Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine

SAMM II Méditerranée Hiver 2019

Rapport de campagne
Mai 2019

Auteurs
Sandrine Serre, Léa David, Nathalie Di-Méglio, Ghislain Dorémus, Sophie Laran, Jérôme Spitz et Olivier Van Canneyt

Observateurs
Ariane Blanchard, Thomas Barreau, Vincent Bretille, Marc Duvilla, Marie Pellé et Thierry Sanchez

Soutiens AFB
Benjamin Guichard et Boris Daniel

Observatoire PELAGIS - UMS 3462
Université de La Rochelle - CNRS
Pôle Analytique - 5 allées de l'Océan
17 000 La Rochelle – France
pelagis@univ-lr.fr
http://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS 2
AVANT PROPOS 3

1. INTRODUCTION 4
1.1. Contexte Méditerranéen 4
1.2. Objectifs principaux de SAMM II Méditerranée hiver 10

2. METHODOLOGIE 11
2.1. Protocole d'observation 11
2.2. Stratégie d'échantillonnage 13
2.3. Equipes d'observateurs 14
2.4. Equipement aéronautique 14

3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE MEDITERRANEE HIVER 2019 15
3.1. Bilant opérationnel 15
3.2. Echantillonnage et effort 17
3.3. Bilan des heures de vol 19

4. RESULTATS PRELIMINAIRES 20
4.1. Effort d'observation et conditions 20
4.2. Les observations de mammifères marins 21
4.3. Les observations d'oiseaux marins 28
4.4. Les observations de tortues marines, d'élasmobranches et de grands poissons pélagiques 35
4.5. Les observations de macro-déchets flottants 40
4.6. Les observations de bateaux et de bouées de pêche 42
4.7. Le déploiement du prototype STORMM 44

5. SYNTHESE 45
LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES 46
REFERENCES 49

Citation du document :

Sandrine Serre, Léa David, Nathalie Di-Méglio, Ghislain Dorémus, Sophie Laran, Jérôme Spitz, et Olivier Van Canneyt. 2019. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. Rapport de campagne SAMM -II Méditerranée Hiver - 2019. Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Agence française pour la Biodiversité. 52 pp.

Crédits page de garde :

Photographies page de garde : Vincent Bretille, Nathalie Di-Méglio, Marc Duvilla, et Olivier Van Canneyt

REMERCIEMENTS

Cette campagne n'a été possible que par l'action de nombreuses institutions et personnes que nous souhaitons citer et remercier, notamment l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) à l'initiative de ce programme et ayant assuré la totalité de son financement et en particulier Benjamin GUICHARD responsable du projet.

De nombreuses institutions ont aidé à l'accomplissement de cette mission notamment l'antenne Méditerranée de l'AFB : Boris DANIEL et Céline MAURER ; le centre des opérations et la Préfecture Maritime de Méditerranée : Céline VASCHETTI et le Capitaine de Frégate François MAUREL.

Cette campagne a été mise en œuvre avec la participation sur le terrain d'ECOOCEAN Institut (Léa DAVID et Nathalie DI MEGLIO), association impliquée dans l'étude et la conservation de la mégafaune marine de Méditerranée, ayant participé aux précédentes campagnes (SAMM 1 2011-2012 et ASI 2018).

Cette campagne n'aurait pu avoir lieu sans l'investissement et la disponibilité de tous les observateurs : Thomas BARREAU, Ariane BLANCHARD (ULR), Vincent BRETILLE (ULR), Marc DUVILLA (LPO Normandie), Marie PELLE (Pole Air) et Thierry SANCHEZ (ULR).

De même, elle n'aurait pu se conduire sans les compétences et le professionnalisme de l'ensemble du personnel technique aéronautique de PIXAIR SURVEY coordonné par Pierre CHEVE et Jean-Jérôme HOUDAILLE (pilotes) : Thomas NEDELLEC (pilote), Quentin MARBOTTE (pilote), ainsi que les équipes à Rouen qui ont assuré l'entretien mécanique des appareils et notamment Christian MORALES.

Merci également à la société HYTECH IMAGING (Marc LENNON et Nicolas THOMAS) pour le déploiement du prototype STORMM au cours de cette campagne et en vue d'un déploiement systématique sur les futures campagnes aériennes.

AVANT PROPOS

En France métropolitaine, la conservation de la biodiversité marine encadrée par plusieurs directives européennes, dont la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), la Directive « Habitats, Faune, Flore » et la Directive « Oiseaux », concerne les habitats marins inclus dans la Zone Economique Exclusive ou la Zone de Protection Ecologique (ZPE). 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.

L'Agence Française pour la Biodiversité a pour mission d'appuyer la mise en œuvre des directives européennes, de la stratégie nationale de création et de gestion des aires marines protégées et des politiques mises en œuvre pour la conservation et la gestion du milieu marin en France métropolitaine et en outre-Mer. Ainsi à l'instar des milieux aquatiques et terrestres, l'Agence française pour la biodiversité contribue à la surveillance des milieux dans le cadre de l'appui aux politiques publiques mais aussi à l'acquisition de connaissances. Ainsi la France s'est engagée à assurer l'acquisition de connaissance sur la mégafaune marine au large et, à terme, en assurer la surveillance par le déploiement de campagnes de Survols Aériens de la Mégafaune Marine (SAMM) tous les six ans sur les 3 façades métropolitaines (Atlantique, Manche-Mer du Nord, Méditerranée Occidentale). Chaque campagne couvre l'intégralité d'une façade et collecte des données sur les oiseaux marins, les mammifères marins, les tortues marines et les déchets. Ces données alimentent les évaluations des directives européennes et différents descripteurs de la DCSMM (Biodiversité – D1, Déchets – D10).

Ces campagnes sont coordonnées par l'UMS 3462 - Observatoire PELAGIS (Université de La Rochelle et CNRS), qui assure par ailleurs le pilotage de la thématique « Mammifères marins » du Descripteur 1 « Biodiversité » de la DCSMM (Spitz *et al.*, 2018). Ainsi l'Observatoire PELAGIS est en charge de l'évaluation du Bon Etat Ecologique qui repose sur un programme de surveillance dont les campagnes SAMM sont un des piliers (Van Canneyt *et al.*, 2014). Ce dispositif de suivi contribue à l'évaluation de l'état des populations en mer de cétacés et d'oiseaux marins et à la recherche d'indicateurs pertinents pour l'étude des espèces mobiles. C'est aussi un outil majeur pour la recherche scientifique sur ces thématiques, la première campagne SAMM a donné lieu à une riche valorisation dont plus d'une vingtaine de contributions scientifiques dans des conférences et revues internationales.

Ce projet s'inscrit également dans un cadre général de recherche sur la compréhension de l'utilisation des ressources marines par les grands vertébrés et l'impact des pressions anthropiques sur la dynamique de la biodiversité dans les océans. Ce projet en produisant des données et connaissances nouvelles contribue ainsi à la connaissance et aux recherches sur la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes marins.

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE MEDITERRANEEN

Bien que la Méditerranée ne représente que 0.7 % de la surface océanique mondiale, elle est identifiée parmi les 25 « hotspots » de biodiversité marine (Les Notes du Plan Bleu, 2012[1]). Cependant, cette biodiversité doit faire face à d'importants changements. La Méditerranée nord-occidentale est l'habitat d'une communauté diversifiée et abondante de cétacés et d'oiseaux marins (Laran *et al.*, 2017; Pettex *et al.*, 2017). Cette partie inclut le Sanctuaire Pelagos qui a pour but d'assurer un état favorable de conservation des mammifères marins. Avec dix-huit espèces de cétacés présents au moins occasionnellement en Méditerranée nord-occidentale, huit d'entre elles sont considérées comme communes dans ces eaux (Laran *et al.*, 2012). Une multitude de facteurs pèsent sur elles et particulièrement l'augmentation croissante de pressions anthropiques. Les principales menaces sur ces espèces ainsi que leur environnement sont liées à l'industrialisation et l'urbanisation côtière, le changement climatique, les prises accidentelles dans les filets de pêche, le dérangement par le whale-watching, la pollution, le bruit sous-marin, les sonars militaires et l'exploration sismique (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2008). Il s'agit également d'une zone à haut risque de collisions à cause de la superposition spatiale entre les aires de présence des cétacés et les zones intenses de trafic maritime, principalement pour : le rorqual commun et le cachalot (Panigada *et al.*, 2006; Di-Meglio *et al.*, 2018; Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2008; David and Di-Meglio, 2010).

La Méditerranée est une mer semi-fermée, la composante majeure de la circulation des masses d'eau dans le Nord du bassin occidental se fait par le Courant Liguro-Provençal-Catalan. Ce courant se forme dans le golfe de Gênes par la réunion des courants qui coulent vers le Nord des deux côtés Est et Ouest de la Corse, il longe la pente du talus continental de la mer des Ligures à la mer Catalane en passant, généralement, le long du plateau continental du golfe du Lion. En contraste avec l'ensemble de la mer Méditerranée oligotrophe, la Méditerranée nord-Occidentale est caractérisée par une productivité élevée et marquée par la saisonnalité, qui induit une hétérogénéité spatio-temporelle des habitats (Lambert *et al.*, 2017).

- LES MAMMIFÈRES MARINS

En Méditerranée Nord-Occidentale, les deux espèces les plus abondantes sont le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), avec une abondance estimée à 2 500 individus en été et 1 000 en hiver ; ainsi que le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) avec une population estimée à 130 000 individus en été et 57 300 en hiver (Laran *et al.*, 2017; Panigada *et al.*, 2017). Toutes deux sont présentes à l'année avec des abondances plus faibles en hiver qu'en été (Lambert *et al.*, 2017).

[1] Les Notes du Plan Bleu, 2012. Ecosystèmes marins. *Environnement et Développement en Méditerranée*., N° 20 Avril 2012, 4p.

Ces résultats proviennent de la campagne aérienne SAMM I effectuée en 2011-2012, en Méditerranée nord-occidentale. Cette même campagne a également permis d'apporter davantage d'informations sur la distribution et l'abondance du dauphin de Risso (*Grampus griseus*) dont l'abondance est stable aussi bien en hiver qu'en été. Cependant un changement saisonnier dans l'habitat a été relevé : en hiver cette espèce est retrouvée vers le bas du talus continental (environ 2 000m de fond) et plutôt dans la partie sud du golfe du Lion alors qu'en été il a été observé plus au large au-delà de la strate océanique (Lanfredi et al., 2018). Auparavant connue pour être inféodée au talus continental (Bearzi *et al.*, 2010), on observe depuis une décennie au moins, un changement d'habitat et des groupes fréquentant aujourd'hui plutôt le large (Lanfredi et al., 2018).

Le rorqual commun en Méditerranée est génétiquement différent de celui qui évolue en Atlantique : ce statut particulier implique une grande attention envers cette espèce. Le statut de la sous-population méditerranéenne, étant donné son confinement et son environnement marin partiellement dégradé, a été récemment rétrogradé comme *Vulnérable* par l'UICN (Panigada and Notarbartolo-di-Sciara, 2012). Cette baleine est majoritairement retrouvée dans les eaux profondes du large, elle est présente dans le bassin Corso-Ligurien, le centre de la mer Tyrrhénienne, le Golfe du Lion et les eaux Catalanes qui constituent les aires méditerranéennes où les abondances de l'animal sont le plus élevées (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003).

Le dauphin bleu et blanc retrouvé dans les eaux du large, est particulièrement abondant dans la mer Ligure, le golfe du Lion, les eaux entre les Îles Baléares et la Péninsule Ibérique. Le dauphin bleu et blanc de Méditerranée est aussi distinct de son congénère de l'Atlantique, distinction basée sur des caractères morphologiques et génétiques (Gaspari et al., 2007 in (Notarbartolo-di-Sciara and Birkun, 2010). Le dauphin commun (*Delphinus delphis*) a une morphologie très semblable à celle du dauphin bleu et blanc, néanmoins, l'espèce est considérée comme rare ou absente de cette partie de la Méditerranée (Bearzi *et al.*, 2003).

A contrario, le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) montre des changements dans l'habitat qu'il fréquente entre les saisons. Il se rapproche des côtes en été pour la mise-bas et la croissance des petits, avec une préférence pour des eaux calmes et plus chaudes (Lambert *et al.*, 2017). A cette période, on le retrouve au niveau de l'archipel Toscan, l'est de la Corse et dans les eaux côtières de la Mer des Ligures. En hiver, cette espèce va vers les eaux du large lorsque les juvéniles peuvent suivre les adultes (Lambert *et al.*, 2017). S'il est présent toute l'année, il est cependant moins fréquent en hiver dans la partie nord de la Méditerranée Nord-Occidentale, du Golfe du Lion (Di-Méglio et al., 2015) à la mer Ligure et s'agrège plutôt au niveau des zones frontales de la mer des Baléares et de la mer Tyrrhénienne. Ainsi, le grand dauphin illustre la plasticité de cette espèce qui peut s'adapter aux changements des conditions. Son statut de conservation est *Vulnérable* dans la Liste Rouge de l'UICN (Bearzi *et al.*, 2012).

Le dauphin de Risso, le globicéphale noir (*Globicephala melas*) et le cachalot (*Physeter macrocephalus*) sont moins souvent rencontrés en Méditerranée nord-occidentale. Ces espèces ne semblent pas montrer de variation dans leur abondance entre les saisons selon les survols aériens (Lambert *et al.*, 2017). Une grande attention est portée à l'égard du Cachalot car l'espèce est évaluée *En danger* dans la Liste Rouge de l'UICN. Sa population en Méditerranée est isolée de celle d'Atlantique (Drouot *et al.*, 2004) et reste encore mal connue, estimée à 400 individus(intervalle de confiance 200-1000) entre les Baléares et le Nord de la Corse (Rendell *et al.*, 2014). Ce teutophage évolue préférentiellement au niveau de la plaine abyssale et des canyons sous-marins. Depuis une

décennie, des unités sociales, composées de femelles et de jeunes, sont observées en Méditerranée nord-occidentale en hiver et en été (Laran and Gannier, 2006, Di-Méglio et al., 2016).

Le dauphin de Risso, le globicéphale noir et la baleine à bec de Cuvier ont un statut IUCN *Données insuffisantes* à cause du manque d'informations portant sur leur biologie, distribution, structure de population et leur abondance en mer Méditerranée (Notarbartolo-di-Sciara and Birkun, 2010). Par ailleurs, le sténo ou dauphin à bec étroit (*Steno bredanensis*) est considéré comme visiteur dans le bassin occidental et fut observé aussi bien dans les eaux côtières qu'au large (Notarbartolo-di-Sciara and Birkun, 2010).

- LES TORTUES MARINES

Actuellement, 5 espèces de tortues marines sont connues en Méditerranée et toutes ont été observées en Méditerranée nord-occidentale : la tortue caouanne (*Caretta caretta*), la tortue verte (*Chelonia mydas),* la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii)*. Cependant les trois dernières espèces ne sont que très rarement rencontrées en Méditerranée nord-occidentales.

Seules deux espèces se reproduisent en Méditerranée et principalement dans le bassin oriental (Casale *et al.*, 2010) : la tortue caouanne et la tortue verte*.* Depuis 2002, plusieurs nidifications ponctuelles de tortue caouanne ont été observées dans le nord de la Méditerranée occidentale en France, en Italie et en Espagne (Bentivegna *et al*., 2010 ; Delaugerre & Cesarini, 2004 ; Margaritoulis *et al*, 2003). La Tortue caouanne est l'espèce la plus fréquente en Méditerranée et sa population est constituée pour moitié d'individus nés en Atlantique Nord et d'individus nés en Méditerranée (Laurent *et al*. 1998). Des études génétiques ont permis de mettre en évidence que les tortues originaires de Méditerranée et d'Atlantique utilisaient les mêmes aires d'alimentation (Carreras *et al.*, 2006). Le bassin occidental abrite des sites d'alimentation pour cette espèce à ses différents stades biologiques. Les plus connus sont situés dans le canal de Sicile, autour des îles Baléares, le bassin algéro-baléarique et le golfe de Gabès (Cardona *et al*.2005 ; Zbinden *et al*., 2008).

La deuxième espèce de tortue la plus présente en Méditerranée nord occidentale est la tortue luth. Cette espèce est observée tout au long de l'année (Pierpoint, 2000 ; Caminas, 1998), avec une diminution du nombre d'observations d'Ouest en Est (Bradai & El Abed, 1998), du fait notamment de l'éloignement par rapport à l'Atlantique (Casale *et al.*, 2003). Les individus observés sont des sub-adultes et adultes (Casale *et al.*, 2003) et proviennent des sites de ponte situes en Amérique du Sud (depuis le Costa Rica jusqu'en Colombie) et en Guyane française. Après avoir traversé le détroit de Gibraltar, ces individus sont observés en train de s'alimenter notamment dans la mer Alboran (Rojo-Nieto et al. 2011) et le golfe de Gabès (Karaa et al., 2013).

Par ailleurs, toutes ces espèces sont considérées comme *En danger* ou *En danger critique d'extinction* par l'UICN (Bearzi *et al.*, 2012) et menacées en Méditerranée par diverses activités anthropiques. Ainsi, les captures accidentelles dans les engins de pêche (filets, chaluts, palangres) sont la menace la plus importante pour les tortues comme le rapporte plusieurs études (Casale, 2011; Casale *et al.*, 2010) (Pierpoint, 2000 ; Margaritoulis, 2003). Enfin, les collisions avec les bateaux, les dégradations des sites de pontes, et l'ingestion de macro-déchets sont aussi responsables d'impacts négatifs sur les tortues de Méditerranée (Margaritoulis, 2003).

- LES OISEAUX MARINS

La Méditerranée nord-occidentale présente tout au long de l'année une grande diversité d'oiseaux marins dont la majorité sont des espèces endémiques ou des sous espèces méditerranéennes. La plupart des taxons montrent des variations saisonnières de leur densité et de leur répartition en mer, selon qu'ils utilisent la zone pour hiverner, pour s'y reproduire ou lors de leur migration (Pettex *et al.*, 2017 ; del Hoyo *et al*., 2010 ; Ruffray *et al*., 2014). En Méditerranée nord-occidentale Les plus fortes densités d'oiseaux marins en mer ont été enregistrées en hiver, campagne SAMM I (Pettex *et al.*, 2017) : plus de 160 000 oiseaux marins recensés en hiver contre seulement 70 000 en été. Le golfe du Lion y apparait comme la zone la plus importante pour les oiseaux marins. Ceci est confirmé par les études de Ruffray *et al*. (2014) et Garbé *et al*. (2015) qui répertorient, en période hivernale, 27 des 30 espèces d'oiseaux marins observés dans le golfe du Lion (hors espèces occasionnelles) appartenant à 9 familles : Gaviidés (plongeons arctique, imbrin et catmarin), Anatidés (macreuses noire et brune et eider à duvet), Procellaridés (puffin de Scopoli, puffin yelkouan, puffin des Baléares), Hydrobatidés (océanite tempête), Sulidés (fou de bassan), Phalacrocoracidés (grand cormoran, cormoran huppé), Alcidés (macareux moine, guillemot de Troïl, pingouin torda), Laridés (goélands leucophée, railleur et d'Audouin, mouettes mélanocéphale, rieuse, pygmée et tridactyle, sternes caugeck et pierregarin), Stercorariidés (grand labbe, labbe parasite). Ces études ont permis par ailleurs de préciser le statut de conservation, la phénologie, la distribution et les effectifs (nicheurs, abondance relative ou observations ponctuelles) des espèces fréquentant le golfe du Lion. Elles ont montré un gradient de diversité de la côte vers le large quelle que soit la saison et observé en hiver une richesse spécifique plus importante à la côte qu'au large.

Les oiseaux marins observés peuvent être divisés en trois catégories : les espèces qui utilisent principalement cette zone pour hiverner, pour s'y reproduire ou les espèces présentes toute l'année. Dans cette région, la famille la plus représentée en hiver, est celle des Laridés (86,2 %) (Pettex *et al.*, 2017). On y retrouve trois espèces de mouettes qui hivernent : mélanocéphale (*Ichtyaetus melanocephalus*), rieuse (*Chroicocephalus ridibundus*) et pygmée (*Hydrocoloeus minutus*). Les mouettes mélanocéphale et rieuse sont présentes aussi bien dans les eaux côtières qu'au large et migrent en dehors du bassin pour leur reproduction. La mouette pygmée affectionne le large et est présente entre février et avril et en novembre, lors de ses migrations pré et post nuptiales. Cette espèce est absente l'été car elle migre pour se reproduire entre la Scandinavie et l'Ouest de la Russie (Del Hoyo *et al.*, 1996). De même, le fou de Bassan (*Morus bassanus*), qui se reproduit sur les rivages de l'Atlantique Nord en dehors de cette période, se disperse en hiver dans toute l'Atlantique Nord et la Méditerranée. En Méditerranée nord-occidentale tous les stades de maturité de cette espèce sont rencontrés en hiver (des juvéniles jusqu'au adultes). Quelques rares individus restent toute l'année et plusieurs tentatives de reproduction ont été observées en été dans ce secteur (Cadiou, 2014).

Les Alcidés (guillemots, pingouins et macareux) sont présents en faible densité (Pettex *et al.*, 2017). Le pingouin torda (*Alca torda*), le guillemot de Troïl (*Uria aalge*) et le macareux moine (*Fratercula artica*) sont des espèces de l'Atlantique nord, hivernant dans des secteurs côtiers du golfe du Lion où ils sont observés majoritairement de novembre à mars (Rufray *et al*., 2014 et Roul *et al*., 2018).

Deux espèces de cormorans sont présentes toutes l'année en Méditerranée nord-occidentale. La sous espèce méditerranéenne du cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*) et le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*). Le cormoran huppé est une espèce sédentaire cantonnée au littoral. Il a une reproduction hivernale en

Méditerranée (fin octobre/fin juin) essentiellement en Corse et en moindre quantité sur les îles de Marseille et les îles d'Hyères. Dans le golfe du Lion on note un pic d'observation en juin et qui s'étale jusqu'en novembre : pic certainement dû à une forte dispersion post nuptiale des immatures des différentes colonies (Ruffray *et al.,* 2014). Le Grand cormoran, est un nicheur littoral qui se reproduit en petite quantité sur les côtes françaises méditerranéennes (Cadiou, 2011). Dans le golfe du lion, cette espèce surtout lagunaire, s'observe parfois en mer en concentrations importantes près des côtes en période d'hivernage d'octobre à mai. Ces oiseaux sont issus des populations d'Europe centrale (Marion, 1994).

D'autres espèces sont présentes toute l'année en Méditerranée nord-occidentale. C'est le cas notamment du goéland leucophée (*Larus michaellis*) qui est très fréquemment observé et visible sur toute la côte aussi bien en hiver qu'en été à l'exception du golfe de Gênes où ces oiseaux sont moins nombreux (Pettex *et al.*, 2017). Le goéland railleur peut aussi être parfois observé en mer toute l'année, mais uniquement dans des zones côtières comme les estuaires ou les plages inondées comme c'est le cas dans le golfe du Lion (Ruffray *et al.*, 2014). Les espèces méditerranéennes de petits puffins (*Puffinus* y*elkouan et P. mauretanicus*) ne montrent pas de variation saisonnière dans leur habitat côtier et sont globalement présents à l'année. Ces oiseaux sont essentiellement concentrés en hiver le long de la côte toscane et du golfe du lion, où les plus fortes densités ont été enregistrées au cours des deux saisons : respectivement 97 et 66 ind.100 km^{-2} en hiver et en été (Pettex *et al*., 2017). Les puffins yelkouans observés en hiver dans le Nord de la Méditerranée occidentale se reproduisent certainement dans cette zone et restent proches de leur colonie au lieu de migrer, comme la majorité des individus méditerranéens, en Méditerranée orientale et en mer Noire (Bourgeois and Vidal, 2008; Péron *et al.*, 2013). Les puffins des Baléares quant à eux sont surtout connus pour hiverner en Atlantique. Cependant des observations récentes montrent que quelques individus de cette espèce hivernent aussi en Méditerranée et en particulier dans le golfe du Lion où ils sont observés régulièrement (EcoOcéan Institut, comm pers.).

L'océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*) est aussi observée toute l'année en Méditerranée nord occidentale avec cependant des fluctuations d'abondance (Pettex *et al.*, 2017). Elle est beaucoup plus abondante en été qu'en hiver dans cette région : respectivement 2 600 individus (IC 95%: 1 500–4 600) et 560 individus (IC 95%: 160-2 000). En hiver, elle a été observée aussi bien près des côtes du Golfe du Lion (Ruffray et al., 2014) que dans la zone océanique située à l'Ouest de la Méditerranée nord-occidentale (Pettex *et al.*, 2017). La majorité des oiseaux ne semble pas quitter le bassin méditerranéen durant la période inter nuptiale (Hémery & d'Elbée 1985). Seuls quelques signalements ont été reportés au Portugal. Enfin, les sternes sont aussi observées toute l'année en Méditerranée nord-occidentale et leur distribution varie peu d'une saison à l'autre (Pettex *et al.*, 2017). Elles ont une préférence pour les eaux côtières du golfe du Lion avec des concentrations remarquables à l'ouest du delta du Rhône. En hiver, elles sont aussi présentes le long de la côte toscane mais en moindre quantité. Leur densité les plus élevées ont été observées dans le golfe du Lion avec des valeurs moindres en hiver qu'en été : 2 150 individus (IC à 95%: 1 143–4 359) en hiver et 4 580 (IC à 95%: 2 536–10 299) en été (Pettex *et al.*, 2017). Il existe plusieurs espèces de sterne dans cette région. La sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis*) est une espèce présente toute l'année le long des côtes du le golfe du Lion. Cependant, la population hivernante dans cette région n'est probablement pas la même que la population reproductrice car le baguage en Languedoc a montré que de nombreux oiseaux se dispersent et hivernent en Méditerranée occidentale alors qu'une autre partie migrait vers le sud de l'Afrique (Gilles Balança, *comm. pers*.*in* Ruffray *et al*, 2014). En hiver, elles se distribuent beaucoup plus à la côte qu'en été dans le golfe du Lion (Ruffray *et al*, 2014). A l'opposé, la sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) est

essentiellement présente durant la période de reproduction et la migration pré et post nuptiale, entre mars et septembre dans le golfe du Lion. Cependant, bien qu'il existe des tentatives d'hivernage en Languedoc, cette espèce peut être considérée comme absente à cette époque de l'année dans ce secteur (Ruffray *et al*, 2014).

Certaines espèces ne viennent en Méditerranée nord-occidentale que pour s'y reproduire. C'est le cas notamment du puffin de Scopoli ou puffin cendré (*Puffinus diomedea*) qui se reproduit en particulier sur les îles de Marseille, les îles d'Hyères et en Corse. Peu de puffins cendrés hivernent en Méditerranée (Anselme L. & Durand J.P., 2012). La plupart rejoignent l'Afrique de l'Ouest (Péron & Grémillet, 2011) rapidement après l'envol des jeunes, en passant par Gibraltar entre mi-octobre et mi-novembre (Camphuysen & Van der Meer 2001). Quelques rares individus sont cependant observés en hiver dans le secteur côtier du golfe du Lion (Ruffray *et al*., 2014) et du Cap Corse, ainsi qu'au large de la Méditerranée nord-occidentale. En hiver, la population de Méditerranée nord-occidentale est estimée à seulement 120 individus (IC à 95%: 22–568). De même, le goéland d'Audouin (*Ichthyaetus audouinii*) qui se reproduit en Méditerranée occidentale aux Baléares (80% des effectifs mondiaux (Oro *et al*., 2000) et en moindre quantité en Corse. Ce goéland est un migrateur occasionnel dans le golfe du Lion. Il s'observe généralement en période de migration pré nuptiale, avec quelques individus restant au printemps (sans se reproduire) mais également en migration post nuptiale ; soit de mars à juin et d'août à octobre (Ruffray *et al*., 2014). En hiver, l'espèce se disperse essentiellement sur le littoral atlantique, du Maroc à la Sénégambie (Beaubrun *et al*., 2003).

Enfin, les labbes sont des espèces qui se reproduisent, pour les plus proches, au nord de l'Europe et qui hivernent au large des côtes d'Afrique occidentale. Lors de ces mouvements, certains d'entre eux pénètrent en Méditerranée. Les oiseaux que l'on rencontre dans le golfe du Lion sont donc des migrateurs ou des hivernants. Ainsi dans le golfe du Lion, le labbe parasite (*Stercorarius parasiticus*) peut être observé de mars à octobre avec un pic de mars à mai (Ruffray *et al*., 2014). De même, le grand labbe (*Stercorarius skua*) a été observé en mer en périodes pré et post nuptiale de février à novembre avec un pic d'avril à septembre (Ruffray *et al*., 2014).

- LES ELASMOBRANCHES ET LES GRANDS POISSONS

La plupart des requins et certaines raies sont des prédateurs terminaux qui ont une fonction trophique importante dans l'écosystème marin. La faune chondrichtyenne de la Méditerranée est relativement diversifiée avec un total de 86 espèces incluant 47 espèces de requins et 38 espèces de raies. Parmi ces espèces plusieurs sont pélagiques comme le requin longimane (*Carcharinus longimanus*) et le requin peau bleu (*Prionace glauca*) évalué *En danger critique d'extinction* en Méditerranée depuis 2016. Le diable de mer (*Mobula mobular*) peut également être observé de manière occasionnelle.

Les poissons pélagiques dont font partie le poisson-lune (*Mola mola*), les grands migrateurs comme les thons (thon rouge, *Thunnus thynnus*, thon germon, *Thunnus alalunga et* bonite à ventre rayé, *Katsuwonus pelamis*) et les poissons à rostre (espadon, *Xiphias gladus,* et marlin de Méditerranée, *Tretapturus belone*), sont régulièrement observés en surface et sont capables de réaliser des sauts hors de l'eau qui facilitent leur détection.

1.2. OBJECTIFS PRINCIPAUX DE SAMM II MEDITERRANEE HIVER

Les campagnes SAMM ont pour objectif de produire un état des lieux « instantané » de l'état des populations de cétacés, d'oiseaux marins, et d'autres espèces de la mégafaune marine, elles comportent deux volets, l'un en été, l'autre en hiver. Les campagnes SAMM en Méditerranée couvre la ZEE de Méditerranée Occidentale et les eaux adjacentes (eaux monégasques et italiennes du Sanctuaire Pelagos et eaux limitrophes espagnoles au nord des Baléares). Une première campagne SAMM 1 Méditerranée a été réalisée en 2011-2012. Le volet estival de la campagne SAMM 2 Méditerranée a été couvert lors de l'ACCOBAMS Survey Initiative (ASI) en juin-juillet 2018. La campagne SAMM 2 Méditerranée hiver présentée ici est ainsi le volet hivernal de la deuxième campagne SAMM sur la façade méditerranéenne.

Les nouvelles données acquises lors de cette campagne permettront de faire une deuxième évaluation de l'abondance et de la distribution des principaux groupes de mégafaune marine. La répétition des campagnes SAMM assure le suivi d'éventuelles modifications dans leur distribution et de l'utilisation des habitats. En effet, les données collectées permettent la cartographie de leur distribution et l'estimation de leurs abondances à une échelle spatiale adaptée à ces espèces mobiles. Ces données permettront également d'identifier les habitats associés aux plus fortes densités ou aux plus fortes diversités taxonomiques. De plus, les répartitions de certaines activités humaines (pêche, trafic maritime, déchets) sont également répertoriées.

Cette campagne a nécessité la conception d'une stratégie d'échantillonnage *ad hoc* pour l'exploitation scientifique des résultats, la mise à disposition d'observateurs qualifiés. Par ailleurs, lors de cette campagne une reprise du développement d'un système d'acquisition simultanée d'images à haute-définition a été menée.

A l'issue de cette campagne de collecte de données, l'analyse et le traitement de ces données est encore nécessaire.

2. METHODOLOGIE

2.1. PROTOCOLE D'OBSERVATION

Cadre général

La méthodologie générale s'appuie sur la technique de l'observation le long de transects linéaires préalablement établis (*Line transect - Distance sampling*,(Buckland *et al.*, 2001)). Selon les taxons relevés, deux échantillonnages sont réalisés : un échantillonnage en bande (*strip transect)* et un échantillonnage avec une mesure d'angle pour estimer la distance au transect (*distance sampling*). Les oiseaux, les poissons-lunes, les bouées de pêche et les déchets sont relevés dans une bande de 200 m de part et d'autre du trajet suivi par l'avion. Les bateaux sont relevés dans une bande de 500 m de part et d'autre du trajet suivi par l'avion. Un angle est relevé pour les autres taxons (cétacés, élasmobranches, tortues et grands poissons). Cette méthode possède l'avantage de produire des données de distribution spatiale et de permettre l'estimation des densités relatives, assorties d'un intervalle de confiance.

Mise en place et déroulement des vols

Un vol d'observation nécessite des conditions de vent inférieures ou égales à 3 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 mer du vent est le facteur qui affecte le plus la détectabilité des cétacés. Avant chaque dépôt de plan de vol une analyse fine des dernières prévisions météorologiques sur la zone de travail est effectuée (fichier *grib*, source NOAA). De même, les perturbations, les fronts et la couverture nuageuse sont suivies quotidiennement, depuis le site de Météo France où les images radars étaient disponibles.

La vitesse d'échantillonnage est de 90 à 95 nœuds (167 à 176 $km.h^{-1}$) et l'altitude de 600 pieds (183 m). Les observations sont relevées simultanément par deux observateurs en effort et positionnés chacun face à un hublot bulle de chaque côté de l'appareil. Les observations sont transmises oralement et saisies en vol par le navigateur. Les observations relevées sont considérées comme « en effort ».

Des interruptions de transect peuvent être réalisées au cours du vol pour revenir sur une observation afin de confirmer l'espèce et la taille du groupe. Le pilote effectue une boucle (*circle back*) afin que les observateurs ré-observent les animaux et, si possible, prennent des photographies. L'effort est repris lorsque l'avion est à nouveau sur la dernière position avant l'interruption du transect. Les observations collectées au cours de ce *circle back* sont considérées comme collectées « hors effort ».

De même toute observation relevée en dehors des conditions « d'effort » (i.e. lors des transits) sont dites « hors effort ».

Collecte et enregistrement des données sous le logiciel SAMMOA

Lors de l'effort d'observation, deux observateurs sont en position d'observation dans les hublots-bulles de part et d'autre de l'avion et un navigateur saisit les données qui lui sont transmises et suit également l'itinéraire de vol à travers l'interface du logiciel SAMMOA (Système d'Acquisition de la Mégafaune Marine par Observation Aérienne, (Van Canneyt *et al.*, 2015)

A chaque début de transect et lors de changements météorologiques notés par les observateurs en cours de transect, les conditions environnementales sont saisies dans le logiciel. Les conditions sont déterminées de manière globale les deux observateurs : état de la mer, turbidité, couverture nuageuse, *skyglint*, éblouissement. De plus un indice subjectif des conditions d'observation est déterminé par chaque observateur qui estime sa capacité de détection d'un petit cétacé en surface.

A chaque détection d'un individu ou d'un groupe par un observateur, celui-ci annonce une observation et relève les paramètres (Tableau 1).

Tableau 1. Liste récapitulative des informations à relever lors des observations (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019)

	Distance (bande / angle)			*Age**	*Taille de groupe*	*Signal détection (Cue)*	*Direction nage*	*Compor-tement*	*Présence et nombre jeunes*
	Bande 200 m	Bande 500 m	Angle (°)						
Oiseaux	X (en vol / posé)			Juvénile/Im-mature/ Adulte	X			FE/FA/SB*	
Mammifères marins			X		X	X	X	X	X
Autre mégafaune	X (poisson lunes)		X (autres espèces)		X			FE/FA*	
Déchets	X				X				
Bateaux		X			X				
Bouées de pêche / DCP	X				X				

** Uniquement pour les goélands et les fous de Bassan*
*** FE : alimentation ; FA : alimentation avec plusieurs espèces ; SB : suivi bateau de pêche*

Pour les cétacés, les élasmobranches, les tortues et les grands poissons, un angle est relevé à l'aide d'un inclinomètre afin d'estimer la distance perpendiculaire au transect. Les oiseaux, les poissons-lunes, les bouées de

pêche et les déchets sont relevés dans une bande de 200 m de part et d'autre du trajet suivi par l'avion (correspondant à un angle de 42°, Figure 1). Les bateaux sont relevés dans une bande de 500 m de part et d'autre du trajet suivi par l'avion (correspondant à un angle de 20°, Figure 1).

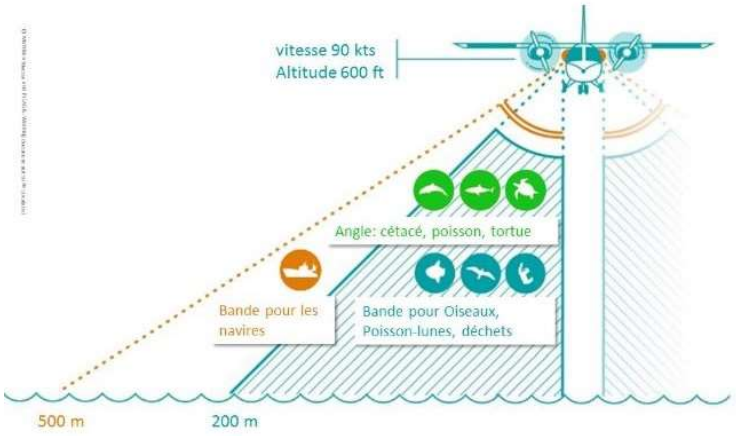

Figure 1. Zone d'observation et distances correspondantes à la surface pour les différents types de mégafaune marine. Protocole SAMM 2 Méditerranée (d'après une illustration de Mathieu Nivesse - AFB).

Par ailleurs, le logiciel conserve un enregistrement audio des communications lors des transects. Cet enregistrement contribue à la vérification et à la validation des données de retour à terre.

2.2. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE

La zone échantillonnée par la campagne SAMM 2 comprend la totalité de la ZEE française, les eaux limitrophes espagnoles au nord des Baléares, ainsi que les eaux monégasques et italiennes du Sanctuaire Pelagos. Ceci s'inscrit dans le but d'obtenir une meilleure cohérence géographique plus en adéquation avec la mobilité des espèces ciblées.

Délimitation des strates

Afin d'assurer une cohérence dans les analyses de SAMM 2 Méditerranée, les strates définies pour l'ACCOBAMS Survey Initiative (ASI) (SAMM 2 Méditerranée Eté) ont été utilisées sur cette campagne hiver.

Design des transects

Le premier plan d'échantillonnage avait été réalisé dans le cadre de la campagne ASI, avec l'option *Equal Spaced ZigZag* du logiciel Distance 7 (Thomas *et al.*, 2009). Ces paramètres ont été conservés pour recréer 10 réplicas de plan d'échantillonnage parmi lesquels un 2e plan a été sélectionné pour augmenter la couverture spatiale de la zone.

Plan d'échantillonnage prévisionnel

L'effort total généré était de 10 742 km (Figure 2, Tableau 3), répartis en 2 plans d'échantillonnage successifs, dans chaque strate. Un ratio effort / surface d'environ 6% a donc été appliqué sur toutes les strates (Tableau 3).

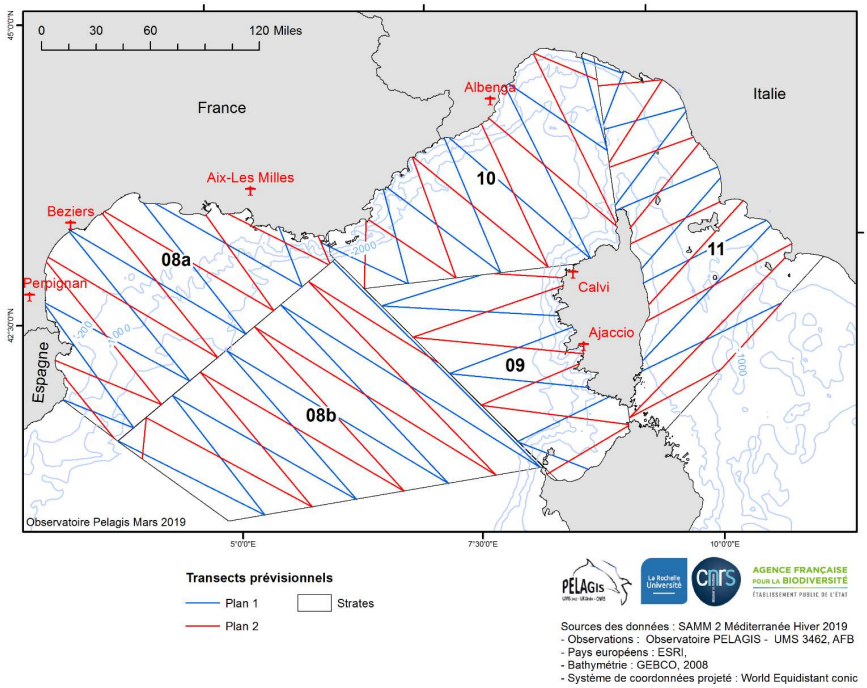

Figure 2. Plan d'échantillonnage prévisionnel, stratification et schémas des transects selon les 2 plans d'échantillonnage (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). Golfe du Lion : 08a – Plateau, 08b – Large ; Pelagos : 09 - Ouest-Corse, 10 – Ligure, 11 – Est-Corse.

2.3. EQUIPES D'OBSERVATEURS

Une équipe d'observateur est constituée de 4 observateurs dont un chef de mission. Les postes de navigateur et d'observateurs sont occupés à tour de rôle afin que les capacités d'observation restent optimales. Tous les observateurs ayant participé à cette campagne sont expérimentés.

2.4. EQUIPEMENT AERONAUTIQUE

Considérant le volume d'heures d'observation prévu, la surface et l'éloignement des zones à couvrir, deux aéronefs ont été nécessaires pour limiter la durée de la campagne et exploiter au maximum les courtes fenêtres météorologiques en hiver. Les aéronefs doivent être des bimoteurs, pour des raisons de sécurité et du fait de l'éloignement à la côte, et posséder une autonomie d'environ 6 à 8 heures en fonction des équipements, incluant une marge de sécurité. Pour des raisons de protocole, les aéronefs doivent être capables de voler à faible vitesse, être équipés de deux hublots-bulles de part et d'autre de l'avion et pouvoir embarquer au moins 4 personnes en plus du pilote. Aucun élément de structure de l'avion ne doit entraver le champ d'observation et afin de répondre

au standard d'acquisition des données, d'une campagne à l'autre. Deux modèles d'avion sont généralement retenus soit le Britten Norman 2, soit le Partenavia P68. De plus, le réseau de communication à l'intérieur de l'aéronef doit permettre l'isolation du ou des pilotes afin de permettre l'enregistrement des communications entre les observateurs et le navigateur sans altérer les contraintes de communication aéronautiques.

3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE MEDITERRANEE HIVER 2019

3.1. BILANT OPERATIONNEL

Calendrier

Le calendrier de la campagne a été optimisé afin de privilégier la représentativité écologique de la saison hivernale et de faciliter la logistique et la mobilisation des équipes. La durée de la campagne a été définie sur la base de la campagne SAMM 1 hiver au cours de laquelle des vols d'observation ont pu être réalisés un jour sur trois en moyenne.

La campagne, initialement prévue du 7 janvier au 8 mars 2019, a été réalisée entre le 7 janvier et le 28 février 2019, soit en 53 jours (Figure 3).

CALENDRIER PREVISIONNEL	Du 07/01/2019 au 08/03/2019
CALENDRIER REALISE	Du 07/01/2019 au 28/02/2019
JOURS DE VOL	23 jours

JANVIER

L	M	M	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

FEVRIER

L	M	M	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

Figure 3. Calendrier de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019.

Moyens humains et matériels

Considérant le volume prévu d'heures d'observation (120h, Tableau 4), la surface à couvrir et la probabilité d'avoir des jours avec de bonnes conditions d'observation, il a été décidé de mobiliser deux avions avec deux équipes d'observateurs. Chacune des deux équipes était composée de quatre observateurs et d'un pilote.

Au total 12 observateurs ont été mobilisés pour la campagne, avec des rotations en cours de campagne afin d'avoir toujours deux équipes complètes (Tableau 2). Tous ces observateurs étaient expérimentés car formés lors de précédentes campagnes aériennes. EcoOcéan Institut, basé à Montpellier, a été mobilisé pour mener une des équipes au cours de cette campagne en tant qu'association locale impliquée dans l'étude et la conservation des espèces marines (mammifères, oiseaux, tortues).

Deux Britten-Norman 2 (BN2) de la compagnie Pixair ont été mobilisés pour l'ensemble de la mission et 5 pilotes se sont relayés pour assurer les vols (Tableau 2). Aucune contrainte mécanique n'a ralenti la mission, cependant un des deux avions, équipé d'une trappe permettant d'accueillir le système d'acquisition d'image (STORMM), possédait une autonomie limitée. Son utilisation restreinte à des vols courts (moins de 350 milles nautiques) a empêché l'accès à certaines zones et n'a pas contribué à optimiser le temps global de vol en transit sur la campagne. L'avion aurait pu être équipé d'un réservoir supplémentaire si trop de retard avait été accumulé au cours de la campagne.

Tableau 2. Bilan des moyens humains et matériel mis en œuvre au cours de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019).

Bilan des moyens		
Description	Nombre d'équipes	2
	Période	Janvier-Février 2019
	Durée mission	53 jours
Personnel	Scientifiques	12 personnes
	Aéronautiques	5 personnes
	Observateur.jour (total)	391
Avion	Avion (nb + type)	2 BN2
	Avion.jour (total)	105
	Avion.jour (avec vol)	27
	Jours avec vol (%)	26%

Les personnels scientifique (observateurs) et aéronautique (pilotes) ont été mobilisé à Calas, à 15 minutes de l'aérodrome d'Aix-les-Milles, dans une résidence qui a servi de base pour les deux équipes sur l'ensemble de la mission. Pour économiser les heures de vol en transit, les équipes ont été amenées à se déplacer ponctuellement sur d'autres aéroports en cours de mission, notamment sur Calvi et Perpignan.

Au total (Tableau 2), 26 % des jours de mission réalisés ont permis d'effectuer des vols ce qui est inférieur aux estimations initiales (33 %). Les contraintes principales ont été la météorologie comme attendu, mais également les importantes restrictions d'accès aux zones militaires réglementées (ZONEX) (voir paragraphe ci-dessous).

Météorologie

Le premier mois de la mission (janvier 2019) a été particulièrement marqué par une météo peu favorable avec de nombreux et longs épisodes de mistral qui ont limité les créneaux de vol. Le mois de février a été plus clément permettant d'optimiser la présence de deux équipes qui ont pu voler simultanément.

Autorisations de vol

Dès le mois de janvier, les demandes d'autorisations de survol des zones militaires réglementées ont été compliquées à obtenir au cours de la campagne. Les créneaux favorables aux survols ont été marqués par de nombreux échanges avec les centres opérationnels afin d'obtenir les autorisations de survols nécessaires. L'intervention de Boris Daniel (AFB – Antenne Méditerranée) auprès de la Préfecture Maritime a permis d'améliorer la coordination de nos survols avec le Centre des Opérations Maritimes pour l'accès aux zones d'exercices militaires (notamment zone D34 et Zonex Corse). Néanmoins, de nombreuses fenêtres météorologiques n'ont pu être exploitées faute d'accès aux zones réglementées qui couvrent une très grande partie du plan d'échantillonnage. Suite aux échanges avec les responsables des centres opérationnels, nous avons compris qu'une information auprès de la Préfecture Maritime au moins 6 mois avant le début de la campagne aurait permis une meilleure coordination entre la campagne SAMM et les exercices militaires planifiés.

Aéroports

Les aéroports et aérodromes utilisés pour la mission été pertinents, toutefois il y a eu quelques difficultés liées à des horaires de fonctionnement à Béziers et à Albenga (Italie). La nécessité d'un aéroport de dégagement en cas de problème a contraint certains vols en Corse où seuls les aéroports de Calvi et d'Ajaccio ont pu être utilisés. En effet, les distributeurs d'essence de Bastia ont été mis sous scellés dans le cadre d'une procédure judiciaire, ce qui ne nous a pas permis de poser l'avion, ni de présenter Bastia comme aéroport de dégagement. De même, des travaux à l'aérodrome de Figari ont contraints les possibilités d'exploitation de cette piste idéalement située au Sud de la Corse. Ces contraintes ont eu pour effet d'augmenter le temps de transit.

3.2. ECHANTILLONNAGE ET EFFORT

Le plan d'échantillonnage a pu être quasi-intégralement réalisé. Les morceaux de transect manquant sont dus aux zones militaires (cf. 3.1 Bilan opérationnel) et ont pu être substitués par l'ajout de transects qui contournent lesdites zones et par des trajets en transit qui ont pu être effectués en effort d'observation (Figure 4). Globalement, 100 % du plan d'échantillonnage a été réalisé.

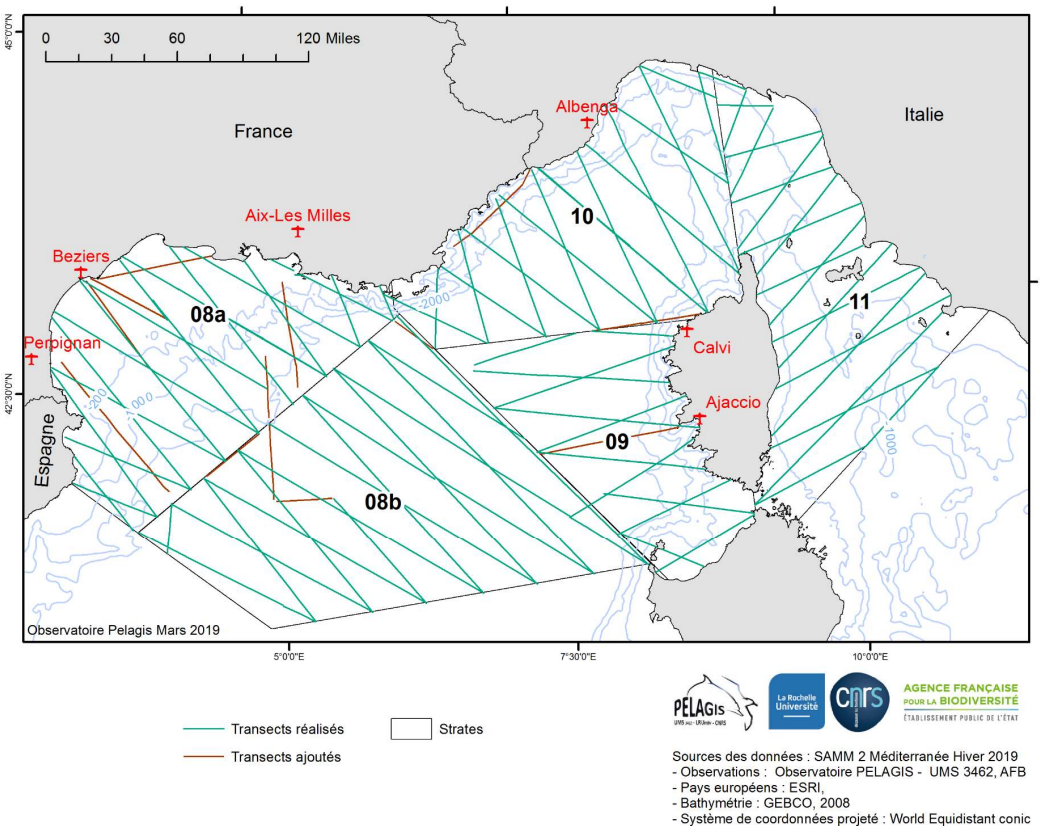

Figure 4. Carte des transects réalisés issus du plan d'échantillonnage prévisionnel, en vert, et nouveaux transects créés au cours de la campagne, en marron (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

L'objectif du plan d'échantillonnage est de couvrir environ 6 % de la surface d'étude (Tableau 3). L'échantillonnage effectif global atteint les 6,6 % et chaque strate a été correctement couverte (Tableau 4). L'effort d'observation réalisé correspond à l'effort prévisionnel et même un peu plus, ce qui indique que les objectifs d'échantillonnage de la zone d'étude et de ses différentes strates ont été atteints.

Tableau 3. Effort d'observation prévisionnel par secteur et par strate (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). La surface prospectée correspond à une largeur effective d'observation de 2x500m de part et d'autre du transect.

Secteur	Strate	Code strate	Surface (km²)	Plan 1 (km)	Plan 2 (km)	Effort total prévu (km)	% surface à prospecter
Golfe du Lion	Plateau	8a	35 937,90	1 099,53	1 127,07	2 226,60	**6,2 %**
	Large	8b	48 886,30	1 692,10	1 452,80	3 144,89	**6,4 %**
Pelagos	Ouest-Corse	9	23 539,70	675,35	694,44	1 369,79	**5,8 %**
	Ligure	10	35 239,70	1 059,70	911,68	1 971,38	**5,6 %**
	Est-Corse	11	32 183,40	937,13	1 092,11	2 029,24	**6,3 %**
	Total		**175 787,00**	**5 463,81**	**5 278,10**	**10 741,91**	**6,1 %**

Tableau 4. Effort d'observation réalisé par secteur et par strate (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). La surface prospectée correspond à une largeur effective d'observation de 2x500m de part et d'autre du transect.

Secteur	Strate	Code strate	Surface (km²)	Plan 1 (km)	Plan 2 (km)	Effort ajouté (km)	Effort total réalisé (km)	% surface prospectée
Golfe du Lion	Plateau	8a	35 937,90	1 054,83	1 210,79	*526,93*	2 792,55	**7,8%**
	Large	8b	48 886,30	1 587,66	1 428,03	*152,07*	3 167,76	**6,5%**
Pelagos	Ouest-Corse	9	23 539,70	624,30	658,86	*105,07*	1 388,23	**5,9 %**
	Ligure	10	35 239,70	1 144,50	953,51	*163,34*	2 261,35	**6,4 %**
	Est-Corse	11	32 183,40	906,22	1 025,15	-	1 931,37	**6,0 %**
Total			**175 787,00**	**5 317,52**	**5 276,34**	***947,41***	**11 541,27**	**6,6 %**

3.3. BILAN DES HEURES DE VOL

Le nombre d'heures de vol dédiées à la campagne estimé est de 112,5 h sur les 110 h initialement prévues (Tableau 5). Les 10 h prévues pour la formation et la calibration des observateurs ont ainsi servies à éponger le surplus d'heures dédiées à la campagne et à déployer le prototype du dispositif STORMM (cf. 3.4 STORMM). Ces estimations ne tiennent pas comptent des heures nécessaires à la mise en place des avions vers l'aérodrome d'Aix-les-Milles.

Au total 28 vols ont été nécessaires à la réalisation du plan d'échantillonnage et 2 vols complémentaires ont permis de tester le dispositif STORMM. Pour le plan d'échantillonnage le nombre moyen d'heures par vol est d'environ 4,0 h dont environ 2,5 h en effort.

Tableau 5. Bilan des heures de vol (HDV), des heures d'effort d'observation (HDE) et des heures de transit prévues et réalisées (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Secteur	Strate	Code strate	HDE prévues	HDV prévues	Transit prévu	HDE réalisées	HDV réalisé	Transit réalisé
Golfe du Lion	Plateau	8a	12,0	22,0	10,0	16,2	Pas de détail disponible	
	Large	8b	18,0	33,0	15,0	18,8		
Pelagos	Ouest-Corse	9	8,0	15,0	7,0	8,0		
	Ligure	10	11,0	20,0	9,0	13,0		
	Est-Corse	11	11,0	20,0	9,0	11,3		
Total			**60,0**	**110,0**	**50,0**	**67,3**	**112,5**	**45,2**
Formation				10,0	10,0		0,0	
STORMM						3,1	6,5	3,4
Total			**60,0**	**120,0**	**60,0**	**70,4**	**119,0**	**48,6**

4. RESULTATS PRELIMINAIRES

4.1. EFFORT D'OBSERVATION ET CONDITIONS

Le paramètre le plus limitant pour la détection des cétacés est l'état de la mer. L'effort est associé à l'état de la mer (échelle de Beaufort) et à un indice « subjectif » jugé par les observateurs pour chacun des côtés (2.1. Protocole d'observation).

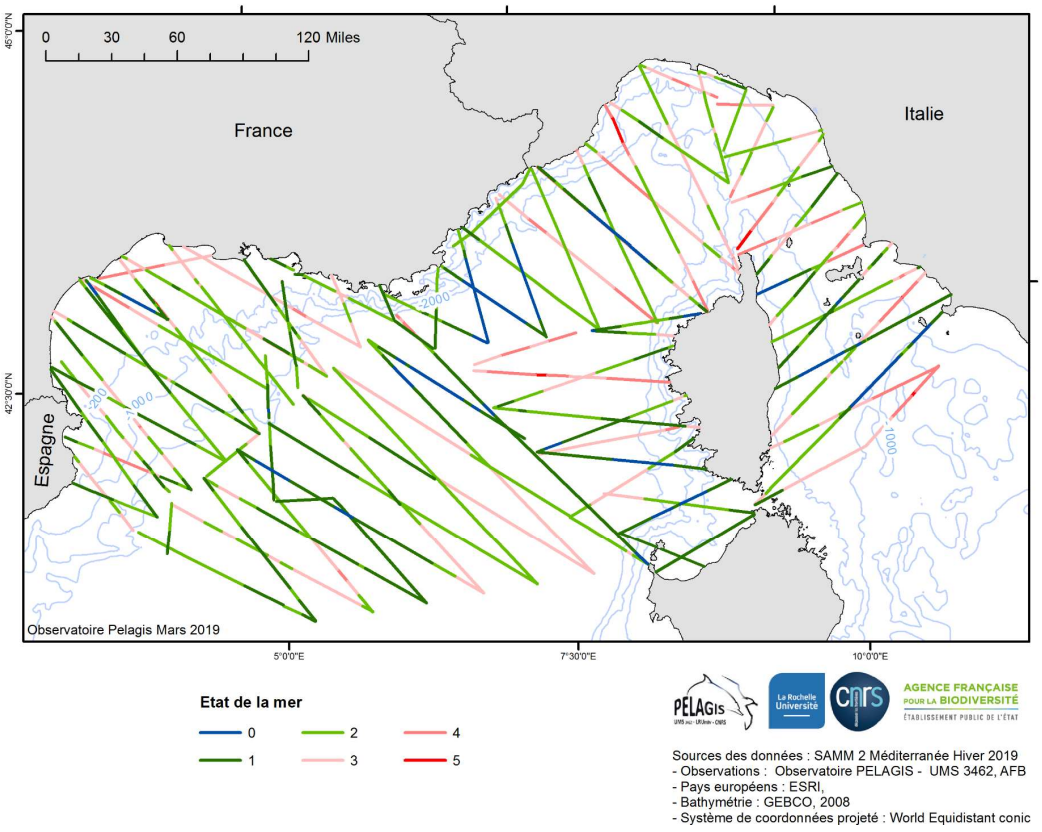

Figure 5. Carte de l'état de la mer (indice de Beaufort, 0 = mer calme et 5 = mer agitée) enregistré en effort de prospection lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019).

La recherche des créneaux météorologiques favorables pour le déclenchement des vols est l'élément le plus important dans la réussite d'un vol d'observation. Le seuil de 3 Beaufort (vent de surface inférieur ou égal à 10 nœuds) est évalué comme la limite des conditions correctes d'observation. Sur la campagne, environ 91 % de l'effort a été réalisé par 3 Beaufort ou moins et environ 77 % avec des conditions d'observations jugées excellentes ou bonnes (Figure 6).

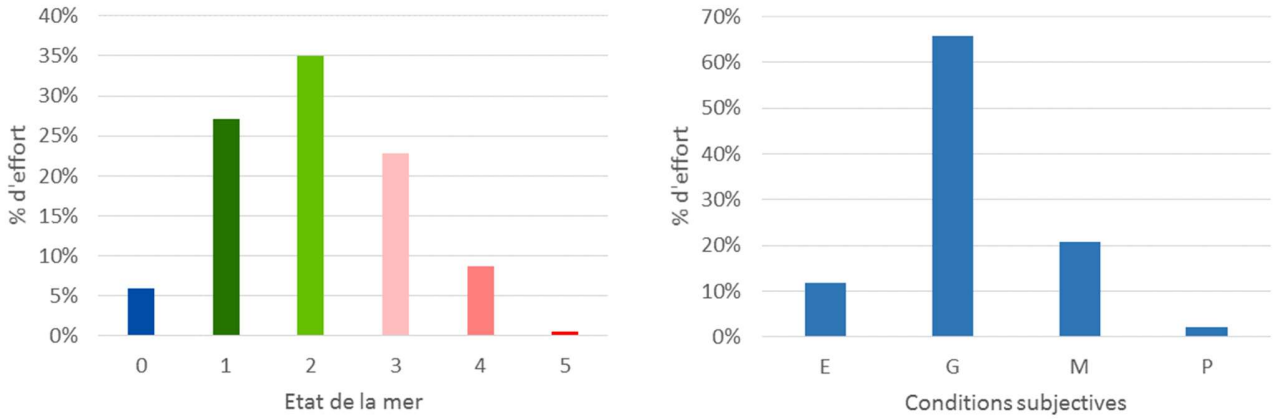

Figure 6. Pourcentage de l'effort d'observation en fonction de l'état de la mer et des conditions subjectives d'observation rencontrées par côté lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). E : excellentes, G : bonnes, M : moyennes, P : pauvres.

D'autres conditions environnementales influencent la capacité de détection. Il s'agit notamment de la turbidité, de l'éblouissement et de la réflexion des nuages (*skyglint*). La turbidité a été estimée comme inexistante sur 98% de l'effort, moins de 2 % comme faible et à 0,2 % comme limitante. L'éblouissement a été considéré comme fort à très fort dans près de 77 % des conditions relevées, mais la plus part du temps il ne concernait qu'un seul observateur et faible voire inexistant dans près de 23 %. Près de 27 % de l'effort a été impacté par le *skyglint*. L'ensemble de ces facteurs influençant la détection sont intégrés dans un indice de conditions subjectives (excellent, bon, moyen, mauvais) donné par chaque observateur.

4.2. LES OBSERVATIONS DE MAMMIFERES MARINS

Les observations de mammifères marins sont relevées à l'espèce ou regroupées au niveau taxonomique supérieur quand l'identification n'est pas certaine.

- Les **delphininés** est le regroupement taxonomique utilisé pour les delphinidés à bec et peut être subdivisé en **petits delphininés** (1,5 – 2,0 m) et en **grands delphininés** (2,5 – 3,5 m).
    - Dans la zone d'étude, l'espèce de petits delphininés la plus observée est le dauphin bleu et blanc (***Stenella coeruleoalba***). Cependant le dauphin commun étant occasionnellement observé (*Delphinus delphis*), un regroupement taxonomique peut être nécessaire
    - Dans la zone d'étude, les grands delphininés sont identifiés essentiellement comme grand dauphin (***Tursiops truncatus***), à l'exception d'une observation remarquable de sténo (*Steno bredanensis*) qui a été réalisé pendant la campagne.
- Les **globicéphalinés** sont des delphinidés sans bec. Dans la zone d'étude, le dauphin de Risso (***Grampus griseus***) et le globicéphale noir (***Globicephala melas***) sont les seules espèces observées et ne peuvent être confondues.
- Les **ziphiidés** ou **baleines à bec** regroupent la baleine à bec de Cuvier (***Ziphius cavirostris***) et potentiellement les mésoplodons.

- Le **grand cachalot** (***Physeter macrocephalus***) a été observé dans la zone d'étude pendant la campagne.
- Les **rorquals** sont essentiellement identifiés comme rorqual commun (***Balaenoptera physalus***), à l'exception d'une observation probable d'une baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) hors effort.

Bilan des observations de mammifères marins

Au cours de la campagne, 321 observations de cétacés ont été relevées dont 290 en effort, ce qui représente un total de 1 845 individus estimés dont 1 690 en effort (Tableau 6). Au total 8 espèces ont été formellement identifiées et 6 regroupements taxonomiques ont été utilisés.

Tableau 6. Détails des observations de mammifères marins réalisées lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort par strate. Les nombres entre parenthèses indiquent le nombre d'observations et d'individus hors effort.

Familles/ Groupes	Espèce	Golfe du Lion				Pelagos						Total	
		Plateau		Large		Ouest-Corse		Ligure		Est-Corse			
		#Obs	#Ind	#Obs	#Ind	#Obs	#Ind	#Obs	#Ind	#Obs	#Ind	#Obs	#Ind
Delphininés	*Stenella coeruleoalba*	11 (1)	31 (2)	26 (2)	274 (14)	15 (4)	55 (31)	37	378	13	131	**102 (7)**	**869 (47)**
	Petit delphininé ind.	5 (1)	21 (3)	8 (2)	53 (18)	6	72	13	104	6	26	**38 (3)**	**276 (21)**
	Tursiops truncatus	16 (5)	48 (11)	18	112	1 (5)	1 (27)	11	35	9	48	**55 (10)**	**244 (38)**
	Steno bredanensis	-	-	-	-	1	8	-	-	-	-	**1**	**8**
	Delphininé ind.	4 (3)	6 (9)	19	123	5 (2)	9 (35)	12	21	5	17	**45 (5)**	**176 (44)**
Globicéphalinés	*Grampus griseus*	1	1	6 (5)	28 (5)	1	4	4	12	-	-	**12 (5)**	**45 (5)**
	Globicephala melas	4	11	1	5	-	-	-	-	-	-	**5**	**16**
Baleines à bec	Baleine à bec ind.	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	**2**	**2**
	Ziphius cavirostris	-	-	1	1	1	2	-	-	-	-	**2**	**3**
Cachalot	*Physeter macrocephalus*	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	**1**	**1**
Rorquals	*Balaenoptera physalus*	2	2	9	9	4	9	6	9	-	-	**21**	**29**
	Baleine ind.	-	-	-	-	-	-	(1)	(1)	-	-	**(1)**	**(1)**
Indéterminés	Grand Cétacé ind.	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	**1**	**1**
	Petit Cétacé ind.	-	-	2	11	1	3	-	-	2	6	**5**	**20**
Total général		**43 (10)**	**120 (25)**	**94 (9)**	**620 (37)**	**35 (11)**	**163 (93)**	**83 (1)**	**559 (1)**	**35**	**228**	**290 (31)**	**1 690 (155)**

La composition de l'ensemble des observations est un premier descripteur du peuplement de cétacés (Figure 7). Toutes strates confondues l'ensemble des delphininés représente plus de 83 % des observations. Parmi ces observations, le dauphin bleu et blanc a été formellement identifié dans 42 % des cas et 16 % ont été classés en

petits delphininés. Le grand dauphin représente près de 23 % des observations et 19 % ont été classés en delphininés indéterminés.

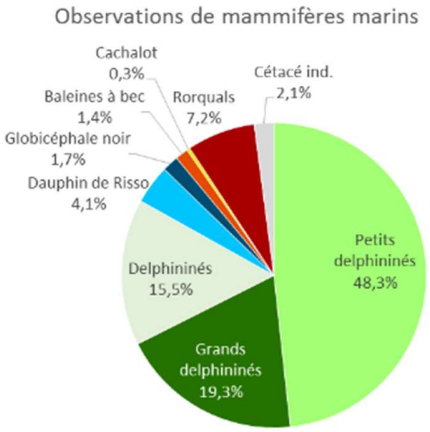

Figure 7. Composition spécifique des observations de mammifères marins observés en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les rorquals représentent plus de 7 % des observations, suivis par les dauphins de Risso (4,1 %), puis les globicéphales noirs (1,7 %) et les baleines à bec (1,4 %). La seule observation de cachalot représente 0,3 % des observations.

Enfin, un peu plus de 2 % des observations, soit 6 observations, n'ont pas pu être identifiées correctement (cétacé indéterminé), mais dont près de 83 % ont été classées en petit cétacé et près de 17 % en grand cétacé.

Distribution spatiale des observations de cétacés

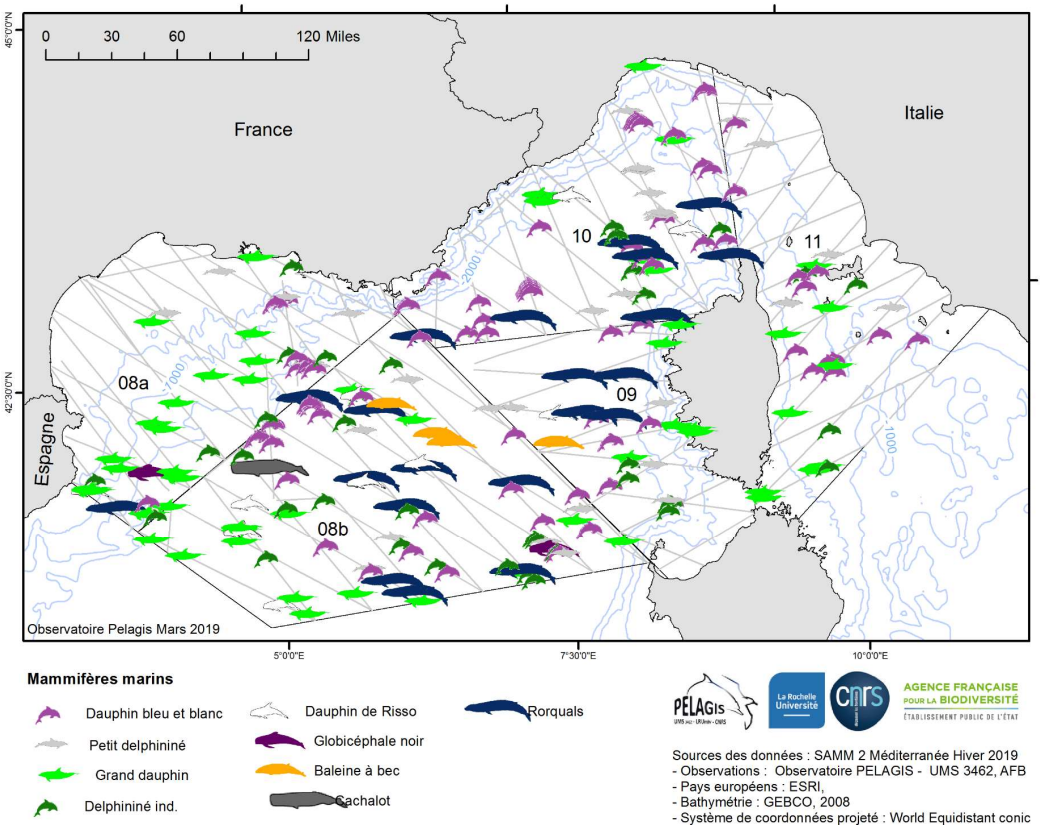

Figure 8. Cartes des observations de cétacés en effort et hors effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

La distribution des cétacés, toutes espèces confondues, semble répartie dans toute la zone d'étude à l'exception du plateau du golfe du Lion, de la partie du plateau située au nord de l'île d'Elbe (entre la Corse et l'Italie) (Figure 8).

De petites zones paraissent peu fréquentées dans la partie centrale de l'échantillonnage au large de la Côte d'Azur et dans le Sud-est, côté italien. Toutefois ces zones n'ont pu être couvertes avec des conditions d'observations optimales (Figure 5).

Les cartes ci-dessous (Figure 9 et Figure 10) présentent les observations des différents groupes de cétacés en fonction de la taille de groupe.

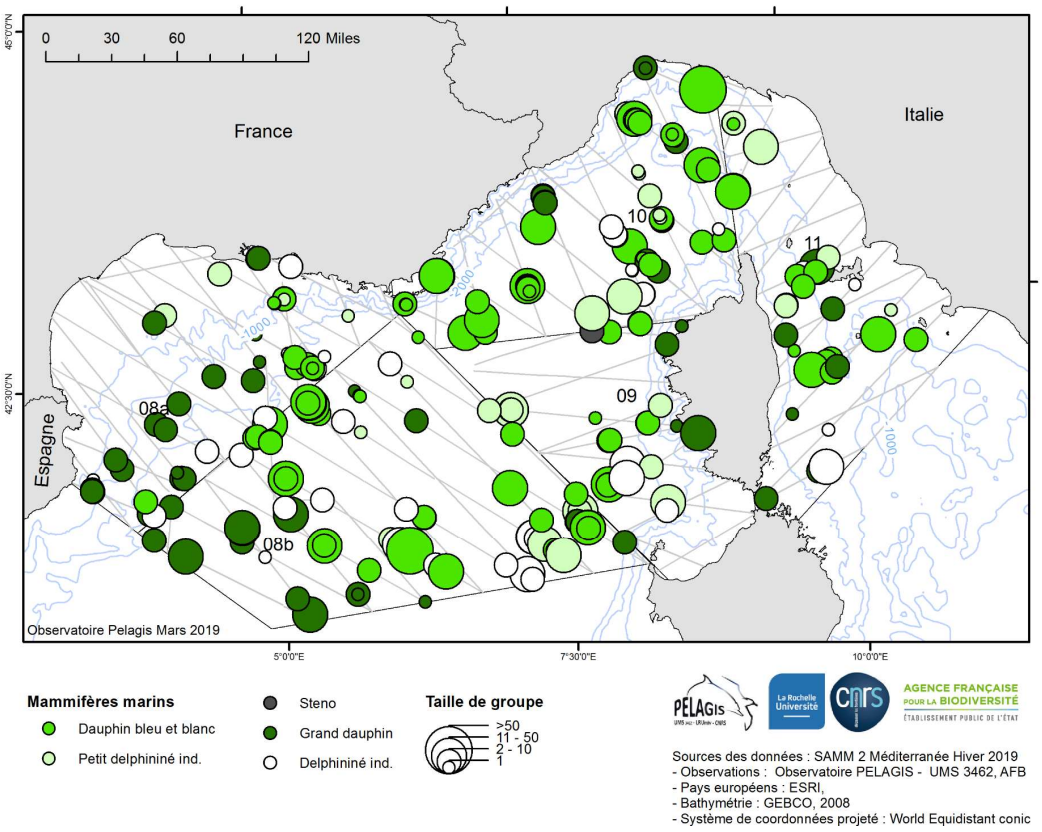

Figure 9. Cartes des observations de delphininés en effort et hors effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les observations de delphininés (Figure 9) sont nombreuses et distribuées dans la zone à l'exception du plateau du golfe du Lion et du centre de la zone du large golfe du Lion.

Le grand dauphin est présent sur le pourtour de la Corse et dans le sanctuaire Pelagos, mais également très présent dans la partie Ouest du large du golfe du Lion contrairement au dauphin bleu et blanc, qui est relativement peu observé dans cette zone

Le dauphin bleu et blanc est très présent avec des tailles de groupe allant de l'individu isolé au groupe de 100 individus. La taille moyenne des groupes de dauphins bleus et blancs est d'une dizaine d'individus.

Une observation réalisée simultanément par 3 personnes différentes a mené à l'identification d'un groupe de 8 sténos rostrés dans la partie Nord-ouest de la Corse. La rareté de cette observation nous a mené à ne pas faire apparaître clairement cette observation dans les tableaux.

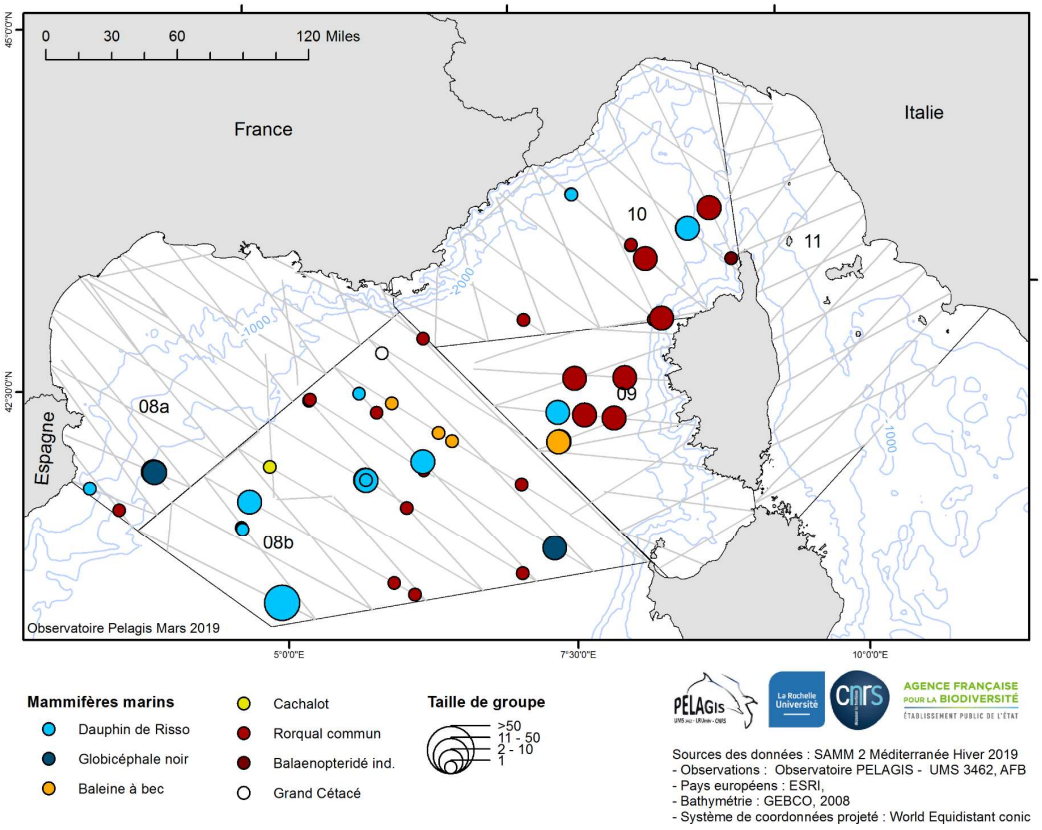

Figure 10. Cartes des observations de globicéphalinés, grands plongeurs (ziphiidés et physétéridés) et de rorquals en effort et hors effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les observations de globicéphalinés, grands plongeurs et rorquals (Figure 10) sont clairement distribuées au large du plateau continental (au-delà de -2 000 m) avec quelques observations ponctuelles de dauphin de Risso et de rorqual commun au niveau du talus à proximité de la Corse et d'un canyon dans les eaux espagnoles au Sud-ouest du golfe du Lion.

Le dauphin de Risso semble fréquenter l'ensemble des eaux avec des fonds supérieurs à 200 m. Le globicéphale noir a été détecté à 5 reprises lors de la campagne, dont un groupe dispersé ayant fait l'objet de 4 détections en bordure du talus du golfe du Lion et une observation au large de la Sardaigne.

Des baleines à bec ont été observées 4 fois, étant un grand plongeur effectuant des apnées longues, ce nombre est plutôt élevé. Les individus ont été détectés dans des eaux avec des fonds de plus de 2 000 m. La plupart des observations ont été réalisées en limite extérieure du sanctuaire Pelagos, dans une zone peu connue pour l'espèce.

Le cachalot a été observé au large du golfe du Lion. Etonnamment, il s'agit de la seule observation de l'espèce alors que l'on aurait pu s'attendre à rencontrer plus d'individus.

Les rorquals communs semblent fréquenter l'ensemble des eaux profondes de la zone d'étude. La moitié des observations sont incluses dans le périmètre du Sanctuaire Pelagos, et le nombre de détection semble relativement élevé pour l'espèce.

Il est probable qu'une baleine à bosse ait été observée à l'Ouest du Cap Corse. Bien que les observations soient ponctuelles, il semble que cette espèce soit de plus en plus fréquente dans le bassin méditerranéen. Cette année un individu a été observé le 10 mars dans le golfe de Naples au cours d'une régate nautique.

Utilisation du « circle back »

La réalisation de *circle back* (cf. 2.1. Protocole d'observation) vise à ré-observer une détection pour préciser ou confirmer l'identification de l'espèce visuellement et, si possible, par la réalisation de photographies prise à main levée. Cette interruption momentanée de l'effort est essentiellement réalisée pour les observations de cétacés. Lors de la campagne 22 *circle back* ont été réalisés, 14 ont permis la recapture des observations et l'espèce a pu être précisée à 10 occasions.

Tableau 7. Nombre d'observations dont la recapture, suite à un circle back (CB), a permis de mieux identifier l'espèce ou le groupe taxonomique lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019).

Identification avant CB / **Identification après CB**	**Petit delphininé ind.**	**Delphinidé ind.**	**Petit Cétacé ind.**	**Grand Cétacé ind.**
Stenella coeruleoalba		6		
Tursiops truncatus		4		
Delphinidé ind.		2		
Pas de recapture	**1**		**1**	**1**

4.3. LES OBSERVATIONS D'OISEAUX MARINS

Les observations d'oiseaux marins sont relevées à l'espèce ou regroupées au niveau taxonomique supérieur quand l'identification n'est pas certaine ou que la distinction spécifique n'est pas possible.

- Les **laridés** est le regroupement taxonomique des **mouettes** et des **goélands**.
    - Dans la zone d'études les espèces de **mouettes** rencontrées et identifiées lors de la campagne sont la mouette pygmée (***Larus minutus***), la mouette mélanocéphale (***Larus melanocephalus***) et la mouette rieuse (***Larus ridibundus***).
    - Dans la zone d'étude la seule espèce de **goéland** rencontrée et identifiée est le goéland leucophée (***Larus michahellis***).
- Les **sternidés** est le regroupement taxonomique utilisé pour toutes les espèces de sternes dont la distinction spécifique n'est pas utilisée, il s'agit notamment de la sterne caugek (*Sterna sandvicensis*) et de la sterne pierregarin (*Sterna hirundo*).
- Parmi les procellariidés, seul les puffins sont présents dans la zone d'étude. Les **petits puffins** sont regroupés, la distinction spécifique n'est pas utilisée, il s'agit essentiellement du puffin de Méditerranée (*Puffinus yelkouan*) et du puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*). Le seul grand puffin observé en Méditerranée pendant la campagne est le puffin cendré (***Calonectris diomedae***).
- Les hydrobatidés ou **océanites** sont regroupés sans distinction d'espèce.
- Les **alcidés** ont été regroupés sans distinction d'espèce, il s'agit essentiellement de petit pingouin (*Alca torda*) mais ce niveau taxonomique regroupe aussi le guillemot de Troïl (*Uria aalge*) et le macareux moine (*Fratercula arctica*)
- Les **sulidés** sont représentés par une seule espèce, le fou de Bassan (***Morus bassanus***).
- Les **labbes** sont le regroupement taxonomique des stercorariidés. Le grand labbe (*Stercorarius skua*) se distingue des autres labbes par la taille, ceux-ci sont regroupés sous la dénomination de **petits labbes**. Il s'agit du labbe pomarin (*Stercorarius pomarinus*), du labbe parasite (*Stercorarius parasiticus*) et du labbe à longue queue (*Stercorarius longicaudus*).
- Les **cormorans** sont le regroupement taxonomique des phalacrocoracidés. En Méditerranée, les espèces concernées sont le grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*) et le cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis*).

Bilan des observations d'oiseaux marins

Au cours de la campagne, 1 905 observations d'oiseaux marins ont été relevées en effort, dans la bande des 200 m, ce qui représente un total de 3 556 individus (Tableau 8). Au total 6 espèces ont été formellement identifiées, 6 regroupements taxonomiques pour lesquelles les espèces ne sont pas spécifiées ont été observés et 3 regroupements taxonomiques ont été utilisés lorsqu'il n'a pas été possible d'identifier l'espèce.

Tableau 8. Détails des observations d'oiseaux marins réalisées lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort, dans la bande des 200 m, par strate.

Familles/ Groupes	Espèce	Golfe du Lion		Pelagos			Total
		Plateau	Large	Ouest-Corse	Ligure	Est-Corse	
		#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)
Laridés	*Larus michahellis*	239 (419)	5 (5)	41 (72)	97 (121)	147 (231)	**529 (848)**
	Goéland ind.	1 (1)	-	11 (46)	5 (6)	3 (25)	**20 (78)**
	Larus melanocephalus	65 (74)	43 (51)	23 (30)	72 (84)	51 (67)	**254 (306)**
	Larus ridibundus	4 (5)	-	1 (3)	3 (3)	3 (3)	**11 (14)**
	Larus minutus	65 (92)	250 (400)	131 (257)	82 (151)	-	**528 (900)**
	Mouette ind.	109 (201)	25 (33)	23 (82)	98 (225)	30 (62)	**285 (603)**
	Laridé ind.	12 (71)	2 (2)	1 (100)	3 (5)	2 (10)	**20 (188)**
Sternidés	Sterne ind.	8 (8)	-	2 (2)	1 (1)	5 (7)	**16 (18)**
Puffins	*Calonectris diomedae*	-	-	-	1 (1)	1 (1)	**2 (2)**
	P. yelkouan/P. mauretanicus	86 (220)	17 (20)	31 (80)	13 (48)	62 (186)	**209 (554)**
Océanites	*Hydrobates pelagicus*	1 (1)	3 (5)	1 (1)	3 (4)	-	**8 (11)**
Alcidés	Alcidé ind.	9 (20)	-	-	-	-	**9 (20)**
Sulidés	*Morus bassanus*	3 (3)	-	1 (1)	2 (2)	4 (4)	**10 (10)**
Labbes	Petit labbe ind.	-	-	-	1 (1)	-	**1 (1)**
Cormorans	Cormoran ind.	-	-	3 (3)	-	-	**3 (3)**
Total général		**602 (1 115)**	**345 (516)**	**269 (677)**	**381 (652)**	**308 (596)**	**1 905 (3 556)**

La composition des observations d'oiseaux marins dans la bande des 200m est un premier descripteur du peuplement (Figure 11). Toutes strates confondues l'ensemble des laridés représente plus de 86 % des observations. Parmi ces observations, la mouette pygmée a été formellement identifiée dans 32 % des cas. Parmi les autres espèces de mouettes regroupées dans le même niveau taxonomique sur la Figure 11, plus de 46 % ont été identifiées en mouette mélanocéphale, 2 % en mouette rieuse et près de 52 % en mouette indéterminée.

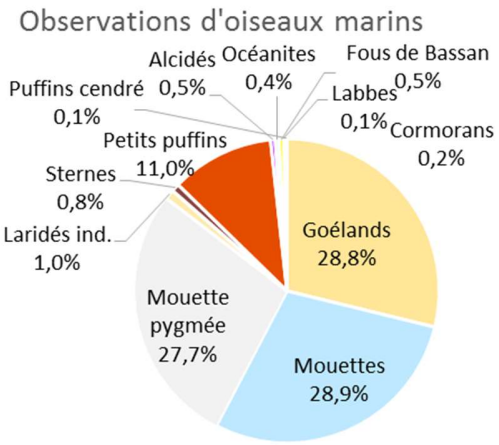

Figure 11. Composition des observations d'oiseaux marins observées (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Parmi les goélands, plus de 96 % ont été formellement identifiés comme goélands leucophée et près de 4 % ont été regroupés en goélands indéterminés, il s'agit essentiellement d'individus immatures ou posés. Seul 1 % des observations d'oiseaux marins a été regroupé sous la grande famille des laridés, il s'agissait de grands groupes mélangés, d'individus posés ou d'observations dans des conditions qui n'ont pas permis de préciser l'identification.

Les petits puffins représentent 11 % des observations d'oiseaux marins alors que l'ensemble des autres groupes et espèces ne représente que 3 % du total des observations réalisées lors de la campagne.

Distribution spatiale des observations d'oiseaux marins

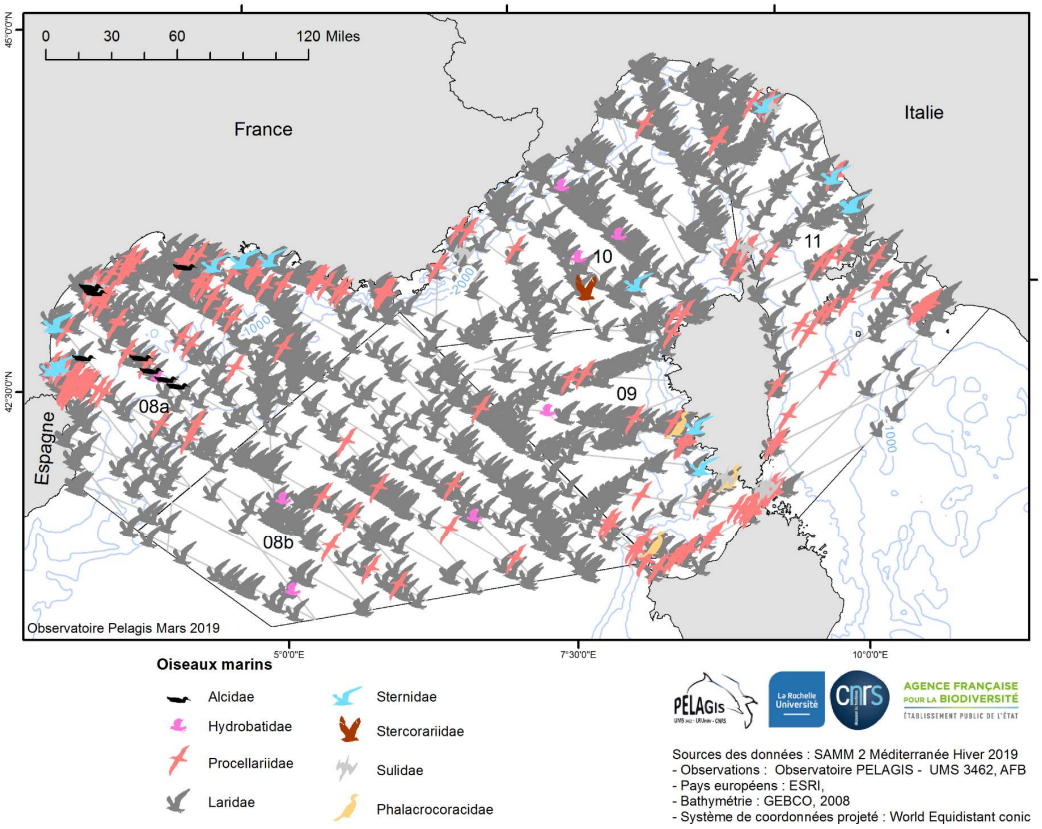

Figure 12. Cartes des observations d'oiseaux marins en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

La distribution des oiseaux marins, toutes espèces confondues, semble répartie dans toute la zone à l'exception d'une zone dans le Sud-est de la Corse (Figure 12), toutefois les conditions d'observations n'étaient pas optimales (Figure 5).

Les cartes ci-dessus (Figure 13 à Figure 16) présentent les observations des différents groupes d'oiseaux marins en fonction de la taille de groupe.

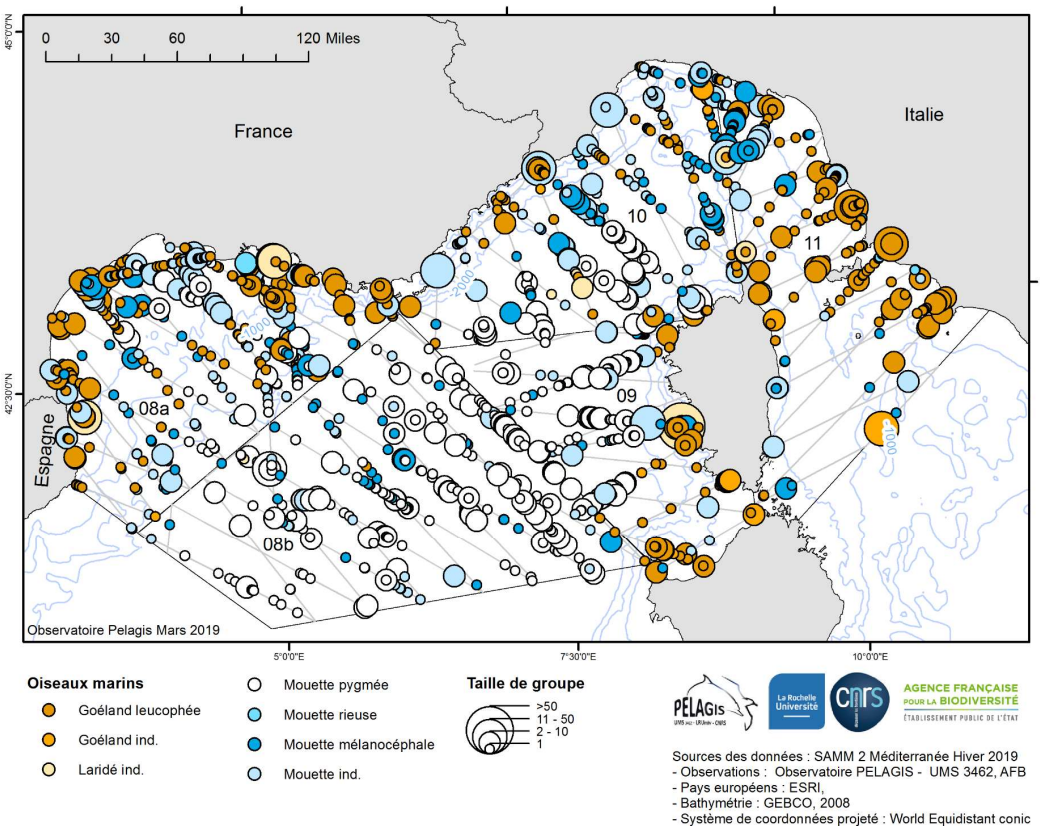

Figure 13. Cartes des observations des laridés (goélands et mouettes) en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

L'ensemble des laridés est largement distribué sur toute la zone d'étude avec la présence de grands groupes (plus de 15 individus) à proximité des côtes. La mouette pygmée est l'espèce omniprésente au large et dans le golfe du Lion. La mouette mélanocéphale est distribuée dans toute la zone d'étude, quelques mouettes rieuses ont été observées proche de la côte. Le goéland leucophée apparaît comme fréquentant essentiellement les zones de plateau continental.

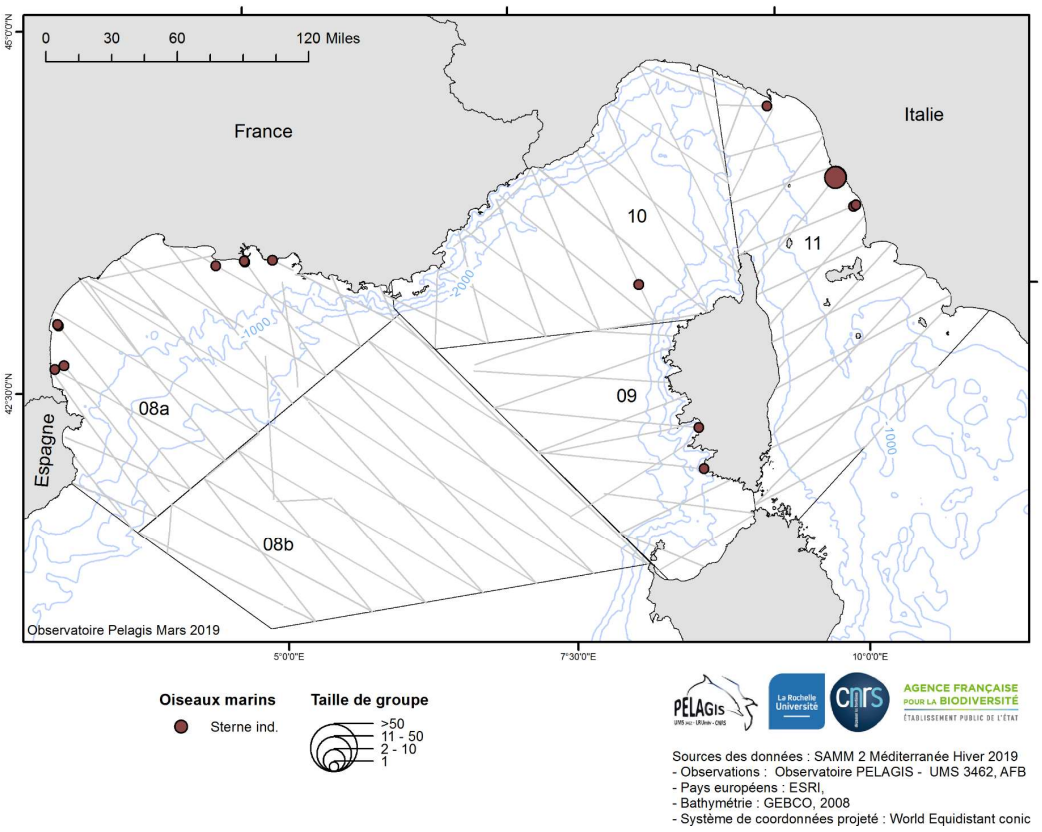

Figure 14. Cartes des observations de sternidés en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les observations de sternidés sont très localisées dans la zone côtière à l'exception d'une observation d'un individu au Nord-ouest de la Corse. Ce qui paraît cohérent avec l'écologie des espèces de sternes présentes dans la zone.

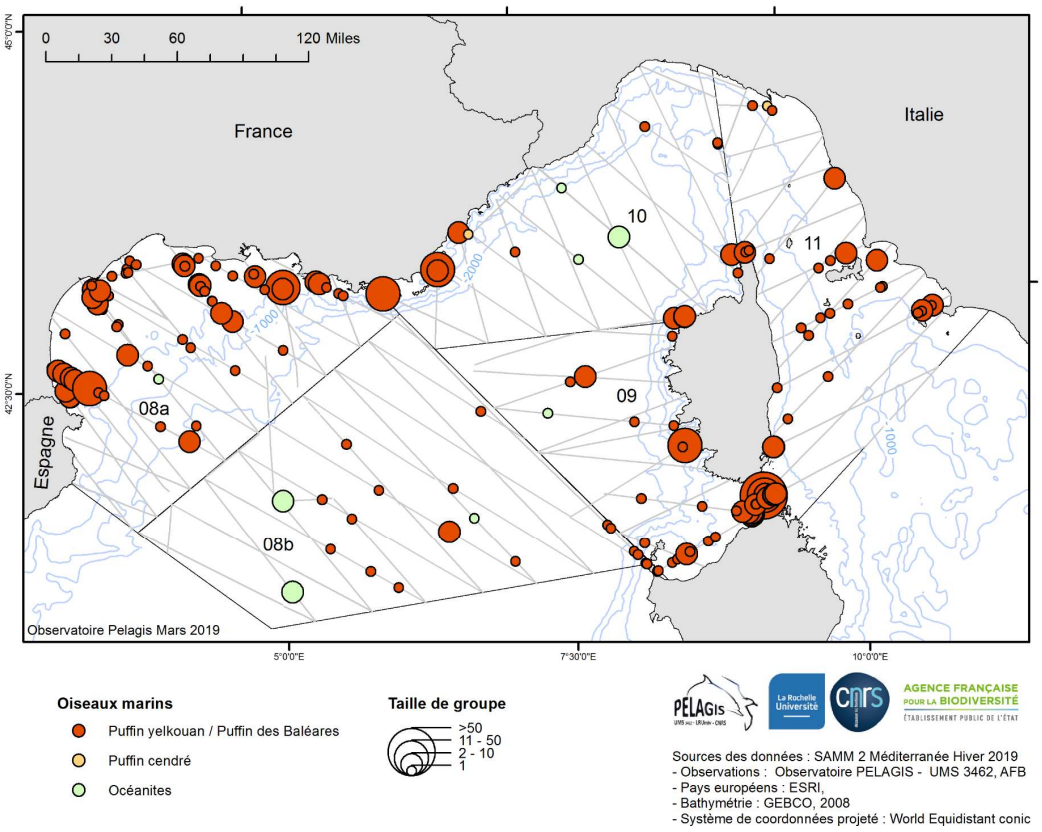

Figure 15. Carte des observations de procellariidés et d'océanites en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

La plupart des groupes de petits puffins sont localisés à proximité des côtes et sur le plateau du golfe du Lion et seuls quelques individus ont été observés au large. Deux observations de puffin cendré ont été relevées vers la Côte d'Azur et proche des côtes italiennes dans le Nord-est de la Ligure.

Les océanites ont été observées au large, au-delà de l'isobathe des 200 m, et jusqu'à l'entrée de la mer de Ligure.

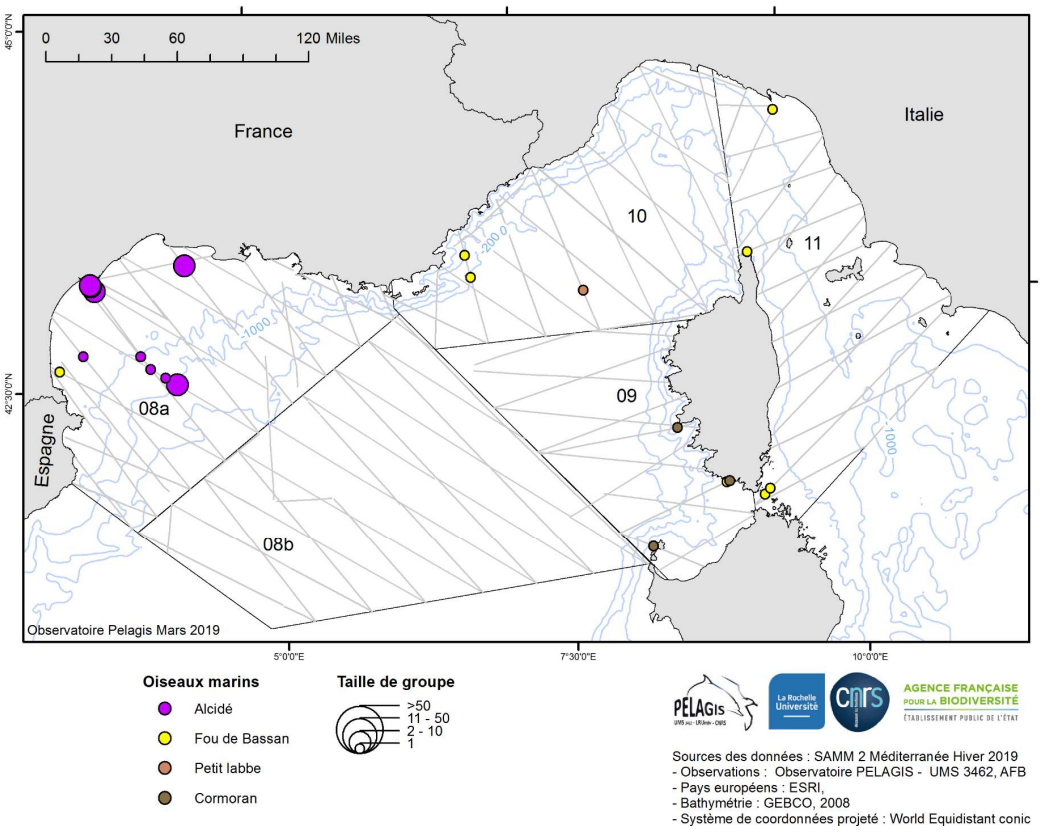

Figure 16. Carte des observations d'alcidés, de fous de Bassan, de petits labbes et de cormorans en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les 9 observations d'alcidés sont concentrées dans le golfe du Lion où leur présence hivernale est connue.

Les quelques observations d'individus de fous de Bassan sont extrêmement côtières et sont distribuées dans toutes les strates échantillonnées.

Les cormorans ont été observés à proximité des côtes, ce qui paraît cohérent avec l'écologie de l'espèce.

Un petit labbe a été observé entre la Corse et la Provence, au large. Il s'agit de la seule observation de Stercorariidé.

4.4. LES OBSERVATIONS DE TORTUES MARINES, D'ELASMOBRANCHES ET DE GRANDS POISSONS PELAGIQUES

Bilan des observations de tortues marines, d'élasmobranches et de grands poissons pélagiques

Au cours de la campagne, 84 observations de tortues, 18 observations de requins et 33 observations de poissons ont été relevées en effort, ce qui représente un total de 699 individus (Tableau 9). 370 observations de poisson-lune ont été recensées, en effort, dans la bande des 200 m, totalisant 380 individus. Au total 6 espèces et regroupements taxonomiques pour lesquelles les espèces ne sont pas spécifiées ont été observés et 2 regroupements taxonomiques ont été utilisés lorsqu'il n'a pas été possible d'identifier l'espèce de poisson ou de requin.

Tableau 9. Détails des observations tortues marines, d'élasmobranches et de poissons pélagiques lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort par strate.

Familles/ Groupes	Espèce	Golfe du Lion		Pelagos			Total
		Plateau	Large	Ouest-Corse	Ligure	Est-Corse	
		#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)
Tortues	Tortues à écailles	6 (6)	39 (39)	19 (19)	15 (15)	5 (5)	**84 (84)**
Elasmobranches	*Carcharhinus longimanus*	-	1 (1)	-	-	-	**1 (1)**
	Prionace glauca	3 (3)	2 (2)	1 (1)	5 (5)	3 (3)	**14 (14)**
	Requin ind.	1 (1)	-	-	-	2 (2)	**3 (3)**
Poissons	*Mola mola*	85 (87)	106 (110)	41 (43)	81 (83)	57 (57)	**370 (380)**
	Thunnus spp. / Sarda spp.	-	2 (27)	1 (500)	-	-	**3 (527)**
	Xiphiidae / Istiophoridae	3 (3)	2 (2)	-	6 (6)	-	**11 (11)**
	Poisson ind.	3 (3)	3 (3)	8 (14)	2 (2)	3 (3)	**19 (25)**
Total général		**103 (105)**	**178 (207)**	**79 (586)**	**109 (111)**	**70 (70)**	**539 (1 079)**

Distribution spatiale des observations de tortues marines de poissons-lunes, d'élasmobranches et autres poissons

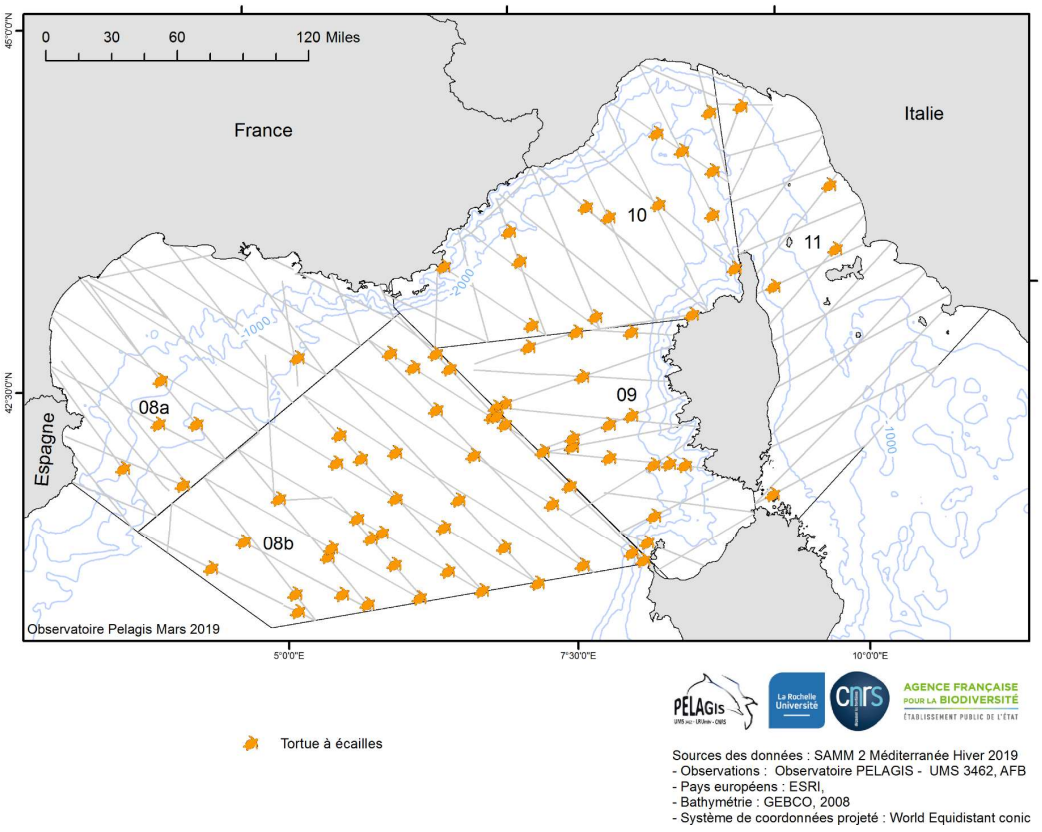

Figure 17. Carte des observations de tortues à écailles en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les observations de tortues à écailles sont essentiellement au large du golfe du Lion, le long du talus entre la Corse et la Sardaigne, dans les Bouches de Bonifacio et en mer de Ligure. Il est très probable que seule l'espèce *Caretta caretta* soit concernée par ces observations.

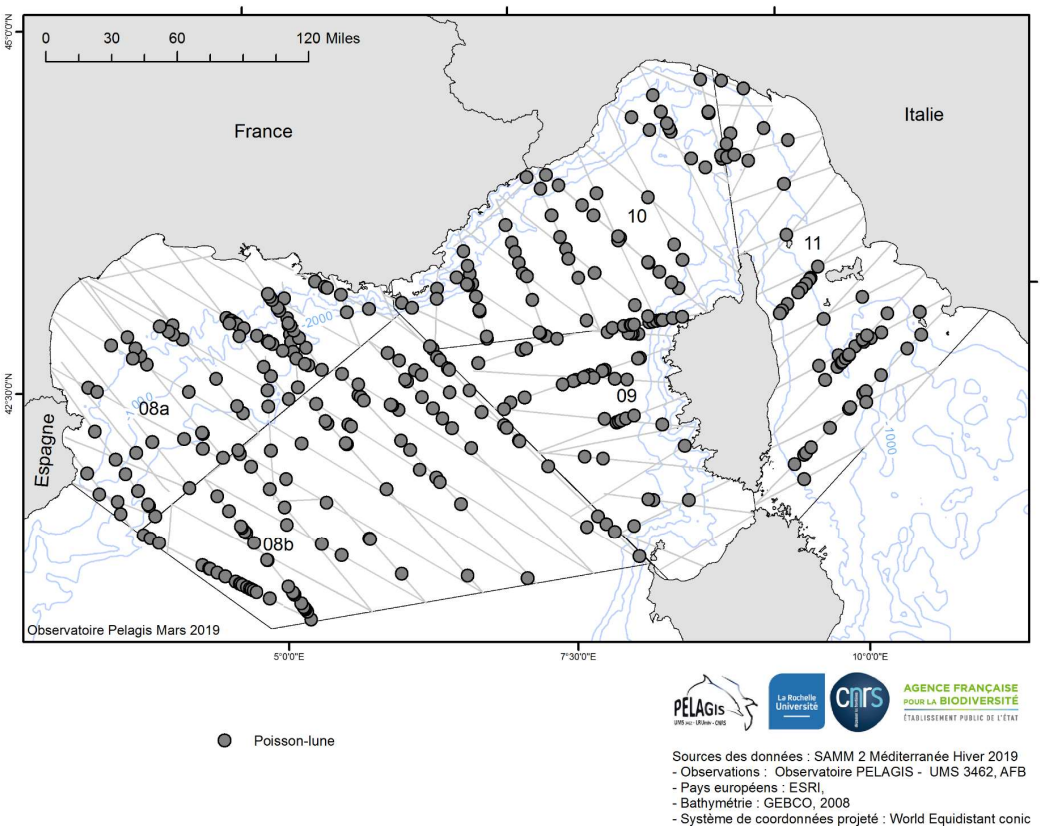

Figure 18. Carte des observations de poissons-lunes en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Le poisson-lune a été observé dans toute la zone d'étude mais semble moins présent sur les fonds inférieurs à -200 m.

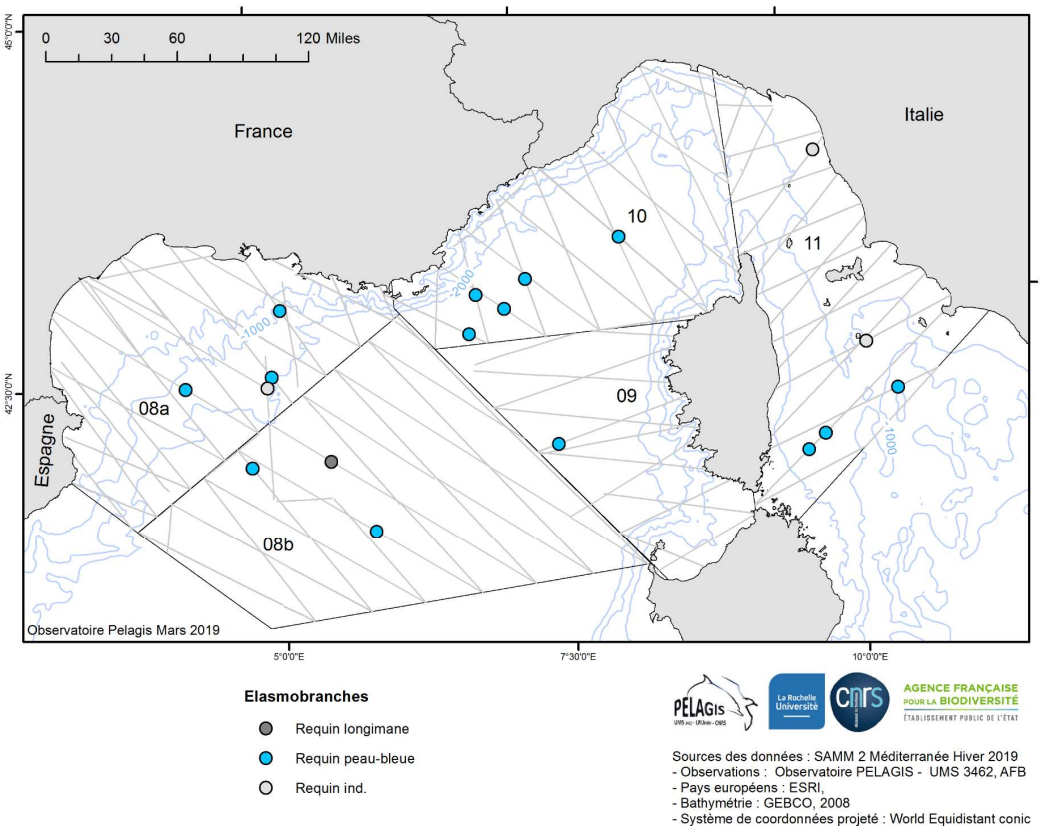

Figure 19. Carte des observations d'élasmobranches en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Sur les 18 observations de requins, 14 sont identifiées comme requin peau-bleue et sont distribuées sur les fonds de plus de 200 m, dans toutes les strates de la zone d'étude. Une observation de requin n'a pas pu être identifiée plus précisément et un requin longimane a été recensé au large du golfe du Lion.

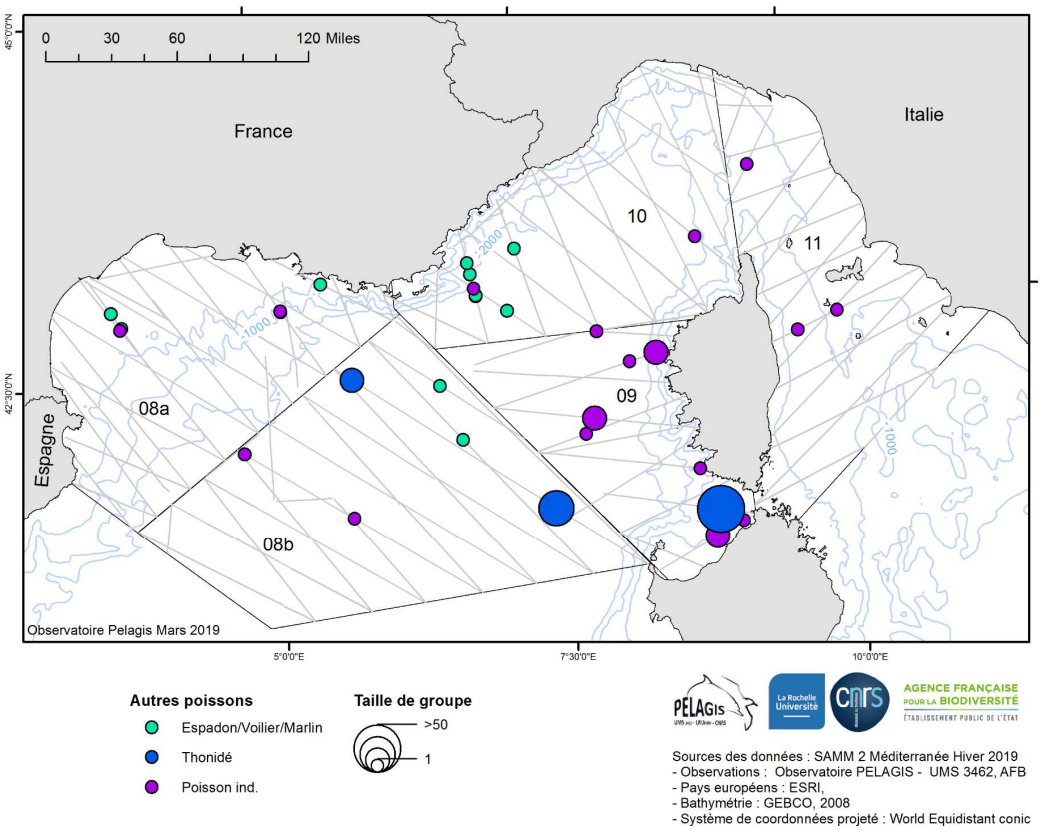

Figure 20. Carte des observations d'autres poissons en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les grands poissons à long rostre ont été observés principalement dans le golfe du Lion, le long de la Provence et de la Côte d'Azur, à proximité du talus, et au large.

Deux groupes de thonidés (7 et 20 individus) ont été observés au large et un grand groupe (500 individus) a été relevé entre la Corse et la Sardaigne.

Les autres poissons observés sont des grands poissons dont l'espèce ou le groupe n'a pas pu être déterminé. Ces observations sont toutefois distribuées dans toute la zone d'étude.

4.5. LES OBSERVATIONS DE MACRO-DECHETS FLOTTANTS

Bilan des observations de macro-déchets flottants

Au cours de la campagne, 4 713 observations de déchets flottants ont été détectés en effort, dans la bande des 200 m, ce qui représente un total de 8 745 objets (Tableau 10Tableau 9). Les déchets indéterminés regroupent les déchets qui n'ont pas été identifiés dans l'une des autres catégories et les déchets plastiques. Lors de la campagne 4,5 % de ces déchets ont été identifiés avec certitude en matière plastique.

Tableau 10. Détails des observations de macro-déchets flottants lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort, dans la bande des 200 m, par strate.

Types	Golfe du Lion		Pelagos			Total
	Plateau	Large	Ouest-Corse	Ligure	Est-Corse	
	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)
Déchet indéterminé	742 (1 093)	1 110 (1 640)	419 (649)	1 146 (2 484)	1 100 (2 679)	**4 517 (8 545)**
Déchet de pêche	10 (10)	13 (13)	5 (5)	18 (18)	25 (26)	**71 (72)**
Bois usiné	5 (5)	16 (17)	14 (15)	25 (26)	8 (8)	**68 (71)**
Hydrocarbure	-	7 (7)	40 (40)	8 (8)	-	55 (55)
Déchet métallique	-	-	-	-	2 (2)	2 (2)
Total général	**757 (1 108)**	**1 146 (1 677)**	**478 (709)**	**1 197 (2 536)**	**1 135 (2 715)**	**4 713 (8 745)**

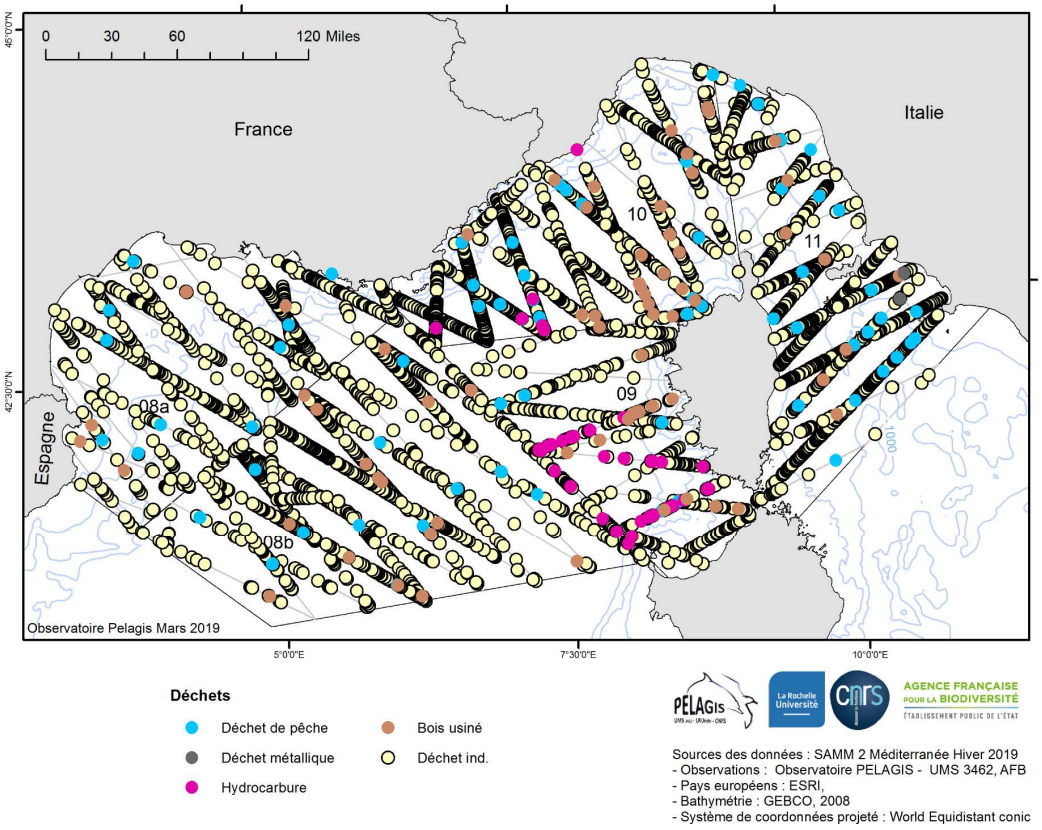

Figure 21. Carte des observations de déchets en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les déchets sont présents sur toute la zone d'étude, avec une mise en garde sur les seules zones où la présence de déchets semble moindre car elles n'ont pu être couvertes en conditions optimales d'observation (Figure 5).

Des déchets de pêche sont retrouvés sur l'ensemble des strates. Les morceaux de bois non naturels semblent être en plus grande quantité sur l'Ouest et le Nord de la Corse. De nombreuses observations de trainées d'hydrocarbures ont été relevées au Sud-ouest de la Corse au cours d'un même vol.

4.6. LES OBSERVATIONS DE BATEAUX ET DE BOUEES DE PECHE

Bilan des observations de bateaux et des bouées de pêche

Au cours de la campagne, 60 observations de bateaux, hors bateaux de pêche, ont été réalisées en effort, dans la bande des 500 m ce qui représente un total de 65 bateaux (Tableau 11). 126 observations d'indices d'activité de pêche ont été relevées en effort. Les bateaux ont été relevés dans la bande des 500 m et les bouées de pêche, indicateurs de la présence d'engins d'art dormant, ont été relevées dans la bande des 200 m.

Tableau 11. Détails des observations bateaux et des bouées de pêche lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort, dans la bande des 200 m pour les bouées et la bande des 500 m pour les bateaux, par strate.

Catégorie	Type	Golfe du Lion		Pelagos			Total
		Plateau	Large	Ouest-Corse	Ligure	Est-Corse	
		#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)	#Obs (#Ind)
Trafic maritime	Bateaux de plaisance	27 (29)	-	2 (2)	8 (8)	8 (8)	**45 (47)**
	Bateaux de commerce	5 (5)	1 (1)	-	2 (2)	2 (2)	**10 (10)**
	Bateaux de service	-	-	-	1 (1)	-	**1 (1)**
	Bateau ind.	2 (4)	-	-	-	2 (3)	**4 (7)**
Activités de pêche	Chalutiers	2 (2)	-	-	-	-	**2 (2)**
	Bateaux à engins dormants	1 (1)	-	1 (1)	1 (1)	5 (5)	**8 (8)**
	Bouées de pêche (engins dormants)	86 (123)	-	6 (22)	8 (8)	15 (17)	**115 (170)**
	Fermes aquacoles	-	-	1 (1)	-	-	**1 (1)**
Total général		**123 (164)**	**1 (1)**	**10 (26)**	**20 (20)**	**32 (35)**	**186 (246)**

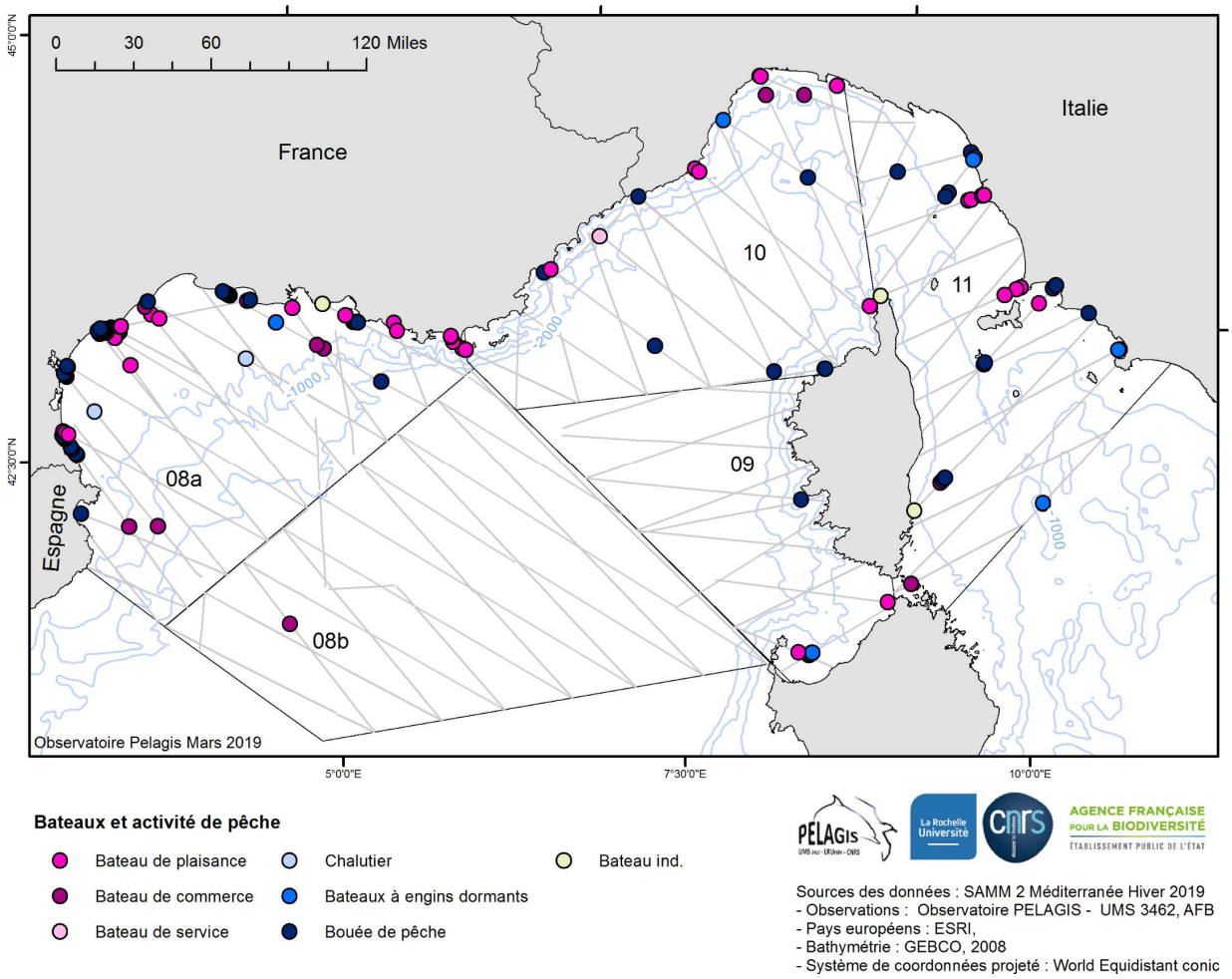

Figure 22. Carte des observations de bateaux, en effort, dans la bande des 500 m, et de bouées de pêche, en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019).

Les observations de bateaux et d'indices d'activité de pêche sont concentrées dans la zone côtière et 57 % des observations de bateaux, tout navire hors pêche, ont été relevés dans la strate golfe du Lion.

Un seul tanker a été observé dans la strate du large du golfe du Lion où aucune autre activité maritime n'a été relevée.

Les deux chalutiers observés lors de la campagne sont uniquement présents sur le plateau du golfe du Lion. Le plateau du golfe du Lion regroupe 71 % des observations d'activité de pêche, l'Est de la Corse représente 16 % de ces observations et les 13 % restants sont également distribués entre l'Ouest de la Corse et la mer de Ligure.

4.7. LE DEPLOIEMENT DU PROTOTYPE STORMM

Le développement du système d'acquisition d'images en simultanée, STORMM (pour Système de Télédétection Optique aéroporté d'aide au Recensement de la Mégafaune Marine), initié sur les campagnes REMMOA I entre 2010 et 2011, a repris en 2018 avec pour objectif la mise à jour des spécifications techniques et la reprise des tests sur la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver. Ce développement fait l'objet d'un contrat de collaboration scientifique entre l'Observatoire Pelagis et la société Hytech-Imaging afin de répondre spécifiquement aux objectifs de soutien au protocole d'observation visuel mis en œuvre sur les grandes campagnes aériennes coordonnées par l'Observatoire Pelagis. Le système doit donc permettre l'acquisition d'images à haute définition dans la bande d'observation, à l'altitude de vol du protocole et doit être suffisamment « léger » et « autonome » (sans opérateur) pour être déployé en même temps que les observateurs. Le but initial est d'améliorer la qualité des données collectées : identifier et corriger certains biais de l'observation visuelle, comme l'identification des espèces observées et la taille des groupes observés. L'outil devrait également permettre d'évaluer les variations entre les deux méthodes, de constituer un catalogue d'images pour l'aide à l'identification (formation des observateurs) mais également une banque « historique » d'images des campagnes. Ces images seront également disponibles pour l'analyse dont le développement des algorithmes de détection.

Un nouveau module avec deux nouveaux capteurs (un côté couvert) a été assemblé puis adapté pour être installé dans la trappe d'un Britten Norman 2. Le développement ayant repris tardivement en 2018, le module n'a pu être déployé qu'au cours de deux survols sur la fin de la campagne en février 2019.

Ces essais ont néanmoins permis d'acquérir des d'images en simultanée des sessions d'observation visuelle (Figure 25) sur des dauphins, oiseaux marins, poissons lunes et macro déchets flottants. Ils ont également permis d'identifier les points techniques à perfectionner notamment dans les réglages optiques pour améliorer la qualité des photographies.

Figure 25 : Groupe de *Stenella coeruleoalba* photographié lors d'une session d'observation en mer Ligure (Longueur moyenne des individus 206 cm).

5. SYNTHESE

Bilan opérationnel

Les principaux avantages de l'observation aérienne depuis des avions sont de couvrir de vastes surfaces en peu de temps, avec une flexibilité de mise en œuvre permettant d'utiliser les meilleures fenêtres météorologiques pour l'observation (conditions propices à la détection et similaires d'une session d'observation à l'autre), et la standardisation de la méthode dans un objectif de comparaison.

Afin d'optimiser l'effort d'observation au cours des courtes fenêtres météorologiques hivernales, le choix s'est orienté sur la mise en place de deux avions/équipes sur 60 jours, au lieu d'un seul avion sur 90 jours comme sur SAMM 1 (Pettex et al. 2012). Malgré quelques petites différences de contours au sud et à l'ouest de la zone d'étude, son étendue spatiale est similaire entre les deux campagnes. Par contre, l'effort prévu sur SAMM 2-Hiver (10 700 km) correspondait initialement à 70 % du prévisionnel de SAMM 1-Hiver (15 700 km, hors strate côtière). Comme l'effort d'observation n'avait pu être réalisé dans sa totalité au cours de SAMM 1, les deux campagnes offrent finalement un effort similaire de 11 000 km de transect environ.

Le plan d'échantillonnage a donc été réalisé dans sa totalité en moins de 60 jours au cours de cette campagne SAMM 2-Hiver. Cette stratégie s'est révélée plutôt pertinente notamment en février où les créneaux météorologiques combinés aux ouvertures des zones réglementées ont pu être optimisés pour rattraper le temps perdu en janvier. Une période de campagne plus courte est également plus intéressante pour capturer l'effet saisonnier de la distribution de la mégafaune marine.

Le choix d'avoir un avion avec une trappe permettant d'accueillir le prototype STORMM a amené la compagnie à mettre à disposition un appareil possédant une autonomie limité (4 heures de vol en travail). L'utilisation de cet avion a été parfois pénalisante, mais le choix d'installer un réservoir supplémentaire (type *turtle pack*) ou d'utiliser un autre avion à plus grande autonomie aurait pu être décidé au cours de la campagne s'il y avait eu un réel risque de ne pas finaliser le plan d'échantillonnage dans les temps.

Le choix d'une seule base à terre (avec des bases secondaires) a eu pour avantage une bonne coordination des équipes et surtout une flexibilité dans leur mobilité. Ce choix a eu par contre pour effet d'augmenter le temps de transit vers les zones de travail (notamment pour couvrir l'est et le sud de la Corse), compensé par une plus grande souplesse dans la couverture des zones avec deux avions travaillant en simultané. Les zones les plus impactées par des conditions de vent soutenu ont été le golfe du Lion ainsi que l'Est et le Sud Corse, zones pour lesquelles les créneaux étaient très courts et instables.

Enfin pour la prochaine campagne, il faudra anticiper la coordination entre services de l'état (AFB/Préfecture Maritime) pour l'accès aux zones réglementées en particulier les zones d'exercices militaires.

Bilan des observations et perspectives d'analyses

Les observations collectées au cours de cette campagne SAMM 2-Méditerranée quels que soient les groupes taxonomiques considérés sont satisfaisantes et permettront de produire un nouvel état des lieux « instantané »

en Méditerranée Occidentale pendant la saison hivernale de la distribution et de l'abondance des mammifères marins, oiseaux de mer, tortues marines, élasmobranches et grands poissons pélagiques.

Pour rappel, la collecte de données en saison estivale, suivant le même protocole, a été organisée en juin et juillet 2018 au cours de la campagne ASI (*ACCOBAMS Survey Initiative*). Les données collectées au cours de ces deux campagnes (ASI et SAMM 2 Hiver) devraient permettre de faire une deuxième évaluation été / hiver de l'abondance et d la distribution des principaux groupes de mégafaune marine, la première ayant été réalisée en 2011-2012. La répétition de ces campagnes devrait permettre à terme de mettre en évidence des tendances pour certaines espèces clefs et de déterminer d'éventuelles modifications dans leur distribution et l'utilisation des habitats.

Les étapes suivantes correspondront à la production de cartes de taux de rencontre et estimation des abondances par la méthode conventionnelle (non spatialisée) pour les principaux groupes de la mégafaune marine, la modélisation spatialisée de la distribution des taxons les plus abondants et les analyses comparatives avec les résultats de la campagne SAMM 1 (Laran et al. 2017 ; Pettex et al. 2017)) et de la campagne ACCOBAMS Survey Initiative de l'été 2018.

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Tableaux

Tableau 1. Liste récapitulative des informations à relever lors des observations (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019) 12

Tableau 2. Bilan des moyens humains et matériel mis en œuvre au cours de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). 16

Tableau 3. Effort d'observation prévisionnel par secteur et par strate (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). La surface prospectée correspond à une largeur effective d'observation de 2x500m de part et d'autre du transect. 18

Tableau 4. Effort d'observation réalisé par secteur et par strate (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). La surface prospectée correspond à une largeur effective d'observation de 2x500m de part et d'autre du transect. 19

Tableau 5. Bilan des heures de vol (HDV), des heures d'effort d'observation (HDE) et des heures de transit prévues et réalisées (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 19

Tableau 6. Détails des observations de mammifères marins réalisées lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort par strate. Les nombres entre parenthèses indiquent le nombre d'observations et d'individus hors effort. 22

Tableau 7. Nombre d'observations dont la recapture, suite à un circle back (CB), a permis de mieux identifier l'espèce ou le groupe taxonomique lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). 27

Tableau 8. Détails des observations d'oiseaux marins réalisées lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort, dans la bande des 200 m, par strate. 29

Tableau 9. Détails des observations tortues marines, d'élasmobranches et de poissons pélagiques lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort par strate. 35

Tableau 10. Détails des observations de macro-déchets flottants lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort, dans la bande des 200 m, par strate. 40

Tableau 11. Détails des observations bateaux et des bouées de pêche lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). Le nombre d'observations (#Obs) et le nombre d'individus (#Ind) sont donnés en effort, dans la bande des 200 m pour les bouées et la bande des 500 m pour les bateaux, par strate. 42

Figures

Figure 1. Zone d'observation et distances correspondantes à la surface pour les différents types de mégafaune marine. Protocole SAMM 2 Méditerranée (d'après une illustration de Mathieu Nivesse - AFB). 13

Figure 2. Plan d'échantillonnage prévisionnel, stratification et schémas des transects selon les 2 plans d'échantillonnage (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). Golfe du Lion : 08a – Plateau, 08b – Large ; Pelagos : 09 - Ouest-Corse, 10 – Ligure, 11 – Est-Corse..... 14

Figure 3. Calendrier de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019. 15

Figure 4. Carte des transects réalisés issus du plan d'échantillonnage prévisionnel, en vert, et nouveaux transects créés au cours de la campagne, en marron (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019)..... 18

Figure 5. Carte de l'état de la mer (indice de Beaufort, 0 = mer calme et 5 = mer agitée) enregistré en effort de prospection lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). 20

Figure 6. Pourcentage de l'effort d'observation en fonction de l'état de la mer et des conditions subjectives d'observation rencontrées par côté lors de la campagne SAMM 2 Méditerranée Hiver (2019). E : excellentes, G : bonnes, M : moyennes, P : pauvres. 21

Figure 7. Composition spécifique des observations de mammifères marins observés en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 23

Figure 8. Cartes des observations de cétacés en effort et hors effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 24

Figure 9. Cartes des observations de delphininés en effort et hors effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 25

Figure 10. Cartes des observations de globicéphalinés, grands plongeurs (ziphiidés et physétéridés) et de rorquals en effort et hors effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 26

Figure 11. Composition des observations d'oiseaux marins observées (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019)..... 29

Figure 14. Cartes des observations d'oiseaux marins en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 30

Figure 15. Cartes des observations des laridés (goélands et mouettes) en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 31

Figure 16. Cartes des observations de sternidés en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 32

Figure 17. Carte des observations de procellariidés et d'océanites en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 33

Figure 18. Carte des observations d'alcidés, de fous de Bassan, de petits labbes et de cormorans en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 34

Figure 19. Carte des observations de tortues à écailles en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 36

Figure 20. Carte des observations de poissons-lunes en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 37

Figure 21. Carte des observations d'élasmobranches en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 38

Figure 22. Carte des observations d'autres poissons en effort (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 39

Figure 23. Carte des observations de déchets en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 41

Figure 24. Carte des observations de bateaux, en effort, dans la bande des 500 m, et de bouées de pêche, en effort, dans la bande des 200 m (SAMM 2 Méditerranée Hiver, 2019). 43

REFERENCES

Anselme, L. & Durand, J.P. (2012). Le puffin cendré *Calonectris diomedea diomedea*, Etat des connaissances et de conservation actualisés, des populations nicheuses des petites îles de Méditerranée. Initiative PIM. Rapport du conservatoire d'Espaces Naturels de Provence-Alpes Côtesd-d'Azur. 17pp.

Bearzi, G., Fortuna, C. & Reeves, R. R. (2012).*Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2 (www.iucnredlist.org).

Bearzi, G., Reeves, R. R., Notarbartolo di Sciara, G., Politi, E., Canadas, A., Frantzis, A. & Mussi, B. (2003). Ecology, status and conservation of short-beaked Common Dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 33(3): 224-252.

Bearzi, G., Reeves, R. R., Remonato, E., Pierantonio, N. & Airoldi, S. (2010). Risso's dolphin Grampus griseus in theMediterraneanSea. *Mammalian Biology* 76(4): 385-400.

Bentivegna F., Rasotto M.B., De Lucia G.A., Secci E., ,Massaro G., Panzera S., Caputo C., Carlino P., Treglia G. and Hochscheid S. (2010). Loggerhead Turtle (Caretta caretta) Nests at high latitudes in italy. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2): 283–289.

Bourgeois, K. & Vidal, E. (2008). The endemic Mediterranean yelkouan shearwater *Puffinus yelkouan*: distribution, threats and a plea for more data. *Oryx* 42: 187–194.

Bradai M. N. and El Abed A. (1998). Présence de la tortue luth Dermochelys coriacea dans les eaux tunisiennes. *Rapp. Comm. int. Mer Medit*., 35.

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.

Cadiou B. (2014). Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine 2009-2011. Bilan final 2009-2012. Rapport GISOM-AAMP, 62p.

Camiñas J A. (1998). Is the leatherback (Dermochelys coriacea Vandelli, 1761) a permanent species in the Mediterranean Sea? In: *Proceedings of the XXXV Congres CIESM*, Dubrovnik

Camphuysen & Van der Meer (2001)-Pelagic distribution, moult and sub-specific statuts of Cory's shearwarers calonectris diomedea-borealis wintering off southern Africa. *Marine Ornithology* 29: 89–96.

Cardona L., Revelles M., Carreras C., San Felix M., Gazo M. and Aguilar A., (2005). Western Mediterranean immature loggerhead turtles: habitat use in spring and summer assessed through satellite tracking and aerial surveys. *Marine Biology*, 147: 583–591. DOI 10.1007/s00227-005-1578-9

Carreras, C., Pont, S., Maffucci, F. & et al. (2006). Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. *Marine Biology* 149: 1269–1279.

Casale, P. (2011). Sea turtle by-catch in the Mediterranean. *Fish and Fisheries* 12: 299-316.

Casale, P., Margaritoulis, D., Aksissou, M. & et al. (2010).Overview. In *Sea Turtles in the Mediterranean: Distribution, Threats and Conservation Priorities* 1–14 (Eds P. Casale and D. Margaritoulis). Gland, Switzerland: IUCN.

Casale, P., Nicolosi, P., Freggi, D., Turchetto, M. & Argano, R. (2003). Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in Italy and in the Mediterranean basin. *Herpetological Journal* 13: 135-139.

David, L. & Di-Meglio, N. (2010).Prévention des collisions entre navires et grands cétacés (rorqual et cachalot). In *Rapport final E2 GIS 3M* – 67 pp: Pelagos France.

Del Hoyo, J., Elliott, A. & J., S. (1996). *Handbook of the Birds of the World. Vol. 3* Barcelona.

Del Hoyo, J., Elliot, A., Christie, D. (2010). *Handbook of the Birds of the World.* Lynx Edicions, Barcelona.

Delaugerre M. and Cesarini C., 2004. Confirmed Nesting of the Loggerhead Turtle in Corsica. *Marine turtle Newsletter* 104 : 12.

Di-Meglio, N., David, L. & Monestiez, P. (2018). Sperm whale ship strikes in the Pelagos Sanctuary and adjacent waters: assessing and mapping collision risks in summer. *Journal of Cetacean Research and Management* 18: 135–147.

Di-Méglio N., Tardy C., Roul M., David L., Ody D., Jacob T., Gimenez O. Et Labach H. (2016). *Eléments de structure et dynamique des populations de Cachalot et Globicéphale noir fréquentant le bassin de Méditerranée nord-occidentale*. Parc national de Port-Cros, Animateur de la Partie française de l'Accord Pelagos et GIS 3M (EcoOcéan Institut/WWF/GIS3M/CEFE Cnrs). Fr. : 95 pp.

Drouot, V., Bérubé, M., Gannier, A., Goold, J. C., Reid, R. J. & Palsboll, P. J. (2004). A note on genetic isolation of Mediterranean sperm whales (*Physeter macrocephalus*) suggested by mitochondrial DNA. *Journal of Cetacean Research and Management* 6(1): 29-32.

Garbé R., Rufray X., Di-Méglio N., Roul M., David L., Bechet A. & Sadoul N. (2015). *Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique de la Camargue*. Agence des Aires Marines Protégées. 326 p.

Hemery G. & d'Elbée E. (1985). Discrimination morphologique des populations atlantiques et Méditerranéenne de pétrels tempête Hydrobates pelagicus. In : *Thibault J.C., Guyot I. & Cheylan G. (Eds), Oiseaux marins nicheurs du Midi et de la Corse*. Annales du CROP n°2, Aix en Provence : 63-67.

Karaa S., JRIBI I., A. BOUAIN, GIRONDOT M. and BRADAï M.N. (2013). On the occurrence of Leatherback Turtles Dermochelys coriacea (VANDELLI, 1761), in Tunisian waters (Central Mediterranean Sea). *HERPETOZOA* 26 (1/2): 65 – 75.

Lambert, C., Laran, S., David, L., Dorémus, G., Pettex, E., Van Canneyt, O. & Ridoux, V. (2017). How does ocean seasonality drive habitat preferences of highly mobile top predators? Part I: The north-western Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 115-132.

Lanfredi C., Remonato E. and Airoldi S. (Eds) (2018). *Preliminary Report of the Mediterranean Grampus Project 2.0: Improving knowledge and conservation of the Mediterranean population of Risso's dolphins through effective partnerships*. 50 pp. La Spezia, Italy, 7th April 2018.

Laran, S., Delacourtie, F., Di Fulvio, T., David, L., Di Méglio, N. & Monestiez, P. (2012). Synthèse sur la distribution des cétacés dans le Sanctuaire PELAGOS et les eaux adjascentes, mise en relation avec leur environnement. *Scientific Reports of Port-Cros national park* 26: 119-148.

Laran, S. & Gannier, A. (2006). Variation saisonnière de la présence du cachalot (*Physeter macrocephalus*) dans le Sanctuaire Pelagos (Mer Ligure). *Mésogée* 61: 71-77.

Laran, S., Pettex, E., Authier, M., Blanck, A., David, L., Dorémus, G., Falchetto, H., Monestiez, P., Van Canneyt, O. & Ridoux, V. (2017). Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters- Part I: The North-Western Mediterranean, including the Pelagos sanctuary. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 20-30.

Laurent L., P. Casale, M.N. Bradai, B.J. Godley, G. Gerosa, A.C. Broderick, W. Schroth, B. Schierwater, A.M. Levy, D. Freggi, E.M. Abd El-Mawla, D.A. Hadoud, H.E. Gomati, M. Domingo, M. Hadjichristophorou, L. Kornaraky, F. Demirayak, and Ch. Gautier. (1998). Molecular resolution of marine turtle stock composition in fishery bycatch: a case study in the Mediterranean. *Molecular Ecology* 7: 1529-1542.

Margaritoulis, D. and Demetropoulos A. (eds), (2003). Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles. *Barcelona Convention – Bern Convention –Bonn Convention (CMS)*. Nicosia, Cyprus. 270 pp.

Marion, L. (1994) – Evolution numérique et préférences écologiques des Grands cormorans hivernant en France. *Alauda* 62 : 13-26.

Notarbartolo-di-Sciara, G. & Birkun, A. (2010).Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas. In *ACCOBAMS status report*, 212 p. Monaco: ACCOBAMS

Notarbartolo di Sciara, G., Agardy, T., Hyrenbach, D., Scovazzi, T. & P., V. K. (2008). The Pelagos Sanctuary for Mediterranean marine mammals. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18(4): 367-391.

Notarbartolo di Sciara, G., Zanardelli, M., Jahoda, M., Panigada, S. & Airoldi, S. (2003). The fin whale *Balaenoptera physalus* (L. 1758) in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 33(2): 105-150.

Oro, D., Baccetti, N., Boukhalfa, D., Eken, G., El Hili, A., Goutner, V., Karauz, S., Papaconstantinou, C., Recorbet, B. & Ruiz, X. (2000). Current breeding distribution and status of Audouin's gulls Larus audouinii in the Mediterranean. Monitoring and Conservation of Birds*. Mammals and Sea Turtles of the Mediterranean and Black Seas* (eds J. Sultana & P. Yésou), pp. 69–80. BirdLife Malta, Malta

Panigada, S., Lauriano, G., Donovan, G., Pierantonio, N., Cañadas, A., Vázquez, J. A. & Burt, L. (2017). Estimating cetacean density and abundance in the Central and Western Mediterranean Sea through aerial surveys: Implications for management. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 41-58.

Panigada, S. & Notarbartolo-di-Sciara, G. (2012).*Balaenoptera physalus* (Mediterranean subpopulation).The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. (www.iucnredlist.org).

Panigada, S., Pesante, G., Zanardelli, M., Capoulade, F., Gannier, A. & Weinrich, M. T. (2006). Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. *Marine Pollution Bulletin* 52: 1287-1298.

Péron, C., Grémillet, (2011). Habitats maritimes des Puffins de France métropolitaine : approche par balises et analyses isotopiques. 1ère rapport intermédiaire. CEFE & AAMP – programme PACOMM. 53p

Péron, C., Grémillet, D., Prudor, A., Pettex, E., Saraux, C., Soriano-Redondo, A., Authier & M., F., J. (2013). Importance of coastal Marine Protected Areas for the conservation of pelagic seabirds: the case of Vulnerable yelkouan shearwaters in the Mediterranean Sea. . *Biological Conservation* 168: 210–221.

Pettex, E., David, L., Authier, M., Blanck, A., Dorémus, G., Falchetto, H., Laran, S., Monestiez, P., Van Canneyt, O., Virgili, A. & Ridoux, V. (2017). Using large scale surveys to investigate seasonal variations in seabird

distribution and abundance. Part I: The North Western Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 74-85.

Pierpoint C. (2000). Bycatch of marine turtles in UKand Irish waters. *JNCC Report* N° 310, 32p.

Rendell, L., Simião, S., Brotons, J. M., Airoldi, S., Fasano, D. & Gannier, A. (2014). Abundance and movements of sperm whales in the western Mediterranean basin. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24(Suppl. 1): 31-40.

Rojo–Nieto E., Álvarez–Díaz P. D., Morote E., Burgos–Martín M., Montoto–Martínez T., Sáez–Jiménez J. &. Toledano F. (2011). Strandings of cetaceans and sea turtles in the Alboran Sea and Strait of Gibraltar: a long–term glimpse at the north coast (Spain) and the south coast (Morocco). *Animal Biodiversity and Conservation* 34.1 : 151-163.

Roul M., David L. et Di-Méglio N. (2018). Suivi du Parc Naturel Marin du Golfe du Lion et test des protocoles sur les macrodéchets du programme MEDSEALITTER. Rapport de mission Avril 2018, 11p.

Rufray X., Garbé R., David L. & Di-Méglio N. (2014). *Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique du Golfe du Lion*. Agence des Aires Marines Protégées. 325 p.

Spitz, J., Peltier, H. & Authier, M. (2018).Évaluation du descripteur 1 « Biodiversité - Mammifères marins » en France Métropolitaine . . (Ed R. s. p. l. é. a. t. d. l. DCSMM.). Observatoire PELAGIS – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS.

Thomas, L., Laake, 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". . (Ed R. U. f. W. P. Assessment). University of St. Andrews, UK: http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/.

Van Canneyt, O., Authier, M., Caurant, F., Peltier, H., Spitz, J. & Ridoux, V. (2014).Aide à la mise en œuvre d'une stratégie de surveillance pour les mammifères marins et tortues marines dans les eaux de France métropolitaine. . In *Cahier technique de l'observatoire PELAGIS – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS*, 75 pp.

Van Canneyt, O., Dorémus, G., Laran, S., Ridoux, V. & Watremez, P. (2015).REMMOA Nouvelle-Calédonie Wallis et Futuna: Rapport de campagne In *Rapport intermédiaire pour l'Agence des Aires Marines Protégées*, 65 pp.

Zbinden J.A., Aebischer A., Margaritoulis D., Arlettaz R., (2008). Important areas at sea for adult loggerhead sea turtles inthe Mediterranean Sea: satellite tracking corroboratesfindings from potentially biased sources. *Mar Biol* 153:899–906