B, C en Nouvelle-Calédonie, figure 5-bas). Ces 3 plans, choisis parmi ceux produits aléatoirement par le logiciel Distance 7.3 suivent le même design mais sont choisis afin d'optimiser la couverture spatiale. Au sein d'une strate les plans sont à réaliser successivement.

Figure 5. Exemple de plans

d'échantillonnages prévisionnels avec design par strate pour SAMM I (haut), et avec designs décalés A, B et C pour REMMOA cycle I en Nouvelle-Calédonie (bas).

La surface dite « prospectée » est la surface effective d'observation, elle est utilisée comme indicateur de l'intensité d'échantillonnage au sein des secteurs (tableau 2). Elle est estimée à 500 m de chaque côté de la route de l'avion, soit une bande prospectée de 1 000 m environ.

Depuis la campagne REMMOA sud-ouest Pacifique (2014), les plans d'échantillonnages sont obtenus sous le logiciel Distance Sampling (Thomas et al., 2010).

Tableau 2. Exemple d'échantillonnage prévisionnel et ventilation de l'effort d'observation par secteur sur les campagnes REMMOA cycle I Sud-Ouest Pacifique et SAMM 1.

REMMOA cycle I		HDV en effort*	Transect (mn)	Transect (km)	Surface strate (km ²)	Couverture spatiale (%)**
Nouvelle-Calédonie	Pente	60	5 400	10 001	127 988	8%
	Océanique	190	17 100	31 669	411 330	8%
Wallis & Futuna	Pente	50	4 500	8 334	55 479	15%
	Océanique	80	7 200	13 334	178 461	7%
Total		380	34 200	63 338	773 258	9%

SAMM I		HDV en effort*	Transect (mn)	Transect (km)	Surface strate (km ²)	Couverture spatiale (%)**
Manche	Côtier	24	1 800	3 334	26 383	13%
	Néritique	45	3 240	6 000	92 946	6%
Atlantique	Côtier	27	2 160	4 000	27 930	14%
	Néritique	48	3 600	6 667	104 047	6%
	Pente	42	3 150	5 834	87 623	7%
	Océanique	30	2 250	4 167	91 231	5%
Méditerranée	Côtier	24	1 800	3 334	22 976	15%
	Néritique	36	2 700	5 000	46 445	11%
	Pente	30	2 250	4 167	53 086	8%
	Océanique	30	2 250	4 167	82 326	5%
Total		336	25 200	46 670	634 993	9%

* HDV = heures de vol estimées pour une vitesse moyenne de 90 noeuds

** à titre indicatif, considérant une bande effective d'observation sous l'avion de 1000 m

3.4 ANALYSES ET EXPLOITATION DES DONNEES

Il est important pour les observateurs d'appréhender les analyses produites à partir des données relevées pour comprendre l'importance de la qualité et de la standardisation des conditions d'observations. Plusieurs informations peuvent être extraites des données issues des transects aériens.

La composition et la diversité spécifique du peuplement d'oiseaux et de mammifères marins

Les observations aériennes d'oiseaux et de mammifères marins permettent une identification jusqu'à l'espèce ou par groupe taxonomique d'espèces proches. Il est ainsi possible d'analyser la composition des peuplements et d'évaluer la diversité des principaux groupes d'espèces en nombre d'observations et nombre d'individus. Dès lors, il peut être établi un indice de la richesse spécifique totale en représentant le nombre total d'espèces ou de taxons distincts d'oiseaux et de mammifères marins observés dans les différents secteurs échantillonnés.

Le taux de rencontre

Il est également possible d'estimer les taux de rencontre en effort pour les espèces majoritairement observées. En choisissant maillage de plusieurs dizaines de kilomètres sur les secteurs étudiés (figure 6), on identifie les zones les plus fréquentées par les animaux marins. Cette opération est maintenant réalisable directement avec

le plugin QGIS : PelaSIG.

Le nombre d'espèces ou de taxons différents peut aussi être extrait pour chaque maille de la grille, afin d'estimer les variations de la richesse spécifique dans les secteurs prospectés.

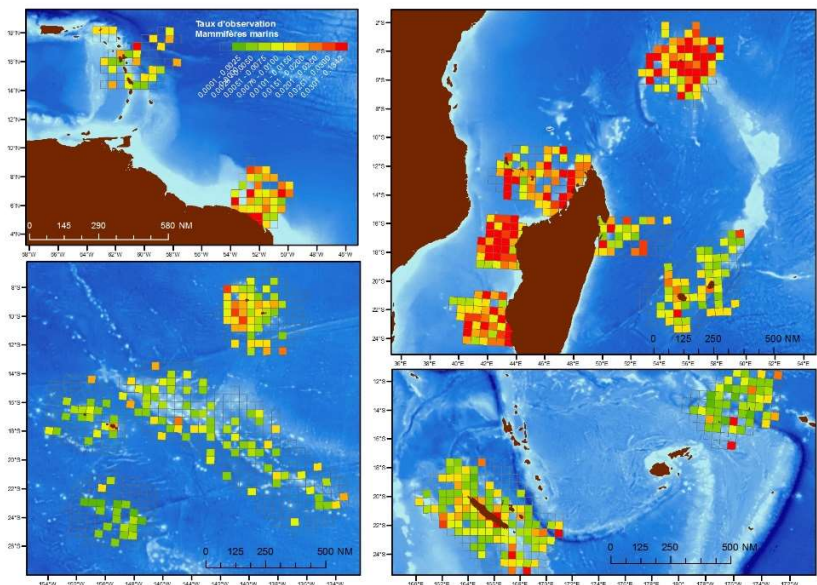


Figure 6. Exemple de taux de rencontre de mammifères marins (observations.km⁻¹) sur une grille de 60x60km obtenus au cours des campagnes REMMOA I de 2008 à 2015.

Les estimations de densité et d'abondance

Les données collectées permettent d'établir, pour les espèces ou groupe d'espèces, des estimations de densités (nombre d'individu par unité de surface) et d'abondance (nombre d'individus sur une surface donnée). Cependant, le nombre de détections doit être suffisant pour chaque groupe, pour que ce traitement statistique soit correct et que les estimations obtenues soient fiables. Ces estimations ne seront donc possibles que pour les espèces ou les groupes d'espèces les plus rencontrés.

- Cétacés, tortues et « grands poissons » (requins, raies...)

L'estimation des densités utilise la méthode du *Distance sampling* (Buckland et al., 2001b) mise en place en amont de l'échantillonnage, et lors du protocole. Pour les espèces de cétacés, de tortues et de grands poissons, nous relevons un angle à chaque observation afin de calculer la distance entre les individus détectés et la route

suivie par l'avion.. Cette méthode dite de *distance sampling* tient compte de la diminution de probabilité de détection avec l'augmentation de la distance perpendiculaire entre l'observateur et l'animal. Autrement dit, plus un animal ou un objet est éloigné de l'observateur qui se déplace le long du transect, plus la probabilité qu'il soit détecté sera faible (figure 7).

La probabilité de voir un animal décroît donc avec la distance perpendiculaire qui augmente. La surface située sous la courbe (en gris sur la figure 7) correspond aux animaux détectés par l'observateur, la surface au-dessus de la courbe correspond aux animaux présents dans la zone observée mais non détectés. A une certaine distance, matérialisée par la droite verticale rouge et qu'on appelle largeur effective de détection *esw*, qui varie en fonction de l'espèce ou groupe d'espèces, de son comportement en surface, des conditions d'observations et même des capacités de l'observateur, la proportion d'animaux présents mais non détectés (surface bleue foncée) est égale à celle des observations réalisées au-delà de *esw* (surface grise). Grâce à cette valeur calculée d'*esw*, il est possible de re-estimer le nombre d'animaux présents en surface dans la bande prospectée de part et d'autre de l'avion.

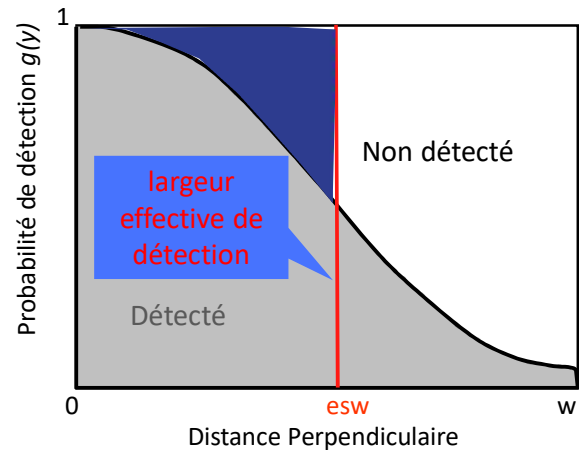


Figure 7. Probabilité de détecter un animal en fonction de la distance à l'observateur.

Par ailleurs, la méthode "*Multiple Covariate Distance Sampling – MCDS*" (Marques and Buckland, 2004) du logiciel *Distance sampling* permet de tester, en plus de la distance au transect, l'influence d'autres facteurs susceptibles d'affecter la détection des animaux : les conditions subjectives d'observation (cet indice est relevé par les observateurs pendant le vol), l'éblouissement, l'état de la mer, et la taille des groupes détectés (les groupes composés d'un grand nombre d'animaux peuvent être plus facilement détectés à une distance éloignée du transect).

- Oiseaux et espèces observées en faible nombre

Les estimations de densité pour les oiseaux, déchets, ou les mammifères marins ne bénéficiant pas d'un nombre suffisant de détections sont calculées avec la méthode du transect de bande ou *strip-transect*. Cette méthode fait l'hypothèse que tous les animaux situés dans la largeur d'observation pré-déterminée sont détectés avec la même probabilité, qu'ils soient proches ou éloignés du transect. Pour les oiseaux, cette largeur est définie au préalable à 2x200 m (Van Canneyt et al., 2009b) et les données sont collectées en distinguant les animaux détectés dans et hors de cette bande de 200 m de chaque côté du transect.

Analyse spatiale

Il est possible d'essayer de prédire la distribution des principaux groupements de mégafaune pour l'ensemble de la zone d'étude à partir de modèles spatiaux. Cette analyse consiste à identifier les variables les plus efficaces

pour expliquer la densité des observations obtenues sur les transects et prédire les valeurs probables de densité sur l'ensemble de la région étudiée (c'est-à-dire en dehors de zones prospectées, par extrapolation) grâce aux descripteurs environnementaux sélectionnés (figure 10).

Les variables environnementales testées pour la modélisation spatiale de la densité sont par exemple la latitude et la longitude, la bathymétrie, la concentration en chlorophylle, la température de surface de la mer (SST : *Sea Surface Temperature*) ...

A l'issue de ce processus, une cartographie de la densité est réalisée sur la base des relations espèces-environnement qui auront été mises en évidence. Bien entendu, ces cartes sont à considérer avec précaution. Même pour les modèles qui fonctionnent relativement bien, les habitats favorables prédits hors des zones couvertes par les transects demandent à être vérifiés.

Les prédictions issues des modèles spatiaux de densité permettent d'estimer un indice d'habitat prioritaire en terme de biodiversité. Il reflète les zones les plus fréquentées par les différents groupements d'espèces de prédateurs supérieurs présents (figure 8).

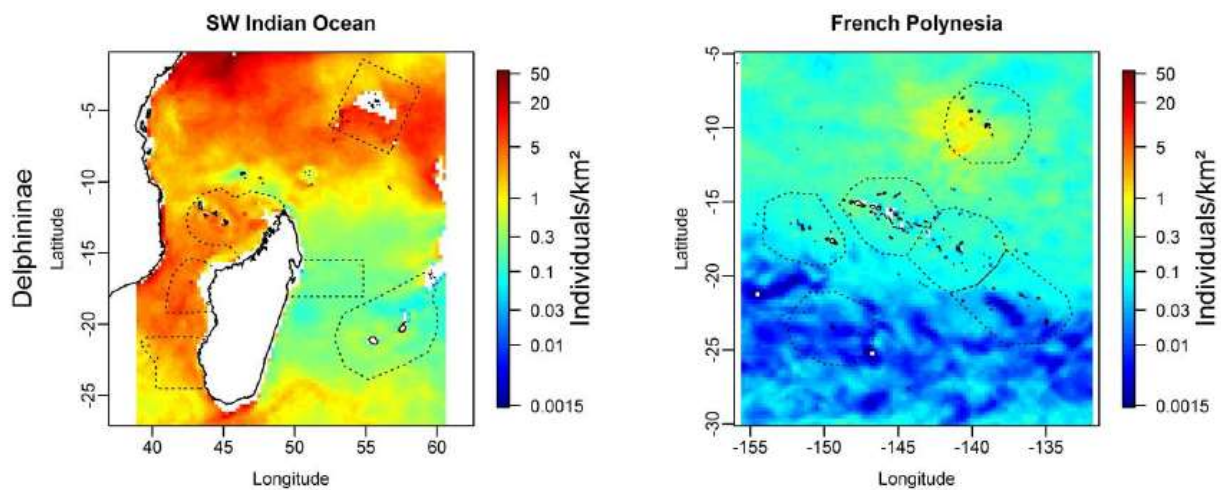


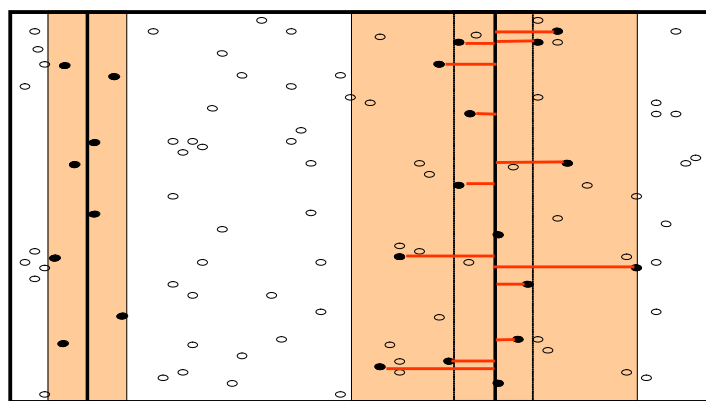
Figure 8. Modèle de prédiction d'habitats pour les delphinidés dans l'océan Indien (gauche) en Polynésie française (droite), observations issues des campagnes REMMOA cycle I (Mannocci et al. 2013).

4. PROTOCOLE D'OBSERVATION

4.1 PRINCIPE GENERAL

Le cadre général de la méthodologie s'appuie sur la technique de l'observation le long de transects linéaires préalablement établis (*Distance sampling*, Buckland *et al.*, 2001), avec deux déclinaisons (figure 9) selon les taxons d'observations :

- Un échantillonnage en bande « **strip transect** » pour les oiseaux et méduses (et les bouées, déchets et bateaux) dans un couloir de 200 m de chaque côté du trajet suivi par l'avion, où l'on fait l'hypothèse de détecter tous les individus ;
- Un échantillonnage en mode « **Distance sampling** » comprenant une mesure d'angle pour estimer l'éloignement (distance perpendiculaire) à la route pour les autres observations notamment pour les cétacés et autre mégafaune.



Strip transect

Distance sampling

Figure 9. Comparaison des méthodes de transect en bande (Strip) et de transect en ligne (Line).

L'échantillonnage par observation se pratique donc en suivant des transects linéaires prédéfinis au sein de strates. Lors des sessions d'observation, deux observateurs sont positionnés face aux hublots-bulles, installés à l'arrière de chaque côté de l'appareil et offrant un champ d'observation parfaitement vertical à l'avion (figure 10a). Le troisième observateur assure les fonctions de navigateur et de secrétaire, c'est à dire qu'il suit le fonctionnement du matériel, le suivi des transects, la prise de décision en fonction des changements de conditions de vol ou d'observation, et qu'il s'occupe de la saisie instantanée des observations dictées par les observateurs (figure 10b).

Les données d'observations collectées concernent les mammifères marins, les oiseaux de mer, les tortues marines, les grands poissons pélagiques comme les thonidés et les élaémobranthes (requins et raies), ainsi que les macro-déchets, les bateaux de toutes catégories (pêche/plaisance/commerce/...) et tous les engins de pêche matérialisés par des bouées. Les conditions environnementales (état de la mer, houle, turbidité et transparence de l'eau, couverture nuageuse et éblouissement) sont aussi enregistrées ainsi qu'un indice de détectabilité basé sur les petits delphinidés et déterminé de manière globale par l'observateur (conditions excellentes, bonnes, moyennes, ou mauvaises).

Toutes les observations d'animaux marins sont réalisées à l'œil nu sur une distance d'environ 500 m de large de part et d'autre du transect, parfois plus en fonction des conditions d'observation (état de la mer essentiellement). Mais c'est à proximité de l'avion qu'il est important que l'observateur focalise son attention

Pour les mammifères marins, tortues marines et autres grandes espèces de surface (requins, raies, grands poissons pélagiques), la distance des observations est estimée à partir de l'angle relevé par l'observateur (figure 10c), selon la méthode dite du *distance sampling*.

Pour les oiseaux marins, les angles ne sont pas relevés mais toutes les observations sont annoncées en précisant si elle se situe dans une bande de 200 m, et soit en vol soit posé ou en dehors. Dans les zones de fortes densités les observations hors de la bande ne seront plus collectées pour permettre au navigateur/secrétaire d'assurer une saisie simultanée. La bande de 200 m a été matérialisée sur le train d'atterrissage, elle correspond à un angle de 42° par rapport à l'horizon (figure 10d).

Les observations sont saisies instantanément ainsi que les conditions d'observation par une troisième personne jouant le rôle de *navigateur/secrétaire*. Cette configuration permet aux 2 observateurs d'être complètement disponibles à l'observation.

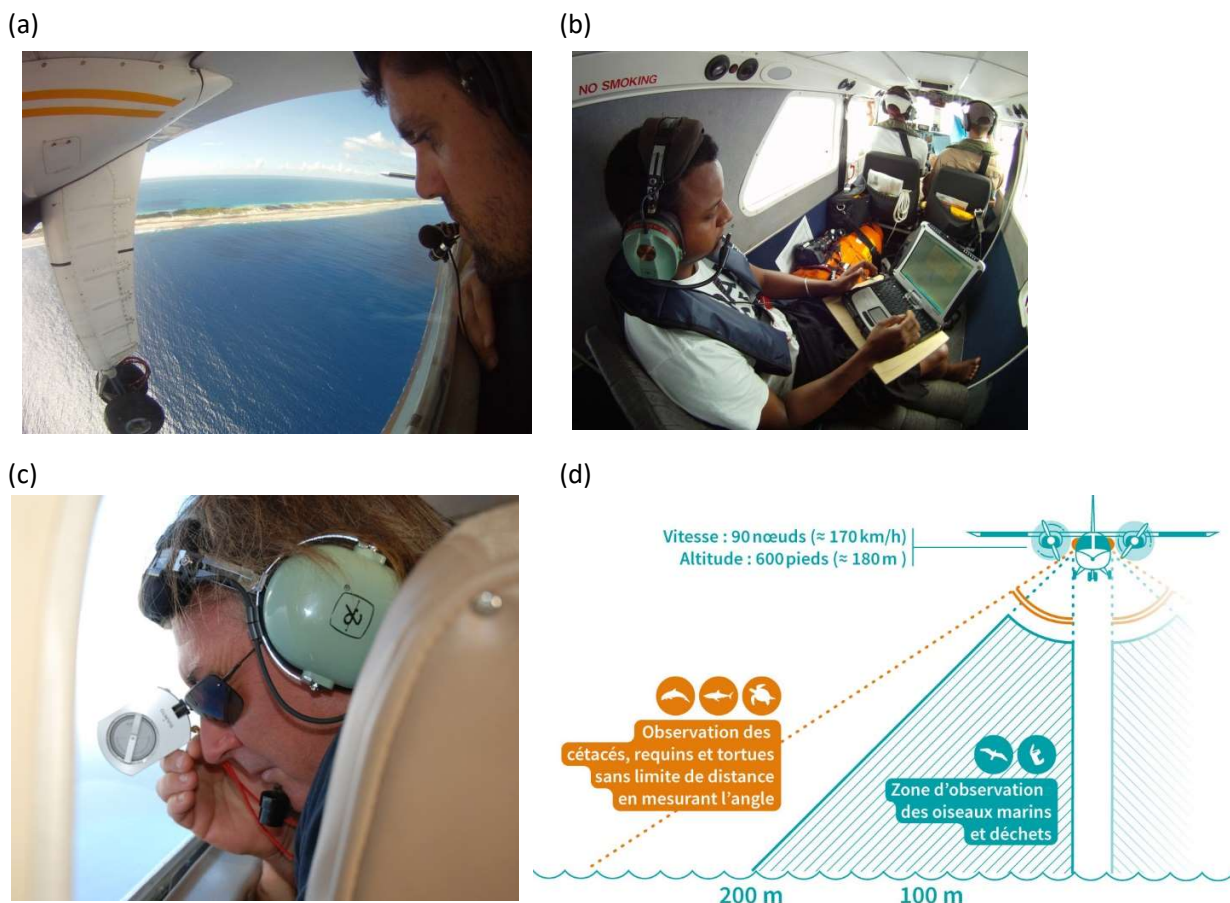


Figure 10. (a) postes d'observation ; (b) saisie des données et navigation ; (c) utilisation de l'inclinomètre et (d) angles d'observation et distances correspondantes à partir des hublot-bulles (exemple du protocole).

4.2 RÔLE DU CHEF D'ÉQUIPE ET PRÉPARATION DES VOLS

L'application du plan d'échantillonnage, l'encadrement des équipes d'observateurs, la planification et la mise en place des vols d'observation sont sous la responsabilité du chef de mission et/ou des chefs d'équipe.

Relevé des conditions météorologiques

Un vol d'observation nécessite une mer relativement calme ce qui affecte moins la détectabilité de la mégafaune. La météorologie est donc le facteur le plus important à prendre en compte lors de la préparation des vols. Le chef de mission et/ou les chefs d'équipe se charge de la préparation des vols la veille.

Avant chaque dépôt de plan de vol, une analyse fine de la météorologie sur les zones de travail est effectuée en visionnant les prévisions et observations météorologiques sur l'ensemble du secteur à couvrir. **Le relevé des conditions météorologiques est à effectuer au quotidien, plusieurs fois par jour si nécessaire et avant chaque vol.** L'une des principales difficultés pour la réalisation d'un vol est d'obtenir de bonnes conditions météorologiques à la fois aéronautiques (pour le vol, décision prise par le pilote) et marines (pour l'observation, décision prise par le chef de mission). Le plan de vol proposé sera éventuellement ajusté le jour du vol en fonction des dernières prévisions ou des conditions météorologiques observées et en concertation avec les pilotes.

La mise en place d'un vol d'observation requiert des conditions de vent inférieures ou égales à 4 sur l'échelle de Beaufort, ou un état de la mer inférieur ou égal à 3 sur l'échelle de Douglas (vent ≤ 15 nœuds - mer peu agitée). La houle sans déferlement ne gêne pas réellement l'observation aérienne. Avant chaque dépôt de plan de vol, une analyse fine de la météorologie sur les zones de travail doit être effectuée en visionnant les prévisions suivantes sur chacun des secteurs couverts par la campagne :

- Vent en surface, vitesse en nœuds, km.h^{-1} ou en m.s^{-1} (< 15 nœuds = $28 \text{ km.h}^{-1} = 8 \text{ m.s}^{-1}$)
- Houle, hauteur mais surtout le déferlement (si la cambrure des vagues : hauteur / longueur d'onde est supérieure ou égale à $1/7$ alors il y a déferlement)
- Mer totale (mer du vent croisée à la houle)

En complément, sont à prendre en considération :

- Les fronts dépressionnaires (visualiser les zones de perturbations avec les isobares)
- La couverture nuageuse et les précipitations (prévisions, animations satellites, animations radar)
- L'épaisseur et la distribution des couches de nuages (animations satellites et radar)
- La visibilité, comme la brume en mer (si observations disponibles)

La plupart de ces informations peuvent être recueillies auprès de Météo-France lors de visites dans les stations météorologiques des aéroports, ou par consultation sur internet. Il est fortement recommandé de croiser ces éléments avec d'autres sources de prévisions météorologiques notamment sur d'autres sites qui utilisent d'autres modèles de prévision, par exemple : *windfinder*, *meteorama*, *infoclimat* ou encore à partir de sorties de modèles différents obtenues en téléchargeant les fichiers *grib* de la NOAA à l'aide d'un logiciel *grib viewer* (par exemple *Zygrib* en téléchargement gratuit, www.zygrib.org, figure 11).

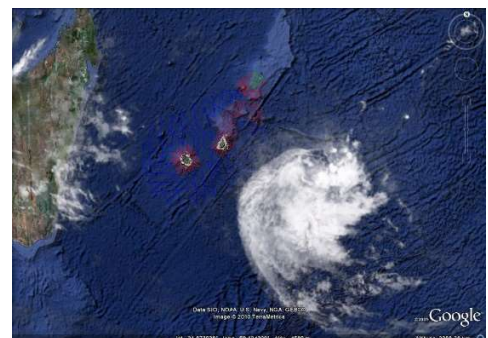
Si possible la consultation de prévisions doit être complétée par les observations réelles de stations météorologiques, des navires ou des bouées météorologiques (site *weather underground*). En ce qui concerne

[illegible]

Wind on Mon, 12.9.2011, 14:00 local time (12.9.2011, 12:00 UTC)

© Windfinder.com

Last update: 12.9.2011 6:32 (Timezone: France), Wind in knots



Ce paragraphe traite de la stratégie du plan d'échantillonnage à appliquer sur le terrain, avec les priorités d'une part théoriques, et d'autre part avec les adaptations possibles en fonction des contraintes météorologiques et techniques.

1- Respecter au maximum la réalisation d'un plan d'échantillonnage au complet, sur les différentes strates avant d'entamer le plan ou design suivant (figure 12)

- 2- Lorsqu'un plan est entamé au sein d'une strate, essayer de le finaliser le plus rapidement possible dans les vols les jours suivants

Si deux ou trois avions sont déplacés pour opérer dans un même secteur, la stratégie sera la même. Il est préférable que les avions travaillent sur une même strate pour la finaliser dans un délai court. Le cas échéant, un avion pourra finaliser la première strate pendant que le second débute la strate suivante.

Contraintes météorologiques et techniques : Dans la réalité, il n'est pas si simple d'appliquer à la lettre les priorités théoriques, notamment en raison :

- des conditions/prévisions météorologiques
- de la gestion du volume d'heures de vol pour l'optimisation des temps de vol en effort. L'idéal étant de limiter les temps de transit (figure 13)
- de la réglementation des zones à survoler (à voir avec les pilotes)

Il n'est malheureusement pas possible d'imaginer et de décrire tous les scénarii possibles et ce travail complexe est sous la responsabilité du chef de mission en concertation avec le coordinateur du programme.

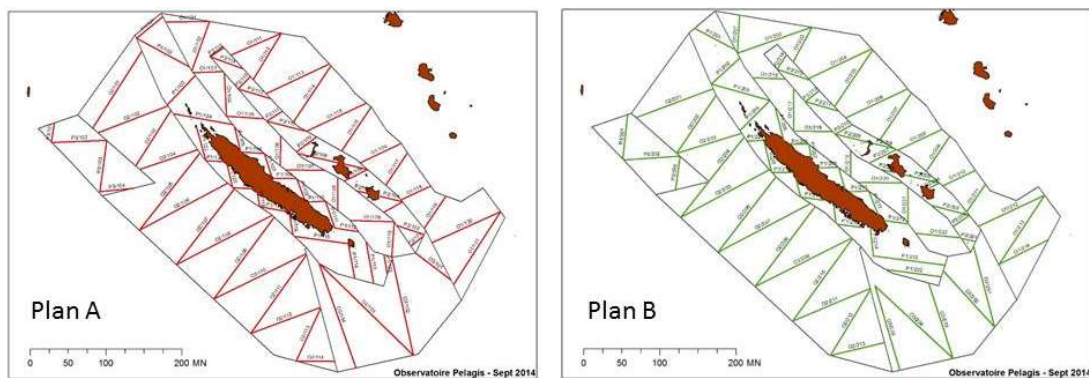


Figure 12. Exemple de deux plans successifs de vols prévus pour REMMOA en Nouvelle Calédonie

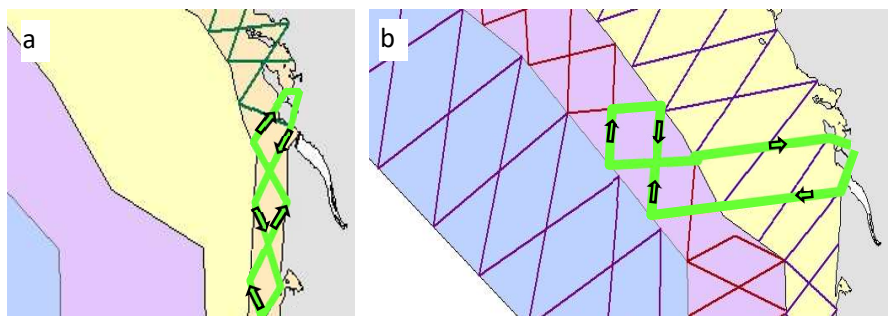


Figure 13. Exemple de plans de vols et de type de stratégie de couverture à réaliser sur SAMM (a) sur la strate côtière à J+0 ; (b) sur les strates Nérétique et Pente à J+1.

Composition des équipes de vol

La composition des équipes lors des vols (3 ou 4 observateurs) sera donnée par le chef de mission ou les chefs d'équipe au plus tard la veille du vol et tiendra compte du nombre de jours travaillés par les observateurs, de la durée du vol prévu, etc. Pour cela, un fichier permettant de comptabiliser la participation des observateurs aux vols sera tenu à jour. Chaque observateur devra être en mesure d'assurer le rôle de navigateur et de saisir les informations dans l'avion. Cela permet une rotation des postes au cours du vol. Le chef d'équipe joue le rôle

d'observateur et il est aussi responsable du vol, c'est à dire qu'il prend les décisions sur les éventuels changements d'itinéraire de vol, sur les interruptions de vol, etc., et bien entendu en concertation avec le pilote (principalement pour des raisons liées aux conditions d'observation). Lorsque le chef d'équipe n'est pas à bord de l'avion, il aura désigné un observateur qui jouera ce rôle de responsable de vol.

A noter que la composition des équipes peut être modifiée en dernière minute, par exemple si un observateur n'est pas opérationnel pour une raison ou une autre dans l'heure qui précède le décollage. Il est donc conseillé que tous les observateurs se tiennent prêts à intervenir le matin avant les vols.

4.3 ROLE DES OBSERVATEURS ET DEROULEMENT D'UN VOL

Les observateurs ont à leur charge la collecte des données d'observation, leur saisie et leur validation de retour à terre, mais également la préparation et la vérification du matériel embarqué. En effet, qu'il y ait un vol programmé ou non, il est impératif de préparer et vérifier le sac de vol contenant l'équipement chaque soir. Ceci impose une vérification stricte du matériel présent (annexe 1) ainsi que son bon fonctionnement à savoir : le stock de piles de rechange, batteries de l'ordinateur de terrain et de l'appareil photo rechargées, les champs Date/heure/min/sec de tous ces équipements (ordinateur, appareil photo, dictaphone) synchronisés avec le GPS.

A bord, le travail de collecte d'observations repose essentiellement sur la qualité des relevés et leur transmission avec le plus de clarté possible. Ceci impose une synergie et une certaine réactivité de communication au sein de l'équipe. C'est aussi pour cela que les rôles d'observateurs et de navigateur sont alternés, afin que chacun participe pleinement à l'acquisition des données sous toutes ses formes. Les informations sont saisies instantanément grâce au logiciel de navigation et de saisie *SAMMOA*, développé spécifiquement pour les campagnes aériennes coordonnées par l'Observatoire PELAGIS (REMMOA et SAMM).

Les rôles lors de l'application du protocole standard sont définis comme suit (voir schéma figure 14):

- **2 observateurs**, situés de chaque côté de l'appareil, à l'arrière en face de leurs hublots-bulles. Ils sont munis de leur inclinomètre et d'une rose des vent permettant de déterminer les angles d'éblouissement. En effort d'observation, leur champ de vision est centré en permanence à la verticale sous l'avion sur la zone de prospection de 0 à 500 m (soit 90° à 20° avec l'inclinomètre). Ils peuvent parler directement avec le navigateur sans le regarder, via leur micro-casque pour annoncer chaque changement de conditions ou leurs observations.
- **1 navigateur**, il assure à la fois la saisie informatique des données annoncées et le suivi du déroulement du vol (transit, suivi des transects, manœuvre du *circle-back*, etc.). Il est positionné au milieu de l'avion entre les observateurs et le pilote et communique avec l'ensemble de l'équipage à l'aide de son micro-casque.
 - ✓ Il centralise les informations afin de rentrer les données en temps réel sur l'ordinateur qu'il s'agisse de relever des conditions d'observations ou des observations, il s'assure de la qualité de l'enregistrement audio et vérifie le bon fonctionnement du GPS. Dans ce cadre, il conseille les observateurs sur les paramètres à relever et les interroge pour obtenir un maximum de précisions en adéquation avec le protocole et l'identification des espèces. Le plus important est sa réactivité lorsqu'une observation est annoncée, notamment dans les zones de fortes densités d'observations, il se concentrera sur le relevé des positions (presser les boutons droite/gauche), les paramètres d'observations pourront être complétés ultérieurement grâce à l'enregistrement audio.

- ✓ Il suit également l'itinéraire de vol sur l'ordinateur en vérifiant en temps réel le tracé de l'avion par rapport aux transects définis, puis se charge d'annoncer le début et de la fin de l'effort aux observateurs. Les vérifications de vol se porteront également sur les transects parcourus qui devront coïncider avec ceux prévus par le plan de vol du jour. Lors d'une observation demandant confirmation de l'espèce, il peut décider, en concertation avec le responsable de vol, d'une interruption de transect pour effectuer un *circle-back* (uniquement pour les mammifères marins). Dans ce cas, tous les paramètres utiles à la bonne réalisation de cette manœuvre devront être impérativement réunis et saisis dans le logiciel SAMMOA.
- **1 responsable de vol** : le chef d'équipe est aussi responsable du vol, il prend donc les décisions sur les éventuels changements d'itinéraires, sur les interruptions de vol, etc... et bien entendu en concertation avec le pilote. Lorsque le chef d'équipe n'est pas à bord de l'avion, il aura désigné la veille un observateur qui jouera ce rôle de responsable de vol. La principale fonction du responsable de vol désigné est de prendre une décision concertée et rapide sur les changements de plans de vols à opérer. Le responsable de vol doit aussi veiller à ce que les observateurs soient en capacité d'observer dans de bonnes conditions (gestion des rotations et des temps de repos pour limiter la fatigue). Enfin, il aidera le navigateur à prendre les décisions sur les interruptions de transect pour la réalisation des *circle-back*.
- Dans le cas d'une équipe embarquée de 4 observateurs, l'observateur au repos (*off*) aura la charge de consigner sur un cahier de vol, l'heure de début de transect et la position des observateurs (utilisés pour valider les informations consignées le soir), de prendre des photos des animaux lors des opérations de *circle-back* (en utilisant si il y a la fenêtre tempête de l'avion). En cas de fortes densités observations, il aidera le navigateur en répertoriant les observations (droite et gauche) sur le cahier.

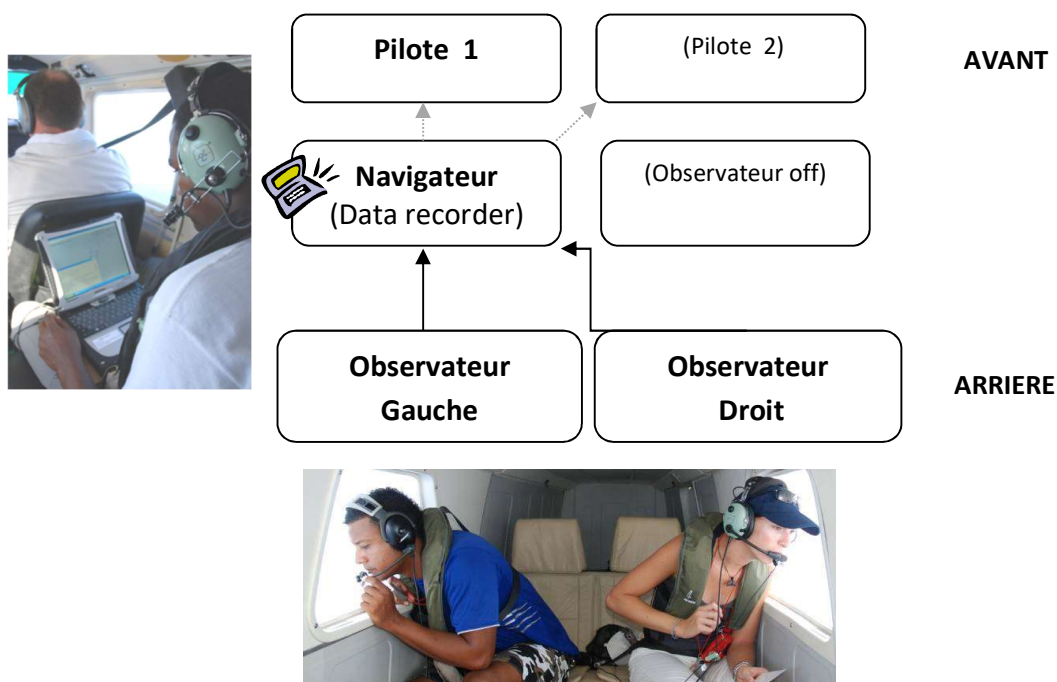


Figure 14. Schéma de placement type des équipiers lors d'un vol d'observation standard.

Après les vols, il faut se rappeler que **le rôle de chacun est aussi de valider ses données** collectées durant la journée, ainsi que de préparer le matériel pour le vol suivant.

Déroulement d'un vol d'observation

Une fois le plan de vol déposé, et avant de décoller, il est important de s'assurer à nouveau que tout le matériel est bien présent et opérationnel. L'installation dans l'avion exige une série de vérifications :

- *Avant le décollage* : chacun se met en place et teste son matériel, notamment le bon fonctionnement des micros, de l'enregistrement audio, et vérifie la synchronisation entre l'heure (à la seconde) de l'ordinateur et celle du GPS indiquée dans la fenêtre du logiciel de saisie. Le plan de vol avec les transects à suivre est donné et entré dans le GPS du pilote et sur le logiciel SAMMOA (Figure 16) avec le positionnement des observateurs.
- *Au décollage* : Le navigateur enclenche le vol sur le logiciel. Les observateurs sont au repos mais peuvent occasionnellement réaliser des observations lors du transit.
- *Avant l'arrivée sur le transect* : les observateurs sont prêts, bien positionnés, concentrés et avec leur inclinomètre à la main. Le navigateur s'assure une dernière fois du bon fonctionnement du matériel (GPS, enregistrement audio, logiciel SAMMOA), de la place des observateurs et de l'ordre des transects (figure 15).

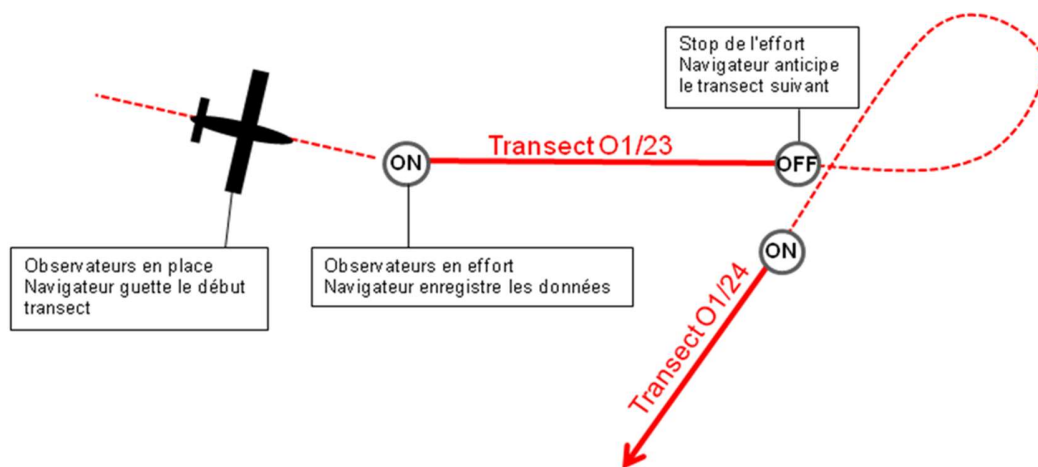


Figure 15. Mise en place et déroulement d'un vol en effort d'observation.

- *Début du transect* : quasi simultanément le navigateur annonce « *on effort* » aux observateurs et clique sur le logiciel (ce qui démarre l'enregistrement audio). Immédiatement, les observateurs se concentrent sur leur bande d'observation. Dans la foulée, ils annoncent aussi les conditions d'observations au navigateur (état de la mer, turbidité/transparence, éblouissement et condition subjectives d'observation). Le navigateur se charge de relever la couverture nuageuse.

- *Pendant le transect* : en plus de noter observations et conditions (figure 16), le navigateur suit la progression de l'avion sur le logiciel. Il s'assure ainsi que l'altitude et la trajectoire sont toujours conformes au protocole d'échantillonnage sans quoi il avertit le pilote. Les observateurs se consacrent exclusivement à l'observation.

Figure 16. Exemple du logiciel de saisie SAMMOA en cours d'acquisition de données

The screenshot displays the SAMMOA software interface. At the top, a map shows the flight path of an aircraft over a coastal area. Below the map, there are several data entry fields and tables.

Flight Data:

- Plane immat.: F-OHGY
- Type: SIMPLE
- Comment:
- Time: Start 13/11/2013 00:08:30 Stop
- Observers: OV, SL, VR, EP, OD, HF, C1/16, C1/17, C1/18

Observation Table:

N°	Name	Nav	Left	Right	Co-Nav	Cross...	Del	Next
1	C1/18	EP	OD	HF		1 (1)		
2	C1/02	GD	EP	HF		1 (1)		
3	C1/03	GD	EP	HF		1 (1)		

Conditions Table:

N°	Time	Type	Trans...	Sea	Swell	Turb	Glint	Gl from	Gl to	Gl sev	Gl un...	Cloud	Subj	Left	Right	Com...	Del
1	00:08	TRAN...		0	0	0	0					0					
1	00:11	LEG	C1/18 ...	2	2	1	2	250	10	1		2	MG				
	00:14	TRAN...		2	2	1	2	250	10	1		2	MG				

Sighting Table:

N°	Time	Pos	Pod size	Species	Age	Angle	Cue	Behavi...	Swim dir	Calves	Photo	Comm...	Status	Del	Circle ...
1	00:12:20	R (HF)	2	DELSPP		34	U	SW	270	0			NEW		
2	00:12:55	L (OD)	1	CETSPP		12	A	SW	0				NEW		
3	00:14:22	C (EP)	1	MANRIB		76	U		0				NEW		

Status Bar:

- 03/11/2013 00:15:10
- Begin End Next OFF_EFFORT
- TRANSIT
- GPS Alt 0.1 ft Speed 0.0 km/h
- Audio
- GPS signal lost, please check the connection port
- 2203Mb 00:14

- *Fin du transect* : simultanément le navigateur annonce « off effort » aux observateurs, le stoppe en cliquant ou poursuit si l'observation s'enchaîne sur un transect suivant la même trajectoire (Figure 15). Il note également le transect effectué sur le carnet de vol (avec numéro de transect, numéro de passage, heure début/fin, initiales observateurs, beaufort moyen). Les observateurs se mettent au repos et changent de place si une rotation est annoncée par le responsable de vol.
- *En transit* : le navigateur termine la mise en forme de sa saisie. Les observateurs peuvent toujours lui transmettre occasionnellement des observations (hors effort et échantillonnage).
- *A l'arrivée sur l'aéroport et la fin d'une session d'observation* : le navigateur stoppe la saisie du vol. Avant d'éteindre l'ordinateur, il retourne sur la page d'accueil afin d'exporter le vol et exécute des copies de sauvegardes des fichiers sur C://SAMMOA/Data raw et sur un support externe. L'équipe range le matériel (sac de vol, nourriture, tabourets) puis rentre valider les données.

4.4 COLLECTE DES DONNEES SUR LES CONDITIONS D'OBSERVATION

L'état de la mer et les conditions générales d'observation influencent la détection des animaux marins, ils jouent donc un rôle capital pour l'analyse des données. Le relevé de ces conditions, bien qu'il ne soit pas toujours évident, n'est pas à négliger car il permet de mieux interpréter les observations collectées et peut même dans certains cas, venir modifier complètement un itinéraire de vol engagé sur le terrain.

Les paramètres à prendre en considération sont : l'état de la mer, la houle, la transparence, l'éblouissement et la couverture nuageuse ainsi qu'un indice de détectabilité des petits cétacés qui sera jugé par l'observateur (conditions excellentes, bonnes, moyennes ou pauvres). Ils doivent être relevés à chaque changement de direction de l'appareil, à chaque nouvelle ligne de transect débutée et ainsi que lorsqu'un observateur juge qu'au moins une de ces conditions a changé (figure 17).

Ces changements de conditions sont appelés « Legs », ils découpent le transect suivi en plusieurs portions de route où les conditions d'observations ont été jugées différentes. Sur le logiciel SAMMOA Les numéros de legs s'agrémentent automatiquement dès que le navigateur appuie sur F7 (add) ou clique sur « + ».

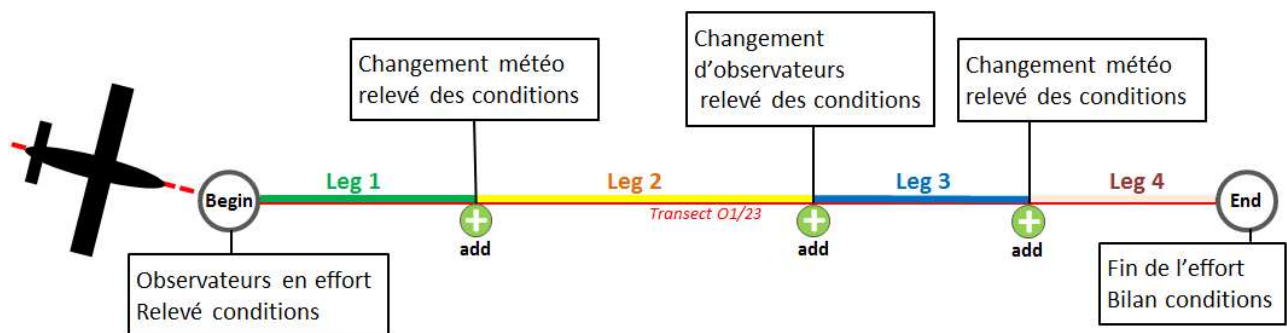


Figure 17. Exemple de relevés de conditions d'observations générant des Legs au cours d'un même transect

Afin d'obtenir des données homogènes, les observateurs seront bien à l'écoute des observateurs expérimentés sur ce protocole et la manière de relever ces conditions. Ils se calibreront au cours de la formation. Dans un souci d'homogénéisation du jeu de données, il sera important de s'assurer que tous les observateurs utilisent un référentiel identique tout au long de la mission.

ATTENTION : ces conditions concernent l'observation, **elles seront donc principalement relevées dans la bande des 0-200 m.**

Détail des paramètres à relever en concertation (cf. liste en annexe 2) :

- **Etat de la mer** : Il s'agit de l'échelle de Beaufort se rapportant au vent moyen (exprimé en nœuds) et estimable en mer par observation de l'aspect de la mer (on y intégrera la houle).

C'est le facteur le plus déterminant dans la détection des animaux en surface, il est donc très important de bien le relever. On note alors chaque variation de l'état de la mer.

Parfois l'état de la mer n'a pas la même apparence d'un côté ou de l'autre de l'avion notamment en fonction de la direction de la houle et de la lumière. Les observateurs qui indiquent des valeurs différentes doivent alors se concerter afin de pouvoir rentrer une valeur unique dans le logiciel (en cas de désaccord c'est la valeur la plus haute qui sera retenue).

La mer peut parfois fortement varier et passer d'un état à l'autre sur un laps de temps très court (passage sous un nuage, zone de courant fort à proximité des côtes, etc.), le mieux est de relever ces changements d'état de la mer même si ils sont très ponctuels. Si ces changements sont très répétitifs ; les observateurs pourront s'entendre sur un état de la mer moyen.

On fera la différence entre les termes : « écume < mouton < embrun » qui se forment à partir du moment où les vaguelettes ou vagues déferlent mais à des degrés très variables (à partir de 3 Beaufort).

- **Houle** (indice de 0 à 2) : il s'agit en fonction de la hauteur de la houle, de sa longueur et sa direction, d'estimer si celle-ci est susceptible de gêner la détection des animaux sous l'eau et en surface (une houle longue ne perturbera pas forcément l'observation).
- **Turbidité de l'eau** (indice de 0 à 2) : il s'agit de juger dans quelle mesure il est possible de détecter des animaux sous l'eau en fonction de la turbidité. Cela peut s'avérer difficile lorsqu'il n'y a pas d'objet à observer pour se rendre compte.
Pour exemple, une eau côtière dans les panaches de fleuves par exemple avec une forte turbidité sera limitante (notée à 2), A l'inverse une eau bien bleue en côtier ou au large correspondra souvent à une eau claire permettant la détection des animaux bien sous la surface (noté à 0).
Prendre garde à la couleur de l'eau qui peut varier sans forcément altérer la détectabilité des animaux sous la surface.
- **Glint - réflexion des nuages** (0 ou 1): Relever si les reflets générés par les nuages (*sky glint*) affectent la détection des animaux sous l'eau. Une forte couverture nuageuse crée souvent une réflexion qui peut masquer la visibilité sous l'eau, ce qui est moins le cas avec un temps ensoleillé. Comme la turbidité, cela peut s'avérer difficile à estimer lorsqu'il n'y a pas d'objet à observer.
- **Eblouissement** : Il est caractérisé par la gêne que peut constituer la réverbération solaire sur l'eau (*sun glint*). Il s'agit ici d'estimer l'étendue de la **zone d'éblouissement**, en donnant les angles, et de déterminer son **intensité** (faible, moyen, fort) dans une bande de 500 m de part et d'autre. L'éblouissement peut se présenter d'un seul côté ou sur les deux, à l'avant ou l'arrière (exemple de 0 à 90° pour un éblouissement sur le quart avant droit ou de 320 à 360° sur le tiers avant gauche). Les observateurs ajusteront leur zone d'observation lorsque cela est possible.

L'éblouissement peut également être très handicapant lorsque le soleil se trouve au zénith (vers midi en été). Il apparaît une sphère de forte **réverbération située sous l'avion** et donc dans la bande et des 2 côtés. Si la gêne est présente de chaque côté le champ « *Glare under* » sera coché, cela-dit elle peut être plus prononcée d'un côté de que de l'autre et des angles peuvent être ajoutés. Ces conditions imposent à nouveau de chercher plus de transparence en regardant vers l'avant ou l'arrière.

- **Couverture nuageuse** : Elle correspond à la surface du ciel occupée par les nuages, elle est donnée en octa (0/8= ciel entièrement bleu - 8/8 = ciel entièrement couvert). C'est au navigateur n'étant pas concentré sur l'observation qu'il appartient de la relever.
- **Détectabilité** (conditions « subjectives ») : cet indice est propre aux observateurs, il traduit les conditions générales d'observations pour la détectabilité de petits cétacés en surface ou à faible profondeur à savoir : excellentes (E), bonnes/good (G), moyennes (M) ou pauvres (P).
Bien que ces conditions soient subjectives, **elles doivent être cohérentes avec les paramètres relevés auparavant et nécessitent d'être discutées dans l'avion**. On les notera pour chaque côté, en commençant par l'observateur gauche, exemple : *EG pour excellentes à gauche et bonnes à droite*.

On y indique également chaque événement pouvant venir perturber l'effort :

- *Land* (L) lorsque l'on survole la terre (ex. une île, un banc de sable !)
- *eXceptionnel* (X) pour les circonstances exceptionnelles : si un observateur doit interrompre son effort d'observation (ex. malade). Il sera **aussi utilisé quand on interrompt momentanément l'effort** en cas de brouillard ou de fortes pluies.

Le navigateur doit refaire une ligne et remettre les conditions dès que l'effort d'observation est repris après avoir passé la terre, le nuage de pluie,

- **Commentaires** : on y rentrera des informations complémentaires sur les conditions et l'effort (en étant concis). Les erreurs de saisie et calage d'effort doivent y figurer pour correction à la validation. On notera par exemple « PLUIE » lors de passage dans des grains gênants l'observation temporairement (en plus la détectabilité changée), ou « BRUME » pour les passages temporaires dans des nappes de brouillard ou au-dessus de nuages bas qui masqueraient la visibilité toujours de manière temporaire.
- **Relevé cumulé d'espèces** de petites tailles (*à réajuster sur le terrain*) : n'est utilisé que pour certaines espèces définies comme non prioritaires et trop abondantes pour que chaque observation soit relevée sans perturber le dénombrement global (comme les poissons volants, et plus rarement pour les méduses en grande densité,...). A titre d'exemple : le nombre d'observations sera mémorisé (ou comptabilisé par un compteur manuel) par les observateurs et noté par côté (*Left/Right*) à la fin de chaque transect.

4.5 COLLECTE DES DONNEES D'OBSERVATION

Bien que des compétences d'identification soit nécessaires, le relevé d'observation requiert surtout une grande concentration et une rigueur méthodologique. Ceci se traduit par la technique d'observation devant être toujours appliquée de la même manière et par la transmission des informations annoncées sous un format standard pour plus de clarté.

Les observations réalisées à l'œil nu, concernent toute la grande faune marine visible à savoir : les oiseaux marins, les mammifères marins, les tortues, les élasmobranches et les grands poissons pélagiques. L'activité humaine est également concernée avec les différents types de navires, déchets flottants et la pollution.

Tous **ces éléments sont relevés lorsque l'équipe est en effort** d'observation c'est-à-dire alignée sur un transect et dans les conditions de vol du protocole. Hors effort, pendant les transits, les relevés sont facultatifs et concernent uniquement les espèces moins fréquentes pour lesquelles un jeu de données plus important apportera beaucoup sur la connaissance de leur distribution (ex. mammifères marins, requins, tortues...).

Comment observer ?

L'observateur se concentrera sur sa zone de prospection en focalisant son regard là où figurent les meilleures conditions pour détecter des petits cétacés. La tête bien enfoncée dans son hublot-bulle, il pourra observer plus sur l'avant ou l'arrière, et devra parfois se positionner en conséquence. Les yeux travailleront davantage sur un plan vertical afin de regarder sous l'eau et dans un champ de vision proche de l'avion : au niveau du train

d'atterrissage la distance observée est de 200 m et à mi-hauteur de 500 m (figure 18). On exclura d'office toute tentative d'observation exercée en fixant la ligne d'horizon à plusieurs dizaines de kilomètres.

Lorsque les conditions météorologiques se dégradent avec un état de la mer qui devient de plus en plus agité, il conviendra de concentrer son regard uniquement dans la bande des 0-200 m sous l'avion, où la probabilité de détection est la plus élevée.

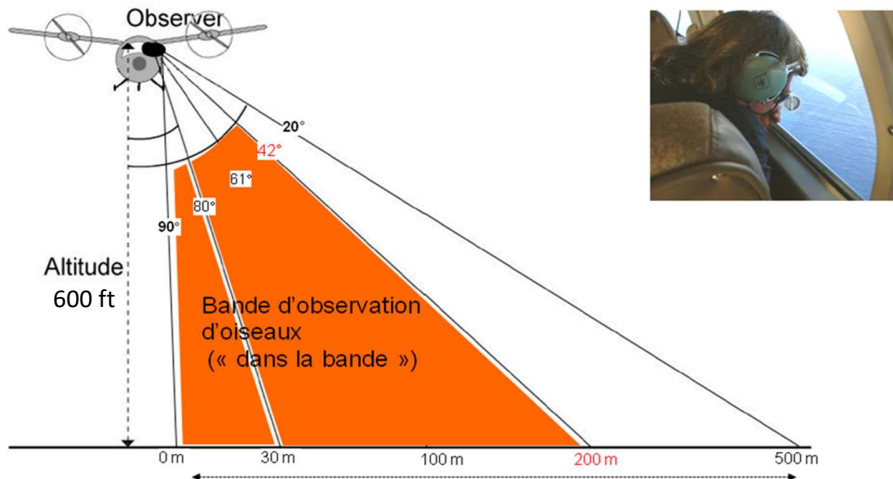


Figure 18. Distances observées depuis 600 pieds (183 m) et angles relevés avec l'inclinomètre correspondants. En orange, la bande des 200 m qui sera utilisée pour les oiseaux (strip transect) alors que pour les autres observations les angles seront mesurés.

Les paramètres à relever sont à annoncer si possible dans l'ordre pour permettre une saisie rapide (cf. liste en annexe 3) :

- **Nombre** : donner un chiffre précis si il y a peu d'individus (<10) ou une estimation de l'effectif du groupe.
La notion de groupe est définie par un ensemble d'individus agrégés ayant le même patron de nage et/ou de comportement. En aérien *on estimera toute nouvelle détection comme une nouvelle observation de groupe*.
- **Espèce** : le taxon ou type d'objet identifié. C'est l'information prioritaire à fournir, dans un premier temps il est possible de n'annoncer que le groupe puis de l'affiner après réflexion d'où l'importance de bien retenir les critères observés (ex : Delphinidé spp. puis grand dauphin). De manière générale ne pas omettre de détailler ces critères dans les commentaires. Pour plus de compréhension dans l'avion et sur les fichiers audio, préciser oralement le nom complet de l'espèce au navigateur.
- **Angle (ou bande)** : deux relèvements sont utilisés en fonction du type d'objet ou d'animal détecté, tous permettant de relever la distance perpendiculaire au transect : (1) soit mesurée précisément par l'angle d'inclinaison relevé sans arrondir à l'aide d'un inclinomètre (Figure 18) ; (2) soit en utilisant des bandes de 200 et 500m matérialisées sur le train d'atterrissage et correspondant aux angles de 42° et 20° (figure 18).
 - Les observations d'oiseaux sont consignées par rapport à la bande des 200m (elle correspond à un angle de 42° matérialisé par l'extérieur de la roue sur le train d'atterrissage). Les observateurs indiquent toutes leurs détections d'oiseaux en précisant si elles sont à l'intérieur de la bande des 200 m ou à l'extérieur (figure 18). Pour les nuées d'oiseaux bien constituées, le centre du groupe déterminera s'il se situe dans ou hors la bande des 200 m. Par défaut les groupes d'oiseaux seront

considérés en vol, il est cependant recommandé de préciser lorsque les oiseaux détectés dans la bande sont posés sur l'eau.

- Le signalement de **déchets et bouées** de pêche se basera sur la même méthode avec les observations uniquement annoncées dans la bande des 200 m.
- Les **bateaux** seront quant à eux signalés dans une bande de 500 m (matérialisée par une marque sur le train d'atterrissage).
- Pour les **mammifères marins, tortues, élasmobranches, et grands poissons** pélagiques (sauf adaptations spécifiques du protocole), la distance mesurée se fera avec une relève d'angle (fig 19).

Les **angles seront mesurés** perpendiculairement au transect **avec l'inclinomètre**, précisément et sans arrondir pour l'obtention de distances le plus proche de la réalité. Une erreur de mesure paraissant légère sur le terrain peut venir fortement influencer les analyses (un degré mesuré au loin peut représenter plusieurs centaines de mètres à la surface). Pour un groupe bien défini, aussi large soit-il, un angle situé au centre de tous les individus sera à relever.

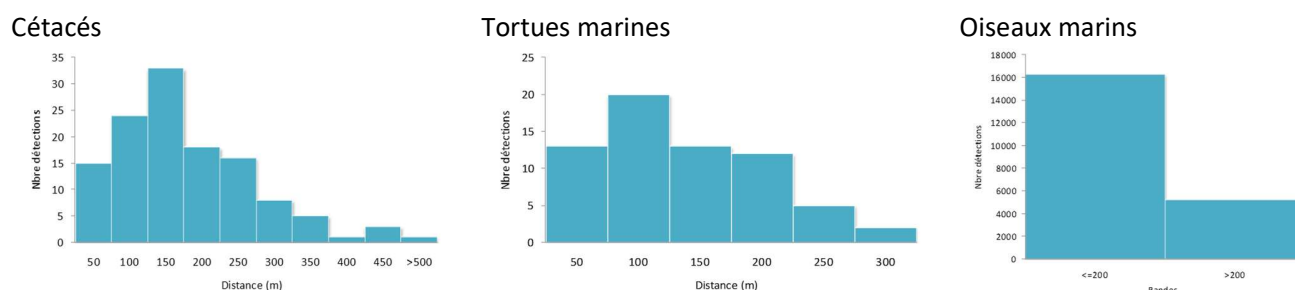


Figure 19. Exemples de distribution des classes de distances au transect pour les détections de cétacés et de tortues marines et nombre de détections d'oiseaux marins dans la bande des 200 m et en dehors (observations réalisées lors de la campagne REMMOA cycle I Polynésie).

- **Age (=stade) :** A renseigner uniquement pour les espèces pour lesquels il est possible de caractériser la maturité physique à partir de la taille à savoir **certaines oiseaux**. Dans ce cas préciser s'il s'agit de juvéniles, immatures et adultes ou de groupes avec des stades mixtes. Si il est inconnu, noter « NA »

Exemple : Fou de Bassan Juvénile (marron), Immature, **Adulte** ; de même pour les grandes espèces de goélands; et pour les autres espèces seulement le stade Juvénile et Adulte. S'il s'agit d'un groupe avec des âges mixtes **M** sera inscrit. Lorsque cet âge n'a pas pu être clairement identifié, et si l'information n'est pas relevée, on notera « NA ».

- **Cue (signal de détection) :** Concerne **les mammifères marins**. Il traduit l'évènement qui a permis de détecter les animaux en premier lieu. Par exemple, il peut s'agir d'un dauphin aperçu directement sous l'eau (U) ou en surface (A), ou bien d'un oiseau volant au-dessus de celui-ci et permettant ainsi sa détection. Si il est inconnu, noter « NA »
- **Comportement :** utilisé pour les oiseaux et mammifères marins, il doit exprimer le comportement général des animaux lors de l'observation à savoir en action simple de déplacement, statique ou en alimentation. Les actions d'alimentation individuelles (FE) ou plurispécifiques (FA) sont aussi à préciser ainsi que le suivi de bateaux (SB).

- **Direction de nage** : ne concerne **que les mammifères marins** pour indiquer la direction globale dans laquelle vont les animaux (avec seulement 4 directions possibles : 360, 90, 180, 270°).
- **Jeunes** : ne concerne **que les mammifères marins**, préciser alors le nombre de jeunes figurant dans un groupe
- **Commentaires** : On y rentre de manière synthétique toutes les informations pouvant apporter un plus dans la compréhension des données. Il doit absolument y figurer les éléments de description des animaux peu fréquemment observés (taille, couleur, déplacement...). Les oublis de saisies d'observations et modifications dans le but d'affiner d'identification d'espèces y sont notés, ainsi que les N° des photos réalisées.
- **Status et Circle-back** : à n'utiliser que pour les opérations de Circle-Back afin dans le but de préciser s'il y a eu recapture visuelle ou non.

Déroulement d'une session d'observation (figure 20)

Les observateurs sont munis de leurs inclinomètres et de plaquettes renseignant sur les angles potentiels d'éblouissement. Lorsqu'ils arrivent sur le transect, ils se mettent en effort d'observation, leur champ d'observation est centré en permanence à la verticale sur la zone de recherche de 0 à 500 m (soit entre les angles de 90° à 20°).

Dès qu'une observation est réalisée, l'observateur l'annonce clairement et le navigateur s'empresse de cliquer pour relever la position. Sans tarder, l'observateur confirme la nature de son contact visuel, estime le nombre d'individus et relève la distance. Pour cette dernière, il mémorise l'endroit du premier contact visuel puis en mesure la distance à l'aide de l'inclinomètre rapidement après avoir bien observé. Il enchaînera en énumérant les autres paramètres à détailler en fonction de l'espèce ou l'objet observé tout en continuant à scruter la mer.

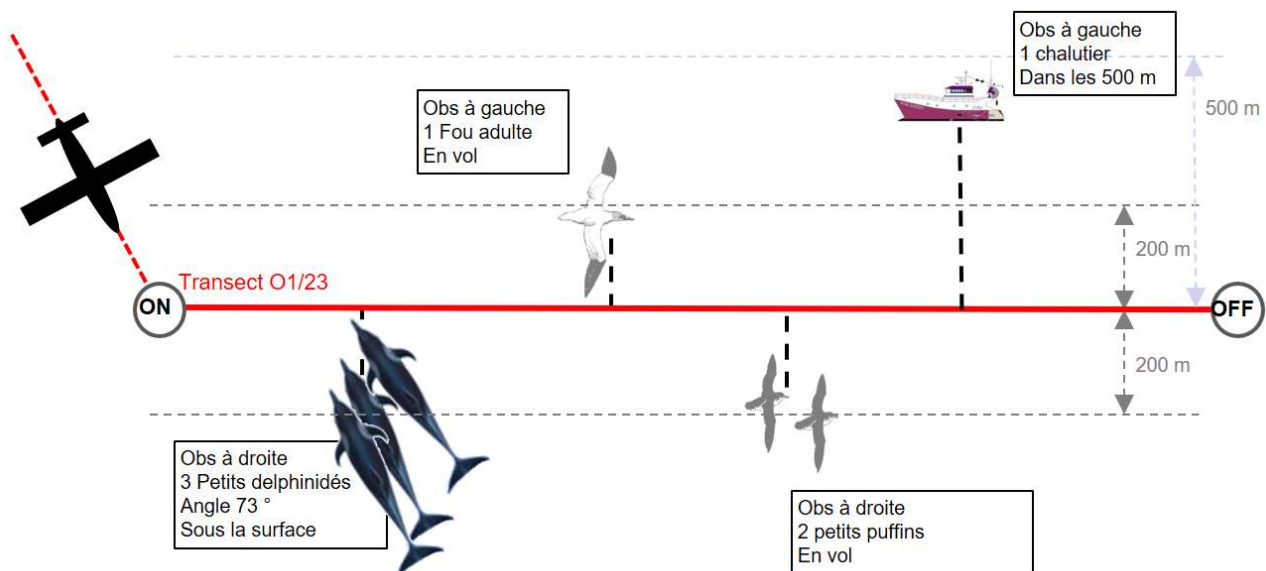


Figure 20. Exemple type d'évolution sur le transect et d'annonce d'observations.

Les observations seront annoncées et détaillées en fonction de la nature du contact (tableau 3) de la manière suivante :

Dès le contact visuel, l'observateur annonce son côté « **observation à droite** » ou « **observation à gauche** ».

- Pour une *observation de mammifères marins* : **espèce, nombre et angle** (relevé avec l'inclinomètre). Puis il complète avec le « **cue** » qui est indice de détection de l'animal (non connu « NA »), la **direction de nage, le comportement, la présence de jeunes** et ajoute les critères de l'identification en **commentaires**.
- *Observation d'oiseaux* : **espèce, nombre** estimé et dans le champ **angle**, il note si présence **dans la bande de 200 m et en vol (1) ou posé (3)** ou éventuellement hors de la bande (2). Si il est connu noter l'**âge** notamment pour les fous de Bassan et grands goélands en Métropole, si inconnu noter « NA ». Il pourra rajouter le **comportement** (FE : *Feeding*, pour animaux sur des chasses /FA pour *Multi-Specific Feeding Agregation* : association d'espèces en chasse ou SB pour Suivi de Bateau de pêche ; et des **commentaires**.
- *Observation d'autres espèces (tortues, grands poissons pélagiques, requins et raies)* : **espèce, nombre et angle**. Plus éventuellement le **comportement** et des **commentaires** sur l'identification. On y exclura les bancs de petits poissons qui seront relevés par bande de 200 m.
- Observation de *bateaux* : **type, nombre** et la **présence dans la bande de 500 m**. Préciser en **commentaires** l'activité du navire ainsi que ses caractéristiques (route, pêche).
- Observation de macro-déchets, engins flottants et bouées : **type, nombre** et présence **dans la bande de 200 m** sur le transect. Pour les bouées de pêche, il peut être précisé le genre (Palangre, filet droit...).

NB : lorsque les observations se font simultanément de chaque côté, notamment dans les zones de fortes densités, les observateurs les annoncent au navigateur qui les enregistre avec la position en temps réel. Dans ce cas seules les informations prioritaires sont annoncées et saisies (*côté, espèce, nombre et angle ou bande*) ainsi que les espèces phares comme les mammifères et oiseaux marins, tortues, requins au dépend des autres observations moins prioritaires comme les bancs de poissons, méduses ou macro-déchets. Les détails enregistrés vocalement pourront être rajoutés dans la base lors de la validation des données après le vol.

Lors de ces moments, **il est important de ne pas paniquer** et même **si la saisie des champs prioritaires n'est pas complétée, s'assurer au minimum la saisie synchronisée des observations droites et gauche sur le logiciel SAMMOA** pour renseigner la position des observations le plus précisément possible.

Tableau 3. Liste récapitulative des informations à relever lors des observations **pour la campagne SAMM II**

	Distance (Champ : Angle)			Age*	Pod size	Cue	Swim dir.	Behaviour	Calves
	Bande 200 m	Bande 500 m	Angle (°)						
Oiseaux	1 (en vol)/ 3 (posé)			J/I/A/M	X			FE/FA/SB	
Mammifères marins			X		X	X	X	X	X
Autre mégafaune			X		X			FE/FA	
	bancs de petits poissons, méduses				X				
Déchets	X				X				
Bateaux		X			X				
Bouées de pêche / DCP	X				X				

* renseigné que pour certaines espèces d'oiseaux comme les fous de Bassan et laridés en Métropole.

4.6 INTERFACE DE SAISIE EN VOL & VALIDATION ET BASE DE DONNEES

Un logiciel spécifique

Toutes les informations de vol sont saisies instantanément grâce au logiciel SAMMOA développé exclusivement pour ce type de campagnes aériennes (REMMOA et SAMM). Il assure à la fois la fonction d'outil de saisie des données avec une interface dédiée, la fonction de navigation permettant le suivi en temps réel de l'avion par visuel cartographique et la validation des données. Il apporte plus de confort et de sécurité pour la manipulation des données sur le terrain que le logiciel VOR auparavant utilisé.



Figure 21. Utilisation de SAMMOA en vol

Ses points forts et nouveautés sont notamment :

- ✓ L'utilisation de plans d'échantillonnage en shapefiles linéaires
- ✓ La planification intégrée des plans de vols en amont du terrain
- ✓ Le tracé GPS et les conversations audio enregistrés continuellement pendant l'effort
- ✓ La validation des données sur la même interface et qui est aussi possible depuis un autre ordinateur, avec vérification des enregistrements audio synchronisés.
- ✓ L'extraction des données cumulées (effort et observations) directement vers un SIG

SAMMOA est libre d'accès et téléchargeable sous <http://forge.codelutin.com/projects/sammoa/files>

Ce logiciel est prévu pour PC mais n'est pas en lien étroit avec le système d'exploitation et fonctionne sous Windows et linux. Pour fonctionner il requiert Java JRE 1.6 (ou une version plus récente). Plus d'informations sur son installation et les formats des données sont disponibles dans le tutoriel SAMMOA.

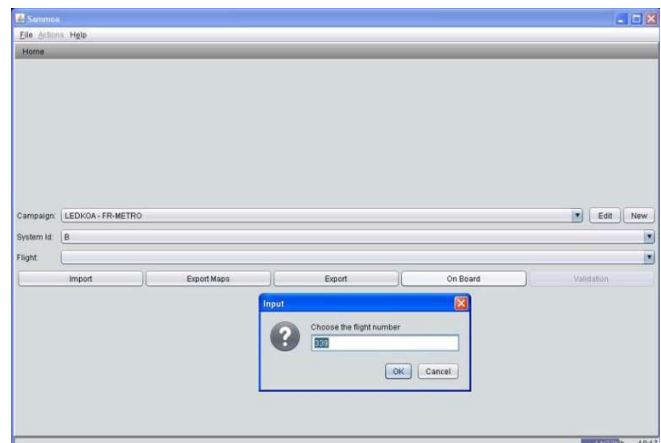
La machine reste néanmoins commandée par les humains, il est donc important d'apprendre à maîtriser ce logiciel. Aussi, une bonne maîtrise de la saisie sur le terrain permet d'obtenir des données déjà bien ordonnées et allège le travail de validation à réaliser le soir.

Navigation et saisie en vol

Préparation : Après que l'ordinateur soit allumé, brancher le GPS allumé et le micro. L'accès et le démarrage du logiciel se fait depuis le *sammoa.exe* (ou *sammoa.bat*). A l'ouverture de SAMMOA, vérifier que la campagne soit à jour puis sélectionner un nouveau « **Flight** » en sélectionnant une ligne vide. Cela permet de générer le numéro de vol qui est modifiable si besoin. En cliquant sur « **On Board** » apparaît la fenêtre propre au vol.



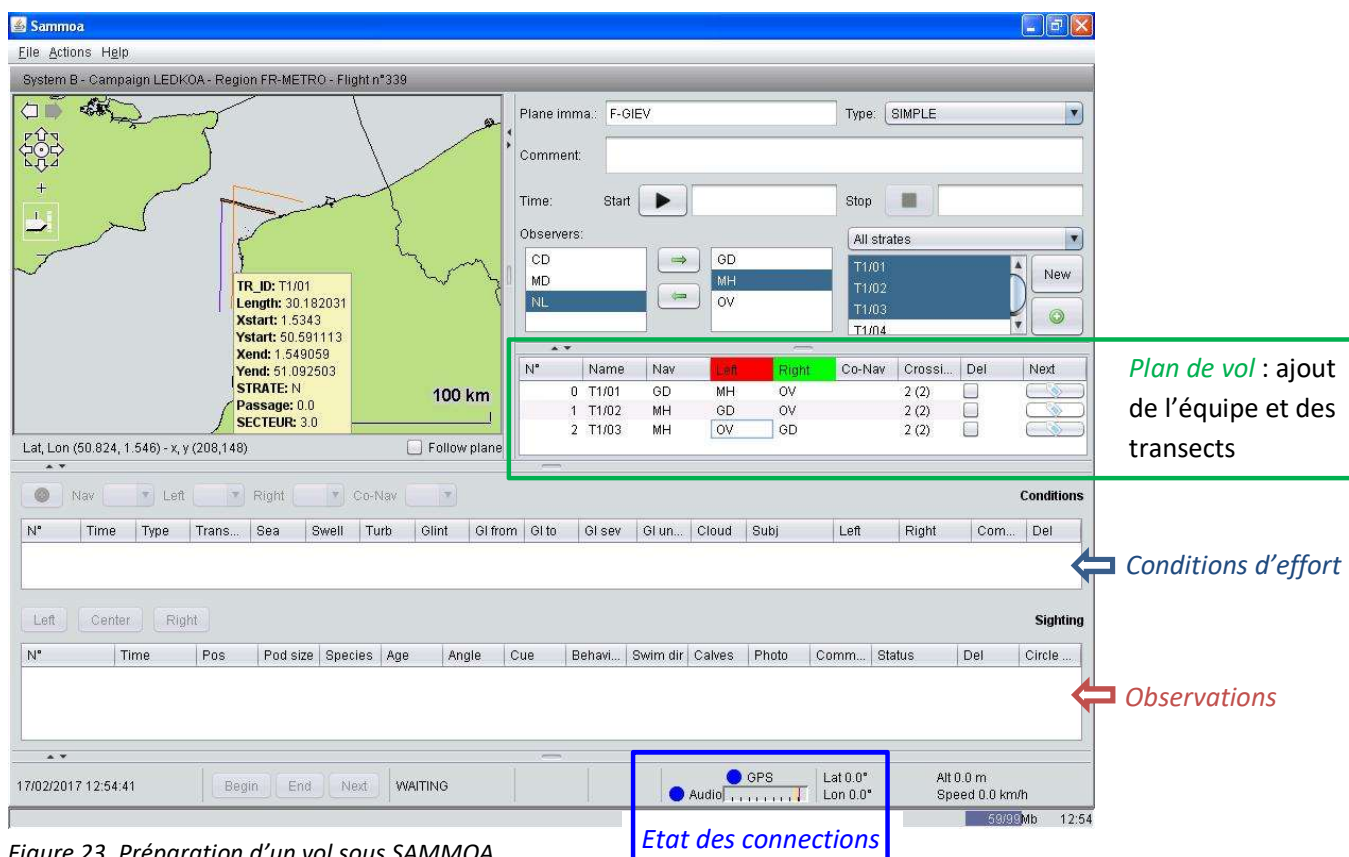
Figure 22. Icône pour ouverture de SAMMOA et création d'un nouveau vol.



Dès lors quelques vérifications s'imposent :

- **L'heure du GPS affichée sur le logiciel doit être synchronisée avec celle de l'ordinateur de terrain.**
- **La qualité du son** et des messages annoncés en vol est à vérifier. Dès les moteurs mis en régime de vol, lancer un test Audio (File>Audio test) et demander aux observateurs de parler dans les casques en cliquant sur « capture ». Réécouter rapidement la piste et ajuster le curseur du volume du micro en fonction de l'audibilité (réglages dans les paramètres sons de Windows).

NB : pour simplifier la saisie, verrouiller le clavier en touches majuscules.



A ce stade les connections ne sont opérationnelles que si le voyant GPS et l'audio s'affichent en bleu (en effort, il est rouge clignotant en cas de problème de connexion). Renseigner l'immatriculation de l'avion et éventuellement des commentaires si il s'agit de vols d'essais ou effectués dans des conditions particulières.

- L'encart du **plan de vol** est à compléter à partir des éléments importés et figurant dans Observers et Strates :

1. Sélectionner l'équipe avec les initiales-codes des observateurs du vol, du navigateur et éventuellement du co-navigateur (3 ou 4 à bord).
2. Sélectionner les transects à suivre à partir des strates. Pour aider, le nom et la longueur des transects s'affichent sur la carte lorsque l'on positionne la souris dessus. Faire «  » pour les ajouter au plan de vol. Dans cet encart, l'ordre des transects est modifiable ainsi que la position des observateurs.

Noter qu'à cette étape le vol n'a pas encore démarré, il est donc encore possible de quitter l'interface (File>Home) et conserver les paramètres renseignés dans la préparation du plan de vol. Ce dernier peut être réouvert et effectué quelques jours après, par exemple, ainsi qu'être modifié.

Début de vol : si l'on est en place dans l'avion et qu'il évolue sur le tarmac, le vol est à lancer en cliquant sur Start «  », dès lors l'heure et la date du début s'affichent en face. Un bandeau jaune apparaît en bas de l'interface indiquant « OFF EFFORT » et « TRANSIT », et le voyant du GPS passe au vert (signal indiquant qu'il enregistre les coordonnées). Il convient de suivre l'évolution du trajet de l'avion qui apparaîtra alors en rouge.

- Sur le **plan de vol**, le prochain transect qui sera réalisé est surligné en violet.
- Dès lors la saisie peut démarrer dans le bandeau des **conditions d'effort** avec une ligne qualifiée de « TRANSIT » qui s'est créée instantanément et peut être renseignée.
- En dessous, des **observations** hors effort pourraient déjà être saisies.

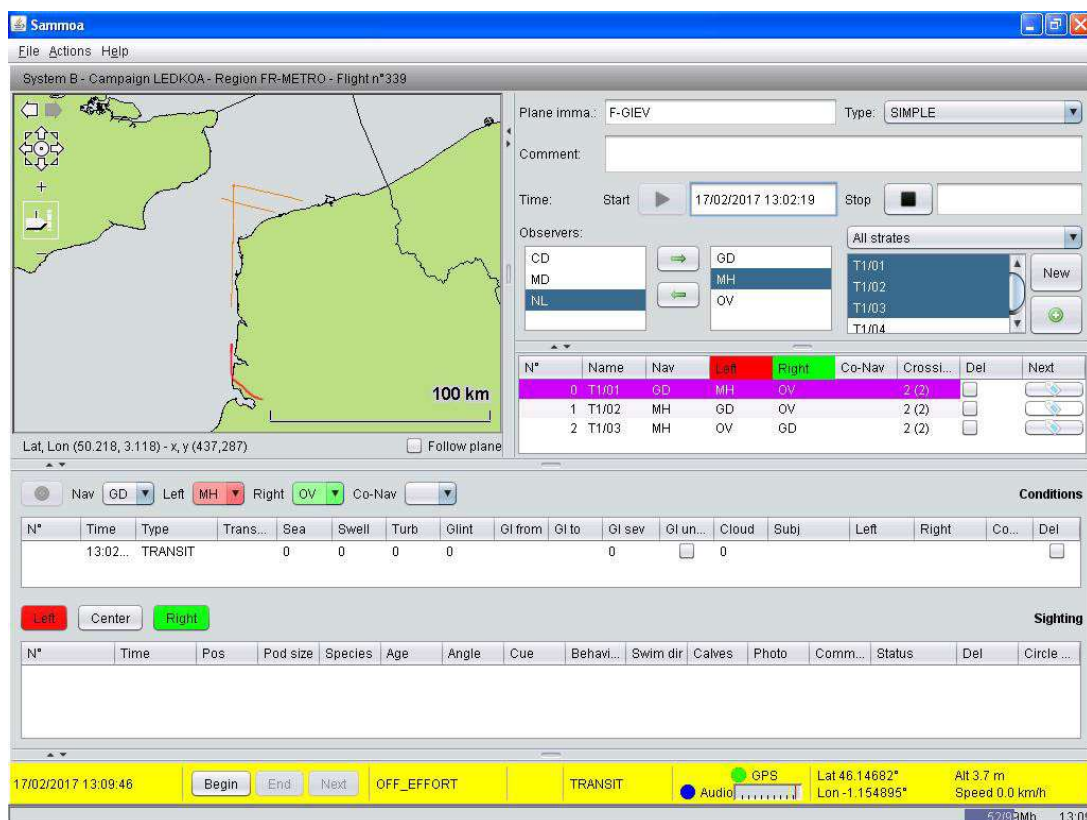


Figure 24. Interface SAMMOA au début d'un vol avant arrivée sur le transect (en transit).

A tout moment le vol peut être interrompu, il est cependant nécessaire de toujours cliquer sur stop « ■ » avant de fermer le programme (sans quoi un bug est possible à la réouverture).

Début de l'Effort : Dès que l'avion est positionné sur le début du transect et les observateurs prêts, lancer l'effort d'observation en cliquant sur « **Begin** » (ou raccourci **F5**). Le bandeau du bas devient gris, indique « **ON_EFFORT** » et le numéro de transect. Aussi le voyant de l'enregistrement audio passe à son tour au vert.

- Sur le **plan de vol**, le transect en cours de réalisation est surligné en jaune et le prochain à réaliser est en violet. Il est encore possible d'intervertir les observateurs et transects suivants, dans ce cas toujours s'assurer que le transect à suivre est bien surligné violet (modifiable en cliquant sur l'icône à côté «  »).
- Les paramètres des **conditions d'effort** sont à renseigner impérativement lors de parcours sur transects. A chaque instant de nouveaux peuvent être ajoutées avec le «  » (ou F7) situé au-dessus, ce qui génère une nouvelle ligne et donc un nouveau leg (leg = une session d'effort avec aucun changement de conditions). A côté, il y figure les positionnements des observateurs qui peuvent éventuellement être revus pour chaque leg.
- Dès le contact visuel, les **observations** annoncées seront à inclure en cliquant sur « **Left** » (ou F1) pour une observation à gauche ou « **Right** » (ou F12) pour le côté droit. Leurs positions s'afficheront sur la carte et les lignes à saisir s'agrémenteront au fur et à mesure complétées automatiquement de l'heure et des initiales de l'observateur. Les paramètres propres au type d'observation réalisée sont à remplir (cf. Liste des codes, annexes 3 & 4).

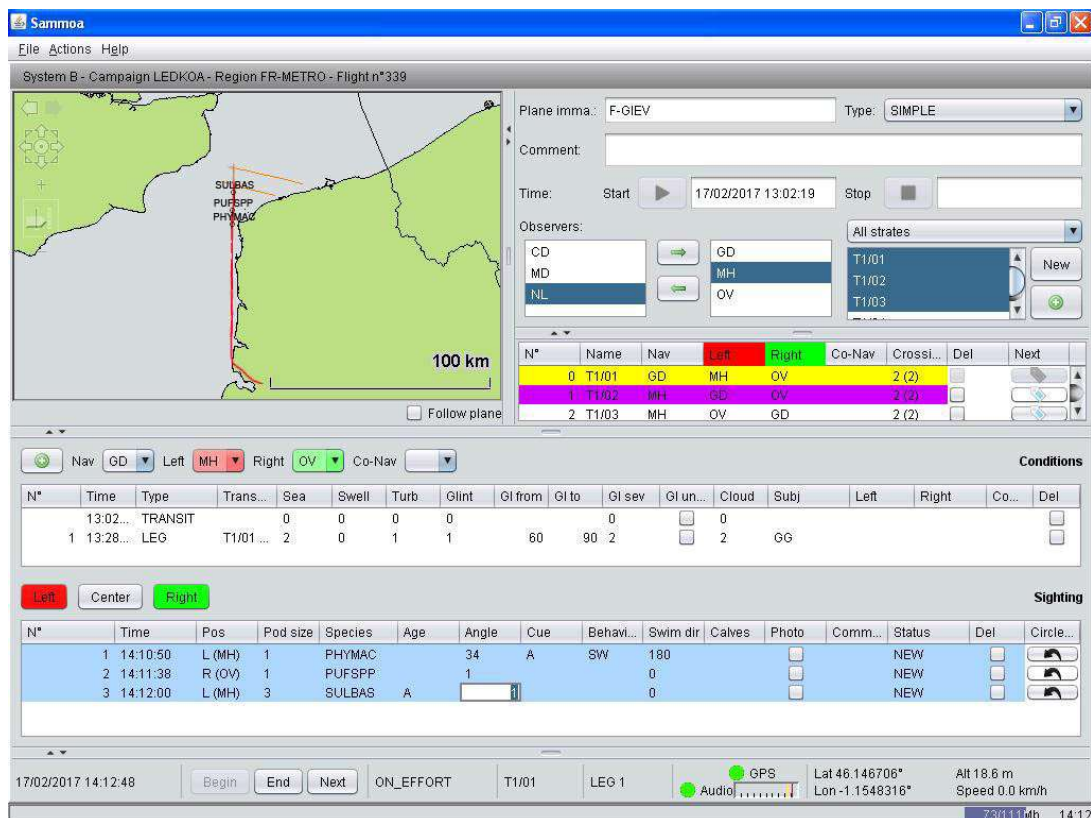


Figure 25. Interface SAMMOA lors d'un vol en effort et avec observations.

Lorsque l'on est arrivé au bout du transect, cliquer sur « **End** » (ou F9) pour terminer l'effort. Si un nouveau transect est à réaliser, la procédure est à reprendre en cliquant sur « **Begin** » dès le passage sur le transect. Aussi si deux transects sont dans le même axe sans qu'il ait interruption de l'effort, utiliser la touche en bas « **Next** » pour les enchaîner (la fin du premier correspondant début du suivant).

Fin de vol : S'il s'agit de l'arrêt de l'effort et d'un retour à la base, il est recommandé de laisser SAMMOA ouvert pour éventuellement permettre la saisie hors transect de quelques observations de mammifères marins ou d'espèces rares (ex : tortue luth, requin baleine) en notant l'altitude en commentaire. Le vol est à stopper une fois que l'avion se pose et est à l'arrêt en cliquant sur stop « **■** ». Il est alors possible de fermer le programme directement ou revenir à la page d'accueil (File>Home) et de réaliser les premières sauvegardes.

Export-import des données

Export : Les données à peine collectées, il est recommandé de copier sur un support externe. Ceci a le double avantage de les sauvegarder et de pouvoir les réutiliser rapidement sur un autre ordinateur non mobilisé par un vol.

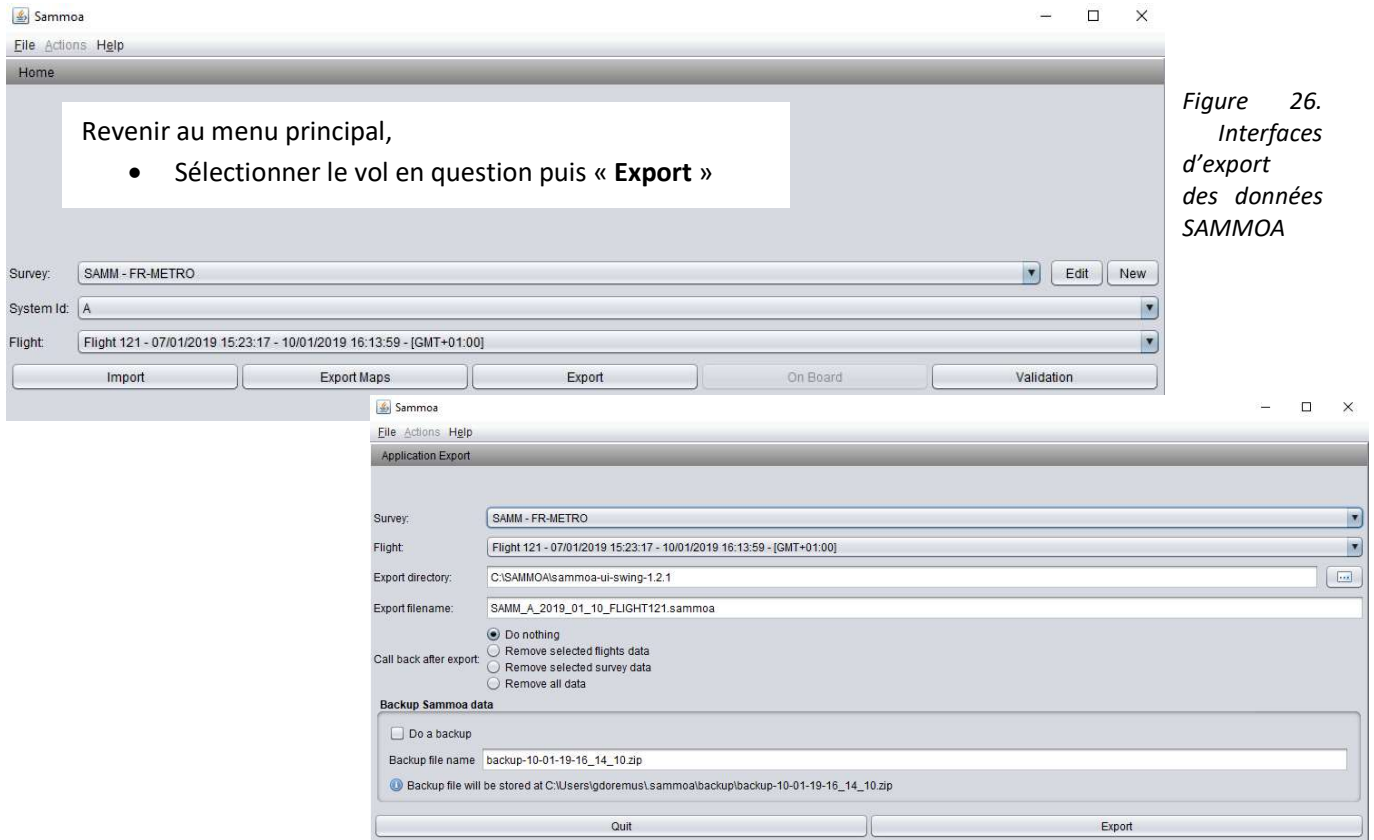
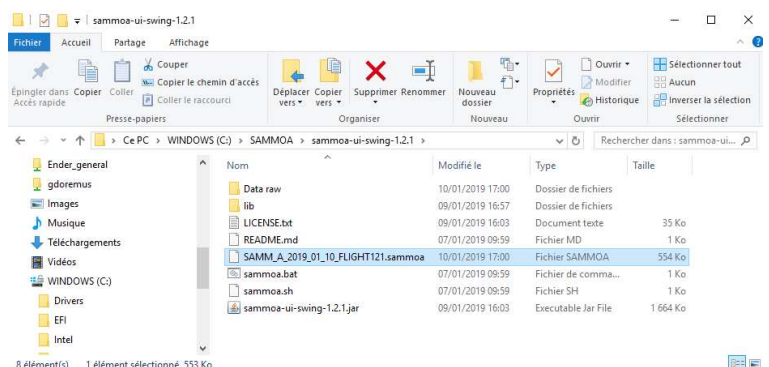


Figure 26.
Interfaces
d'export
des données
SAMMOA

1. Vérifier le nom du fichier .sam-moa dans Export filename. Exemples : REMMOA_SWP_B_2014_10_14_FLIGHT603.sam-moa ou SAMM_A_2019_01_10_FLIGHT121.sam-moa
2. Laisser "Do nothing" afin de conserver un jeu de données sur l'ordinateur d'acquisition
3. Décocher "Do a backup"
4. Cliquer sur "Export". L'opération peut prendre un certain temps, ne pas l'interrompre. Attendre le dernier message à valider puis « Ok ».
5. Aller chercher le fichier .sam-moa concerné dans C:\SAMMOA et le copier sur une clé USB ou disque externe. Le déplacer également dans un dossier créé sur le PC nommé « Data raw »

Figure 27. Localisation du fichier de données à la racine de l'ordinateur



Import sur un autre PC : La procédure d'import du fichier .sammoa peut se faire sur un autre ordinateur pour la validation comprenant le logiciel d'installé et si possible avec une configuration d'emplacement des dossiers racines identiques.

1. Coller le fichier au même endroit C:\SAMMOA
2. Ouvrir SAMMOA, faire « **Import** »

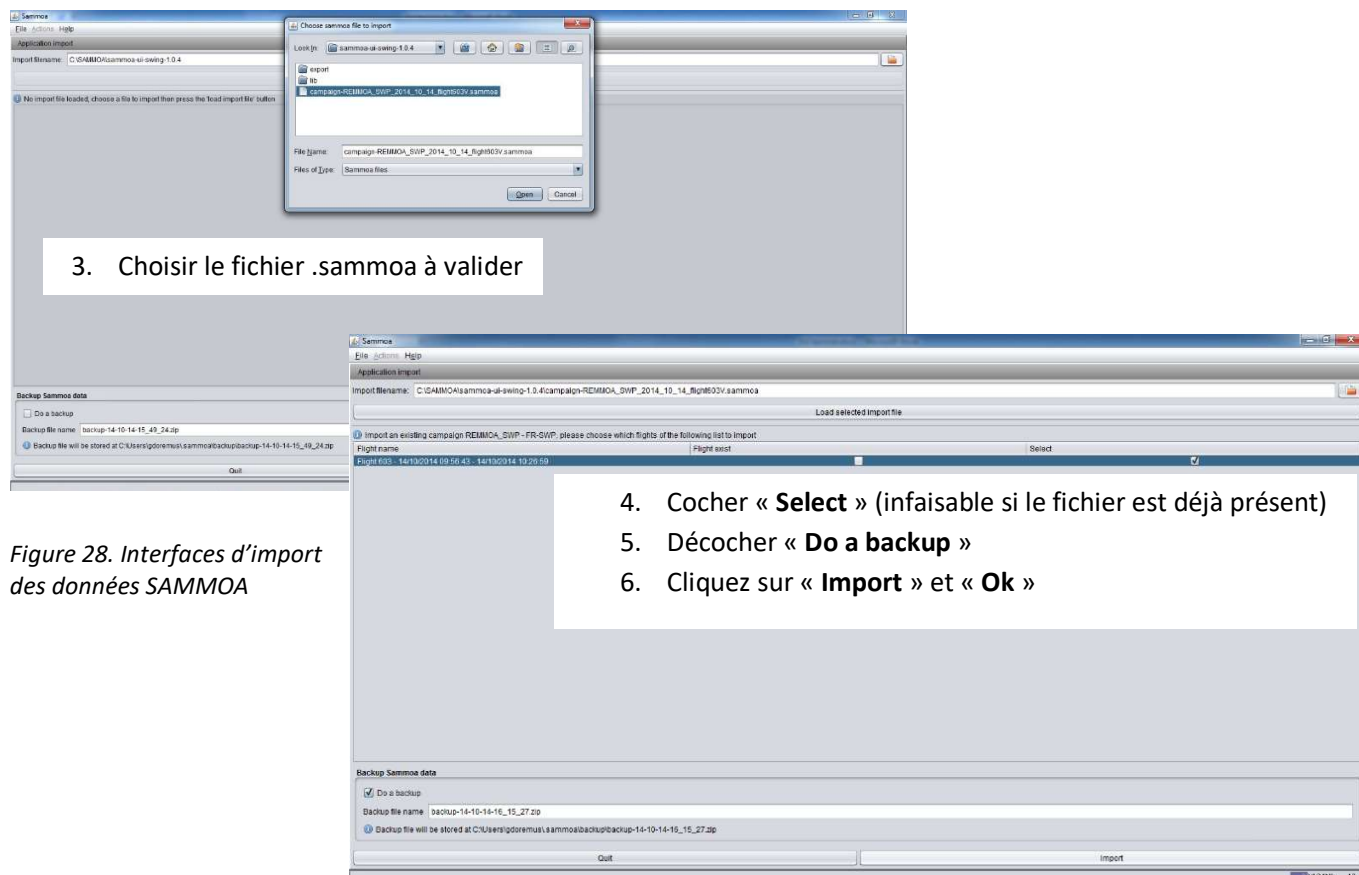


Figure 28. Interfaces d'import des données SAMMOA

Le vol est inclut dans SAMMOA et peut être ouvert pour avoir un regard et valider les données. Se souvenir que des fichiers provenant de plusieurs ordinateurs de terrain peuvent y figurer, dans ce cas vérifier que le System id et bien celui du vol en question (la numérotation n'y est pas toujours apparente).

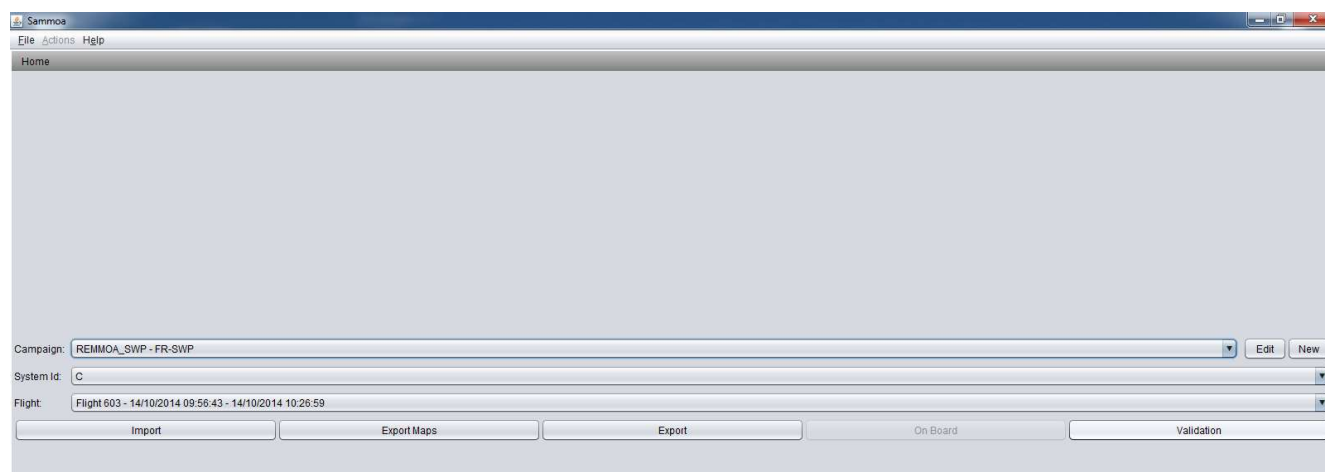


Figure 29. Interface d'accueil SAMMOA avec le vol importé et l'onglet de validation libéré

Validation des données

Cette opération peut prendre du temps mais est impérative pour la qualité du jeu de données. Après chaque vol, les fichiers générés par le logiciel sont à vérifier afin de s'assurer de la qualité des données produites. En fonction du protocole défini pour chaque type d'espèce, certains éléments doivent impérativement figurer. Le but étant d'avoir des fichiers le plus standardisé possible afin de pouvoir les rendre disponibles rapidement pour les analyses.

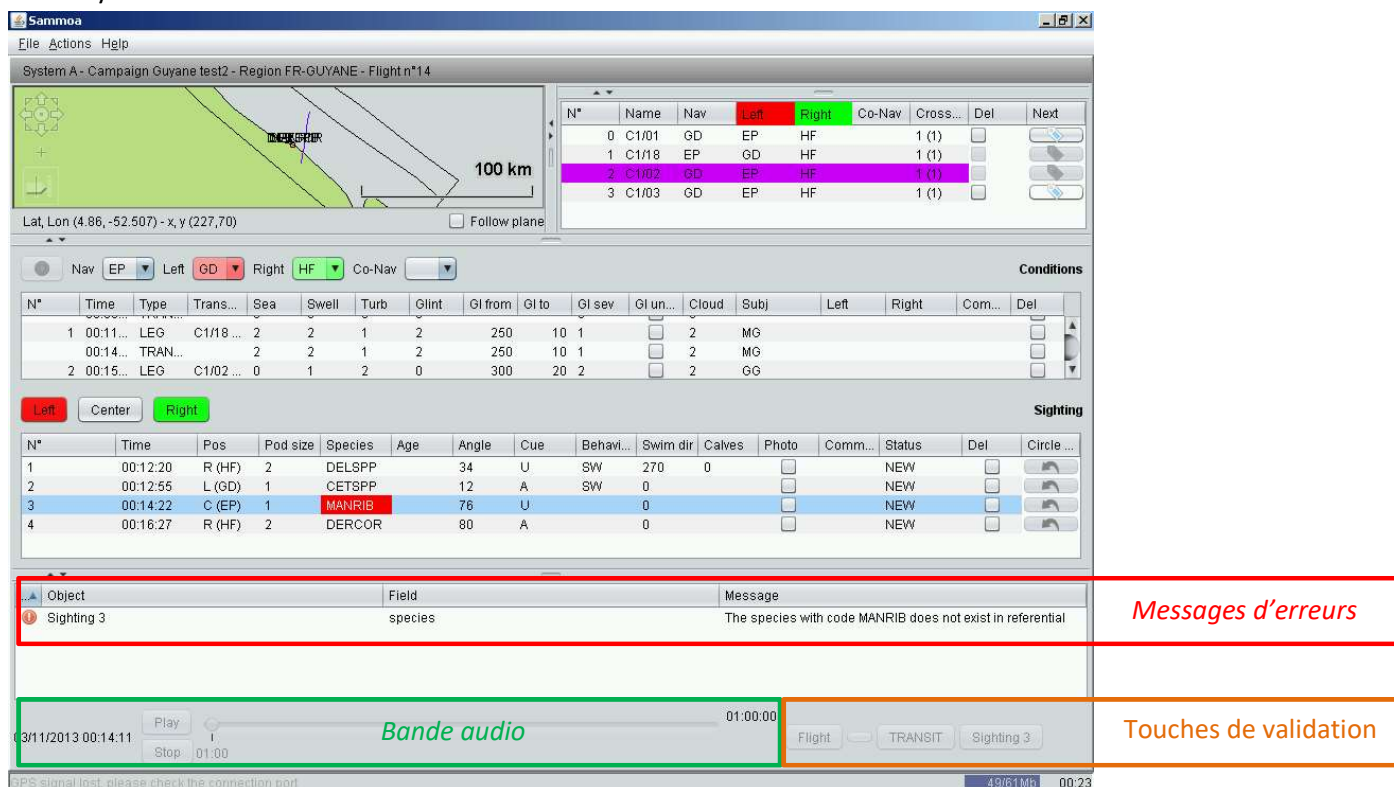


Figure 30. Logiciel SAMMOA à l'ouverture lors de la validation des données

- Les fichiers de données sont visibles avec une interface proche de celle de la saisie mais permettant de **visualiser les erreurs** évidentes en couleur (elles sont basées sur le référentiel de création campagne). On s'attardera notamment sur :
 - ✓ **Les champs importants et non complétés** lors de la saisie en vol (oubli ou manque de temps)
 - ✓ Les codes ayant subi des **fautes de frappes**
 - ✓ Les changements de conditions météo annoncés mais non consignés
 - ✓ Le positionnement des observateurs
 - ✓ La numérotation des transects planifiés et réalisés
- Les **bandes audio** synchronisées aux lignes d'observations ou d'effort facilitent le travail de validation. Il faut cependant retenir que toute observation faite hors effort n'aura pas d'enregistrement audio.
- Les **touches de validation** permettent de suivre le procédé : qu'il s'agisse de l'effort ou des observations chaque ligne n'est validée qu'à partir du moment où tout son contenu devient de couleur verte. Pour se faire, il est nécessaire de cliquer sur l'observation ou le lot s'y rapportant avec les touches « **TRANSECT / TRANSIT** » ou « **LEG** » ou « **Sighting** » situées en bas à droite. L'idéal est de **valider dans l'ordre et par étape en sélectionnant chaque leg** un par un ce qui ciblera automatiquement les observations y étant affiliées.

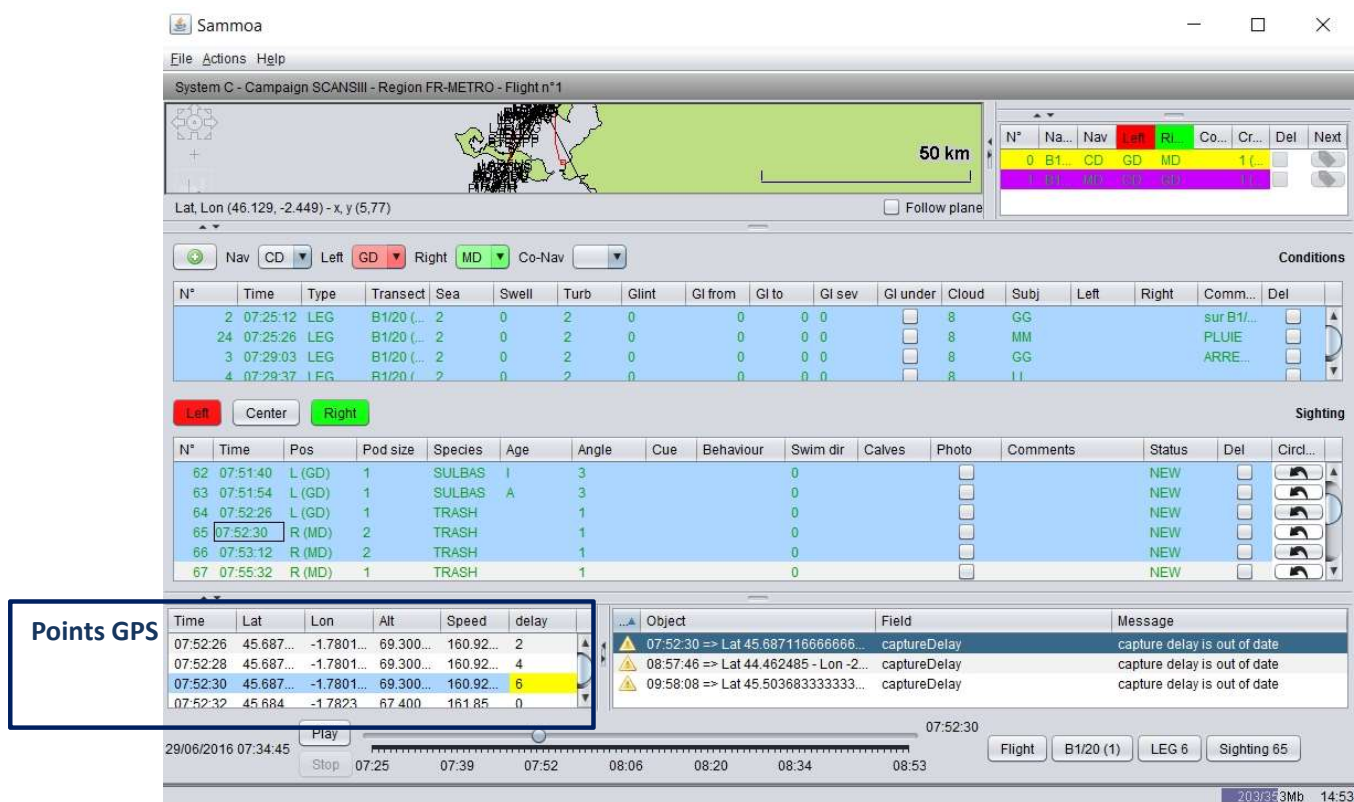


Figure 31. Logiciel SAMMOA à la fin de la validation les données apparaissent en vert

Des erreurs liées à la connexion et la couverture GPS peuvent également apparaître. Dans ce cas, ouvrir la petite fenêtre localisée à gauche du bandeau d'erreurs et se pencher sur les coordonnées surlignées en jaune. En principe une position est relevée toutes les 2 secondes (variable en fonction du paramétrage), si le GPS perd le signal pour une durée supérieure, elle est indiquée dans le champs « GPS delay ». Au-delà de 5 secondes sans signal la position est considérée comme aberrante ce qui génère un message d'erreur. Ne pouvant recalculer chaque coordonnée depuis le logiciel, il est recommandé de corriger cette erreur en recalant l'observation ou l'effort sur une heure proche comprenant un « GPS delay » inférieur.

NB : Si les heures ont été modifiées plusieurs fois lors de la validation en cours, retourner à la page « Home » et revenir en mode validation pour les mettre à jour.

On estime que toutes les lignes ont été vérifiées et que la validation arrive à son terme lorsque qu'aucune erreur n'apparaît et que tout le vol est en vert (effort + observations). Cependant pour s'assurer de l'homogénéité des données en adéquation avec le protocole, une ultime vérification est à réaliser. Le vol complet est à dévalider avec la touche « Flight » afin de faire des filtres sur les champs importants et variant en fonction des types d'observations : Species, Age, Angle, cue, Behaviour (cliquer à côté des intitulés de colonne pour filtrer).

Pod size	Species	Age	Angle	Cue	Behaviour	Swim dir
5	TURTRU		70	U	SW	270
8	TURTRU		67	U	SW	360
5	TURTRU		48	U	SW	360
1	TRAWLB		1			0
10	TRASH		1			0

Figure 32. Dernière validation par filtres

Export de sauvegarde de la validation : Une fois ce travail réalisé, le fichier .sammoa qui vient d'être corrigé est à enregistrer sous un nouveau nom (ATTENTION Bien renommer pour ne pas écraser l'ancien fichier). Si la validation est effectuée le lendemain d'un vol, laisser l'incrémentation automatique de la date de validation. Reprendre la procédure d'export en repartant sur à la page « Home », puis sélectionner le vol et faire « Export » :

1. Compléter le nom du fichier .sammoa dans Export filename en ajoutant « **_VALIDE** ».
Exemple : **SAMM_A_2019_01_10_FLIGHT121_VALID**.sammoa
2. Si l'on veut conserver les données brutes sur le même ordinateur, laisser “**Do nothing**”
3. Décocher “Do a backup”
4. Cliquer sur “**Export**”. L'opération peut prendre un certain temps, ne pas l'interrompre. Attendre le dernier message à valider puis « **Ok** ».

Figure 33. Export du fichier de données validé

The screenshot shows the 'Application Export' window. It contains the following fields and options:

- Survey:** SAMM - FR-METRO
- Flight:** Flight 121 - 07/01/2019 15:23:17 - 10/01/2019 16:13:59 - [GMT+01:00]
- Export directory:** C:\SAMMOA\samoa-ui-swing-1.2.1
- Export filename:** SAMM_A_2019_01_10_FLIGHT121_VALID.sammoa
- Call back after export:**
 - ☒ Do nothing
 - ☐ Remove selected flights data
 - ☐ Remove selected survey data
 - ☐ Remove all data
- Backup Sammoa data:**
 - ☐ Do a backup

Sur l'ordinateur, toutes les données figurant dans SAMMOA sont exportables depuis l'interface d'accueil en format Shape et csv. Elles peuvent donc être sorties agrégées afin d'être traitées sous SIG ou transformées pour intégrer un autre système de base de données.

Copies de sauvegardes

Après chaque journée de vol, il est impératif de **sauvegarder les données sur un disque dur externe ou un serveur sécurisé**. Différencier par exemple :

- Les données brutes se terminant flight.sammoa présentes dans C:\SAMMOA\Data raw sont à copier dans un répertoire nommé « **Donnees brutes** »
- Les données validées se terminant flight_valide.sammoa présentes dans C:\SAMMOA sont à copier dans un répertoire « **Donnees validees** »
- Les photographies à copier dans un répertoire journalier (par équipe).

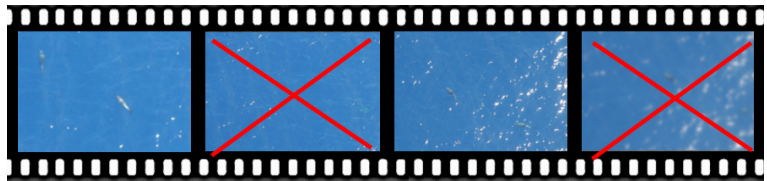
IL EST RECOMMANDE DE TOUJOURS BIEN VERIFIER QUE LES SAUVEGARDES AIENT BIEN ETE REALISEES AVANT DE SUPPRIMER DES FICHIERS ! Prendre garde au renommage et à la manipulation du « Copier-Coller » (ne pas « Couper » les fichiers directement).

Déchargement, tri et archivage des photographies

Bien qu'il soit difficile d'obtenir des bons clichés lors des survols, les photos constituent aussi des données qui peuvent être utilisées pour l'identification ainsi qu'à d'autres fins.

Toutes les images réalisées dans l'avion sont à télécharger des appareils photos à la fin de chaque journée. Le transfert se fait directement de l'appareil sur un ordinateur via un câble (éviter le retrait de la carte mémoire avec pour utilisation d'un lecteur qui pourrait l'endommager).

Les images sont archivées **dans un répertoire daté du jour** et sont à trier au moins une première fois. Sont supprimées les images où rien n'est visible ou alors complètement floues, par contre celles où un animal figure sont à conserver (elles pourront éventuellement servir à confirmer des éléments sur l'observation). Pour ces dernières, il est recommandé de conserver les séries complètes lorsqu'il s'agit d'une observation assez nette.



Le tri et renommage des photos se réalisera plus facilement avec des logiciels. Ifranview par exemple a l'avantage d'être léger et multitâches mais d'autres comme *faststone image viewer* ou *Xnview* peuvent convenir. Format à respecter : **aaaammjj_SAMM_ATL_CodeEspèce(ou Site)_Auteur_n° image original** Exemple : 20210123_SAMM_MAN_TURTRU_NHulot_IMG3490

Le site et l'espèce ainsi que le nom de l'auteur seront remplis manuellement à la fin du renommage automatique.

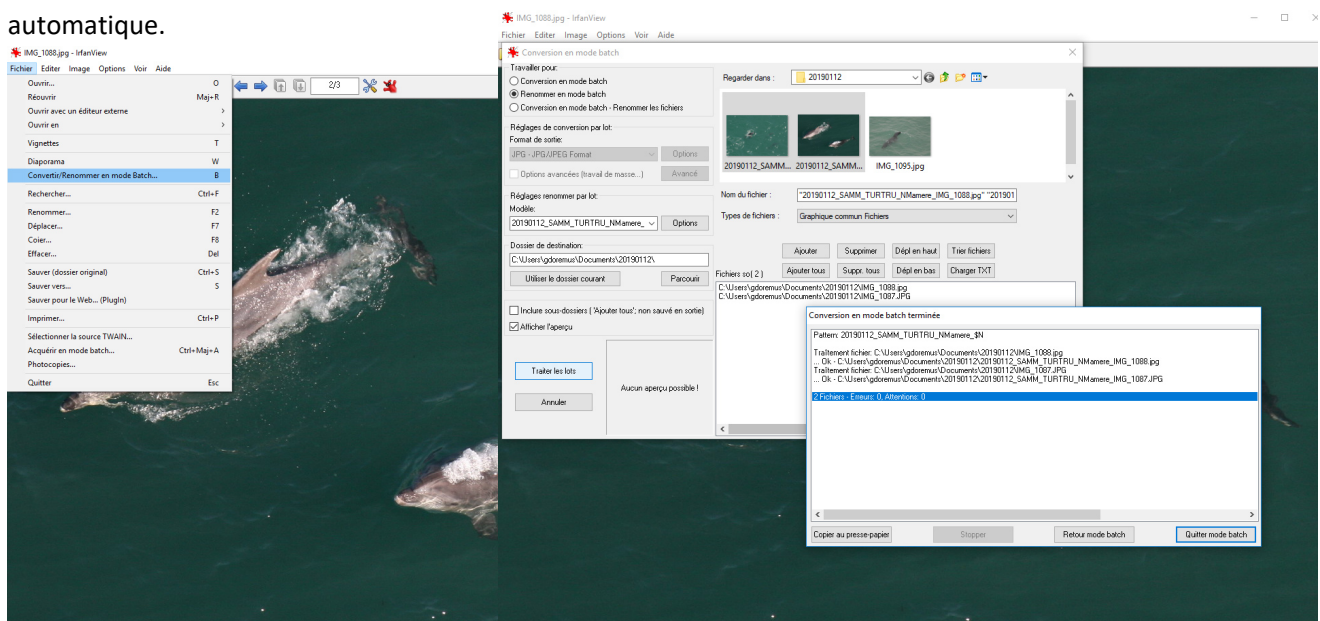


Figure 34. Logiciel Ifranview pour le tri et le renommage des photos : à gauche, première étape pour choisir le mode Batch ; à droite, pour sélectionner les images et mettre le nom (_\$N à la fin pour garder le nom initial)

Une fois toutes les images classées et référencées, le rapprochement de leur contenu et des données de la base est à réaliser. On s'assurera que les observations relevées sont conformes aux photos à savoir l'identification de l'espèce et le nombre d'individus. Cette étape peut être faite en amont lors du tri, dans tous les cas, **l'espèce présente sur la photo devra apparaître dans le nom du fichier final de l'image (ou le code espèce).**

4.7 REALISATION DU CIRCLE-BACK

Lors de certaines observations de cétacés bien particulières, il est possible de réaliser la manœuvre dite du Circle-Back (CB). Il s'agit d'une boucle ou d'un hippodrome réalisé par l'avion qui reviendra s'aligner sur le transect à l'endroit où a été réalisée une observation (figure 35).

L'objectif étant d'interrompre momentanément l'effort afin de revenir sur l'observation et parvenir à confirmer l'identification d'une espèce visuellement ou par photographie. Les CB ne sont organisés qu'occasionnellement et uniquement si les conditions sont réunies. La décision de réalisation d'une telle manœuvre est un travail d'équipe reposant sur les informations transmises par les observateurs et la réactivité du navigateur et du pilote.

Avant de le réaliser, il faut déjà que l'observation de cétacé ait été clairement communiquée avec les paramètres essentiels (groupe d'espèce, nombre et angle) et que l'animal n'ait pas plongé. En fonction de ces informations le responsable du vol jugera si les conditions d'observations sont adéquates, si l'animal n'est pas trop éloigné et si l'identification de l'espèce peut apporter un réel plus aux données.

NB : Pour les espèces, **on préférera espèces difficiles à identifier comme les dauphins**. On évitera un CB sur un petit delphinidé isolé car les chances de recapture et de photographies sont minimales.

Avec l'accord du pilote, le responsable de vol prendra la décision de revenir ou pas sur cette observation. La difficulté réside également dans le délai de décision qui se doit d'être court avant d'exécuter le premier virage (moins d'1 minute). Si ce laps de temps est dépassé, la probabilité de revoir les animaux diminue fortement étant donné leur vitesse possible de déplacement.

Il est donc impératif de communiquer tous les paramètres au plus vite dès qu'une observation est réalisée !

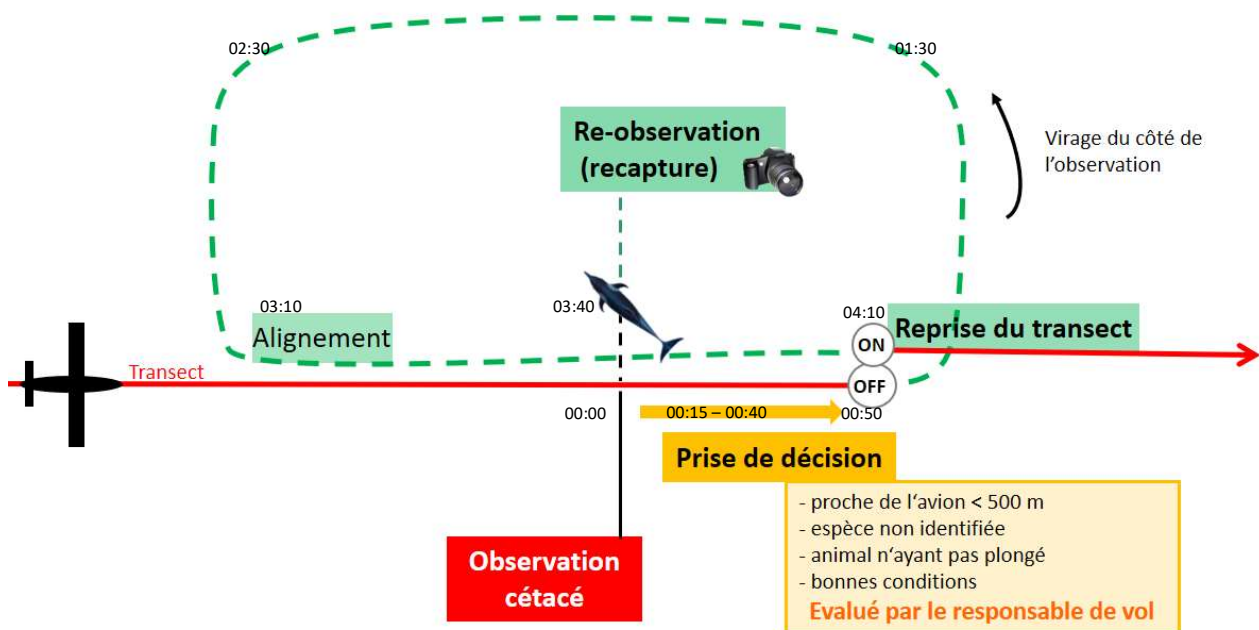
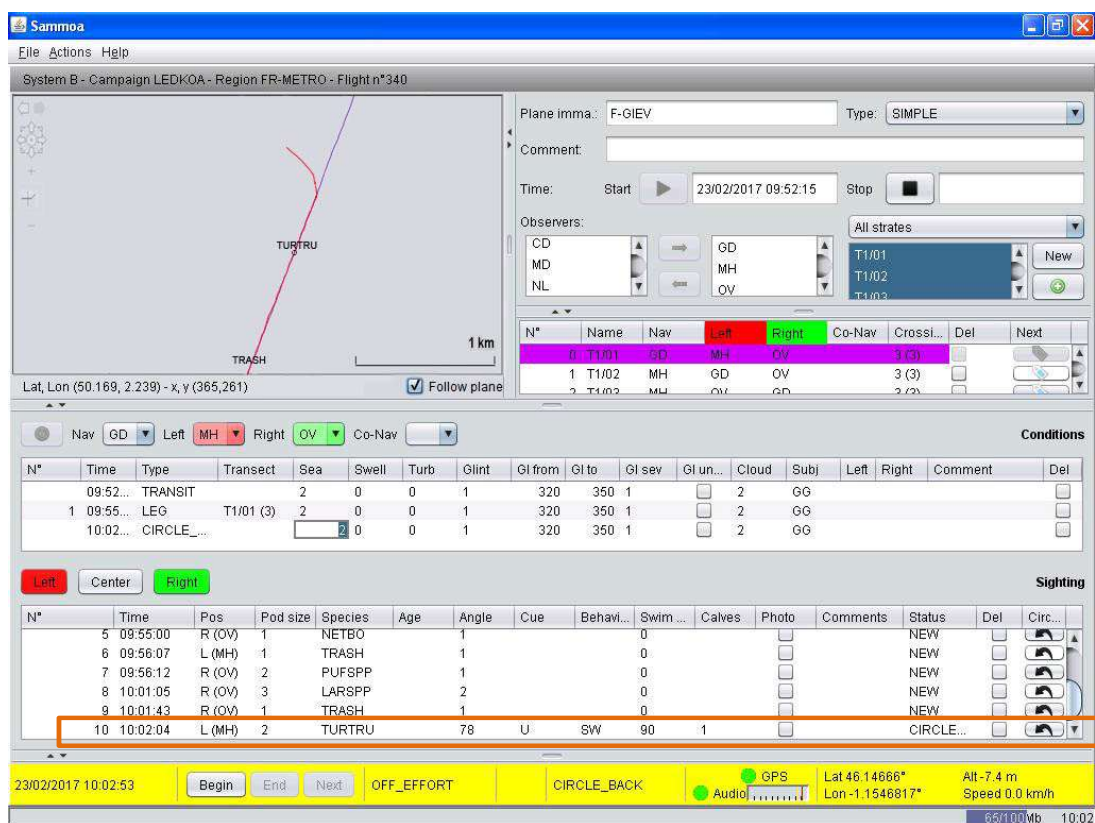


Figure 35. Schéma de la manœuvre de circle-back.

Déroulement chronologique et saisie d'un Circle-Back

CONTACT	00:00 L'observateur annonce son observation (espèce, nombre, angle...) au navigateur. >> Sous SAMMOA, elle est saisie comme une observation lambda
DECISION	00:15 Les observateurs et le navigateur proposent de faire un CB au chef d'équipe en fonction des conditions 00:40 Si le chef d'équipe donne son accord, il avertit le pilote le plus rapidement 00:45 Le navigateur donne au pilote la direction du premier virage c'est-à-dire du côté de l'observation
MANŒUVRE	00:50 Dès que l'avion tourne, le navigateur clique sur <i>Circle-back</i> et annonce « Off effort » >> C'est la touche «  » située au bout de la ligne de l'observation qui enclenche le processus. Le logiciel passe en mode « OFF_EFFORT » avec un bandeau jaune et la création d'une nouvelle ligne de conditions de type « CIRCLE_BACK » (Figure 36a) Pour suivre au mieux l'évolution de l'avion, cocher sous la carte « Follow plane » et zoomer sur l'observation à une échelle d'environ 500 m à 1 km afin de bien visualiser le trajet de l'avion. 01:30 Après le premier virage, Le navigateur s'assure que l'avion soit sur une parallèle dans le sens inverse au transect et il en tient informé le pilote pour ajuster si nécessaire >> Bien qu'à cet instant les observateurs ne soient pas en effort, il est toujours possible d'entrer des nouvelles observations réalisées hors transect (le cas d'espèces en périphérie d'un groupe est fréquent) 02:30 Le navigateur informe le pilote du moment pour réaliser le second virage une fois la perpendiculaire de l'observation passée 03:10 Le navigateur suit le réalignement de l'avion sur le transect. Il prévient les observateurs d'être à nouveau prêts pour revoir les animaux et s'assure que le 4^{ème} observateur soit en place au niveau des fenêtres tempêtes avec l'appareil photo. >> L'avion se réaligne sur le transect offre la possibilité de revoir l'observation initiale ayant déclenché le CB qui est alors entrée classiquement. C'est dans le champs « Status » que la recapture visuelle est à préciser (voir ci-dessous)
REPRISE	04:10 Reprise du transect : le navigateur remet l'effort dès que l'avion revient sur le point où le transect avait été interrompu auparavant. >> Sans attendre, appuyer sur « Begin » dès que l'avion revient sur le point. Une nouvelle ligne de conditions est ainsi créée pour poursuivre l'observation de routine (Figure 36b)

Bien que le navigateur ait un rôle prépondérant pour le suivi du CB, **la réussite de la manœuvre est également un travail d'équipe** où il est important bien communiquer entre navigateur, observateurs et pilote à chaque étape.



Observation déclanchant le CB



Statut des observations à renseigner

Figure 36. Suivi et saisie sous SAMMOA (a) au début du circle-back, (b) à la reprise de l'effort.

Règles et statut des observations au cours d'un Circle-Back

Pour chaque observation saisie figure en bout de ligne le champ « Status » qui permet de savoir si il s'agit d'une première détection d'un groupe ou d'une recapture. Par défaut au cours d'un vol en effort basique, il est renseigné par « NEW » qui correspond à une nouvelle observation. C'est lors des manœuvres de circle-back quand la portion de transect est à nouveau survolée que la recapture d'un groupe ou non est à indiquer.

Les statuts notés dans SAMMOA reposent sur les différents cas qui se présentent :

- a) L'observation ne fait pas l'objet de recapture : Observation initiale ayant déclenché le CB « NO RECAPTURE »

Time	Pos	Pod size	Species	Angle	Cue	Behaviour	Swim dir	Calves	Photo	Status	Comments
1 20:26:17	L	2	ZIPCAV	65	A	SW	180		☐	NO_RECAPTURE	

- b) L'observation est recapturée avec une seconde observation réalisée lors du nouveau passage sur le transect : Observation initiale « CIRCLE BACK » / Ré-Observation « RECAPTURE »

Time	Pos	Pod size	Species	Angle	Cue	Behaviour	Swim dir	Calves	Photo	Status	Comments
1 20:26:17	L	2	ZIPCAV	65	A	SW	180		☐	CIRCLE_BACK	INITIAL MEDCET
2 20:28:53	L	1	ZIPCAV	72	A	SW	180		☐	RECAPTURE	

- c) Lors du CB d'autres observations sont effectuées avec ou sans effort mais sont jugées nouvelles par rapport à l'observation initiale : Toutes nouvelles observations « NEW »

Time	Pos	Pod size	Species	Angle	Cue	Behaviour	Swim dir	Calves	Photo	Status	Comments
1 20:26:17	L	2	ZIPCAV	65	A	SW	180		☐	CIRCLE_BACK	INITIAL MEDCET
2 20:28:53	L	10	GLOPSE	54	A	SW	Swim dir		☐	NEW	
3 20:30:58	R	1	ZIPCAV	72	A	SW	180		☐	RECAPTURE	

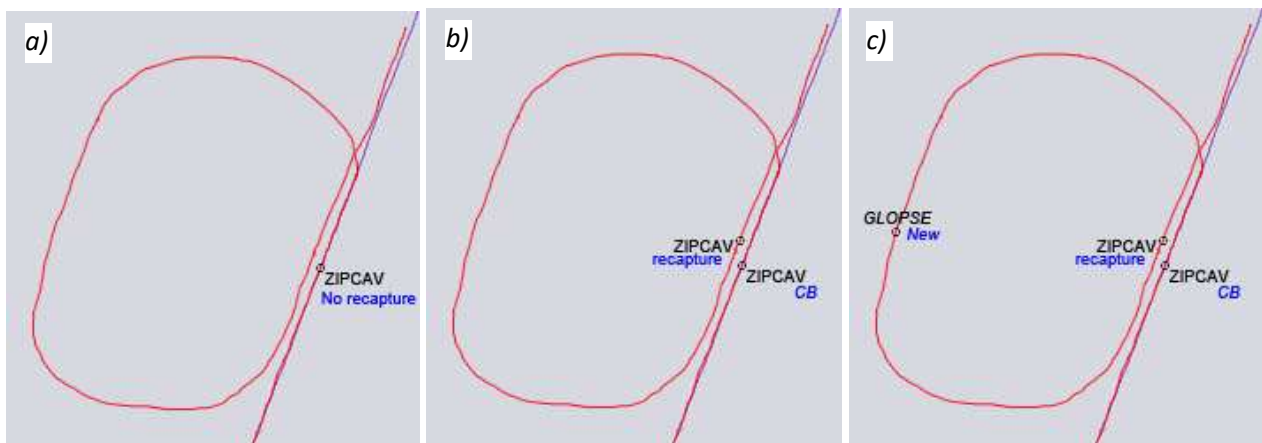
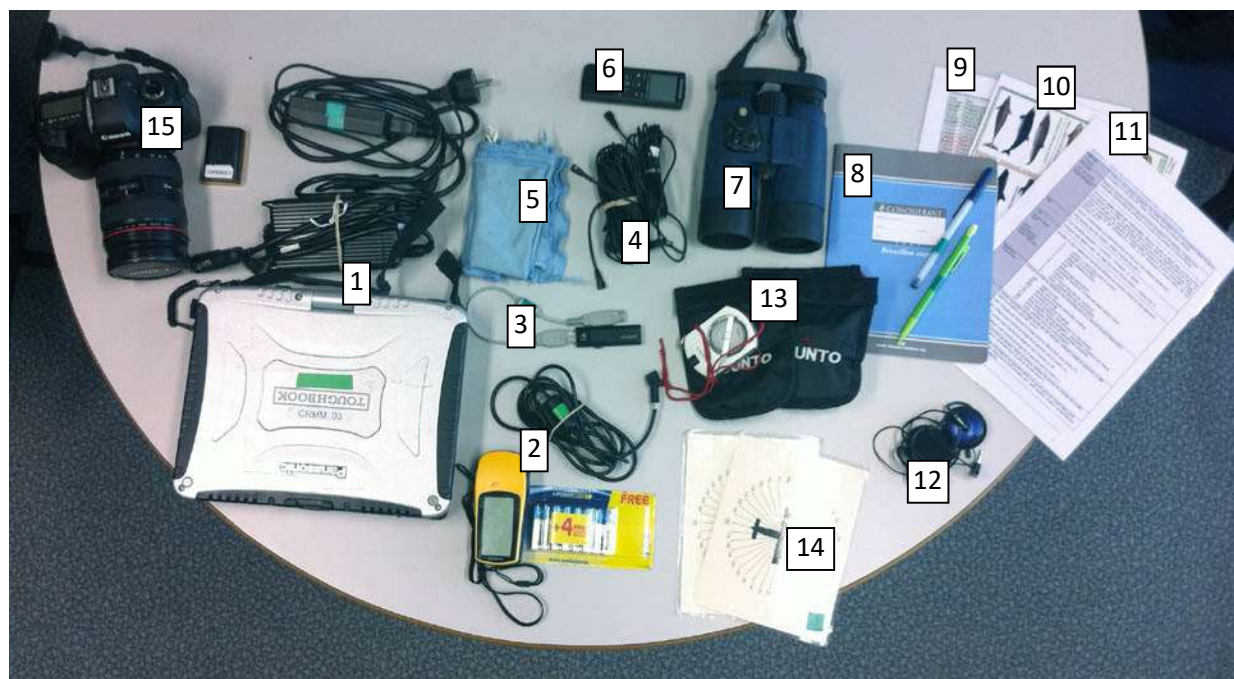


Figure 37. Statut des différentes observations lors de Circle-Back (a) sans recapture, (b) avec recapture, (c) avec recapture et nouvelle observation hors effort.

Aussi dans la ligne correspondant à l'observation initiale comme celle de la recapture, vous indiquerez les informations sur l'espèce et le nombre les plus précises que vous avez pu relever lors du CB. Vous conserverez en commentaire les informations de la première détection si elles ont évolué (le code espèce et le nombre).

Cette étape exige de faire preuve d'une grande rigueur lors de la saisie des données pendant le vol afin de ne pas mélanger les nouvelles observations et recaptures. Ce travail devra aussi être impérativement contrôlé lors de la validation pour standardiser au mieux les données.

ANNEXE 1 : LISTE DE L'EQUIPEMENT



1	PC Toughbook + alim 220V + alim 12V	9	Liste codes espèces
2	GPS + câble + Antenne + 2 piles AA	10	planches d'identification
3	Clé USB	11	Liste des codes Environnement
4	1 ou 2 micros	12	Casque audio
5	Chiffons	13	2 ou 3 inclinomètres
6	Dictaphone + 2 piles AAA + câble	14	2 angles board
7	Jumelles	15	Appareil photo + 2 accus + 2 cartes CF + chargeur
8	Carnet de vol + crayons		

ANNEXE 2 : CODES DES CONDITIONS D'OBSERVATION

Sea State <i>Etat de la mer</i>	Entrer le code en suivant l'échelle de Beaufort (normalement peu d'obs à plus de 4 B)			
	Beaufort	Description	Aspect de la mer	Vent (noeuds)
	0	Calme	Mer lisse comme un miroir	>1
	1	Très légère brise	Quelques rides ressemblant à des écailles de poissons, mais sans aucune écume	1 à 3
	2	Légère brise	Petites vaguelettes ne déferlant pas, toujours d'apparence lisses	4 à 6
	3	Petite brise	Grandes vaguelettes. Les crêtes commencent à déferler. Ecume d'aspect vitreux. Parfois quelques moutons épars	7 à 10
	4	Jolie brise	Petites vagues devenant plus longues, moutons assez fréquents	11 à 15
	5	Bonne brise	Vagues modérées longues, moutons et éventuellement embruns	16 à 21
Swell : <i>Houle</i>	0 pas de houle ; 1 présence de houle ; 2 houle gênante			
Turbidity <i>Turbidité/transparence</i>	0 - eau claire : objets/animaux visibles à plusieurs mètres sous la surface 1 - eau moyennement claire : objets/animaux visibles juste sous la surface 2 - eau turbide (ex zone vaseuse) : objets/animaux visibles seulement en surface 9 - turbidité inconnue			
Glint (Sky glint) <i>réflexion des nuages</i>	0 - réflexion inexistante 1 - réflexion présente			
Glare: from/to <i>Eblouissement de..à..</i>	Utiliser les degrés (NB le nez de l'avion à 0°) avec l'éblouissement de..°/à..° ex. de 0° à 180° signifie que le côté droit est gêné par l'éblouissement ; de 330° à 30° signifie que la partie avant est gênée par l'éblouissement			
Glare severity <i>Intensité d'éblouissement</i>	A relever dans les 500 m de chaque côté sous l'avion 0 - aucun éblouissement 1 - léger : réverbération peu gênante 2 - moyen : réverbération pouvant gêner partiellement la détection 3 - fort : réverbération marquée très handicapante			
Glare under <i>Eblouissement dessous</i>	Présence de soleil sous l'avion (entre 70 et 90° de chaque côté), correspond souvent à une gêne lorsque le soleil est au zénith			
Cloud cover <i>Couverture nuageuse</i>	Utiliser le système des octas (i.e. complètement couvert = 8 ; dégagé = 0)			
Subjective conditions <i>Déteçtabilité</i>	Ceci revient aux observateurs qui estiment ensemble en fonction des paramètres relevés auparavant si leurs conditions générales d'observations par côtés sont : - <i>Excellentes (E)</i> : mer à 0 ou 1 et très bonne visibilité - <i>Good, bonnes (G)</i> : les paramètres sont bons pour détecter tous les animaux. - <i>Moyennes (M)</i> : pas très bons mais suffisamment corrects pour la détection. - <i>Pauvres (P)</i> : quand il paraît impossible de voir un petit cétacé sauf si il est bien démonstratif ou très proche. exemple par côté : <i>EE, GG, MM ou PP</i> , chaque côté peut avoir une qualité d'observation différente : <i>EG, GM, MG, PM...</i> On indique également : <i>Land (LL)</i> : lorsque l'on survole la terre (ex. une île !) et <i>Exceptionnel (X)</i> : circonstances exceptionnelles, lorsqu'un observateur ne peut pas suivre son effort d'observation (ex. malade) – Il sera aussi utilisé quand on stoppe l'effort en cas de brouillard ou pluie. note: Le navigateur doit remettre les conditions dès que l'effort d'observation est repris après avoir passé la terre ou un nuage de pluie.			
Commentaires	rentrera sans s'étaler : RAIN, FOG, CLOUD (si bas), passage sur une île donnée, problèmes...			

ANNEXE 3 : CODES ET PARAMETRES DES OBSERVATIONS

Species <i>Espèces</i>	Entrer le code espèce suspecté. Les codes sont basés sur les 3 premières lettres du genre et espèce en nom latin (Cf. Table). Concerne aussi les bateaux, déchets,...
Pod size <i>Taille des groupes</i>	Entrer le nombre d'individus (jeunes inclus). Au-delà de 10 individus, il s'agira d'une estimation. Eventuellement préciser s'il y a des sous-groupes en commentaires
Angle (bandes)*	Concerne l'angle relevé par inclinomètre. Mesurer l'angle au degré près, au plus proche de l'animal (ou au milieu du groupe) lorsqu'il passe dans la perpendiculaire de l'avion. Si l'animal a plongé avant, évaluer l'endroit où il serait dans le travers afin de mesurer l'angle. Utiliser la graduation de gauche de l'inclinomètre (horizon=0° et sous l'avion=90°). A 600 pieds un angle de 45° correspond à 183m, et 20° correspond à 502m. <i>Ne pas arrondir et garder l'inclinomètre constamment dans sa main pour être efficace rapidement.</i> *Pour les oiseaux avec la bande de 200 m, consigner : 1 en vol ; 3 : posé ; (éventuellement 2 : hors bande) *Pour les bateaux dans la bande de 500 m : 1 dans la bande
Age	Pour certaines espèces d'oiseaux comme les fous et goélands : J : juvénile, I : Immature, A : Adulte et groupes avec âges mixtes : M. si Age non connu et non relevé : « NA »
Cue <i>Détection, signal visuel</i>	Qualifie ce qui a réellement permit de détecter les mammifères marins, Entrer le code approprié : U individu vu dans l'eau sous la surface A individu vu en surface 2 splash (éclaboussures) 3 souffle 4 saut 5 bateau/engin pêche/DCP 6 Empreinte laissée en surface par grand cétacé (slick) 7 Oiseaux 8 Autre faune associée (ex. poissons) 9 Autre, préciser dans les commentaires si Cue non connu et non relevé : « NA »
Behaviour <i>Comportement</i>	Donner le code se rapportant au comportement qui a dominé durant l'observation. SW nage normale MI nage sans direction particulière (milling) BR saute (breaching) LO immobile en surface (logging) FE se nourrit (feeding) : pour animaux sur des chasses FA Multi-Specific Feeding Agregation : association d'espèces en chasse SB Suivi de Bateau de pêche (en alimentation probable) OT Autre, préciser dans les commentaires
Swim dir. <i>Direction de nage</i>	Entrer la direction de nage suivie par les animaux. Indiquer l'angle de gisement, le 360 étant la direction suivie par l'avion : 360° indique que l'animal se dirige dans le même sens que l'avion (↑); 90° indique que l'animal se dirige de la gauche vers la droite (→); 180° indique que l'animal se dirige en sens inverse (↓); et 270° indique que l'animal se dirige de la gauche vers la droite (←).
Calves <i>Jeunes</i>	Pour les cétacés, indiquer le nombre de jeunes. Dans un groupe, estimer les jeunes en fonction de la taille des adultes et du comportement. Si pas de jeunes entrer 0.
Comments <i>Commentaires</i>	Préciser toutes les informations qui peuvent aider à en savoir plus sur l'observation et la qualité des données. Si une espèce est fortement suspectée noter « son code + PROBABLE ». Résumer le commentaire. ex : taille espèce, couleur, comportement... surtout si non identifiée.

ANNEXE 4 : CODES ESPECES ET OBJETS

CODES MAMMIFERES MARINS

CODE	Name	Latin name	nom_fr	Family
CETSPP	Cetacea		Cetace ind.	Cetacea
LARCET	Large Cetacea		Grand cetace ind.	Cetacea
MEDCET	Medium Cetacea		Moyen cetace ind.	Cetacea
SMACET	Small Cetacea		Petit cetace ind.	Cetacea
BALSPP	Balaenopterid sp.	<i>Balaenopteridae sp.</i>	Rorqual ind.	Baleinopteridae
BALACU	Minke whale	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Petit rorqual	Baleinopteridae
BALPHY	Fin whale	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorqual commun	Baleinopteridae
MEGNOV	Humpback Whale	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleine à bosse	Baleinopteridae
PHYMAC	Sperm whale	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalot macrocephale	Physeteridae
KOGSPP	Pygmy / Dwarf sperm whale	<i>Kogiidae sp.</i>	Kogiide ind.	Kogiidae
PHOPHO	Harbour porpoise	<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	Phocoenidae
DELSPP	Delphinid sp.	<i>Delphinidae sp.</i>	Delphinide ind.	Delphinidae
STEDEL	Striped dolphin / Common dolphin	<i>Stenella coeruleoalba / Delphinus delphis</i>	Dauphin bleu et blanc / commun	Delphininae
DELDEL	Common dolphin	<i>Delphinus delphis</i>	Dauphin commun	Delphininae
STECOE	Striped dolphin	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Delphininae
LARDEL	Large delphininae sp		Grand delphinine ind.	Delphininae
LAGALB	White-beaked dolphin	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	Laénorhynque à bec blanc	Delphininae
TURTRU	Bottlenose dolphin	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Delphininae
GRAGRI	Risso's dolphin	<i>Grampus griseus</i>	Dauphin de Risso	Globicephalinae
GLOMEL	Long-finned pilot whale	<i>Globicephala melas</i>	Globicephale noir	Globicephalinae
ORCORG	Killer whale	<i>Orcinus orca</i>	Orque	Globicephalinae
ZIPSPPP	Ziphiid sp. (Beaked whale)	<i>Ziphiidae sp.</i>	Baleine à bec ind.	Ziphiidae
ZIPCAV	Cuvier's beaked whale	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleine à bec de Cuvier	Ziphiidae
MESSPP	Mesoplodont whales sp	<i>Mesoplodon sp.</i>	Mesoplodon ind.	Ziphiidae
PHOCID	Seal sp	<i>Phocidae sp.</i>	Phoque ind.	Phocidae
HALGRY	Grey seal	<i>Halichoerus grypus</i>	Phoque gris	Phocidae
PHOVIT	Harbor seal	<i>Phoca vitulina</i>	Phoque veau-marin	Phocidae

CODES OISEAUX MARINS

CODE	Name	Latin name	French name	Family
ALCSPP	Auk sp (Razorbill, puffin)	<i>Alcidae sp</i>	Alcide ind.	Alcidae
ALCURI	Razobill or Guillemot	<i>Alca / Uria sp.</i>	Pingouin ou Guillemot	Alcidae
SULBAS	Gannet	<i>Morus bassana</i>	Fou de bassan	Sulidae
OCESPP	Storm-petrel sp	<i>Hydrobatidae sp</i>	Oceanite ind.	Hydrobatidae
FULGLA	Fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar boreal	Procellariidae
PUFSPP	Shearwater sp.		Puffin ind.	Procellariidae
LARSHE	Large shearwater sp.	<i>Calonectris / Ardenna sp</i>	Grand puffin ind.	Procellariidae
CALDIO	Cory's shearwater	<i>Calonectris diomedea</i>	Puffin cendre / Scopoli	Procellariidae
PUFGRA	Great shearwater	<i>Ardenna gravis</i>	Puffin majeur	Procellariidae
PUFGRI	Sooty shearwater	<i>Ardenna grisea</i>	Puffin fuligineux	Procellariidae
SMASHE	Small shearwater sp.	<i>Puffinus yelkouan / puffinus / mauretanicus</i>	Petit Puffin ind.	Procellariidae
CORMSP	Cormorant / shag sp	<i>Phalacrocorax sp</i>	Cormoran ind.	Phalacrocoracidae
CATSKU	Skua	<i>Catharacta skua</i>	Grand labbe	Stercorariidae
STERCO	Jaeger sp.	<i>Stercorarius sp</i>	Petit labbe ind.	Stercorariidae
LARSPP	Lariid unidentif.	<i>Laridae sp</i>	Laridé ind.	Laridae
LARGUL	Gull sp	<i>Larus sp</i>	Grand goeland ind.	Laridae
BLAGUL	Large black gull sp	<i>L. marinus / fuscus</i>	Goeland noir ind.	Laridae
LARMAR	Great black-backed gull	<i>Larus marinus</i>	Goeland marin	Laridae
LARFUS	Lesser black-backed gull	<i>Larus fuscus</i>	Goeland brun	Laridae
GREGUL	Large black gull sp	<i>L. argentatus / michahellis</i>	Goeland gris ind.	Laridae
LARCAN	Common gull	<i>Larus canus</i>	Goeland cendre	Laridae
SMAGUL	Small gull sp	Small Laridae sp	Mouette ind.	Laridae
LARRID	Black-headed gull	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Laridae
LARMEL	Mediterranean gull	<i>Ichthyophaga melanocephalus</i>	Mouette melanocephale	Laridae
RISTRI	Kittiwake gull	<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	Laridae
LARMIN	Little gull	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	Mouette pygmée	Laridae
STESPP	Tern sp.	<i>Sterna sp</i>	Sterne ind.	Sternidae
ANATID	Anatid sp	<i>Anatidae sp</i>	Anatide ind.	Anatidae
MELSPP	Scoter sp.	<i>Melanitta sp.</i>	Macreuse ind.	Anatidae
MELNIG	Black scoter	<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	Anatidae
MELFUS	White-winged scoter	<i>Melanitta fusca</i>	Macreuse brune	Anatidae
MERSPP	Merganser sp	<i>Mergus sp</i>	Harle ind.	Anatidae
BRABER	Brent Goose	<i>Branta bernicla</i>	Bernache cravant	Anatidae
GAVSPP	Diver sp	<i>Gavia sp</i>	Plongeon ind.	Gaviidae
PODSPP	Grebe sp	<i>Podiceps sp</i>	Grebe ind.	Podicipedidae
ARDSPP	Heron sp	<i>Ardea sp</i>	Heron ind.	Ardeidae
LIMICO	Shorebird unidentif.		Limicole ind.	Shorebird
RAPSPP	Bird of prey unidentif.	<i>Falconiformes sp</i>	Rapace ind.	Bird of prey
BIRSPP	Unidentified Bird		Oiseau ind.	Other bird
LANBIR	Land Bird		Oiseau terrestre ind.	Other bird

CODES AUTRES ESPECES

CODE	Name	Latin name	French name	Family
CHESPP	Hard-shelled seaturtle	Cheloniidae sp	Tortue a ecailles ind.	Turtle
DERCOR	Leatherback turtle	Dermochelys coriacea	Tortue luth	Turtle
FISH	Fish sp		Poisson ind.	Fish
SMAFIS	Small Fish sp		Petit poisson ind.	Fish
LARFIS	Large Fish sp		Grand poisson ind.	Fish
RAYSP	Ray sp	Ray spp	Raie ind.	Elasmobranchii
DASSPP	Stingray spp	Dasyatis sp	Raie pastenague ind.	Elasmobranchii
MOBMOB	Giant devil ray	Mobula mobular	Raie diable de mer	Elasmobranchii
SHARK	Shark sp	Selachimorpha	Requin ind.	Elasmobranchii
CETMAX	basking shark	Cetorhinus maximus	Requin pelerin	Elasmobranchii
LAMNAS	Porbeagle	Lamna nasus	Requin-taupe commun	Elasmobranchii
PRIGLA	Blue shark	Prionace glauca	Requin peau-bleue	Elasmobranchii
MOLMOL	Sunfish	Mola mola	Poisson lune	Fish
THUSPP	Tuna / Bonito	Thunnus spp. / Sarda spp.	Thon / Bonite	Fish
XIPGLA	Swordfish, sailfish, marlin	Xiphiidae / Istiophoridae	Espadon / Marlin / Voilier	Fish
EXOCET	Flying fish sp	Exocetus spp	Exocet ind.	Fish
PLANCT	Plankton	Plankton	Plancton	Plankton
JELLY	Jelly fish	Cnidaria	Meduse ind.	Cnidaria
OTHER	Other sighting		Autre observation	Other

CODE	Name	Latin name	French name	Family
DEADMM	Dead marine mammal	Mortem Mammalia	Oiseau mort	-
DEADBI	Dead bird	Mortem Aves	Mammifere marin mort	-

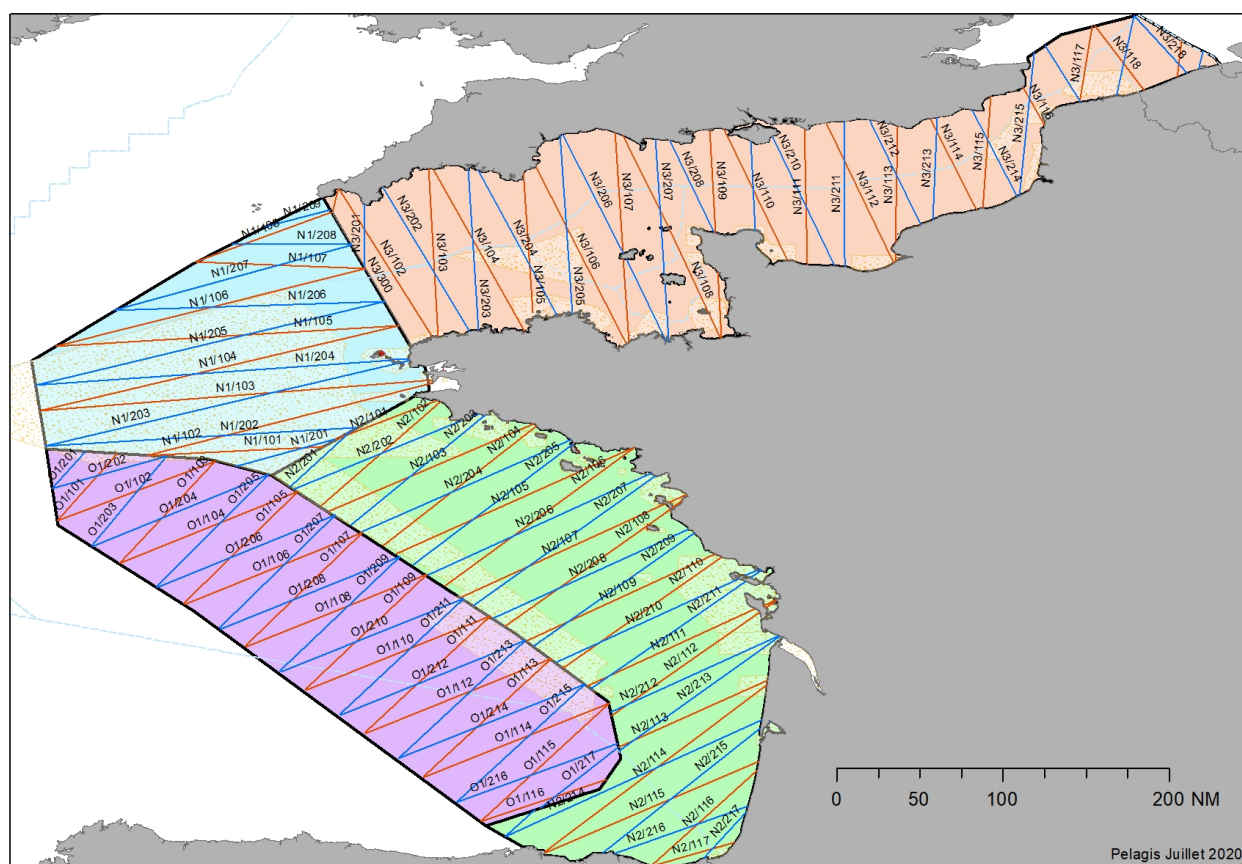
CODES AUTRES OBJETS

CODE	Name	activity	French name	Kind
BOAT	Non identified ship		Bateau non identifié	Ship
ADMIBO	Administrative boat (navy, custom, coast guard)	Administrative vessel	Bateau de l'Etat (douanes, marine)	Ship
RESCUB	Rescue vessel	Administrative vessel	Bateau de secours	Ship
RESEBO	Research vessel	Service	Navire scientifique	Ship
SERVBO	service boat (wind farm, port...)	Service	Bateau de maintenance, service	Ship
CARGOB	Merchant ship ind.	Transport	Bateau transport marchandise	Ship
CONTBO	containership	Transport	Porte container	Ship
BULKBO	Bulk ship	Transport	Vraquier (granulat, céréales..)	Ship
TANKER	Gaz, oil ship	Transport	Pétrolier, chimiquier, gazier	Ship
FERRYB	Ferry	Transport	Ferry	Ship
CRUIBO	Cruise ship	Transport	Bateau de croisière	Ship
MOTOBO	Small motor boat	Recreational boating	Bateau à petit moteur	Ship
PLEABO	Non identified Pleasure boat	Recreational boating	Bateau de plaisance ind.	Ship
SAILBO	Sailing boat	Recreational boating	Bateau de plaisance à voile	Ship
FISHBO	Fishing boat (professional)	Fishing activity	Bateau de pêche pro	Ship
TRAWLB	Trawler	Fishing activity	Bateau chalutier	Ship
PATRAB	Pair trawler	Fishing activity	Bateau chalutier en boeuf	Ship
SEINBO	Seiner	Fishing activity	Bateau senneur, bolincheur	Ship
PASSBO	Boat using for Passive fishing gear unidentified	Fishing activity	Bateau art dormant ind. (fileyeur, caseyeur)	Ship
NETBO	Gill-netter	Fishing activity	Bateau fileyeur	Ship
CANOBO	Small traditional fishing boat	Fishing activity	Petit bateau de pêche artisanale	Ship
POTBO	Pot vessel	Fishing activity	Bateau caseyeur	Ship
LONGBO	Longliner	Fishing activity	Bateau palangrier	Ship
BUOY	Fishing buoy, setnet	Fishing activity	Bouée de pêche	Buoy
FISHFA	Fishing farm	Fishing activity	Ferme aquacole	Other

TRASH	Non identified Trash		Déchet non déterminé	Trash
PLASTR	Plastic trash		Déchet plastique	Trash
FISHTR	Fishing trash (net part, rope, adrift buoy...)		Déchet de pêche (filet, bout, bouée à la dérive)	Trash
POLYTR	Polystyrene trash		Déchet polystyrene	Trash
IRONTR	Iron or Metal trash		Déchet en fer ou métal	Trash
OIL	Oil slick		Déchet hydrocarbure (nappe)	Trash
WOODTR	Unnatural wood		Déchet bois (non naturel)	Trash

ANNEXE 5 : ECHANTILLONNAGE CAMPAGNE SAMM 2 HIVER – ATLANTIQUE & MANCHE

Secteur/Strate		Surface	Effort (km)	HDE	Total HDV
Atlantique	Plateau nord	55 106	3292	20	30
	Plateau sud	95 132	5826	35	45
	Océanique	81 135	4911	30	40
Manche	Plateau	91 312	5551	35	45
Total		322 685	19 580	120	160



REFERENCES

- BUCKLAND, S. T., ANDERSON, D. R., BURNHAM, H. P., LAAKE, J. L., D.L., B. & THOMAS, L. 2001. Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations, Oxford., Oxford University Press.
- CAMPHUYSEN, C. J., FOX, A. D., LEOPOLD, M. F. & KRAG PETERSEN, I. 2004. Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.
- CERTAIN, G. & BRETAGNOLLE, V. 2008. Monitoring seabirds population in marine ecosystem: The use of strip-transect aerial surveys. *Remote Sensing of Environment*, 112, 3314-3322.
- CERTAIN, G., RIDOUX, V., VAN CANNEYT, O. & BRETAGNOLLE, V. 2008. Delphinid spatial distribution and abundance estimates over the shelf of the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 65, 656-666.
- DEAN, B. J., WEBB, A., MCSORLEY, C. A. & REID, J. B. 2003. Aerial survey of UK inshore areas for wintering seaduck, divers and grebes: 2000/01 and 2001/02. . In: REPORT, J. (ed.) No. 333. .
- HAMMOND P., MACLEOD K., BERGGREN P., BORCHERS D.L., BURT L., CAÑADAS A., DESPORTES G., DONOVAN G, GILLES A., GILLESPIE D., GORDON J., HIBY L., KUKLIK I, LEAPER R., LEHNERT K., LEOPOLD M., LOVELL P., ØIEN N., PAXTON G, RIDOUX V., ROGAN E., SAMARRA F., SCHEIDAT M., SEQUEIRA M., SIEBERT U., SKOV H., SWIFT R., TASKER M.L., TEILMANN J., VAN CANNEYT O., VÁZQUEZ J.A. 2013. Cetacean abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological conservation* 164 : 107-122.
- HAMMOND, P., LACEY, C., GILLES, A., VIQUERAT, S., BÖRJESSON, P., HERR, H., MACLEOD, K., RIDOUX, V., SANTOS, M.B., SCHEIDAT, M., TEILMANN, J., VINGADA, J., ØIEN, N., 2017. Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. Preliminary report. 40pp.
- HIBY, L. 1999. The objective identification of duplicate sightings in aerial survey for porpoise. In: GARNER, G. W., AMSTRUP, S. C., LAAKE, J. L., MANLY, B. F. J., MCDONALD, L. L. & ROBERTSON, D. G. (eds.) *Marine Mammal Survey and Assessment Methods*. Netherlands: Balkema.
- HIBY, L. & LOVELL, P. 1998. Using aircraft in tandem formation to estimate abundance of harbour porpoise. *Biometrics*, 54, 1280-1289.
- LAMBERT, C., LARAN, S., DAVID, L., DORÉMUS, G., PETTEX, E., VAN CANNEYT, O. & RIDOUX V. 2017a. How does the ocean seasonality drive the habitat preferences of highly mobile top predators ? Part I: the north-western. Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*.
- LAMBERT, C., MANNOCCI, L., LEHODEY, P., AND RIDOUX, V. (2014). Predicting Cetacean Habitats from Their Energetic Needs and the Distribution of Their Prey in Two Contrasted Tropical Regions. *PLoS One* 9(8), e105958. doi: 10.1371/journal.pone.0105958.
- LAMBERT, C., PETTEX, E., DORÉMUS, G., LARAN, S., STEPHAN, O., VAN CANNEYT, O., & RIDOUX V. 2017b. How does the ocean seasonality drive the habitat preferences of highly mobile top predators ? Part II: the eastern North Atlantic. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*.
- LARAN, S., DOREMUS, G., FALCHETTO, H., MANOCCI, L., VAN CANNEYT, O., WATREMEZ, P. & RIDOUX, V. 2011. Progress of the REMMOA aerial surveys conducted in the french EEZ and adjacent waters: south-west Indian Ocean and french polynesia. Paper SC/63/E10 presented at the Scientific Committee meeting of the International Whaling Commission, June 2011, Tromso, Norway. LARAN S., VAN CANNEYT O., DOREMUS G., MASSART W., RIDOUX V., WATREMEZ P. 2013. Distribution et abondance de la mégafaune marine en Polynésie Française. Rapport final REMMOA - CRMM/ULR pour l'Agence des aires marines protégées.
- LARAN S., DOREMUS G., MANNOCCI L., VAN CANNEYT O., WATREMEZ P., CADINOUCHE A., DULAU-DROUOT V., MAYER F.X., MONTHY D., ANDRIANARIVELO N., RAZAFINDRAKOTO Y., TOILIBOU A. & RIDOUX V. 2012. Progress of the REMMOA aerial surveys conducted in the French EEZ and adjacent waters: contrasted cetacean habitats in the southwest Indian Ocean. Report SC/64/E14 submitted to the Scientific Committee of the International Whaling Commission.
- LARAN S., VAN CANNEYT O., DOREMUS G., MANNOCCI L., RIDOUX V., WATREMEZ P. 2012. Distribution et abondance de la mégafaune marine dans le sud-ouest de l'océan indien tropical. Rapport final REMMOA - CRMM/ULR pour l'Agence des aires marines protégées.
- LARAN, S., VAN CANNEYT, O., DOREMUS, G., MASSART, W., RIDOUX, V., AND WATREMEZ, P. (2013). "Distribution et abondance de la mégafaune marine en Polynésie française. REMMOA- Polynésie. ", in: Rapport final pour l'Agence des Aires Marines Protégées.).
- LARAN, S., PETTEX, E., AUTHIER, M., BLANCK, A., DAVID, L., DOREMUS, G., FALCHETTO, H., MONESTIEZ, P., VAN CANNEYT, O., RIDOUX, V., 2017. Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters: Part I: the northwestern Mediterranean, including the Pelagos sanctuary. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141, 20-30.
- LARAN, S., AUTHIER, M., BLANCK, A., DORÉMUS, G., FALCHETTO, H., MONESTIEZ, P., PETTEX, E., STEPHAN, E., VAN CANNEYT, O., RIDOUX, V 2017b. Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters: Part II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141, 31-40. doi: 10.1016/j.dsr2.2016.12.012.
- LARAN, S., AUTHIER, M., VAN CANNEYT, O., DORÉMUS, G., WATREMEZ, P., AND RIDOUX, V. 2017c. A Comprehensive Survey of Pelagic Megafauna: Their Distribution, Densities, and Taxonomic Richness in the Tropical Southwest Indian Ocean. *Frontiers in Marine Science* 4(139). doi: 10.3389/fmars.2017.00139.
- MANNOCCI, L., CATALOGNA, M., DORÉMUS, G., LARAN, S., LEHODEY, P., MASSART, W., MONESTIEZ, P., VAN CANNEYT, O., WATREMEZ, P., RIDOUX, V. 2014. Predicting cetacean and seabird habitats across a productivity gradient in the South Pacific gyre. *Progress in Oceanography* 120 383–398.

- MANNOCCI L., LARAN S., MONESTIEZ P., DORÉMUS G., VAN CANNEYT O., WATREMEZ P. & RIDOUX V. 2013. Predicting top predator habitats in the Southwest Indian Ocean *Ecography* 36: 001–018
- MANNOCCI L., MONESTIEZ P., BOLAÑOS-JIMÉNEZ J., DORÉMUS G., JERÉMIE S., LARAN S., RINALDI R., VAN CANNEYT O., RIDOUX V. 2013. Megavertebrate communities from two contrasting ecosystems in the western tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems* 111–112:208–222
- MARQUES, F. F. C. & BUCKLAND, S. T. 2004. Covariate models for the detection function. In: BUCKLAND, S. T., ANDERSON, D. R., BURNHAM, H. P., LAKE, J. L., BORCHERS, D. L. & THOMAS, L. (eds.) *Advanced Distance Sampling*. New York: Oxford.
- RIDOUX, V., CERTAIN, G., DORÉMUS, G., LARAN, S., VAN CANNEYT, O. & WATREMEZ, P. 2010. Mapping diversity and relative density of cetaceans and other pelagic megafauna across the tropics: general design and progress of the REMMOA aerial surveys conducted in the French EEZ and adjacent waters. Report SC/62/E14 submitted to the Scientific Committee of the International Whaling Commission.
- SCANS 2006. Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea (SCANS-II). . Final Report of the project LIFE04NAT/GB/000245.
- THOMAS, L., LAKE, J. L., REXSTAD, E., STRINDBERG, S., MARQUES, F. F. C., BUCKLAND, S. T., BORCHERS, D. L., ANDERSON, D. R., BURNHAM, H. P., BURT, M. L., HEYDLEY, S. L., POLLARD, J. H., BISHOP, J. R. B. & MARQUES, T. A. 2009. Distance 6.0. Release "2". . In: ASSESSMENT, R. U. F. W. P. (ed.). University of St. Andrews, UK: <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.
- VAN CANNEYT, O., CERTAIN, G., DORÉMUS, G., LARAN, S., RIDOUX, V., BOLAÑOS, J., JÉRÉMIE, S. & WATREMEZ, P. 2010a. Distribution et abondance des Mammifères marins et autre Mégafaune marine en Guyane française. Rapport pour l'Agence des Aires Marines Protégées.
- VAN CANNEYT, O., DORÉMUS, G., CERTAIN, G., RIDOUX, V., JÉRÉMIE, S., RINALDI, R. & WATREMEZ, P. 2009. Distribution et abondance des Cétacés dans la Zone Economique Exclusive des Antilles françaises par observation aérienne. Rapport pour l'Agence des Aires Marines Protégées.
- VAN CANNEYT, O., DOREMUS, G., FALCHETTO, H., LARAN, S., RIDOUX, V., AND WATREMEZ, P. 2011. "Distribution et abondance de la mégafaune marine en Polynésie française", in: Rapport intermédiaire pour l'Agence des Aires Marines Protégées.).
- VAN CANNEYT, O., DORÉMUS, G., LARAN, S., RIDOUX, V., AND WATREMEZ, P. 2015. "REMMOA Nouvelle-Calédonie Wallis et Futuna: Rapport de campagne ", in: Rapport intermédiaire pour l'Agence des Aires Marines Protégées.).
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, H.P., Laake, J.L., D.L., B., and Thomas, L. (2001a). *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford.: Oxford University Press.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, H.P., Laake, J.L., D.L., B., and Thomas, L. (2001b). *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford: Oxford University Press.
- Camphuysen, C.J., Fox, A.D., Leopold, M.F., and Krag Petersen, I. (2004). "Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K", in: *Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.*).
- Certain, G., and Bretagnolle, V. (2008). Monitoring seabirds population in marine ecosystem: The use of strip-transect aerial surveys. *Remote Sensing of Environment* 112(8), 3314-3322.
- Certain, G., Ridoux, V., Van Canneyt, O., and Bretagnolle, V. (2008). Delphinid spatial distribution and abundance estimates over the shelf of the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science* 65(4), 656-666.
- Dean, B.J., Webb, A., McSorley, C.A., and Reid, J.B. (2003). "Aerial surveys of UK inshore areas for wintering seaduck, divers and grebes: 2000/01 and 2001/02. ", in: No. 333. . (ed.) J. Report.).
- Hiby, L. (1999). "The objective identification of duplicate sightings in aerial survey for porpoise," in *Marine Mammal Survey and Assessment Methods*, eds. G.W. Garner, S.C. Amstrup, J.L. Laake, B.F.J. Manly, L.L. McDonald & D.G. Robertson. (Netherlands: Balkema), 179.
- Lambert, C., Mannocci, L., Lehodey, P., and Ridoux, V. (2014). Predicting Cetacean Habitats from Their Energetic Needs and the Distribution of Their Prey in Two Contrasted Tropical Regions. *PLoS One* 9(8), e105958. doi: 10.1371/journal.pone.0105958.
- Laran, S., Authier, M., Van Canneyt, O., Dorémus, G., Watremez, P., and Ridoux, V. (2017). A Comprehensive Survey of Pelagic Megafauna: Their Distribution, Densities, and Taxonomic Richness in the Tropical Southwest Indian Ocean. *Frontiers in Marine Science* 4(139). doi: 10.3389/fmars.2017.00139.
- Laran, S., Van Canneyt, O., Dorémus, G., Massart, W., Ridoux, V., and Watremez, P. (2013). "Distribution et abondance de la mégafaune marine en Polynésie française. REMMOA- Polynésie. ", in: *Rapport final pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*).
- Mannocci, L., Catalogna, M., Dorémus, G., Laran, S., Lehodey, P., Massart, W., et al. (2014). Predicting cetacean and seabird habitats accross a productivity gradient in the South Pacific gyre. *Progress in Oceanography* in press.

- Mannocci, L., Monestiez, P., Bolaños-Jiménez, J., Dorémus, G., Jérémie, S., Laran, S., et al. (2013). Megavertebrates communities from two contrasting ecosystems in the western tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems* In Press.
- Marques, F.F.C., and Buckland, S.T. (2004). "Covariate models for the detection function," in *Advanced Distance Sampling*, eds. S.T. Buckland, D.R. Anderson, H.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers & L. Thomas. (New York: Oxford), 31-47.
- Ridoux, V., Certain, G., Dorémus, G., Laran, S., Van Canneyt, O., and Watremez, P. (2010). "Mapping diversity and relative density of cetaceans and other pelagic megafauna across the tropics: general design and progress of the REMMOA aerial surveys conducted in the French EEZ and adjacent waters", in: *Report SC/62/E14 submitted to the Scientific Committee of the International Whaling Commission.*
- SCANS (2006). "Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea (SCANS-II). ", in: *Final Report of the project LIFE04NAT/GB/000245.*
- Thomas, L., Buckland, S.T., Rexstad, E., Laake, J.L., Strindberg, S., Hedley, S.L., et al. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47, 5-14.
- Van Canneyt, O., Certain, G., Dorémus, G., Laran, S., Ridoux, V., Bolaños, J., et al. (2010a). "Distribution et abondance des Mammifères marins et autre Mégafaune marine en Guyane française", in: *Rapport pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*
- Van Canneyt, O., Dorémus, G., Certain, G., Ridoux, V., Jérémie, S., Rinaldi, R., et al. (2009a). "Distribution et abondance des Cétacés dans la Zone Economique Exclusive des Antilles françaises par observation aérienne", in: *Rapport final pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*
- Van Canneyt, O., Dorémus, G., Certain, G., Ridoux, V., Jérémie, S., Rinaldi, R., et al. (2009b). "Distribution et abondance des Cétacés dans la Zone Economique Exclusive des Antilles françaises par observation aérienne", in: *Rapport pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*
- Van Canneyt, O., Dorémus, G., Falchetto, H., Laran, S., Ridoux, V., and Watremez, P. (2011). "Distribution et abondance de la mégafaune marine en Polynésie française", in: *Rapport intermédiaire pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*
- Van Canneyt, O., Dorémus, G., Laran, S., Ridoux, V., and Watremez, P. (2010b). "Distribution et abondance de la mégafaune marine dans le sud-ouest de l'océan Indien tropical", in: *Rapport intermédiaire pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*
- Van Canneyt, O., Dorémus, G., Laran, S., Ridoux, V., and Watremez, P. (2015). "REMMOA Nouvelle-Calédonie Wallis et Futuna: Rapport de campagne ", in: *Rapport intermédiaire pour l'Agence des Aires Marines Protégées.*