

---

Document : ACCOBAMS-SC13/2020/Inf 14  
Distribution : 19/02/2020

# **ETUDE WWF FRANCE 2019 - ANALYSE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA REGLEMENTATION RELATIVE AUX COLLISIONS AVEC LES GRANDS CETACES DANS LE SANCTUAIRE PELAGOS**

## **ETUDE WWF FRANCE 2019 - ANALYSE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA REGLEMENTATION RELATIVE AUX COLLISIONS AVEC LES GRANDS CETACES DANS LE SANCTUAIRE PELAGOS**

### **Note of the Secretariat**

This document is a document from WWF France. It is an analysis of the implementation of regulations on ships strikes with large cetaceans in the Pelagos Sanctuary.

Here is the English translated conclusion of the study:

“Nearly all ships subject to the obligation to fit the REPCET anti-collision system are already in compliance with Article 106 of the French law on biodiversity. However, this represents only a rather small number of vessels, especially since an even smaller number of vessels actually contribute to the system through daytime observations in the Pelagos area. Vessels under the Italian flag equipped on a voluntary basis make a very significant contribution to this effort and this can be welcomed.

If all vessels under the flags of the States Parties to the Pelagos Agreement applied the same rule, the coverage of the system would be tripled overall, and this is to be recommended.

This study shows the importance of having trained and motivated crews to improve the quality of observations feeding into the system but is rather reassuring on this point.

Finally, the REPCET system had no impact on the trajectories or speeds of vessels when they crossed risk areas.

This is one of the limits of the system that has to be resolved in the medium term (5-10 years) with technological developments that would allow real-time localisation of large cetaceans by day and night. The REPCET interface connected to this new source of information would then enable crews to engage in real avoidance manoeuvres in almost all ship strike situations. This is one of the conditions, along with noise reduction, for envisaging a harmonious cohabitation between growing maritime traffic and large cetacean populations.”



FRANCE

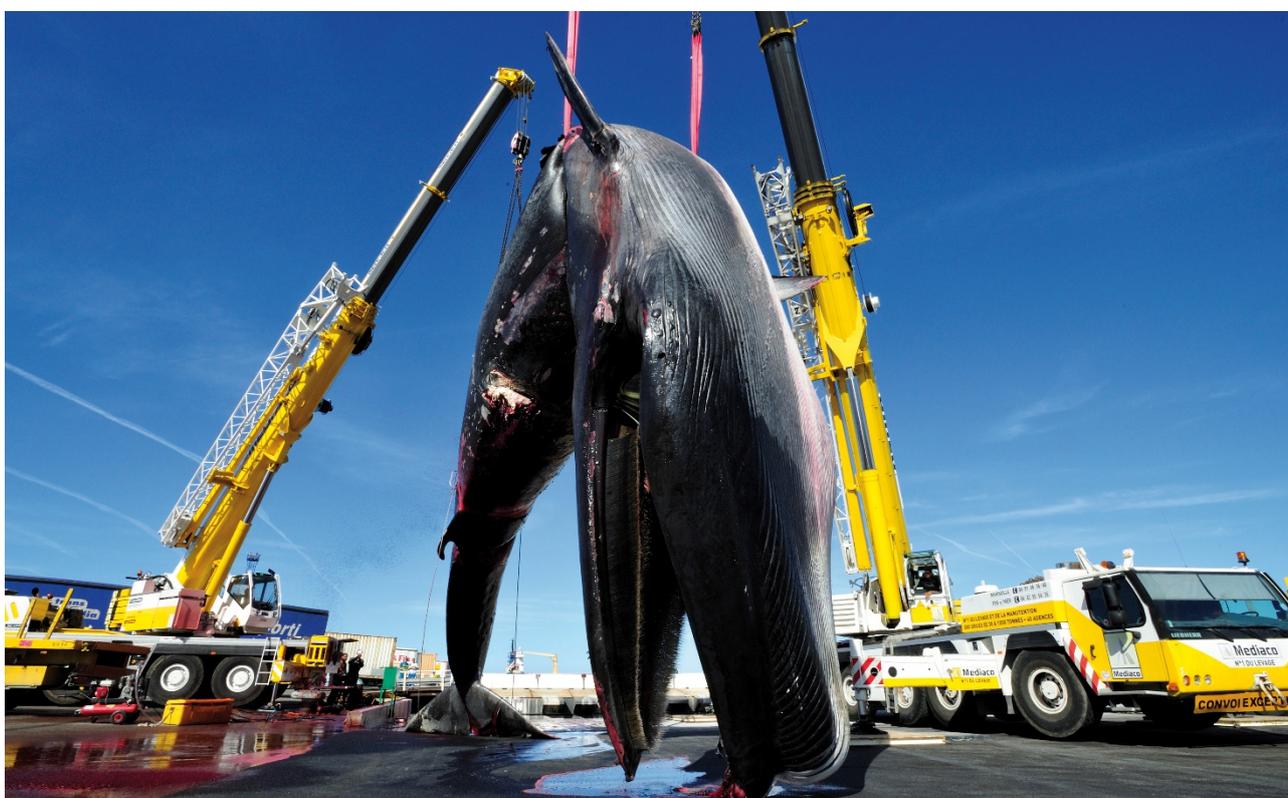
2019



---

***Analyse de la mise en œuvre de la réglementation relative  
aux collisions avec les grands cétacés dans le sanctuaire  
Pelagos***

---



### Citation

T. Folegot, R. Gallou, D. Ody, 2019, Analyse de la mise en œuvre de la réglementation relative aux collisions avec les grands cétacés dans le sanctuaire Pelagos. Rapport d'étude Quiet-Oceans, Brest, Février 2019.



## Chapitre I. Résumé exécutif

L'objectif de cette étude est de faire un premier bilan de la mise en œuvre de l'article 106 de la loi sur la reconquête de la biodiversité visant à l'équipement des navires sous pavillon français par un système anticollision collaboratif (REPCET). Elle reprend les méthodes élaborées dans le cadre d'une évaluation des risques de collision dans le sanctuaire Pelagos publiée par le WWF en 2016 (Jacob, 2016). Le dernier décret encadrant la mise en œuvre de l'article de loi datant de décembre 2018, et étant donné les échéances de cette étude, ce bilan ne concerne que 8 mois de mise en œuvre de janvier à fin août 2018, mais il intègre la période estivale la plus cruciale.

Selon l'analyse des données AIS que nous avons réalisée, la quasi-totalité des navires soumis à l'obligation d'installation du système anticollision (ayant navigué plus de 10 fois dans le sanctuaire en 2018) sont équipés, soit un nombre total de 37 navires, dont 5 sous pavillons italien et du Luxembourg. Un seul navire, le CLUB MED 2, a navigué 20 fois dans Pelagos en 2018 et n'est pas équipé. Aucune mention d'éventuelles activités de whale-watching n'est indiquée sur leur site WEB qui pourrait justifier une exemption.

Parmi ces 37 navires, seulement 21 ont navigué de jour dans le sanctuaire Pelagos entre le 15 juin et le 31 août 2018. Ils ont donc pu alimenter le système de partage des positions et faire partie de nos analyses. Ils y ont parcouru 130 000 km pour une durée cumulée de 800 jours. Il est remarquable de constater que les 4 navires italiens, équipés volontaires du système REPCET, contribuent à eux seuls pour la moitié des distances totales parcourues de jour par les bateaux équipés.

Ces 21 navires équipés ont parcouru 9 % de l'ensemble du trafic de jour dans Pelagos sur la période, tous navires confondus. Ces 9 % du trafic concernant préférentiellement des zones à forte densité de cétacés, ils couvrent 26% de l'ensemble des observations théoriques possibles de grands cétacés sur la zone Pelagos pour la période. Si l'obligation d'installation d'un système anticollision concernait les deux autres pays Parties de l'accord Pelagos (Monaco et Italie) l'ensemble de ces navires représenterait 69% du trafic de jour et 69% des observations théoriques, ce qui est une augmentation considérable.

Les performances d'observation des équipages, sur lesquelles reposent l'efficacité du système, sont globalement correctes et représentent 39 % des observations totales théoriques attendues pour les Rorquals et 27 % pour les Cachalots. Quatre-vingt-dix pourcents des observations proviennent des navires à passager, ce qui est conforme aux prédictions du modèle.

Ces performances globales moyennes illustrent une situation plus contrastée. Parmi les 21 navires impliqués dans les observations de jour, les *Pascal Lota*, *Mega Express* et *Mega Express 4* sont de gros contributeurs à la fois par leurs performances d'observations (entre 41 % et 70 %) et parce qu'ils traversent des zones riches. A l'inverse le *Mega Andrea* qui sillonne des zones similaires n'a rapporté que moins de 10% des 200 observations théoriques possibles. De la même façon, les *Pascal Paoli*, *Jean Nicoli*, *Vizzavona*, ou *Jason* n'ont rapporté aucune observation des 22 à 10 qu'ils auraient pu faire théoriquement.

Ces résultats montrent l'importance d'avoir des équipages formés, entraînés mais surtout motivés pour optimiser les performances du système.

Au cours de l'été 2018, 519 zones à risque ont été générées par le système suite aux observations des contributeurs (494 observations de Rorquals communs, 25 de Cachalots). Ces zones à risque ont été traversées 132 fois par des navires, soit un quart d'entre elles. Dans 39% des cas les navires

en cause étaient équipés de REPCET (52 fois), dans 17 % des cas ils étaient français, dans 60% des cas ils étaient italiens, dans 23% des cas ils appartenait à une autre nationalité.

Parmi les 15 navires ayant traversé plus de 3 fois une zone à risque au cours de l'été, 8 équipés de REPCET l'ont fait en étant avertis, 7 non équipés (pavillon étranger) l'ont fait en toute ignorance. Parmi ces derniers *Moby Kiss*, *Moby Vincent*, *Mega Express 2* et *Mega Smeralda* battants pavillon italien ont traversé une zone à risque au moins 8 fois, ce qui justifierait un équipement volontaire du système REPCET.

Parmi les 8 navires équipés de REPCET, *Pascal Lota* (13 fois), *Kalliste* (8 fois), *Mega Express* (7 fois), *Mega Andrea* (5), *Girolata* (4), *Mega Express* (4) sont ceux qui ont le plus traversé de zones à risques.

L'analyse spatiale montre que les zones à risque sont surtout traversées aux zones de confluences du trafic, suggérant ainsi une cartographie des secteurs clés pour la gestion du trafic maritime.

L'analyse des données AIS ne permet pas de savoir si les traversées de ces zones à risque par les navires équipés de REPCET ont été accompagnées d'une vigilance accrue des équipages ainsi qu'il est recommandé. En revanche, elle permet de montrer que ces traversées n'ont donné lieu à aucun changement de trajectoire, ni aucune réduction de vitesse. Enfin, il est intrigant de constater des coupures répétées des données AIS pour certains navires à proximité des zones à risque sans qu'il soit possible de conclure à ce stade.

### **En conclusion :**

La quasi-totalité des navires soumis à l'obligation d'équipement du système anticollision REPCET sont déjà en conformité avec l'article 106 de la loi sur la reconquête de la biodiversité. Mais cela ne représente au final qu'un nombre assez réduit de navires, et ce d'autant plus qu'un nombre encore plus réduit contribue effectivement au système par des observations de jour dans la zone Pelagos.

Les navires sous pavillon italien équipés de façon volontaire contribuent très largement à cet effort et cela peut être salué.

Si tous les navires sous pavillon des états Parties à l'accord Pelagos appliquaient la même règle la couverture du système serait globalement triplée, et cela doit être recommandé.

Cette étude montre l'importance d'avoir des équipages formés et motivés pour améliorer la qualité des observations nourrissant le système, mais elle est plutôt rassurante sur ce point.

Enfin, le système REPCET n'a eu aucun impact sur les trajectoires ou les vitesses des navires lors de leurs traversées des zones à risque.

C'est une des limites du système qui devra être dépassée dans une perspective à moyen terme (5-10 ans) avec des développements technologiques permettant une localisation en temps réel des grands cétacés de jour comme de nuit. L'interface REPCET connectée à cette nouvelle source d'information permettrait alors aux équipages d'engager de véritables manœuvres d'évitement dans la quasi-totalité des situations de collision. C'est une des conditions, avec la réduction du bruit, pour envisager une cohabitation harmonieuse entre un trafic maritime en croissance et des populations de grands cétacés en résistance.



## **Table des matières**

Chapitre I. Résumé exécutif.....	3
Chapitre II. Contexte, objectifs et approche de l'étude .....	6
II.1. Contexte de l'étude .....	6
II.2. Objectifs .....	6
II.3. Remerciements .....	7
II.4. Approche adoptée .....	7
Chapitre III. Méthode .....	9
III.1. Méthode de caractérisation du trafic.....	9
III.1.1. Identification des navires et filtrage des données .....	10
III.2. Méthode d'évaluation théorique du nombre d'observations de grands cétacés .....	11
III.2.1. Données sur les grands cétacés dans le Sanctuaire Pelagos.....	11
III.2.2. Estimation des nombres d'observations .....	12
III.2.3. Validation du nombre théorique d'observations .....	13
III.3. Méthode d'évaluation de l'utilisation de REPCET .....	14
III.3.1. Base de données REPCET .....	14
III.3.2. Zones de risques de REPCET .....	16
III.4. Limites et lacunes de connaissance identifiées .....	18
III.4.1. Le jeu de données AIS partiel.....	18
III.4.2. Les données d'abondance.....	18
Chapitre IV. Acteurs visés par le décret et leur conformité .....	18
IV.1. Les navires équipés de REPCET .....	18
IV.2. Les navires qui devraient être équipés .....	21
IV.3. Internationalisation de la réglementation .....	22
Chapitre V. Retour d'expérience sur l'utilisation du système REPCET.....	23
V.1. Les performances d'observations.....	23
V.2. L'utilité du partage des zones de risque de collision.....	25
V.3. Illustrations de situations de traversée de zone de risque .....	30



---

## Chapitre II. Contexte, objectifs et approche de l'étude

### II.1. Contexte de l'étude

La mer Méditerranée est un écosystème unique, un des plus dynamiques et sensibles au monde. Mais cet écosystème est aussi l'un des plus menacés. Des populations riches et diversifiées de cétacés utilisent cet habitat fermé. C'est parce que plusieurs espèces méditerranéennes présentent des divergences génétiques avec les populations d'Atlantique que leur conservation doit être renforcée.

Un tiers du trafic maritime mondial transite par la mer Méditerranée qui elle-même représente moins de 1% des océans, engendrant des enjeux considérables, tant par les émissions de bruit sous-marin que par les risques de collision.

Le nord-ouest méditerranéen a été identifié comme un espace d'une importance particulière pour les cétacés, justifiant la création en 1999 du Sanctuaire Pelagos par les trois états limitrophes (France, Italie, Monaco) à des fins de conservation. WWF France, WWF Medpo et WWF Italie sont parties prenantes du Sanctuaire Pelagos depuis sa création, et sont des acteurs majeurs au travers des actions de recherche scientifique, de gestion et de gouvernance.

Les collisions avec les navires sont l'une des principales causes de mortalité non naturelle des grands cétacés de Méditerranée parmi lesquels Rorquals communs et Cachalots.

Dans le cadre de l'application de la loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, le ministère de l'Environnement a publié un décret instituant l'obligation, pour les navires battant pavillon français, de se doter d'un dispositif de partage des positions visant à éviter les collisions de navires avec les cétacés dans les sanctuaires marins Pelagos (Méditerranée) et Agoa (Antilles).

Le système anticollision consiste à détecter la présence des animaux depuis une veille active en passerelle pour éviter tout choc fatal pour les mammifères. Ces observations sont entrées dans l'interface du système REPCET sur l'ordinateur de bord et sont immédiatement transmises aux autres bateaux reliés au système REPCET.

Le décret a été publié dans le cadre de la loi biodiversité. L'article 106 a ainsi acté le principe d'une obligation d'équipement des navires de plus de 24 mètres battant pavillon français. Ce décret s'applique aussi bien aux navires d'État (hors armée) et aux navires marchands qu'aux navires de transport de passagers. Sont toutefois exemptés, les navires ayant effectué moins de dix navigations au cours de l'année civile précédente dans les périmètres concernés.

### II.2. Objectifs

L'objectif de l'étude proposée est de disposer des informations initiales pertinentes relatives à la nouvelle mise en œuvre de REPCET dans le sanctuaire Pelagos dans le cadre du décret, afin de répondre aux questions suivantes :

- Les acteurs visés par le décret se sont-ils mis en conformité ?
- L'utilisation du système REPCET est-elle conforme aux attentes ?
- Comment le système ou son utilisation pourraient être optimisés ?



### **II.3. Remerciements**

Nous remercions Morgane Ratel de Souffleurs d'Ecume et AR-Consulting pour avoir partagé les informations de 2018 de la base données REPCET et pour leurs précieuses explications.

### **II.4. Approche adoptée**

La méthode proposée est dans la continuité de l'étude réalisée par Quiet-Oceans en 2016 sur l'estimation du cout de mise en œuvre de mesures de réduction des risques de collisions (Jacob, et al. 2016). Elle repose sur les calculs de trajectoires des navires fréquentant le sanctuaire Pelagos (Figure 1 Figure 1 : Zone d'étude : le sanctuaire Pelagos. Source : <http://www.pelagos.org/>) issues des données d'AIS (*Automated Identification System*) ainsi que les données d'identification des navires, de vitesses, de tonnages, de catégorie, de positions, etc. et de la confrontation des résultats d'analyse de ces données de trafic maritime avec les données issues de la base de données de REPCET.

Il n'était pas possible, dans le respect des délais de rendu de cette étude, de travailler sur un jeu de données AIS complet pour l'année 2018. Par ailleurs les fournisseurs de données AIS ont considérablement renchérit le coût de leurs services ces derniers mois, ce qui est devenu une contrainte non prévue.

Nous avons donc choisi de concentrer les analyses sur l'utilisation effective de REPCET sur la période estivale du 15 juin au 31 aout 2018 qui présente les caractéristiques suivantes :

- Période de l'année pour laquelle les risques de collision sont les plus importants,
- Période de l'année pour laquelle la visibilité est optimale, et par suite les probabilités de détection des grands cétacés.

La quantification et l'identification des navires ayant obligation d'installer REPCET à leur bord est obtenue par le filtrage du jeu de données AIS pour les navires à pavillon français de plus de 24m et ayant navigué plus de dix jours dans le sanctuaire Pelagos. Ce travail est réalisé sur 5.5 mois de l'année, Janvier à Mars, et du 15 Juin à fin aout 2018.

L'efficacité de REPCET repose sur a) le taux de détection et de partage des positions des grands cétacés et b) les manœuvres d'évitement mise en place ou pas par les navires confrontés aux zones à risques signalées.

Le taux de détection des navires calculé à partir de la base de données REPCET est évalué en le comparant a) aux taux de détection théorique obtenus lors de l'étude (Jacob et al. 2016) et b) aux observations effectivement réalisées par les équipes du WWF France sur les mêmes zones et aux mêmes périodes. Les manœuvres des navires confrontés aux zones à risque sont caractérisées par l'analyse des données AIS.



Figure 1 : Zone d'étude : le sanctuaire Pelagos. Source : <http://www.pelagos.org/>



## Chapitre III. Méthode

La méthode est pluridisciplinaire : elle couvre des traitements du type *big data* (§ III.1. ), des traitements de données biologiques d'abondance des cétacés (§ 0), des modèles mathématiques et statistiques et traitements cartographiques.

### III.1. Méthode de caractérisation du trafic

La caractérisation du trafic est réalisée à partir d'un jeu de données issu du système *Automatic Identification System* (AIS) qui permet de décrire les mouvements des navires pendant une période donnée et identifier les navires présents sur la zone d'étude.

L'usage de l'AIS est obligatoire pour les navires de plus de 300 tonneaux effectuant des navigations internationales et pour les navires de passagers (International Maritime Organisation 2004) et il est préconisé pour les navires de taille inférieure (navires de commerce, pêche et plaisance). Les antennes AIS terrestres couvrent des distances de 70 à 90 milles nautiques, ce qui est suffisant dans le cas du périmètre du Sanctuaire Pelagos. Le jeu de données d'origine se caractérise de la façon suivante :

- ✓ Fournisseur : Spire
- ✓ Couverture spatiale : Sanctuaire Pelagos
- ✓ Résolution temporelle : < 5 minutes
- ✓ Période : 15/06/2018 – 31/08/2018
- ✓ Type de navires : Toutes les classes
- ✓ Volume initial : 11 760 705 lignes

Le Tableau 1 détaille les informations issues des messages AIS utilisées dans le cadre de l'étude par navire. La Figure 2 illustre toutes les données du jeu AIS utilisé pour l'étude.

**Tableau 1 : Contenu des données AIS exploitées dans le cadre de cette étude.**

Nom du champ	Description
<b>DATE / TIME</b>	Chrono-datage de la position (UTC)
<b>MMSI</b>	N° d'identification du navire : série de 9 chiffres
<b>LATITUDE</b>	Coordonnées en latitude (WGS84) – deg. décimaux
<b>LONGITUDE</b>	Coordonnées en longitude(WGS84) – deg. décimaux
<b>SPEED</b>	Vitesse fond (nœuds)
<b>NAME</b>	Nom du navire
<b>BREADTH</b>	Largeur du navire - m
<b>LENGTH</b>	Longueur du navire - m

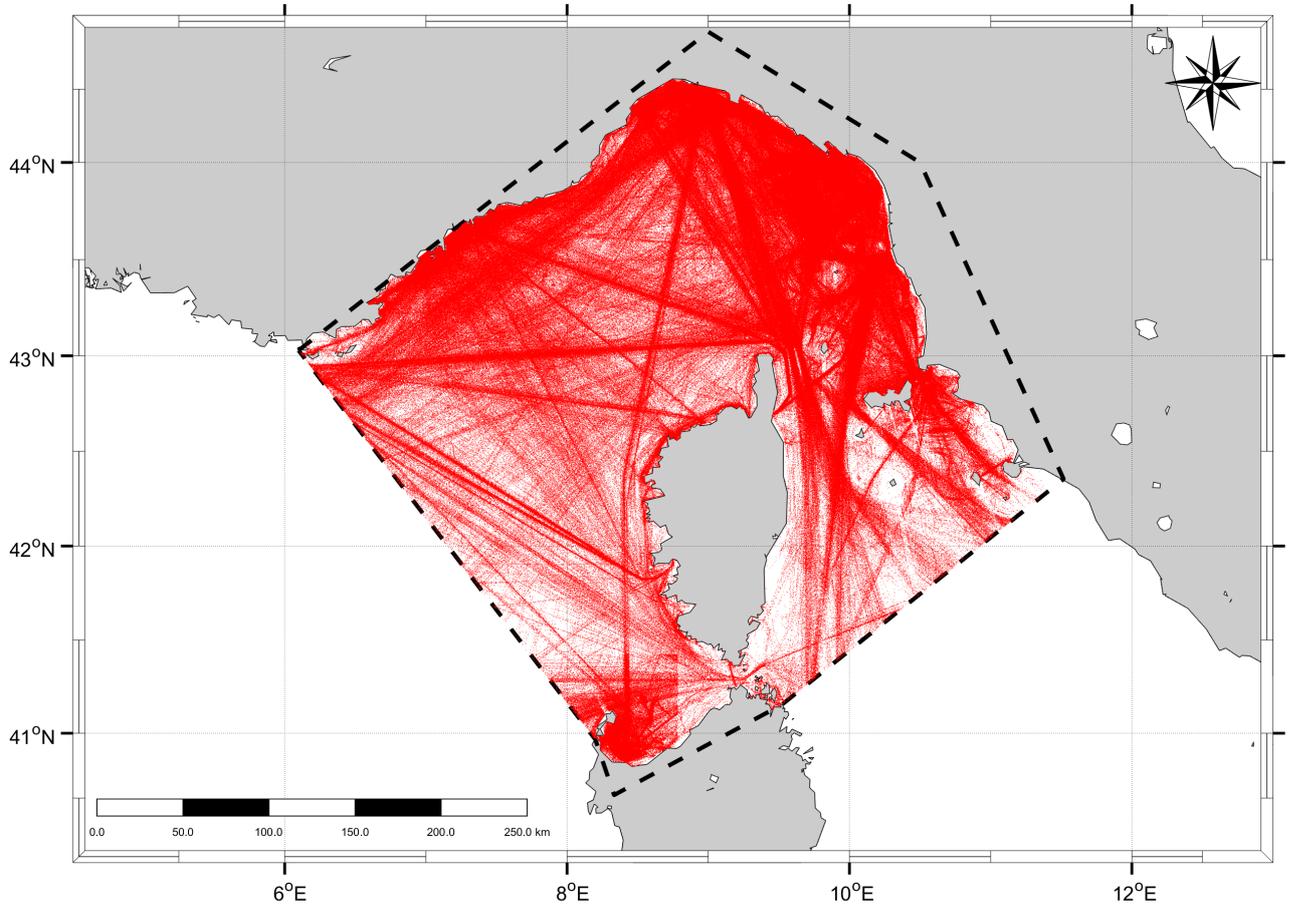


Figure 2 : Distribution des données AIS brutes de juin à aout 2018 pour tous les navires.

### III.1.1. Identification des navires et filtrage des données

Les navires sont identifiés via leur MMSI ou IMO (MMSI, numéro d'identification des bateaux, IMO : International Maritime Organisation). Compte tenu de la définition de ces identificateurs, nous privilégions le MMSI dans les traitements ultérieurs, le numéro d'IMO n'étant pas obligatoire pour tous les navires.

Les données brutes sont nettoyées en plusieurs étapes :

- (a) supprimer les navires dont le numéro MMSI n'est pas conforme ;
- (b) consolider et, le cas échéant, mettre à niveau les caractéristiques des navires à partir de la base de données propre à Quiet-Oceans (500.000 navires répertoriés) ;
- (c) corriger ou supprimer les données aberrantes.
- (d) Supprimer les données de position non consistante avec le modèle de bathymétrie (IOC, IHO et BODC 2003) ;
- (e) Supprimer les données de position qui ne permettent pas de reconstruire une trajectoire.

## III.2. Méthode d'évaluation théorique du nombre d'observations de grands cétacés

### III.2.1. Données sur les grands cétacés dans le Sanctuaire Pelagos

Afin d'identifier les secteurs préférentiels des deux espèces de cétacés qui nous intéressent, le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*, ou Bp) et le Cachalot commun (*Physeter macrocephalus*, ou Pm) nous avons utilisé les mêmes données que celles des précédentes analyses sur le trafic du sanctuaire Pelagos (Jacob, 2016), issues d'une étude (Delacourtie, et al. 2009) qui prend en compte les données existantes estivales sur les 15 dernières années de 8 structures françaises et italiennes. Ces données ont permis d'établir une carte de référence sur le taux de rencontre de chacune de ces deux espèces. Comparées aux récentes publications dans ce domaine, nous avons conclu que ces cartes de références étaient toujours d'actualité.

Les taux de rencontre krigés (nombre d'observation.km<sup>-1</sup>) ont l'avantage d'être représentatifs, quantitatifs, spatialisés avec une résolution relativement fine basée sur une grille régulière de mailles de 0.1° x 0.1° de côté, soit environ 90km<sup>2</sup> de surface chacune couvrant l'ensemble du Sanctuaire Pelagos.

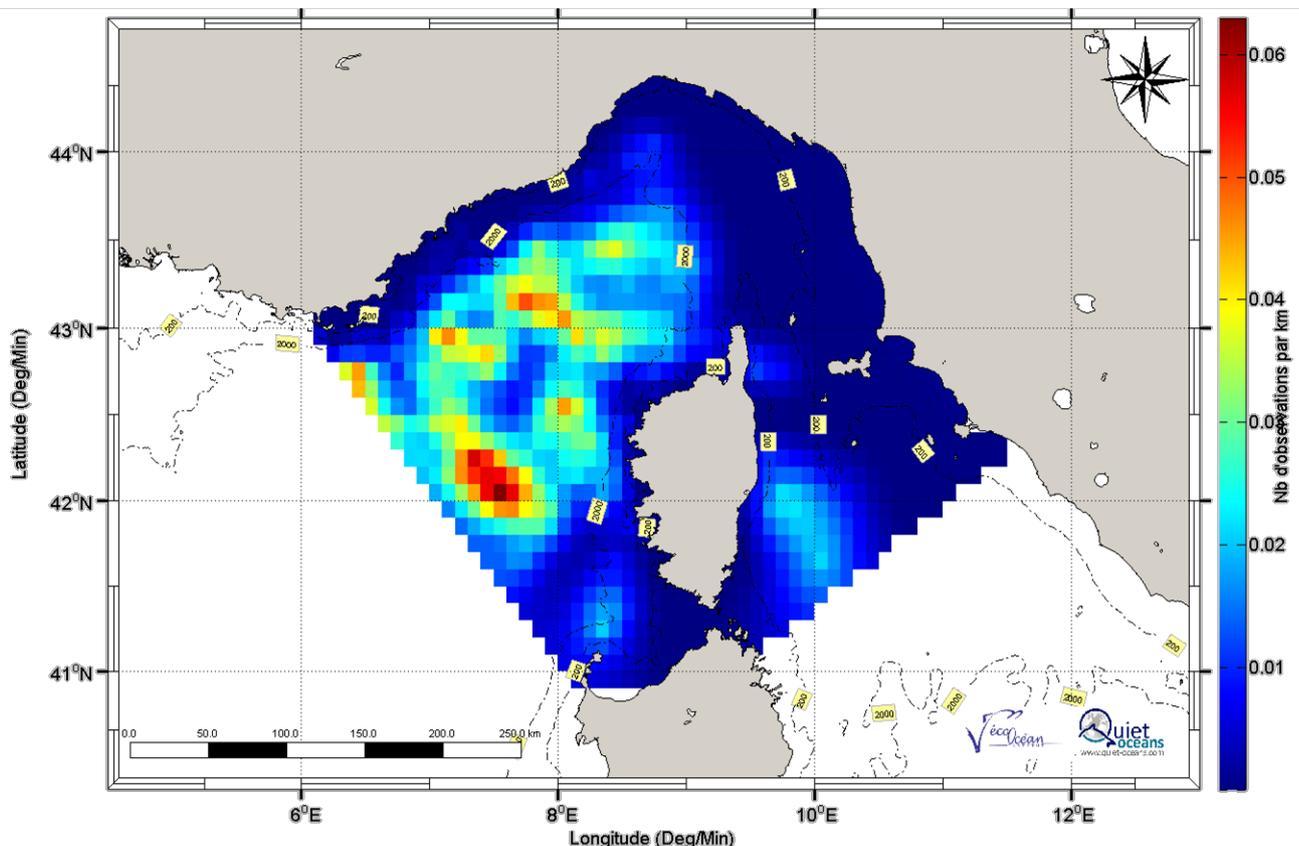
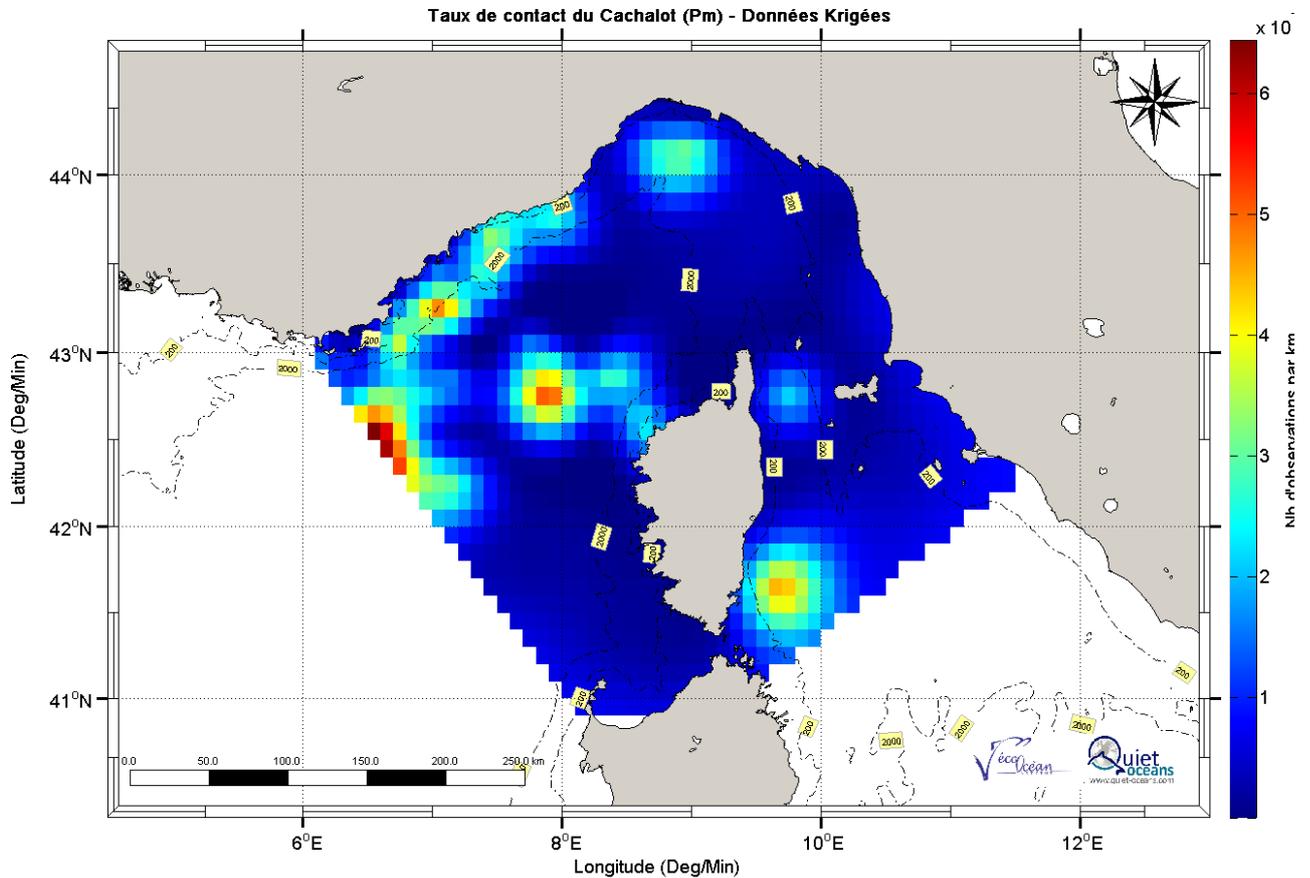


Figure 3 : Carte estivale krigée (non lissée) des taux de contact (nombre d'observation.km-1) du Rorqual commun (Données issues du travail mené par EcoOcéan Institut dans le cadre de l'étude collaborative (Delacourtie, et al. 2009)



**Figure 4 : Carte estivale krigée (non lissée) des taux de contact (nombre d'observation.km<sup>-1</sup>) du Cachalot (Données issues du travail mené par EcoOcéan Institut dans le cadre de l'étude collaborative (Delacourtie, et al. 2009).**

### III.2.2. Estimation des nombres d'observations

Afin de prendre en compte les données d'abondance krigées disponibles avec une résolution fine, la formule initiale proposée par Tréguenza *et al.* (2000) a été adaptée tel que décrit dans (Jacob, et al. 2016). Les données d'abondance qui traduisent un nombre d'individus observés à la surface en particulier lors de campagnes d'observation à bord de ferry, s'exprime en individus par km de transect d'observation. Aussi, il convient de prendre en compte la distance d'observation afin d'estimer le nombre d'individus sur une surface appelée « fauchée » d'observation  $F$ .

Le modèle proposé qui permet d'estimer le nombre d'observations d'un spécimen effectué par un navire  $v$  en prend en compte la distribution spatiale des individus dans  $M$  mailles  $A(m)$  issue des données d'abondance, la distance standard d'observation  $F$  définie par (Arcangelli, et al. 2012) et la distance accumulée sur les segments de trajectoire parcourus par le navire  $S(v, m)$  dans la maille  $D_c(s)$  :

$$N_{Obs}(v) = \sum_{m=1}^M \sum_{s=1}^{S(v,m)} D_c(s) \cdot \frac{A(m)}{F}$$

### III.2.3. Validation du nombre théorique d'observations

La formulation proposée au paragraphe précédent a été validée par des données réelles d'observation fourni par le réseau « Fix Line Transect » (Jacob, et al. 2016) qui regroupe des organismes qui effectuent des collectes de données scientifiques sur les animaux marins (cétacés, tortues, oiseaux, grands poissons pélagiques, etc.) à partir de navires de passagers (ferries) dans le sanctuaire Pelagos et selon un protocole standard et commun, coordonné par l'ISPRA. Elle a été validée en utilisant des performances d'observations réelles par des professionnels entrainés.

Les observations réalisées dans le cadre des campagnes Cap Cétacés organisées par le WWF France dans et à proximité du Sanctuaire Pelagos sont aussi utilisées à titre de comparaison : nous utilisons en particulier les données de la campagne d'observation par des observateurs chevronnés qui s'est déroulée entre le 27 aout et le 13 septembre 2018 (Figure 1Figure 5).

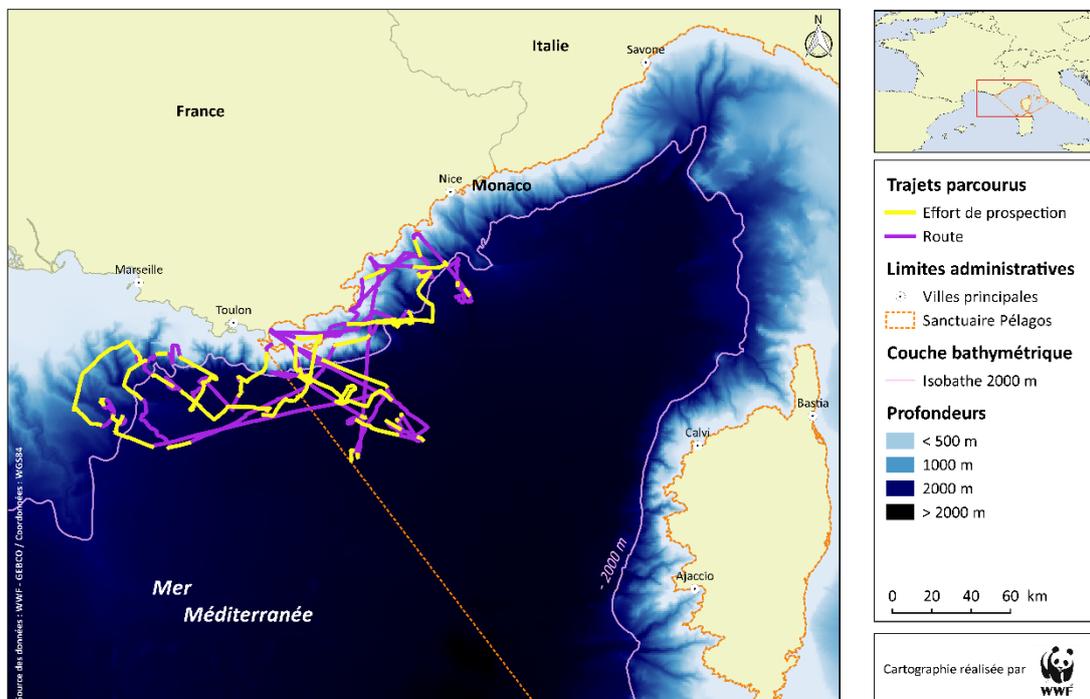


Figure 5 : Trajets lors de la campagne d'observation Cap Cétacés du WWF France entre le 27 aout et le 13 septembre 2018. En jaune : en effort d'observation, en violet : en transit.

### III.3. Méthode d'évaluation de l'utilisation de REPCET

#### III.3.1. Base de données REPCET

La base de données REPCET est constituée de deux éléments :

- La liste des navires équipés de REPCET.
- La Liste des observations REPCET durant l'année 2018.

##### III.3.1.a. La liste des navires équipés de REPCET

Les navires équipés de REPCET sont au nombre de 37. Deux d'entre eux sont exclus des analyses, l'un parce qu'il n'est pas équipé de l' AIS, l'autre parce qu'il est virtuel et « anonymisé » (bateaux militaires).

Le croisement de cette base de navire avec les bases de données de Quiet-Océans donne les répartitions par type et par pays suivantes.

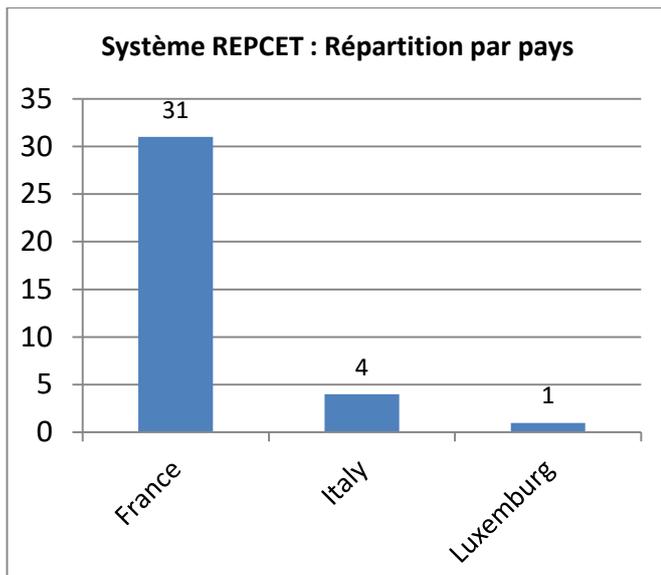


Figure 6 : Nombre de navires équipés de système REPCET par pays

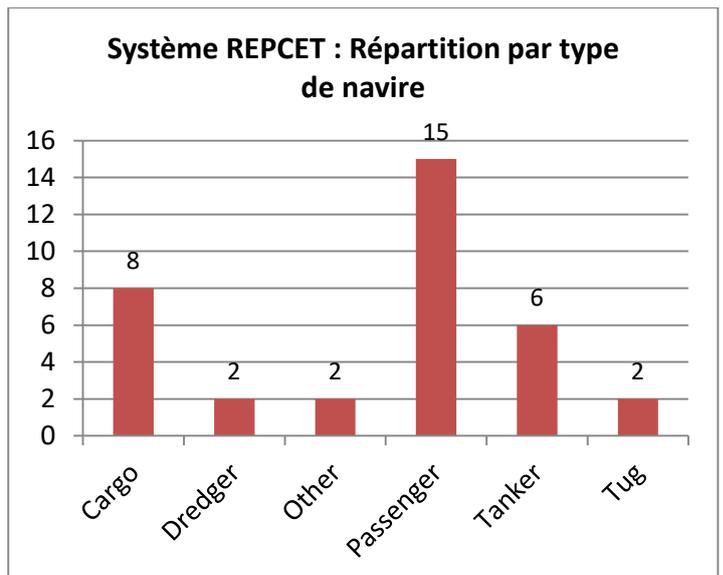


Figure 7 : Nombre de navires équipés du système REPCET par type.

##### III.3.1.b. La liste des observations REPCET

La base de données REPCET fournie par AR Consulting contient 5 909 enregistrements reportant plusieurs types d'espèces tels que le Cachalot et le Rorqual commun, objet de cette étude, mais aussi par exemple les Delphinidés et autres types d'objets flottants (Figure 9). On notera 27 observations d'animaux décédés en surface, et 76 événements factices correspondant à des tests. La base de données de REPCET fournit les informations décrites dans le Tableau 2 : Caractéristiques des champs de la BDD REPCET..

En cétologie on distingue le nombre d'observations réalisées du nombre d'individus observés, dans la logique des pratiques de terrain : on détecte en premier (observation), on dénombre en second (nombre



d'individus). La comparaison entre les performances d'observation des équipages et le nombre théorique d'observations s'effectue sur le nombre d'individus observés (champ « Nb » dans la base REPCET) et non pas sur le nombre d'observations réalisées (chaque observation pouvant concerner plusieurs individus ensemble). Il aurait été plus juste dans le cadre de ce projet de comparer les observations dans la mesure où la zone de risque est la même pour un ou plusieurs individus regroupés, mais le calcul du taux théorique d'observations ne le permet pas car il repose sur une densité d'individus et non pas d'observations.

Tableau 2 : Caractéristiques des champs de la BDD REPCET.

Nom du champ	Contenu	Exploitée dans le cadre de cette étude
<b>ID</b>	Identifiant numérique de l'observation	Oui
<b>Date</b>	Date et Heure de l'observation (UTC)	Oui
<b>Heure UTC</b>	Heure UTC (identique au champ précédent)	Oui
<b>Acteur</b>	Nom du navire déclarant	Oui
<b>Catégorie</b>	Grand cétacé, petit cétacé ou objet flottant	Non, hors sujet
<b>Espèce/Type</b>	Champ permettant de différencier les Rorqual Commun, les Cachalots et autre objets	Oui
<b>E/T spécifique</b>	Remarque à l'observation sur l'espèce observée	Non
<b>Nb</b>	Quantité d'animaux observés	Oui
<b>Décédé</b>		Non
<b>Factice</b>		Non
<b>Latitude</b>		Oui
<b>Longitude</b>		Oui
<b>Commentaires</b>	Tout type de remarque à l'observation	Non

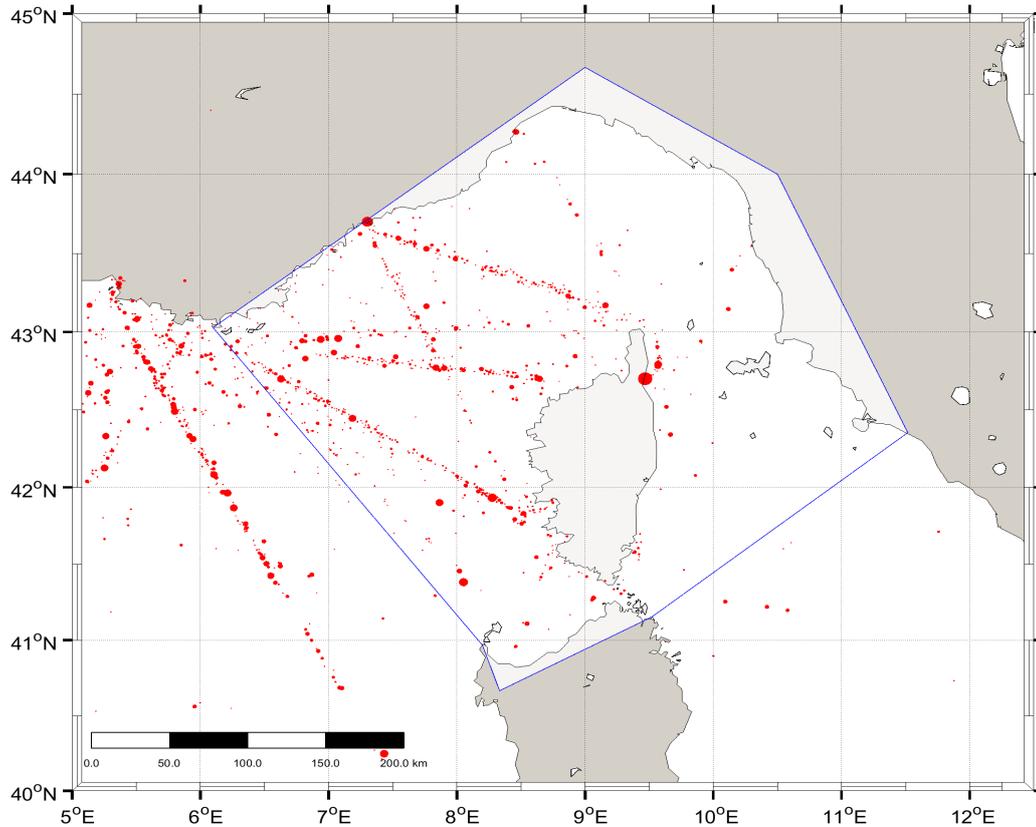


Figure 8 : observations reportées dans et à proximité du sanctuaire Pelagos à travers le système REPCET en 2018.

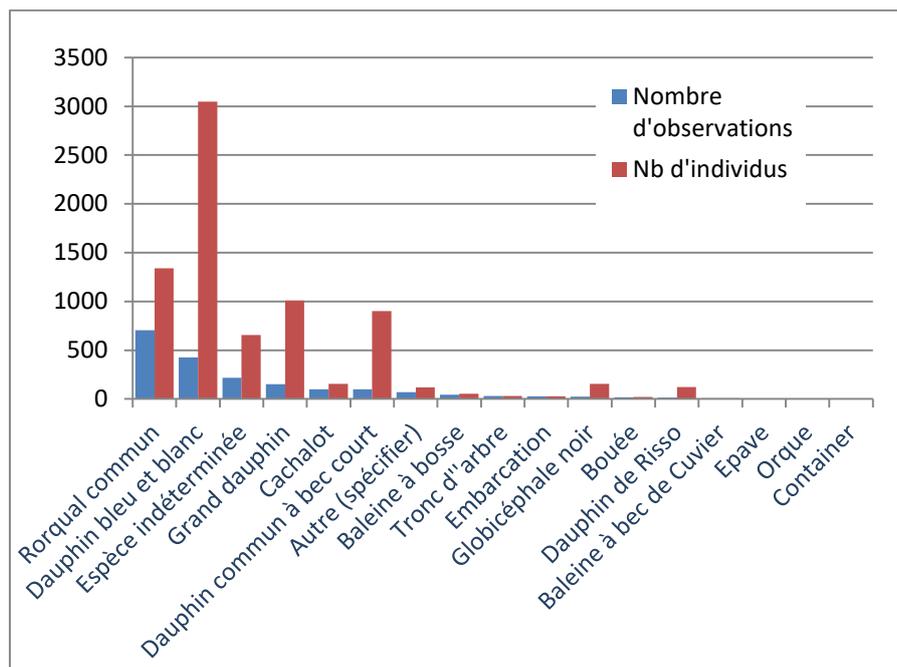


Figure 9 : Répartition des espèces observées et partagées via REPCET dans et hors Pelagos en 2018.

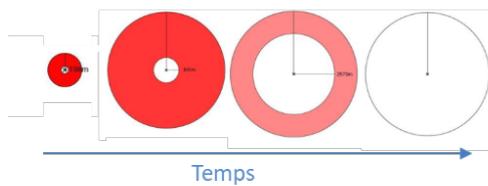
### III.3.2. Zones de risques de REPCET

Le système REPCET informe les navires sur la présence de zones de risque avéré pendant un laps de temps donné. La séquence d'ouverture d'une zone de risque relative à l'observation d'un spécimen ou d'un groupe de individus est la suivante (Couvât, Mayol et Gambaiani 2014) (Figure 10) : un premier cercle centré sur la position de l'observation s'ouvre à une vitesse donnée pour atteindre un rayon maximal au bout d'une durée donnée. Ces valeurs sont dépendantes de l'espèce et sont reportée dans le Tableau 3. Un deuxième cercle s'ouvre à une autre vitesse, la zone de risque étant comprise entre les deux cercles. La zone de risque devient obsolète lorsque les deux cercles se rejoignent, mais le point d'observation reste ensuite visible pendant 24 heures.

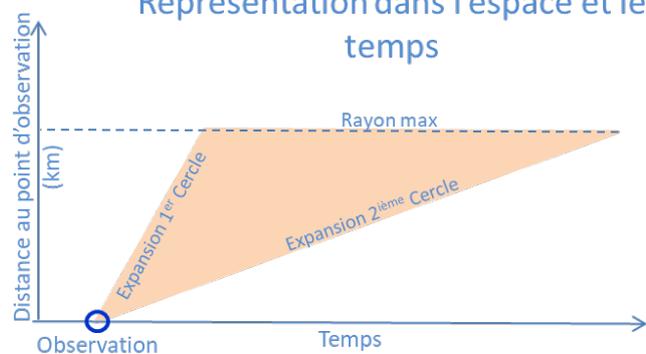
**Tableau 3 : Caractéristiques des zones de risques du système REPCET. D'après (Couvât, Mayol et Gambaiani 2014).**

Espèce	Premier cercle			Deuxième cercle	
	Vitesse d'expansion	Durée d'expansion	Rayon maximal	Vitesse d'expansion	Durée d'expansion
<b>Rorqual commun</b>	1,71 m/s	58 min.	4 630 m	0,33 m/s	235 min.
<b>Cachalot</b>	1,53 m/s	50 min.	4 630 m	0,34 m/s	224 min.

### Représentation géographique



### Représentation dans l'espace et le temps



**Figure 10 : Séquence de vie d'une zone de risque dans REPCET. A gauche, représentation géographique de la zone de risque. A droite, représentation dans un plan temps-distance au point d'observation (ou centre de la zone de risque).**



### III.4. Limites et lacunes de connaissance identifiées

#### III.4.1. *Le jeu de données AIS partiel*

Le jeu de données AIS utilisé couvre la période Janvier à Mars et du 15 Juin au 31 Aout 2018. Ne couvrant pas l'année entière, il se peut que certains navires ayant obligation d'être équipé de REPCET n'aient pas été identifiés.

#### III.4.2. *Les données d'abondance*

Basée sur une dizaine ou une quinzaine d'années de collecte de données, les cartes de référence des abondances prennent en compte la variabilité interannuelle. Ces moyennes pourraient ne refléter que partiellement la réalité d'une année particulière.

## Chapitre IV. Acteurs visés par le décret et leur conformité

Ce chapitre vise à identifier et caractériser les navires qui ont navigués dans le sanctuaire en 2018 et qui répondent aux critères du décret, et de vérifier leur conformité avec la réglementation.

### IV.1. Les navires équipés de REPCET

36 navires sont équipés de REPCET (Tableau 4). Parmi ces 36 navires, 21 ont navigués de jour dans le sanctuaire Pelagos entre le 15 juin et le 31 aout 2018, pour une distance cumulée d'environ 130 000 km et une durée cumulée de 800 jours. Ces 21 navires sont des navires passagers pour 67% et des navires de commerce pour 18% (Figure 11). Toutefois, en termes de distance parcourue de jour dans le Sanctuaire Pelagos, les navires de passagers cumulent à eux seuls 91% de l'effort d'observation avec un total cumulé de près de 120 000 km.

Parmi les 21 navires équipés de REPCET, 3 navires ne sont pas dans l'obligation d'être équipés car ils battent pavillon Italien. À eux seuls, ces 3 navires ont contribué pour moitié au nombre total de kilomètres parcourus dans le sanctuaire Pelagos de jour entre le 15 juin et le 31 aout 2018 (Figure 12).

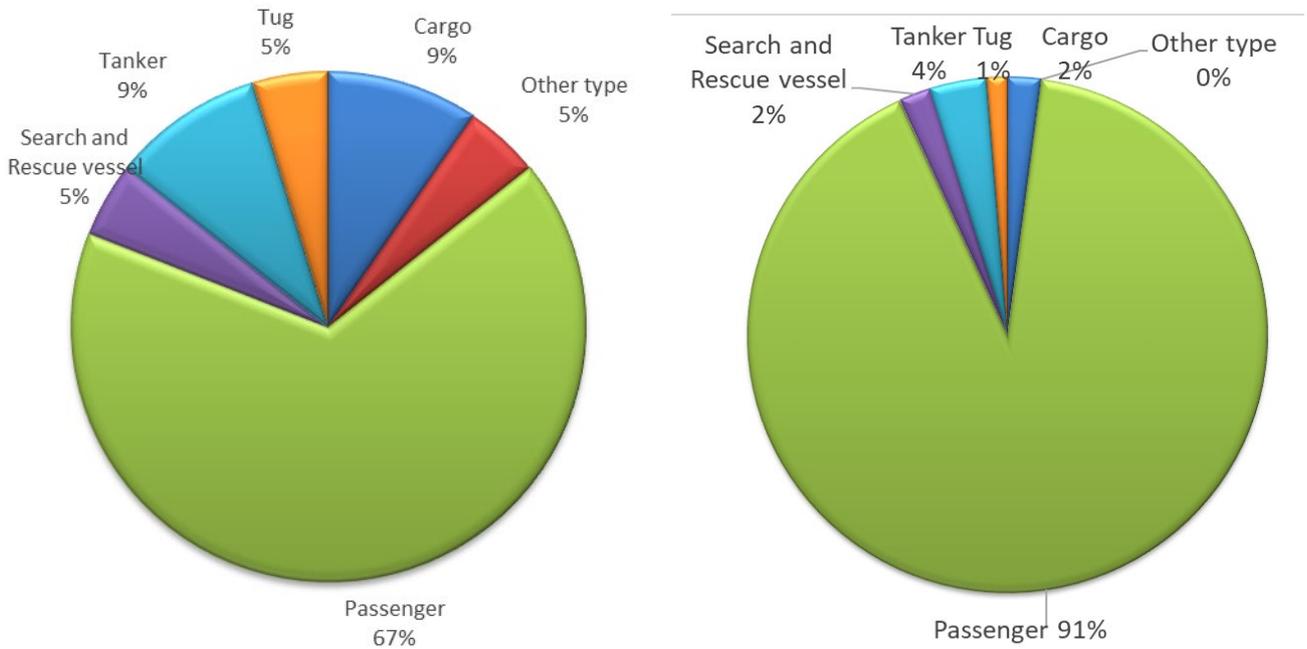


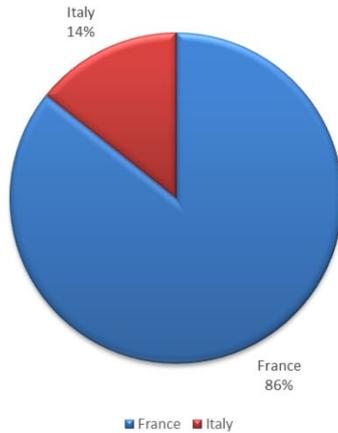
Figure 11 : A gauche, répartition du nombre de navires équipés de REPCET en 2018 par classe AIS. A droite, distribution du nombre de kilomètres parcourus de jour dans le sanctuaire Pelagos par classe AIS entre le 15 juin et le 31 août 2018.



**Tableau 4 : Liste des navires équipés de REPCET, avec mention de ceux qui ont navigué dans Pelagos de jour entre le 15/6/2018 et le 31/8/2018 et dont les données d'observation ont été exploitées dans les analyses.**

Nom	Date d'activation	Pays	Catégorie	Dans Pelagos 15/6 - 31/8/18 de jour
<i>Abeille Flandre</i>	16/12/2014	France	Tug	Oui
<i>André Malraux</i>	01/12/2017	France	Other	Non
<i>Antonio Meucci</i>	14/04/2017	Italy	Dredger	Non
<i>Capo Nero</i>	27/01/2014	France	Cargo	Oui
<i>CMA CGM Fort Ste Marie</i>	01/02/2018	France	Cargo	Non
<i>CMA CGM Fort St Georges</i>	01/02/2018	France	Cargo	Non
<i>CMA CGM Fort St Louis</i>	01/02/2018	France	Cargo	Non
<i>CMA CGM Fort St Pierre</i>	01/02/2018	France	Cargo	Non
<i>CMA CGM Tosca</i>	13/10/2018	France	Cargo	Oui
<i>Danielle Casanova</i>	24/02/2017	France	Passenger	Oui
<i>FS Clara</i>	14/04/2017	France	Tanker	Oui
<i>FS Salome</i>	14/04/2017	Luxemburg	Tanker	Non
<i>Gaselys</i>	02/07/2015	France	Tanker	Non
<i>GDF SUEZ Global Energy</i>	11/09/2013	France	Tanker	Non
<i>Girolata</i>	14/05/2017	France	Passenger	Oui
<i>Iles Sanguinaires II</i>	30/06/2017	France	Passenger	Oui
<i>Jason</i>	10/07/2017	France	Tug	Oui
<i>Jean Nicoli</i>	06/08/2010	France	Passenger	Oui
<i>Kalliste</i>	19/07/2011	France	Passenger	Oui
<i>Lacanau</i>	14/04/2017	France	Cargo	Non
<i>Le Ponant</i>	02/11/2017	France	Passenger	Oui
<i>Mega Andrea</i>	25/07/2017	Italy	Passenger	Oui
<i>Mega Express</i>	25/07/2017	Italy	Passenger	Oui
<i>Mega Express Four</i>	01/08/2017	Italy	Passenger	Oui
<i>Monte d'Oro</i>	30/09/2011	France	Passenger	Oui
<i>Paglia Orba</i>	04/05/2017	France	Passenger	Oui
<i>Pascal Lota</i>	07/06/2017	France	Passenger	Oui
<i>Pascal Paoli</i>	24/02/2017	France	Passenger	Oui
<i>Piana</i>	06/01/2012	France	Passenger	Oui
<i>Pierre de Fermat</i>	14/04/2017	France	Other	Non
<i>Pourquoi Pas ?</i>	12/11/2018	France	Dredger	Non
<i>Provalys</i>	28/01/2016	France	Tanker	Non
<i>Raymond Croze</i>	21/07/2010	France	Cargo	Non
<i>REPCET Infonet</i>	28/07/2014	France	Fictif	Non
<i>ST Solene</i>	14/04/2017	France	Tanker	Oui
<i>Tamory</i>	12/07/2011		No AIS	Non
<i>Vizzavona</i>	08/07/2018	France	Passenger	Oui

Navires équipés de REPCET



Kilomètres parcourus de jour par les navires équipés de REPCET

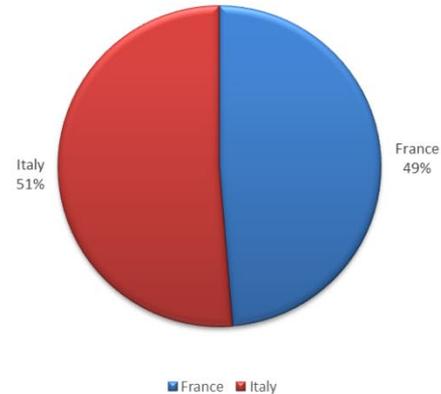


Figure 12 : Statistiques par pays du nombre de navires équipés de REPCET et de distance parcourue de jour dans le sanctuaire Pelagos entre le 15 juin et le 31 aout 2018

## IV.2. Les navires qui devraient être équipés

L'analyse du jeu de données AIS partiel entre le 1<sup>er</sup> janvier et le 31 mars et le 15 juin et le 31 aout 2018 a permis d'identifier 3 navires de passagers battant pavillon français, ayant navigués plus de 10 jours dans cette période, dont la longueur est supérieure à 24m qui ne sont pas équipés du système REPCET. Les autres navires de la catégorie « passager » devant être équipés le sont déjà au regard du jeu de donnée AIS partiel.

Parmi ces trois navires, deux seraient exemptés car ils proposent des activités de whale-watching. En revanche, CLUB MED 2 qui a effectué au moins 20 passages dans le sanctuaire Pelagos en 2018 devra être équipé pour 2019.

Les navires de commerce mais ne faisant pas partie de la catégorie « passager » battant pavillons français, de longueur supérieure à 24m et qui ont fréquenté au moins 10 jours le sanctuaire Pelagos entre le 1<sup>er</sup> janvier et le 31 mars 2018 et entre le 15 juin et le 31 aout 2018 sont tous équipés de REPCET comme l'exige le décret biodiversité.



### IV.3. Internationalisation de la réglementation

Les navires équipés de REPCET sont principalement français, aidés par 3 navires Italien qui contribuent activement. Ces navires ont parcouru 9% du nombre total de kilomètres parcourus par tous les navires de passagers et de commerce dans le sanctuaire Pelagos de jour sur la période du 15 juin au 31 aout 2018. Ils cumulent 26% des observations théoriques (

Tableau 5). Une extension du décret à l'Italie et Monaco, tous deux fondateurs du sanctuaire Pelagos, permettrait de couvrir 69% des kilomètres parcourus de jour dans le sanctuaire et des partages d'observations.

**Tableau 5 : Gain sur l'efficacité de REPCET pour une extension de la réglementation à l'Italie et Monaco sur la base des données de trafic du 15 juin au 31 aout 2018.**

	Distance parcourue	Nombre d'observations
Equipés de REPCET en été 2018	9%	26%
Extension à l'Italie et Monaco	69%	69%



---

## Chapitre V. Retour d'expérience sur l'utilisation du système REPCET

Ce chapitre a pour objectif de caractériser les observations partagées au travers du système REPCET, de quantifier combien de fois elles sont traversées par d'autres navires et quelles sont les manœuvres de réduction du risque de collision qui ont été mises en œuvre. L'objectif final est d'évaluer l'efficacité du système dans sa première année de mise en œuvre réglementaire dans le sanctuaire Pelagos.

### V.1. Les performances d'observations

Sur la période du 15 juin au 31 août 2018, la performance globale d'observation théorique attendue pour les 21 navires ayant navigué dans le sanctuaire Pelagos de jour est de 1273 Rorquals communs et 94 Cachalots. Le nombre d'individus observés et rapportés dans REPCET est de 494 Rorquals communs et de 25 Cachalots (Tableau 6), soit un taux global de performance de 39% et 27% respectivement par rapport aux estimations théoriques. Considérant que la performance théorique est estimée à partir des performances que peuvent réaliser des observateurs professionnels et entraînés, ces taux d'observation sont plutôt corrects.

A titre de comparaison, lors de la campagne Cap Cétacés menée par le WWF France fin août début septembre 2018 dans le Sanctuaire Pelagos, des observateurs aguerris et dédiés à cette tâche (3 observateurs simultanés) ont observé 14 individus tandis que le nombre d'observation de Rorqual Commun théorique était de 7.4 individus. Ce dépassement résulte de l'entraînement des observateurs mais également de conditions particulières divergeant des moyennes. Ce résultat confirme cependant que les estimations théoriques d'observations sont pertinentes pour évaluer les performances des équipages.

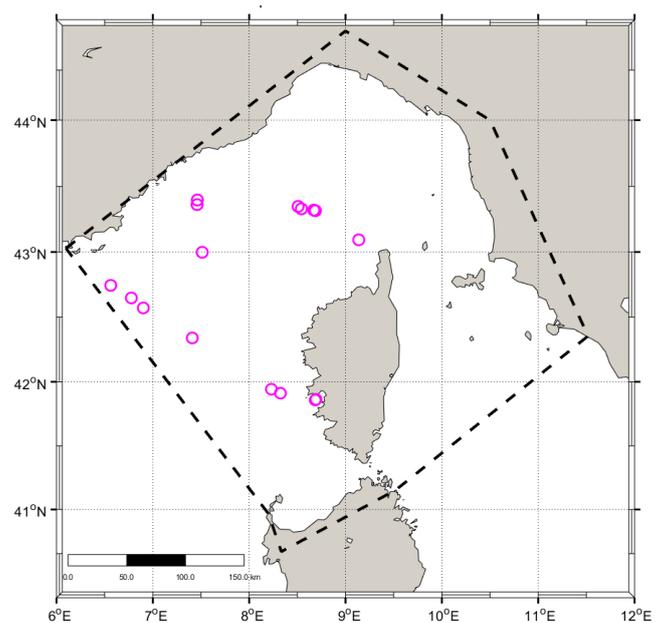
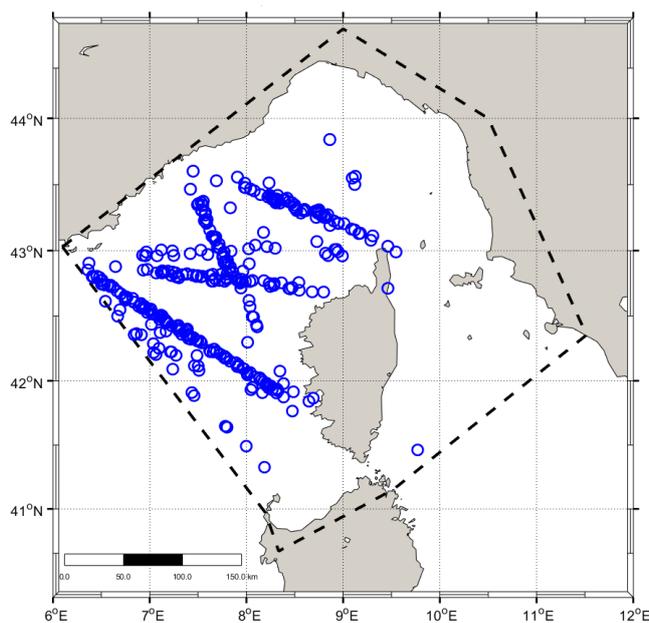
Parmi les 21 navires équipés de REPCET ayant navigué de jour dans Pelagos en 2018, 6 présentent un net déficit avec aucune observation quand les données théoriques prévoyaient 68 Rorquals communs et 7 Cachalots sur leur route (Bas du Tableau 6). Si on leur applique le taux de performance global (39% et 27%), cela représente une trentaine d'individus non observés.

Les proportions d'observations par classes de navires sont recensées Figure 1417. Le modèle prédit qu'environ 90% des observations de Rorqual communs sont réalisées par des navires passagers. Les observations reportées dans REPCET sont conformes à ces prédictions.

Les cartes (Figure 14) montrent une distribution relativement homogène des observations de grands cétacés au long des itinéraires des navires sans qu'il soit possible d'identifier des zones de concentration particulière de ces rencontres.

**Tableau 6 : Performances d'observation des 21 navires ayant circulé dans Pelagos du 15 juin au 31 août 2018 : comparaison des observations attendues théoriques et des observations réelles reportées dans REPCET pour les deux espèces de grands cétacés. Les données supérieures à 100% pour le Cachalot s'expliquent par l'écart entre une situation moyenne théorique et la situation réelle qui peut être proportionnellement important pour des petits effectifs.**

Nom	Pays	Distance (km) parcourue dans Pelagos	Nb Obs Rorqual commun théorique	Nb Obs Rorqual commun REPCET	Performance	Nb Obs Cachalot théorique	Nb Obs Cachalot REPCET	Performance
ABEILLE FLANDRE	France	2620	18	17	94%	2	0	0%
CAPO NERO	France	1840	15	11	71%	2	8	400%
PASCAL LOTA	Italy	20517	270	190	70%	16	0	0%
ST SOLENE	France	1171	15	9	60%	1	0	0%
MEGA EXPRESS FOUR	Italy	22001	205	102	50%	18	0	0%
KALLISTE	France	4224	34	15	45%	1	0	0%
MEGA EXPRESS	Italy	25596	244	101	41%	19	10	53%
DANIELLE CASANOVA	France	2265	27	10	37%	1	0	0%
MONTE DORO	France	5457	61	13	21%	8	0	0%
GIROLATA	France	2277	23	4	17%	0	1	1000%
PAGLIA ORBA	France	2385	26	4	16%	1	4	800%
FS CLARA	France	3463	41	6	15%	2	0	0%
MEGA ANDREA	Italy	19769	198	11	6%	15	1	6%
PIANA	France	4810	28	1	4%	2	1	50%
PASCAL PAOLI	France	4361	22	0	0%	2	0	0%
JEAN NICOLI	France	3276	17	0	0%	1	0	0%
VIZZAVONA	France	1698	12	0	0%	1	0	0%
JASON	France	1700	10	0	0%	1	0	0%
PONANT	France	961	4	0	0%	1	0	0%
CMA CGM TOSCA	France	841	3	0	0%	1	0	0%
ILES SANGUINAIRES II	France	49	0	0	0%	0	0	0%
<b>Totaux</b>		<b>131281</b>	<b>1273,5</b>	<b>494</b>	<b>39%</b>	<b>94,1</b>	<b>25</b>	<b>27%</b>



**Figure 13 : Zones de risques partagées par les utilisateurs de REPCET en été 2018 pour le Rorqual commun (gauche) et pour le Cachalot (droite).**

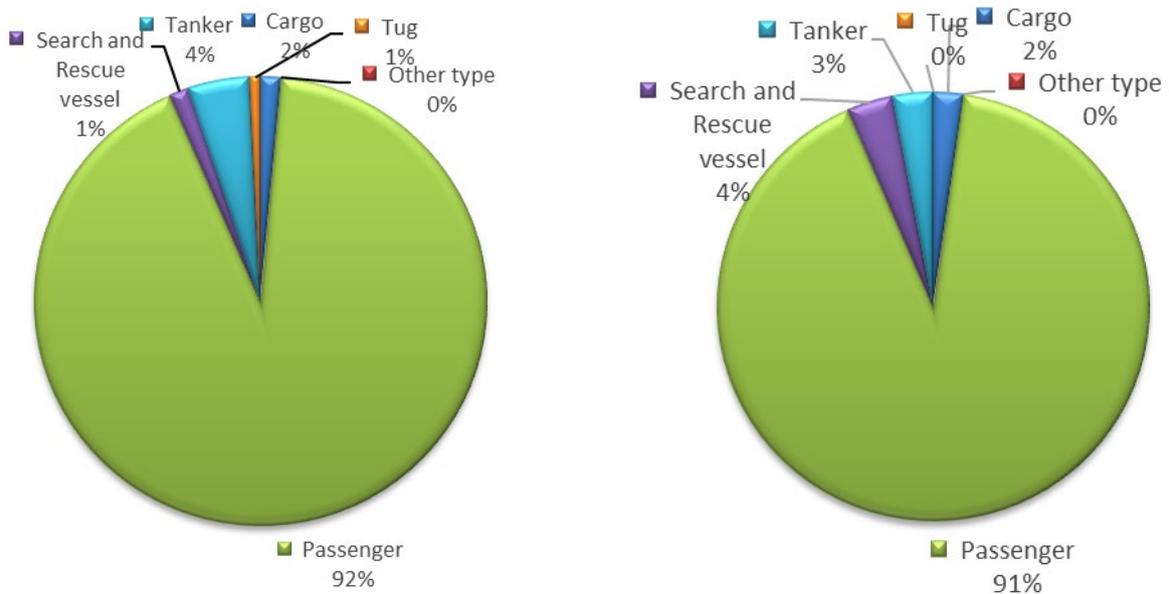


Figure 14 : Proportion de nombres d'observations de Rorquals communs par classe de navire, théoriques (gauche) et rapporté par REPCET (droite).

## V.2. L'utilité du partage des zones de risque de collision

Entre le 15 juin et le 31 août 2018, les zones de risque créées et partagées par le système REPCET ont été traversées 132 fois (Figure 15). Dans 39 % des cas (52 fois) les navires qui ont traversé ces zones à risques étaient équipés du système REPCET. Dans les autres cas, les navires ont pénétré en toute ignorance dans ces zones de risque car ils n'étaient pas équipés de REPCET.

Parmi ces 132 traversées de zone de risque, 128 concernaient la présence de Rorquals communs et 4 concernaient les Cachalots. Toujours parmi ces 132 traversées de zone de risque, 23 l'ont été par des navires Français, et 79 par des navires Italien (Figure 16), 30 l'ont été par des navires battant d'autres pavillons.

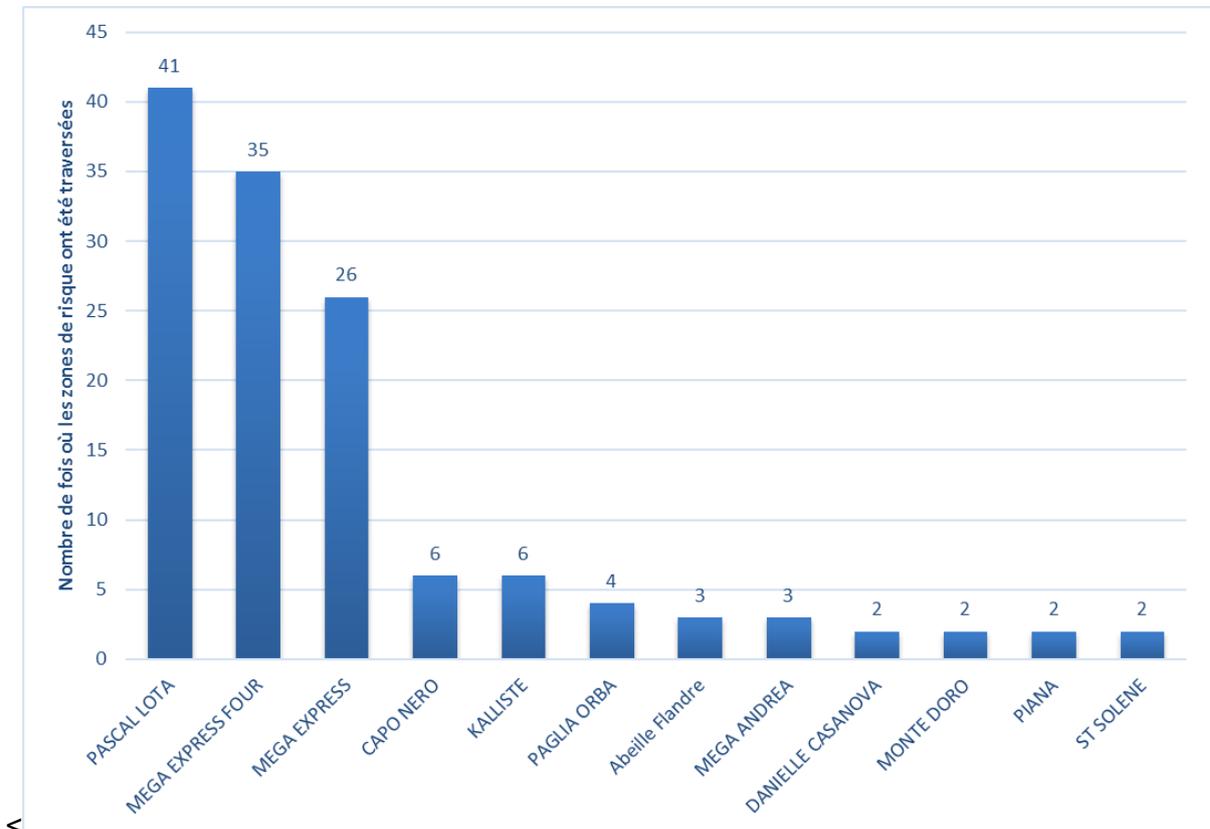
La Figure 17 montre la distribution des zones de risques qui ont été traversées par un navire selon les espèces. Même si cela doit être confirmé par l'analyse de séries temporelles plus longues, il semblerait que les zones de risques sont traversées plus favorablement aux convergences de trafic, où il s'intensifie localement.

Pendant les trois mois d'été 2018, les trois navires ayant traversés le plus de zone de risque l'ont fait 12 ou 13 fois. Deux de ces navires battent pavillon italien et ne sont pas équipés de REPCET (Figure 18). Les compagnies maritimes dont les navires ont traversé le plus de zones de risques partagées par REPCET en été 2018 sont Tourship Italia (Corsica Ferries) avec 7 navires pour 44 traversées, Moby Spa pour 25 traversées avec deux navires, La Méridionale avec 3 navires pour 12 traversées, puis

avec deux navires les compagnies Corsica Linea pour 5 traversées, Gran Navi Veloci pour 2 traversées (Figure 19).

L'analyse des manœuvres des navires pénétrant dans les zones de risque est limitée aux navires équipés de REPCET. Nous utilisons une représentation dans le plan temps (en abscisse) et distance au point d'observation (en ordonnée) telle qu'illustrée Figure 21 qui nous permet de détecter les navires pénétrant dans les zones de risque. L'identification du navire et de la plage temporelle de traversée de la zone de risque nous permet de remonter aux données de vitesse du navire pendant cette période. Afin de déterminer s'il y a eu une modification de comportement, et notamment une réduction de vitesse, nous analysons les données brutes de vitesse du navire rapportée par l'AIS.

Les navires équipés de REPCET ayant traversé une zone de risque à une vitesse supérieure à 12 nœuds n'ont pas modifié leur vitesse dans 100% des cas qui ont pu être analysés (Figure 20). Pour un certain nombre de cas, les données AIS s'interrompent à l'approche de l'entrée dans une zone de risque. Certaines de ces interruptions, proche des limites du sanctuaire PELAGOS, sont explicables par le jeu de données AIS limité à son périmètre. D'autres en revanche ne peuvent être logiquement expliquées et suggèrent une interruption volontaire à l'entrée d'une zone de risque. Si tel était le cas, mais ce n'est pas démontré à ce stade, ce serait un très mauvais signal envoyé par les compagnies maritimes et leurs équipages.



**Figure 15 : Liste des 12 navires dont les observations ont généré des zones à risque qui ont été traversées par d'autres navires entre le 15 juin et le 31 aout 2018.**

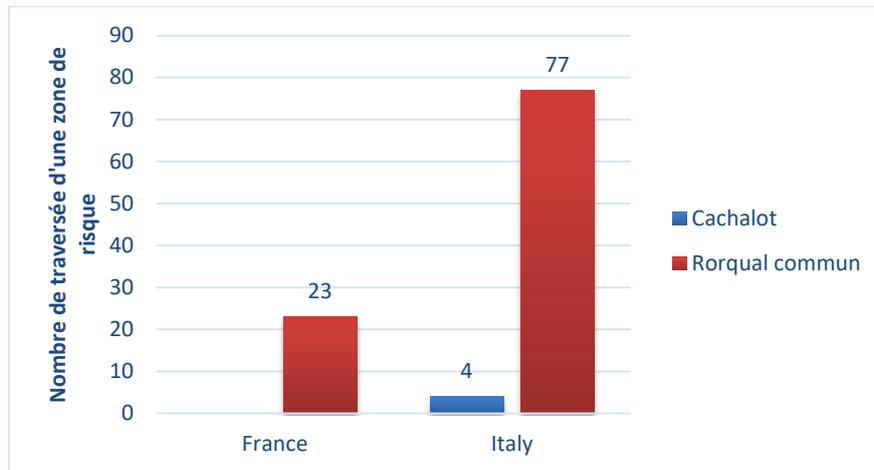


Figure 16 : Nombre de traversée d'une zone de risque par type d'espèce et par pavillon du navire dans le sanctuaire Pelagos entre le 15 juin et le 31 aout 2018.

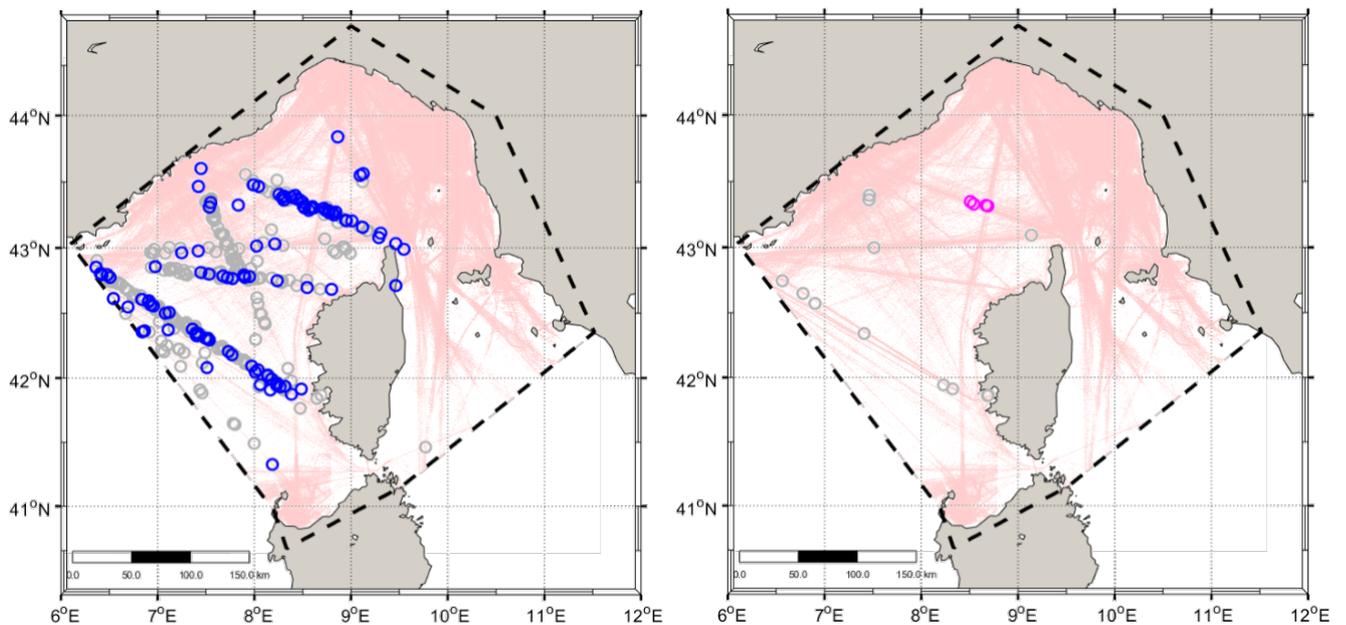


Figure 17 : Zones de risques partagées par les utilisateurs de REPCET (en gris) en été 2018 pour le Rorqual commun (gauche) et pour le Cachalot (droite). En bleu et en magenta, les zones de risques qui ont été traversées par un autre navire. En arrière-plan en rouge est représenté les données AIS brutes de trafic.

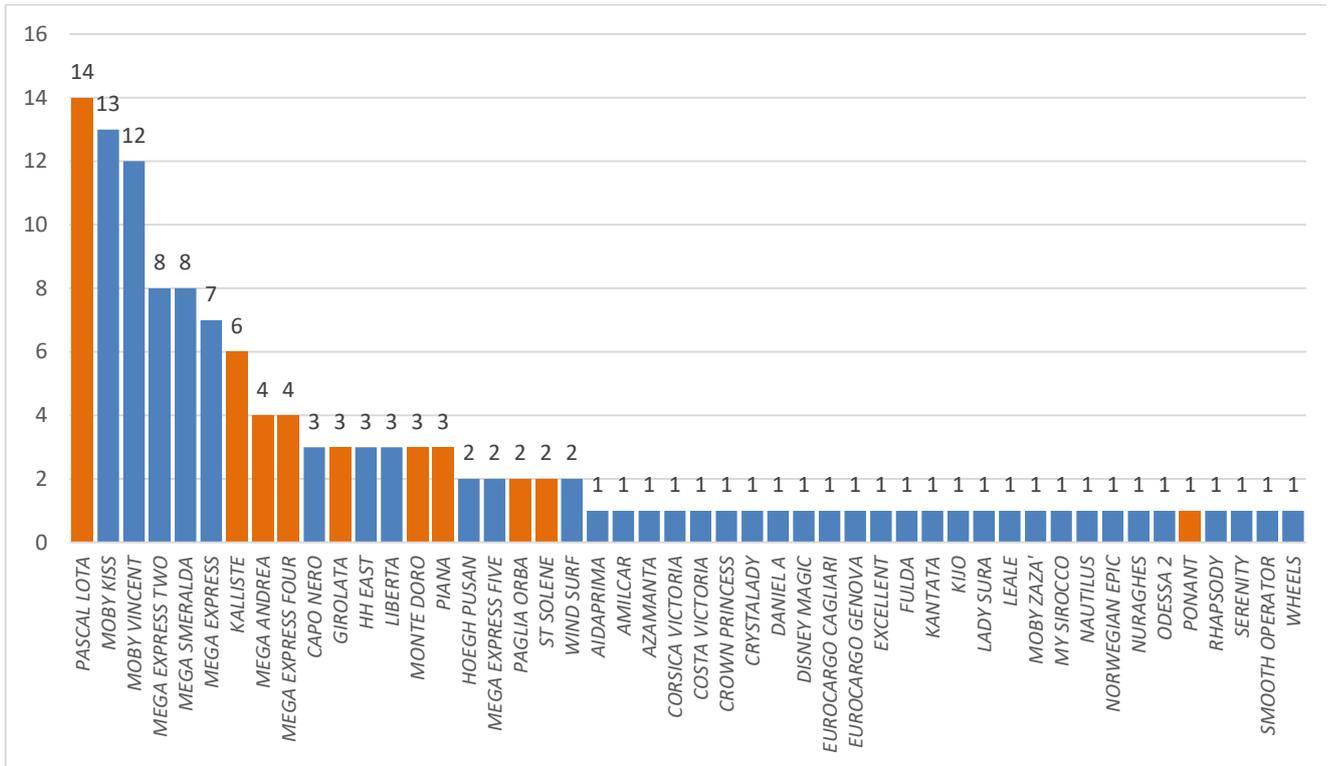


Figure 18 : Liste des navires ayant pénétré dans une zone de risque et nombre de fois où ce navire a pénétré dans une zone de risque entre le 15 juin et le 31 août 2018. Les navires équipés de REPCET sont en orange.

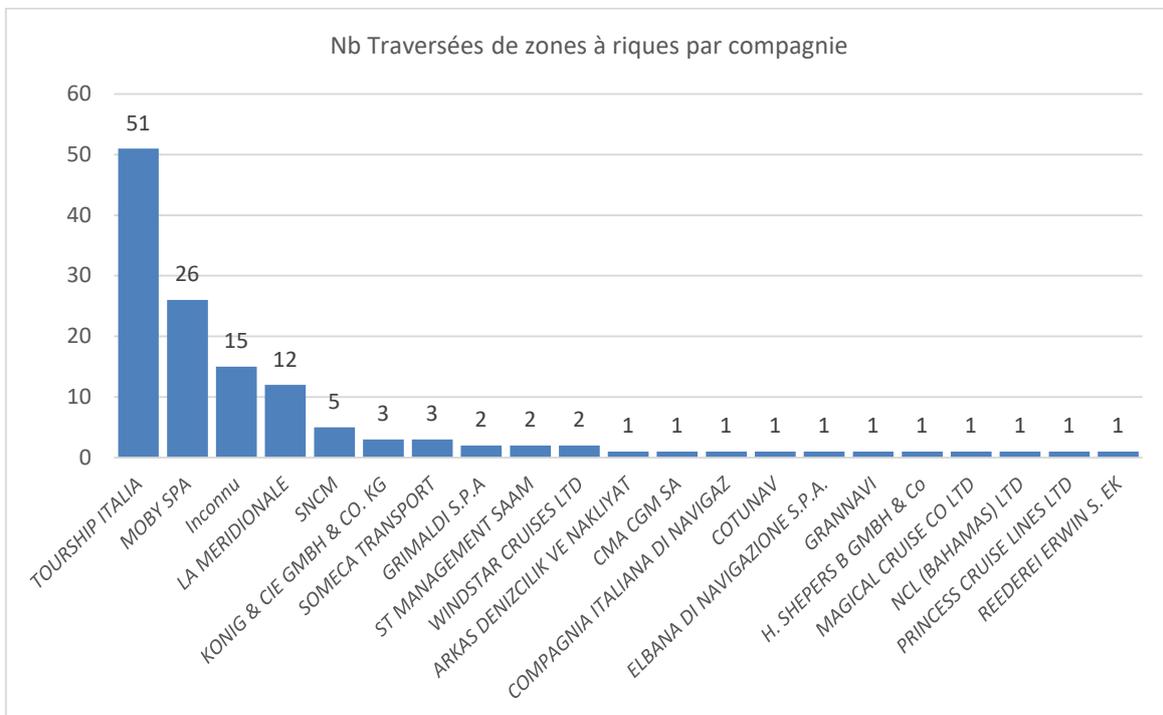


Figure 19 : Nombre de fois où les navires d'une compagnie maritime ont pénétré dans une zone de risque entre le 15 juin et le 31 août 2018.

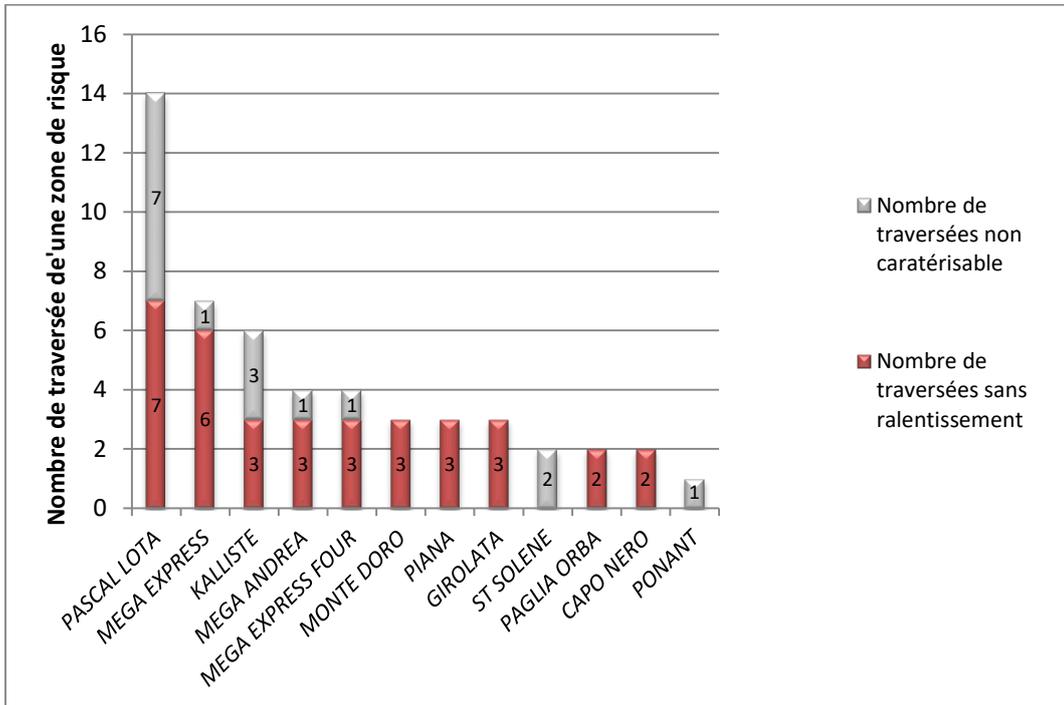


Figure 20 : Liste des navires équipés de REPCET ayant traversé une zone de risque entre le 15 juin et le 31 août 2018, et nombre de fois où cette traversée a été faite sans ralentissement à une vitesse supérieure ou égale à 12 nœuds. En gris, les traversées pour lesquelles les données AIS sont interrompues et n'ont pas permis de conclure.

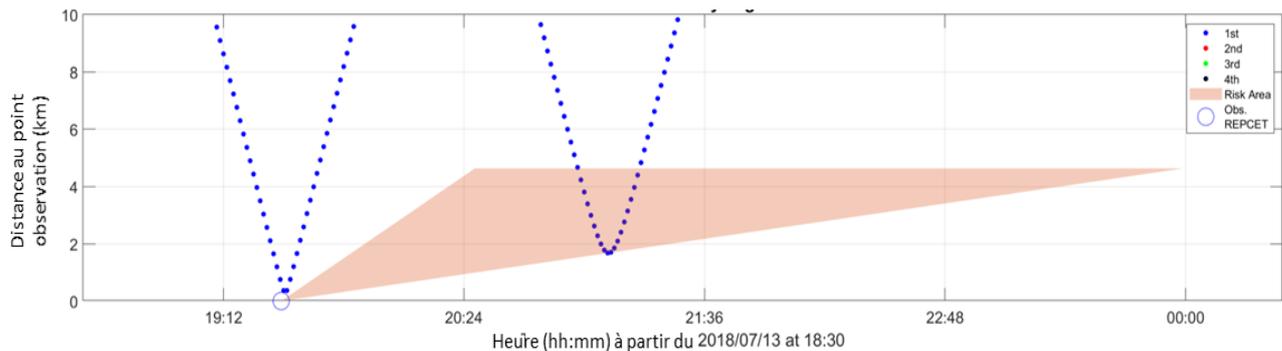
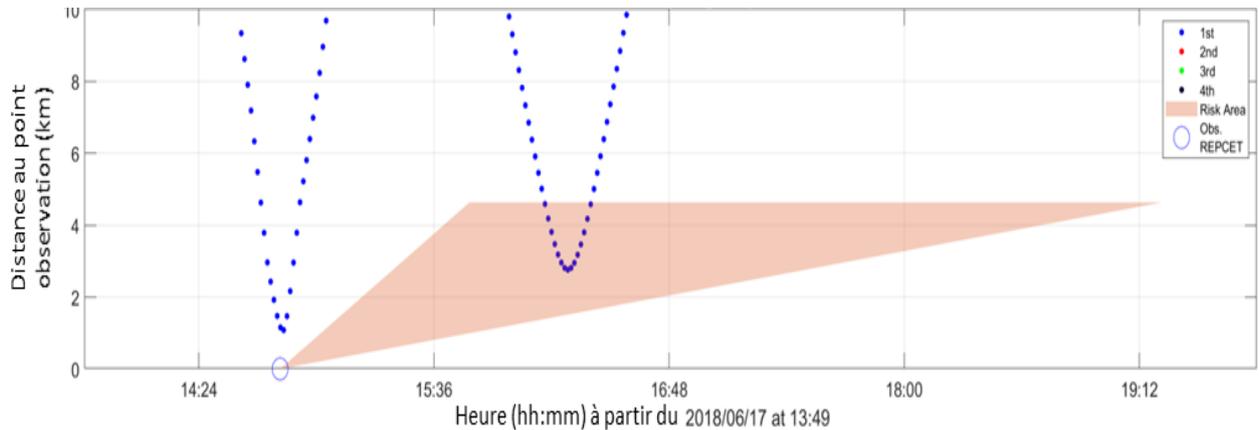


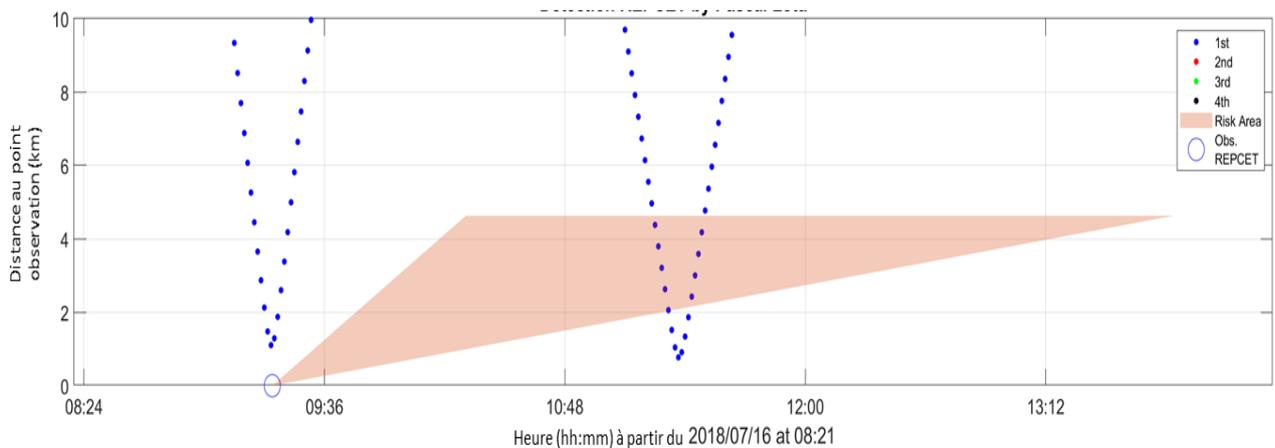
Figure 21 : Méthode de détection des navires pénétrant une zone de risque : ce cas illustre une détection de Rorqual commun partagée par le Paglia Orba vers 19h30 et marquée par un cercle, et dont la trajectoire rectiligne à vitesse constante se traduit par une hyperbole dans le plan temps/distance au point d'observation. Vers 20h30, un navire s'approche de la zone de risque, ici matérialisée par la zone colorée, pénètre dans l'anneau de risque et en ressort vers 21h15.

### V.3. Illustrations de situations de traversée de zone de risque

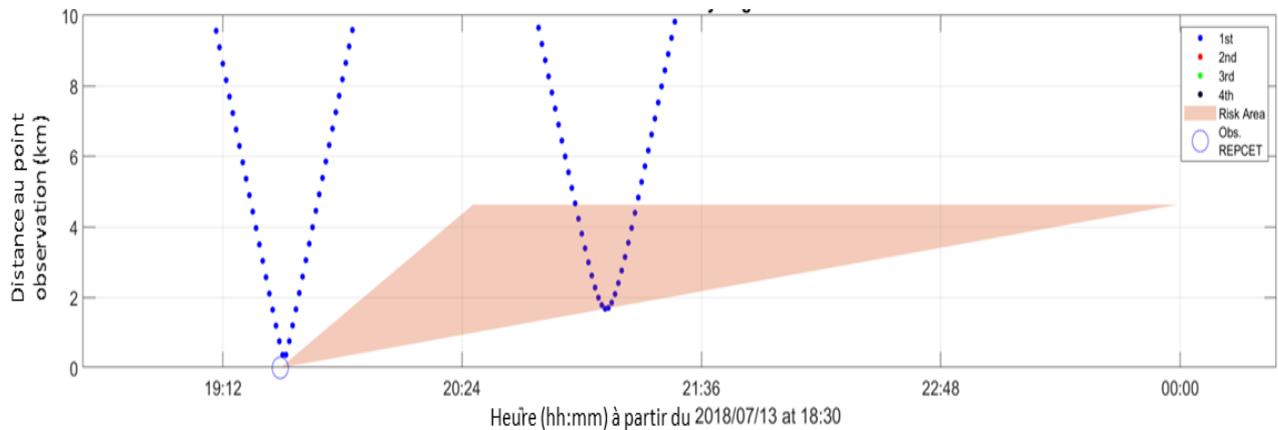
Les figures suivantes illustrent un certain nombre de cas de détection de Rorqual ou Cachalot ayant générée une zone de risque dans REPCET et traversée par un ou plusieurs navires.



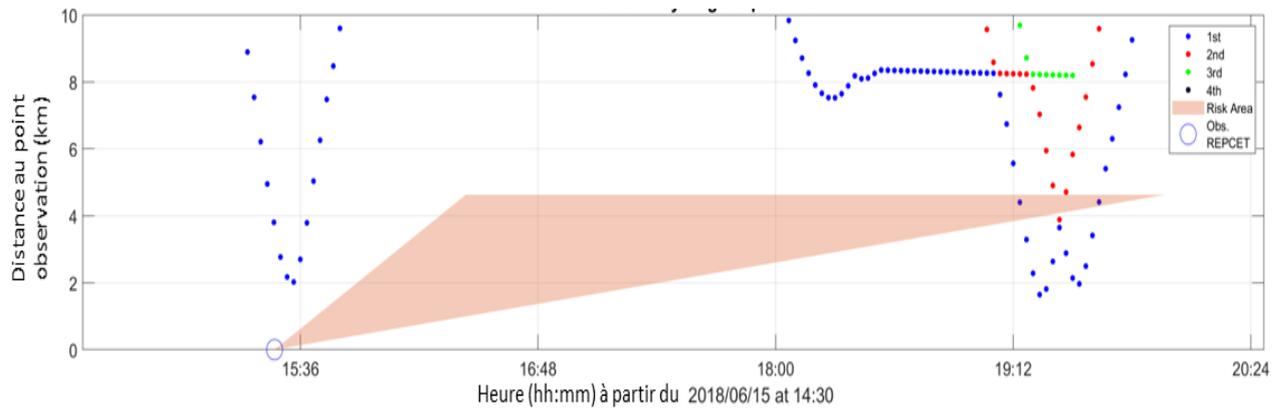
**Figure 22 : Cas de traversée d'un anneau d'une zone de risque par le Moby Vincent (non équipé de REPCET) suite à l'observation reportée par le Mega Express Four.**



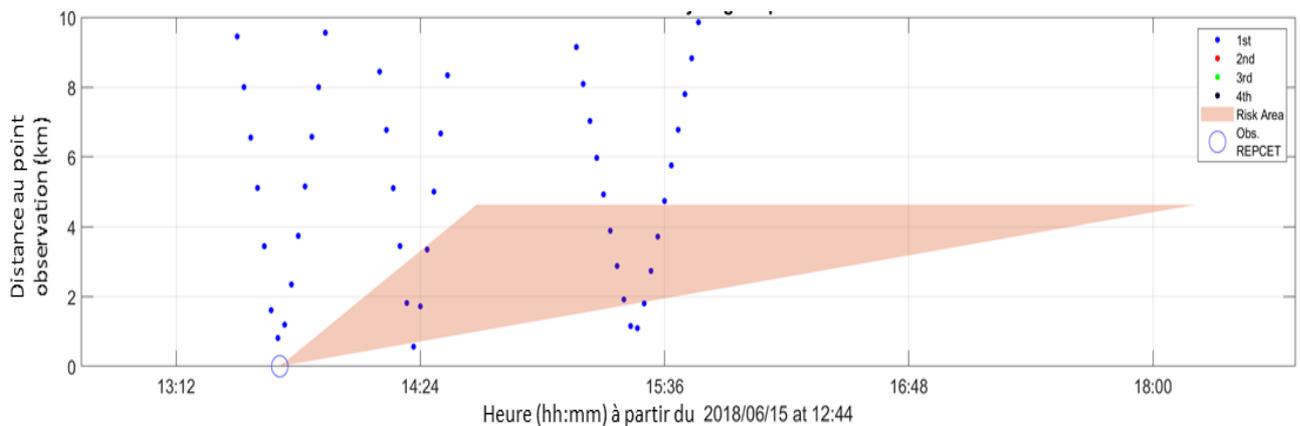
**Figure 23 : Cas de traversée d'un anneau d'une zone de risque par le Mega Andrea (équipé de REPCET) suite à l'observation reportée par le Pascal Lota.**



**Figure 24 :** Cas de traversée d'un anneau d'une zone de risque par le Pascal Lota (équipé de REPCET) suite à l'observation reportée par le Paglia Orba.



**Figure 25 :** Cas de traversée d'un anneau d'une zone de risque par le Mega Express Four et le Piana (équipés de REPCET) suite à l'observation reportée par le Mega Express Four.



**Figure 26 :** Cas de traversée d'un anneau d'une zone de risque par le Mega-Express Two puis par le Moby Vincent (non équipés de REPCET) suite à l'observation reportée par le Mega Express Four.

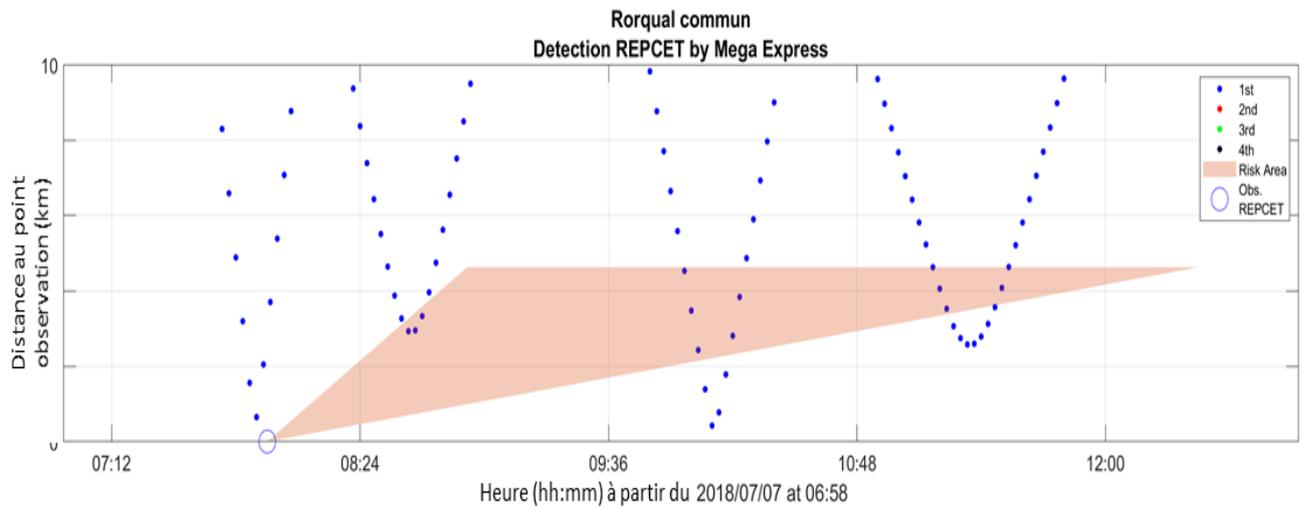


Figure 27 : Cas de traversée d'un anneau d'une zone de risque par le Mega-Express (équipé de REPCET) puis par le Moby Kiss (non équipé) et enfin par le Capo Nero (équipé) suite à l'observation reportée par le Mega Express.

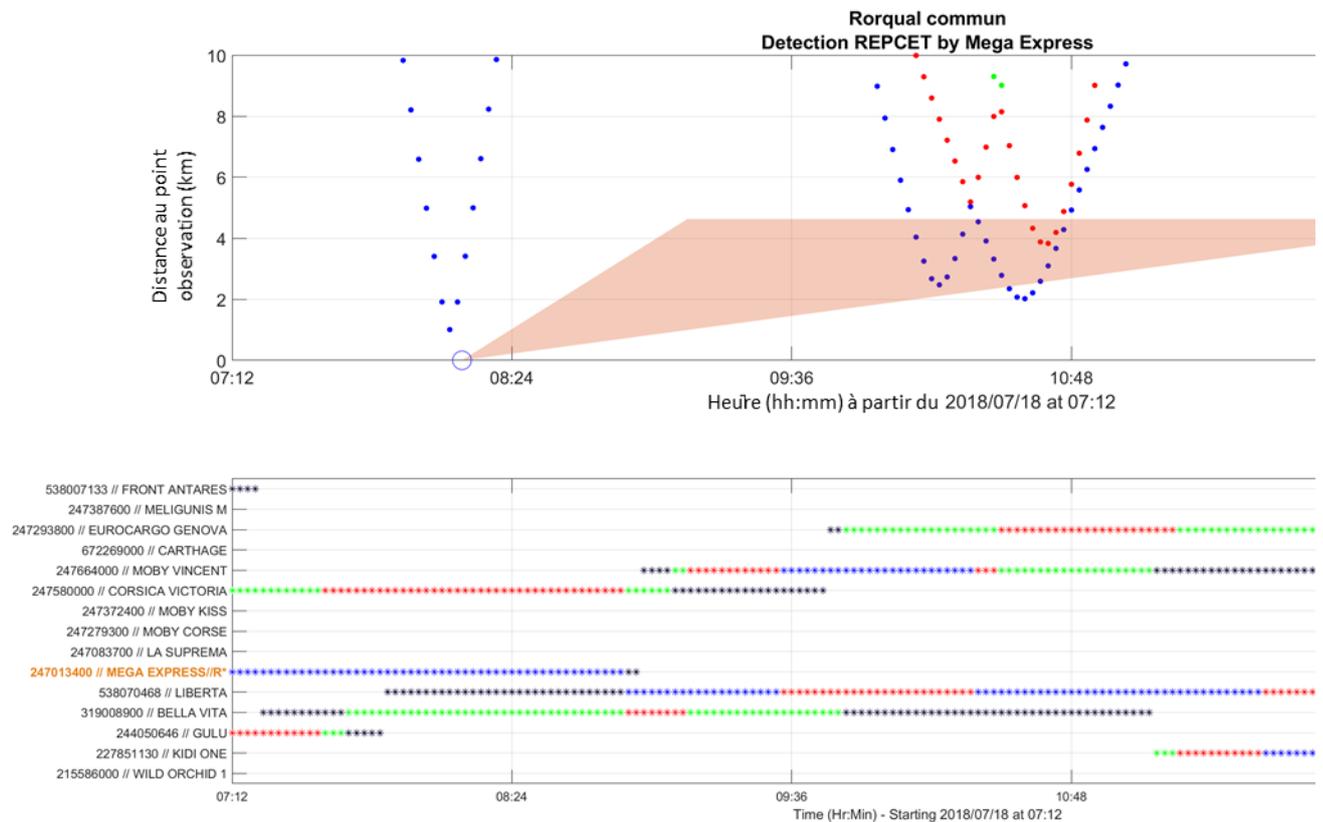


Figure 28 : Cas de traversée d'un anneau d'une zone de risque par le Moby Vincent, puis simultanément par le Liberta et le Eurocargo Genova (non équipés) suite à l'observation reportée par le Mega Express.



## Bibliographie

- Arcangelli, A., S. Cominelli, L. David, N. Di-Méglio, A. Moulins, P. Mayol, L. Marini, M. Rosso, et P. Tepsich. 2012. «Monitoring ferry : suivi saisonnier des populations de cétacés et validation de l'intérêt de REPCET en termes de monitoring.» Rapport Final du Programme de recherche 2010/2012 de PELAGOS France. GIS 3M / EcoOcéan Institut / ISPRA / CIMA Foundation, 65p.
- Buckland , S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers, et L. Thomas. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford. 432 p.
- Comber, F., L. Azzelino, L. David, N. Di-Méglio, H. Labach, L. Origné, A. Amar, et al. 2015. «Noise impact on sperm whale (*P. macrocephalus*) and Cuvier's beaked whale (*Z. cavirostris*), estimated from the marine traffic.» Report. Convention PELAGOS Sanctuary No.2014-01. pp.94.
- Couvat, Jérôme, Pascal Mayol, et Delphine Gambaiani. 2014. *Étude des déplacements des grands cétacés dans le sanctuaire Pelagos*. Souffleurs d'écume.
- David, L. 2005. «Rorqual commun et transport maritime. Quel enjeu ? Quelles solutions ? Evaluation des zones à risque de collisions entre le rorqual commun et le trafic maritime commercial en Méditerranée nord-occidentale.» CEBC-CNRS, écoOcéan.
- Delacourtie, Fabienne, Sophie Laran , Léa David, et N. Di-Méglio. 2009. *Analyse spatio-temporelle de la distribution des cétacés en relation avec les paramètres environnementaux*. Rapport Final du Programme de recherche 2007/2009 de PELAGOS France. GIS 3M / CRC / EcoOcéa.
- International Maritime Organisation. 2004. *Recommendation on Performance Standards for Universal Automatic Identification System (AIS)*. London: International Maritime Organisation.
- IOC, IHO, et BODC. 2003. *Centenary Edition of the GEBCO Digital Atlas*. CD-ROM on behalf of the Intergovernmental Oceanographic Commission and the International Hydrographic Organization as part of the General Bathymetric Chart of the Oceans. British Oceanographic Data Centre.
- Jacob, Théa, Denis Ody, Léa David, Nathalie Di-Meglio, et Thomas Folegot. 2016. *Characteristics of maritime traffic in the Pelagos sanctuary and analysis of collision risk with large cetaceans*. Technical report, Marseille: WWF France.
- Laran, S., E. Pettex, M. Authier, A. Blanck, L. David, G. Doremus, H. Falchetto, P. Monestiez, O. Van Canneyt, et V. Ridoux. soumis. «Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters: Part I: How many they are in the northwestern Mediterranean Sea (including the Pelagos Sanctuary)?» *Deep sea Resaerch, Part II*.
- Notteboom, T., et P. Carriou . 2009. «Fuel surcharge practices of container shipping lines: Is it about cost recovery or revenue making?» *International Association of Maritime Economists (IAME)*. Copenhagen, Denmark.
- Panigada, S., G. Lauriano, L. Burt, N. Pierantonio, et G. Donovan. 2011. «Monitoring Winter and Summer Abundance of Cetaceans in the Pelagos Sanctuary (Northwestern Mediterranean Sea) Through Aerial Surveys.» *PLOS ONE*, 6(7): e22878. doi:10.1371/journal.pone.0022878.



- 
- Pettex , E., C. Lambert, S. Laran, A. Ricart, A. Virgili, H. Falchetto, M. Autier, et al. 2014. «Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine.» Rapport final Univ. Rochelle UMS 3462 169p.
- Souffleurs d'écume. 2015. «Présentation générale du système REPCET.»
- Tregenza, N., N. Aguilar, M. Carillo, I. Delgado, F. Diaz, A. Brito, et V. Martin. 2000. «Potential impact of fast ferries on whale populations a simple model with examples from the Canary Islands.» *Proceedings of the 14th Annual Conference of the European Cetacean Society. Cork, Ireland, 2-5 April. 2000. [http://www.chelonia.co.uk/collision\\_prediction.htm](http://www.chelonia.co.uk/collision_prediction.htm).*
- Vanderlann, A. S.M., et C. T. Taggart. 2007. «Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed.» *Mar. Mamm. Sci.* 23: 144-156.
- Wiesmann, A. 2010. «Slow steaming – a viable long term option?» *Wärtsilä technical journal* .